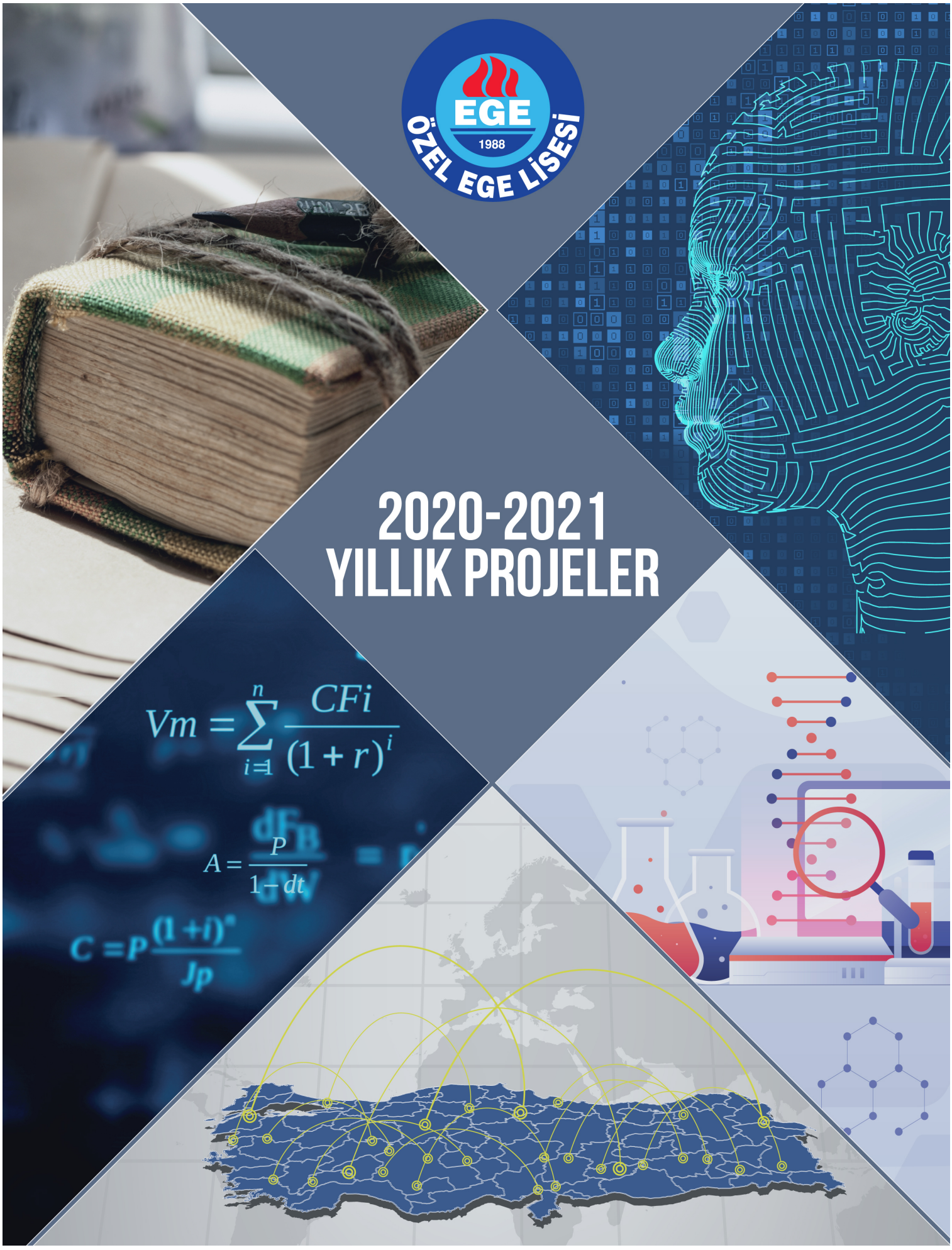

EGE
1988
ÖZEL EGE LİSESİ
2020-2021
YILLIK PROJELER
$Vm = \sum_{i=1}^{n} \frac{CFi}{(1+r)^i}$
$A = \frac{P}{1-dt}$
$C = P\frac{(1+i)^n}{Jp}$

ÖN SÖZ

Günümüz dünyasında toplumların küresel anlamda söz sahibi olabilmeleri için bilim ve teknolojide yaşanan baş döndürücü hıza ayak uydurmaları büyük önem taşıyor. Tüketim değil, üretim alanlarını geliştirmek ise ancak bilimsel eğitime yapılan yatırımla sağlanabilmekte. Toplumsal gelişimin, yetiştireceğimiz bilim insanları ile günden güne hız kazanacağı bir gerçektir. Özel Ege Lisesi olarak bu gerçekten hareketle, öğrencilerimizin okul öncesinden başlayarak ilk ve orta öğretim hayatları süresince devam eden bilimsel, eleştirel ve araştırmacı yaklaşımı benimsemeleri için çaba gösteriyoruz. Bilimsel bilginin ışığında yetişen öğrencilerimizin yükseköğrenim hayatlarını takiben ulusal ve uluslararası ses getirecek bilimsel çalışmalarda yer almaları ise en büyük arzumuz. Bu anlayışın bir sonucu olarak okulumuzda 2010 yılında kurulan Bilim Kurulu rehberliğinde ulusal ve uluslararası bilim olimpiyatlarında birbiri ardına başarılarılar elde ediyoruz. 2020-2021 öğretim yılında, TÜBİTAK çalışmaları kapsamında 83 öğrencimiz ile farklı alanlarda 51 bilimsel proje ürettik. Olimpiyat sınavlarına hazırlık çalışmalarında 51 öğrencimize ise matematik, fizik, kimya, biyoloji ve bilgisayar dallarında eğitim verdik. Hepsinden önemlisi sadece “başarı ve beceri” ile değil edebiyat, sanat, kültür ve sporla ülkesinin ve ona ait olan her şeyin farkındalığı ile büyüyen, alın terine değer veren, “adalet, merhamet ve vicdan” odaklı duygu ve sevgi insanları yetiştirmekten gurur duyuyoruz.

Bir “Bilim ve Liderlik Okulu” olan Özel Ege Lisesinin öğrenci projelerinden derleyerek bilimsel bir kaynak oluşturmak amacıyla 1999 yılından bugüne “Özel Ege Lisesi Yıllık Projeler Kitabı”nı hazırlıyoruz. Ancak bu kitapta yıl içinde hazırladığımız projelerin sadece bir kısmına yer verebiliyoruz. Bugüne kadar basılan 22 ayrı proje kitabında toplam 681 proje yer aldı. Bu projelerin büyük bir kısmı ulusal ve uluslararası yarışmalarda derece kazandı veya sergilenmeye değer bulundu. Yeni buluşlara kapı aralayan, bilgileri derleyerek bir kaynak haline getiren tüm öğrencilerimize, onları bu alanda çalışmaya özendiren öğretmenlerimize ve yöneticilerimize, ayrıca projelerin oluşmasına katkı sağlayan çeşitli üniversitelerin öğretim üyelerine teşekkür ederiz.

YAYIN KURULU

2021

İÇİNDEKİLER

ORTAOKUL PROJELERİ

BÖLÜM	PROJE ADI
1	Sürdürülebilirlik Yolunda Nabzımın Gücü
2	Osmanlı'da Hayvan Sevgisinin Somut Bir Kanıtı: Mancacılık
3	Dilatant Sıvı ile Deprem Etkisi Azaltıcı Ev Tasarımı
4	Ateş Ölçen Akıllı Bileklik
5	Anti-Fog Gözlük Spreyi
6	Farklı Polimerlerin Hafif Betonlarda Performansının İncelenmesi
7	Görme Engelli Bireyler İçin Çarpım Tablosu Üzerinde Doğru Orantı Sorusu Çözme
8	Üçgensel Sayı Dizisi ile Yeni Bir Şifreleme Yöntemi
9	Geçmişe Aralanan Kapı; Sanal Gerçeklikle Zigguratların Gizemini Çözmeye Hazır Mısın?
10	Covid-19 ile Mücadele Kapsamında Arduino ile Akıllı Sterilizasyon Ünitesi
11	Uzaktan Eğitimde Akran Beğenisi ile Okuma Oranını Artıran Kitap Sunumları
12	Nesnelerin İnterneti Temelli Uzaktan Sağlık Kontrolü Sistemi

İÇİNDEKİLER

LİSE PROJELERİ

BÖLÜM	PROJE ADI
13	Hepatosellüler Karsinom Hücre Hatlarında Hünnap ve Hint İncirinin Antikanserojen Etkisinin Araştırılması
14	Down Sendromunun Non-İnvaziv ve Prenatal Teşhisi İçin Yeni Bir Bakış
15	Özgün Bakteriler ile Biyotransforme Arı Sütü: Yeni Fonksiyonel "Süper Gıda"
16	*Centella asiatica* Bitki Ekstraktının Mikroglia Rejenerasyonu ve Nöroblastoma Hücre Apoptozu Üzerine Etkisi
17	Vazgeçilmez Kişi Karşısında Suça Dair Alınan Kararlarda Lise Çağı Gençlerinin Vicdani Tavrı
18	Yeşil Lazerin Zarflı Virüslerin Taramasında Kullanımı İçin Yöntem Geliştirilmesi
19	Grafen/n-Silisyum Schottky Eklem Fotodiyotunun Bitkiden Salınan Gazların Algılanmasında Kullanılması
20	Manyetik Sıvıların Değişken Koşullar Altında Akışkanlıklarının İncelenmesi
21	İmmunglobulin G Tayini İçin Kapasitif Bir Biyosensör Geliştirilmesi
22	CRISPR Biyosensörü ile Human Papilloma Virüs-6 Tayini
23	Ozon Gazının Karbon Filtresinden Geçmesi ile Sürekli Ortam Dezenfeksiyonunun Sağlanması
24	Covid-19'un DNA Düzeyinde Tayini İçin Elektrokimyasal Genosensör Geliştirilmesi
25	Pozitif Tam Sayıların ve Bileşik Kesirlerin İçerdikleri En Büyük Harmonik Sayıları Veren Algoritmalar
26	Euler Totient Fonksiyonuna Dayanan Terimler Toplamı ve Ardışık Kuvvetler Toplamı Arasındaki Bölünebilirlik Koşulları
27	Covid-19 ile Benzer Belirtileri Olan Diğer Hastalıkların Karşılaştırılmasında Kaba Küme Yaklaşımı
28	Karanlığın Masumiyet Saçan Meşaleleri: Cezaevinde Anneleriyle Kalan Çocuklar
29	Türk Evlerindeki ve Aile Yapısındaki Değişimin İzmir Düzleminde İncelenmesi: Geçmişe Özlem "Üret-En Evler7"
30	Hall Etkisi Sensörler Kullanılarak Kontrol Cihazı Tasarımı
31	Otonom Sürüş Yapabilen Yapay Zekâ Donanımlı Arazi Şartlarına Uygun Mayın Tarama Aracı
32	Tıp Eğitiminde Kullanılmak Üzere Sanal Gerçeklik Ortamının Geliştirilmesi

OSMANLI'DA HAYVAN SEVGİSİNİN SOMUT BİR KANITI: MANCACILIK

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: ALYA KAYIKÇI
SABA DURU BAYRAKTAR

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: Mesut TOPAL

İZMİR
2021

ÖZET

Tarihimize birçok konuda ışık tutmuş olan Osmanlı devleti, sokak hayvanlarının bakımı, beslenmesi ve korunması konusunda da bizlere yol göstermiştir. Hayvanlara karşı bu tutumları zaman içinde mancacılık adıyla bir mesleğe dönüşmüştür. Bizde mancacılık mesleğinin günümüze uyarlanıp geliştirilmesi hatta bunun devlet eliyle yürütülüp sokak hayvanlarının her daim ve her yerde bakımlarının yapılması, beslenmesi ve korunmasının gerekliliğine ya da en azından sokak hayvanlarının yoğun olduğu yerlere hayvanların temel ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla görevliler atanması gerektiğine dikkat çekmek istiyoruz. Hayvan haklarının Dünyada, Osmanlıda ve Türkiye'deki durumunu araştırıp karşılaştırarak Türkiye'de hayvan haklarının 5199 numaralı kanuna göre yetersiz kaldığını söyleyebiliriz. Bu kanun, sokak hayvanlarının bakımı, beslenmesi ve korunmasının belediyeler tarafından yapılmasını ön görüyor fakat faaliyet konusunda belediyelerin de bu konuda eksik kaldığını söylemek isteriz.

Yaşadığımız dünyada bizlerden başka canlıların da varlığını unutmadan bizlerin nasıl sevgi, barınma, bakım ve beslenme gibi ihtiyaçlarımız varsa diğer canlıların da aynı şekilde ihtiyaçları bulunmaktadır. Bu canlıların başında ise sokak hayvanları gelmektedir. Hayatımızın her alanında olan sokak hayvanlarını görmezden gelmek elbette düşünülemez. Bunun için Osmanlı döneminde yaşatılan bir meslek olan mancacılığın devlet tarafından ve yetkili kişilerce günümüze uyarlanıp geliştirilerek hayvanların bakımlarının ve beslenmelerinin düzenli hale getirilip sıkı denetlenerek onların bu ihtiyaçlarının karşılanmasının hayati bir gereklilik olduğunu söyleyebiliriz. Böylelikle sokak hayvanlarının söz konusu ihtiyaçları bazı hayırseverler kimselerin vicdanlarına bırakılmamış olur düşüncesindeyiz.

Anahtar kelimeler: Hayvan hakları, Mancacılık, Sokak hayvanlarının bakımı ve beslenmesi, Hayvan sevgisi

AMAÇ

Projemizin amacı, günümüzde halen kanayan bir yara olarak gördüğümüz sokak hayvanlarının bakımı, beslenmesi ve korunmasına daha fazla dikkat çekmektir. Bunu yaparken de tarihimize birçok konuda ışık tutan Osmanlı devleti sokak hayvanlarının bakımı, beslenmesi ve korunmasının örnek alınabileceğini göstermektir. Osmanlı döneminde sokak hayvanlarına olan sevginin bir mesleğe dönüştüğünü görüyoruz. Mancacılık, sokak hayvanlarını bazen hayırsever kimselerin verdikleri ücrete göre besleyen bazen de yiyecekleri satarak sokak hayvanlarının beslenmesini sağlayan kişilerin mesleğidir. Osmanlı döneminde sokak hayvanlarını bu mesleğe sahip olan kimseler beslerken günümüzde böyle bir mesleğin varlığından söz etmek oldukça güçtür. Bırakın böyle bir meslekten söz etmeyi günümüzde sokak hayvanlarına yalnızca birkaç hayvansever kişiler yardımcı oluyor. İşte bu projede Mancacılık mesleğinin günümüze uyarlanıp geliştirilmesi hatta bunun devlet eliyle yürütülüp sokak hayvanlarının her daim ve her yerde bakımlarının yapılması, beslenmesi ve korunmasının gerekliliğine ya da en azından sokak hayvanlarının yoğun olduğu yerlere hayvanların temel ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla görevliler atanması gerektiğine dikkat çekmek istiyoruz.

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca insanlar bu dünyayı hayvanlar ile paylaşmış ve birlikte yaşamışlardır. İnsanlar, hayvanların bazılarını sadece besin kaynağı olarak görürken; kedi, köpek, at, eşek, inek gibi bazı hayvanları ise hem hayatlarını kolaylaştıran yardımcılar hem de dostları olarak kabul etmişlerdir. Bu dönemlerde insanların hayvanlarla olan ilişkilerini düzenleyen herhangi bir yasa veya kanun bulunmadığından, bu ilişkiler daha çok vicdani, dini ve pratik ihtiyaçlara yönelik yaklaşımlar üzerine kurulmuştur.

İnsanlar hayvanları bazen bir dost, bazen binek araç, bazen evlerini ve mallarını koruyan bazen de insanlara arkadaşlık edecek canlılar olarak görmüşlerdir. Fakat hayvanların insan yaşamındaki bu konumları sanayi devrimi ile değişmeler yaşamıştır. Bunun başında ise hayatlarının her alanında olan hayvanlara bazı konularda ihtiyaçları kalmamıştır. Motorlu taşıtların üretilmesi ile binek hayvanlara pek de ihtiyacı kalmayan insanlar, bunun yanı sıra kentleşmenin sonucu olarak da kırsal alanları ve hayvanlarını terk ederek büyük şehirlere göç etmeye başlamıştır. 2. dünya savaşı sonrası dönemde insanlar, atom bombasıyla doğaya, hayvanlara ve hatta kendi cinslerine ne kadar zarar verdiklerini anlayarak doğa, çevre ve hayvan haklarını yeniden ele alarak belli hukuksal temellere oturtmaya çalışmışlardır (Linkedin, 2020).

1. 1. HAYVAN HAKLARININ TARİHSEL GELİŞİMİ

İnsanların hayvanlar hakkındaki düşünceleri uzun yıllar dini inançların ve Yunan filozoflarının etkisi altında kalmıştır. Bu iki görüşün ortak noktası ise hayvanların insanların hizmetinde olduğu düşüncesidir. Eski Roma ve Yunan uygarlıklarından daha önce başlayan hayvan kullanımı, daha sonraki çağlarda da insanların doğanın hâkimi oldukları düşüncesiyle hayvanlara istedikleri uygulamaları yapmalarıydı. Bunu bütün hayvanların insanlar için yaratıldığını düşünen Aristo ve hayvanların kendi iradesi olmadığını ve dolayısıyla insanların yararına çalışan varlıklar olduğunu düşünen Kant'ta belirtmiştir (Yaşar ve Yerlikaya, 2004).

Hayvanlar, insan doğasını anlamak amacıyla eski çağlarda tıp biliminin bir aracı olarak kesilip deney yapılmak suretiyle kullanılmıştır. 18. yüzyıldan itibaren ise hayvanlar üzerinde uygulanan bu deneylerin insan sağlığı ve yaşam koşullarına katkı sağladığı fikri artarak kabul görmeye başlamıştır. Bu sebepten dolayı hayvanları koruma girişimleri ve hayvan haklarına ilişkin ilk hareketler başlamıştır.

Deneylerde hayvan kullanılmasına karşı, dünyanın farklı bölgelerinde karşıt görüşler gelişmeye başlamıştır. Buna bağlı olarak 1875 yılında İngiltere'de, 1879'da Almanya'da, 1882'de Fransa'da ve 1883 yılında Amerika'da buna ilişkin dernekler kurulmuştur. Bu derneklerden bazıları laboratuvar koşullarının iyileştirilmesini isterken, bazıları ise hayvanların tamamen özgür bırakılmasını istemiştir.

Bu hareketler, yirminci yüzyılda da artarak devam etmiştir. Buna ilişkin destekçiler arttığı gibi, araştırmalar da yoğunlaşmıştır. Örneğin Charles Hume, 1925 yılında Londra Üniversitesi'nde Hayvan Hakları Derneği kurmuştur. Sonrasında ise bu dernek Hayvan Hakları Üniversiteler Federasyonu'na dönüşmüştür. Bu gelişmeler sayesinde insanların hayvanlara karşı tutumları hem tıbbi hem de ahlaki açıdan değerlendirilmeye başlanmıştır.

Bu sosyal çalışmalarla birlikte, Batı ülkelerinde hayvan haklarına yönelik yasal düzenlemeler de gelişmiştir. Bunlardan örnek vermek gerekirse:

- 1850 yılında Fransa'da kamuya açık yerlerde evcil hayvanlara kötü muamele yasaklanmış ve bununla ilgili bir kanun yapılmıştır.
- 1876 yılında İngiltere'de "Hayvanlara Kabalık Yasası" kabul edilerek, hayvan deneyleri ile ilgili düzenlemeler yapılmıştır.
- 1933 yılında Almanya'da bir yasa yürürlüğe konularak, ilk kez hayvanların doğal bir varlık olduğu kabul edilmiş ve yalnızca bunun için korunması gerektiği kabul edilmiştir.
- 1966 yılında Amerika'da "Hayvan Refahı Kanunu" kabul edilmiş olup, bu kanun da genel olarak hayvanların kobay olarak veya gösteri hayvanı olarak kullanımına ilişkin düzenlemeler yapmıştır.
- 1970 yılından başlayarak, bu harekete diğer Avrupa ülkeleri de genel olarak katılarak mevzuatlarında hayvanların korunmasına yer vermişlerdir.

Bütün bu gelişmeleri takiben UNESCO tarafından hayvanların maruz kaldıkları muameleler, özellikle doğal hukuk temelinde incelenerek Hayvan Hakları Evrensel Bildirgesi

altında hayvanların olmazsa olmaz hakları sıralanmış ve 1978 yılında Fransa'da kabul edilmiştir. 1986 ve 1987 yıllarında da Avrupa Birliği içinde iki adet yönerge çıkarılmıştır.

Türkiye ise öncelikle ilk yasal adımını Avrupa Birliği Uyum Süreci'nde Ev Hayvanlarının Korunmasına Dair Sözleşmeyi 2003 yılında onaylayarak atmıştır. 24 Haziran 2004 yılında Hayvanları Koruma Kanunu kabul edilmiştir (Linkedin, 2020).

1. 1. 2. DÜNYA'DA HAYVAN HAKLARI

Dünya genelinde hayvan haklarını ise bazı ülkelerden örnekler vererek açıklamak istiyoruz. İngiltere, İsviçre ve Avusturya gibi ülkelerde hayvan haklarıyla ilgili düzenlemeler ve yasalarına göz atacak olursak;

İngiltere'de hayvan haklarının düzenlenmesi ile ilgili oldukça ayrıntılı 14'ü aşkın yasal düzenlemeleri bulunur. Evcil hayvanların korunmasından, hayvanat bahçelerinin nasıl olması gerektiğine dair kanunlar bulunuyor. Hayvanlar "hissedebilen varlıklar" olarak kabul edildiği için işkence yapılması, hayvan üzerinden para kazanma amacıyla düzenlenen hayvan dövüşleri gibi durumlarda 20,000 pounda kadar para cezası ve 6 aya kadar hapis cezası verilebiliyor. İngiltere'de petshop açmak da belirli prosedürlere bağlı ve hayvanların bakımı, yaşam koşulları ile ilgili her şeyin sıkı takip edildiği bir süreci kapsıyor. Ayrıca hayvanların türlerine ve cinslerine göre bir sene içinde ne kadar doğum yapabilecekleri de yasa çerçevesinde belirleniyor. Ayrıca hayvan satışı yapan kişiler şehirlerindeki yerel komisyondan lisans almak zorunda olup, en ufak şikâyette bu komisyon tarafından lisanslarına son verilebiliyor. Lisanslı yerlerden alınmayan, kaçak olarak yurtdışından getirilen hayvanların sahipleri hakkında soruşturma açılabiliyor (Dogrulukpayi, 2021).

İsviçre'de de hayvanlar hissedebilen varlıklar olarak kabul ediliyor ve hayvanlara kötü muamele eden veya hayvanları kapasitesinin üstünde çalıştırıp sağlıklarının bozulmasına yol açan hayvan sahipleri para cezası ya da 3 yıla kadar hapis cezası alabiliyor. İsviçre'de hayvan hakları kanununda evcil hayvanlar özel önem taşıyor. Evcil hayvan sahibi olmanın da belirli kuralları bulunuyor. Örneğin; köpek sahibi olmak istediğinizde, karşınıza oldukça detaylı düzenlemeler çıkıyor ve köpeğe bakabilecek yeterlilikte olduğunuzun anlaşılabilmesi için köpeğe bakabileceğinizi belgeleyen bir sertifika almanız gerekiyor. Bununla evcil hayvanların güvende olmaları ve hayatlarını düzgün bir şekilde sürdürmelerini amaçlanıyor.

Son olarak ise Avusturya'daki hayvan haklarından söz edecek olursak, 2004 yılında kabul edilen Avusturya Hayvan Hakları Kanunu'nda hayvanları, insanların bakma sorumluluğunda olan ve insana eş değer canlılar olarak tanımlıyor. Avusturya'da da hayvan haklarını ihlal etmenin sonucunda mevcut yasaya göre para ya da 1 yıla kadar hapis cezası alınıyor. Kanunu eyaletler uyguluyor ve tüm eyaletlerde temsilcilerin yer aldığı bir hayvan koruma konseyi bulunuyor (İsbank, 2021).

1. 1. 3. OSMANLI'DA HAYVAN HAKLARI

On beşinci yüzyılda Fatih Sultan Mehmet'in fermanıyla yeni inşa edilecek mimari yapılara kuşların barınmaları için oyuk ve tünekler yapılması zorunlu hale getirilmiştir. Ayrıca hem yabani hem de sahipsiz hayvanlar için şehrin uygun yerlerine temiz içme suyu yalakları yaptırılmıştır.

Cami, tekke gibi yerlere kedilerin bakımlarının yapılacağı ve kedilere her gün ciğer verilmesi kararı alınmıştır. Yine şehirlerde sahipsiz hayvanların bakımı, beslenmesi ve tedavisi için vakıflar kurulmuştur. Sahipsiz hayvanların bu masrafları ise bu vakıflarca karşılanmıştır. Ayrıca bu sahipsiz hayvanların yiyecek ve içeceklerini ihtiyaçlarının temini için ücretli kimseler görevlendirilmiştir.

Sultan II. Beyazıt döneminde ise hayvan haklarına yönelik hukuki düzenlemelerin temeli atılmıştır. Sultan II. Beyazıt'ın Mevlâna Yaraluca Muhyiddin'e 1502-1507 tarihleri arasında hazırlattığı kanunnamelerde hayvanların korunmasına ilişkin hükümlerde

bulunmaktaydı. Kanunnamenin 58. Maddesi şu şekildeydi: “Ayağı yaramaz beygiri işletmeyeler. At, eşek ve katır ayağını gözeteler ve semerin göreler. Ağır yük vurmayalar. Çünkü dilsiz canlıdırlar. Hamallar ağır yük vurmayalar, makul olalar” (Zaferdergisi, 2020).

1550 yılında da Kanuni Sultan Süleyman, Süleymaniye Külliyesi’nin yapımında kullanılan hayvanların hem bakımlarının iyi yapılması hem de taşıyabilecekleri yükün üstünde yük yüklenmemesi konusunda ferman çıkarmıştır. Alman seyyah Hans Dernschwam’ın Kanuni döneminde İstanbul’da şahit olduğu olaydan söz edecek olursak; “Sadaret Kaymakamı Koca Mehmed Paşa, bir lokantanın önünden geçerken sahibi lokantanın içinde yemek yerken atının ise sırtındaki yükle kapıda bağlı olduğunun görür. Mehmed Paşa bu duruma oldukça sinirlenerek ata yiyeceği kadar ot verip sahibinin sırtına da aynı yükün yüklenmesini ve at yiyeceğini bitirene kadar sahibinin bekletilmesini söyleyerek at sahibine böyle bir ceza vermiştir” (Zaferdergisi, 2020).

Dünya’da hayvan hakları konusunda en kapsamlı ilk düzenlemeyi yapan Sultan III. Murat, Kanuni Sultan Süleyman gibi Osmanlı topraklarındaki yük hayvanlarına, taşıyabileceklerinden daha fazla yük vurulmasını ve çektirilmesini yasaklayan bir ferman çıkarmıştır.

Sultan III. Murat, 19 Mart 1587’de İstanbul Kadısı’na gönderdiği fermanda, hiç kimsenin at, katır gibi hayvanlara taşıyabileceklerin yükün üstünde bir yük taşıtmaları kesinlikle yasaklanmıştır. Bu fermandaki uyarılara ve hükümlere uymayanların ise cezalandırılacağını bildirmiştir. Sultan III. Murat’ın bu fermanı, “dünyada hayvan haklarına ilişkin ilk kapsamlı düzenleme” olma özelliğine sahiptir (Zaferdergisi, 2020).

Osmanlı ordusunda cephane, erzak gibi yük arabalarını çeken hayvanların daha sonra kesilmemeleri ve ölünceye kadar iyi şartlarda bakımlarının yapılabilmesi için bu hayvanlar maaşa bağlanmıştır. Çalışma gücünü kaybetmiş hayvanların da bakımlarının yapıldığı çiftlikler kurularak ve sonraki yıllarda bu çiftliklerin sayıları arttırılmıştır.

Vefat eden kimselerden miraslarının bir kısmını kedi ve köpek bakımlarının yapılması için bırakanlar olursa vasiyetlerinin yerine getirilmesi amacıyla bazı meslek grupları görevlendirilir be bunlar denetlenirdi.

1700’lü yıllarda Osmanlı devleti tarafından kurulan vakıflar hem göçmen kuşlar hem de kedi ve köpeklerin tedavisi için hayvan hastanelerinin yapımını üstlenmişlerdir.

1856 yılına gelindiğinde ise yük taşıyan hayvanların cuma günleri dinlendirilmesi ve sahiplerinin dahi binmemesi kararı alınmıştır. Bu karara uymayanların cezalandırılmaları ise dönemin belediye başkanlarının yani Şehreminlerin sorumluluğundaydı. Belediye başkanlarının görevlendirdiği zabıtalar da sokaklarda gezerek sahipli olan hayvanların açlık durumlarını ve iyi beslenip beslenmediklerini kontrol ederdi. Ayrıca bu zabıtalar hayvanlarını aç bırakıp kötü muamelede bulunan kişileri de cezalandırırlardı.

Osmanlı döneminde evcil ya da yabani hayvan fark etmeksizin tüm canlıların yaşam haklarına saygılı davranılmıştır. Başta sokak hayvanları olmak üzere tüm hayvanların korunumlarını sağlamak ve yaşamlarını devam ettirebilmeleri için yasal düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler sayesinde 19. yüzyıla kadar hiçbir evcil veya yabani hayvan olmak üzere hiçbir hayvan türüne karşı, toplu bir yok etme uygulamasına izin verilmemiştir. 19’uncu yüzyılın başlarında ise İstanbul sokaklarından toplanan yüzlerce ya da binlerce köpek farklı tarihlerde Hayırsız Ada’da ölüme mahkûm bırakılmıştır. Bu da halkın büyük tepkilerine yol açmıştır (Sivilsayfalar, 2020).

1. 1. 4. TÜRKİYE’DE HAYVAN HAKLARI

Batılı bazı seyyahlar, Osmanlı Dönemiyle ilgili yazdıkları seyahatnamelerinde, yalnızca sokak hayvanları için et satan bazı seyyar satıcıların varlığından söz etmişlerdir. Padişahların fermanları ve şehreminlerin yani günümüz belediye başkanlarının hayvanları koruma amacıyla

birçok düzenleme yaptıklarını da kaleme almışlardır (Özkul, Sarıbaş, Uzabacı ve Yüksel, 2013).

Türkiye tarihini incelendiğinde Türklerin hayvanlara değer veren bir millet olduğunu görülmektedir. Kronolojik olarak hayvanların korunması, beslenmesi ve haklarıyla ilgili süreçlerden söz edecek olursak; 1912 yılında "Himaye-i Hayvanat Cemiyeti" kurulmuştur. Bu cemiyet Mustafa Kemal Atatürk'ün de yönlendirmeleriyle 1923 yılında "Türkiye Hayvanları Koruma Derneği" olarak işleyişini sürdürmüştür. Daha sonraki yıllarda 1955 yılında "Hayvanları Koruma Derneği", 1975 yılında "Doğal Hayatı Koruma Derneği" gibi birçok dernek ve vakıf kurulmuştur (Gazininpatileri, 2020).

Türk milletinin hayvanları koruma, bakım ve besleme düşüncesi oldukça eski olsa da Türkiye'de hayvan hakları ile ilgili ilk kapsamlı kanunun 2004 yılında çıkarıldığına şahit oluyoruz (Özkul, Sarıbaş, Uzabacı ve Yüksel, 2013).

Günümüzde Türkiye'de hayvan hakları 5199 numaralı kanuna göre düzenleniyor. Bu kanuna göre tüm hayvanlar eşit ve hepsi yaşam hakkına sahiptir. Fakat bu kanunda diğer Avrupa ülkeleri gibi hayvanların hissedebilen bir varlık olduğuna dair bir madde bulunmuyor. Bu kanunda bulunan diğer eksiklerden biri de hayvanlara karşı işlenen ağır suçlarda buna karşılık gelecek bir hapis cezası bulunmamasıdır (Dogrulukpayi, 2021).

2. OSMANLI'DA MANCACILIK

Osmanlı döneminde ihtiyaç sahibi kimseler için aş evleri açılırken insanların yanı sıra sokak hayvanlarının beslenmesi içinde devletçe bazı kimselere görev verilirdi. Sokak hayvanlarının bakımı ve beslenmesi için uşaklar tutulur ve bu kişiler maaşa bağlanırdı. Ayrıca kasaplara da sokak hayvanlarının bakımı için aylık para verilirdi. Hatta bir süre sonra sokak hayvanlarının bakımı ve beslenmesi "Mancacılık" adıyla bir meslek haline gelmişti.

Manca, yiyecek çeşidi, yiyecek, kedi, köpek yiyeceği anlamlarına gelmektedir. Mancacı ise bu yiyecekleri satan kişidir. İsteyen kişiler mancacıdan yiyecek alarak hayvanlara verir, isteyen yiyeceğin parasını mancacıya vererek kendilerinin yerine sokak hayvanlarını beslemelerini isterdi.

Tabii ki bu yaptıklarının dışında mancacının başka görevleri de vardı. Bu görevi ise soğuk kış günlerinde dağlarda bulunan kurt, tilki, çakal gibi yabani hayvanlar açlıktan ölmesin ve açlık sebebiyle şehre inmesinler diye belli noktalara yiyecekler koyarak yabani hayvanların şehirdeki insanlara zarar vermelerini engellemekti. Maalesef hem sokak hayvanlarına hem de yabani hayvanlara karşı gösterilen bu hassasiyet, Osmanlı topraklarına gelen batı kültürünün etkisiyle giderek azalmaya başlamış ve günümüze de bu durum artarak gelmiştir. (Ensonhaber, 2020).

17. yüzyılda batılı gezgin Jean du Mont yazmış olduğu seyahatnamesinde "*Türklerin hayırları hayvanlar için bile geçerlidir. Özellikle köpeklere karşı çok şefkatlidirler. Türklerde kedi- köpek, at gibi eti için beslenmeyen hayvanları öldürmek suçtur.*" diye yazmıştır.

1655'te 9 ay yurdumuzda yaşayan Jean Thevenot ise anılarında "*Ölen bazı kişiler mallarını haftada birkaç defa köpek ve kedileri beslemek üzere bırakırlar; bu vasiyetlerini yerine getirmek için sadakatli ve dindar bir şekilde bunu yapan fırıncı veya kasaplara paralarını bırakırlar.*" diye yazmıştır.

O dönemlerde gerçekten de halktan vefat eden kişiler, vasiyetnamelerinde sokak hayvanlarına da yer verir ve onlara da mirastan pay bırakırlardı. Osmanlı Devleti'nin sokak ve yabani hayvanlara karşı bu hassasiyeti ve sevgisi, hayvanlarla ilgili yapmış oldukları düzenlemeler, sadece Türk milletine değil tüm dünyaya örnek olacak niteliktedir (Fikriyat, 2020).

1970-80'li yıllara kadar İstanbul'da mancacıların varlığından söz edebiliriz. Bu

mancacılar hem etlerin israf olmasını engeller hem de aç olan sokak hayvanlarını doyururlardı. Ayrıca bu mancacılar,*"İşkembe kelle ayak, paça, mancaaa"* diye bağırarak İstanbul sokaklarında dolaşırlardı. Günümüzde ise İstanbul'un bazı semtlerinde köpeklere bakan kişiler olsa da Osmanlı dönemindeki mancacılıktan oldukça uzaktır (Storia, 2020).

Nitekim anlatıldığı üzere mancacılık, şehrin sokaklarında gün boyu gezerek sokak hayvanlarını bulup onların bakımını, beslenmesini üstlenen ve halkında desteğini yanına alan bir meslekti (Kanunadam, 2020).

2. YÖNTEM

Günümüzde hayvanlara karşı yapılan eziyetlere kayıtsız kalamayarak ülkemizin de şu sıralar gündeminde olan hayvan hakları konusunu araştırıp onlara sevgimizi gösterebileceğimiz bir proje yapmak istedik. Bu düşünceyle yola çıkarak Osmanlı'da hayvan sevgisinin bir göstergesi olan mancacılık ile ilgili yapmış olduğumuz bu proje iki aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak hayvan haklarının Dünyada, Osmanlıda ve Türkiye'deki durumunu araştırdık. Daha sonra ise Osmanlı döneminde hayvan sevgisinin bir göstergesi olarak görülen ve zamanla meslek haline gelen mancacılık ile ilgili literatür taramaları yaptık. Yaptığımız çalışmalarla projemiz hakkında genel bilgiler edindik. İkinci aşamada ise elde ettiğimiz kaynakları derinlemesine okuyarak projemizi yazmaya başladık. Bunun sonucunda da elde ettiğimiz bilgilerde Osmanlı döneminde hayvanların bakımı, beslenmesi ve korunması ile ilgili hem devlet tarafından kanunlar çıkarılmış ve hem de bu kanunlar halk tarafından desteklenmiştir. Hatta mancacılar sokak hayvanları ve yabani hayvanların beslenme ve bakımlarını kimi zaman devlet kimi zaman ise hayırsever kimselerin desteğiyle yapmışlardır. Günümüzde sokak hayvanlarının bakımı çıkarılan kanunla belediyelere bırakılmış durumda ama bizce bu yetersiz kalmaktadır. Bu yetersizliği ortadan kaldırmak adına çalışmalar yapılmalıdır. Böylece hayatımızda önemli bir yere sahip olan sokak hayvanlarına karşı sorumluluğumuzu tam anlamıyla yerine getirmiş oluruz.

3. PROJE İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

AYLAR							
İşin Tanımı	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**
Literatür Taraması	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**		
Verilerin Toplanması ve Analizi			**X**	**X**	**X**		
Proje Raporu Yazımı				**X**	**X**	**X**	**X**

4. BULGULAR

Çalışmamıza projemizin giriş kısmında ele aldığımız hem dünyadaki hem Osmanlıdaki hem de Türkiye'deki hayvan haklarından söz ederek başladık. Hayvan hakları ile ilgili elde ettiğimiz bilgilere göre, Osmanlı'da hayvan sevgisi, onların bakımı, beslenmesi ve korunmasına dönüşmüş ve bununla ilgili kanunlar, düzenlemeler yapılmıştır. Dünyadaki hayvanların barınma, beslenme ve bakımları konusuna baktığımızda Türkiye, dünya ülkelerine göre bu konuda geri kalmaktadır. Çünkü günümüzdeki mevcut kanun ya da düzenlemelerin hayvanların bakımı, korunması ve beslenmesi için yetersiz kaldığını görüşündeyiz. Mevcut kanunda sokak hayvanlarının bakımı ve beslenmesi belediyelerce yapılması gerektiğini ifade ediyor ama bunun düzenli olarak yapıldığı söylemek pek mümkün değil. Eğer öyle bir durum söz konusu olsaydı sokak hayvanlarının beslenmesi çoğunlukla birkaç hayırseverin vicdanına kalmazdı.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Yaşadığımız dünyada bizlerden başka canlıların da varlığını unutmadan bizlerin nasıl sevgi, barınma, bakım ve beslenme gibi ihtiyaçlarımız varsa diğer canlıların da aynı şekilde ihtiyaçları bulunmaktadır. Bu canlıların başında ise belki de her gün gördüğümüz ve karşılaştığımız kimi zaman korkup uzaklaştığımız kimi zaman ise sevgi gösterdiğimiz sokak hayvanları gelmektedir. Bu hayvanlarla bu kadar iç içeyken onları görmezden gelmek elbette düşünülemez. Konuyla ilgili yapılan çalışmaların ve uygulamaların yetersiz kaldığını ve bunun içinde gerekli hassasiyetin ve önemin gösterilmediğini üzülerek söylememiz gerekiyor. Bunun için Osmanlı döneminde yaşatılan bir meslek olan mancacılığın devlet eliyle günümüze uyarlanıp geliştirilerek hayvanların bakımları ve beslenmelerinin düzenli hale getirilip onların bu ihtiyaçlarının karşılanmasının bir gereklilik olduğunu düşünüyoruz. Böylelikle sokak hayvanlarının söz konusu ihtiyaçları bazı hayırseverler kimselerin vicdanlarına ve belediyelerinde düzensiz uygulamalarına bırakılmamış olur kanaatindeyiz.

6. ÖNERİLER

Projemiz, sokak hayvanlarının temel ihtiyaçlarının karşılanmasını düzenli hale getirilmesi konusunda ele alınmıştır. Bunun içinde bizlere birçok yönüyle örnek olan Osmanlı dönemindeki mancacılık uygulamasının ne olduğu nasıl faaliyet gösterdiğini inceledik. Mancacılığın günümüze uyarlanması devlet eliyle yeniden faaliyet göstermesinin sokak hayvanlarının temel ihtiyaçlarının giderilmesi hususunda oldukça yararlı olacağı görüşündeyiz. Mancacılık veya buna benzer meslek gruplarının istihdam edilmesi ya da en azından sokak hayvanlarının yoğun olarak bulunduğu noktalara görevli kimseler atanması gerektiğini düşünmekteyiz. Hayvanları korumak sadece gönüllü kimselerin görevi değil aynı zamanda devlete ait bir görevdir. Devletin bu konuda görevini yerine getirebilmesi için meslek istihdamı sağlamalı ve gerekli hassasiyetin gösterilmesi adına dünyaya örnek oluşturacak faaliyetlerde bulunmalıdır.

KAYNAKLAR

Çolak, İ. (2019). Osmanlı Zamanının Mutlu Hayvanları. s:506. Erişim tarihi: 22.11.2020. Erişim Adresi: https://www.zaferdergisi.com/makale/10855-osmanli-zamaninin-mutlu-hayvanlari.html

Erişim tarihi: 23.09.2020. Erişim Adresi: https://gazininpatileri.wordpress.com/2019/05/05/hayvan-haklari-tarihcesi/

Erişim tarihi: 30.09.2020. Erişim Adresi: https://kanunadam.com/bir-garip-meslek-mancacilik/

Erişim tarihi: 05.10.2020. Erişim Adresi: https://www.fikriyat.com/galeri/tarih/osmanlida-hayvan-sevgisinin-bir-meslege-tezahuru-mancacilik/5

Erişim tarihi: 08.10.2020. Erişim Adresi: https://storia.me/tr/neden-ruya-goruruz-1jxd/s

Erişim tarihi: 27.11.2020. Erişim Adresi: https://www.sivilsayfalar.org/2016/06/02/osmanli-doneminde-hayvan-haklari/

Erişim tarihi: 25.12.2020. Erişim Adresi: https://www.linkedin.com/pulse/hayvan-haklari-d%C3%BCnyada-ve-t%C3%BCrkiyede-emin-%C3%B6kten

Erişim tarihi: 11.01.2021. Erişim Adresi: https://www.isbank.com.tr/blog/turkiyede-ve-dunyada-hayvan-haklari

Kaldırım, S. (2018, 22 Temmuz). Osmanlı'da hayvan sevgisi: Mancacılık. Ensonhaber. Erişim tarihi: 02.10.2020. Erişim Adresi: https://www.ensonhaber.com/tarih-haberleri/osmanlida-hayvan-sevgisi-mancacilik

Özkul T, Sarıbaş T, Uzabacı E, Yüksel E (2013). Türk toplumunun hayvan hakları kavramına yaklaşımının belirlenmesine yönelik bir araştırma: III. hayvanları korumaya, hayvan hakları sorunlarına ve bölgesel farklılıklara yönelik tutum analizi. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19(3), 365- 369. Erişim Tarihi: 09.09.2020. Erişim Adresi: https://app.trdizin.gov.tr/publication/paper/detail/TVRReU1ESXdNQT09

Türkiye ve Dünyada Hayvan Hakları. (2016, 16 Aralık). Erişim tarihi: 17.02.2021. Erişim Adresi: https://www.dogrulukpayi.com/bulten/turkiye-ve-dunyada-hayvan-haklari?gclid=Cj0KCQjw0oCDBhCPARIsAII3C_E7fA8SnouH5AaheD_gO5Wc6Eb8wtTjOyAp-oR0cjAEtqaZlBHNHy0aAmXEEALw_wcB

Yaşar, A., & Yerlikaya, H. (2004). Dünya'da ve Türkiye'de hayvan haklarının tarihsel gelişimi. *Veteriner Bilimleri Dergisi. Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, *20*(4), 39-46. Erişim Tarihi: 24.09.2020. Erişim Adresi: https://app.trdizin.gov.tr/publication/paper/detail/TkRnNU16azU=

DİLATANT SIVI İLE DEPREM ETKİSİ AZALTICI EV TASARIMI

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: DEFNE TELCİLER

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: AYŞE SEREZ

İZMİR
2021

ÖZET

Türkiye, aktif fay hatlarının bulunduğu bir deprem ülkesidir. Deprem bir felaket değil doğal şekilde gerçekleşen bir olaydır. Canlıların bu doğa olayı ile yaşamayı bilmesi ve yöntemler geliştirmesi gerekmektedir. Böylece can ve mal kayıplarının önüne geçilebilecektir. Bu bağlamda insanların deprem konusuna yönelik bilinç kazanarak depreme uygun konumlandırılmış yapıların inşa edilmesi yönünde harekete geçilmelidir. Ancak yapıların fay hatları gözetilerek konumlandırılması ise tek başına yeterli olmayabilir. Bu sebeple, her türlü ihtimal değerlendirilerek yapı içinde de depremin etkilerini en aza indirebilecek önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerin bir kısmı birey bazında alınabilecek önlemler olurken; deprem anında cenin pozisyonunu almak gibi, diğer bir önemli kısmı ise yapı detayları bakımından olmaktadır. Bu projede yapıların can ve mal kaybını en aza indirecek şekilde ev tasarlanmasına yönelik bir amaç belirlenmiştir. Bunun için ev beton yüzeylerinde Newton Akışkanlar Mekaniği' ne uymayan dilatant sıvı karışımı kullanılarak çöken binanın canlılar üzerinde oluşturacağı etki bahsedilen akışkanın kuvveti emme özelliği sayesinde alınacaktır. Böylece canlının yaşama şansı arttırılacaktır. Buna ek olarak projede yapılan ev tasarımında bir köşe ise çelik konstrüksiyon uygulaması ile tasarlanarak depremin ilk titreşimleri hissedildiğinde bu köşeye güvenli bir şekilde canlıların geçişi sağlanmalıdır. Bu sağlanamıyorsa; cenin pozisyonunda yaşam üçgeni oluşturularak deprem bitene değin beklenilmelidir. Olası bir bina tahribatı durumunda ise bu projede beton yüzeye entegre edilerek kullanılan bir dilatant sıvı olarak nişasta su karışımı bina yıkıldığında betondan üzerimize etki etmesini beklediğimiz kuvvetin büyük bir kısmını üzerine alacağı için yaşama şansı artabilecektir.

Anahtar kelimeler: Deprem, Newton Akışkan Mekaniği, Dilatant Sıvı, Basınç.

Amaç:

Deprem, hayatın gerçeğidir. Depremin etkilerini en aza indirip can ve mal güvenliğinin sağlanması gereklidir. Aksi halde ciddi kayıplar ve acılar yaşanabilir. Doğanın önüne geçilemez ancak yapılarla doğayla uyumlu yaşanabilir. Bu projede doğa ile aramızdaki barış ve güven ortamını sağlamak adına; örnek bir bina tasarımı gerçekleştirilmiştir. Newton akışkan mekaniğine uymayan sıvı karışımı sayesinde devrilen beton bloklarının uygulayacağı kuvvetin sıvı tarafından emilmesi sağlanarak yaşam şansını arttırmak amaçlanmıştır.

1. GİRİŞ

1.1 Akışkanlar Mekaniği

Akışkanlar mekaniği, sıvı, gaz ve katı-sıvı akışkan karışımların hareket, hız ve viskozite gibi özellikleri inceleyen bilim dalıdır. (Mohanty ve Honaker,1999)

Akışkanlar ikiye ayrılır:

1. Newtonsal Akışkanlar
2. Newtonsal Olmayan Akışkanlar

1.1.1 Newtonsal Olmayan Sıvılar

Newton'a göre sıcaklığın ve basıncın sabit olduğu durumlarda sıvıların viskoziteleri ayırt edici bir özelliktir. Ancak tüm sıvıların bu özelliğe sahip olmadığı görülmüş ve bu sıvılara Newton'un akışkan mekaniğine uymadıkları için newtonsal olmayan sıvılar denir (Chhabra, 2006).

Bu sıvılara örnek olarak; Reopektik, Tiksotropik, Dilatant ve Psödoplastik sıvılar verilebilir (Bell,1979).

1.1.1.1 Dilatant Akışkanlar

Basınç uygulandığında sıvı halden katı hale geçen sıvılara dilatant akışkanlar denir. Dilatant akışkanlar kabın içinde dururken ya da elimize aldığımızda parmaklarımızın arasından akacak şekilde bir yapıya sahiptir. Ancak üzerine basınç uygulandığında katı hale geçer. Bu bir hal değişimi değildir ancak sıvının akmaya karşı gösterdiği direncin yani viskozitesinin arttığını söylemek mümkündür. Dilatant akışkanları enerji dönüşümüne yanıt vererek tepki gösterebilen bir malzeme olarak da tanımlayabiliriz. (Murphy ve Wudl, 2010)

1.1.1.2 Dilatant Sıvı Üzerine Etki Eden Kuvvet ve Oluşan Basınç

Dilatant sıvıların üzerine herhangi bir kuvvet etki ettiğinde viskozite artış gösterir. Dilatant bir sıvı örneği olarak nişasta-su karışımının depremin etkilerini azaltmak için binalarda kullanılmasını mantıklı hale getirir. Dilatant sıvının özelliği uygulanan kuvveti tüm yüzeye dağıtmak olduğu için etki eden basıncı önemli ölçüde azaltmış da olur (Özdemir ve Ramazanoğlu, 2019).

2. YÖNTEM

2.1 Materyaller

Newton akışkanlar mekaniğine uymayan bir dilatant sıvı örneği olarak nişasta-su karışımı (Piyale, Türkiye)

Ahşap ev modeli

Yumurta (Yavuz Yumurta, Türkiye)

Cetvel (Yıldızlar Yayınları Kod 141 Ahşap Cetvel, Türkiye)

Buzdolabı poşeti (Koroplast, Türkiye)

2.2 Ev Modelinin Tasarlanması

Yapı gösterimi için örnek ev modeli ahşaptan tasarlanmıştır. Test kısmında ahşap olmasının herhangi bir önemi yoktur. Modelin ahşap olmasının kolaylığı malzemenin kolay işlenebilir olmasıdır. Ağır beton bloklarının yerine nişasta-su karışımının nasıl entegre edileceğini göstermek için temsil gücü yüksek bir model olması adına kullanılmıştır. Ağır beton bloklarının etkisinin nasıl test edildiği Bölüm 2.4'te anlatılmıştır.

Buna ek olarak çelik konstrüksiyon bir köşe de modele dâhil edilebilir. Bu kısım deprem anında yapılabilecekleri modellemek için kullanılacak olup projenin test kısımları ile bağlantılı değildir. Deprem anında canlılara daha çok yaşam şansı sunma ihtimali beton blokların canlıların üzerlerine düşmesinden daha fazla olacaktır. Şekil 1'de örnek ev modeli gösterilmiştir.



Şekil 1. Ahşap Örnek Ev Modeli

2.3 Nişasta-Su Karışımının Hazırlanması ve Paketlenmesi

Kaba dökülen mısır nişastası üzerine yavaş yavaş su döküldü. Su miktarının nişastanın yarısı kadar olması gerekmekteydi. Karışım kıvama gelene kadar 2:1 oranında hazırlandı. Hazırlanan karışım iki orta boy buzdolabı poşetine konuldu. Buzdolabı poşetinin boyutu önemli değildir. Şekil 2'de nişasta-su karışımının hazırlanması ve paketlenmesi görülmektedir.



Şekil 2. Nişasta-Su Karışımının Hazırlanması ve Paketlenmesi

2.4 Karışımın Test Edilmesi

Hazırlanan karışım farklı yüksekliklerden yani farklı enerjilere sahip olacak düzeyde yumurtalar üzerine bırakıldı ve yumurtanın üzerinde oluşturduğu etkiler gözlendi. Test malzemesi olarak yumurtanın kullanılmasının sebebi darbe düzeyinin sonuçlarının yumurta gibi hassas bir yapı üzerinde etkisinin gözlenmesinin kolaylığıdır. Nişasta-su karışımının bulunduğu kilitli paketler yumurta üzerine serbest düşme yapacak şekilde bırakılmış olup yerçekimi kuvveti haricinde başka bir kuvvet üzerine etki ettirilmemiştir.

Bir koli yumurta düz bir zemin üzerine sabitlenmiş ve cetvel yardımıyla nişasta-su karışımı dolu buzdolabı poşetleri 20 cm'den başlanarak ve her seferinde 10 cm artış yapılarak yumurtaların üzerine bırakılmıştır. 90 cm'ye kadar yumurtaların zarar görmediği görülmüştür. Ancak 100 cm'de iki yumurtanın zeminle temas halinde olan alt kısmından çatladığı yumurtaların altları kontrol edildiği sırada görülmüştür. Şekil 4'te yerden 100 cm'lik mesafeden nişasta su karışımının bırakılması sırasında izlenen basamaklar verilmiştir. Anlam kazanması için işlem basamakları ve işlem sırasında kaydedilen kritik gözlemler aşağıdaki görsellerde sıralanmıştır. Şekil 3'te yerden 20 cm'lik mesafeden nişasta su karışımının bırakılması sırasında izlenen basamaklar verilmiştir.



Şekil 3. Yerden 20 cm'lik Mesafeden Nişasta-Su Karışımının Bırakılması ve Sonucu



Şekil 4. Yerden 100 cm'lik Mesafeden Nişasta-Su Karışımının Bırakılması ve Sonucu

Ardından yüzey ve basınç ilişkisinin ters orantılı olmasından ötürü koli içindeki yumurtaların her biri üzerine etki eden basıncın tek yumurta üzerine etki eden basınçtan az olması durumu göz önüne alınarak bir sonraki adımda bir yumurta üzerinde aynı mesafelerden nişasta-su karışımı dolu buzdolabı poşeti serbest bırakılarak işlem tekrarlanmıştır. Şekil 5'te yerden 20 cm'lik mesafeden nişasta-su karışımının bırakılması ve sonucu gösterilmiştir.



Şekil 5. Yerden 20 cm'lik Mesafeden Nişasta-Su Karışımının Bırakılması ve Sonucu

60 cm yükseklikten bırakıldığı aşamada ise yumurtanın yine zeminle temas halinde olan alt kısmından çatladığı gözlenmiştir. Şekil 6'da yerden 60 cm'lik mesafeden nişasta-su karışımının bırakılması ve sonucu gösterilmiştir.



Şekil 6. Yerden 60 cm'lik Mesafeden Nişasta-Su Karışımının Bırakılması ve Sonucu

Her adımda yumurtalar koliden kaldırılarak sağlam olup olmadıkları kontrol edilmiştir. Yumurtaların darbe sonucu dilatant sıvının etki ettiği üst kısımdan değil de zeminle temas halinde olan koliye değen alt kısmından çatladığı gözlenmiştir. Bu sebeple deneyin son kısmında zemine nişasta-su karışımı dolu buzdolabı poşeti konulup üzerine de bir adet yumurta yerleştirilerek diğer iki durumda yapıldığı üzere aynı işlemler tekrar edilmiştir. Şekil 7'de yerden 20 cm'lik mesafeden nişasta-su karışımının bırakılması ve sonucu gösterilmiştir.



Şekil 7. Yerden 20 cm'lik Mesafeden Nişasta-Su Karışımının Bırakılması ve Sonucu

100 cm'de yumurtanın zarar görmediği gözlenmesinin ardından da işlem 10cm'lik artışlarla tekrar edilmiştir. Şekil 8'de yerden 100 cm'lik mesafeden nişasta-su karışımının bırakılması ve sonucu gösterilmiştir.



Şekil 8. Yerden 100 cm'lik Mesafeden Nişasta-Su Karışımının Bırakılması ve Sonucu

300 cm olan oda yüksekliğinden bırakılarak işlem tekrar edildiğinde dahi yumurtanın herhangi bir zarar görmediği gözlenmiştir. Şekil 9'da yerden 300 cm'lik mesafeden nişasta-su karışımının bırakılması ve sonucu gösterilmiştir.



Şekil 9. Yerden 300 cm'lik Mesafeden Nişasta-Su Karışımının Bırakılması ve Sonucu

2.5 Nişasta-Su Karışımın Ev Modeline Eklenmesi

Ev iç yüzeyine hazırlanan dilatant sıvı örneği nişasta-su karışımı buzdolabı poşetlerinin içinde çift taraflı bant kullanılarak sabitlenmiştir. Gerçekte ise benzer malzemeler kullanılarak beton yüzeylere entegre edilebilecektir.

3. PROJE İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

AYLAR						
İşin tanımı	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**
Literatür taraması	**X**	**X**	**X**	**X**		
Laboratuvar ve Arazi Çalışması			**X**	**X**	**X**	
Verilerin toplanması ve analizi			**X**	**X**	**X**	
Proje raporu				**X**	**X**	**X**

4. BULGULAR

Farklı yüksekliklerden bırakılarak farklı büyüklüklerde enerjiye sahip olması sağlanan dilatant bir sıvı olan nişasta-su karışımı, bina boyutu ve karışım ile orantılı olacak şekilde test amaçlı kullanılan yumurtaların kırılmadan kalmalarını sağladığı görülmüştür.

Bir koli yumurtanın üzerinde ve tek tarafta nişasta-su karışımı farklı mesafelerden bırakılarak kullanıldığında birim yumurta üzerine etki eden basıncın daha az olduğu kaydedilmiştir.

Bir yumurta üzerinde ve tek tarafta nişasta-su karışımı farklı mesafelerden bırakılarak etki ettirildiğinde bir koli yumurta üzerindeki etkiye göre daha az mesafeden yumurtanın zarar gördüğü sonucuna varılmıştır.

Kuvvetin etki ettiği doğrultuda zıt yönlerde nişasta-su karışımının kullanılmasının basıncı azalttığı için yumurtaların çatlamadan kaldığı gözlemlenmiştir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bina tasarımında kullanılan nişasta-su karışımının yumurta üzerindeki etkisi incelendiğinde deprem anında ya da sonrasında yüksek basınç etki etmesi halinde can ve mal kayıplarının en aza indirebileceği deneysel olarak görülmüştür.

Düşük maliyetli bir karışım olan nişasta-su karışımı binalarda, özellikle tavanda asma kat olarak kullanılması yumurta testi sonuçları da incelendiğinde uygun bir karışım olduğunu göstermiştir.

Çevre ile uyumlu doğal bir malzeme olan dilatant sıvı olarak nişasta- su karışımı doğada da kolay çözülebilir olduğundan binalarda çevre dostu ve canlı dostu bir uygulama olarak kullanılabilir denilebilir.

Özellikle yüksek risk altındaki deprem bölgelerinde, depremin etkilerini en aza indirmek amacıyla bir alternatif olarak kullanılabilir.

6. ÖNERİLER

Nişasta-su karışımının içine kıvamını arttırmak ve sağlamlaştırmak amacıyla belirli oranlarda çeşitli polimerler eklenerek darbe emme gücü test edilebilir.

Binalarda kullanılan betonların daha hafif malzemelerden yapılması dilatant sıvının etkisini arttırmaya destek olabilir.

KAYNAKLAR

Bell, D., (1979). Non Newtonian Fluids. Physics Education, 14(7),432-436.

Chhabra, R.P., (2006). Bubbles, Drops, and Particles in Non-Newtonian Fluids (2nd ed.). Hoboken: Taylor & Francis Ltd. 9–10. ISBN 1420015389.

Mohanty, M.K. ve Honaker, R.Q. (1999). A comparative evaluation of the leading advanced flotation technologies, Minerals Engineering, 12, 1-13.

Murphy EB. ve Wudl F., (2010) The world of smart healable materials. Progr. Polym. Sci., 35, 223–251.

Özdemir, F ve Ramazanoğlu, D. (2019). Farklı Biyokütlelerden Elde Edilen Nişasta İle Akıllı Biyoplastik Malzeme ve Odun Biyoplastik Kompozit Üretimi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21 (2), 377-385. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/barofd/issue/43738/551794

ATEŞ ÖLÇEN AKILLI BİLEKLİK

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: BADE MECİK

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: PINAR ÇALIK ÖZBAY

İZMİR
2021

ÖZET

Vücut ısısının normalin üzerine çıkması ateş olarak tanımlanır. Genel olarak normal vücut ısısı 36 – 36,5 °C olarak kabul edilir. Yüksek ateş, bireyin vücut sıcaklığında genellikle bir hastalık nedeniyle meydana gelen geçici artışa verilen isimdir. Ateş, kendi başına bir hastalık değildir, onun yerine başka tıbbi durumların belirtilerinden birisidir. Ateşin yüksek olması, hemen her vakada bireyin vücudunda olağan dışı bir sürecin devam ettiğine dair bir işarettir. Yetişkin bireylerde yüksek ateş rahatsız edici olabilir, ancak 39,4 °C veya daha üstünde bir değere ulaşmadığı sürece genellikle endişe nedeni olarak kabul görmez. Ancak bebekler ve yeni yürümeye başlayan çocuklar için biraz yüksek ateş bile ciddi bir enfeksiyonun varlığına dair bir işaret olabilir. Bebeklerde ateş, aşırı huysuzluk, uyuşukluk, halsizlik, ağlama krizleri gibi durumlara sebep olabilir**.** Bu süreçte özellikle bir yaşın altındaki bebeklerin ateş ölçer yardımı ile ateşlerini ölçmek oldukça zor bir durumdur. Bebeklerin ateşinin olup olmadığını anlamak ve var ise doğru müdahaleyi yapabilmek adına öncelikle ateş tespitinin yapılması gereklidir. Bu süreçte buna izin vermeleri oldukça güçtür. Bu nedenle ateş ölçer ile ölçüm yapmadan, bebeğin ateşini anında fark etmek amacıyla hazırlanan bu projede; 3D baskı programında tasarlanan ve termokromik boyar madde ile boyanan bu akıllı bebek bileklikler sayesinde bileğine takılı olan bilekliğin renginde meydana gelen değişim ile ateş tespiti yapılır. Normal vücut sıcaklığında beyaz renkli olan bileklikler sıcaklığın 38 °C üzerine çıkması ile renk değiştirmeye başlayacak ve 40 °C geldiğinde rengi mora dönecektir. Bilekliğin renginde meydana gelen bu değişim ile bebeğin ateşinin varlığı belirlenip ailenin doğru müdahale yapması gerekecektir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Bileklik, Termokromik Boya, Ateş Ölçer.

Proje Amacı:

Ateş çoğu kez ciddi bir hastalık belirtisi olmamasına rağmen, aileleri kaygılandıran ve çocuk acil birimlerine sıklıkla başvuruya neden olan bir yakınmadır. Çok savunmasız olan bebeklerin bazen ateşi yükselebiliyor ve aileleri bu durumu anında fark edemeyebiliyor. Bu durum bebekler için riskli durumlar oluşturabiliyor. Bu projenin amacı bebeklerin ateşi yükseldiğinde ailesi tarafından anında fark edilebilmesidir. Ayrıca bebek ve çocuklar ateş halinde huysuz oldukları için ateş ölçümü sırasında buna izin vermek istemeyebilirler. Isı ile renk değiştiren termokramik boyarmaddeler ile renklendirilmiş akıllı bileklik sayesinde vücut sıcaklığında beyaz renkli olan bilekliklerin vücut ısısı yükseldikçe mor renge dönüşmesi beklenmektedir. Bebeğin bileğine takılı olan bileklik bebeğin ateşinin yükselmesi anında renk değiştirmeye başlayacak ve bunun fark edilmesi ile gerekli müdahaleler yapılacaktır.

1. GİRİŞ

1.1 Ateş

Ateş vücudun savunma araçlarından biri olup, kendi başına bir hastalık değil, hastalık belirtilerinden biridir. Enfeksiyon, ödem, doku hasarı, aşı gibi nedenlerle vücut ısısını düzenleyen termoregülatör merkezdeki dengenin bozulması ile oluşan bir semptomdur (Gökçay 2001, Yalçın 2002, Husain and Coleman 2002, GlaksoSmithKline 2003, İsnet Sağlık 2003). Ateş vücudun enfeksiyonla mücadele etmesine, mikroorganizmaların ideal üreme ortamını değiştirmesine yardımcı olur (Kara 2003). Ancak çalışmalar belli bir ısıdan sonra (38 °C'nin üzerinde) vücut proteinleri zarar görmeye başladığından ve febril konvülsiyonlar oluşabildiğinden, vücut sıcaklığı gerekli müdahalelerle 38 °C'nin altında tutulmalıdır (Yazgan 1994, Krantz 2001, Karwowska 2002). Yüksek ateş, çocukluk çağında en sık görülen ve ebeveynleri en çok korkutan sorunlardan birisidir. Neredeyse tüm çocuklar, çocuklukları boyunca 37,8 – 40 °C arasında ateş deneyimlemektedirler. Bu nedenle ateş ailenin en sık sağlık bakımı aradığı, semptomlardan birisidir (Kruse 1996, Kai 1998, Stuijvenberg 1999, Oneil 2000, Karwowska 2002). Ateşin doğal bir savunma mekanizması olması ve bazı hastalıkların tanısı için gerekli bir uyarı olmasına karşın, aileler için önemli bir korku kaynağıdır. Yaşanan korkular paniğe ve zaman zaman hatalı uygulamalar yapılmasına neden olabilir. Ebeveynlerin bilgi eksiklikleri ve yanlış anlayışları, sağlık bakımı alma davranışlarını etkiler (Oneil 2000,

Luszczak 2001, Knoebel 2002, Huffman 2002). Mc. Carthy (1981) pediatrik acil servislere başvuran çocuklardan %20'sinin başvuru nedeninin ateş olduğunu ancak bunların sadece %18'inin ateşinin 40 °C'nin üstünde olduğunu bildirmiştir. Anneler doğru bilgi ve uygulamalar ile kontrol altına alabilecekleri ateş için, bilgi eksikliği nedeniyle gereksiz yere sağlık merkezine başvurabilmektedirler. Yapılan çalışmalarda ateşin tanımı, yararları, termometrenin doğru kullanımı, ateşin evde izlenmesi ve tedavisi ile ilgili eğitimin ebeveynlerin ateşle ilgili endişelerini ve acil kliniklerine gereksiz başvuruları azalttığı bildirilmiştir (Yiğit ve ark., 2003).

Yaşamımız boyunca hepimizin zaman zaman ateşi yükselmiştir. İnsan vücudunun normal şartlardaki vücut sıcaklığı 36,5 °C'dir. Bu değer bebeklerde ve küçüklerde 36,8 olabilir. Vücut tüm fonksiyonlarını bu ısı değerleri arasında yerine getirdiği için "ateş" diye adlandırılan vücut ısısının yükselmesi vücudun normal dengelerinde bir bozulma olduğunu gösterir. Ateş, kendi başına bir hastalık değil, hastalık belirtilerinden bir tanesidir. Bir enfeksiyon, ödem, doku hasarı veya aşı gibi nedenlerle vücut ısısını düzenleyen termoregülatör merkezdeki dengenin bozulması sonucu ateş oluşur. Dolayısıyla ateşin temelinde yatan etmenin ne olduğunun mutlaka bir doktor tarafından tespit edilmesi gerekir. Ateş, aslında doğal bir savunma mekanizması olması ve doktorlar için gerekli bir uyarı olmasına karşın aileler için önemli bir korku nedenidir. Gereksiz yaşanan korkular paniklemeye ve zaman zaman da hatalı uygulamalar yapılmasına neden olabilir. Unutulmaması gereken şey, ateşin pek çok nedenden dolayı ortaya çıkabileceğidir. Buna karşın özellikle bebeklerde ve yaşlılarda ateş olmaksızın da çok ciddi hastalıklar oluşabilir. Yetişkinler için bile tehlikeli olan çok yüksek ateşin bebekler için çok daha tehlikeli olduğu bilinmektedir. Yetişkin insanlar ateşinin yükseldiğini kendi fark edebilmektedir fakat bebekler bunu fark edemediklerinden ailesinin fark etmesi gerekmektedir. Bilindiği gibi günümüzde ateş yükselmesinin tespit edilmesi için önce ateş olduğundan şüphelenip daha sonra ateş ölçer derece kullanarak ölçme yöntemi kullanılmakta ve vücut sıcaklığı tespit edilmektedir (Kılıç ve ark.,2016).

Ateş, çocuk acil ünitelerine başvuruların en sık nedenlerinden biridir. Ateşli çocukların çok az bir kısmında ciddi hastalık belirtileri görülmesine, ateş yüksekliği ve hastalık ciddiyeti arasında her zaman korelasyon olmamasına rağmen ateş varlığı, aileleri kaygılandırmaktadır (Kılıç ve ark., 2016).

Ebeveynlerin %58'i ateş kavramını vücut sıcaklığının 38 °C üzeri olarak nitelendirmekte ve %47,5'i ateşi ölçerek belirlemektedir. Hastaların %84,5'inin evinde ateş ölçer olduğu, %62,5'inin ateş hakkında bilgiyi sağlık personelinden aldığı görülmüştür. Ebeveynlerin %97'si ateşin zararlı olduğuna inanmaktaydı ve %40'ı sadece ateş yükselmesiyle doktora başvurabileceğini belirtti. Katılımcılar %49 oranında bronşit, zatürre, soğuk algınlığı, diş çıkarma, aşı sonrası, hava değişikliği gibi pek çok durumun hepsinin ateşe yol açabileceğini belirttiler. Tablo 1' de çalışmaya katılan ailelerin ateş ile ilgili genel bilgi düzeyleri incelenebilir (Kılıç ve ark., 2016).

Tablo 1. Çalışmaya katılan ailelerin ateş ile ilgili genel bilgi düzeyleri (Kılıç ve ark., 2016).

Çalışmaya katılan ailelerin ateş ile ilgili genel bilgi düzeyleri		
Nasıl anlaşılır	**n = sayı**	**%**
Dokunarak	59	29,5
Öperek	42	21
Ölçerek	95	47,5
Diğer	4	2
Ateş tanımı		
>37	42	21
>38	116	58
>39	32	16
>40	2	1
Bilmiyorum	8	4
Ateş ölçer var mı?		

Var	169	84,5
Yok	31	15,5
Bilgiye nereden ulaştı?		
Sağlık personeli	125	62,5
Aile arkadaş komşu	59	29,5
Televizyon,internet,radyo	16	8
Ateş zararlı mı?		
Evet	194	97
Hayır	6	3
Ateşin nedeni ne olabilir?		
Bronşit/zatürre	19	9,5
Soğuk algınlığı	47	23,5
Diş çıkartam	3	1,5
Aşı sonrası	9	4,5
Hava değişikliği	6	3
Tüm nedenler	98	49
Bilmiyorum	18	9
Doktora başvurma nedenleri		
Ateş yükselmesi	80	40
Uzun sürmesi	24	12
Havaladen korkma	32	16
Ateşin düşmemei	24	12
Eşlik eden şikayet	40	20

Tablo 1 ‘den yola çıkarak ateşi düşürmek için %20,5 oranında yalnız ateş düşürücü ilaçlara başvurulduğu görülmüştür. Eş zamanlı soğuk uygulama, ılık su ile duş ve ilaç kullanımı %23,5 oranında başvurulurken, ilaç olarak %92’si sadece ateş düşürücü verdiklerini belirtmişlerdir. İlaç dozlarını %83,5 oranında doktor önerisine göre belirlediklerini ve %49,5 oranında 3-6 saat arayla uyguladıkları ve ilacın havaleyi önleyebileceğine (%36,5) hastanın ilaç sayesinde kendini iyi hissedebileceğine inandıklarını belirtmişlerdir. Ailelerin %63’ü doktora başvurudan önce ilacı uyguladıklarını, annelerin (%81,5) çocuğa ilacı sadece kendilerinin verdiğini görmekteyiz (Kılıç ve ark., 2016).

Ateş, vücut ısısının 37,8 °C üzerine çıkması olarak tanımlanan doğal bir savunma düzeneğidir. Sıklıkla viral enfeksiyonlarla ilişkili olup, bazen de ciddi bir hastalığın işareti olabilir. Katılımcıların ateş ile ilgili bilgi düzeyleri ve çocuklarda ateş varlığını belirleme yöntemleri incelendiğinde, ebeveynlerin %58’inin ateşin tanımını doğru olarak yaptığı, %47,5’inin ateşi ölçerek belirlediği ve %84,5’inin evinde ateş ölçer bulundurduğu görülmüştür. Çalışmaya katılan ebeveynin eğitim düzeylerinden bağımsız olarak tanımı doğru yaptıkları, uygun yöntemler kullandıkları ve evde ateş ölçer bulundurdukları görülmüştür. Yukarıda yapılan çalışmalarda ebeveynlerin eğitim düzeyi yükseldikçe ateş kavramını doğru algıladıkları ve evde ateş ölçer bulundurduklarını belirtmişlerdir. Diğer yandan çalışmamızda azımsanmayacak oranda (%21) 37 °C üzerini ateş olarak algılayan ve %50 oranında ateşi dokunarak veya öperek saptadığını ifade eden ebeveyn olması konu ile ilgili bölgemizde eğitimlere ağırlık verilmesi gerektiğini göstermektedir. (Kılıç ve ark.,2016)

Biz ise bebeklerin ateşinin yükseldiğini hemen fark etmek ve en erken zamanda gerekli tedavisinin başlatılmasını sağlayabilmek amacıyla ateşin yükselmesini anında fark etmek adına, bebeğin eline takılan ve ısıyla renk değiştiren boyarmadde ile renklendirilip ateş yükselmesi durumunda renk değişikliğinden yararlanarak ailenin anında farkında olmasının sağlayabilmeyi planladık ve bu amaçla kullanabileceğimiz boyar maddeler olup olmadığını, varsa nereden ve nasıl temin edebileceğimizi araştırdık.

1.2 Termokromik boyar madde

Termokromik boyarmaddeler; Isıya duyarlı kumaşlar akıllı tekstiller kategorisinde bir alt başlık olarak yer alır ve Uzun yıllardan beri yapılan araştırma, geliştirme ve tüketici taleplerine daha iyi cevap verebilmek adına ortamın sıcaklığına ve çevresel faktörlere bağlı olarak renk değiştiren tekstiller üretilmiştir. İşte bu değişim kromik malzemeler sayesinde elde edilmektedir. Kromik materyaller, dış etkenler sonucu renk değiştiren, rengi yok olan ve renk yayan materyallerdir. Bu grupta değerlendirilen akıllı yapıların reaksiyona başlangıç etkilerine göre aldıkları isimler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Dereci, 2004).

Termokromik materyaller; ısı etkisiyle,

Fotokromik materyaller; ışık (ultraviyole ışınlar dahil) etkisiyle,

İyonokromik materyaller; pH değerinin etkisiyle,

Elektrokromik materyaller; elektrik enerjisinin etkisiyle,

Piezokromik materyaller; basınç etkisiyle,

Solventkromik materyaller; sıvı etkisiyle,

Tekstil sektöründe kullanılan kromik materyaller içerisinde daha çok fotokromik ve termokromik materyaller kullanım alanı bulmaktadır. Firmaların üretmiş olduğu fotokromik ve termokromik boyalarla, tekstil materyali boyama veya baskı yöntemiyle renklendirilmektedir. Elde edilen tekstiller ısıya ve ışığa karşı tepki vererek renk Isı ile renk değiştiren termokromik boyarmaddeler ile ilgili gelişmeler 1970'lerde başlamış, bu grup içinde yer alan Leuco-dye bazlı termokromik boyarmaddeler tişörtlerden, mama kaşıklarına, kahve fincanlarından oyuncaklara kadar geniş bir yelpazede özellikle 90'lardan sonra tasarım dünyasında yer bulmuştur. Renk değişiminde genellikle ısı arttıkça renkliden renksize bir değişim meydana gelmesine rağmen termokromik materyal geleneksel boya ve pigmentlerle bir renkten başka bir renge dönüşüm de sağlanabilir (Dereci, 2004).

1.3. 3D Teknolojisi

3D Baskı; bir yazıcı (Printer) kullanılarak bilgisayar destekli tasarım (CAD) programları yardımıyla tasarlanmış herhangi bir elektronik veriyi kalıp, model vb. araç gereç ihtiyacı duymadan 3D verisinin makineye gönderilerek kat kat malzeme ekleyerek 3 boyutlu fiziksel parça imalatı yapmaktır. Prototipleme, imalatı yapılacak ürünün imal edilmeden önce ön şeklinin veya modelinin oluşturulması olarak tanımlanabilir. Oluşturulan şekle o ürünün prototipi denir. Prototipin çok kısa sürede jenerik teknoloji ile üretilmesine hızlı prototipleme (RP) denir. Hızlı prototiplemeye ekleyerek büyütme-ekleyerek üretme (additive advancesadditi ve manufacturing) de denmekte olup bilim dünyasında daha çok 3D baskı (3D Printing) ifadesi tercih edilmektedir. Kısaca 3D baskı, kişisel bilgisayarlar ve yazıcılarla ilişkili olup bunlar arasında benzerlik kuran bir teknolojidir. Bir gurup araştırmacı, bu yöntemdeki CAD (bilgisayar destekli tasarım) vurgusu için elektronik üretim (e-manufacturing) de demektedir. (Yıldız ve Uğur,2018).

Amacımıza uygun olan ve ısı ile renk değiştiren termokramik boyar madde temin ettik.3D yazıcıdan çıkarılan bilekliğe fiksaj işlemi yaptık.

2. YÖNTEM

Bu projede ateş ölçülmesi için ateş ölçerin şart olmadığı bebeğin bileğine takılacak olan bileklikteki renk değişimi ile bunu anlamayı hedefledik. Bunun için termokromik boyar madde temin ettik ve 3D yazıcı ile yaptığımız bebek bilekliğine boyar maddeyi yedirerek etüv makinesinde 24 saat boyunca beklettik. Peki bunu yaparken neden termokromik boyar madde kullandık?

2.1 3D Üretimi

Bu projede, içerisine termokromik boyar madde yedirilmiş PLA maddesinden yapılmış akıllı bileklik yer almaktadır. Tasarlanan model, PLA filamentler kullanılarak üç boyutlu (3 D) yazıcıda (Creality Ender 3 Pro) bastırılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. PLA+ filament den yapılan bileklik Ender3 pro 3D yazıcı ile yapılmıştır (Yıldız ve Uğur, 2018).

Deney düzeneğinin yapımında kullanılan malzeme PLA+ filament kullanılmıştır. 3D yazıcıda tasarlanan deney düzeneğinin Cura adlı 3D baskı programında yapısal baskı özellikleri aşağıda belirtilmiştir (Şekil 2 ve 3).

3D yazıcı parametreleri aşağıda sıralanmıştır:

- Katman yüksekliği: 0,2 mm
- Duvar kalınlığı: 0,8 mm
- Duvar hattı sayısı: 2
- Üst ve alt kalınlık: 0,8 mm
- Dolgu yoğunluğu: %20
- Yazdırma sıcaklığı: 180 °C
- Yapı levha sıcaklığı: 60 °C



Şekil-2 3D yazıcıda bilekliği çizim aşaması.



Şekil-3 Baskı aşaması şekli.

2.2 Sıcaklık Denemeleri

Başlangıçta oda koşullarında beyaz renge sahip olan bilekliğimizin ısı ile renk değişimini gözlemlemek adına öncelikle insan vücudunun ortalama sahip olması gereken 36 - 36,5 °C sıcaklıklarında ölçümler yapılıp not alınmıştır. Ateşin yavaş yavaş yükselmesi ve bunun kademeli gözlenmesi adına 37 – 38 °C aralığında ölçüm yapılmış notlara eklenmiş ve bilekliğin renginde meydana gelen değişimler not alınmıştır. Daha yüksek ateşi belirlemek adına 39 – 40 °C arasında gözlem yapılmış ve bileklik renginde meydana gelen değişim görünür bir şekilde belirlenmiştir.

2.3 Uygulama İşlemleri

İlk olarak çözeltimizi hazırlamak için %25 oranında boyar madde çözeltisi ve %50 oranında saf su kullandık. Hazırladığımız çözeltiyi yağ banyosu adını verdiğimiz laboratuvar tipi boyama makinesinde 40 °C de 30 dakika boyunca boyama işlemini gerçekleştirdik. Ardından kurutma ve fiksaj işlemini laboratuvar tipi kurutma makinesinde 120 °C de 7 dakika boyunca gerçekleştirdik. 24 saat kurumaya bıraktık. Boyanan ve fiksaj işlemi tamamlanan bilekliği etüv makinesinde değişik derecelerde ölçüp, renk değişimlerini kaydettik.

3. İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

AYLAR							
İşin Tanımı	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X		
Arazi Çalışması	X	X	X	X	X	X	X
Verilerin Toplanması ve Analizi			X	X	X	X	X
Proje Raporu Yazımı							X

4. BULGULAR

İki aşamalı yaptığımız bileklik çalışmasında; ilk işlem olarak 3D yazıcıdan çıkarılan beyaz renkli bilekliğin dışını termokromik boyar madde ile boyayarak kurumasını bekledik ve değişik sıcaklık değişimlerinde meydana gelen renk değişimlerini gözlemledik (Şekil 4).



Şekil-4 Boyanmamış bileklik



Şekil -5 Termokromik madde ile boyanmış

İkinci aşama olarak bileklik 3 D yazıcında çizimi yapıldıktan sonra, makine baskısı verilip yarı basım süresinde durdurulup içerisine termokromik boyar madde ilave edilip baskıya kaldığı yerden devam edildi (Şekil 5).

Her iki bileklikte yapılan gözlemler sonucu ısı artışı gerçekleştikçe; meydana gelen renk değişimlerinin benzer olduğu, bilekliğin yapım aşamasında boyar madde ile kaplanması ile yapım sonrası boyar madde kaplanmasının fark oluşturmadığı aynı değişimlerin görüldüğü gözlenmiştir (Şekil 6-7).

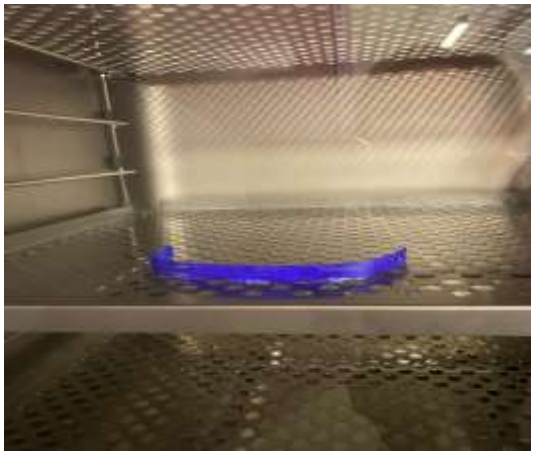


Şekil-6 Boyanmamış bileklik ve termoktomik madde ile dışı boyanmış



Şekil -7 Termokromik madde ile 3D yazıcıda baskı öncesi boyanmış bileklik

Kaydettiğimiz renk değişimlerinden aldığımız sonuca göre; 36 °C'den başlayarak 40 °C'ye kadar yaptığımız etüv ölçümlerinde başlangıçta kırmızı renk ile boyanmış olan bebek bilekliği bebeğin ateşi yükseldikçe mordan beyaza aşama aşama döndüğü gözlemledik. Bu sayede bebeğin ateşi tehlikeli derecede yükseldiğinde ailesi tulumundan bunu görebilecek ve gerekli müdahaleyi anında yapabilecektir (Şekil 8-12).

Şekil-8 bilekliğin 37 °C normal vücut sıcaklığındaki rengi.



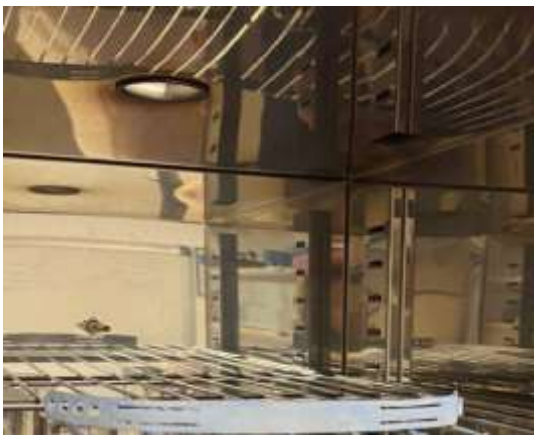
Şekil-9 38 °C'de görünüm.



Şekil-10 38,1 °C'de görünüm.



Şekil-11 38,7 °C'de görünüm.



Şekil-12 40 °C'de görünüm.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Teknoloji ve moda alanı arasındaki iş birliği hızlanırken tasarım, günümüz pazar koşullarında sadece tekstil ve moda sektöründe değil, tüm sektörlerde önem kazanmıştır. İşletmeler bu süreçte tasarıma yönelik Ar-Ge faaliyetlerini artırmıştır. Yaratıcılığın boyutları bilgi toplumuna geçişle birlikte genişlemektedir. Bitmeyen değişim ve bilgi aktarımının çok hızlı olması tasarımcıların işini zorlaştırmaktadır. Bu çalışmanın amacı zorlaşan tasarım süreci

içerisinde teknolojik transformasyonun moda ve tekstil tasarım alanında oluşturacağı fırsatlara değinmek ve akıllı tekstiller arasında yer alan ısıya duyarlı/ısıyla renk değiştiren kumaşların estetik ve fonksiyonel potansiyelini ortaya çıkarmak, teknik özelliklerini tartışmak, tekstil ve moda tasarımı alanında kullanımlarını örneklendirmektir (Kutlu, 2014).

Akıllı tekstiller, normal tekstil ürünlerinin doğal atmosfer şartlarından koruma ve süsleme özelliklerine ilaveten herhangi bir etkiyi (ışık, ısı, basınç, elektromanyetik dalgalar, ses ve ses ötesi dalgalar, hareket vs.) veya etki değişikliğini algılama ve buna bir tepki verme özelliğine sahip olan tekstil ürünleridir. Çok fonksiyonlu tekstil ürünleri ise insanları doğal atmosfer şartlarından korumanın ve süslemenin yanında, başta sağlık, güvenlik ve bilişim alanlarında olmak üzere, bugün hayal bile edemediğimiz her tür alanda, en az bir ek fonksiyonu daha yerine getiren ürünlerdir **(**Tarakçıoğlu, 2002).

Tekstil alanınında bu kadar yaygın kullanıma başlayan termokromik boyar maddeler ile başka neler yapılabilir? sorusundan yola çıkarak tasarladığımız bu projede; termokromik boyar madde ile boyanmış ve PLA'dan (Biopolimer Polilaktik Asit) yapılmış bileklik tasarlayarak, ısı ile renk değiştiren bileklik üretilmiş ve piyasaya yeni bir ürün sunumu gerçekleşmiştir.

Bu termokramik boyar madde sayesinde istenilen aralık yakalanmış ve bebeğin ateşi yükseldikçe (36 °C'den 40 °C'ye kadar kademeli şekilde) bilekliğin rengi mordan beyaza değiştirilerek istenilen sonuca ulaşılmıştır. Bu sayede artık bebeklerin ateşi daha kolay fark edilebileceğinden ailelerin içi daha rahat olacaktır. Ayrıca çocukların ateşini ölçebilmek için ailenin mücadele vermesine gerek kalmayacaktır.

6. ÖNERİLER

Bu projeyi aynı zamanda tekstil alanı ile termokromik boyar maddelerin günümüzde kullanımlarının yaygınlaşmasından dolayı penye bebek bantlarına fiksaj yapılıp bebeklerde kullanılabilir. Bebeğin hastalık belirtisi verdiği anlarda ateş ölçümünün zor olmasından dolayı başına takılan penye bant ile renk değişimi takip edilip,ateşin olup olmadığı ve rengin gittikçe değişimine bağlı ateşin yükselip yükselmediği belirlenebilir.

Dünyanın dört bir yanında, yeni tip korona virüse (SARS-CoV-2) karşı alınan önlemlerin başında yüz maskesi takmak geliyor. Salgının ilk başladığı günlerde maske takmayı "tavsiye" düzeyinde tutan birçok Avrupa ülkesi artık tüm kapalı alanlarda zorunlu hale getirdi. Bilim adamları virüslerin insandan insana bulaşmasında öksürük ve hapşırığın etkili olduğunu söylüyor. Maskelerse öksürme ve hapşırma yoluyla ortaya çıkan büyük damlacıkların yayılımını engelleyebilir. Korona virüs salgınının en büyük belirtileri arasında yüksek ateş yer alıyor. Yüksek ateş COVID-19'da görülen klinik bulgulardan biridir. Havaalanlarında termal kameralarla, toplu alanlarda ve iş yerlerinde düzenli ateş ölçümüyle olası vakalara karşı önlem alınmaktadır. Korona virüsünden korunmak amacı ile devamlı takmak zorunda olduğumuz şu günlerde, projede kullanılan termokromik boyar madde maskelerin kulak arkasına takılan ip kısımlarına uygulanabilir, böylelikle yaş farkı gözetmeksizin tüm bireylerin ateş ölçüm cihazı olmadan, kulak arkasındaki maske ipinin renk değişimi ile ateş tespiti yapılabilir ve tehlikeli durumların önüne geçilmiş olabilir.

KAYNAKLAR

Dereci, V. T. (2013). Tasarımcı Bakışı ve Tasarım Nesnesi Olarak "Giysi". *Proceedıngs Book*, 51.

Halaçeli, H. (2008). Bilgi Toplumunda Yüksek Teknoloji Ürünü Çok Fonksiyonlu Tekstiller/Hıgh-Tech Multı-Functıonal Textıles In Informatıon Socıety. *Journal Of Fine Arts*, (13).

Kılıç, R., Kendir, Ö. T., Gökay, S. S., Çelik, T., Özkaya, A. K., ve Yılmaz, H. L. (2016). Çocuklarda ateş ile ilgili ebeveynlerin tutum ve davranışları. *J Pediatr EmergIntensiveCareMed*, *3*, 76-85.Çevrimiçi ön yayın.doi:10.4274/cayd.59144.

Kooroshnia, M. (2013). Leuco dye-based thermochromic inks: Recipes as a guide for designing textile surfaces. In *13th AUTEX World Textile Confe*

Kutlu, N., ve Meydan, C. (2014). Geleceğin Modasında Radikal Materyal Arayışları. *Akdenız Sanat Dergisi*, *4*(7).

Önlü, N. (2004). Tasarımda Yaratıcılık ve İşlevsellik Tekstil Tasarımındaki Konumu. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *3*(1).

Tarakçıoğlu, I. (2002). Türk ve Dünya Tekstili. *Tekstil İşveren Dergisi*, *276*.

Turan, G., Taş, B. A., Gazi, M., Yılmaz, E., ve Akgün, N. (2016). İdeal Isı Monitorizasyonu, Nasıl? *Boğaziçi Tıp Dergisi*, *3*(2), 60-63.

Yıldıran, M. (2014). Teknoloji etkisinde dönüşen tekstil materyallerinin tekstil ve moda tasarımındaki yeri:"ısıya duyarlı kumaşlar".

Yiğit, R., Esenay, F., Esine, Ş. E. N., ve Serinol, Z. (2003). Annelerin yüksek ateş konusunda bilgi ve uygulamaları. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, *6*(3).

Yıldız, A., ve Uğur, L. (2018). Evaluation of 3D printers used in additive manufacturing by using interval type-2 fuzzy TOPSIS method. *Journal of Engineering Research and Applied Science*, *7*(2), 984-993.

ANTİ-FOG GÖZLÜK SPREYİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: ALARA NİSA İZCİ
BUSEM AKBAŞ

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: PINAR ÇALIK ÖZBAY

İZMİR
2021

ÖZET

Yeni Koronavirüs Hastalığı (COVID-19), ilk olarak Çin'in Vuhan Eyaleti'nde Aralık 2020 ayının sonlarında solunum yolu belirtileri (ateş, öksürük, nefes darlığı) gelişen bir grup hastada yapılan araştırmalar sonucunda 13 Ocak 2020'de tanımlanan bir virüstür. Salgın başlangıçta bu bölgedeki deniz ürünleri ve hayvan pazarında bulunanlarda tespit edilmiştir. Daha sonra insandan insana bulaşarak Vuhan başta olmak üzere Hubei eyaletindeki diğer şehirlere ve Çin Halk Cumhuriyeti'nin diğer eyaletlerine ve diğer dünya ülkelerine yayılmıştır. Hasta bireylerin öksürmeleri aksırmaları ile ortama saçılan damlacıkların solunması ile bulaşır. Hastaların solunum parçacıkları ile kirlenmiş yüzeylere dokunulduktan sonra ellerin yıkanmadan yüz, göz, burun veya ağza götürülmesi ile de virüs alınabilir. Kirli ellerle göz, burun veya ağza temas etmek risklidir. Öksürme veya hapşırma sırasında burun ve ağız tek kullanımlık kâğıt mendil ile örtülmeli, kâğıt mendilin bulunmadığı durumlarda ise dirsek içi kullanılmalı, mümkünse kalabalık yerlere girilmemeli, eğer girmek zorunda kalınıyorsa ağız ve burun kapatılmalı, tıbbi maske kullanılmalıdır. Ancak maske takarken gözlük kullanan kişilerin gözlük camlarında buharlaşma sorunu yaşaması gözlenmektedir.

Koronavirüs yayılımına karşı maske kullandığımız şu günlerde, gözlük kullanan milyonlarca kişi maskenin gözlük camlarını buharlandırarak nasıl rahatsızlık verdiğini de tecrübe etmek durumunda kalındı. Yaz aylarında güneş gözlüğü takarken de aynı sorunu yaşayacağız. Gözlüklü cerrahların ameliyat yaparken yaşadığı maske ile buharlanma sorununu, şimdi gözlük takan herkes yaşıyor. "Maske, verilen nefesin büyük bölümünü yukarıya doğru yönlendirir. Nefesinizdeki ılık su buharı, soğuk gözlük camı ile temas edince gözlük camları buharlanır. Bizlerde bu sorundan yola çıkarak maske kullanırken gözlük camlarının buharlanmasını nasıl önleyebiliriz sorusuna yanıtlar aradık ve günlük hayatta evlerimizden de temin edebileceğimiz malzemeler ile anti-fog sprey tasarladık.

Anahtar Kelimeler: Antifog, Gözlük camı, Sprey, Koronavirus, Maske.

Projenin Amacı

Koronavirüs salgınıyla birlikte yüz maskeleri artık hayatımızın parçası haline geldi. Maskeler virüsün yayılmaması için birçok ülkede zorunlu hale geldi. Fakat gözlük kullananlar için maske takmanın bazı zorlukları var. Maske, gözlük camlarının buğulanmasına ve görüşün engellenmesine neden oluyor. Gözlük takan insanlar, bu sorunu iki farklı sıcaklık arasında yer değişince yaşıyor. Sıcak hava soğuk olan gözlük camlarına temas ettiğinde buğulanma meydana geliyor. Soğuk yüzeye çarpan hava, su zerreciklerine dönüşür, buğu olarak cam yüzeyini kaplar ve görüşünüzü engeller. Maske taktığımızda da ağız ve burundan gelen sıcak hava maskenin üst kısmından çıkarak aynı şekilde gözlük camlarının buğulanmasına sebep oluyor. Görme kalitesini oldukça düşüren bu olay kazaya da sebep olabilir. Ayrıca Uzman doktorlar, özellikle maskenin mikroplu olarak kabul edilen ön yüzüne dokunulduktan sonra gözlüğe veya başka bir materyale dokunmanın virüs yayılımını artırabileceğini belirterek, gözlük temizliği konusuna dikkat edilmesi gerektiğini söylediler. Fakat gözlükler sürekli buğulandığı için gözlük kullanan bireyler yapılması gerekenleri tam olarak uygulayamamaktadırlar. Gözlük kullanan bireyler için buğu önleyici bir sprey olması onlar için daha sağlıklı ve pratik olabilirdi. Fakat gözlük camının buğulanmasını engellemek için yapılabilecek pratik çözümler var. Gözlüklerdeki buğulanmayı önlemek için, maskenin üst kısmını kapatarak sıcak havanın yanlardan çıkmasını sağlayabilirsiniz. Bunun için burnun üstünü sıkıştırmak için metal bir şeritle donatılmış maskeler kullanın. Bu yeterli değilse, maskeyi tutmak için gözlüklerinizi kullanın. Son çare olarak da, cilde zarar vermeyen yapışkan bant kullanmanız mümkün.

Fakat bunun dışında etkili olabilecek farklı yöntemlerde olabileceğini araştırdık. Bu düşünceden yola çıkarak gözlük kullanan bireylerin ülkemizde de görülen koronavirüs salgınıyla daha da önemli bir sorunu haline gelen gözlük buğulanmasını engellemek için bu yaptığımız araştırmalar sonunda; gliserin, elma, diş macunu, bulaşık deterjanı, silikat gibi malzemeleri kullanılarak "Buhar Önleyici Gözlük Spreyi" üretmeyi amaçladık.

1. GİRİŞ

1.1 Temizlik kaplaması (Clean Coat) ya da Su itici (Hidrofobik) Kaplama

Temizlik kaplaması, diğer adıyla su itici (hidrofobik), toz ve leke önleyici kaplama gözlük camının kolay toz tutmasını, kirlenmesini, parmak izi kalmasını, yağlanmasını ve yağmurlu havalarda ya da cam yıkandığında su damlasının camın yüzeyine yayılarak yapışmasını önlemek amacıyla uygulama alanına girmiş bir kaplama yöntemidir. Bu kaplama cam üzerine yapılan kaplamaların en üstüne uygulanır. Antiröfle kaplama yapılmış camlarda yansımalar ortadan kalktığından camın yüzeyinde oluşan en ufak tozlanma veya kirlilik bile görünür hale gelir. Antiröfle kaplamanın üstüne yapılacak temizlik kaplaması ile camın kirlenmesi önlenir ve böylece camı temizleme gereksinimi de azalmış olur. Mineral camlarda önce antiröfle kaplama, üstüne de hidrofobik kaplama yapılır. Organik camlarda ise camın yüzeyinde ilk önce sertlik kaplaması yer alır, bunun üzerinde antiröfle kaplama ve en üstte de hidrofobik kaplama bulunur (Çakıcı, 2010).

Hidrofobik kaplamanın etki prensibi su damlası ile cam arasındaki adezyon gücünün azaltılmasına dayanır. Su veya yağmur damlasının iç yapışkanlık denilen kohezyon gücü su damlası ile cam yüzeyi arasındaki dış yapışkanlık yani adezyon gücünden zayıf olduğundan su damlası camın yüzeyine değdiğinde yayılarak cama yapışır. Su damlasının iç yapışkanlık gücü değiştirilemeyeceğinden su damlası ile cam yüzeyi arasındaki dış yapışkanlık gücü azaltılmaya çalışılır. Böylece su damlası cama değdiğinde cama yapışamaz ve camın yüzeyinden kendiliğinden kayıp gider. Bu amaçla SiOH içeren alkilsilan hidrokarbon zincirleri ile camın yüzeyine su itici bir kaplama yapılır (Şekil 1). Su itici kaplamada da basınçla çökeltme yöntemi kullanılır (Büyükyıldız, 2011).

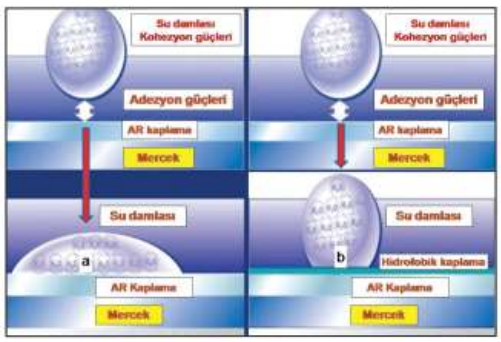
Temizlik kaplamasının ya da su itici kaplamanın yararları:

• Camın yüzeyini hidrofob yapar, böylece suyun ve kirin cama yapışmasını engeller

.• Anti-statik etkiyle tozların cam yüzeyine tutunmasını engeller.

• Leke önleyici özelliğiyle camın kirlenmesi ve parmak izi kalmasını zorlaşır ve ayrıca kirlendiğinde kolay temizlenir.

• Cam yeni cilalanmış araba gibi parlak ve temiz görünür.



Şekil 1. Su itici (hidrofobik) kaplamanın prensibi.

a) Hidrofobik kaplama olmayan camda su damlası ile cam yüzeyi arasındaki dışyapışkanlık gücü su damlalarının içyapışkanlık gücünden fazla olduğu için su damlası camın yüzeyine yayılır ve yapışır.

b) Su itici kaplama su damlası ile cam arasındaki dışyapışkanlık (adezyon) gücünü azaltarak su damlasının cama yapışmasını engeller

Hidrofobik kelimesi suyu sevmeyen yüzey anlamına gelmektedir. Hidrofobik kaplama sıvının yüzeye tutunmasını engelleyerek sıvıyı yansıtan bir kaplama çeşitidir. Kaplamanın sıvıyı yansıtarak yüzeyi ıslatmamasının sebebi sıvı ile yüzey arasındaki açının yüz elli dereceden daha büyük olmasıdır. Hidrofobik kaplama kolay bir şekilde zedelenebilir. Bu

nedenle kullanım alanları genellikle teknolojik ürünlerdir. Farklı kullanım alanlarında ise belirli zaman aralıklarında kaplamanın tazelenmesi gerekmektedir. Doğada çeşitli hidrofobik yüzey örnekleri bulunmaktadır. Bunlar; nilüfer yaprağı, kelebek kanatları, ördek tüyleri gibi sıralanabilir. Hidrofobik kaplama doğadan ilham alınarak bulunulmuştur. Hidrofobik kaplamalar otomotiv endüstrisinde, havacılık endüstrisinde denizcilik endüstrisinde, sağlık sektöründe ve daha bir çok yerde kullanılmaktadır (Büyükyıldız, 2011).

1.2 Buharlanma Önleyici (Anti-fog) Kaplama

Soğuk bir ortamda gözlük camlarının buharlanması ve görüşü azaltması son derece rahatsız edici bir durumdur. İnce su damlacıkları camın yüzeyinde birleşerek ışık geçişini azaltmaktadır. Bu durumu önlemek için sabun sürme, tükürük gibi çeşitli uygun olmayan yollar denenmiş ve halen de kullanılmaktadır. Buharlanmayı (sislenmeyi) önlemek için özel spreyler de icat edilmiştir. Bu spreyler camın yüzeyine püskürtülüp silinerek, bir çeşit geçici anti-fog kaplama yapılmaktadır. Bunun etkisi sürekli olmadığından işlemin tekrarlanması gerekmektedir. Diğer yandan camların üzerine buharlanma önleyici sürekli kaplamaların yapılmasına yönelik yöntemler geliştirilmiş, ancak süreklilik, stabilite ve camın maddesine yeterli bir tutunma sağlanamamıştır. Anti-fog kaplama için camın hidrofobik özelliğinden, yani temizlik kaplamasından vazgeçilmesi gerekmektedir. Anti-fog etkinin oluşması için cama önce özel bir antiröfle kaplama yapılmakta ve kimyasal bir sıvıyla gerektikçe tekrarlanarak anti-fog özellik aktive edilmektedir (Howarter ve Youngblood,2008). 2011 yılında yayımlanan bir çalışma ilk sürekli anti-fog (buharlanma önleyici) kaplamanın geliştirildiğini bildirmektedir.14 Cam yüzeyinde buharlanma havadaki su buharının yoğunlaşarak ince su damlacıkları halinde camın yüzeyine yerleşmesiyle ortaya çıkmaktadır. Anti-fog kaplama su itici (hidrofobik) kaplamanın tam tersi olarak camın yüzeyini hidrofilik hale getirmekte ve su buharının dağınık ince su damlacıkları şeklinde değil de üniform bir şekilde camın yüzeyine dağılmasını sağlamaktadır. Araştırmacılar buharlanma önleyici kaplama için hidrofilik bir bileşik olan polivinil alkol (PVA) kullanmaktadırlar. İşlemin temel zorluğu anti-fog kaplamanın mineral veya plastik camın yüzeyine tutunmasının sağlanmasındadır. Bu amaçla önce camın yüzeyinde polimerik tabakaların tutunmasını sağlayacak olan amino gruplarını oluşmak için atmosferik plazma türevleştirme işlemiyle cam aktive edilir. Sonra polietilenmaleik anhidrid (PEMA) ve polivinil alkol tabakaları ardışık olarak santrifügasyon (spin coating) yöntemiyle cama kaplanır. PEMA bir ara yüzey olarak hem cam yüzeyinde aktive olmuş amino türevleriyle, hem de PVA hidroksil gruplarıyla reaksiyona girerek cama ve PVA katmanına sıkı bir şekilde tutunmayı sağlayan bir ara yüzey olarak işlev görmektedir. Bu çok katlı ara kaplama ince ve saydam olup, kaplandığı yüzeyin optik özelliklerini değiştirmemekte ve anti-fog kaplamanın sürekli olmasını sağlamaktadır. Bu karmaşık kaplama işlemlerinde PVA anti-fog özelliği sağlamak için gerekli hidrofilik yüzeyi oluşturur. PEMA / PVA kaplama camın buharlanması için gereken zamanı geciktirmekle kalmaz, aynı zamanda ışık geçirgenliğindeki bozulmayı da azaltır. Mevcut anti-fog kaplamalar bu yeni kaplamanın özelliklerine sahip olmadığından ve yıkamayla çıktığından anti-fog maddenin tekrar tekrar uygulanmasını gerektirmektedir. Yeni yöntemde ise anti-fog kaplama yapılmış cam 24 saat suda tutularak kaplamanın stabil kaldığı ve anti-fog özelliğini koruduğu gösterilmiştir. (Chevallier ve ark. 2011)

Buğu önleyici (antifog), lak uygulaması sayesinde buğulanmayı önler, taze ve berrak görüntüsü ile iyi bir sergileme olanağı sağlar. Buğu önleyici içinde barındırıdığı kimyasallar sebebiyle alerjik reaksiyonlara sebep olabilir. Buğu önleyici gözlük, su altı maskesi gibi, ısı değiştiğinde buğu yapan malzemelerde kullanılır.

1.3 Gliserin Nedir, Kullanım Alanları Nelerdir?

Gliserol olarak da adlandırılan gliserin, tatlı bir tada sahip renksiz, kokusuz ve zehirli olmayan bir sıvıdır. Alkol ve su ile karışabilen gliserin, doğal veya sentetik olabilir. Asetonla çözülür. Doğal gliserin hayvansal veya bitkisel yağların hidrolizinin bir sonucu olarak üretilir. Hidroliz, bir maddenin suya tepki göstermesi ve bunun sonucunda kimyasal bir bağın parçalanmasıdır. Sentetik gliserin; petrol, propilen ve klor içeren kimyasal işlemlerle üretilir. Gliserin gıdaların korunması için nem tutucu olarak, göz damlası içeriğinde yardımcı madde

olarak, dondurmalara kıvam vermek ve yapısını düzeltmek için, öksürük şuruplarında, leke çıkarmada, mum yapımında, sabun yapımında, kozmetik ürünlerinde kullanılır. Gliserinin cam temizleme konusunda yardımcı olması için, su ile karıştırılıp kullanılması gerekir. Bir sprey şişe içinde yarısı su yarısı gliserin olacak şekilde karışım hazırlayarak ve cam gibi yüzeylerde kullanılabilir. Gliserin cildi nemlendirir ve besler. Cildin su dengesini korur. Gliserinin herhangi bir yan etkisi yoktur fakat, gliserin doğal bir üründür, bu nedenle her zaman alerjik reaksiyon potansiyeli vardır.

1.4 Elma Nedir, Kullanım Alanları Nelerdir?

Elma, gülgillerden, çiçekleri pembe, kabuğu parlak ve sert, hafif kokulu, ufak çekirdekli, rengi kırmızıdan yeşile kadar çeşitleri olan bir meyve türüdür. Eski Türkçede "alma" diye bilinen adının, meyvenin rengi olan "al"'dan gelmektedir. Elma, mutfakta(yemeklerde), kozmetikte, ağız bakım ürülerinde, buzlanmayı çözerken, buharı önlerken kullanılır. Daha çok uzun yol şoförleri, elmayı kestikten sonra camlarına sürerek, camın buğulanmasını önler. Kullanılan bu yöntem hem buzlanmış camı çözmek hem de camın buğulanmasını engellemekte oldukça yaygındır. Elmanın içinde bulunan asit büyük ölçüde antifriz etkisi yaratır ve bu sayede buzlanma ve buğulanma engellenir (Boyraz ve ark., 2005).

Elma, Dünya üzerinde çok geniş yayılma alanı gösteren ve değişik ekolojilerde üretimi yapılabilen bir türdür.Bu nedenle Dünya elma üretimi yaklaşık 57 milyon ton civarında gerçekleşmektedir. En fazla üretim 19.5 milyon ton ile Çin'de gerçekleştirilmekte, A.B.D 5.1 milyon tonla ikinci sırada, Türkiye 2.5 milyon ton elma üretimi ile Dünya'da üçüncü sırada yer almaktadır.Yaklaşık 32 milyona varan meyve veren ağaç sayısı ve 2.5 milyon ton civarındaki üretimle, elmacılık ülkemizin önemli bir gelir kaynağı olup, büyük bir bölümü ülke içinde tüketilirken, yaklaşık 24.658 tonu yurtdışına ihraç edilerek, 13.067.000 $ gibi bir döviz girişi de sağlanmaktadır (Boyraz ve ark., 2005).

1.5 Diş Macunu Nedir, Kullanım Alanları Nelerdir?

Diş macunu, içerisinde bol miktarda kalsiyum ve flor içeren bir diş temizleme ürünüdür. Macunumsu bir kıvamda ve değişik aromalarda olabilir fakat genellikle mentollü yani nane aromalıdır. Kökeni misvak bitkisinin diş temizleyici özelliğine dayanır. Diş macunu boya çıkarmada, gümüş eşyaları partlatmada, ciltteki kaşınmaları önlemek için, yanık lekelerini yok etmek ve buğulanmayı önlemek için kullanılır.

Toplum ağız diş sağlığını en çok etkileyen problemlerden olan diş çürüğü ve dişeti hastalıklarının önlenmesinde, mikrobiyal dental plağın dişler üzerinden uzaklaştırılması kritik öneme sahiptir.Oral hijyenin sağlanmasında en önemli yöntem ise dişlerin günde 2 kere fl orid içeren macunla fırçalanmasıdır.Kozmetik etki sağlamak ve ağza güzel tat vermek amacıyla geliştirilen diş macunları, rutin ağız bakımında kullanılan en etkili terapötik ve kozmetik ajanlardandır. Diş macunları ayrıca, rutinde en yaygın olarak kullanılan dental ürünlerdendir.Diş macunlarının içeriğinde bulunan elemanlar aşındırıcılar, su, nemlendiriciler, deterjanlar, bağlayıcı ajanlar, tatlandırıcılar, terapötik ajanlar, renklendiriciler ve koruyucular bulunmaktadır.Diş macunlarının yapısındaki terapötik ajanlar; plak oluşumunu önleyen, antibakteriyel özelliğe sahip, çürük önleyici ajanlar, diş taşı oluşumunu azaltıcı ajanlar, diş hassasiyetini giderici ajanlar ve beyazlatıcı ajanlardır.Florid içeren diş macunları ile diş fırçalama, diş çürüklerinin önlenmesinde çok eskiye dayanan bir yöntemdir. Ticari diş macunlarının büyük bir kısmında fl orid tek başına veya birleşik halinde (sodyum monofl orofosfat, sodyum florid, kalay florid, amin florid vs.) kullanılır.Diş macunu seçimi bireyler arasında farklılık gösterebilmektedir. Bu durum, bireyin sosyoekonomik durumu, ürünün bireyin çevresindeki kişiler veya diş hekimleri tarafından önerilmesi, tv ve internet reklamları, diş macununun ambalajı, tadı, kokusu, içeriği gibi faktörlerden etkilenmektedir (Köseoğlu ve ark., 2019).

1.6 Bulaşık Deterjanı Nedir, Kullanım Alanları Nelerdir?

Bulaşık deterjanı bulaşık makinesinde bulaşık yıkamak için yapılmış bir deterjandır. Farklı türde bulaşık deterjanı, farklı bileşen kombinasyonları içerir. Bulaşık deterjanı,

karıncaları uzak tutmak, klimaların temizliğinde, yabani otlardan kurtulurken ve çeşitli mutfak temizliklerinde kullanılır.

1.7 Silikat Nedir, Kullanım Alanları Nelerdir?

Silikat, bir çeşit mineraldir. Sodyum silikatı renksiz ve berrak olarak bilinen bir maddedir. Yaşamsal önem taşıyan bu mineral; kemikler, kıkırdak doku ve eklem zarlarının oluşmasında etkili olup cilt, saç ve tırnaklarda bulunuyor. Aynı zamanda silikat cilt kırışıklıkları ve kaşıntıları, sedef, saç dökülmesi ve tırnak kırılmaları, diş eti iltihapları, eklem bağları ve tendonlarda zayıflık, büyüme bozuklukları ve sindirim sistemi sorunları gibi hastalıkları çözmeye yardımcı olmaktadır. Silikat, bazı deterjanların yapılandırılmasında. Mürekkep çözücü olarak, betonların sertleştirmede, suların arıtılmasında, seramik üretiminde, betonların asit geçirmez yapıya sahip olmasında kullanılır (Kadıoğlu, 2014).

2. YÖNTEM

Tüm bu araştırmalar sonucunda nefesimizdeki buğu ve vücudumuzda oluşan ter (evet kışın bile terleriz) gözlük camının buharlaşmasının reçetesidir. (Şekil -2)



Şekil -2

Eğer tüm gün gözlükle dolaşmanız gerekiyorsa veya sıcak içeceklerle görüş alanınızı sıfırlıyorsanız bu yüzden size gözlük buğusunu önlemek için hazırladığımız solüsyon içeriğini veriyoruz.

Öncelikler 100 ml su içine 2 ml gliserin ekledik (Şekil-3). Gliserin gıdaların korunması için nem tutucu olarak, göz damlası içeriğinde yardımcı madde olarak, dondurmalara kıvam vermek ve yapısını düzeltmek için, öksürük şuruplarında, leke çıkarmada, mum yapımında, sabun yapımında, kozmetik ürünlerinde kullanılır (Şekil-4).

Daha sonra bu karışıma yine 2 ml silikat ekledik. Silikat, bazı deterjanların yapılandırılmasında. Mürekkep çözücü olarak, betonların sertleştirmede, suların arıtılmasında, seramik üretiminde, betonların asit geçirmez yapıya sahip olmasında kullanılır (Şekil-5).



Şekil -3



Şekil – 4



Şekil -5

Elmanın içinde bulunan asitin büyük ölçüde antifriz etkisi yaratması ve bu sayede buzlanma ve buğulanma engellenmesi bilgisinden yola çıkarak; hassas terazi yardımı ile 2 gr rendelenmiş elmayı tartıp, bir bez tülbent yardımı ile süzdürüp oluşan elma suyunu karışımımıza ilave ettik (Şekil-6).





Şekil -6 Malik asit sayesinde antifriz etkisi yaratır ve bu sayede buğulanma engellenir.



Şekil-7 Diş macunu Silikat



Şekil-8 Bulaşık deterjanı



Şekil-9

Gümüş eşyaları partlatmada kullanılır Çeşitli mutfak temizliklerinde kullanılır.



Şekil-10 Hazırlanan solüsyon uygulanması





Şekil –11 Solüsyonun gözlük camına

3. İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

AYLAR							
İşin Tanımı	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**
Literatür Taraması	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**		
Arazi Çalışması	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Verilerin Toplanması ve Analizi			**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Proje Raporu Yazımı							**X**

4. BULGULAR

Sıcak bir ortamdan soğuk bir ortama geçerken gözlük camlarının buharlanması ve görüşü azaltması sorunundan yola çıkarak hazırladığımız bu projede; anti-fog gözlük camı spreyi oluşturduk. Öncelikle piyasada mevcut satılan antifog spreyleri inceleyerek içinde kullanılan maddeleri tespit ettik. Bu araştırma sırasında piyasada satılan hazır spreylerin içinde oldukça fazla kimyasal madde kullanıldığını ve bu kullanılan kimyasal maddelerden bazılarının göz gibi hassas duyu organımıza zarar verebileceğini fark ettik. Bu düşünceden yola çıkarak bizler evlerimizde var olan, doğal ve göz gibi hassas duyu organımıza zarar vermeyen maddeleri kullanarak bir solüsyon hazırlamaya karar verdik. Öncelikle bu maddelerin kullanım alanlarını ve etkilerini araştırarak işimize yarayacağı noktaları öne çıkarttık ve çeşitli denemeler sonucu hangi maddeleri kullanmamız gerektiğini belirledik. Kullanacağımız ürünleri gliresin (nem tutucu), elma (malik asit sayesinde antifriz etkisi yaratır ve bu sayede buğulanma engellenir), diş macunu (gümüş eşyaları partlatmada kullanılır) ,bulaşık deterjanı (çeşitli mutfak temizliklerinde kullanılır) ve sodyum silikat(suların arıtılmasında) olarak belirledikten sonra miktarlarını belirlemek için farklı ölçülerde çeşitli denemeler yaptık. Yaptığımız deneme sonuçlarına göre en uygun ve en iyi kıvamı veren ölçüleri not alarak solüsyonumuzu hazırladık.

Hazırladığımız solüsyonun etkisini gözlemlemek adına hazırladığımız solüsyonu kendimize ait olan gözlük camının bir tanesine sağ camına uyguladık ve temiz bir bez yardımız ile temizledik. Gözlüğümüzün diğer sol camına ise hiçbir işlem yapmadık. Gözlüğümüzü sıcak bir ortamdan daha soğuk bir ortama götürünce her iki camda meydana gelen buğulanma farkını gözle görülebilir şekilde fark ettik ve her iki gözlük camının buğulanma sürelerini not aldık.



Şekil -12 10.saniyedeki görüntü



Şekil-13 8.saniyedeki görüntü



Şekil-14 6.saniyedeki görüntü



Şelik-15 4.saniyedeki görüntü

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Tüm bu malzemeleri kullanarak hazırlanan solüsyon çözeltisinin temiz bir bez yardımı ile gözlük camına uygulandığı sağ gözlük camının,hiçbir işlem uygulanmayan sol gözlük camına oranla daha geç ve daha az oranda buğu oluşturduğunu, oluşan buhar oranının eskiye oranla oldukça azaldığı gözlemledik. Piyasada satılan hazır spreylerin içinde oldukça fazla kimyasal madde kullanıldığını ve bu kullanılan kimyasal maddelerden bazılarının göz gibi hassas duyu organımıza zarar veiriyor olabileceğini farketik. Bu düşünceden yola çıkarak bizler evlerimizde var olan, doğal ve göz gibi hassas duyu organımıza zarar vermeyen maddeleri kullanarak bir solüsyon hazırlamaya karar verdik. Öncelikle bu maddelerin kullanım alanlarını ve etkilerini araştırarak işimize yarayacağı noktaları öne çıkarttık ve çeşitli denemeler sonucu hangi maddeleri kullanmamız gerektiğini belirledik. Kullanacağımız ürünleri gliresin (nem tutucu) ,elma (Malik asit sayesinde antifriz etkisi yaratır ve bu sayede buğulanma engellenir) ,diş macunu(gümüş eşyaları partlatmada kullanılır) ,bulaşık deterjanı (çeşitli mutfak temizliklerinde kullanılır) ve sodyum silikat(suların arıtılmasında) olarak belirledikten sonra miktarlarını belirlemek için farklı ölçülerde çeşitli denemeler yaptık. Yaptığımız deneme sonuçlarına göre en uygun vee n iyi kıvamı veren ölçüleri not alarak solüsyonumuzu hazırladık.

Evde hazırlanan bu anti-fog sprey sayesinde; günlük hayatta farklı amaçla kullandığımız ürünlerin yeni özellikleri ortaya çıkarılmış ve bu sayede yenir bir ürün üretmiş olduk.

6. ÖNERİLER

Hazırlamış olduğumuz bu spreyi; gözlük camı olarak düşünsek de aslında araba camlarında veya evlerde banyodaki camlarda da kullanabiliriz. Hatta bunu basit bir camsil ile birleştirip günlük hayatta camların tozunu silerken kullandığımız malzeme ile birlikte birleştirirsek hem temizlik yapmış olur hem de camların buhar olmasına engel olmuş oluruz.

Ayrıca sağlık ve tıp alanında kullanılan çoğu aletlerde (endoskop cihazı, kolonoskopi cihazı, ultrason…) de bu sprey kullanılarak yaşanılan buğu sorununun önüne geçilebilir.

KAYNAKLAR

Boyraz, N., Kaymak, S., ve Yiğit, F. (2005). Eğirdir ilçesi elma üreticilerinin kimyasal savaşim uygulamalarinin genel değerlendirilmesi. *Selcuk journal of agriculture and food sciences*, *19*(36), 37-51.

Büyükyıldız H. Z. (2011). Gözlük camları, cam materyalleri ve kişiye özel gözlük camları. *Turk J Ophthalmol. 41*,26-34. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.4274 / tjo.42.52724

Chevallier P, Turgeon S, Sarra-Bournet C, Turcotte R, Laroche G. (2011). Characterization of Multilayer anti-fog coating. ACS Appl Mater Interfaces. 3(3). 750-8. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/am1010964

Çakıcı F. (2010). Gözlük camı materyalleri, kaplamalar, güneş gözlükleri. Optik Refraksiyon Rehabilitasyon Temel Bilgiler. 25. Bölüm, Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No: 12. 292-304.

Heiner, B. (2011). Gözlük Cami Teknolojisi. Gözlükçüler için Teknoloji; DOZ-Optik Dergisi. Erişim tarihi:02.03.2021. Erişim adresi: http://www.cem-fa.com/cemfa/makalelerimiz

Howarter, J.A. ve Youngblood, J.P. (2008). Kendi Kendini Temizleyen ve Yeni Nesil Buğu Önleyici Yüzeyler ve Kaplamalar. Macromolecular Rapid Communications. 29(6), 449-532. Çevrimiçi Ön Yayın. doi: 10.1002/marc.200700733

Kadıoğlu, S. (2014). Döküm endüstrisinde sodyum silikat bağlayicili kalip / maça kum özelliklerinin mikrodalga yöntemiyle geliştirilmesi. Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. Yüksek Lisans Tezi.

Köseoğlu, M., Ayhancı, T., Nacar, E. T., Kelle, A., Coşkun, H., Akyol, M., ... ve Altındiş, S. (2019). Yetişkin Bireylerin Diş Macunu Seçim Kriterlerinin İncelenmesi. Journal of Biotechnology and Strategic Health Research, 3(2), 91-95.

FARKLI POLİMERLERİN HAFİF BETONLARDA PERFORMANSININ İNCELENMESİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: FATMA IRMAK KOCA

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: AYLİN MERTYÜZ

İZMİR
2021

ÖZET

Kendilerine özgü yapıları ile pek çok alanda kullanılan polimerler günümüzde inşaat sektöründe oldukça yaygın olarak yer almaktadır. İnşaat mühendisliğinde polimerler ana taşıyıcı yapı elemanı üretiminde kullanıldığı gibi mevcut malzemelerin iyileştirilmesinde veya dayanımlarının arttırılmasında da kullanılabilmektedirler.

Bu projede polimerle modifiye edilmiş hafif betonun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır Betonun kullanıldığı yerlerde polimerler; gerek doğa koşullarından, gerekse kullanımdan kaynaklanan problemlerin çözümünde ciddi katkılar sağlamaktadırlar. Polimerlerin beton üretiminde kullanılan çimento bağlayıcısının tümü veya bir kısmı yerine kullanılması ile polimer betonu elde edilir. Son yıllarda önem kazanan polimer betonu dünyada da geniş bir kullanım sahası bulmuştur. Özellikle hasara uğrayan yapıların onarım ve güçlendirmesinde tamir malzemesi olarak sıkça kullanılmaktadır.

Proje kapsamında; polimer betonların durabilite, yalıtım değerleri, mukavemet, sismik değerleri, akustik empedans, basınç dayanımı, kapilerite (kılcallık) değerleri incelenmiştir. Bu amaçla biri kontrol numunesi olmak üzere Polimer/Dolgu oranı; %0-%100, %1,25-%98,75, %2,5-%97,5 olan 3 farklı seri beton numuneleri hazırlanmıştır. Sayı olarak, 3'er numunelerin testlerdeki dayanımları tespit edilmiştir. Testlerin yanı sıra beton numunelerinin deneyleri sonucunda serilere ait örneklerin yoğunluk ve ağırlık kayıpları birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Deneysel sonuçlar incelendiğinde harçların eldesinde polimerlerin kullanılmasıyla hafif beton üretilebileceği görülmüştür. Böylece bina yükünün hafifletilebileceği ve ülkemizde meydana gelen depremlerin hasarının aza indirilebileceği, beraberinde ülke ekonomisine katkı sağlayacağı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Hafif Beton, Polimer , Dayanım, Durabilite, Yoğunluk

Amaç

Bu çalışmada; çok yönlü olarak endüstriyel sektörde kullanılan ve giderek de kullanım alanları artan polimerler, beton üretiminde çimento yerine bağlayıcı malzeme olarak kullanılmıştır. Polimer beton numuneleri üzerinde deneyler yapılmış ve polimerli beton numunelerinin testlere karşı gösterdiği etkiler irdelenmiştir.

Polimer modifiye betonlar, hali hazırda piyasada yapılan betonla karşılaştırıldıklarında, bazı üstünlüklere sahiptirler. Betonların durabilite, yalıtım değerleri, mukavemet, sismik değerleri, akustik empedans, basınç dayanımı, kapilerite (kılcallık) gibi performanslarını iyileştirmek amacıyla üretilmektedirler. Öte yandan, betona hafiflik özelliği kazandırması da yapısal amaçlardandır. Bununla birlikte, dezavantajları göz önüne alıp iyileştirme yapmak da amaçlarımızın arasındadır. Bu çalışmada, perlit, cüruf veya pomza kullanılarak üretilen polimerle modifiye olmuş hafif betonların bazı özelliklerinin araştırılması, polimer ilavesinin hafif betonun özelliklerini ne yönde değiştirdiğinin belirlenmesi planlanmıştır. Kısaca amaç, hafif betonlarda polimer kullanımının mekanik özellikleri üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri incelemektir.

1. GİRİŞ

1.1. Kompozit Malzeme Nedir?

Kompozit malzemeler; belirli bir amaca yönelik olarak en az iki farklı malzemenin bir araya getirilmesiyle meydana gelen malzeme grubudur. Üç boyutlu nitelikteki bu bir araya getirmede amaç, bileşenlerin hiçbirinde tek başına mevcut olmayan bir özelliğin elde edilmesidir. Diğer bir deyişle, amaçlanan doğrultuda bileşenlerin daha üstün özelliklere sahip bir malzeme üretilmesi hedeflenmektedir. (Özkan ve ark., 2016)

1.2.Kompozit Malzemenin Kullanım Alanları

Metal, polimer ve seramik malzemelerin farklı kombinasyonlarıyla oluşturulabilen kompozitler, bu malzemelerin tek başlarına sahip olamadıkları özellikleri sunabilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı kompozit malzemeler çağın en önemli mühendislik malzemeleri haline

gelmiş; otomotiv, denizcilik, petrol ve spor endüstrileri, tüketim malları, havacılık ve uzay sanayisi gibi alanlarda hayat kurtaran çözümler sunmaktadır. (Sönmez, 2009)

1.2.1.Çimento

Çimento bazlı kompozit malzemelerle yapılan ve betonlarda sıklıkla kullanılan polimerlerin mekanik özelliklere oldukça önemli katkıları bulunmaktadır. Çimento, esas olarak, doğal kalker taşları ve kil karışımının yüksek sıcaklıkta ısıtıldıktan sonra öğütülmesi ile elde edilen hidrolik bir bağlayıcı malzeme olarak tanımlanır. (Cengiz, 2016)

1.2.2. Cüruf

Cürufun kullanımı Türkiye'de gelişmiş ülkelerin gerisindedir. Oluşan cüruf dağları yer işgal etmekte ve çevresel problemlere neden olmaktadır. Hava, toprak ve su kirliliği gibi çevresel problemler insan sağlığı ve bitki büyümesini etkilemektedir. Cüruf kullanımının arttırılması bu problemleri çözmek için önemli bir yoldur. Metalürjik ergitme cürufu sadece bir atık olarak düşünülmez fakat aynı zamanda hem metalürjik proseslerde hem de diğer endüstri uygulamalarında kullanılabilen değerli ikincil bir hammadde olarak düşünülebilir. Yüksek fırın cürufu ve çelik cürufu toplam cürufun önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Demir içeren cüruflar ikincil bir yapı malzemesi olarak kullanılmasına rağmen demir olmayan diğer cüruflar toksik özelliği ve çevresel riskler nedeniyle daha az sıklıkla kullanılmaktadır. Doğal agregaların bir kısmının ve tamamının cüruf yan ürünleriyle yer değiştirmesi, hammaddenin korunması ve atık malzemelerin azaltılmasıyla kayda değer çevresel ve ekonomik kazançlar sağlayabilecektir. (Bilim, 2016)

1.2.3. Genleşmiş Perlit

Perlit asidik karakterli volkanik bir camdır. Perlit, ısıyla genleşme özelliği olan, genleştirildiğinde çok hafif ve gözenekli hale geçen bir kayaçtır. Perlit kelimesi hem ham perlit ve hem de bunun genleştirilmesiyle elde edilen ürün için kullanılmaktadır. Çeşitli perlit kayaçları renk ve yapı itibariyle birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Ham perlitin rengi saydam açık griden parlak siyaha kadar değişebilmektedir. Genleştiğinde ham perlitin rengi tamamen beyazlaşmaktadır. Perlitte en önemli özellik, hidrasyona uğramış camsı silika yapısındaki %2-5 arasında bileşik halinde içerdiği sudur ve bu su perlitin kararlılığını sağlamaktadır (Azizi, 2007).

1.3. Polimerler

Polimerin, kelime anlamı çok parçalıdır. Bir polimer malzeme, kimyasal olarak birbirine bağlı birçok parça veya birimi içeren bir katı olarak veya başka bir deyişle birbirine bağlanarak bir katı meydana getiren parçalar veya birimler olarak düşünülebilir.

Polimerler, en basit tanımıyla çok sayıda aynı veya farklı atomik grupların kimyasal bağlarla az veya çok düzenli bir biçimde bağlanarak oluşturduğu uzun zincirli yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerdir. Malzemelerin nispeten ucuz, kolay işlenebilir, hafif, yüksek kimyasal ve korozyon direncine sahip olmaları ayrıca yüksek ısıl ve elektriksel özelliklere ve yeterli mekanik özelliklere sahip olmaları tercih edilme nedenleri arasındadır. (Öztürk, 2013)

1.3.1.Termoplastik Nedir?

Moleküller arası kuvvetler ile birbirlerine bağlanmış dallı veya lineer (düzgün) makromolekül zincirlerinin oluşturduğu plastiklere termoplastik denir. Moleküllerarası çekim kuvvetinin büyüklüğü diğer başka faktörlerin yanında esas olarak zincirdeki dallanmaların şekline ve sayısına bağlıdır. Termoplastikler ısındıklarında moleküllerarası kuvvetler zayıflar ve malzeme şekillendirilebilecek hale kadar yumuşar. Diğer bir deyişle termoplastik bir ürün ısı etkisiyle tekrar başka bir ürün için hammadde haline dönüştürülebilir. (Ozansoy, 2005)

1.3.2. Termoplastik Bazlı Kompozit Malzemeler

Altı adet termoplastik bazlı kompozit malzeme vardır. Bunlar;

- Selüloz

- Polietilen tereftalat
- Poliasetenler
- Nylon
- Polikarbonatlar
- Polipropilen

Biz ise projemizde yukarıdaki malzemelerin alt sınıfında yer alan PA6.6 (poliamid 66), ABS (akrilonitril bütadien stiren), PC (Polikarbonat) ve cam elyaf lifi kullanmaya karar verdik.

1.3.3. Poliamid 6.6 (PA6.6)

PA 6.6, kristal yapıya ve yüksek molekül ağırlığına sahip polimerlerdir. Yapıları esasında hem amorf hem de kristal bölgelere sahiptir. Özellikleri daha çok kristal yapıya bağlı olup kristal yapının amorf yapıya oranı arttıkça iyileşir. Kristal yapı oranının fazla olması, darbe dayanımı dışında kalan tüm mekanik özelliklerin iyileşmesini sağlar. Kristal yapı oranı, ergimiş polimerin soğutulma hızıyla bağlantılı olup, çok hızlı soğutulduğunda kristal yapı oranı düşük olur. (Aykul ve ark., 2014)

PA 6.6 kimyasal yapılarından dolayı, bir miktar rutubet emerler. Emilen rutubet plastikleştirici gibi davranır. Emilen rutubet polimerin çekme ve kopma dayanımı ile sertliğini azaltırken darbe dayanımını artırır. Bu nedenle PA 6 ve PA 6.6'dan yapılan parçaların uygulamadaki darbe dayanımları kalıptan çıkartıldıklarındakinden oldukça yüksektir. Sıcaklık artışıyla PA 6.6'nın özelliklerinde, amorf yapının sıcaklıkla değişmesi nedeniyle değişiklikler olur. Sıcaklık artışıyla çekme ve kopma dayanımı ile sertlik değerleri azalırken, darbe dayanımı artar. Katkı maddeleri PA 6.6'nın özelliklerini iyileştirir. Isı dengeleyiciler polyamidlere ısıl kararlılık ve dış etkenlere karşı dayanıklılık sağlar. Cam elyafı ve titanyumdioksit gibi inorganik dolgu maddeleri, PA 6.6'ya boyutsal kararlılık sağlar, mekanik özellileri iyileştirir ve ısıl bozunma sıcaklığını yükseltir. (Ataşimşek, 2006).

PA 6.6 diğer plastiklerle karşılaştırıldığında, yağlayıcılara karşı daha dayanıklıdırlar. Kimyasal çözücülere karşı dayanıklı olup, formik asit ve asetik asit gibi asitlerden etkilenmezler. Yüksek sıcaklıklarda fenollere karşı direnç gösteremezler. Çok iyi elektriksel yalıtkanlıklarından dolayı, elektrik sektöründe geniş kullanım alanına sahiptirler. (Ataşimşek, 2006)

Polyamidler tornada kolay işlenebilmektedir. PA esaslı ince filmlerin çok yüksek çekme ve darbe dayanımı ile uzama kabiliyeti vardır. Gaz ve kokuları geçirmezler (Kaya, 2005). PA 6.6 kalıplanabilen polyamidlerin en önemlisidir. Polyamid 6.6'nın ısıya, ışığa ve suya karşı dayanıklı, atmosferik şartlara karşı korunmuş ve kolay işlenebilen türleri mevcuttur. (Kaya, 2005)

1.3.4. Akrilonitril bütadien stiren (ABS)

Akrilonitril bütadien stiren veya kısaltılmış ismi ile ABS, (kimyasal formülü (C8H8- C4H6-C3H3N)x) kalıp yolu ile üretilen ürünlerde çok yaygın olarak kullanılan hafif ve sert bir polimerdir. Komşu zincirlerden nitril grupları, kutupsal olarak diğer zincirleri çekip bağlayarak, saf polistirenden daha dayanıklı olan, ABS oluşturular. Stiren plastiğe parlaklık ve iyi yüzey verir. Bütadien, kauçuk özelliklerini, düşük sıcaklıkta esnek olabilmeyi sağlamaktadır. ABS polimerler bu özellikler ile geleneksel kanat ve kuyruk üretim malzemeleri olarak kullanılan balsa ve huş kontrplaklara üstünlük sağlamaktadır. ABS polimer malzemesinden üretilen kanat ribleri, balsa ve huş kanat riblerine kıyasla çok daha fazla darbe enerjisi emebilmektedir. Gövde üzerine inişler sırasında oluşabilecek kanat çarpmalarında darbe enerjisini emen ribler, kırılmayarak kanat bütünlüğünü ve şeklini korumaktadır. Çalışma ülkemizde yaygınlaşmakta olan tasarla, yap, uçur temalı yarışmaların organizatörlerine ve bu yarışmalara katılım gösterecek ekiplere yol göstermekte, uluslararası arenada edinilen deneyimlerin paylaşılmasını sağlamaktadır. (Özbek ve ark., 2016)

1.3.5. Polikarbonat (PC)

Polikarbonat, iyi mekanik özelliklerinin yanısıra, mükemmel sürtünme direncine sahiptir ve sertliği yüksek bir malzemedir. Isıl direnci en iyi olan termoplastiklerden biridir ve 125 °C'ye kadar olan sıcaklıklarda kullanılabilir. Ayrıca şeffaf olup, aleve karşı da dayanıklıdır. (Braun, 1999)

1.3.6. Selüloz

Selüloz, D-glikopiranoz birimlerinin E-1-4 bağları ile bağlanması ile oluflan düz zincir şeklinde suda çözünmeyen bir polimerdir. Bitkilerin hücre duvarını oluşturan selüloz, yıllık 1010-1011 ton sentez miktarı ile doğada en çok bulunan karbonhidrat özelliğindedir. Selülozun bitkilerde doğal olarak bulunan ve sentez yoluyla üretilen dört formu bulunmaktadır. Selülozun yapısında bulunan hidroksil grupları kendi aralarında zincir içi hidrojen bağları yaparak yapıyı daha kararlı bir hale getirmekte ve biyolojik degradasyona, asit hidrolizine ve mekanik zedelenmeye karşı stabil bir özellik kazanmasını sağlamaktadır. Odunsu dokularda selüloz polimeri ligninle birlikte kristal mikrofibriler formda bulunurken, bitkisel dokularda ise pektin ve proteinlerle birlikte bulunarak daha az lifli bir yapı oluşturmaktadır. Selüloz bu tür fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle kıvam verici, topaklanmayı engelleyici ve viskozite arttırıcı özellikleri ile yaygın kullanım imkanı bulmaktadır. (Arslan ve ark., 2014)

1.3.7.Cam Elyaf

Alkali dirençli, lifleştirilebilir cam bileşimleri açıklanmaktadır. Bu bileşimler TiO2, La203 veya CeO2 içerir. Bu bileşimlerden oluşturulan cam elyaflar, çimento esaslı malzemelerin güçlendirilmesinde yararlıdır. (Kurt, 1975)

Cam elyafı içeren kompozitler, saf çimentodan yapılan kompozitlerden daha yüksek eğilme mukavemeti sergiledi. Ayrıca, daha yüksek cam elyaf içeriğine (%10) sahip kompozitler, %5 cam elyaflı kompozitlerden daha yüksek eğilme mukavemetine sahipti. Ayrıca cam elyaf-çimento kompozitlerinin eğilme modülü ve eğilme mukavemeti değerlerinin saf çimentodan daha yüksek olduğunu bildirmiştir. (Kordkheili, 2015)

1.4. Yoğunluk

Yoğunluk, numunenin tayin edilen kütlesi ve hacmi kullanılarak, aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanır:

$$D = m / V$$

Burada;
D: Numunenin nem durumu ve hacmi tayin, metoduna bağlı olarak yoğunluğu, g/cm^3
m: Numunenin deney esnasında durumuna bağlı kütlesi, g
V: Numunenin özel metotla tayin edilen hacmi, cm^3' tür.
Numunenin, deney anındaki durumu ve numune hacminin tayininde kullanılan deney metodu, deney sonuçları ile birlikte kaydedilmelidir. (Ünsal ve ark., 2008)

2. YÖNTEM

2.1. Kullanılan Materyaller

Kullanılan malzemeler;

- Gri çimento (Şekil 1), genleşmiş toz perlit (Şekil 2), volkan cürufu (Şekil 3), sentetik selüloz (Şekil 4), poliamid 6.6 (PA6.6) (Şekil 5), akrilonitril bütadien stiren (ABS) (Şekil 6), polikarbonat (PC) (Şekil 7), cam elyaf lifi (Şekil 8) şekindedir.



Şekil 1: Gri Çimento



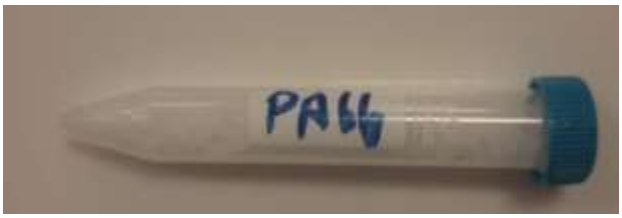
Şekil 2: Genleşmiş perlit



Şekil 3: Volkan cürufu



Şekil 4: Sentetik selüloz



Şekil 5: Poliamid 6.6 (PA6.6)



Şekil 6: Akrilonitril bütadien stiren (ABS)



Şekil 7: Polikarbonat (PC)



Şekil 8: Cam elyaf

Şekil 9 ‘daki numunelere uygulanacak yöntem ve testler;

- Mikroskop ile fotoğraflama (Şekil 9),
- Sismik olarak inceleme (Şekil 10),
- Yoğunluğun hesaplanması (Şekil 11),
- Isı iletkenlik ölçümü (Şekil 12),
- Akustik empedans testi (Şekil 13),

- Basınç dayanım testi (Şekil 14),
- Kapilerite (kılcallık) (Şekil 15) ölçülmesi şeklindedir.



Şekil 9: Farklı polimer oranlarına sahip numuneler



Şekil 10: Mikroskop



Şekil 11: Sismik Test Cihazı



Şekil 12: Yoğunluk Testi



Şekil 13: Isı İletkenlik Testi



Şekil 14: Akustik Empedans



Şekil 15: Basınç Testi



Şekil 16: Kapilerite Test

2.2. Çimento Karışımı ile Termoplastiklerin Birleştirilerek Kompozit Malzeme Yapılması

Çimento karışımları Tablo 1 'deki oranlarla hazırlanmış olup bir kontrol grubu olmak koşuluyla %0, %1,25 ve %2,5 toz polimer ilave edilerek ayrı ayrı PA6.6, ABS, PC ve cam elyaf lifi için numuneler oluşturulmuştur. Kalıplara fırça yardımıyla yağ sürülmüş ve harçlar kalıplara alınmıştır. Dökülen bu kalıplarda 24 saat gölgede kurutulmuş, kalıplardan çıkartılmıştır. Ardından geniş bir tezgahta nemli bez altında bekletilmiştir böylece yapısının bozulması engellenmiştir.

Homojen bir karışım sağlanması için ilk olarak çimento, cüruf, perlit 1 dakika boyunca kuru olarak karıştırılmıştır. Son olarak selüloz ve su ilave edilmiştir. Karışımda kullanılan su normal nitelikte içilebilir su sınıfına girmektedir.

Tablo 1: Kontrol, K1 ve K2 numunelerinin birleşme oranları

	Kontrol		**K1**		**K2**	
Malzemeler	**Ağırlıkça %**	**Miktar (gr)**	**Ağırlıkça %**	**Miktar (gr)**	**Ağırlıkça %**	**Miktar (gr)**
Çimento	38	570	38	570	38	570
Cüruf	57,85	867,8	56,6	849	55,35	830,3
Toz Polimer	0	0	1,25	18,8	2,5	37,5
Genleşmiş Perlit	4	60	4	60	4	60
Sentetik Selüloz	0,15	2,3	0,15	2,3	0,15	2,3
Toplam	100	1500	100	1500	100	1500

Kontrol numunesinin içerisine 570 g çimento, 867,8 g cüruf, 60 g genleşmiş perlit, 2,3 g sentetik selüloz ilave edilerek 2 adet numune hazırlanmıştır (K). Polimer katkılı karışımlarda beton karışımına farklı olarak toplam harcın kütlesinin %1,25 oranında PC polimer esaslı olan 2 adet numune (P1), %2,5 PC polimer esaslı hazırlanan 2 adet numune (P2), toplam harcın kütlesinin %1,25 oranında ABS polimer esaslı olan 2 adet numune (P3), %2,5 ABS polimer esaslı hazırlanan 2 adet numune (P4), toplam harcın kütlesinin %1,25 oranında PA6.6 polimer esaslı olan 2 adet numune (P5), %2,5 PA6.6 polimer esaslı hazırlanan 2 adet numune (P6), toplam harcın kütlesinin %1,25 oranında cam elyaf polimer esaslı olan 2 adet numune (P7), %2,5 cam elyaf polimer esaslı hazırlanan 2 adet numune (P8), toplamda 20 adet numune hazırlanmıştır.

Oluşturulan bu numuneler mikroskop ile fotoğraflanmış, sismik olarak incelenmiş, yoğunlukları hesaplanmış, ısı iletkenlikleri ölçülmüş, akustik empedans testine tabii tutulmuş, basınç dayanım testinden geçirilmiş ve kapilerite (kılcallık) değerleri irdelenmiştir.

3. PROJE İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

YLAR						
İşin Tanımı	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür Taraması	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Arazi Çalışması		**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Verilerin Toplanması ve Analizi		**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Proje Raporu Yazımı				**X**	**X**	**X**

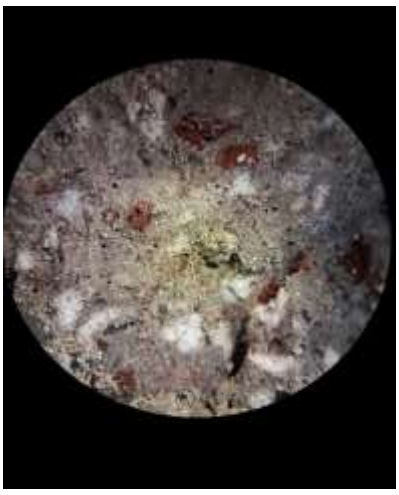
4. BULGULAR

Numuneler sismik olarak incelenmiş, yoğunlukları hesaplanmış, ısı iletkenlikleri ölçülmüş, akustik empedans testine tabii tutulmuş, basınç dayanım testi yapılmış ve kapileritesi incelenmiştir. Yapılan ölçüm sonuçları Tablo 2 'de belirtilmiştir.

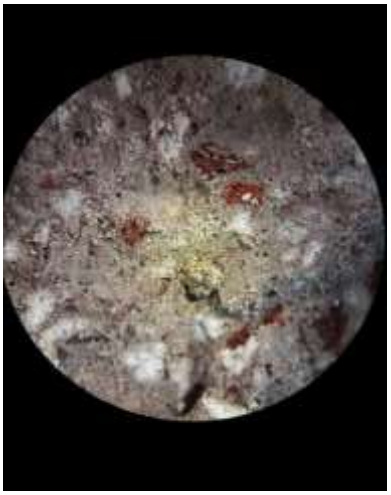
Tablo 2: Numuneler üzerinde yapılan testlerin ölçüm sonuçları

		Sertleşmiş Harç Örneği Birim Hacim Kütlesi (Yoğunluk) (kg/m3)	Sertleşmiş Harç Örneği Kırılma Yükü (kN)	Sertleşmiş Harç Örneği Basınç Dayanımı (N/mm2)	Sertleşmiş Harç Örneği Sismik Hız Değeri (m/sn)	Sertleşmiş Harç Örneği Isıl İletkenlik Değeri (W/mK)	Sertleşmiş Harç Örneği Akustik Empedans Değeri (gr/cm2 sn) x10^7	Sertleşmiş Harç Örneği Kapiler Su Geçirimlilik Değeri (kg/m2.dak0.5)
Kontrol	K	1216	8408	3,86	2355	0,413	0,286	0,693
%1,25 Polikarbon	P1	1208	9248	4,24	2306	0,383	0,279	0,594
%2,5 Polikarbon	P2	1205	6354	3,03	2317	0,381	0,279	0,542
%1,25 ABS	P3	930	5084	2,25	1977	0,238	0,184	0,536
%2,5 ABS	P4	1217	5562	2,69	2286	0,369	0,278	0,519
%1,25 PA6.6	P5	1009	4980	2,23	2045	0,260	0,206	0,604
%2,5 PA6.6	P6	1139	4493	2,17	2108	0,316	0,240	0,577
%1.25 Cam	P7	1205	5076	2,45	2185	0,325	0,263	0,488
%2.5 Cam	P8	1187	6467	3,17	2107	0,316	0,250	0,457

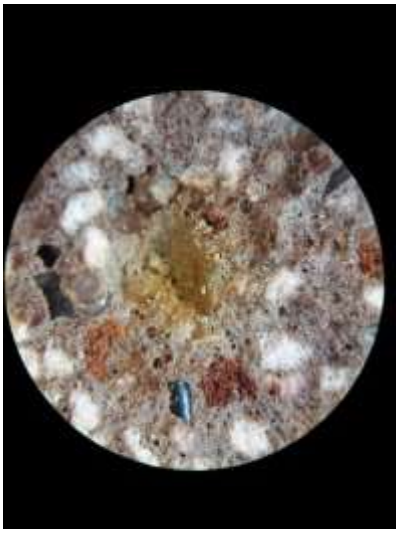
- Mikroskop ile Fotoğraflama



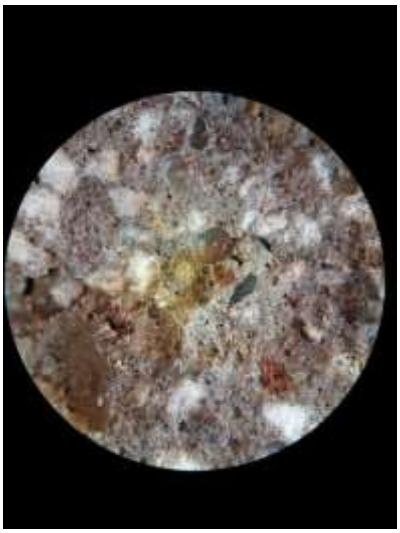
Kontrol numunesi (1)



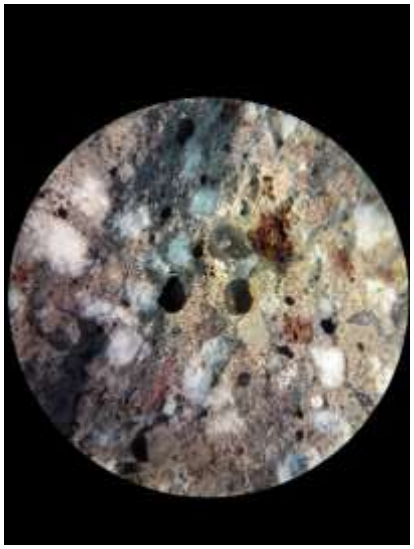
Kontrol numunesi (2)



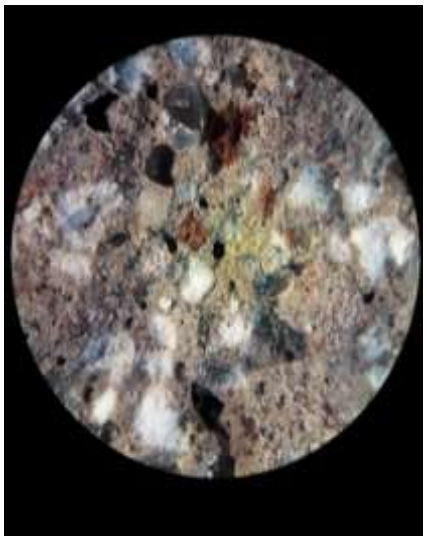
P1 numunesi (1)



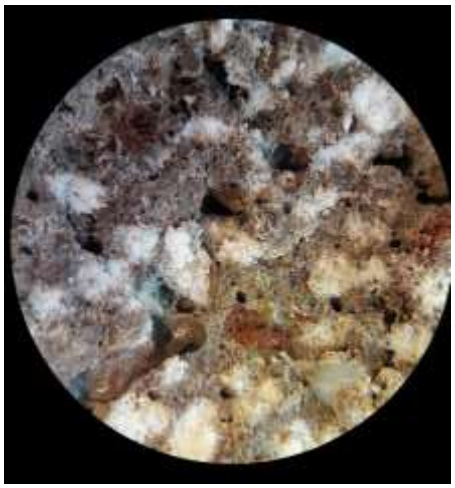
P1 numunesi (2)



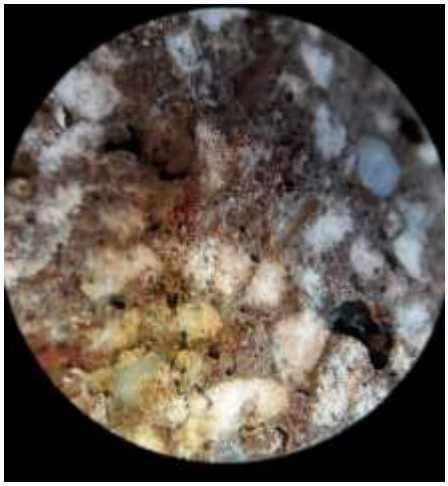
P2 numunesi (1)



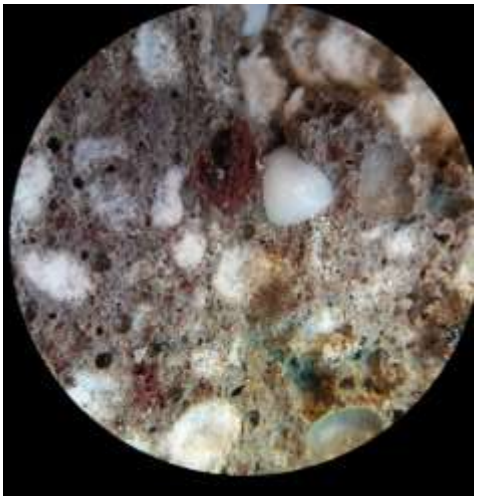
P2 numunesi (2)



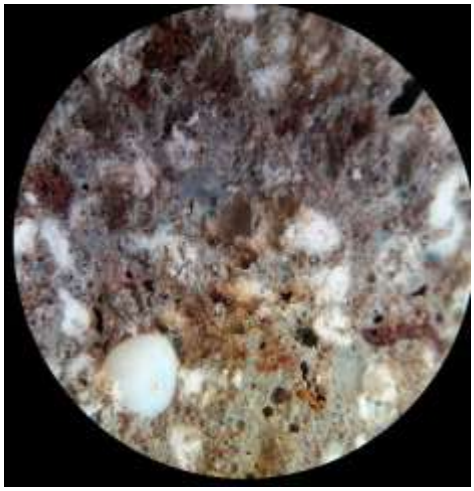
P3 numunesi (1)



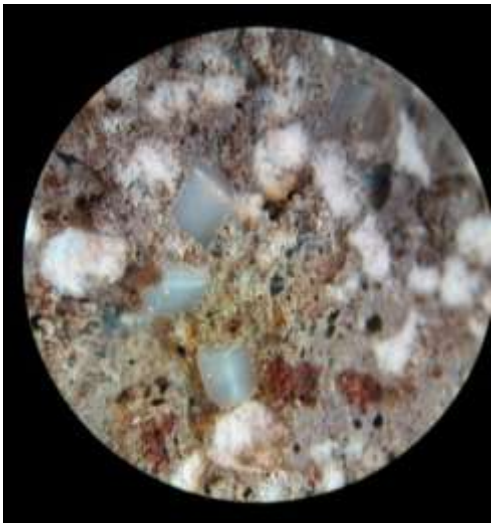
P3 numunesi (2)



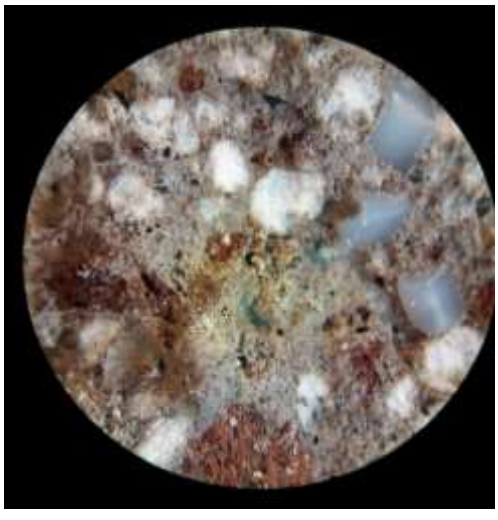
P4 numunesi (1)



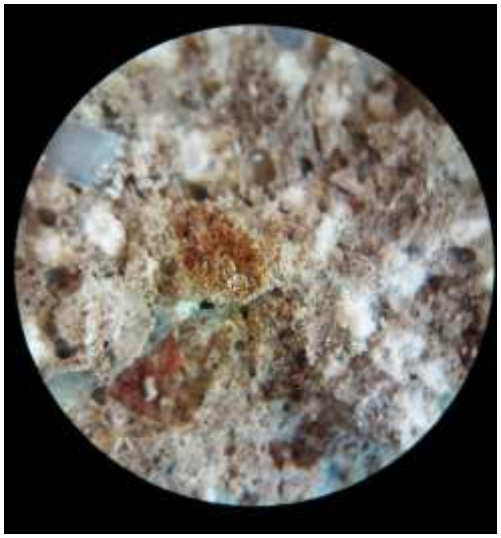
P4 numunesi (2)



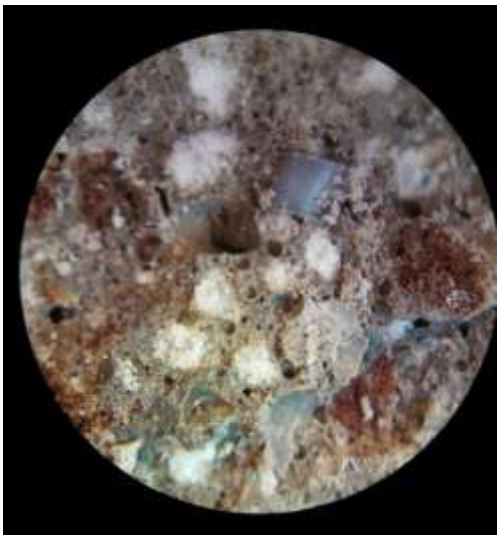
P5 numunesi (1)



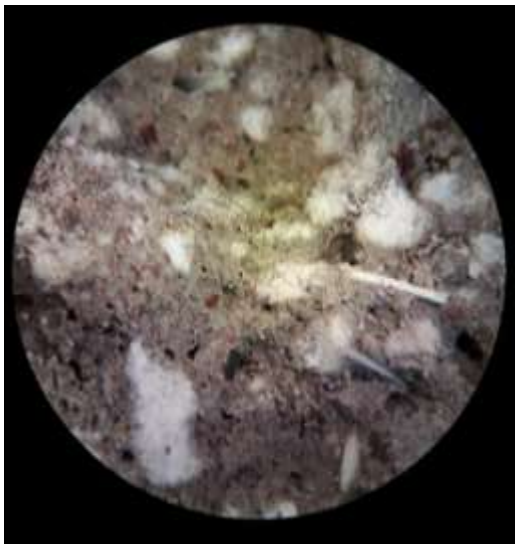
P5 numunesi (2)



P6 numunesi (1)



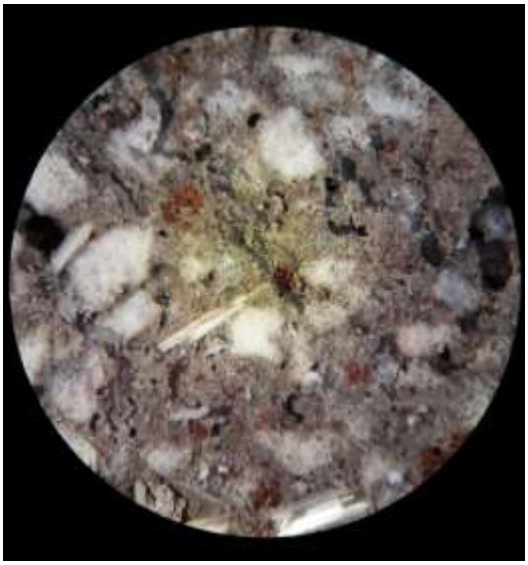
P6 numunesi (2)



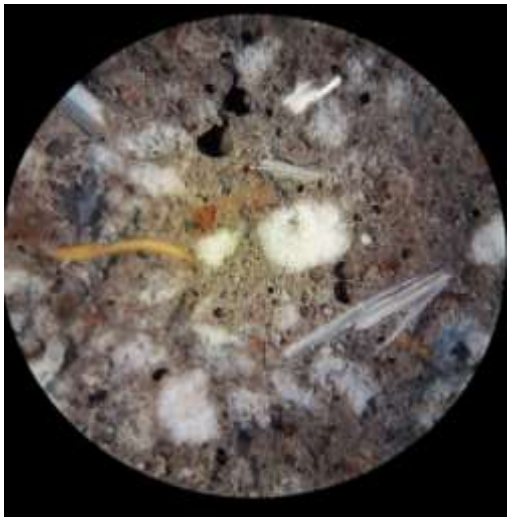
P7 numunesi (1)



P7 numunesi (2)



P8 numunesi (2)



P8 numunesi (1)

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Son yıllarda dünyadaki çeşitli betonarme yapılarda meydana gelen deprem gibi doğal afetler ve diğer yıpratıcı hususlar nedeniyle hızlı hasar oluşumu önemli bir sorun haline gelmiştir. Bundan dolayı özellikle aktif ortamlarda bulunan betonarme yapılarda betonun dayanıklılığı (durabilite) önemli bir yeri vardır. Betonda hasara neden olabilecek birçok etken ve meydana gelen zarar çok çeşitli yöntemlerle incelenmektedir. Betonun dayanıklılık özelliklerini polimerlerle zenginleştirilmesi tüm dünyada giderek ilgi uyandırmaktadır. Çağımızda en yaygın kullanılan yapı malzemesi olan beton: çimento, agrega, mineral ve kimyasal katkı maddelerinin karışımından oluşan kompleks bir yapıya sahiptir.

Betonun yapısal özellikleri çimento, su ve diğer karışım malzemeleri arasında gerçekleşen kimyasal reaksiyonlara bağlıdır. Bu maddelerin kullanılmasındaki amaç betonun istenmeyen özelliklerini ortadan kaldırmak, kullanım amacına uygun yeni özellikler kazandırmaktır. Tablo 2'den yararlanarak betonun sismik, yoğunluk, ısı iletkenlik, akustik empedans, basınç dayanım ve kapilerite değerlerine bakılarak uyumun yüksek olduğu polimerlerin ilavesi sağlanabilir. İstenilen özellikleri sağlayan betonlar oluşturularak bu yapısal özelliklerin kullanım alanları genişletilir ve yaygınlaştırılabilir.

6. ÖNERİLER

Kompozit malzemeler piyasada hali hazırda satılan yapı malzemelerine kıyasla yapısal uyumluluğunun fazla olması, dayanımlarının yüksek olması, bileşenlerinde mevcut olmayan özelliği tek başına sağlamaları gibi özelliklerine bakılarak diğer sektörlere de öncülük edebilir ve daha çok tercih edilebilir.

KAYNAKLAR

Arslan, S., & Erbaş, M. (2014). Selüloz ve Selüloz Türevi Diyet Liflerin Özellikleri ve Fırın Ürünlerinde Kullanım İmkanları. *Gıda*, *39*(4), 243-250.

Ataşimşek, S., 2006. Plastik ve Metal Kalıpçılık Teknikleri. Birsen Yayınevi, İstanbul, 448 s.

Aykul, H., Erdin, M. E., Üye, A. Ö., & Kılıçarslan, A. Gazi Başar Kocabaş tarafından hazırlanan "Cam Elyaf Takviyeli PA 6.6'nın Enjeksiyon Prosesinin Simülasyon Yoluyla Analizi" adlı tez çalışması* 7 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği/ile Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans/-DoktoraAezi olarak kabul edilmiştir.

Azizi, S. (2007). *Perlit Katkılı Hafif Betonların Mekanik Özellikleri ve Isı Yalıtımı* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Bilim, C. Alkali ile Aktive Edilmiş Cüruf Harçlarının Yangın Direnci. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *31*(2), 67-76.

Braun, D., 1999 Identification of Plastics.

Cengiz, Ö. Z. E. L., & Bircan, İ. R. E. N. Polimer Betonlarda Gazbeton Atıklarının Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Teknik Bilimler Dergisi*, *6*(2).

Kaya, F., 2005. Ana Hatlarıyla Plastikler ve Katkı Maddeleri. Birsen Yayınevi, İstanbul, 294 s.

Kordkheili, HY, Shehni, SE ve Niyatzade, G. (2015). Karbon nanotüpün doğal elyaf / cam elyaf / çimento kompozitlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi. *Ormancılık araştırmaları dergisi* , *26* (1), 247-251.

Kurt, WW (1975). *ABD Patenti No. 3,902,912* . Washington, DC: ABD Patent ve Ticari Marka Ofisi.

Ozansoy, O. (2005). *Buzdolaplarında Yeni Bir Uygulama Kapı İçi Kapı Tasarımı* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü) İstanbul Teknik Üniversitesi.

Özbek, E., Durmuş, S., & Şöhret, Y. Elektrik Motorlu ve Yüksek Faydalı Yük Oranlı Mikro Sınıfı Bir İHA Tasarımı, Üretimi ve Testleri. *Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi*, *1*(2), 80-91.

Özkan, A., Şişik, N., & Öztürk, U. (2016). Kompozit Malzemelerin Ağız, Yüz, Çene Cerrahisinde Kullanımı ve Malzeme Uygunluklarının Belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *4*(1).

Öztürk, M. (2013). *Polimerle modifiye edilmiş hafif betonun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması* (Doctoral dissertation, Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü).

Sönmez, M. (2009). *Polimer Matrisli Kompozitlerin Endüstri Ürünleri Tasarımında Önemi ve Geleceği: Türkiye'den Dört Örnek Firma Üzerine Bir İnceleme* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü) İstanbul Teknik Üniversitesi.

Ünsal, A., & Şen, H. (2008). Beton ve beton malzemeleri laboratuvar deneyleri. *TC Ulaştırma Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü*.

GÖRME ENGELLİ BİREYLER İÇİN ÇARPIM TABLOSU ÜZERİNDE DOĞRU ORANTI SORUSU ÇÖZME

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: MAHİR KUZEY AKCAN

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: Ceylin KORKMAZ

İZMİR
2021

Özet

Bu projede, görme engelli öğrencilerin “Doğru Orantı” konusunu çarpım tablosu kullanarak kolaylıkla kavrayabilmelerini sağlayacak eğitici bir materyalin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Görme engelli bireylerin çarpım tablosunu kavrayıp üzerinde işlemler yapabilmeleri amacıyla tasarlanan materyalinin yapım basamakları şu şekildedir:

Uygun boyutlarda bir karton alınmış, bu kartonun üzerine ince tahta çubuklarla 10x10 luk bir çarpım tablosu oluşturulmuştur. Daha sonra bu tablonun en üstüne ve en soluna çarpılacak sayıları yerleştirmek için daha kalın bir karton kullanılarak bir satır ve bir sütun eklenmiştir. Görme engelli bireylerin daha rahat algılayabilmeleri için satırda kullanılan kartonun yüzeyi daha tırtıklı sütunda kullanılan kartonun yüzeyi daha düz bir yüzey olarak seçilmiştir. Daha sonra rakamlar Braille alfabesi kullanılarak çarpım tablosuna yerleştirilmiştir. Çarpım tablosunda sayıların çarpımına hatasız biçimde ulaşılabilmesi için satır ve sütunları belirginleştirmek için karıştırma çubukları kullanılmıştır. Çubuklar düzgün ve hiza takip edilerek yapıştırılmış, böylece zeminden daha yüksek, görme engelli bireylerin dokunarak hissedebilecekleri ve elleriyle doğru olarak takip edebilecekleri yollar oluşturulmuştur. Çarpım tablosunda iki sayının çarpımının ne olduğunu tespit edebilmek için sayının birini en üstteki satırdan, diğer sayıyı da en soldaki sütundan Braille alfabesi yardımıyla belirledikten sonra, karıştırma çubukları elle takip edilir. Bir elle en üstteki satırdan aşağıya dik bir şekilde, bir elle de en soldaki sütundan sağa doğru ilerleyerek eller kesiştirilir. Kesişen bölgedeki sayı iki sayının çarpımıdır.

Hazırladığımız bu çarpım tablosu yardımıyla Doğru Orantı sorularını çözerken Görme Engelli bireyler daha kolay sonuca ulaşabilirler.

Yapılan materyal hakkında dönüt almak için gidilen Görme Engelliler Okulu’ndaki matematik öğretmenimizle materyal kullanımı hakkında yapılan çalışma sonucunda görme engelli öğrencilerin Doğru Orantı konusu için uygun olduğu belirlendi.

Anahtar kelimeler: Görme engelli bireyler, Çarpım tablosu, Doğru orantı, Braille alfabesi

Amaç

Bu projede, görme engelli öğrencilerin matematik derslerinde kullanabilecekleri “Doğru Orantı” konusunu çarpım tablosu kullanarak kolaylıkla kavrayabilmelerini sağlayacak eğitici bir materyalin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

1. GİRİŞ

Görme engellilik doğuştan olabildiği gibi sonradan da ortaya çıkabilecek bir durumdur. Görme engelli bireyler görme problemlerinden dolayı konuşma ve dinleme becerilerini daha fazla kullanmaktadır. Bu engele sahip olan bireyler, herhangi bir engeli bulunmayan kişilerin aksine hayatlarının her döneminde daha fazla problemle karşılaşmaktadırlar. Görme engelli bir birey, engel düzeyine göre temel ihtiyaçları da dahil akla gelebilecek her konuda bir başkasının yardımına muhtaç durumda olabilmektedir.

Eğitim hayatı açısından değerlendirildiğinde, özellikle okul hayatlarındaki soyut dersler büyük sorun yaratmaktadır. Görme engelli bireyler için özel nitelikte denilebilecek okullar dünyanın her yerinde olduğu gibi tabii ki ülkemizde de bulunmaktadır, ancak kıyaslama yapılamayacak kadar büyük farklarla.Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yapılan sınavlarda, görme engelli adayların, matematik sorularında zaman kaybına uğramaktan şikayetçi oldukları

bilinmektedir. Zira, görme engelliler, sınavlara yanlarında birer okuyucu ile katıldıkları için sorular anlaşılana dek epey zaman geçmektedir. Ülkemizde görme engelli bireylerin gittikleri okullarda uygulanan eğitimin niteliği ve kullanılan materyaller oldukça kısıtlı ve yetersizdir. Özellikle de matematik dersi bakımından ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır. Tablet adı verilen bir yazı aracı ile eğitim verilmeye çalışılmaktadır ki bu araçla öğrencilere matematik konularını kavratmak mümkün değildir. Zaten hiçbir ülkede de böyle bir yönteme başvurulmadığı görülmektedir. Çünkü tabletle yazı yazan görme engelli öğrenci, aynı anda yazdığı yazıyı kontrol edememektedir. Soyut olan matematikte bir problemi çözerken sürekli olarak sayıları ve işlemleri görmek, aynı zamanda kontrol etmek gerekir.

Görme engellilerin gittiği özel nitelikteki okullarda; Braille daktiloları, matematik taşları, matematik kasaları, abaküsler ve çeşitli geometri çizim araçları kullanılmaktadır. Bu materyaller maalesef çok az sayıdadır ve var olanlar da çok işe yaramamaktadır. Bazı ülkelerde bu konuyla ilgili olarak yeni özel araçlar geliştirilmeye devam etmektedir. Görme engellilerin matematik sınavlarında yaşadıkları temel sorunlardan biri ikinci kişilerin yardımıyla sonuca ulaşmaya çalışmalarıdır. Bunun sonucu olarak da bu şahısların daha özverili olmaları gerekmektedir. Görme engelliler kendilerine zihinden çözülebilecek ya da mantık kullanarak cevaplandırılabilecek türden matematik soruları sorulması gerektiğini düşünmektedirler. Zira, bu şahısların bu yönde sınırsız talepleri olmuştur.

Bu projede, görme engelli bireyler için “Çarpım tablosu üzerinde Doğru Orantı sorusu çözme’’ konusu üzerinde durulmuştur. İki veya daha fazla oranın eşitliğine orantı denir. Orantıyı oluşturan iki çokluktan biri artarken diğeri de aynı oranda artıyor ya da biri azalırken diğeri de aynı oranda azalıyorsa bu iki çokluk doğru orantılıdır. (MEB, 2019).

Bilindiği gibi, çarpım tablosu çarpma işlemlerini en kolay ve en hızlı yoldan tanımlanabilmesi için kullanılan bir matematiksel tablodur. Temel matematik işlemlerinin en önemli parçası kabul edilir ve öğrenciler tarafından bilinmesi gereken en önemli tablodur.

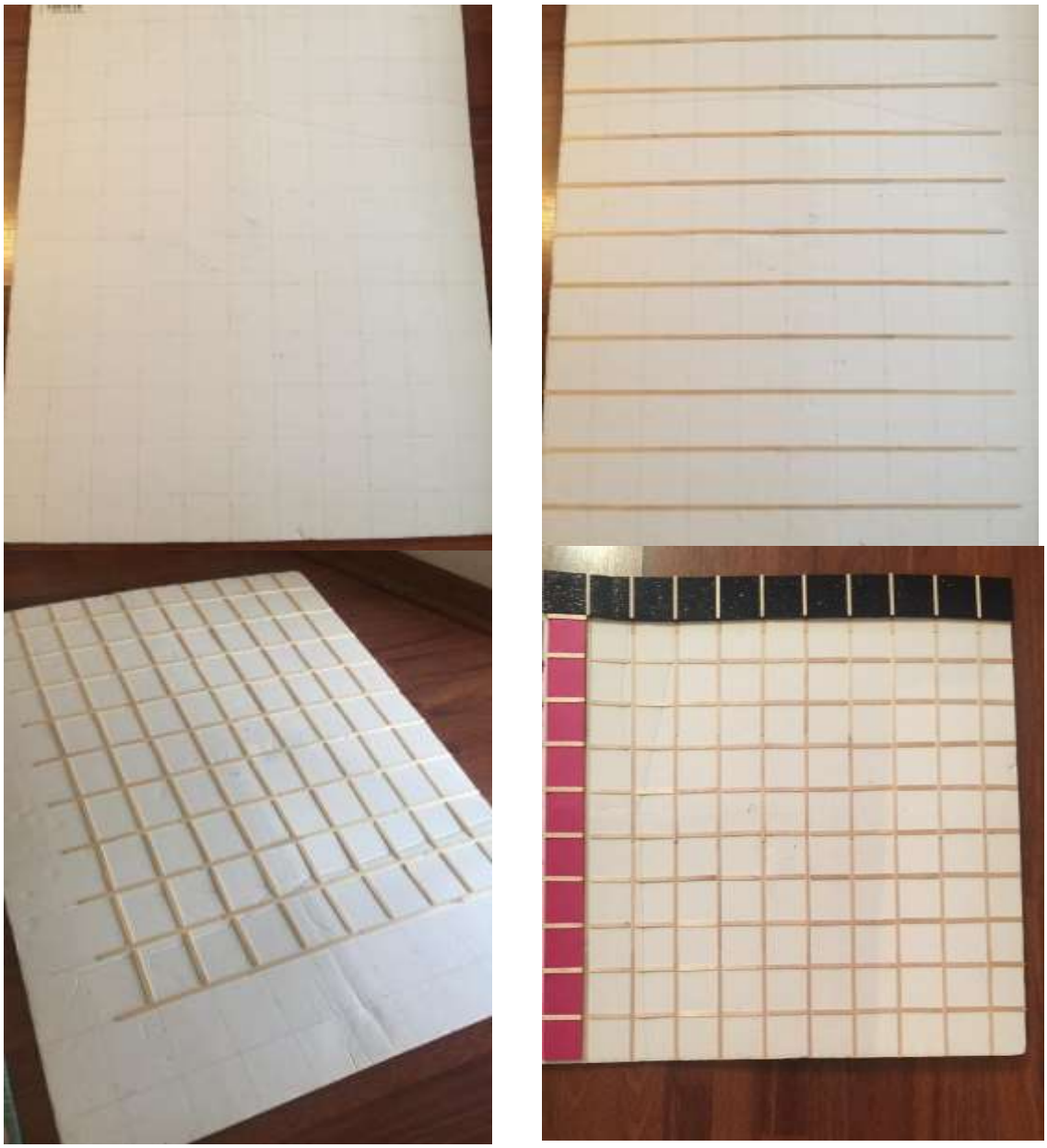
2. YÖNTEM

İlk olarak görme engelli bireylerin matematik derslerinde kullanmakta oldukları materyaller incelenmiş ve doğru orantı problemlerinin işlem gerekmeksizin kolayca çözümü üzerine odaklanan herhangi bir materyalin geliştirilmediği tespit edilmiştir.

Doğru Orantı Problemlerinin Kolay Çözüm Materyali Olarak Çarpım Tablosu Tahtasının Yapım Aşamaları

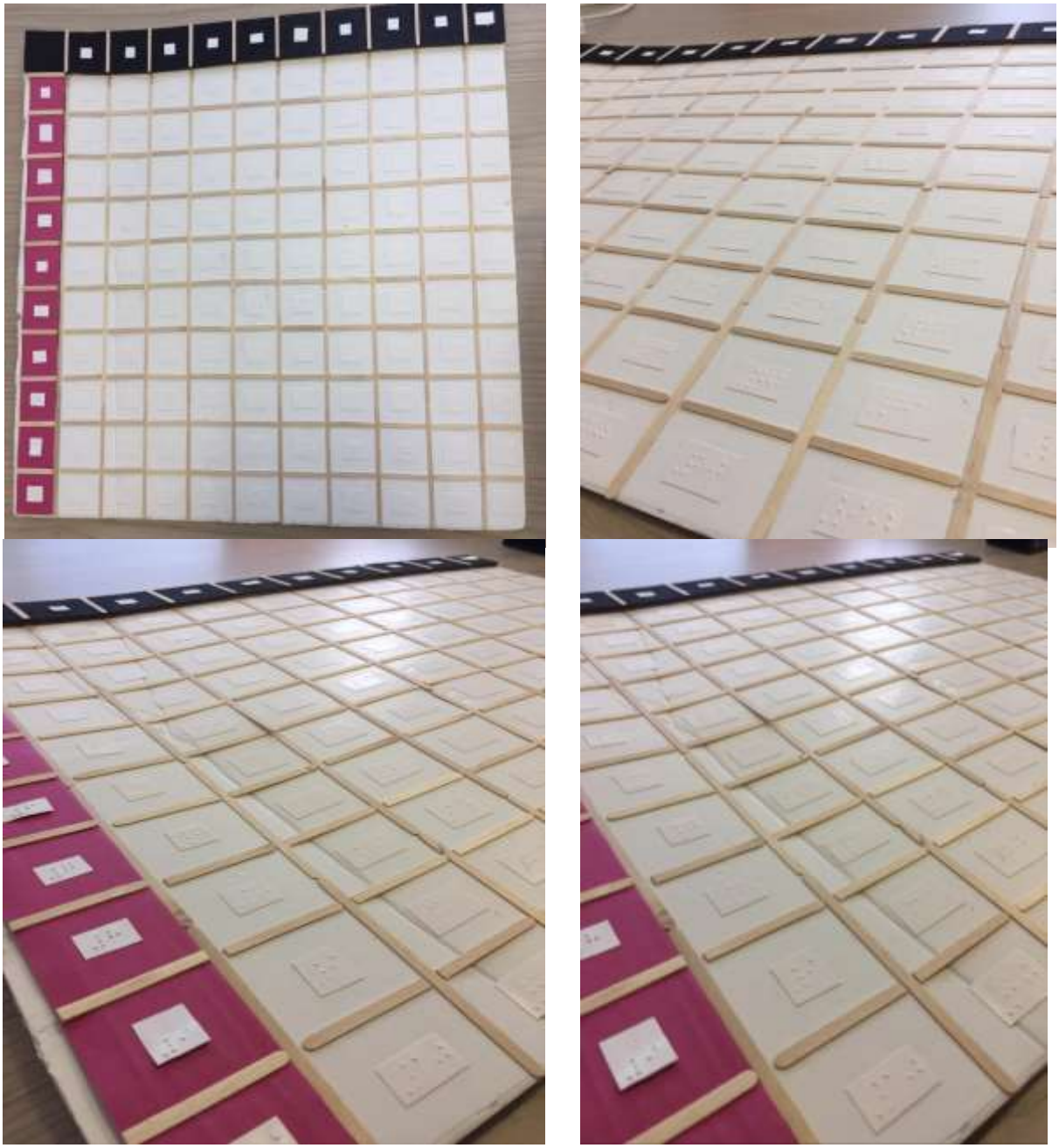
Projede geliştirilen çarpım tablosu materyalinin yapım basamakları şu şekildedir:

Uygun boyutlarda bir karton alınmış, bu kartonun üzerine ince tahta çubuklarla 10x10 luk bir çarpım tablosu oluşturulmuştur. Daha sonra bu tablonun en üstüne ve en soluna çarpılacak sayıları yerleştirmek için daha kalın bir karton kullanılarak bir satır ve bir sütun eklenmiştir. Görme engelli bireylerin bu satır ve sütunu daha rahat algılayabilmeleri için satırda kullanılan kartonun yüzeyi daha tırtıklı sütunda kullanılan kartonun yüzeyi daha düz bir yüzey olarak seçilmiştir.(Şekil 1).



Şekil 1.Çarpım tablosunun oluşturulması ve çarpılacak sayıların yazılacağı satır ve sütunun kalınlaştırılması

Daha sonra rakamlar Braille alfabesi (Ek 1) kullanılarak çarpım tablosuna yerleştirilmiştir. Çarpım tablosunda sayıların çarpımına hatasız biçimde ulaşılabilmesi için satır ve sütunları belirginleştirmek için karıştırma çubukları kullanılmıştır. Çubuklar düzgün ve hiza takip edilerek yapıştırılmış, böylece zeminden daha yüksek, görme engelli bireylerin dokunarak hissedebilecekleri ve elleriyle doğru olarak takip edebilecekleri yollar oluşturulmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Braille alfabesi ile rakamlar ve hatasız takip için kullanılan çubuklar

Çarpım tablosunda iki sayının çarpımının ne olduğunu tespit edebilmek için sayının birini en üstteki satırdan, diğer sayıyı da en soldaki sütundan Braille alfabesi yardımıyla belirledikten sonra, karıştırma çubukları elle takip edilir. Bir elle en üstteki satırdan aşağıya dik bir şekilde, bir elle de en soldaki sütundan sağa doğru ilerleyerek eller kesiştirilir. Kesişen bölgedeki sayı iki sayının çarpımıdır.

Hazırladığımız bu çarpım tablosu yardımıyla Doğru Orantı sorularını çözerken Görme Engelli bireyler daha kolay sonuca ulaşabilirler. Böylelikle akıldan işlem yapmak zorunda kalmazlar.

3. İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

AYLAR								
İşin Tanımı	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X	
Verilerin Toplanması ve Analizi				X	X	X	X	
Proje Raporu Yazımı							X	X

4. BULGULAR

Görme engelli bireylerin Çarpım Tablosu kullanarak Doğru Orantı sorularını daha kolay çözebilmeleri için verilebilecek iki örnek şu şekildedir:

Örnek 1: Eliz ve Sinem değişmeyen farklı hızlarla bisiklet sürüyorlar. Eliz'in saatteki hızı 6 kilometre, Sinem'in hızı ise 10 kilometredir. Eliz 21 km yol aldığı zaman, Sinem kaç km yol almış olacaktır?

Çözüm 1:

Bu gibi soruların çözümü için öğrencilerin materyalleri kullanırken sağ eliyle keçeli kısımdan 3 rakamını ve sol eliyle de karton kaplı kısımdan 2 rakamını bulup ikisini kesiştirdiğinde 6 rakamına ulaşacaktır. Bulduğu sayıyı kaybetmemek ve daha sonrasında hemen bulabilmek için bir raptiye takacaktır.

Aynı şekilde 10 sayısının da yerini belirlemek için sağ eliyle keçeli kısımdan 5 rakamını ve sol eliyle karton kaplı kısımdan 2 rakamını bulup ikisini kesiştirecektir ve bulduğu sayıya raptiye takacaktır.

Aynı şekilde 21 sayısının da yerini belirlemek için sağ eliyle keçeli kısımdan 3 rakamını ve sol eliyle karton kaplı kısımdan 7 rakamını bulup ikisini kesiştirecektir ve bulduğu sayıya raptiye takacaktır.

Bu 3 sayının yerini belirledikten sonra 21 sayısının bulunduğu satırla 10 sayısının bulunduğu sütun kesiştirildiğinde oluşacak dördüncü orantılı ortaya çıkmıştır. Oluşacak dört orantılı şu şekildedir (Tablo 2)

	3	5	
2	6	10	2
7	21	35	7
	3	5	

Tablo 2. Oluşan dörtlü orantı ve çarpanlarının gösterilmesi

Raptiyelerle yerleri belirlenen sayıların materyal üzerindeki görüntüsü şu şekildedir (Şekil 3).



Şekil 3. Raptiyelerle yerleri belirlenen sayıların materyal üzerindeki görüntüsü

Örnek 2: 18 kg elma 54 TL ise, 30 kg elma kaç TL'dir?

Çözüm 2:

Bu gibi soruların çözümü için öğrencilerin materyalleri kullanırken sağ eliyle keçeli kısımdan 3 rakamını ve sol eliyle de karton kaplı kısımdan 6 rakamını bulup ikisini kesiştirdiğinde 18 rakamına ulaşacaktır. Bulduğu sayıyı kaybetmemek ve daha sonrasında hemen bulabilmek için bir raptiye takacaktır.

Aynı şekilde 54 sayısının da yerini belirlemek için sağ eliyle keçeli kısımdan 9 rakamını ve sol eliyle karton kaplı kısımdan 6 rakamını bulup ikisini kesiştirecektir ve bulduğu sayıya raptiye takacaktır.

Aynı şekilde 30 sayısının da yerini belirlemek için sağ eliyle keçeli kısımdan 3 rakamını ve sol eliyle karton kaplı kısımdan 10 rakamını bulup ikisini kesiştirecektir ve bulduğu sayıya raptiye takacaktır.

Bu 3 sayının yerini belirledikten sonra 30 sayısının bulunduğu satırla 54 sayısının bulunduğu sütun kesiştirildiğinde oluşacak dördüncü orantılı ortaya çıkmıştır. Yani oluşan sayı 9.sütunla 10.satırın kesiştiği yerde oluşacaktır. Oluşacak dört orantılının şeması şu şekildedir.(Tablo 3)

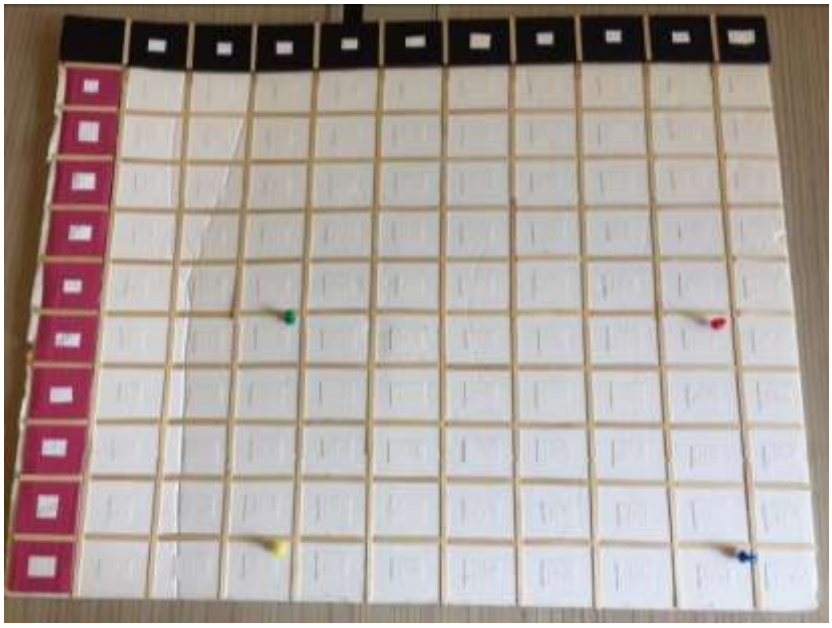
18	Sütun 3, satır 6
30	Sütun 3, satır 10

54	Sütun 9, satır 6
x	Sütun 9, satır 10

	3	9	
6	18	54	6
10	30	90	10
	3	9	

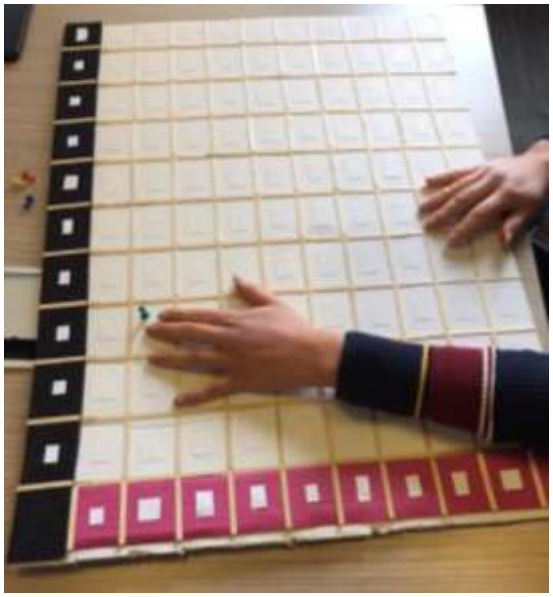
Tablo 3. Oluşan dörtlü orantı ve çarpanlarının gösterilmesi

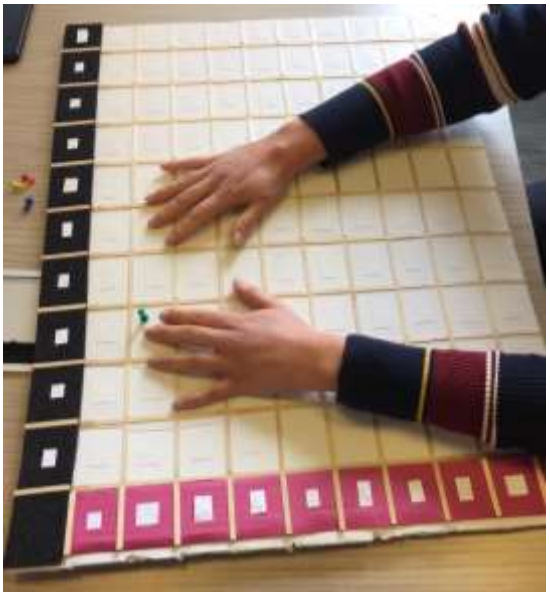
Raptiyelerle yerleri belirlenen sayıların materyal üzerindeki görüntüsü şu şekildedir (Şekil 4).

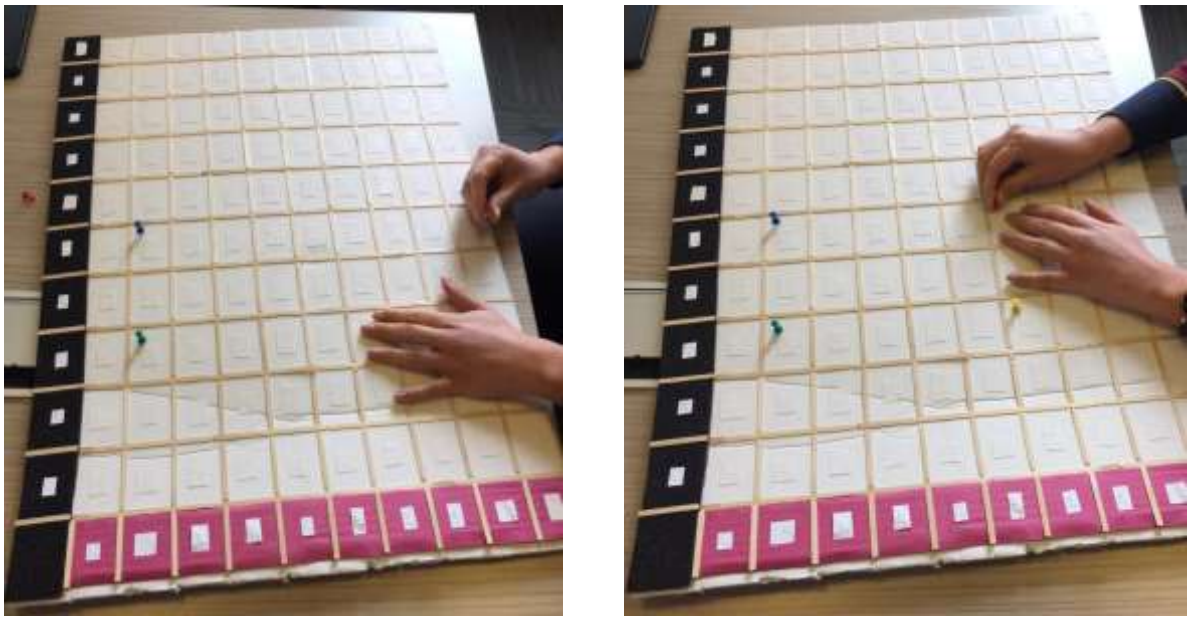


Şekil 4. Raptiyelerle yerleri belirlenen sayıların materyal üzerindeki görüntüsü

5. SONUÇ VE TARTIŞMA







Şekil 5: Görme engelliler okulunda yapılan çalışma

Yapılan materyalin kullanımı hakkında bilgi almak için ilçemizde bulunan bir Görme Engelliler Okulu'na gidildi. Görme engelli matematik öğretmenimizle materyal kullanımı hakkında yapılan çalışma sonucunda materyalin görme engelli öğrencilerin Doğru Orantı konusu için uygun olduğu belirlendi. Materyalin yapım maliyetinin uygun olması birçok sınıf için yapılmasını uygun kılmaktadır.

Fakat çarpım tablosunun karıştırma çubukları ve Braille alfabesi ile yazılan sayıların sık sık yenilenmesi ihtiyacı, tahtanın görme engelli bireylerin okullarında kullanılması kararı alınması durumunda devlet desteğiyle daha kaliteli malzemeler ile oluşturularak rahatlıkla giderilebilir.

6. ÖNERİLER

Hazırlanan çarpım tablosu görme engelli bireylerin doğru orantı soruları ile çalışmasını mümkün hale getirdiği için Veri analizi konusunda Doğru orantı ile Daire grafiği hesaplamaları üzerine de çalışmak mümkündür. Çarpım tablosuna sesli bir sistem eklenerek de geliştirilip kullanılabilir.

KAYNAKLAR

Köseler, H. (2019).Braille alfabesi nedir? Önemi ve tarihçesi. Erişim tarihi: 18.01.2021. Erişim adresi:https://engellilerdostu.com/braille-alfabesi-nedir-onemi-ve-tarihcesi/

MEB (2019). Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Matematik 7. Sınıf Ders Kitabı. Ankara, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı

ÜÇGENSEL SAYI DİZİSİ İLE YENİ BİR ŞİFRELEME YÖNTEMİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: ALİ HALİM SEZEN
ADAR DOĞAN

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: Ceylin KORKMAZ

İZMİR
2021

Özet

Bu projenin amacı, Üçgensel sayı dizisi ve harflerin Türk alfabesindeki yerleri kullanarak emniyetli ve çözülmesi zor bir yeni şifreleme sistemi oluşturmaktır.
i. Öncelikle Üçgensel sayı dizileri üzerine bir araştırma yapılmıştır.

n. Üçgensel Sayının formülü şöyledir:

$$Ü_n = \sum_{k=1}^{n} k=1+2+3+.....+(n-1)+n=\frac{n.(n+1)}{2}$$

ii. Şifrelenecek kelime ya da cümlenin harf sayısı Üçgensel sayı dizisinin „ $\frac{n.(n+1)}{2}$ ”genel formülünde n yerine yazılıp sonuç belirlenmiştir.

iii. Ortaya çıkan sayının karekökünün değeri bulunmuştur.

iv. Belirlenen yaklaşık değerin ondalık kısmındaki sayılar sırasıyla metne harflerle eşleşecek şekilde yerleştirilir. Eğer sayının karekökü tamsayı ise bu sayıya en yakın Üçgensel sayının karekökü kullanılır.

v.Harflerle eşleştirilerek yerleştirilen sayılarla, bu harflerin Türk alfabesindeki harf sırasına denk gelen değeri çarpılır.

vi. Çıkan sayı 29'dan büyükse sayı 29'a bölünüp kalan sayı belirlenir. Harfler bu bulduğumuz kalan değerleri kadar Türk alfabesindeki yerinden itibaren ötelenir ve şifrelenmiş harf belirlenmiş olur.

Projede bulunan yeni şifreleme tekniğinde Üçgensel sayı dizisinin kullanılması ve bu bulunan sayıların oldukça büyük sayılar çıkması tekniğin çözülmesini zorlaştırmaktadır. Bu şifreleme tekniğini güvenilir yapan en önemli özellik, şifreleme sonucu elde edilen kalanların çeşitliliğidir. Böylece şifreyi çözmeye çalışan bir kişi kesin ve net bir sonuca ulaşamayacağı için şifreyi kırmak zorlaşacaktır.

Anahtar Kelimeler: Şifreleme, Kriptoloji, Üçgensel sayı dizisi, Alfabe

Amaç

Bu projenin amacı, Üçgensel sayı dizisi ve harflerin Türk alfabesindeki yerleri kullanarak emniyetli ve çözülmesi zor bir yeni şifreleme sistemi oluşturmaktır.

1. GİRİŞ

Bu projede, yazılacak kelimenin ya da cümlenin harf sayısının,Üçgensel sayı dizisinin genelformülünde $n$yerine yazılması sonucunda ortaya çıkan sayılara dayanan bir şifreleme tekniği oluşturulmuştur.

Projeye konu olan hipotez "Bir cümle, kelime veya paragrafın Üçgensel sayı dizisinin genelformülüne dayanarak daha önce var olmayan bir şifreleme tekniği ile şifrelenebilmesi"dir.

Kriptografi, Yunancada gizli-saklı anlamına gelen ''kryptos'' sözcüğü ile yazmak anlamına gelen ''graphien'' sözcüklerinden türetilmiştir. Kriptografi, gizlilik, kimlik denetimi, bütünlük gibi bilgi güvenliği kavramlarını sağlamak için çalışan matematiksel yöntemler bütünüdür. Kısaca, anlaşılır bir mesajı anlaşılmaz hale dönüştürme ve anlaşılmaz mesajı tekrar anlaşılır hale geri dönüştürme işlemidir (Yeşilbaş, 2016).

Kriptolojide temel olarak şifreleme ve deşifreleme uygulamaları mevcuttur. Şifreleme, bilgiyi birtakım matematiksel işlemleri kullanarak veya bilgiyi belli bir algoritmaya göre yer değiştirme işlemi yaparak karmaşık hale getirerek gerçekleştirmedir. Deşifreleme ise karmaşık hale getirilen mesajı birtakım matematik algoritmaları kullanarak anlamlı hale getirmektir(Erol, 2015).

Kriptolojinin özellikle matematik biliminde yer aldığı ve ayrıca çalışma alanının kriptografiyi ve kriptoanalizi kapsadığı yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Bu araştırma sonuçlarına göre, kriptolojinin iki ana kolu olan kriptografi ve kriptoanaliz başlıklarının anlamlarını açmak gerekmektedir. Kriptografi (şifreleme) işlemi, veriyi anlamsız hale getirme-dönüştürme, veri üzerinde saptanamayan değişimi engelleme ya da verinin yetkisiz kişilerin kullanımından koruma maksatlı yapılmaktadır. Bu haliyle kriptografi, verinin şifrelenmesi ve sonrasında tekrardan orijinal haline dönüştürülmesi konusuyla ilgilenmiştir.

Kriptografinin tarihte görüldüğü ilk belirgin örnek olarak Julius Caesar'ın MÖ 60-50 yıllarında roma alfabesindeki harflerin yerini değiştirerek oluşturduğu şifreleme yöntemini devlet haberleşmesinde kullanması örnek gösterilir. Bu yöntem şifrelenecek olan metindeki her harfin alfabede kendisinden 3 sonraki harfle değiştirilmesine dayanmaktadır(Aydoğan, 2014).

Mevcut şifreleme yöntemlerinin ileri teknoloji ile kolay çözülür hale gelmesi, farklı şifreleme teknikleri oluşturma gerekliliği getirmiştir.Bu bağlamda bu çalışmada harflerin alfabedeki yerleri doğrultusunda Üçgensel sayı dizisinin genel formülü kullanılarak yeni bir teknik oluşturulmuştur. Buradaki amaç emniyetli ve kırılması zor bir yöntem geliştirmektir. Bu yöntemde Üçgensel sayı dizisi kullanılarak her kelime veya metin için elde edilen farklı sayısalsonuçlardan yararlanılmıştır.

2. YÖNTEM

Şifreleme sistemini oluştururken izlenen işlem basamakları şu şekildedir:

i. Öncelikle Üçgensel sayı dizileri üzerine bir araştırma yapılmıştır.Bir Üçgensel Sayı, 1'den *n*'ye kadar olan *n* doğal sayının toplamıdır. Bu sayılara üçgensel denmesinin sebebi, bir üçgen şeklinde dizilebilecek eşit çaplı topların sayılarına karşılık gelmeleridir.

n. Üçgensel Sayının formülü şöyledir:

$$\ddot{U}_n = \sum_{k=1}^{n} k = 1+2+3+.....+(n-1)+n = \frac{n.(n+1)}{2}$$

İlk 20 Üçgensel Sayı şunlardır: 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28, 36, 45, 55, 66, 78, 91, 105, 120, 136, 153, 171, 190 ve 210(Hesaptar ve ark., 2020).

ii. Bu şifreleme tekniğini oluşturmak amacıyla, öncelikle şifrelenecek kelime yada cümle belirlenmiştir. Belirlenen kelime ya da cümlenin harf sayısıÜçgensel sayı dizisinin „ $\frac{n.(n+1)}{2}$ „genel formülünde n yerine yazılıp sonuç belirlenmiştir.

iii. Ortaya çıkan sayının karekökünün değeri aşağıda belirtilen ''1'den 100'e kadar olan sayıların kareköklerinin yaklaşıkdeğerleri'' nin bulunduğu tablo 1'e göre belirlenir.

√1	1	√2	1.4142135623730951	√3	1.7320508075688772
√4	2	√5	2.23606797749979	√6	2.449489742783178
√7	2.6457513110645907	√8	2.8284271247461903	√9	3
√10	3.1622776601683795	√11	3.3166247903554	√12	3.4641016151377544
√13	3.605551275463989	√14	3.7416573867739413	√15	3.872983346207417
√16	4	√17	4.123105625617661	√18	4.242640687119285
√19	4.358898943540674	√20	4.47213595499958	√21	4.58257569495584
√22	4.69041575982343	√23	4.795831523312719	√24	4.898979485566356
√25	5	√26	5.0990195135927845	√27	5.196152422706632
√28	5.291502622129181	√29	5.385164807134504	√30	5.477225575051661
√31	5.5677643628300215	√32	5.656854249492381	√33	5.744562646538029
√34	5.830951894845301	√35	5.916079783099616	√36	6
√37	6.082762530298219	√38	6.164414002968976	√39	6.244997998398398
√40	6.324555320336759	√41	6.4031242374328485	√42	6.48074069840786
√43	6.557438524302	√44	6.6332495807108	√45	6.708203932499369
√46	6.782329983125268	√47	6.855654600401044	√48	6.928203230275509
√49	7	√50	7.0710678118654755	√51	7.14142842854285

$\sqrt{52}$	7.211102550927978	$\sqrt{53}$	7.280109889280518	$\sqrt{54}$	7.3484692283495345
$\sqrt{55}$	7.416198487095663	$\sqrt{56}$	7.483314773547883	$\sqrt{57}$	7.54983443527075
$\sqrt{58}$	7.615773105863909	$\sqrt{59}$	7.681145747868608	$\sqrt{60}$	7.745966692414834
$\sqrt{61}$	7.810249675906654	$\sqrt{62}$	7.874007874011811	$\sqrt{63}$	7.937253933193772
$\sqrt{64}$	8	$\sqrt{65}$	8.06225774829855	$\sqrt{66}$	8.12403840463596
$\sqrt{67}$	8.18535277187245	$\sqrt{68}$	8.246211251235321	$\sqrt{69}$	8.306623862918075
$\sqrt{70}$	8.366600265340756	$\sqrt{71}$	8.426149773176359	$\sqrt{72}$	8.48528137423857
$\sqrt{73}$	8.54400374531753	$\sqrt{74}$	8.602325267042627	$\sqrt{75}$	8.660254037844387
$\sqrt{76}$	8.717797887081348	$\sqrt{77}$	8.774964387392123	$\sqrt{78}$	8.831760866327848
$\sqrt{79}$	8.888194417315589	$\sqrt{80}$	8.94427190999916	$\sqrt{81}$	9
$\sqrt{82}$	9.055385138137417	$\sqrt{83}$	9.1104335791443	$\sqrt{84}$	9.16515138991168
$\sqrt{85}$	9.219544457292887	$\sqrt{86}$	9.273618495495704	$\sqrt{87}$	9.327379053088816
$\sqrt{88}$	9.38083151964686	$\sqrt{89}$	9.433981132056603	$\sqrt{90}$	9.486832980505138
$\sqrt{91}$	9.539392014169456	$\sqrt{92}$	9.591663046625438	$\sqrt{93}$	9.643650760992955
$\sqrt{94}$	9.695359714832659	$\sqrt{95}$	9.746794344808963	$\sqrt{96}$	9.797958971132712
$\sqrt{97}$	9.848857801796104	$\sqrt{98}$	9.899494936611665	$\sqrt{99}$	9.9498743710662
$\sqrt{100}$	10				

Tablo 1. 1'den 100'e kadar olan sayıların kareköklerinin yaklaşık değerleri

iv. Belirlenen yaklaşık değerinondalık kısmındaki sayılar sırasıyla metne harflerle eşleşecek şekilde yerleştirilir. Eğer sayının karekökü tamsayı ise bu sayıya en yakın Üçgensel sayının karekökü kullanılır.

v.Harflerle eşleştirilerek yerleştirilen sayılarla, bu harflerin Türk alfabesindeki harf sırasına denk gelen değeri çarpılır.Türk alfabesindeki harf sırası ve değerleri aşağıdaki tablo 2'de belirtilmiştir.

A	B	C	Ç	D	E	F	G	Ğ	H	I	İ	J	K	L	M	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
O	Ö	P	R	S	Ş	T	U	Ü	V	Y	Z					
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29					

Tablo 2. Türk alfabesindeki harf sırası

vi. Çıkan sayı 29'dan büyükse sayı 29'a bölünüp kalan sayı belirlenir. Harfler bu bulduğumuz kalan değerleri kadar Türk alfabesindeki yerinden itibaren ötelenir ve şifrelenmiş harf belirlenmiş olur.

Örneğin kullanıcı Tablo 3' deki ''PANDEMİ'' kelimesini şifrelemek istesin.

P	A	N	D	E	M	İ

Tablo 3. Şifrelenecek metin

Bu durumda''PANDEMİ'' kelimesini şifrelemek için izlenecek adımlar şu şekildedir:

1.ADIM:
Öncelikle kelimemiz 7 harfli olduğu için $\frac{n.(n+1)}{2}$ formülünde *n* yerine 7 yazılır ve sonuç $\frac{7.(7+1)}{2}=28$ olarak bulunur.

2.ADIM:
Daha sonra bulunan 28 sayısının karekökünün yaklaşık değeri Tablo 1'e göre $\sqrt{28}=5,291502622129181$ olarak belirlenir.
Kelimemiz 7 harfli olduğu için Yaklaşık değerinin ondalık kısmının ilk 7 rakamı kelimenin harfleri ile sırasıyla eşleştirilir. (şekil 1)

P	A	N	D	E	M	İ
2	9	1	5	0	2	6

Şekil 1

3.ADIM:
Harflerle eşleştirilerek yerleştirilen sayılarla, bu harflerin Türk alfabesindeki harf sırasına denk gelen değeri çarpılır.
Çıkan sayı 29'dan büyükse sayı 29'a bölünüp kalan sayı belirlenir. (şekil 2)

P 20.2=40	A 1.9=9	N 17.1=17	D 5.5=25	E 0.6=0	M 16.2=32	İ 12.6=72
40'ın 29'a bölümünden kalan 11'dir.	29'dan küçük olduğu için kalan 9'dur.	29'dan küçük olduğu için kalan 17'dir.	29'dan küçük olduğu için kalan 25'dir.	29'dan küçük olduğu için kalan 0'dır.	32'nin 29'a bölümünden kalan 3'tür.	72'nin 29'a bölümünden kalan 14'tür.

Şekil 2

4.ADIM:
Harfler bu bulduğumuz kalan değerleri kadar Türk alfabesindeki yerinden itibaren ötelenir ve şifrelenmiş harf belirlenmiş olur.(şekil 3)

P	A	N	D	E	M	İ
20.2=40 40'ın 29'a bölümünden kalan 11'dir.	1.9=9 29'dan küçük olduğu için kalan 9'dur.	17.1=17 29'dan küçük olduğu için kalan 17'dir.	5.5=25 29'dan küçük olduğu için kalan 25'dir.	0.6=0 29'dan küçük olduğu için kalan 0'dır.Harf aynen kalır.	16.2=32 32'nin 29'a bölümünden kalan 3'tür.	12.6=72 72'nin 29'a bölümünden kalan 14'tür.
B	**H**	**D**	**A**	**E**	**Ö**	**Ü**

Şekil 3. Şifrelenmiş metin

Bu durumda 'PANDEMİ'' kelimesinin şifrelenmiş hali "BHDAEÖÜ" olur.

3. PROJE İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

	AYLAR							
İşin Tanımı	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X	
Verilerin Toplanması ve Analizi				X	X	X	X	
Proje Raporu Yazımı							X	X

4. BULGULAR

Önerilen yöntem kullanılarak "HAYAT GÜZELDİR'' cümlesinin şifrelenmesi şu şekildedir:

Öncelikle şifrelenecek cümle Tablo5' deki gibi yazılır.

H	A	Y	A	T			
G	Ü	Z	E	L	D	İ	R

Tablo 5. Şifrelenecek cümle

Belirlenen cümlenin harf sayısı Üçgensel sayı dizisinin

„ $\frac{n.(n+1)}{2}$ ”genel formülünde n yerine yazılıp sonuç belirlenmiştir.Ortaya çıkan sayının karekökünün değeribelirlenir.Belirlenen yaklaşık değerin ondalık kısmındaki sayılar sırasıyla metne harflerle eşleşecek şekilde yerleştirilir.Harflerle eşleştirilerek yerleştirilen sayılarla, bu harflerin Türk alfabesindeki harf sırasına denk gelen değeri çarpılır(Şekil 4).

H→50	A→3	Y→252	A→3	T→216			
G→16	Ü→0	Z→29	E→24	L→15	D→30	İ→108	R→84

Şekil 4

Çıkan sayı 29'dan büyükse sayı 29'a bölünüp kalan sayı belirlenir. Harfler bu bulduğumuz kalan değerleri kadar Türk alfabesindeki yerinden itibaren ötelenir ve şifrelenmiş harf belirlenmiş olur (Şekil 5).

H→B	A→Ç	Y→Ö	A→Ç	T→G			
G→T	Ü→Ü	Z→Z	E→A	L→A	D→E	İ→Ç	R→O

Şekil 5. Şifrelenmiş cümle

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Projede bulunan yeni şifreleme tekniğinde Üçgensel sayı dizisinin kullanılması ve bu bulunan sayıların oldukça büyük sayılar çıkması tekniğin çözülmesini zorlaştırmaktadır. Bu şifreleme tekniğini güvenilir yapan en önemli özellik, şifreleme sonucu elde edilen kalanların çeşitliliğidir.Böylece şifreyi çözmeye çalışan bir kişi kesin ve net bir sonuca ulaşamayacağı için şifreyi kırmak zorlaşacaktır.

6. ÖNERİLER

Projede üretilen şifreleme sistemini çözebilecek bir yöntem geliştirilebilir. Bu yöntemdedeşifreleme işleminin, şifreyi çözümlemek isteyenlerebir anahtar aracılığı ile-başta oluşturulan kelimenin bir kısmı iletilerek-gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Aydoğan, M. (2014). Adli bilişimde görüntü üzerine kriptografi uygulamaları/Cryptographyapplications on theimage in digitalforensics. Erişim tarihi:13.01.2021. Erişim Adresi: https://openaccess.firat.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11508/17628/372983.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Erol, R. (2015). Kriptoloji Kullanımının Fonksiyon Kavramının Anlaşılmasına Etkisi.Erişim tarihi: 13.01.2021. Erişim Adresi: http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11655/1750/c98ce411-e01c-4bd4-abfe-61982536e45d.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hesaptar, Y., Deniz, B., & Yılmaz, N. (2020).Fibonacci Sayılarında Gizli Üçgensel Sayılar. Bilim Armonisi, 3(1), 25-35.doi.org/10.37215/bilar.633484

Msxlabs.org. Erişim Tarihi:13.01.2021. Erişim Adresi: https://www.msxlabs.org/forum/matematik/275167-karekok-bulma.html

Yeşilbaş, E. Cebirsel kriptoloji yöntemleri ve bazı uygulamaları. Diss. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Matematik Anabilim Dalı, 2016. Erişim tarihi: 13.01.2021. Erişim Adresi: http://acikerisim.erdogan.edu.tr/xmlui/handle/11436/290

GEÇMİŞE ARALANAN KAPI; SANAL GERÇEKLİKLE ZİGGURATLARIN GİZEMİNİ ÇÖZMEYE HAZIR MISIN?

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: BEREN SARI

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: ÖZLEM CERLET

İZMİR
2021

ÖZET

Kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesinde veya oluşmasında öğrenenlerin görsel ve işitsel kanallarına hitap eden somut öğretim materyalleri oldukça etkilidir. COVID-19 salgını nedeni ile geçilen acil uzaktan eğitim faaliyetlerinde öğretmenler materyal sınırlılığı nedeni ile derslerini kuramsal temeller ile yürütmektedirler. Uzaktan eğitimde derslerde öğrenci ve öğretmen etkileşimi, etkili öğretim materyalleri ile sağlanabilir. Çalışmada ortaokul düzeyinde verilen Sosyal bilgiler dersine öğrencilerin ilgisini ve motivasyonunu arttırmak için oyun temelli öğretim materyali geliştirilmiştir. Ortaokul öğrencileri arasında yaygın olarak kullanılan Minecraft platformunda tasarlanan bu materyal, öğrencilere üç boyutlu (3 B) gezebilecekleri sanal ortam sunmaktadır. Geliştirilen öğretim materyalinde yer alan anket soruları ile öğrenciler ''Sümer Uygarlığı'' konusunu tekrar ederek, öğrendiklerini pekiştirebilmektedir. Araştırma sonucuna geliştirilen öğretim materyalinin öğrencilerde kalıcı öğrenmeye katkı sağladığı görülmüştür. Bizlerde bu projeyi tercih ederken bu becerilerin geliştirilmesini ve öğrencilerin yeteneklerini ortaya koyarken yaptıkları hataları inceleyerek doğru sonuca giden adımı atmasını istedik. Örneklem grubumuz üzerinde yaptığımız oyun uygulaması sırasındaki gözlemler ve yaptığımız anket sonuçları bu düşünceyi, öğrencilerin iş birliği içinde olması, problem çözen, empatik düşünen oyun oynarken yeteneklerini gösterebilen, analitik düşünen, yaratıcı düşünme becerilerini geliştiren bireyler olmaları konusunda desteklemektedir. Çalışmanın Sosyal Bilgiler dersinde oyun temelli öğretim etkinliklerinin, materyallerinin geliştirilmesinde öğretmenlerde ve eğitsel içerik geliştiricilerinde farkındalığın arttıracağı öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Sosyal Bilgiler Dersi, Öğretim Materyali, Eğitsel Oyun, Minecraft, Sanal Gerçeklik.

AMAÇ

Değişen ve gelişen dünyada teknolojiye uyum sağlamak ve her geçen gün yenileri eklenen gelişmelere ayak uydurmak çağın gerisinde kalmamak için önemlidir. Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler her alanda olduğu gibi eğitim alanında da kendini göstermiş, eğitim ve öğretim faaliyetleri bu sayede boyut değiştirmiştir.

Bu proje ile, yaşanan pandemi döneminin da etkisiyle uzaktan eğitimin önem kazanmasıyla birlikte öğrencilerin uzaktan eğitim ortamında da kalıcı öğrenmelerini kolaylaştırmayı, derslere daha aktif olarak katılmalarını sağlarken onları aynı zamanda eğlendirmeyi amaçladık. Böylece Sosyal Bilgiler derslerinde kullanılan materyallerden ders kitapları, testler, sunumlar ve diğer materyaller gibi geleneksel yöntemler dışında materyalleri üç boyutlu şekilde incelemelerini, analiz etmelerini, bilgileri somutlaştırarak öğrenmelerini, hayal güçlerini ve yaratıcılık yeteneklerini geliştirmelerini hedefledik.

Yaptığımız çalışma ile İlk Çağ uygarlıklarından Sümerlerin tapınakları Zigguratların depo, okul, gözlem evi katları üç boyutlu şekilde inşa edilmiştir. Bu örnekten yola çıkarak kullanırken topraktan yapıldığı için günümüze kadar gelememiş olan benzer mimari yapıları öğrencilere somutlaştırarak öğretmeyi amaçladık. Bu sayede öğrencilerin yüz yüze eğitim ortamının olmadığı dönemlerde de öğretim faaliyetlerine aktif katılması, durağanlıktan uzaklaşması hem eğlenerek öğrenmeleri hem de öğrendikleri bilgilerin beceri ve yetenekleriyle bir araya gelerek daha kalıcı hale gelmesi sağlanacaktır.

1. GİRİŞ

Yapılan araştırmalar gösteriyor ki insanlar, %1 tat alarak, %1,5 dokunarak, %3,5 koklayarak, %11 işiterek, %83 görerek öğrenmektedir. Ayrıca, insanlar okuduklarının %10'unu, duyduklarının %20'sini, gördüklerinin %30'unu hem görüp hem duyduklarının %50'sini, söylediklerinin %80'ini, davranışlarıyla beraber söylediklerin ise %90'ını hatırlamaktadır (Günay,2008). Yukarıda verilerden yola çıkarak bilgilerin genel olarak dokunsal, işitsel ve görsel duyulara hitap ederek öğrendiklerini söyleyebiliriz.

Öğretim faaliyetlerinde de öğrenciler bilgileri öğrendiklerinde o bilgiyi destekleyecek bir görsele ihtiyaç duyarlar. Soyut olarak öğrendikleri bilgileri daha hızlı unuturlarken somut biçimde öğrendikleri bilgileri daha rahat akıllarında tutabilmekte ve o konuya daha çok hakim olabilmektedirler. Bu yüzden öğrenciler için en iyi öğrenme yöntemlerden biri görsel tekniklerle yapılan öğrenmedir.

Dünyada yaşanan salgın ise öğrencilerin okullarından uzak bir şekilde ders işlemek mecburiyetinde kalmalarına neden olmakta, bu durum öğrenmede yaşanan güçlüklerin farklı boyutlar kazanmasına yol açmaktadır. Okullarda öğretim faaliyetlerini destekleyen birçok materyalin önemini yitirmesi, öğrencilerin bu sebeplerle eğitim- öğretim faaliyetlerine etkin bir şekilde katılamaması, öğrenme zorluklarının günden güne artması ve öğrencilerin görsel öğrenmeye dahil olamaması bu güçlüklerden yalnız birkaçıdır. Görsel öğrenme; gözlem yaparak ve okuyarak öğrenmenin baskın olduğu öğrenme biçimidir. Resim ve şemalar ile desteklenmiş öğrenme materyalleri, görsel tablolar, renkli bloklar, çeşitli görsel kompozisyonlar, 3D videolar, resimler, grafikler ve şekiller öğrencilerin dikkatini daha çok çekmekte, bu materyaller öğrenmenin kalitesini arttırmaktadır. (https://www.mentalup.net, 2021)

1.1 Oyunların Eğitim Üzerindeki Rolü ve Etkileri

Öğrenme ortamında eğitsel oyunların kullanılması öğrencilerde öğrenme isteğini ve motivasyonu artıran bir unsurdur. Genel olarak oyunlar düşsel içeriğe sahiplerdir. Bu da öğrenmeyi eğlenceli hale getirmenin en güçlü yollarından biridir. Oyunlarla yapılan eğitim öğrencilerin konuları iyi anlamasına, derslerde daha aktif olmalarına dolayısıyla öğrencilerin ders çalışma isteğini artmasına neden olmaktadır (Ermekçi, Fidan ,2012).

Öğrencilerin günümüzde geleneksel yöntemlerle öğretim faaliyetlerine katılması ve bu şartlarda kalıcı öğrenmenin sağlanması neredeyse imkansızdır. Eğitim öğretim faaliyetlerinin her alanında kullanılmaya başlanan oyun yöntemi, öğrencinin sınıfta aktif öğrenmesinde oldukça önemlidir. Ancak gelişen teknoloji ile birlikte oyunların yapısı ve ortamında büyük değişimler yaşanmıştır. Geleneksel oyunlar yerini insanların oyun konsolu, bilgisayar ya da mobil cihazlar kullanarak görsel ara yüzleri aracılığı ile etkileşime geçtiği bilgisayar oyunlarına bırakmaya başlamıştır (Karabağ, Aydoğan, 2020).

Bilişim teknolojileri kullanılarak hazırlanan, önceden belirlenmiş Eğitsel oyunlar sayesinde öğrencilerin hoşça vakit geçirdiği ortamlar oluşturarak, neşeli bir şekilde konuları öğrenmeleri sağlanabilir. Sınıf içi uygulamalarda değişiklik meydana getirerek öğrenciler için daha zevkli ders ortamları oluşturulabilir (Resul Cop, Kablan, 2018).

Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmaların artan sayısı ile giderek önem kazanan eğitsel bilgisayar oyunlarının önemi dünyada yaşanan salgın nedeniyle de uzaktan eğitimle birlikte daha da artmaktadır. Son yıllarda elektronik oyunlara ilişkin ortaya konulan istatistikler bu manada tasarımcı, araştırmacı ve girişimcileri destekler niteliktedir. Nitekim günümüzde öğrenciler bilgisayar oyunlarına sinema, televizyon ya da gazete, dergi gibi basılı yayınlardan daha çok vakit ayırmaktadır (Karabağ, Aydoğan,2020).

Türkiye'de de her geçen yıl bilgisayar, mobil cihazlar ve internet kullanımı artmakta, buna bağlı olarak elektronik oyunlar daha çok ilgi görmektedir. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu-2020) raporlarına göre internet kullanımı 16-74 yaş grubundaki bireylerde %79,0'dur. Hane halkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması'na göre, 2020 'de İnternet kullanan bireylerin oranı %79 oldu. Bu oran, bir önceki yıl %75,3'tü. İnternet kullanım oranı cinsiyete göre incelendiğinde; bu oranın erkeklerde %84,7, kadınlarda %73,3 olduğu belirlendi. Hanelerin %90,7'sinin evden İnternete erişim imkanına sahip olduğu gözlendi. Bu oran bir önceki yılda %88,3 idi. (https:data.tuik.gov.2021)



Şekil 1. Hane halkı bilişim teknolojileri kullanımına ilişkin temel göstergeler, 2009-2020 *(https://data.tuik,2021)*

Şekil 1'de de görüldüğü gibi; Bireylerin internet kullanımında bir önceki yıla göre büyük bir artış yaşandığı görülmektedir. Bunun yanında internetten ürün satın alma oranları da internet erişimine sahip olan hanelerdeki gibi artış göstermiştir. Hayatımızda internetin ve mobil ağların kullanıldığı dönemlerden geçerken bu teknolojiyi eğitime uyarlamamak ve eğitim teknolojilerinden yararlanmamak neredeyse imkansızdır.

Bütün bunlar gösteriyor ki her geçen gün internet, bilgisayar ve elektronik oyunlar gibi teknolojik araçların önemi günden güne artarken hayatımızda edindikleri yer daha da büyümektedir. Yeni nesil bu teknolojinin içine doğduğundan bu alana daha da hakimlerdir. Prensky (2001) bu nesli "dijital yerliler" olarak tanımlamaktadır. Prensky(2001), dijital çağda doğmayıp teknolojik gelişmelere sonradan uyum sağlayan nesil ise "dijital göçmenler" olarak tanımlanmaktadır. Dijital göçmenler her ne kadar teknolojiye uyum sağlamış olsalar da yapı itibari ile dijital yerlilerden farklılarıdır. Prensky (2001), dijital yerlileri bir dili ana dili olarak konuşan insana, dijital göçmenleri ise bir dili sonradan öğrenen insanlara benzetir (Karabağ, Okan 2020).

Günümüzde eğitim programlarının büyük kısmının dijital göçmenler tarafından yani geleneksel yöntemleri kullanan eğitimciler tarafından yapılması öğrencilerin istek ve ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır. Öğrencilerin uzun metinler ve bilgi yığınlarını ezberleyerek öğrenmeleri dışında müzik dinleme ya da eğlence ile öğrenmenin aynı anda olamayacağını düşünürler. Oysaki dijital yerliler metinlerden ziyade grafikleri tercih eder, bilgiyi ezberlemek yerine bir araç olarak kullanır; rastgele erişimi, çoklu görevleri tercih ederler (Karabağ ve Okan, 2020).

Dijital yerliler doğar doğmaz sanal ortam ile uyum içerisindedirler ve bu bağları doğal karşılanır. Bu yüzden dijital yerliler ve dijital göçmenler arasındaki fark, interneti/dijital dünyayı kullanma algısına dayanır. (Karabulut, 2015)

Teknoloji her zaman eğitim açısından önemli bir faktör olmuştur. Ancak internetin ve dijital teknolojilerin hızlı gelişimi, son 10 yıl içerisinde çocukların sınıfta kullandıkları malzemelerin değişiminden çok daha fazla ve hızlıdır. Çocukların öğrenme biçimleri ve okul davranışları, internetin varlığı ile birlikte hızla değişmekte ve şekillenmektedir. Dijital yerlilerin birbiriyle iletişimini sağlayan araçlar, onların bireysel ve toplumsal insan ilişkilerini sağlayan ortamlar görevini de üstlenmektedir. Bu bağlamda dijital yerlilerin öğrenme özellikleri ise aşağıdaki şekilde açıklanabilir;

Bilgiye hızla erişmek isterler, metin yerine grafiği tercih ederler, bir makaleyi baştan sona doğrusal bir biçimde okumak yerine kapsül halinde rastgele okumayı tercih ederler, ciddi çalışmalar yerine oyunları tercih ederler, bilişsel yapıları sıralı değil paraleldir, aynı anda birçok işi yapmak isterler, keşfederek öğrenmek isterler. Bu etkenler üzerinden dijital yerliler için bilgiye erişim noktasında hız, görsellik ve eğlencenin önemli olduğu söylenebilir (Karabulut, 2015).

Prensky (2001), eğitim faaliyetlerinde kullanılabilecek en önemli teknolojik araçlardan birinin bilgisayar oyunları olduğunu belirtmiştir. Ülkemizde son yıllarda birçok kurum da bunun önemini fark etmiş, bilgisayar oyunlarının eğitim üzerindeki etkisinden yola çıkarak birçok etkinlik düzenlemiştir. 2019 yılında ikinci kez düzenlenen ‘’KOD Ödülleri’’ yarışması buna gösterilecek önemli bir örnektir. Eczacıbaşı Topluluğu’nun ana sponsorluğunda, Türkiye Bilişim Vakfı tarafından, dijital oyunların eğitimdeki önemini ve katkısını vurgulamak, bu alanda fikir üreten, oyun geliştiren ve uyarlama yapan kişi ve kurumların çalışmalarına güç katmak ve yetişmekte olan kuşakları özendirmek amacıyla yapılan yarışmanın ödül töreninde konuşan Türkiye Bilişim Vakfı başkanı Faruk Eczacıbaşı: *“Bu yarışmayla uygarlığa yaptığımız etkiyi artırmaya çalışıyoruz. İnsan doğasında olan eğitimi ve oyunu yüzyıllar önce ikisini de birbirinden ayırmışız. Eğitim bir ihtiyaç oyun ise bir gereksinim. Biz bu eksiği düzeltmek ve ikisini de bir araya getirmek için çalışıyoruz. Zaten günümüzde oyunun da eğitimden intikamını aldığını rahatlıkla görüyoruz.”* demiştir (Eczacıbaşı, 2021).

Benzer çalışmalara bir diğer örnek de olarak İzmir İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından Nisan 2019’da düzenlenen, oyun ve eğitimin birleştirilmesi, bunda dijital oyunların etkisi konularının ele alındığı “Eğitim’de Dijital Oyunlar” konulu panel gösterilebilir
(Posta Gazetesi, 2021a).

Tablo 1. *Katılımcıların en çok tercih ettikleri 7 Dijital Oyun (Özer, 2020).*

Oyunlar	**f**
Araba Yarışı	285
Kıyafet Giydirme	256
Minecraft	198
Savaş-Silah	186
Tom	176
Futbol	138
Subway Surfers	128

2020 yılında yapılan ilkokul öğrencilerinin dijital oyun tercihlerinin eğitsel bir perspektiften incelenmesi amacıyla yapılan araştırmaya göre, anket sonuçları şu şekilde değerlendirilmiştir; Tablo 1’de verilen verilere göre, katılımcılar en çok araba yarışı tarzı oyunları oynamaktadır. Araştırmaya dâhil olan 563 öğrencinin 285 tanesi araba yarışı oynadığını belirtmiştir. Araba yarışı tarzı oyunlardan sonra en çok oynanan oyun ise kıyafet giydirme oyunları olmuştur. 256 öğrenci kıyafet giydirme oyunu oynadığını belirtmiştir. Kıyafet giydirme oyunlarından sonra 198 öğrenci ile Minecraft adlı oyun en çok oynanan oyun olmuştur. Araştırmanın bulgularından bir tanesi ise öğrencilere olumsuz örnek teşkil edebilecek davranışları içeren oyunların da ilkokul öğrencileri tarafından oynanmasıdır. Bununla birlikte; araştırma bulgularına göre eğitsel dijital oyun oynayan ilkokul öğrencisi sayısı çok azdır. Araştırmaya dâhil olan öğrencilerden 26 tanesi kelime bulmaca ve türetme tarzı eğitsel oyunları oynadıklarını belirtmişlerdir. Yine 18 öğrenci bilgi yarışması oynarken, sadece 8 öğrenci doğrudan eğitsel amaçlı üretilmiş ders içerikli oyunları oynamaktadır (Özer, 2020).

1.2 Teknolojinin Eğitim Üzerindeki Rolü ve Etkileri

Toplumun gelişme düzeyini belirleyen unsurlar arasında eğitim ve teknoloji gelmektedir. Teknolojinin eğitimi hızlandırma ve geliştirme gibi bir özelliği bulunmaktadır. Geleneksel yöntemlerle yapılan öğretim faaliyetlerine kıyasla teknolojik gelişmeler sayesinde öğrencilerin algılarını daha açık tutabilme imkânları artmaktadır.

İnsanlar artık teknolojiyi eğitimde, aldıkları eğitimleri de teknolojide kullanıyorlar. Bu nedenle iki kavram birbirini bütünlüyor ve geliştiriyor. Teknolojinin eğitime olan katkılarını konu alırken bilgiye ulaşma hızı diğer yöntemlere göre çok daha fazla olan internet teknolojisi ayrı bir şekilde ele alınmalıdır. Gündem oluşturan teknolojiler içerisinde her zaman birinci sırada bulunan internet teknolojileri, çevrimiçi ve etkileşimli öğretim yollarında öğrenmeyi pekiştirmede oldukça etkili olmaktadır (https://www.posta.com.tr,2021).

1.3 Tarih Öğretiminde Oyunların Rolü

Oyunlar belli bir konu, süreç ve amacı içinde barındırır. Bu öğelerin iyi bir olay örüntüsü içinde birleşmesi oyunun niteliğini artırır. Bu nedenle oyun tasarımcıları ya dikkat çekici olay örüntüleri kurgularlar ya da genellikle tarihsel süreç içinde yer alan ilgi çekici tarihsel olayları temel alırlar.

Öğrenci oyun sayesinde aktif olarak öğretimde yer almaktadır. Birden fazla duyu organına hitap eden oyun yöntemi ile tarihsel olaylar somutlaştırılarak öğretim daha nitelikli hale gelmektedir (Karabağ ve Aydoğan, 2015) ve böylece konuların öğrencilere sevdirilerek eğlenceli bir şekilde ele alınması tarih dersine olan ilgiyi artırmaktır.

Eğitim sisteminin temel disiplinlerinden biri olan tarih dersinin mili birlik ve beraberliği sağlamak, milli bir hafızanın oluşumuna katkıda bulunmak, vatandaşlık bilincine sahip bireyler yetiştirmek, güncel meselelere ve toplumsal sorunlara duyarlılığı artırmak gibi burada sayılamayacak kadar çok amacı bulunmaktadır. Tarih dersinin bu amaçlarına ulaşabilmesi ancak kazanımların doğru şekilde gerçekleşebilmesiyle olacaktır. Fakat tarih derslerinin eski yöntemlerle anlatılması, soyut konular içermesi sıkıcı olarak algılanmasına neden olmaktadır. Tarihi bilgilerin belgelere dayalı olarak aktarımına dayanan geleneksel anlayışın tarih öğretiminde geçerliliğini sürdürmesinin bunda etkili olduğu söylenebilir (Bal, 2011).

Akengin mekân algısı; tarihi olayların geçtiği yerleri hayallerinde canlandırabilme, tarih derslerinde harita ve küre kullanabilme, tarih haritaları çizebilme, harita üzerinde konumu, komşuları, yönü belirleyebilme, yerleşim bölgesinin sınırlarını çizebilme, genişlemeyi gösterebilme ve haritayı yorumlayabilme olarak ifade etmektedir. Öğrencilerde mekân algısının gelişmesi soyut olayların somutlaşması ve öğrenci zihninde anlamlandırılması açısından yararlı olacaktır. (Akengin, 2015). Nitekim büyük ilgi gören birçok bilgisayar oyununun tarihsel arka plan üzerine inşa edilmeleri bir anlamda bunun kanıtıdır. Assassin's Creed, Age of Empires, Medal of Honor ve Call of Duty gibi tarihsel olayları kullanan ve dünyada ilgi ile oynanan birçok bilgisayar oyunu bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Tarihsel bilgiler, neden-sonuç ilişkisi içinde devam eden tarihsel süreç, insanlığı etkileyen savaşlar ya da önemli kişi ve olaylar oyun kurgusu içinde öğrenciye kazandırılmaya hazır bir içerik oluşturmaktadır. Tarihin oyuna uygun bu yapısı, eğitsel amaçlar ile birleştirildiğinde nitelikli bir tarih öğretimi sağlanabilir. Zihinsel ve fiziksel olarak hareketli bir sürecin içinde yer alan öğrenciler de oyun oynamaktan büyük keyif almaktadır (Karabağ ve Aydoğan, 2015).

Seixas, Chapman, Godfrey ve Waddingham, Robinson ve McCALL gibi tarihçilerin görüşlerine baktığımızda (Karabağ, 2010); Bir kısım tarihçinin oyunların öğrenci seçimlerine bağlı olarak varsayımsal olarak ilerlemesinin yanlış öğrenmelere neden olan, tarihin gerçekliğine zarar veren bir durum olarak tanımlarken; Tarih öğretimi ile bilgisayar oyunlarını

ilişkilendiren araştırmacılar ise buna karşı çıkarak tam tersi bu varsayımsal sürecin öğrencilerin tarihin doğasını anlamasına katkıda bulunduğunu ifade ettiklerini görüyoruz (Karabağ ve Okan,2020).

Bunun dışında bilgisayar oyunları, tarih derslerini daha eğlenceli ve ilgi çekici hale getirmekte, öğrencilerin tarih derslerine karşı tutumunu olumlu etkileme, sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve empatik düşünme gibi birçok tarihsel düşünme ve tarihçilik becerilerini geliştirme gibi birçok avantajının yanında birtakım sınırlılıkları da içinde barındırmaktadır. Öğrencilerin bir kısmı oyunla öğrenmeye karşı çıkabilirken bir kısmı sınav başarısına odaklı geleneksel yöntemleri tercih edebilmektedir. Ya da ders esnasında uygulama sorunu yaşanıp daha geniş zamanda uygulanması gibi sorunlar yaşanabilmektedir. (Karabağ ve Okan,2020).

1.4 Minecraft Oyunu ve Eğitimdeki Rolü

Mojang firması 17 Mayıs 2009 tarihinde oyun sektörü için yeni bir soluk olan "Minecraft"'ı yayınlamıştır. Bu oyun, içerisinde yer alan dünyalarda üç boyutlu blokların bir araya getirilerek farklı nesnelerin inşa edilmesine dayanmaktadır. 2009 yılında ortaya çıkışından yaklaşık 7 yıl sonra Mojang Firması'nın Microsoft ile iş birliği neticesinde ise "Minecraft Education Edition" yani "MES" ortaya çıkmıştır. MES'de ise Minecraft tarafından sunulan özellikler bir eğitim platformu oluşturacak şekilde düzenlenmiştir. Yukarıda da belirttiğimiz 21. yy. becerileri olarak değerlendirilen problem çözme becerisi, yaratıcılık ve işbirliğine dayalı çözüm üretebilme üzerine içerik geliştirilmesi ve eğitim sürecinde faydalanılması, Minecraft'ın özellikle bu sürümünde mümkün olmaktadır (Eroğlu, Barış 2019).

Gelişen dünyaya uyum sağlarken gittikçe hayatımızın vazgeçilmezlerinden biri haline gelen teknoloji girişimcilerin yakın takibine alınmış hatta birçok girişimci, bilgisayar oyunlarındaki eğitsel potansiyeli görüp bu alana yönelmişlerdir. Bunlardan biri de arasında Finlandiya ve Amerika'nın da bulunduğu ''Bilgisayar Oyunları İle Tarih Öğretimi'' menşeili yazılımcıların bir arada toplanıp kurdukları ve oluşturdukları eğitsel bilgisayar oyunları üreten ''Teacher Gaming'' isimli şirkettir. Bu sürümü Minecraft'ın normal sürümünden farklı ayıran bir özellik de öğrenci ve öğretmenler için daha fazla seçeneği barındıran, gelişmiş yerel ağ bağlantısına sahip bir sürüm olmasıdır. Oyun, piyasaya çıkması ile birlikte en çok da Avrupa'da birçok okulun ilgisini çekmeyi başarmış ve öğretmenler de bu oyunu kullanmaya başlamışlardır. İsveç'te bir okul oyunu öğretim programına eklenmeyi başarmıştır. Bunun dışında 26.03.2015 tarihinde yayımlanan gazete haberine göre, "Dijital Gelişimi Destekleme Kuruluşu CultureTECH, Kültür-Sanat Bakanlığı'nın desteğiyle Kuzey İrlanda genelindeki 200 ortaokul ve 30 kütüphaneye, Minecraft'ın eğitim versiyonu MinecraftEdu dağıtacak. Okullara ve kütüphanelere bedava indirme kodu sağlanacaktır.'' Yine aynı habere göre; " Çocukların Minecraft'ta çalışma konusunda cidden hevesli olduğuna dikkat çeken CultureTECH CEO'su Mark Nagurski "Bu hevesi, yaratıcılığı ve enerjiyi doğru kullanırsanız ciddi bir eğitim potansiyeli elde ediyorsunuz. Minecraft'ın bir diğer avantajı ise paylaşımın kolay olması. Eğer bir öğretmen Minecraft üzerinden tarih anlatmak için etkili bir yöntem bulursa bunu hemen diğer öğretmenler de kullanabilir" Şeklinde demeç vermiştir (HABERTÜRK, 2021b).

21. yüzyılda daha çok önem verilen becerilerden olan problem çözme, iş birliğine dayalı bir şekilde çözümler ortaya koyabilme, yaratıcılığı Minecraft Edu desteklemektedir. Bu oyun sayesinde öğrenciler seviyelerine uygun problemler bulunmakta ve kendi yaşıtlarından geri kalmayıp onlarla iş birliği içinde hata yapmaktan korkmadan rahatça hareket etmesine imkân tanımaktadır (Sarıçam, 2019).

Öğrenciler bloklardan meydana gelen yapıları inşa ederken yaptıkları hataların farkına varmakta ve bu hataları inceleyerek doğru sonuca giden adımlar atmayı öğrenmektedir. Okul ortamında ya da okul dışı etkinliklerde kullandığında öğrencilerin gerçek dünyada karşılaşabilecekleri sorunlara etkin ve yaratıcı çözümler üretebilme becerini %97,7, yaratıcı düşünebilme becerilerini %95,5, analitik düşünebilme becerilerini %93,3, iş birliği kurabilme

becerilerini % 91,1 ve empatik düşünme becerilerini % 51,1 oranında geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Sarıçam (2019) dijital oyun tabanlı oyun uygulamalarının bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkisini incelediği çalışmasında ulaştığı sonuca göre Minecraft oyunu öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını geliştirip, kalıcı ve aktif bir öğrenme sağlamaktadır.

Bu oyunun Sosyal Bilgiler dersi kapsamında oluşturulan örneklerden biri de Second Life altyapısını kullandığı iklim planetdir. Yapılan deneyde bu ve bunun gibi ortamların dersin niteliğini arttırdığı yönündedir (Şahin 2016). 5. sınıf kesirler konusunun öğretiminde Second Life alt yapısı ile oluşturulan öğrenme ortamı kullanılmış ve Second Life ortamında geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin dikkatini, akademik başarılarını artırdığı sonucuna ulaşmışlardır (Eroğlu, 2019).

Minecraft içerisinde öğrenciler, gerçek yaşam problemleri için çözümler sunabilirler. Örneğin; öğrenciler bir baraj tasarlayabilir, bir şehir için su problemine çözüm fikirlerini oyun içerisinde tasarlayabilir veya kendi bölgelerindeki hava kirliliği azaltmak adına yenilenebilir enerji kullanabilen araçlar tasarlayabilirler. Bu bağlamda, günümüzde gençler ve çocuklar arasında sıklıkla oynanan dijital oyunların bir eğitim aracı haline getirebilmek ve bu araç ile disiplinleri bütünleştirerek disiplinler arası eğitim aracı olarak kullanabilmek elzem hale gelmiştir. Bu sayede öğrencilerin boş vakitlerini değerlendirmek için oynadıkları dijital oyunlar bir eğitim aracı haline dönüşebilecektir (Sarıçam,2019).

1.5 Türkiye'de Bilgisayar Oyunları

Ülkemizde atari oyunlarıyla başlayan elektronik oyunlar çok da eskilere gitmemektedir. 1980'li yıllarda oynanmaya başlayan bu oyunlar bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle birlikte internet oyunları şeklinde karşımıza çıkmıştır. 1989 yılında yayınlanan ilk Türk oyunu ''Keloğlan'' isimli bir macera oyununu, ''Hançer'', ''Lale Savaşçıları, Umut Tarlaları, Muhtar, Zekâ Kutusu, Dedektif Fırtına ve Geleceğin Ötesinde ve Piri Keşif Gemisi'' isimli oyunlar diğer oyunlarımıza örnektir (Karabağ ve Aydoğan 2020).

2011 yılında Mevlut Dinç'in başkanlığında Gençlik ve Spor Bakanlığı bünyesinde Türkiye Dijital Oyunlar Federasyonu (TÜDOF) kurulmuş, 2013 yılında gelişmekte olan sporlar federasyonuna bağlanmıştır (Karabağ, 2010, Karabağ ve Aydoğan, 2020).''Cumhuriyet, Atayolu, Kurtuluş Oyunu, Riziko Tarih, Bingo'' gibi oyunlarla da Milli Mücadele dönemi öğrencilere oyun yoluyla öğretilmek istenmiştir. Ülkemizin dijital oyun sektöründe son yıllarda büyük bir gelişme göstermesine rağmen istenilen seviyelere henüz ulaşamadığı söylenebilir. Piyasada mevcut olan tarih temalı oyunların çoğu batı menşeilidir ve batı toplumlarının bakış açısını yansıtmaktadır (Karabağ, 2010).

2. YÖNTEM

Araştırma, sosyal bilgiler dersinin bilgisayar oyunları tekniğiyle işlenmesi ve bu tekniğin tarih öğretimine katkılarını incelemeye yönelik nitel bir çalışmadır. Nitel araştırma yöntemleri daha çok sosyal bilimler alanında araştırmalar yapan bilim insanları tarafından benimsenen araştırma yöntemleridir. Sosyal bilimler alanlarında çalışanlar, yaptıkları çalışmanın doğası ve istekleri doğrultusunda genellikle ya derinlemesine çalışmalarda yalnızca nitel olarak ya da nicel araştırma yöntemleriyle birlikte destekleyici olarak bu araştırma yönetimini benimserler.

Bunun dışında araştırmada yapmış olduğumuz belgesel kaynak tarama, analiz, elde edilen verileri sentezleme gibi yöntemler kullanılmıştır. Bunun yanında 5. Sınıf seviyesindeki öğrenci gurubuna uygulanan ankette yer alan 10 kapalı uçlu soruyla; Bilgisayar oyunlarının tarih öğretimine ne ölçüde hizmet ettiği, edinilen bilgilerin kalıcılığı, öğrencilerin etkin bir şekilde katılımının öğrenme düzeyini nasıl etkilediği tespit edilmiştir. Bu kısım araştırmanın nicel kısmını oluşturmaktadır. Araştırmanın nitel kısmında ise öğrencilerle görüşmeler yapılmış, bu görüşmelerde öğrenciler derste aktif olarak katıldıkları için durağanlıktan uzaklaştıklarını, soyut kavramların somutlaşmasıyla birlikte konuya daha fazla hâkim olduklarını, birlikte oynadıkları için pandemi döneminin zorluklarının bir nebze olsun unutulduğunu ve uzun zaman sonra grup çalışmasının keyfini çıkardıklarını belirtmişlerdir.

Araştırmada 5. Sınıfa uzaktan eğitimle devam eden kız ve erkek öğrencilerin bulunduğu 15 kişilik bir çalışma gurubu oluşturulmuştur. Öğrenciler 18 yaşın altında olduğu için ankete katılan tüm öğrencilerin velilerinden ‘’Veli İzin Belgesi’’ alınmıştır. Belge örneği Ek-1 ‘de gösterilmiştir.

Tarih derslerinin bilgisayar oyunu tekniği ile işlenmesiyle ilgili öğrencilerin görüşleri nelerdir? Bilgisayar oyunları ile tarih konuları pekiştirilebilir mi? Öğrencilerin bu etkinliğe katılmaktan memnun olup olmaması şeklindeki anket soruları araştırma kapsamındaki katılımcılara sorulmuştur. Araştırmanın verileri katılımcıların ankette verdikleri cevaplardan elde edilmiştir. Anket soruları Ek-2’de gösterilmiştir.

Araştırmanın bir diğer aşaması Ziggurat dünyasının oluşturulmasıdır. Çalışmada öncelikle Ziggurat’ın yaımında ‘’ Minecraft ‘’adlı oyun tercih edilmiştir. İlk olarak bir dünya oluşturulmuş, sonrasında ‘’Yaratıcılık modu’’ seçilerek özelleştirilmiştir. Dünya oluşturulduktan sonra ‘Kum Taşı’ blokları ile ana mimari yapılmış, oyun içerisindeki soruları sormak için ayrıca inşa edilen bölümün zemininde ise ‘Meşe Kalas’ ve ‘Meşe Odun’ kullanılmıştır. Ziggurat’ın iç tasarımını yaparken ‘’Köylüler’’ ve ‘’Bariyer’’ blokları da iç dekorasyonda kullanılmıştır. Özellikle okul katında dekorasyon için eşya çerçevesi kullanılmış, bloklar kil tabletleri sembol etmesi için bu kata yerleştirilmiştir. Bekleme alanında kullanılan ‘’Meşe çit’’ sayesinde oyuncuların yerlerinde herhangi bir karışıklığa fırsat verilmeden beklemesi, buradan da sırayla oyuna girmesi planlanmıştır. Zigguratların ‘’Ürün depolama’’ bölümünde sandık, saman balyası ve yün kullanılmıştır. Araştırma ve gözlem katında ise, yapılan araştırmaların üzerinde gösterildiği ‘’Tahta blok’’ kullanılmıştır. Oyun içerisinde öğrencilerin soruları ekranda göstermek için ve doğru seçenek işaretlendiğinde diğer katlara ulaşılabilmesi için ‘’Komut Blokları’’ kullanılmıştır. Gerekli komutları uygulamak amacıyla ’’Kızıltaş’’ adlı devre elemanı, sorular için de ‘’Taş buton ve Meşe tabela’’ kullanılmıştır.

Ziggurat’ın en son katına gelindiğinde iki adet tabela ve buton bulunmaktadır. Bu butonlardan birisi kişinin etrafta gezinebilmesi için kullanılan ‘’Vagon’’dur. Vagonla oyun bitiminde rayların üzerinden giderek bütün Ziggurat’ın etrafında gezinti yapılarak yapı dışarıdan izlenebilmektedir.

3. PROJE İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

Proje İş	Aylar						
İşin tanımı	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**
Literatür taraması	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Oyun tasarımı ve analizi			**X**	**X**	**X**		
Verilerin toplanması ve analizi				**X**	**X**	**X**	**X**
Proje raporu				**X**	**X**	**X**	**X**

4. BULGULAR

Proje Kapsamında ‘’Ziggurat Oyunu ‘’ İle İlgili 15 Öğrenciye Yapılan Ankette Elde Edilen Verilerin Analiz Edilmesi

5. sınıf öğrencilerine yapılan ankette yer alan sorular evet, hayır yanıtları üzerinden değerlendirilmiştir. Bu sorularda; Tarih derslerinin bilgisayar oyunu tekniği ile işlenmesiyle ilgili öğrencilerin görüşleri nelerdir? , Bilgisayar oyunları ile tarih konuları pekiştirilebilir mi? Öğrencilerin bu etkinliğe katılmaktan memnun olup olmaması şeklindeki anket soruları araştırma kapsamındaki katılımcılara sorulmuştur. Araştırmanın verileri katılımcıların ankette verdikleri cevaplardan elde edilmiştir. Anket sorularında, tarih derslerinin uzaktan eğitimde oyun tekniği ile işlenmesinin öğrenmeye etkisi, Sümerlerin tapınaklarını daha yakından tanımaları ve bu tapınakların hangi amaçlarla kullandıklarının öğrenilmesi, tarih konularının oyunla öğrenilmesinin eğlenceli olup olmadığı, Sümerlerle ilgili konuların oyunla pekiştirilmesi,

Sümerlerin yazıyı ve tekerleği icat etmelerinin etkileri, Sümerlerin ekonomik faaliyetleri, Sümerlerin dini inanışlarının etkileri ile ilgili bireylerin görüşleri ölçülüp incelenmiştir.

Tablo 2. *Oyun İle İlgili Yapılan Ankette Elde Edilen Veriler*

Soru No	TEMALAR	F	% (Evet)	% (Hayır)
1	Sümerlerde Astroloji biliminin geliştiğini düşünüyorum.	15	%93,3	% 6,7
2	Sümerlerin eğitime önem verdiğini düşünüyorum.	15	%100	-
3	Sümerlerin, ekonomik ihtiyaçlardan dolayı yazıyı icat ettiklerini düşünüyorum.	15	%60	%40
4	Sümerlerin tekerliği icat etmesi, ulaşım faaliyetlerinin kolaylaşmasını sağlamıştır.	15	%100	-
5	Bu oyunla, Mezopotamya bölgesindeki mimari yapıların topraktan yapıldığını öğrendim.	15	% 80	%20
6	Ziggurat oyunu, Sümerleri daha yakından tanımamı sağladı.	15	%93,3	%6,7
7	Sümerlerde dini inanış, bilimin gelişmesine katkıda bulunmuştur.	15	% 60	% 40
8	Bu oyunla, Sümerlerde tarımın temel ekonomik faaliyetlerden biri olduğunu öğrendim.	15	% 73,3	% 26,7
9	Ziggurat oyununu oynarken tarih konularını eğlenerek öğrendim.	15	%100	-
10	Ziggurat oyunu ile bilgisayar oyunlarıyla oynarken de öğrenebileceğimi fark ettim.	15	%100	-

Bu bölüm, ankette öğrenicilere yöneltilen sorulara göre üç başlık halinde sunulmuştur.

1. Sümer Uygarlığı'nın Bilgisayar Oyunu Tekniğiyle İşlenmesiyle İlgili Öğrencilerin Duygu ve Düşüncelerine İlişkin Bulgular

9. soru, öğrencilerin bilgisayar oyunu tekniği ile duygu ve düşüncelerini sorgulamaktadır. Anketten elde edilen veriler analiz edildiğinde Sümer Uygarlığı'nın bilgisayar oyunu tekniğiyle işlenmesi ile ilgili öğrencilerin duygu ve düşüncelerine dair verilen cevabın aşağıdaki gibi olduğu görülmüştür;

-''Ziggurat oyununu oynarken tarih konularını eğlenerek öğrendim.'' Maddesi, öğrencilerin tümü tarafından cevaplanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde öğrencilerin tümü (%100'ü) ''evet'' yanıtını vermiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmede öğrencilerin bu konuyu eğlenerek öğrendiklerini söylemişlerdir. Elde edilen verilere göre, öğrencilerin eğlenerek de öğretim faaliyetlerine katılabildikleri düşünülmektedir.

2. Tarih Dersinin Bilgisayar Oyunu Tekniğiyle İşlenmesiyle İlgili Öğrencilerin Olumlu Görüşlerine İlişkin Bulgular

6. ve 10. sorular öğrencilerin tarih dersinin oyunu tekniği ile olumlu görüşlerini sorgulamaktadır. Anketten elde edilen veriler analiz edildiğinde Sümer Uygarlığı' nın bilgisayar oyunu tekniğiyle işlenmesi ile ilgili öğrencilerin olumlu görüşlerine ilişkin verilen cevapların aşağıdaki gibi olduğu görülmüştür;

- '' Ziggurat oyunu ile bilgisayar oyunlarıyla oynarken de öğrenebileceğimi fark ettim.'' maddesi, öğrencilerin tümü tarafından cevaplanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde öğrencilerin tümü (%100'ü) ''evet'' yanıtını vermiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmede öğrencilerin oyun oynarken de öğrenebildiklerini söylemişlerdir.
- ''Ziggurat oyunu, Sümerleri daha yakından tanımamı sağladı.'' maddesi, öğrencilerin tümü tarafından cevaplanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde öğrencilerin %93,3'ü ''Evet'',% 6,7'si

ise ‘’Hayır’’ yanıtını vermiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmede oyun oynarken Sümerleri daha yakından tanıma fırsatı bulduklarını ifade etmişlerdir.

Elde edilen verilerden öğrencilerin bilgisayar tarih konularının işlenmesinin bilgisayar oyunu tekniğiyle işlenmesinin öğrenciler üzerinde olumlu etki yaptığı, bu teknikle öğrencilerin Sümerleri daha yakından tanıdıkları, öğrencilerin oyun oynayarak da öğrenebileceklerini fark ettikleri düşünülmektedir.

3. Zigguratların, Sümer Uygarlığı’nın Ekonomik, Dini, Bilimsel, Mimari ve Kültürel Yapısına Olan Etkilerine İlişkin Bulgular

Anketten elde edilen veriler analiz edildiğinde Zigguratların Sümer Uygarlığı’nın ekonomik, dini, bilimsel, mimari ve kültürel yapısına olan etkilerine ilişkin verilen cevapların aşağıdaki gibi olduğu görülmüştür;

1.,2, 3, 4., 5., 7., ve 8. soruların Sümer Uygarlığı’nın ekonomik ve mimari yapısı, dini inanışları, bilimsel gelişmeleri, kültürel faaliyetleri ile ilgili öğrencilerin görüşlerini yansıttığı görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde öğrencilerden; 1. soruya 14 kişi evet, 1 kişi hayır yanıtını vermiştir. 2. soruya 15 kişi evet yanıtını vermiştir. 3. soruya 9 kişi evet, 6 kişi hayır yanıtını vermiştir. 4. soruya 15 kişi evet yanıtını vermiştir. 5. soruya 12 kişi evet, 3 kişi hayır yanıtı vermiştir. 7. soruya 9 kişi evet, 6 kişi hayır yanıtı vermiştir. 8. soruya 11 kişi evet, 4 kişi hayır yanıtını vermiştir. Bu verilerden öğrencilerin oyun oynarken pekiştirdikleri bilgileri hatırladıkları düşünülmektedir. Öğrencilerle yapılan görüşmede oyun oynarken, Sümerlerin ekonomik ve mimari yapısı, dini inanışları, bilimsel gelişmeleri, kültürel faaliyetleri ile ilgili bilgilerini kullanmalarının, bu bilgilerin pekiştirmelerinde önemli rol oynadıkları ifade edilmiştir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Yaptığımız çalışmayla pandemiyle birlikte önem kazanan uzaktan eğitimin yapıldığı şu dönemde, durağanlıktan uzaklaşıp öğrenciyi aktif bir şekilde derse katmak, eğlendirirken öğretmek amaçlanmıştır. Proje çalışmaları sırasında yaptığımız kaynak taramaları, analiz ve bir grup öğrenciye uyguladığımız anketten de elde ettiğimiz verilere göre öğrencinin oyunla öğrendiği bilgiler daha kalıcı hale gelmiş ve pekişmiştir.

Yaptığımız araştırmalar gösterdi ki bu çalışmada kullandığımız “Minecraft” uygulaması birçok ülkede eğitim-öğretim faaliyetlerinde kullanılmıştır. Piksel görünümlü bloklar kullanılarak üç boyutlu mekân inşa etmeye imkân tanıyan ve büyük ilgi gören Minecraft oyunu eğitime uyarlanmış, oyun Minecraft Edu isimli sürümü ile okulların eğitim programlarında da yerini almaya başlamıştır. Bu sürümü ile eğitimcilerin dikkatlerini çekmiş, daha fazla seçeneği barındıran, gelişmiş yerel ağ bağlantısına sahip bir sürüm olması oyunu daha da cazip kılmıştır. Öğrencilerin kendi dünyasını kurmasına izin vererek hayal gücünü geliştirmesi oyunu cazip hale getiren nedenlerden bir diğeridir (Eroğlu,2019).

5. Sınıf öğrencilerinden oluşturduğumuz bir örneklem grubuna çevrimiçi uyguladığımız bilgisayar oyununda (Ziggurat oyunu) ‘’Sümer Uygarlığı’na’’ ait mimari bir yapı olan ‘’Zigguratla’’ ilgili bilgiler oyun tekniği ile işlenmiş, oyunu uygulayan öğrenci görüşleri alınmış ve öğrenmenin kalıcı hale gelip gelmediği anketle belirlenmiştir. Yapılan anketten yola çıkarak elde edilen veriler, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri pekiştirdikleri ve bunu yaparken hayal güçlerinin ve yaratıcılıklarının geliştiği yöndedir.

Sarıçam (2019)’ın da çalışmasında sözünü ettiği gibi Minecraft içerisinde öğrenciler, gerçek yaşam problemleri için çözümler sunabilir; baraj, yenilenebilir enerji kullanabilen araçlar tasarlayabilirler. Böylece öğrencilerin boş vakitlerini değerlendirmek için oynadıkları dijital oyunlar bir eğitim aracı haline dönüşebilecektir (Sarıçam,2019). Bu görüş bu projede derslerimizi daha somut hale getirmek, eğlenerek öğrenmek ve Minecraft oyunu içinde yaratıcılığımızı geliştirmek, hayal gücümüzü güçlendirerek bir dünya kurmak amacımızla örtüşmektedir.

Yapılan çalışmada belirtildiği üzere öğrencilerin bilgisayar başında uzun süre kalabilecekleri ve bu durumun da kişisel, fiziksel, ruhsal gelişimlerini olumsuz etkileyebileceği sonucu, bilgisayar oyunlarının şiddet, korku, kötü dil gibi olumsuz davranışların sergilenmesine neden olabileceği bilgisiyle örtüşmektedir (Özer 2020). Bu yüzden özellikle İlkokul ve ortaokul

çağındaki öğrencilerin kişisel, ruhsal, zihinsel gelişimlerini destekleyici, eğitim- öğretim faaliyetlerine katkıda bulunabilecek oyunları tercih etmeleri konusunda öğretmen ve ebeveynleri tarafından yönlendirilmeleri gerekmektedir.

Tarihin oyuna uygun bu yapısının eğitsel amaçlar ile birleştirilmesi ile nitelikli bir tarih öğretimi sağlanabileceği, Zihinsel ve fiziksel olarak hareketli bir sürecin içinde bulunan öğrencilerin oyun oynamaktan büyük keyif alabileceği görüşü (Karabağ, Okan,2020) ile anketten elde ettiğimiz verilere göre, öğrencilerde kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesi ve öğrencilerin eğlenirken öğrenmeleri konusu ile örtüşmektedir. Benzer bir görüş de Sarıçam (2019) tarafından, dijital oyun tabanlı oyun uygulamalarının bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkisini incelenmiş, çalışmasında ulaştığı sonuca göre Minecraft oyununun öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını geliştirip, kalıcı ve aktif bir öğrenme sağladığı belirlenmiştir. Çalışmamızda oyunu kurarken yaratıcığımızı kullanmamız, oyunda öğrenirken ve becerilerimizi kullanırken oyuna aktif şekilde katılmamız konusuyla örtüşmektedir.

Karabağ ve Okan (2020), öğrencilerin uzun metinler ve bilgi yığınlarını ezberleyerek öğrenmeleri dışında müzik dinleme ya da eğlence ile öğrenmenin aynı anda olamayacağını düşünmelerine karşın dijital yerlilerin metinlerden ziyade grafikleri tercih ettiği, bilgiyi ezberlemek yerine bir araç olarak kullandığı, rastgele erişimi, çoklu görevleri tercih ettiklerini savunurlar. Bu görüşle anket sonucundan elde ettiğimiz verilere göre, öğrencilerin Ziggurat oyununu oynarken eğlenerek öğrendikleri, çoklu görevlerin tercih edildiği ve bilgiyi bir üst kademeye geçerken bir araç olarak kullandıkları sonucu örtüşmektedir.

Öğrencilerin bir kısmının oyunla öğrenmeye karşı çıkabilirken bir kısmının da oyunun sınav başarısına odaklı geleneksel yöntemleri tercih edebilen, ya da ders esnasında uygulanması ve oyunla öğrenmenin daha geniş zamanda uygulanması gibi sorunlar yaşayabilmektedir (Karabağ ve Okan,2020). Bu görüşün Ziggurat oyununun bir sınıf gurubuna yaklaşık iki ders saatinde uygulanabilmesi konusuyla örtüştüğü görülmektedir. Bu durumda zaman iyi değerlendirilebilmeli, oyun bu konuda geliştirilmelidir.

21. yüzyılda problem çözme, iş birliğine dayalı bir şekilde çözümler ortaya koyabilme, kendi seviyelerine uygun problemleri yaşıtlarıyla iş birliği içinde çözme ve hata yapmaktan korkmadan hareket etme becerilerini ve yaratıcılığı Minecraft Edu desteklemektedir (Eroğlu, Barış 2019). Bizlerde bu projeyi tercih ederken bu becerilerin geliştirilmesini ve öğrencilerin yeteneklerini ortaya koyarken yaptıkları hataları inceleyerek doğru sonuca giden adımı atmasını istedik. Örneklem grubumuz üzerinde yaptığımız oyun uygulaması sırasındaki gözlemler ve yaptığımız anket sonuçları bu düşünceyi, öğrencilerin iş birliği içinde olması, problem çözen, empatik düşünen oyun oynarken yeteneklerini gösterebilen, analitik düşünen, yaratıcı düşünme becerilerini geliştiren bireyler olmaları konusunda desteklemektedir.

Benzer çalışmalara baktığımızda, 5. sınıf kesirler konusunun öğretiminde Second Life alt yapısı ile oluşturulan öğrenme ortamı kullanılmış ve Second Life ortamında geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin dikkatini, akademik başarılarını artırdığı sonucuna ulaştığı görülür (Erbay, Şimşek ve Kirişçi 2018). MES'de farklı içerikler kapsamında düzenlemeler yapılabileceği gibi aynı zamanda özellikle kimya disiplinine yönelik hazır içeriklere de ulaşılabilmekte, bu kapsamda hazırlanan "Minecraft Education Edition Chemistry Lab Journal" isimli dosya, kimya uygulamaları için yol gösterici bir özelliğe sahiptir (Eroğlu 2019). Bu araştırmada, örnek verilen diğer çalışmalardan farklı olarak projede sayısal derslerden ziyade Sosyal Bilgiler dersinin konu alanıyla ilgili çalışma yapılmış; soyut konuları somutlaştırdığımız, hayal gücümüzü ve yaratıcılığımızı geliştirebildiğimiz, tarih konularının öğrenirken sıkıcılıktan uzak, hayatın içinden örneklendirdiğimiz uygulamalar yapılmıştır.

6. ÖNERİLER

Araştırmamızdan ve yaptığımız çalışmalardan yola çıkarak tarih derslerinin bilgisayarla öğretimi konusuyla ilgili şu önerilerde bulunabiliriz;

1.Öğrencilerin bilgisayar oyunları konusunda seçici olması için yöneticilerin ve eğitimcilerin yönlendirmeleri, kişisel ve ruhsal gelişimini engellemeyecek şekilde desteklenmeleri gerekmektedir.
2. Eğitim programları, çağımızdaki eğitim- öğretim programlarındaki eksiklikler belirlenerek teknolojik gelişmeler göz önünde bulundurulacak şekilde oluşturulmalıdır.
3. Milli Eğitim Bakanımız Ziya Selçuk'un **''***Salgın bitse de uzaktan eğitim artık kalıcı olacak.'' (https://www.haberturk.com,2021) Sözlerinden hareketle* uzaktan eğitimin devam etmesi durumunda, mevcut şartlar göz önünde bulundurularak öğrencilerin, öğretmenlerin ve velilerin ihtiyaçları doğrultusunda eğitim sistemi yapılandırılmalıdır.
4. Öğrencinin uzaktan eğitimde derslere aktif katılımının sağlanması amacıyla hazırlanacak materyallerle öğretim faaliyetleri desteklenmelidir.
5. Ebeveynlere bilgisayar oyunları konusunda aydınlatıcı seminerler verilmeli, çocuklar yaş gurupları ve gelişim çağları göz önünde bulundurularak kendilerine uygun seçici oyunlara yöneltilmelidirler. Ayrıca velilerin öğrencileri zararlı site ve oyunlara karşı koruma programlarıyla denetlenmeleri konusunda bilgilendirilmeleri gerekmektedir.
6. Genç nüfusa verilecek eğitimlerle, yeteneklerini geliştiren bireyler yetiştirilmelidir. Böylece ülkemizin teknolojik gelişmelere uyum sağlaması ve eğitim teknolojileri konusunda yeni fikirler öne sürülmesi konusunda gelişme gösterecektir.
7. Okullarda müfredatların, öğrencilerin oyunlar konusunda kendilerini geliştirebileceği ve hayal güçlerini kullanabilecekleri şekilde düzenlenmesi gerekmekte, "Kodlama''ve benzeri dersler ve saatleri artırılmalı, bilgisayar laboratuvarları yeniden düzenlenmelidir.

KAYNAKLAR

Akengin, H. (2015). Tarih Öğretiminde Kullanılan Haritalar Üzerine Bir Değerlendirme. Turkish History Education Journal, 4(1), 122-155. Erişim Tarihi:23.03.2021. Erişim Adresi:https://www.researchgate.net/publication/316184537_tarıh_ogretımınde_kullanılan_harıtalar_uzerıne_bır_degerlendırme

Cop, M.R. ve Kablan, Z. (2018). Türkiye'de eğitsel oyunlarla ilgili yapılmış çalışmaların Analizi. Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi, 1(1), 52-71.Erişim tarihi:23.02.2021 Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/499082

dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)).

Eczacıbaşı, (2021). Erişim tarihi: 01.02.2021. Erişim adresi: https://www.eczacibasi.com.tr/tr/basin-odasi/haberler/öğrenciler,

Erçetin, Ş. Ş., Akbaşlı, S., ve Durnalı, M. (2018). Dijital teknolojilere erişim motivasyonu ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. Sakarya University Journal of Education, 8(4), 75-88. Erişim tarihi: 02.02.2021. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/suje/issue/40218/431126

Eroğlu, B. Dijital Video Oyunları ve Eğitim: Mınecraft Eğitim Sürümü, Anadolu Öğretmen Dergisi, 3(1), 56-64. Erişim tarihi:22.03.2021. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/749523.

Fatih, ÖZER İlkokul Öğrencilerinin Dijital Oyun Tercihlerinin Eğitsel Bir Perspektiften İncelenmesi. Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 4(4), 380-398. Erişim tarihi: 19.03.2021. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/aujef/issue/57776/801943

Günay, V. (2008). Görsel okuryazarlık ve imgenin anlamlandırılması. Art-e Sanat Dergisi, 1(1). Erişim tarihi: 18.01.2021. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/193366.

HABERTÜRK (2021a). MEB duyurdu! Uzaktan eğitim devam edecek mi? Bakan Ziya Selçuk'tan yüz yüze eğitim açıklaması. Erişim tarihi: 27.03.2021. Erişim adresi: https://www.haberturk.com/meb-duyurdu-uzaktan-egitim-devam-edecek-mi-bakan-ziya-selcuk-tan-yuz-yuze-egitim-aciklamasi-2881778

HABERTÜRK (2021b). Kuzey İrlanda'da okullara bedava Mınecraft dağıtılacak! Erişim tarihi: 08.03.2021 Erişim adresi: https://www.haberturk.com/ekonomi/teknoloji/haber/1058276-kuzey-irlandada-okulllara-bedava-minecraft-dagitilacak

Karabağ, G., ve Aydoğan, O. (2015). Oyun Yöntemiyle Tarih Öğretiminin Öğrenci Erişisine ve Kalıcılığa etkisi. Turkish History Education Journal, 4(1), 67-88. Erişim tarihi: 19.03.2021 Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/tuhed/issue/17721/185623

Karabulut, B. (2015). Bilgi toplumu Çağında Dijital Yerliler, Göçmenler ve Melezler. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (21), 11-2. Erişim tarihi: 06.02.2021). Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/pausbed/issue/34743/384200

Mehmet, Bal. Türkiye'de Tarih Öğretiminin Sorunları ve Çözüm Yolları Konusunda Öğretmen Adayı ve Öğretmen Görüşlerinin Karşılaştırılması. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(15), 371-387. Erişim tarihi: 18.02.2021. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkusbed/issue/19555/208679

MENTALUP (2021). Erişim tarihi: 10.03.2021. Erişim adresi: https://www.mentalup.net/

Okan, A. ve Gülin, K. (2020). Bilgisayar oyunları ile tarih öğretimi. Ankara: İKSAD yayınları Haziran / (2020) Ankara

Posta Gazetesi (2021a). İzmir İl Milli Eğitim Müdürlüğü, 'Eğitim'de Dijital Oyunlar' paneli düzenledi. Erişim tarihi: 02.01.2021. Erişim adresi: https://www.posta.com.tr/izmir-il-milli-egitim-mudurlugu-egitimde-dijital-oyunlar-paneli-duzenledi-2138181

Sarıçam, U. (2019). Dijital Oyun Tabanlı STEM Uygulamalarının öğrencilerin STEM

TÜİK (2020). Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması, 2020. Erişim adresi:02.03.2020. Erişim tarihi: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-(BT)-%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20Kullanim-Arastirmasi-2020-33679

EKLER

Projemizde uygulanan anket (Ek-1), veli izin belgesi (Ek -2) ve "Ziggurat Oyunu" linki(Ek-3) e-BİDEB sisteminde ek belgeler kısmına yüklenmiştir.

COVİD-19 İLE MÜCADELE KAPSAMINDA ARDUİNO İLE AKILLI STERİLİZASYON ÜNİTESİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: EFE DENİZ ASAN

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: MERT BÜYÜKDEDE

İZMİR
2021

ÖZET

Çalışmada Yaklaşık son bir yıldır ortaya çıkan ve tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 pandemisiyle mücadeleye yönelik bir akıllı sterilizasyon ünitesi geliştirilmiştir. Sterilizasyon bir malzeme veya ortamdaki virüs, bakteri gibi tüm mikroorganizmaların yok edilmesidir. Ultraviyole ışınları elektromanyetik spektrumun 100-400 nm arasındaki bölgede yer almaktadır. Ultraviyole ışınlar, kullanılarak sıcaklığa ve neme dayanaksız malzemelerin, tıbbi operasyon yapılan ortamların, suyun ve giyecek ürünlerinin sterilizasyonunda uzun süredir kullanılmaktadır. Bu çalışmada, günlük hayatta kullanabileceğimiz, yaptığımız alışveriş veya dışarıdan getirdiğimiz ürünlerin üzerinde yer alan virüslerin dezenfekte edilmesi için Arduino kullanılarak bir ultraviyole sterilizasyon ünitesi tasarlanmıştır. Tasarımda Arduino mikro denetleyiciler ile kontrol sağlanmaktadır. Arduino mikrodenetleyici kart ile birlikte 128x64 piksellik bir LCD ekran kullanılmış bir program yazımı gerçekleştirilmiştir. Yazılan program ile birlikte kullanıcılar ekranda yer alan kategoriler doğrultusunda farklı türlerdeki ürünleri seçerek farklı sürelerde UV ışınlarının yayınlanması sağlanmıştır. Böylece sterilizasyon ünitesinin içerisine konulan cisimlerin dezenfekte süreleri programlanabilmektedir. Ayrıca kullanıcılara bilgi vermek amacıyla bir Buzzer kullanılmıştır. Sterilizasyon işlemi bittikten sonra Buzzer elektronik devre elamanı bir uyarı sesi çıkartarak kullanıcılara sterilizasyonun bittiğine ilişkin bir bilgi vermektedir.

Anahtar kelimeler: Covid-19, Sterilizasyon, Arduino, UV-C ışını

Amaç

Projenin amacı; 2019 yılının aralık ayında ortaya çıkan ve tüm dünyaya çok hızlı bir şekilde yayılan Covid-19 pandemisiyle mücadeleye yönelik bir akıllı sterilizasyon ünitesi geliştirmektir. Yaklaşık son bir yıldır dışarıdan ihtiyacımız olarak aldığımız ürünleri yaşadığımız alanlara getirirken üzerinde Covid-19 virüsünün de bu ürünlerle birlikte yaşam alanlarına taşınması günlük hayatta karşılaştığımız en büyük problemlerin başında gelmektedir. Bu doğrultuda evlerimizin giriş bölümünde dışarıdan aldığımız/getirdiğimiz ürünlerin sterilizasyonunu yapabilecek bir akıllı ünite geliştirilmiştir. Geliştirilen akıllı sterilizasyon ünitesi, giyim, gıda ürünleri, paket ürünler gibi farklı ürün çeşitlerine uygun olan sterilizasyon süresini ayarlayabilecek şekilde yapılmıştır. Projenin, literatürdeki diğer çalışmaların ortak paydasındaki eksikliğini gideren özelliği; açık kaynaklı geliştirme kartı ve sensörler kullanılarak maliyet açısından ulaşılabilirlik sağlamasıdır. Ayrıca yapılan projenin diğer bir amacı Covid-19 ile mücadele kapsamında geliştirilebilecek olan projelere farkındalık oluşturmaktır.

1. Giriş

Coronavirüs (Covid-19) pandemisi (Wikipedia, 2020), küresel düzeyde sağlık başta olmak üzere, ekonomi, sosyal yaşam ve eğitim uygulamaları üzerinde çok önemli değişimlere ve etkilere neden olmuş ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2020) tarafından 11 Mart 2020'de küresel bir pandemi olarak ilan edilmiştir. 7 Aralık 2020 tarihi itibariyle Türkiye'de 539.291 kişide tespit edilen pandemi, 14.900 kişinin ölümüne neden olmuştur. Dünya genelinde ise Covid-19 pandemisinin belirtilen tarihte 67.484.147 kişinin enfekte olması ve 1.543.431 kişinin ölümüne neden olduğu belirlenmiştir. Pandeminin tüm dünyada yaratmış olduğu kriz durumunun sağlık başta olmak üzere ekonomik, psikolojik, sosyal yaşam ve eğitim üzerine olan derin etkileri, yansımaları devam etmekte ve ne zaman sona ereceğine ilişkin kesin bir veri bulunmamaktadır.

2020 yılının başından günümüze kadar Covid-19 pandemisi neredeyse tüm dünyaya yayılmıştır. Covid-19 pandemisi (Aslan, 2020: 35), yaşam maliyetlerinin artışına ve küresel bir sağlık krizi oluşumuna neden olmaktadır (Ham, 2020: 3). Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2020b) hastaların; tespit ve izole edilmesinin, temaslarının izlenmesi ve karantina altına alınmasının, yapacakları uluslararası seyahatlere sınırlama getirilmesinin yanında bireylerin sosyal hayattan ve fiziksel temastan uzaklaşmasının da enfeksiyon sayısını azaltmada ve hayat kurtarmada önemli bir etken olduğunu ifade etmektedir.

Sterilizasyon, tüm mikroorganizmaları ve diğer biyolojik ajanları (mantarlar, bakteriler, virüsler, spor formları vb.) yok eden veya deaktive eden işlemler dizisidir. Bu tür biyolojik ajanlar katı bir yüzeyde, havada, bir sıvıda, ilaç ya da biyolojik kültür ortamında bulunabilirler. Sterilizasyon ısı, çeşitli kimyasallar, ışınlama, yüksek basınç ve filtreleme gibi çeşitli yollarla yapılabilir. Sterilizasyon, dezenfeksiyon, sanitasyon ve pastörizasyondan ayrıdır. Sterilizasyonda mevcut olan tüm yaşam formları ve diğer biyolojik ajanları deaktive etmekte veya öldürmektedir.

Ultraviyole (UV) ışık görünür ışıktan daha kısa, X ışınlarından daha uzun dalga boyuna sahiptir. Elektromanyetik dalga spektrumunun 10 nm ile 400 nm aralığında yer almaktadır. Güneş ışınlarının yaklaşık % 10'u UV ışınlarından oluşmaktadır. UV ışınları ayrıca elektriksel deşarj, civa buharlı lamba gibi özel ışık kaynakları ile de elde edilebilmekte ve genel olarak dalga boyuna göre üç tipte isimlendirilmektedir. UVA 315 ile 400 nm arasındaki uzun dalga boyu olan ve atmosferin ozon tabakası tarafından absorbe edilmeyen kısımdır. UVB 280 ile 314 nm arasında orta dalga boylu ve çoğu ozon tabakası tarafından absorbe edilen bölgedir. UVC 100 ile 280 nm arasında kısa dalga boylu ve tamamı ozon tabakası tarafından absorbe edilen UV ışınlarıdır. Her ne kadar UV ışık, iyonlaştırıcı bir radyasyon olarak düşünülmese de, kimyasal reaksiyonlara neden olabilir ve birçok maddenin parlamasına veya flüoresans olayına neden olabilir. UV'nin kimyasal ve biyolojik etkileri, basit ısıtma etkilerinden daha güçlüdür ve birçok pratik uygulaması, organik moleküller ile etkileşimlerinden kaynaklanmaktadır. UVC ışık mikroorganizmaları öldürmek veya etkisiz hale getirmek için 20. yüzyılın ortalarından beri kullanılmaktadır ve ultraviyole germisidal ışınlama olarak isimlendirilmektedir (Akyüz ve diğerleri, 2018).

1.2 Covid-19 Pandemisi Boyunca Kullanılan Sterilizasyon Yöntemleri/Araçları

Koranavirüs grubundaki virüslerin, genel olarak dış ortama çok dayanıklı olmayan virüsler olduğu bilinmektedir. Virüs dış ortamda kısa sürede etkisini yitirmekte olup damlacık yoluyla dışarıya yayıldığında yapıştığı malzemenin türüne, özelliğine, ortamın nem ve sıcaklığına göre canlı kalma süresi değişmektedir. Bu süre bir ile üç saat arasında olduğu bilinse de son pandemiye yol açan COVID-19 için henüz net olarak kesin bir süre bahsedilmemektedir. ABD Hastalık Kontrol Merkezi(CDC) ise bu virüsün yayıldığı malzemenin üstünde kalma süresinin malzemenin cinsine göre birkaç saatten birkaç güne kadar değiştiğini belirtmektedir. Son yapılan bazı araştırmalar virüsün plastik yüzeylerde 5 gün, cam üzerinde 4 gün, çelik yüzeylerde 48 saat, alüminyum yüzeylerde 2-8 saat, kağıt üzerinde 4-5 gün, ahşap zeminlerde 4 gün, plastik eldivenlerin üzerinde ise 8 saat canlılığını koruduğunu göstermektedir. Bu nedenle dezenfeksiyon işleminin dezenfekte edilecek yüzeyin yapısına göre sıklığının belirlenmesi gerekmektedir (Halk Sağlığı Uzmanları Derneği ,2020).

Çin'de başlayan ve dünyayı tehdit eden yeni tip koronavirüs (Covid-19) salgını ile mücadele edebilmek için dünya ülkeleri çeşitli korunma önlemlerine başvurmaktadır.. Tedbirler kapsamında özellikle kapalı alanlarda kimyasal sterilizasyon uygulanırken, birçok ülke gelecekte de küresel tehdit oluşturabilecek mikroorganizmalara karşı alternatif dezenfeksiyon yöntemleri arayışını sürdürüyor. Bu kapsamda, Çin'de otobüs ve asansörlerde kullanılmaya başlanılan UV sterilizasyonun Ar-Ge çalışmalarıyla tüm yaşam alanlarında uygulanabileceği belirtilmektedir (Anadolu Ajansı, 2020).

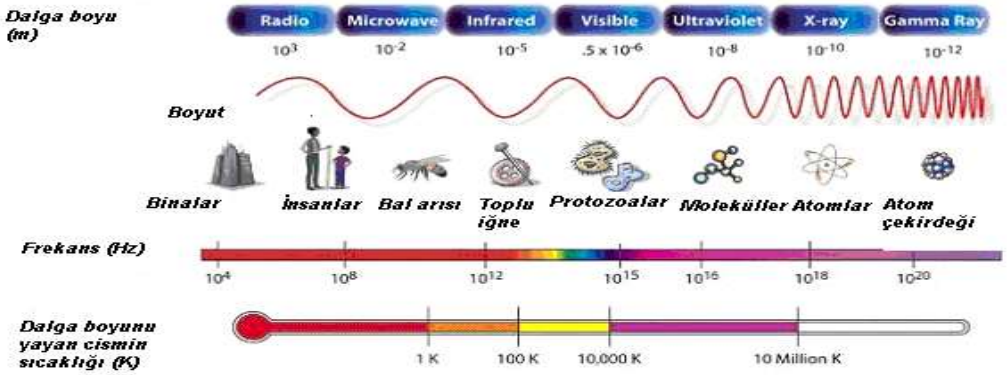
Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığının 25 Haziran 2020 tarihinde Bilim kurulu danışma kurulunun çalışması yayınlanmıştır. Covid-19 salgın yönetimi ve çalışma rehberi isimli çalışmada; Covid-19 ile mücadele kapsamında birçok alanda alınması gereken önlemler detaylı bir şekilde açıklanmıştır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020). Açıklanan önlemler içerisinde insanların en çok bulundukları yerlerde; AVM, Giyim Mağazaları, Marketlerde Ultraviyole ışınlar kullanılarak dezenfektasyon işleminin yapılması önerilirmiştir.

Bu durumdan hareketle, açık kaynak erişimli herkesin rahatça ulaşabileceği bir sterilizasyon ünitesi geliştirilmesi kararı alınmıştır. Öncelikle konu ilgili kapsamlı bir literatür çalışması yapılmıştır. Yapılan literatür çalışması sonucunda içerisine konulan ürünlere göre

programlanabilen bir sterilizasyon ünitesinin yapılmasına karar verilmiştir. Bu elektronik programlama arduino mikro denetleyici kart kullanılarak yapılmıştır.

1.3 Ultraviole Lambalar ve UV-C Led

Ultraviole (UV-mor ötesi) ışımanın mikroorganizmalar üzerine etkileri yaklaşık 100 yıldan beri bilinmektedir. Ultraviyole (UV) ışığı endüstri, sağlık ve hijyen sistemlerinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Düşük basınçlı cıvalı lambaların oluşturduğu 254nm dalga boyuna sahip UV ışıma, deoksiribonukleik acid (DNA) yapısını bozarak mikroorganizmaların ölümüne veya aktivitelerinin bozulmasına neden olmaktadır. UV ışınlarının penetrasyon özelliği çok sınırlıdır. Bu nedenle çoğu zaman sadece yüzey, hava ve bir miktar derinlikte su dezenfeksiyonu için kullanılmaktadır. UV lambalar, doğru uygulandığı zaman hijyen ve sanitasyona önemli katkılar sağlamaktadır. Ancak yanlış kullanıldığında ya etkisi azalmakta ya da sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir**.**



Şekil 1. Elektromanyetik Spektrum

1.3.1.Ultraviyole Işığın "germisidal(mikrop öldürücü) aralığı" nedir?

Uluslararası Ultraviyole Derneği'ne göre: "UV spektrumunun ('mikrop öldürücü' bölgesi) suyun ve havanın dezenfeksiyonu için önemli olan kısmı DNA tarafından emilen aralıktır (bazı virüslerde RNA). Bu antiseptik aralık yaklaşık 200-300 nm'dir." Germisidal aralığın 280 nm'nin üzerine çıktığı bilinmektedir ve günümüzde genel olarak 300 nm'ye kadar uzandığı düşünülmektedir. Ancak bu aralık daha fazla araştırma ile de değişebilir. Bilim adamları, 280nm ile 300nm arasındaki dalga boylarının mikrop öldürücü olduğunu ve dezenfeksiyon ve sterilizasyon için kullanılabileceğini kanıtlamışlardır.



Şekil 2. Ultraviole ışın spektrumu

1.3.2. Dezenfeksiyon için en uygun dalga boyu nedir?

UV-C Işını, Dalga boyu 200-280 nm arasında UV'nin C bandında, dalga boyu en kısa, enerjisi en yüksek olan ısınlardır. 265nm dalga boyu, DNA absorpsiyon eğrisinin zirvesi olduğu için genellikle optimum olarak kabul edilir. Bununla birlikte, dezenfeksiyon ve sterilizasyon bir dizi dalga boyunda gerçekleşmektedir.

Günümüze kadar UV civa lambaları dezenfeksiyon ve sterilizasyon için en iyi seçim olarak kabul edilmiştir. Tarihsel olarak, civa lambaları dezenfeksiyon ve sterilizasyon için tek seçenek olmuştur. UV LED teknolojisi ilerledikçe, daha küçük, daha sağlam, toksinsiz, uzun ömürlü, enerji tasarruflu ve sonsuz açma / kapama olanağı sağlayan yeni seçenekler vardır. Bu, çözümlerin daha küçük, pille çalışan, taşınabilir ve anında tam ışık çıkışı ile olmasını sağlamaktadır.

1.4 Teknoloji Tasarım

Teknolojik Tasarım disiplinler arası işbirliğine dayanan bilim dalı olmakla birlikte, insanlığın günlük yaşamını kolaylaştıracak ürünlerin bilimsel verilerine dayalı olarak tasarlanmasını hedef almaktadır. Bu bağlamda özel gereksinime ihtiyaç duyan bireylerin ihtiyaçlarına yönelik teknolojinin tasarlanmasında yazılım, özel eğitim, fizik, matematik gibi disiplinlerin iş birliği içerisinde bulunup, bu alanlarda yer alan çeşitlere kavramlara başvurulmasının oldukça önemli olduğunu ifade etmek mümkündür (TÜBİTAK, 2004)

1.5 İlgili Araştırmalar

Maltepe üniversitesinde sağlık çalışanlarının enfekte olma riskini en aza indirmek amacıyla laboratuvara kapanan bilim ekibi, ortamdaki en ağır virüsleri dahi öldürebilen ultraviyole cihaz tasarlanmıştır. Yapılan çalışmada, Kovid-19'u ultraviyole ışınlarını kullanarak bulunduğu ortamda öldüren üç ayrı cihaz geliştirmişlerdir. İlk denemeleri başarıyla sonuçlanan tasarımın "El Cihazı", "Dezenfeksiyon Kapısı" ve "Dezenfeksiyon Kabini" isimli üç ayrı prototip üretilmiştir (Anadolu Ajansı, 2020).

Akyüz ve diğerleri (2018). Meslek yüksekokulları ve mühendislik fakültelerinin biyomedikal bölümleri için eğitim amaçlı arduino mikrodenetleyici kullanarak uv sterilizasyon ünitesi tasarımı yapılmışlardır. Tasarımda mikro denetleyiciler ile kontrol sağlanmakta ve sensörlerle sterilizasyon ortamının anlık sıcaklık, nem, ışık şiddeti ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Geliştirilen ünite ile ilgili bölümlerin sterilizasyon cihazları derslerinde ultraviyole ışın etkileri, mikro denetleyiciler ve sensör uygulamalarının etkin olarak öğretilmesi planlamışlardır.

Akınrobotics'in (2020) geliştirdiği yerli UV-C sterilizasyon robotu, kapalı ve yüksek riskli alanlarda kararlı ve hassas sterilizasyon sağlayabilmektedir. Bu robotlar kullanılarak hastanelere, servislere, koridorlara, ameliyathanelere, restoranlara, yüksek derecede dezenfeksiyon gerektiren gıda firmalarına, spor sahalarına, oyun alanlarına ve daha birçok alana çözüm olarak sunulabileceği rapor edilmiştir. UV-C, insanların virüse karşı son derece hassas olduğu kapalı bir alanda otonom hareket ediyor ve ultraviyole ışınlarını kullanarak diğer virüs ve bakterileri, özellikle de korona virüsü öldürdüğünü tespit etmişlerdir.

Bentancor ve Vidal (2018) yapmış oldukları çalışmada, Ultraviyole-C radyasyonuna dayalı bir oda dezenfeksiyon cihazı tasarlamışlardır. Android mobil cihaz kullanarak uzaktan programlanabilme kapasitesi sunulduğu belirtilmiştir. Geliştirilen açık kaynaklı dezenfeksiyon odasının yaklaşık maliyetinin 180 dolar olduğu rapor edilmiştir.

2. Yöntem

Bu bölümde, Arduino kullanılarak bir sterilizasyon ünitesinin geliştirilme yöntemine ilişkin bilgilere yer verilecektir. Projede arduino açık kaynak kodlu geliştirme kartı kullanılarak farklı ürünlere göre farklı sürelerde sterilizasyon işlemi yapan bir sterilizasyon ünitesi modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen sterilizasyon ünitesi modeli içeriğinde yer alan bölümler aşağıda detaylı bir şekilde ifade edilmiştir. Ayrıca projede geliştirilen sterilizasyon ünitesinde kullanılan devre elemanları/materyaller alt başlıklar halinde sunulmuştur.

2.1. Arduino ve LCD panel kullanılarak bilgilendirme ekranının yapılması

Geliştirilen sterilizasyon ünitesinde bilgilendirme ekranı için kullanılan devre elemanlarına ait bilgiler ve kurulan devrenin çalışma prensibi aşağıda verilmiştir. Çalışmada Arduino geliştirme kartı ile LCD panel kullanılarak kullanıcılara bir bilgilendirme ekranı yapılmıştır.

2.1.1. Arduino Uno

Arduino açık donanım ve açık kaynak yazılım ilkesini benimsemiş geliştirme kartlarına verilen genel bir isimdir. İtalyan mühendisler tarafından piyasaya sürülen Arduino'nun piyasada farklı modelleri mevcuttur (Taşdemir, 2014). Kar amacı gütmeyen bir kuruluşa ait ürün olması nedeni ile Arduino diğer geliştirme kartlarına göre ucuzdur. Arduino ürünlerinin kullanıcıya sağladığı diğer avantaj ise birçok farklı ürün ile uyumlu olarak çalışabilmesidir (Arduino, 2020). Arduino Uno Atmel Atmega 328P mikrodenetleyicisine sahip mikrodenetleyici karttır. Kart üzerinde temel olarak; 14 adet dijital giriş / çıkış pini (6 adeti PWM (Pulse Width Modulation-Darbe /Sinyal Genişlik Modulasyonu), 6 adet analog giriş pini, 16 MHz saat hızı icin osilator, bir adet USB bağlantısı, bir adet DC guc girişi, bir adet ICSP bağlantı başlığı ve bir adet reset duğmesi bulunmaktadır. 32 KB kapasiteli bir flash belleğe sahiptir. Kartın kolaylıkla kullanılabilmesi, bileşenlerin kablo bağlantılarının rahatlıkla yapılabilmesi için pin soket yapısı kullanılmaktadır.



Şekil 1. Arduino Uno geliştirme kartı genel görünümü (Arduino, 2020)

2.1.2. Arduino LCD Ekranı

Açık kaynaklı geliştirme kartlarında yer alan yazılımın kullanıcıya iletmek istediği mesajları iletmek ve yazılım kodlarının çıktısını vermek için LCD ekranlar kullanılmaktadır. Çalışmada 1 adet 128x64 inch ekran kullanılmıştır. Arduino geliştirme kartı ile uyumlu olan ekran 5V elektrik ile çalışmaktadır (Arduino, 2020).



Şekil 2 . Arduino LCD ekranı genel görünümü (Arduino, 2020)

Çalışmada kullanıcıları bilgilendirmek için LCD panel üzerinden bir menü yazılımı gelitirilmiştir. Geliştirilen yazılıma göre Sterilizasyon ünitesinin içerisine konulacak olan ürün çeşitlerine göre 3 adet farklı çalışma programı hazırlanmıştır. Bu menüler sırasıyla aşağıda verilmiştir.

- Yiyecek-İçeçek Ürünleri
- Plastik Ürünler
- Kumaş Ürünler



Şekil 3 . LCD bilgilendirme ekranı genel görünümü

2.1.3. Buzzer

Buzzer, mekanik, elektromekanik ya da piezoelektrik prensiplerine bağlı olarak çalışan işitsel ikaz cihazı çeşididir. Kullanım alanları oldukça fazla olan buzzerlar, genel itibarıyla piezoelektrik prensibiyle çalışmaktadırlar. Buzzerlar, kullanım alanlarına da bağlı olarak alarm, zamanlayıcı, onaylama cevap ikazı gibi işlevlerde kullanılabilmektedirler. Nitekim tanımda da belirttiğimiz üzere, buzzerlar işitsel ikaz cihazı çeşitleridir. Işıklı buzzer, ışıksız buzzer, pasif buzzer ve aktif buzzer gibi türlere sahiptirler (Arduino, 2020).

Şekil 4 . Arduino Buzzer görünümü (Arduino, 2020)



2.1.4. Jumper Kablo

Jumper kablolar, elektronik bir devre ve prototip yapımında kullanılabilen bağlantı kablolardır. Bağlantı kabloları; Arduino, Raspberry Pi ve benzer geliştirme kartlarının kullanıldığı elektronik devrelerde kullanılabilmektedir. Jumper kabloların uçlarında; erkek ve dişi girişlerinin bulunduğu üç farklı çeşidi mevcuttur: erkek-erkek, erkek-dişi ve dişi-dişi. (Arduino, 2020).



Şekil 5. Jumper Kablo

2.1.5. Buton

Push Buton devrelerde on/off kontrolü için kullanılmaktdır. Butona basıldığında Yani biz butonumuza bastığımız zaman on durumuna geçerken elimizi buton üzerinden çektiğimiz zaman off durumuna geçmektedir. Butonlar genel olarak 10k lık bir direnç ile kullanılmaktadır. Pull-down direnci, dijital pinleri giriş olarak kullandığımızda sinyalin bozulmamasını sağlamaktadır. Bu projemizde buton basılı değilken dijital pinden okunan değer 0V yani lojik LOW seviyesidir. Pull-down direnci, buton basılıp değer HIGH'a çekilmediği sürece bu pindeki gerilimin 0V'ta sabit kalmasını sağlamaktadır (Arduino, 2020).

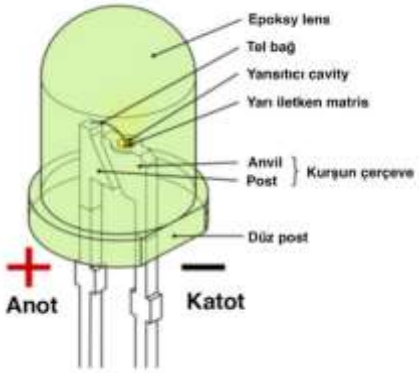


Şekil 6. Buton genel görünümü

Arduino geliştime kartı ve Buton yardımıyla bu menü geçişleri sağlanmıştır. Butona 1 kez basıldığında ekranda çıkan cursor (ok simgesi) her bir basmada bir alt satıra gelecek şekilde hazırlanmıştır. Ekranda yer alan menüden kullanıcı sterilizasyon ünitesi içerisine koyduğu ürün çeşidine göre bir seçim yapmaktadır. Bu seçimden sonra sterilizasyon ünitesinde yer alan Uv-C ledler ürün çeşidine göre farklı sürelerde çalışması sağlanmaştır. Sterilizasyon işlemi bittğinde buzzer den bir uyarı sesi gelmektedir. Bu uyarı sesinden sonra kullanıcı ürünlerini sterilizasyon ünitesinden alabilmektedir.

2.2.Arduino ile UV-C ledlerin çalıştırılması

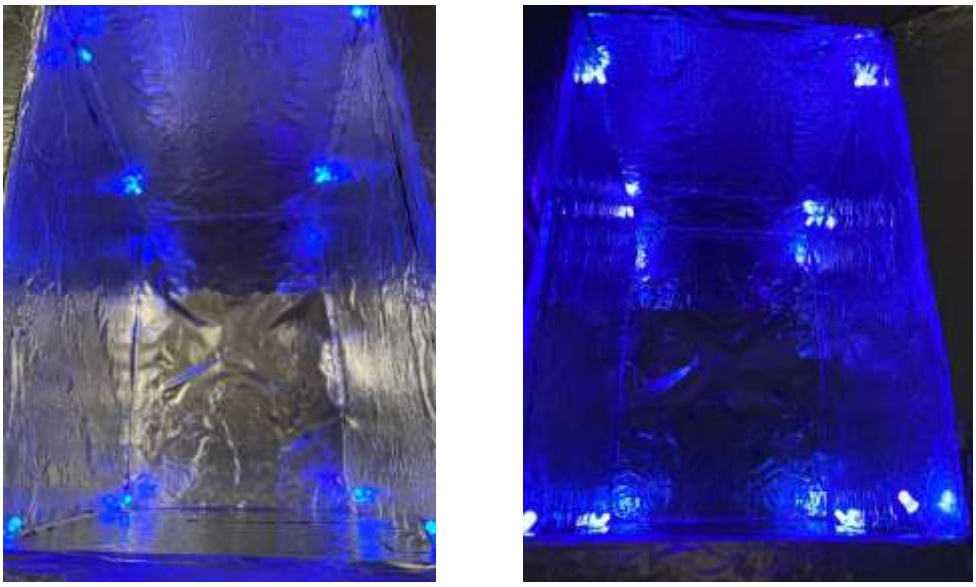
LED, ingilizce'de Light Emitting Diode kelimelerinin kısaltılmış halidir ve "Işık Yayan Diyot" anlamına gelir. LED'ler elektrik enerjisini ışığa dönüştüren yarı iletken devre elemanlarıdır.



Şekil 7. LED lerin genel görünümü

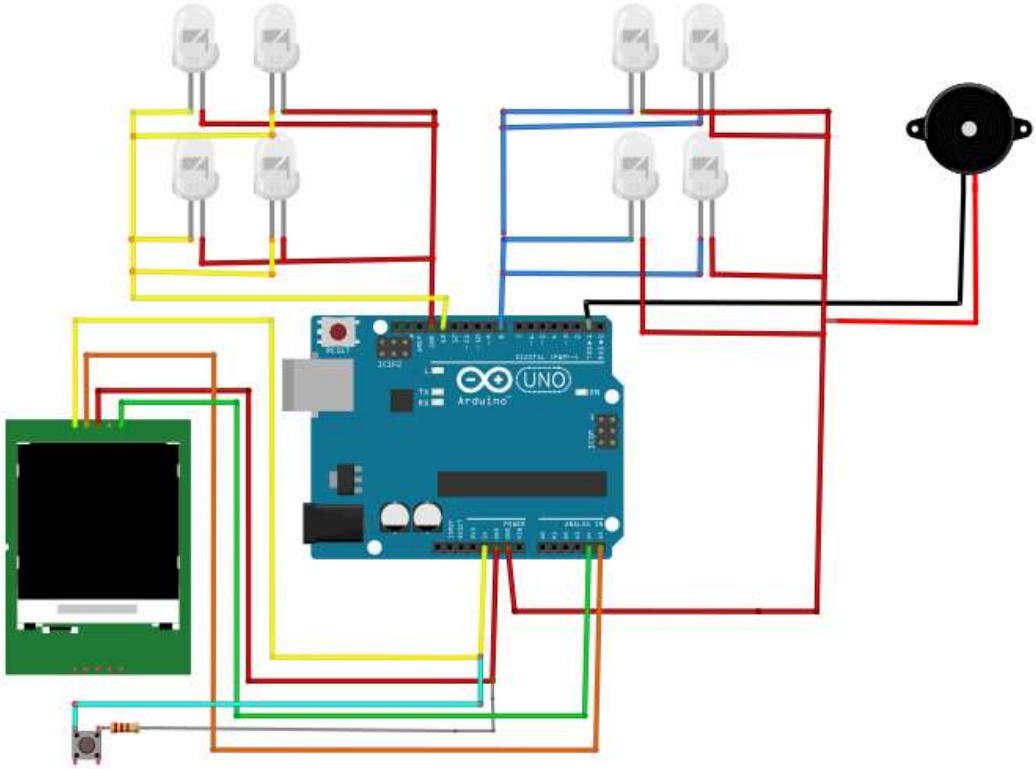
LED'lerin ortama yaydığı ışığın frekansı, spektrumun görünür ışık bölgesine denk düşer. Bununla birlikte gözle görülemeyen frekansta ışık yayan kızılötesi (infrared, IR) veya morötesi (ultraviole, UV) LED'ler de vardır. UV LED ışınları, belirli bir dalga boyununun etrafında merkezlenmiş dar bir spektral çıktıya sahiptir (+/- 10nm). UV ledler üretim yöntemlerine göre 265nm, 285nm, 395nm ya da 405nm dalga boylarındaki ışınları yayabilmektedirler.

Çalışmada seçilen farklı ürün çeşitlerine göre farklı sayılarda UV-C ledlerin yanmasını sağlamak için bir yazılım geliştirilmiştir. Bu sayede sterilizasyon üniteinin farklı ürünler için kullanılması sağlanmıştır.



Şekil 8. Sterilizasyon Ünitesinin İçinin Genel Görüntüsü

Sterilizasyon ünitesi için geliştirilen devrenin şeması aşağıdaki bölümde verilmiştir.



Şekil 9. Devre Şeması (Fritzing Programı ile çizilmiştir.)

3. Proje İş-Zaman Çizelgesi

AYLAR					
İşin Tanımı	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**
Literatür Taraması	X	X	X	X	
Arduino ile yapılacak Sterilizasyon ünitesinin taslağının oluşturulması			X	X	
Sterilizasyon ünitesinin yapılması			X	X	
Proje Raporu Yazımı				X	X

4. BULGULAR

Bu bölümde yapılan test basamaklarından başarı ile geçen sterilizasyon ünitesi içeriğinde yer alan fonksiyonların çalışması için geliştirilen yazılım kodlarına ilişkin bilgiler verilecektir.

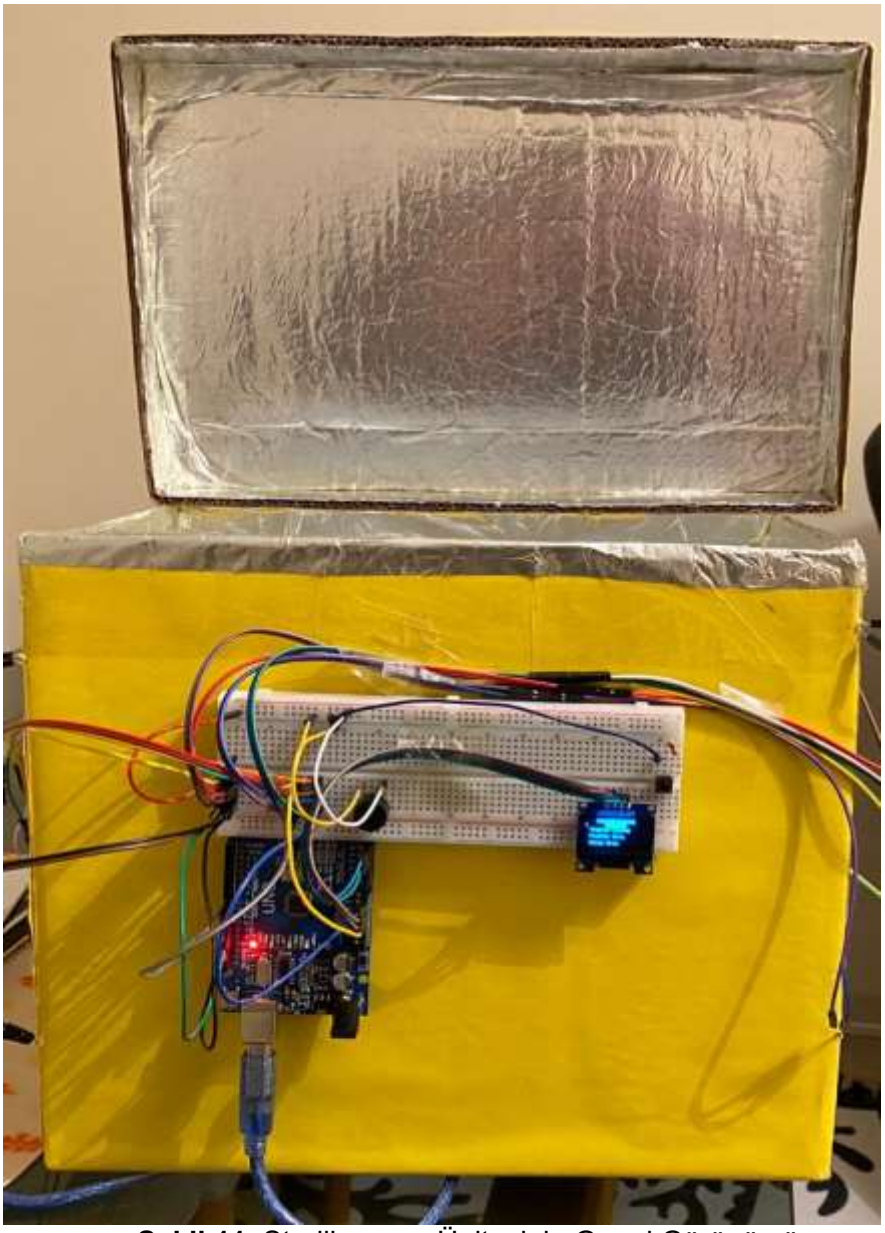
4.1. Arduino ve LCD Panelin çalışması için geliştirilen kodlar

Arduino IDE programı kullanılarak geliştirilen yazılıma ilişkin bazı ekran görüntüleri aşağıdaki bölümde verilmiştir.

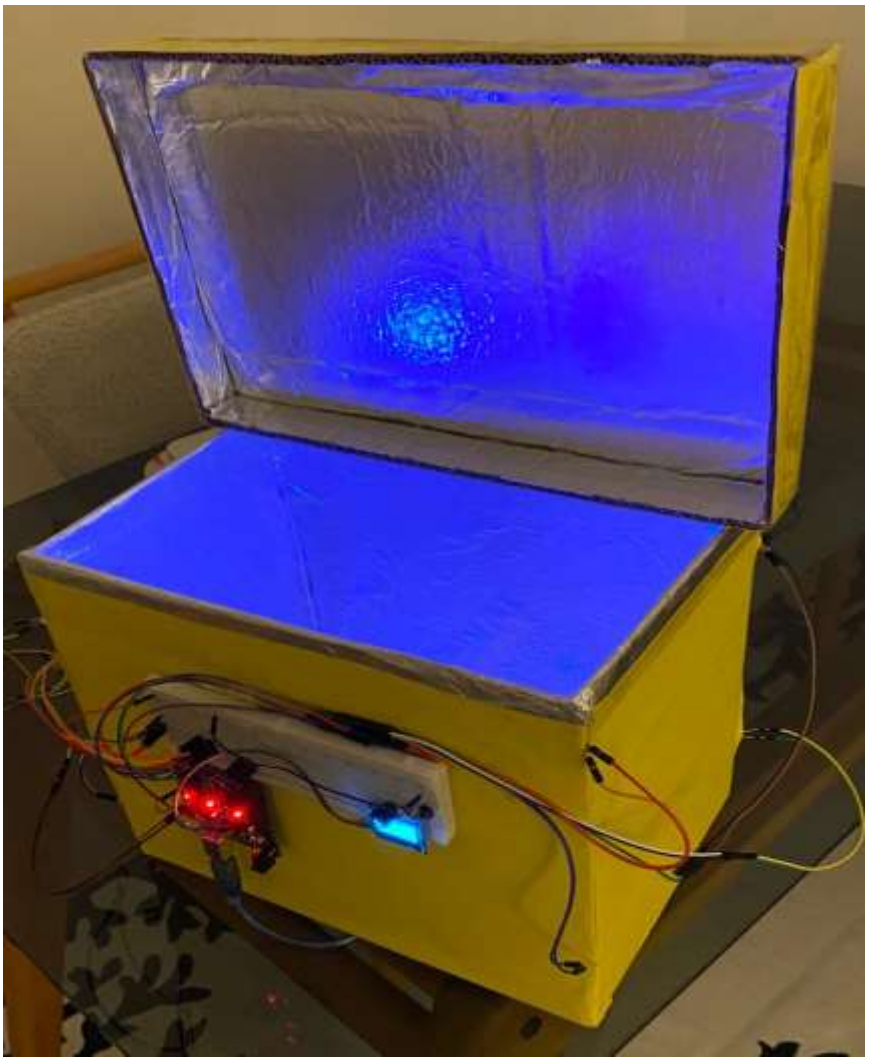


Şekil 10. Geliştirilen kodların ekran görüntüsü

4.2. Arduino ve UV-C ledlerin çalışması için geliştirilen kodlar ve Sterilizasyon ünitesinin genel görünümü



Şekil 11. Sterilizasyon Ünitesinin Genel Görünümü



Şekil 12. Sterilizasyon Ünitesinin Genel Görünümü

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışmada, Covid-19 ile mücadele kapsamında kullanılmak üzere Arduino açık kaynaklı geliştirime kartı kullanılarak bir sterilizasyon ünitesi tasarlanmıştır. Tasarlanan sterilizasyon ünitesinde UV-C ışın yayan 8 adet UV-led kullanılmıştır. Sterilizasyon ünitesi için kullanıcılara hem bilgi vermek hem de çeşitli ürünler için LCD panel kullanılarak bir menü oluşturulmuştur. Bu sayede kullanıcılar, sterilizasyon ünitesi içerisine farklı ürün çeşitlerini yerleştirerek farklı sürelerde sterilizasyon işlemini gerçekleştirebilmektedir.

Geliştirilen uygulama, belirlenen parametreler doğrultusunda test edilerek düzgün bir şekilde çalıştığı tespit edilmiştir.

Projemizin amacında da belirtildiği üzere geliştirilen sterilizasyon ünitesinin olabildiğince düşük maliyetli ve açık kaynaklı olup herkesin ulaşabilmesi en öncelikli hedeflerinden bir tanesidir.

Çalışmasının önemli amaçlarından bir tanesi de yaşamış olduğumuz Covid-19 pandemisi ile mücadele noktasına bir farkındalık oluşturmaktır.

Yapılan çalışma ile ilgili literatür taraması yapıldığında teknoloji tasarım alanında sterilizasyon ünitesinin geliştirildiği bazı çalışmalara rastlanmıştır. Literatürdeki bu çalışmaların genelinde yüksek maliyetli ve ileri teknoloji gerektiren birtakım materyallerin kullanıldığı görülmektedir. Çalışmamızda herkesin kolaylıkla ulaşabileceği ve düşük maliyeti bir uygulamanın geliştirilmesi göz önüne alındığında, çalışmanın bu alandaki alanyazına önemli bir katkı sağlayacağı beklenmektedir. Bu durum ayrıca çalışmamızın özgünlüğünü de ortaya koyma noktasına oldukça önemlidir.

6. ÖNERİLER

Çalışma sonucunda, elde edilen bilgi ve tecrübeler neticesinde birtakım öneriler aşağıda sunulmuştur.

- Araştırmacılara Covid-19 ile mücadele kapsamında teknoloji tasarıma yönelik çalışmaların açık kaynak ve uygun maliyetli bir şekilde yapılması önerilebilir.
- UV-C ışıklarının daha uygun halde bireyleri kötü etkilemeyecek şekilde kullanılmasına yönelik bir takım çalışmalar yapılabilir.
- Covid-19 pandemisi süresince hayatımızı kolaylaştırabilecek ve bireyleri virüslerden korumak amacıyla farklı alanlarda çalışmalar yapılabilir.
- Yapılan çalışmanın açık kaynaklı ve düşük maliyetli olması açısından okullarda fen derslerinde yapılmak üzere bir STEAM etkinliği şeklinde bir ders planı hazırlanbilir.

KAYNAKLAR

Akyüz, A. Ö., İnan, O., Kumaş, K., Temiz, D., & Yoldaş, F. (2018). Meslek Yüksekokulları ve Mühendislik Fakültelerinin Biyomedikal Bölümleri için Eğitim Amaçlı UV Sterilizasyon Ünitesi Tasarımı. *Teknik Bilimler Dergisi*, *8*(2), 1-4.

Anadolu Ajansı (2020). Ultraviyole ışınlarıyla Kovid-19'u öldüren 3 cihaz tasarladılar. Erişim tarihi: 01-01-2021 Erişim adresi: https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/ultraviyole-isinlariyla-kovid-19u-olduren-3-cihaz-tasarladilar/1790720.

Anadolu Ajansı (2020). Virüslere karşı kapalı alanlarda UV sterilizasyon önerisi, Erişim tarihi: 01-01-2021. Erişim adresi: https://www.aa.com.tr/tr/koronavirus/viruslere-karsi-kapali-alanlarda-uv-sterilizasyon-onerisi/1786110.

Arduino (2020). Erişim tarihi: 03.01.2021, Erişim adresi:https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage.

Aslan R. (2020). Tarihten günümüze epidemiler, pandemiler ve Covid-19, *Ayrıntı Dergisi*, *8*(65): 35-41.

Bakanlığı, T. S. (2020). Covid-19 Salgın Yönetimi Ve Çalışma Rehberi, Erişim tarihi: 30-01-2021 Erişim adresi: https://covid19.saglik.gov.tr/Eklenti/37722/0/covid19salginyonetimivecalismarehberipdf.pdf .

Bentancor, M.; Vidal, S. Programmable and low-cost ultraviolet room disinfection device. HardwareX 2018, 4, e00046. [CrossRef].

COVID-19 (SARS-CoV2 ENFEKSİYONU) REHBERİ. Erişim: https://covid19bilgi. saglik. gov. tr/depo/rehberler/COVID-19_Rehberi. pdf (Erişim Tarihi: 16.07. 2020).

Halk Sağlığı Uzmanları Derneği (2020). Dezenfeksiyon için ne yapmalı?, Erişim tarihi:02-01-2021. Erişim adresi: https://korona.hasuder.org.tr/covid-19-dezenfeksiyon-icin-ne-yapmali.

Ham, A. (2020). Social and economic impact of the COVID-19 and policy options in

Honduras. Erişim adresi: https://www.undp.org/content/dam/rblac/Policy%20Papers%20COVID%20 19/UNDP-RBLAC-CD19-PDS-Number4-EN-Honduras.pdf (30.11.2020).

Taşdemir, C. (2014). Arduino, 6.Baskı, Dikeyeksen, Haziran 2014.

TÜBİTAK, Tasarım Teknolojileri Stratejisi Vizyon 2023 Projesi, Tasarım Teknolojileri Strateji Grubu, Ankara (2004). Erişim Tarihi 14.01.2021.

WHO (2020). Origin of SARS-CoV-2 Erişim tarihi: 28-01-2021 Erişim adresi: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332197/WHO-2019-nCoV-FAQ-Virus_origin2020.1-eng.pdf.

Wikipedia (2020). Covid19. Erişim tarihi: 7-12-2020 Erişim adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/COVID-19.

UZAKTAN EĞİTİMDE AKRAN BEĞENİSİ İLE OKUMA ORANINI ARTIRAN KİTAP SUNUMLARI

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİ: GİZEM KEMANCI

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: FADİME YALMAÇ ERDOĞAN

İZMİR
2021

Özet

Bu proje, 2020 – 2021 öğretim yılında İzmir'de bulunan bir özel okulun 5 ve 6.sınıf öğrencilerinden oluşan toplam 49 kişinin uzaktan eğitim sürecindeki okuma alışkanlıkları dikkate alınarak geliştirilmiştir. Verilerin toplanmasında anket tekniği kullanılmıştır. Bu projede, 49 öğrencinin uzaktan eğitimde kitap okuma alışkanlıkları, bu alışkanlığı kazanmada ailelerin, öğretmenlerin ve arkadaşların katkısı analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda elde edilen bulgular şöyle özetlenebilir: Öğrencilerin uzaktan eğitimde kitap okuma alışkanlıkları düşük düzeydedir. Yüz yüze eğitime göre öğrencilerin saatlerce çevrim içi eğitim için ekran başında olması, onların kitap okumaya yeteri kadar vakit ayıramamalarına neden olmaktadır. Kitaplardan uzaklaşan, ekrana bağlı kalmak zorunda olan öğrencilerin kendilerini ifade edebilme güçlüğü gibi birçok olumsuz sonuçlarla karşılaştıkları gözlemlenmiştir. Yapılan ankete göre öğrencilerin kitap okuma oranlarının ancak bir öğretmen görev verdiğinde, en çok da arkadaşları kitap önerdiğinde arttığı görülmüştür.

Geliştirdiğimiz proje kapsamında öğrenciler kendi seçtikleri, öğretmen tarafından onaylanan kitapları okur ve kitabın karakterlerini anlatan, kitap hakkında kendi eleştirilerinin bulunduğu sunumu çevrim içi ders esnasında arkadaşları ile paylaşır. Sunumda, kitap ile ilgili diğer arkadaşlarından tahminler bekler. Bu tahmin etme süreci, tüm sınıfı sunumu yapılan kitaba teşvik eder. Bu paylaşım esnasında daha önce derse hiç katılmamış, çekingen öğrenciler de kendini ifade edebilme imkânı bulmuş olur. Topluluk karşısında kendini ifade edebilme kazanımı elde edilirken, arkadaşları tarafından sunumu beğenilen öğrenci; bir dahaki kitabını okumak ve yeniden sunmak için can atmaktadır. Öğrencinin sunmuş olduğu kitabını arkadaşlarına önermesi ile de onu dinleyen sınıf arkadaşları ilgilerine göre bu kitabı alıp okumuştur. Bu sayede her öğrenci farklı kitaplar sunduğu için hem öğrencilerin kitap kültürleri gelişmiş hem de okuma oranları artmıştır.

Anahtar kelimeler: Türkçe öğretimi, Okuma Alışkanlığı, Uzaktan Eğitimde Kitap Okuma, Akran Beğenisi, Kitap Sunumu

Amaç

Dünyada en güçlü ve en ileri ülkeler okuyan, araştıran, yazan, bilen, bilime, sanata, tekniğe önem veren ülkelerdir. Okumayan, araştırmayan, edebiyattan, sanattan, bilimden uzak olan ülkeler ise geçmişte olduğu gibi gelecekte de güçlü ve gelişmiş ülkelerin hizmetçisi ya da sömürgesi olarak kalacaklardır. Yadsınamaz olan bu gerçeklerden kaçmak yerine araştırmayı ve okumayı seven Türk halkına, her koşulda okuma alışkanlığı kazandırmaya çalışılmalıdır. Öyle ki tüm dünya olarak Kovid-19 ile mücadele etme süreci içerisindeyiz. Bu zorlu süreçte öğrencilerimiz, çok sevdikleri okullarından ayrı kalmış; eğitim hayatlarına evde devam etmektedir. Yüz yüze eğitimde alınan verimi yakalamak adına öğrencilerimizi yoğun bir çevrim içi eğitim programı ile baş başa bırakmış bulunmaktayız. Projede ankete katılan 5 ve 6.sınıf öğrencileri her gün dokuz saat çevrim içi ders görmekte ve tüm günleri ekran karşısında geçmektedir. Derslerin bitiminde ödevlerini yapan öğrencilerin kitap okumak için neredeyse vakitleri kalmamıştır. Elde olmayan sebeplerden dolayı hayatları ekran karşısında geçen öğrencilerin aile bireyleri dışında kimse ile iletişim kurmaması da kendilerini ifade edebilmelerini güçleştirmekte ve sosyalleşmelerini kısıtlamaktadır. Yapılan araştırmalarda da salgın döneminde öğrencilerin kitap okuma oranlarının düştüğü bilinmektedir. Kitap okunmadan yitip giden zamanı telafi etmek adına **"Uzaktan Eğitimde Akran Beğenisi ile Okuma Oranını Arttıran Kitap Sunumları"** projesi geliştirilmiştir. Bu projemizde amaç, öğrencilerimizin çevrim içi eğitim hayatlarına kitap okumayı sevdirerek yerleştirmektir. Akran beğenisi ile de okuma alışkanlığını sürekli hale getirmek temel amacımız olmuş, proje sonrası yapılan ankette de projemizin öğrenciler üzerinde başarılı olduğu saptanmıştır.

1.Giriş

Okumak, yaşamı anlamlı kılan, boyutlandıran, bireye seçenekler sunan bir uğraştır. Hangi amaçla gerçekleşirse gerçekleşsin okumada temel unsur iletişim kurmaktır. Bu iletişim, sadece okurla metin arasında değildir. Geçmiş yaşantılar aracılığı ile oluşan bilgi, kültürel birikim, inançlar, değer yargıları, beklentiler gibi birçok faktör bu iletişimin gerçekleşmesinde etkilidir. Yaşantıların okuma becerisinde etkili olması gibi okuma da yaşamı etkilemektedir. Özellikle küçük yaşlarda kazanılan okuma alışkanlığı ve çeşitliliği, bireylerin zihinsel gelişimi ve sosyal olgunlaşmasında çok önemli bir etkiye sahiptir.

Okuma bir başına etkinlik olarak boş zamanlarını değerlendirmede yer aldığı gibi, başka etkinliklerin doğmasına, yeni yeni ilgilerin uyanmasına da yol açar. Sözgelimi okunan bir roman, bir hikâye bir masal veya şiir kitabının eğlendirici, dinlendirici nitelikleri yanında, kahraman ve karakterlerin davranışlarına öykünme, onların olumlu taraflarını benimseme yönünden okurları etkileyici yanı da vardır. Böylece okur, boş zamanlarında okuma yoluyla olumlu alışkanlıklar edinmeye yönelir. Bu da okumanın boş zamanları değerlendirme yönünden yalnızca bir amaç değil, bir araç olduğunu da gösterir. Okumaktan gaye, elbette okumuş olmak değil; istifade ederek okumak, yani nitelikli bir okumadır. Nitelikli okuma ise; anlamaya çalışarak, çok yönlü düşünerek, karşılaştırmalar, değerlendirmeler ve çıkarmalar yaparak, düşünce üretilerek yapılan okumadır Okuma yoluyla kazanacağımız dinamik düşünce, çevremize uyumu kolaylaştıracağı gibi çevremizdekileri geliştirmemizi de sağlar. Okumanın önemini iki genel başlık altında toplamak olanaklıdır:

1.1 Toplumsal Önemi / Yararı:

Gelişmiş ülkelerin karşılaştıkları okuma alışkanlığı sorunu, ciddi ve hızlı bir biçimde ele alarak çözümlemiş olmaları okumanın özellikle toplumsal önemini ortaya koymaktadır. Ekonomik gelişme için bir ülke nüfusunun en az %40'ının okuryazar olması gerektiği hesaplanmaktadır. Eğitim, ekonomide verimliliği %44 oranında artırmaktadır. Okuma alışkanlığı, eğitimdeki verimliliği %30 oranında artırmaktadır. Kısaca okuma, eğitim aracılığıyla ekonomide verimliliğe ve sonuçta kalkınmaya katkıda bulunur.

"Okuma alışkanlığı fazla gelişmemiş toplumlarda, toplumun kültürel yapısında kısırdöngülerin oluşacağı söylenebilir. Örneğin, yere tükürmek ya da çevreyi kirletmek olgusu bir toplumun kültüründe hoş karşılanıyorsa, fakat toplum genel olarak bundan rahatsız oluyorsa, toplumun bilinçlendirilmesi ve çevre bilinci kazanmasında okuma olgusunun çok önemli işlevleri olacağı kuşkusuzdur. Toplumun kültürel yapısında hoş olmayan, ama müsamaha gösterilen olguların yıkılarak, toplum yaşamına daha uygun bir modelin gelmesi sağlanabilir."

1.2 Bireysel Önemi/ Yararı:

Okuma bir öğrenme biçimi; dil ve kişiliği sistematik olarak geliştiren bir araç; eğitimde fırsat eşitliğinin yaratılmasına yardımcı bir alan; zihinsel ve duygusal yaşamanın temel taşı; öğrenimde başarıyı %30 dolayında artıran bir etken ve mekanik (siyah/ beyaz karşıtlığı) düşünce tarzının oluşumunu engelleyen bir unsurdur. "Kişisel gelişim açısından okuma önemlidir. Çünkü okuma duygusal ve ruhsal ihtiyaçları gidermeye katkı sağlar. Okuyamayan insanlar sürekli başkaları tarafından bu yetersizliklerinin fark edilebileceği endişesini taşırlar. Okumayan veya okuyamayan insan hem akademik zenginlikten hem de kültürel etkinliklere katılımdan mahrum kalır ve eğitilmiş insanlarla iletişim kurmakta zorlanır. Okumanın yaşamı anlamlı kılan, boyutlandıran ve kişiye seçenekler sunan bir eylem olduğu söylenebilir. Okuma, eğitim engellerini ortadan kaldırabilir. Böylece dilin geliştirilmesi ve entelektüel öğretimin ilerletilmesi yolu ile daha eşit bir eğitim fırsatına imkân sağlar. Kısaca, okuma bireysel düzlemde gelişmiş bir kişiliğin, toplumsal düzlemde ise, verimli bir ekonomi, demokratik bir yapı ve sağlıklı bir toplumun en önemli koşul ve güvencelerinden birisidir.

Okumanın, gerek toplumsal ve gerekse bireysel önemi/ yararının ortak paydası bir gelişmişlik ölçütü olmasıdır. Okuma hem bireysel hem de toplumsal düzeyde bir uygarlık ölçütüdür. Biz de uygar bir toplum olarak salgın döneminde azalan kitap okuma oranımızı tüm bu sebeplerden arttırmak zorundayız.

Projemizde öncelikle öğrenciler kendi ilgi alanlarına göre kitap seçmektedir. Bu durum okumaya teşvik etmenin ilk adımıdır. Böylece çocuk kendi kitabını sahiplenecek ve kitap okuma konusunda daha çok motive olabilecektir. Çocuğun beğendiği kitabı alıp denemek, öğretmeninin ya da ebeveyninin faydalı bulduğu ama çocuğun beğenmediği bir kitabı almaktan çok daha sağlıklı olacaktır. Çocuğa zorlayıcı bir şekilde onun beğenmediği bir kitabı okutmaya çalışmak kitaplardan soğumasına neden olabilmektedir.

Okul çağındaki çocuklar için arkadaş beğenisi, çoğu zaman ebeveyn beğenisinden daha önde gelmektedir. Özellikle sınıfta izole edilen ya da başka açılardan arkadaş ilişkilerinde yetersiz kalan çocukların var olan beceri ve yeteneklerini, yapabildiği şeyleri ön plana çıkartarak arkadaşları arasında itibar kazanması çocuğa kendini iyi hissettirecek; akran ilişkilerini teşvik edecektir. Bu teşviğin önemine ikinci aşama olarak projemizde yer verilmiştir. Çevrim içi derste sunumu yapılan kitap, akran beğenisi ile birçok öğrenci tarafından alınıp okunmaya başlanmıştır. Öğrenciler bu sayede hem topluluk karşısında konuşabilme yetisine sahip olmuş hem de akran beğenisi ile okuma oranını arttırmıştır.

2. Yöntem

2.1 Salgın Döneminde Kitap Okuma Oranı Araştırması

Kovid-19 ile birlikte evlerde kaldığımız, eğitimin çevrim içi olarak devam ettiği bu süreçte öğrencilerin kitap okuma oranları ve kitap satışları araştırılmıştır. Ülke genelindeki bazı kitapçıların röportajları izlenmiştir. Bu araştırma sonucunda, okul çağındaki öğrencilerin bu süreçte kitap almadıkları ve okuma oranlarının düştüğü saptanmıştır.

2.2 Okul Çağındaki Öğrenciler İçin Akran Beğenisinin Öneminin Araştırılması

Akran beğenisi hakkında çeşitli psikologların söyleşileri dinlenmiş ve makaleleri okunmuştur. Bu araştırma sonucunda okul çağındaki öğrenciler için akran beğenisinin çok önemli olduğu bilgisine ulaşılmış ve projemiz bu alanda ilerletilmiştir.

2.3 2 Farklı Sınıf Düzeyinden 49 Kişiye Uygulanan Anket Çalışması

Projenin bu ayağında İzmir düzleminde Ortaokul 5 ve 6.sınıf öğrencilerinden oluşan toplam 49 kişiye Google Drive üzerinden 10 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. ***1,2,3,7,8,9 ve 10. sorular evet, hayır üzerinden değerlendirilmiştir. Bu sorular şu şekildedir:***

1-Kitap okumayı seviyor musunuz?

2-Boş zamanlarınızı değerlendirmek için ilk sırada kitap okumayı mı seçiyorsunuz?

3-Yüz yüze eğitimde, okuldayken Türkçe derslerinizde her hafta düzenli olarak kitap okuma saati yapar mıydınız?

7-Okuma alışkanlığı edinmiş olan öğrenci okuduğunu anlama ve daha hızlı kavrama yeteneğine sahip olacaktır. Bu durum da bütün derslerde öğrencinin daha fazla başarı göstermesine etki eder mi?

8-Okulda yaptığınız kitap sunumları sayesinde okuma isteğiniz artıyor mu?

9- Kitap sunumunuzu yaptıktan sonra biraz olsun çekingenliğinizden kurtulduğunuzu hissediyor musunuz?

10- Arkadaşlarınız kitap sunumu yaparken onların anlattığı kitapları beğenip okuduğunuz oldu mu?

4.soru online eğitimde, yüz yüze eğitimde şeklinde üzerinden değerlendirilmiştir. Bu soru şu şekildedir:

4- Kitap okuma oranınızın hangisinde daha fazla olduğunu düşünüyorsunuz?

5.soru; öğretmenim ödev verdiğinde, arkadaşım bir kitap önerdiğinde, ailem kitap okumamı istediğinde üzerinden değerlendirilmiştir. Bu soru şu şekildedir:

5- Hangisinde kitap okumayı daha fazla tercih ediyorsunuz?

6.soru katılıyorum, katılmıyorum üzerinden değerlendirilmiştir. Bu soru şu şekildedir:

6- "Kişinin kendini tanımasında, toplumsallaşmasında, sağlıklı bir toplumun oluşmasında ve devam etmesindeki en önemli etken kitap okuma alışkanlığıdır." sözüne katılıyor musunuz?

Yapılan bu ankette yer alan sorularla:

- Öğrencilerin yüz yüze eğitime kıyasla çevrim içi eğitimde okuma oranlarının azaldığı,
- Öğrencilerin, okuma alışkanlığı kazanan bireylerin diğer alanlarda da başarılı olduğunun farkında olması,
- Türkçe derslerinde yapılan kitap sunumları ile kitap okuma oranlarının arttığı,
-Türkçe derslerinde yapılan kitap sunumlarında arkadaş beğenisine önem verdikleri sonuçları çıkarılmaktadır.

Anket linki: https://docs.google.com/forms/d/1aeXE4MIZwR-48lK7O-r6G4FHR0jt9hn-qH00itrxwNw/edit

3. Proje İş-Zaman Çizelgesi

PROJE İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ (EYLÜL 2020- NİSAN 2021 20212021)									
İşin Tanımı	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X			
Atasözü ve Deyimlerin Hazırlanması	X	X							
Verilerin Toplanması ve Analizi			X	X	X	X	X	X	X
Proje Raporu Yazımı					X	X	X	X	

Tablo-1 Proje İş-Zaman Çizelgesi

4. Bulgular

4.1 Uzaktan Eğitim Sürecinde Kitap Okuma Oranının Azaldığının Saptanması

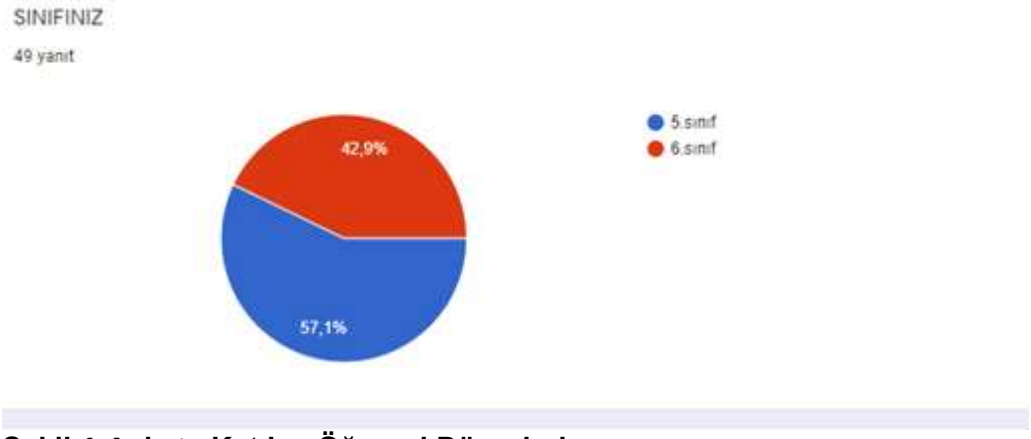
Anadolu Üniversitesi Sosyal Medya ve Dijital Güvenlik Eğitim, Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin (SODİGEM) "Pandemi Döneminde Dijital Yaşam Anketi" ne göre evde basılı kitap okuma oranı %3 azaldığını belirtti.

5 ve 6.sınıf öğrenci ebeveynlerinin de genel problemi, öğrencilerin kitap okumaktan çok bilgisayar oyunları ile vakit geçirmesi yönündedir.

4.2 2 Farklı Sınıf Düzeyinden 49 Kişiye Uygulanan Anket Sonucundan Elde Edilen Verilerin Grafiğe Dökülmesi

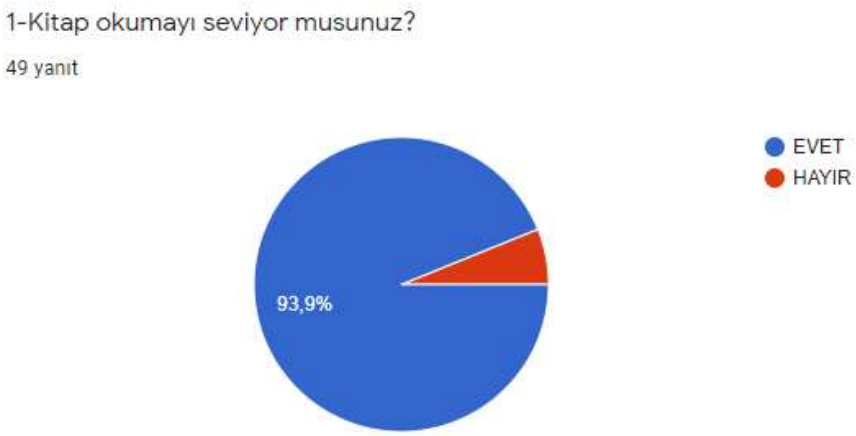
Yöntem bölümünde İzmir düzleminde Ortaokul 5 ve 6.sınıf öğrencilerinden oluşan

toplam 49 kişiye Google Drive üzerinden 10 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır.



Şekil-1 Ankete Katılan Öğrenci Düzeyleri

Şekil-1'de görüldüğü gibi ankete 49 öğrenci katılmıştır. Katılımcıların %57,1'i 5.sınıf öğrencisi iken %42,9'u 6.sınıf öğrencisidir.



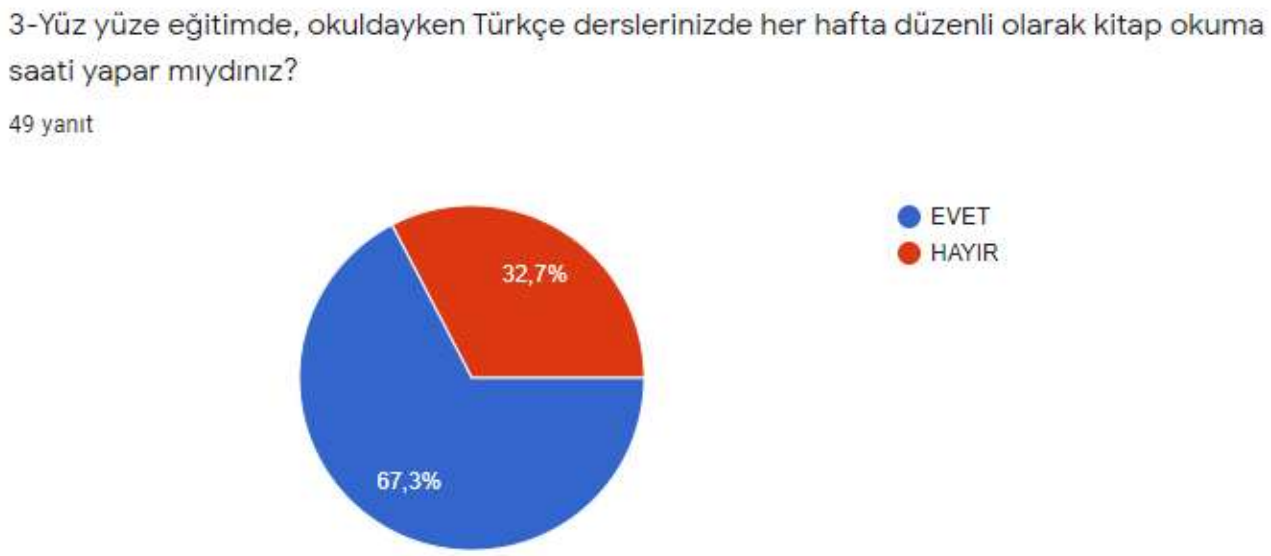
Şekil-2 Öğrencilerdeki Kitap Okuma Sevgisini Ölçen Grafik

1.soru ankete katılan öğrencilerin kitap okuma sevgisini ölçmektedir. Ankete katılan öğrencilerin %93.9'u kitap okumayı sevmektedir. Ankete katılanların %6,1'i ise kitap okumayı sevmediğini belirtmiştir.



Şekil-3 Öğrencilerin Boş Zamanlarında İlk Tercih Olarak Kitap Okumayı Seçip Seçmediklerini Belirten Grafik

2.soru ankete katılan öğrencilerin boş zamanlarında ilk olarak kitap okumayı tercih edip etmediklerini ölçmektedir. Ankete katılan öğrencilerin %53,1'i hayır yanıtını verirken %46,9'u evet yanıtını vermiştir. Grafiği yorumlayacak olursak; öğrencilerin boş zamanlarını değerlendirmede ilk seçtikleri eylem kitap okuma olmamıştır. Cevap yüzdeleri birbirine çok yakındır bu nedenle öğrencilerin hatrı sayılır kısmı aslında kitap okumayı boş zamanlarını değerlendirmede ilk sırada tutmaktadır.



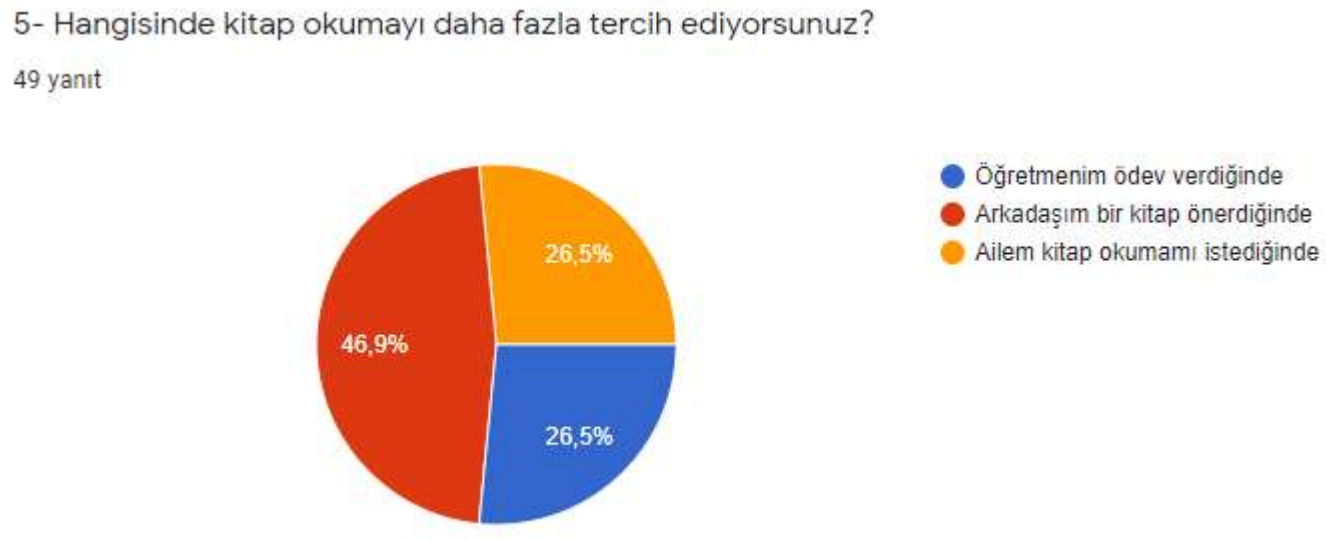
Şekil-4 Öğrencilerin Kitap Okuma Oranını Yüz Yüze Eğitimde ve Çevrim İçi Eğitimde Kıyaslayan Grafik

3.soru ankete katılan öğrencilerin kitap okuma oranını yüz yüze eğitimde ve çevrim içi eğitimde kıyaslamıştır. Bu kıyas sonucu şu şekildedir: Ankete katılan öğrencilerin %67,3'ü yüz yüze eğitimde okulda geçen Türkçe derslerinde kitap okuma saati yapmıştır. Böylelikle öğrenci sınıf ortamında okuduğu kitap ile okuma oranını arttırmıştır. Ankete katılan öğrencilerin %32,7'si ise kitap okuma saati yapmamış, yüz yüze eğitimde okuma oranını artırmamış gözükmektedir.



Şekil-5 Öğrencilerin Kitap Okuma Oranını Yüz Yüze Eğitimde ve Çevrim İçi Eğitimde Kıyaslayan Grafik

4.soru, ankete katılan öğrencilerin kitap okuma oranını yüz yüze eğitimde ve çevrim içi eğitimde kıyaslamıştır. Ankete katılan öğrencilerin %65,3'ü yüz yüze eğitimde daha fazla okuduğunu belirtmiş, ankete katılanların %34,7'si ise çevrim içi eğitimde daha fazla okuduğunu belirtmiştir.



Şekil-6 Öğrencilerin Kitap Okumayı Hangi Durumda Tercih Ettiğini Gösteren Grafik

5.soru ankete katılan öğrencilerin kitap okumayı hangi durumda tercih ettiğini ölçmektedir. Ankete katılan öğrencilerin %46.9'u arkadaşı bir kitap önerdiğinde, %26,5'i ailesi kitap okumasını istediğinde, %26,5'i ise öğretmeni önerdiğinde kitap okuduğunu belirtmiştir. Bu somut bilgiden de görmekteyiz ki öğrenciler akran beğenisi ile daha fazla kitap okumaktadır. Projemizde akran beğenisinin yanında öğretmenin de görev olarak kitap sunumunu istemesi öğrenciyi görev bilinci sebebi ile kitap okumaya yönlendirmiştir. Hem görev bilinci ile hem akran beğenisi ile projemizde gerçekleştirilen kitap sunumları ile öğrencilerin uzaktan eğitimde okuma oranları arttırılmıştır.

Şekil-7 Öğrencilerin Kitap Okuma Alışkanlığının Öneminin Farkında Olduğunu Gösteren Grafik



6.soru, ankete katılan öğrencilerin kitap okumanın önemi hakkındaki bilince sahip olup olmadığını ölçmektedir. Ankete katılan öğrencilerin %53.9'u bu bilince sahiptir. Kitap okuma alışkanlığının; kişinin kendini tanımasında, toplumsallaşmasında, sağlıklı bir toplumun oluşmasında ve devam etmesindeki öneme sahip olduğu bilincindedir. Bu bilince sahip olan öğrenci de ankette sorulan soruda yer alan en az bir olumlu yöne sahip olmak adına dahi kitap okumaya kendini teşvik edebilmektedir.



Şekil-8 Öğrencilerin Kitap Okuma Alışkanlığına Sahip Olmanın Diğer Derslerde de Başarı Getireceğini Bildiğini Gösteren Grafik

7.soru, ankete katılan öğrencilerin kitap okuma alışkanlığı kazanmanın hayatın her alanında olduğu gibi eğitimde sadece Türkçe değil tüm dersleri öğrenmede; özellikle yeni nesil soruları çözmede kolaylık sağladığının farkındalığını ölçmektedir. Ankete katılan öğrencilerin tamamının bu durumun farkında olduğu görülmektedir.



Şekil-9 Öğrencilerin Türkçe Dersinde Yaptığı Kitap Sunumlarının Kitap Okuma İsteklerini Arttırdığını Gösteren Grafik

8.soru, ankete katılan öğrencilerin Türkçe dersinde yaptıkları kitap sunumlarının kitap okuma oranlarına etkisini ölçmektedir. Ankete katılan öğrencilerin %83,7'si Türkçe derslerinde yapılan kitap sunumlarının kitap okuma isteklerini arttırdığını belirtmiş, ankete katılanların %16,3'ü ise bu durumun tersini ifade etmiştir.



Şekil-10 Öğrencilerin Kitap Sunumları Sayesinde Çekingenliğinden Kurtulduğunu Gösteren Grafik

9.soru, ankete katılan öğrencilerin Türkçe dersinde yaptıkları kitap sunumları sayesinde çekingen davranışlardan kurtulup kurtulmadıklarını ölçmektedir. Ankete katılan öğrencilerin %85,7'si Türkçe derslerinde yapılan kitap sunumları sayesinde çekingenlikten kurtulduklarını, ifade yeteneklerinin geliştiğini belirtmiş, ankete katılanların %14,3'ü ise bu durumun tersini ifade etmiştir.

Şekil-11 Öğrencilerin Akran Beğenisi ile Kitap Okumasının Artıp Artmadığını Gösteren Grafik



10.soru, ankete katılan öğrencilerin akran beğenisi ile kitap okumasının artıp artmadığını ölçmektedir. Ankete katılan öğrencilerin %65,3'ü akran beğenisi ile kitap okumasının arttığını belirtmiş, ankete katılanların %34,7'si ise bu durumun tersini ifade etmiştir.

5. Sonuç ve Tartışma

1. Yapılan araştırmalar sonucunda öğrencilerin uzaktan eğitim sürecinde kitap okumaya olan ilgilerinin azaldığı saptanmıştır.

2. Öğrencilere ilgi alanları dışında kitap okuma dayatması yapılması da onları okuma alışkanlığından uzaklaştırmıştır.

3. Ankete katılan 5 ve 6.sınıf örneklem grubu üzerinden o yaşlardaki öğrencilerin kitap okumayı sevdiği belirlenmiştir.

4. Öğrencilerin uzaktan eğitim sürecinde boş zamanlarında ilk olarak kitap okumayı tercih etmedikleri saptanmıştır.

5. Öğrencilerin kitap okuma oranının yüz yüze eğitimde, uzaktan eğitime göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

6. Ankete katılan öğrencilerinden hareketle o yaş grubunda kitap okuma alışkanlığı kazandırmada akran ve öğretmen önerisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir.

7. Ankete katılan öğrencilerinden hareketle o yaş grubunda öğrencilerin, kitap okumanın önemi hakkındaki bilince sahip oldukları belirlenmiştir.

8. Ankete katılan öğrencilerinden hareketle o yaş grubunda öğrencilerin, kitap okuma alışkanlığı kazanmanın hayatın her alanında olduğu gibi eğitimde sadece Türkçe değil tüm dersleri öğrenmede; özellikle yeni nesil soruları çözmede kolaylık sağladığının farkında oldukları belirlenmiştir.

9. Ankete katılan öğrencilerinden hareketle öğrencilerin Türkçe dersinde yaptıkları kitap sunumlarının kitap okuma isteklerini arttırdığı belirlenmiştir.

10. Ankete katılan öğrencilerinden hareketle o yaş grubunda öğrencilerin, Türkçe derslerinde yapılan kitap sunumları sayesinde çekingenlikten kurtulduklarını; ifade yeteneklerinin geliştiğini belirlenmiştir.

11. Ankete katılan öğrencilerinden hareketle o yaş grubunda öğrencilerin akran beğenisi ile kitap okumasının arttığını belirtmiştir ki bu da projemizin amacına hizmet ettiğini göstermektedir.

Tüm belirttiğim sonuç maddeleri projemizin amacına hizmet ettiğini; öğrencilerin uzaktan eğitimde akran beğenisi ile okuma oranlarının severek arttırıldığını kanıtlamaktadır.

6. Öneriler

1. Öğrenciler, temel eğitimin birinci kademesinden itibaren okuma alışkanlığı kazandırılarak eğitilmelidir; bu konuya hassasiyetle yaklaşılması gerekir.

2. Okuma alışkanlığının Türkçe dersi içerisine projemiz kullanılarak arttırılması sağlanabilir.

3. Teknoloji çağındaki öğrencilerin ilgi alanlarına uygun daha güncel temel eser listesi yayımlanmalıdır. Bunun için temel eğitimin birinci kademesinden itibaren konuya hassasiyetle yaklaşılması gerekir.

4. Türkçe öğretiminde önem arz eden görsel unsurların kitap sunumlarında etkili bir şekilde kullanılması gerçekleştirilebilir. Böylelikle öğrenciler, kitaptaki karakterleri de zihinlerinde canlandırabilecek ve kitaba kendini yakın hissedecektir.

3. Türkçe öğretiminde, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının bir gereği olarak, yaparak, yaşayarak öğrenme kapsamında kitap sunumlarında öğrencilerin okuduklarındaki olayları dramatize ederek daha kalıcı öğrenme gerçekleştirmeleri sağlanabilir.

4. ÖSYM ve MEB tarafından yapılan merkezî sınavlardaki Yeni Nesil Türkçe soruları akran beğenisi ile okuma oranı artan öğrenci tarafından sonuç olarak daha kolay bir şekilde yapılabilir ve mutlak başarı da artmış olur.

5. Uzaktan eğitim sürecinde, projemizdeki gibi görselli kitap sunumları, bunlara yönelik çevrim içi etkinlikler EBA'ya haftalık olarak yüklenebilir. Bu sayede öğrencilerimiz uzaktan eğitim sürecinde de okumaya teşvik edilmiş olacaktır.

6. Türkçe öğretimi için hazırlanan ders kitaplarında yer alan metinlerin teknoloji çağındaki öğrencilerin ilgi alanları baz alınarak oluşturulmalıdır.

Kaynaklar

Google Drive https://docs.google.com/forms/d/1aeXE4MIZwR-48lK7O-r6G4FHR0jt9hn-qH00itrxwNw/edit

https://www.haberler.com/pandemi-doneminde-kitap-okuma-azaldi-13220880-haberi/

https://www.hurriyet.com.tr/sosyal/cocuk-aile/begenmedigi-kitabi-okutmak-kitaplardan-uzaklastirabilir-41715262

Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 3, Sayı 2, Kış 2014, BARTIN-TÜRKİYE

E-Kitap Okumaya Yönelik Tutum Ölçeğinin (Ekot) Geliştirilmesi Firdevs GÜNEŞ-Fatma SUSAR KIRMIZI

Bayis , S. 4. 5. 6. ve 7. Sınıf İlköğretim Öğrencilerinin Okuma ve Kütüphane Kullanım Alışkanlıklarının İncelenmesi -

Ekler

1. Uzaktan eğitim sürecinde Türkçe çevrim içi derste 5.sınıf öğrencisinin kitap sunumu yaparken çekilmiş videosu

Yukarıda belirttiğim ek, “Proje Tanıtım Videosu” dosyasına yüklenmiştir.

Bilgilerinize sunarım.

NESNELERİN İNTERNETİ TEMELLİ UZAKTAN SAĞLIK KONTROLÜ SİSTEMİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: DENİZ TİROL

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: Atajan ROVSHENOV

İZMİR
2021

Özet

Dünya genelinde sağlık hizmetlerine erişim konusunda en çok sınırlılığa yaşlı bireylerin ve kırsal bölgelerde ikamet eden kişilerin sahip olduğu görülmektedir. Araştırmalarda yaşlı bireylerin yaş özellikleri açısından sağlık hizmetlerini genel olarak ev ortamında alma eğiliminde olduğu karşımıza çıkmaktadır. Kırsal bölgede ikamet eden kişiler ise şehirleşme oranının az olması ve ikamet etmekte olduğu coğrafik bölgelerin getirdiği sınırlılıklardan dolayı hastane hizmetlerinden düzenli yararlanamamaktadır. Bu sorunların iyileştirilmesi için kullanılan yöntemlerden birisi de uzaktan sağlık kontrol sistemleridir. Kablosuz iletişim ve Nesnelerin İnterneti gibi teknolojiler aracılığı ile düşük maliyetli ve esnek güç yönetim özelliklerine sahip uzaktan sağlık kontrol sistemlerinin geliştirilebilmektedir. Çalışmada devamlı vücut ısısının ve nabız gibi sağlık verilerinin izlenmesi gereken hastalar için Nesnelerin İnterneti temelli uzaktan sağlık kontrölü sistemi geliştirilmiştir. Sensör aracılığı ile elde edilen verilerin gerçek zamanlı takibini sağlamak için Android işletim sistemine yönelik mobil uygulama geliştirilmiştir. Sistem de takibi yapılan kişiye acil müdahele gerektiği durumda yardımcı olunması için bildirim özelliği de eklenmiştir. Araştırmanın hastane hizmetlerine erişim imkanı bulunmayan kişilerin sorunlarını iyileştireceği ve sağlık alanında yapılacak Nesnelerin İnterneti temelli uygulamalara ışık tutacağı ön görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nesnelerin İnterneti, Sağlık Kontrolü, Arduino, App Inventor.

Amaç

Bu projenin amacı, devamlı vücut ısısı ve nabız gibi sağlık verilerinin izlenmesi gerektiren hastalar için Nesnelerin İnterneti temelli sistem geliştirmektir. Sensör aracılığı ile elde edilen verilerin gerçek zamanlı takibini sağlamak için Android işletim sistemine yönelik mobil uygulamanın geliştirilmesi hedeflenmiştir. Projenin gerçekleştirildiği durumda, ulusal politika olarak Nesnelerin İnterneti gibi sistemlerin sağlık alanında kullanılması ve bireyselleştirilmiş sağlık sistemleri ile ilgili ulusal yasaların yapılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Açık kaynaklı sensör ve geliştirme kartlarının kullanılarak geliştirildiği sistemin, özellikle kırsal bölgelerde oturan veya hastane ortamlarına her zaman erişimi olmayan kişilerin sağlık kontrolü gibi sorunlarını iyileştireceği öngörülmektedir.

1. Giriş

Bu bölümde, Nesnelerin İnterneti ve Uzaktan Sağlık Kontrolü Sistemleri ile ilgili kavramlara yer verilmiştir.

1.1. Nesnelerin İnterneti

Son yıllarda Bilgi ve İletişim Teknolojileri alanında giderek yaygınlaşan kavramların biri olan Nesnelerin İnterneti – Internet of Things ilk olarak 1999 yılında Kevin Ashton tarafından yapılan sunumda kullanılmıştır (Ashton, 2009). Ulusal alanyazında Nesnelerin İnterneti olarak bilinen ağ yapısı mimarisinde barındırdığı mikrodenetleyiciler ile sayısal iletişimi sağlayarak, kullanıcılar ile nesnelerin hızlı ve güvenli bilgi alış veriş yapabilmesini sağlamaktadır (Ge, Bangui ve Buhnova, 2018; Qi, Yang, Min, Amft, Dong ve Xu, 2017). Özetle, Nesnelerin İnterneti teknolojisini cihazların haberleşme süreci olarak tanımlamak mümkündür (Khalil ve Özdemir, 2017; Gökrem ve Bozuklu, 2016). Business Insider tarafından yapılan araştırmada 2027 yılında 41 milyondan fazla cihazın İnternet'e bağlı olacağı öngörülmektedir (Business Insider, 2021).

1.1.1. Nesnelerin İnterneti ve Mimari Yapısı

Yukarıda yer alan bilgilerde de ifade edildiği gibi Nesnelerin İnterneti teknolojisi iletişim sürecinde bazı standartları ve araçları kullanmaktadır. Bunlara örnek olarak RFID, GSM, 2G, 3G, 4G, Wi-Fi ve 5G teknolojisi gibi bağlantı standartları ile kablosuz sensör ağları, sensör ağları ve mikrodenetleyiciler gibi araçlar gösterilebilir (Patel ve Patel, 2016). Bağlantı standartlarının devamlı gelişmesi Nesnelerin İnterneti teknolojisine ait olan mimari yapının gelişmesinde etkisi büyüktür. Al- Fuqaha, Guizani, Mohammadi, Aledhari ve Ayyash (2016) yamış oldukları araştırmasında Nesnelerin İnternetine ait güncel mimari yapıyı aşağıdaki gibi ele almıştır.

Akıllı Cihazlar ve Sensör Katmanı: Mimari yapının en alt tabakasıdır ve iletişim kurulabilen tüm sensörleri içerir. Bu katmanda yer alan sensörler analog verilerin sayısal veriye aktarılmasında kullanılır. Sensörler fonksiyonlarına ve özelliklerine göre (çevre veya vücutla ilgili yapılan ölçme işlemleri) göre çeşitli alt gruplara ayrılmaktadır.

Ağ Katmanı: Bu katmanda yer alan sensörler yüksek veri aktarımı gerektiren işlemlerde kullanılmaktadır. Kendisine ait özel konfigürasyonların yapılmasını gerektiren sensörler nesneler ile iletişim kurmak için GSM, GPRS, 3G, 4G, UMTS, Wi-Fi, RFID, 5G ve uydu gibi bağlantı standartlarını kullanmaktadır.

Hizmet Yönetim Katmanı: Ağ katmanından aktarılan veriler bu katmanda kontrol edilmektedir ve işlenmektedir. Katman mantıksal kararlar alarak cihazı kullanıcının ihtiyacına göre uyarlamak gibi işlemleri gerçekleştirmektedir.

Uygulama Katmanı: Hizmet yönetimi katmanından elde edilen verilerden yola çıkarak bu katman cihazları kullanıcının akıllı tarım, ulaşım ve sağlık kontrolü gibi ihtiyaçlarını gerçekleştirmesine imkan tanımaktadır.

Yukarıda sunulan bilgiler ışığında Nesnelerin İnterneti teknolojisinin kapsamının geniş olduğu görülmektedir. Ayrıca, bu sisteme dahil edilecek nesnelerin veya cihazların aşağıdaki gibi kriterlere sahip olması beklenmektedir.

- Güvenlik: Cihazın fonksiyonlarına ve arayüzüne dışarıdan yapılan saldırılar ciddi sonuçlara yol açabilir. Kullanıcı verilerinin ve cihazın güvenliği için şifreleme standartlarının ve tekniklerinin kullanılarak güvenlik yöntemlerinin arttırılması gerekir (Hanson, Powell, Barth ve Kim, 2009).

- Güvenilirlik: Sensörün veri aktarma ve analiz yapacak tüm fonksiyonlarının geçerlilik ve güvenirlilik testlerinin yapıldığına dikkat edilmelidir.

- Ergonomi: Sensörün her bakımdan kullanıcı sağlığı için zararlı olmadığına dikkat edilmelidir. Sensörün elektrik tüketimi ve ısınma sorunlarının kontrol edilmiş olması gerekir. Son yıllarda artan uzaktan sağlık kontrol sistemleri göz önünde bulundurularak hasta vücuduna konulacak her cihazın yerleştirilecek kısıma uygun olmasına özen gösterilmelidir (Bag ve Bassiouni, 2009).

- Güç yönetimi: Sensörler tercih edilirken enerji yönetimi açısından incelenmelidir. Sağlık kontrolü gibi sistemlerde az güç kullanarak çalışabilen cihazların tercih edilmesi gerekir (Pan, Li ve Wu, 2008).

- Esneklik: Sensörlerin sıradan bir kullanıcı tarafından tüm konfigürasyonların yapılabilir olması gerekir (Hanson vd., 2009).

1.2. Uzaktan Sağlık Kontrolü Sistemleri

Teknoloji merkezli gelişmeler sağlık alanında verilen hizmetlerin inovatif yaklaşımlarla verilmesinin önünü açmıştır. Sağlık alanında giderek yaygınlaşan inovatif hizmetlerden birisi de tele tıp hizmetleridir (Küçüköner ve Yavuz, 2016). Tele tıp hizmeti hastaların hastane

ortamından bağımsız izlenmesine imkân tanımaktadır. Bu sistem özellikle, devamlı bakıma ihtiyaç duyan yaşlıların ve hastaneye ulaşım sorunu yaşayan kişilerin işlerini kolaylaştırmaktadır. Bunun dışında personel yetersizliği yaşayan sağlık kuruluşlarının da işlerini oldukça kolaylaştırmaktadır (Aslantaş, Kurban ve Çağlıkantar, 2020). Tele tıp hizmetlerinde uzaktan sağlık kontrolü işlemi ve gerçek zamanlı veri aktarımı için Nesnelerin İnterneti teknolojisinden yararlanılmaktadır. Gerçek zamanlı izlenen hastayla ilgili veriler bulut bilişim ortamlarında kaydedilerek aynı anda birkaç doktor veya aile ferdi tarafından takip edilebilmektedir (Uysal ve Ulusinan, 2020).

1.3. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, Nesnelerin İnterneti teknolojisinin uzaktan sağlık kontrolünde kullanımı ile ilgili yapılmış olan araştırmalar incelenmiştir.

Savaridass, Ikram, Deepika ve Aarnika (2020) çalışmasında Nesnelerin İnterneti temelli akıllı sağlık kontrolü sistemi önermiştir. Sistemde kişiye ait vücut ısısı, vücut basıncı, kalp atış hızı ve kan şeker oranı gibi verilerin kısa sürede doktoruna veya yakınına bilgi vermek amaçlanmıştır. Vücut ısısı LM35 sensörü ile, vücüt basıncı LM358 OAMP sensörü ile, kan şekeri Node-MCU sensörü ile elde edilmiştir. Wi-Fi sensörü ile verilerin Bulut Bilişim ortamında ve Google Tablolarda kayıt işlemi gerçekleştirilmiştir. Takip edilen kişinin yukarıda ifade verilen verilerinde anormal durum tespit edildiğinde, yakınına ve doktoruna SMS ve e- posta aracılığı ile bildirim gönderilmektedir. Çalışmada elde edilen verilerin sınıflandırılması için yapay zeka ve makine öğrenmesi gibi yaklaşımların benzer araştırmalarda kullanılması önerilmiştir.

Huang ve Cheng (2019) sağlık bilgi sistemi teması altında geliştirdikleri çalışmasında hastanın kan basıncı, kan şekeri ve nabız gibi bilgilerini kontrol etmeyi hedeflemişlerdir. Geliştirilen sistemde veriler RFID sensörü ile elde edilerek, Bluetooth veya 4G bağlantı standartı ile mobil uygulamaya iletilmektedir. Mobil uygulamada hastaya ait veriler depolanmaktadır ve acil durumlarda doktoruna veya yakınına anlık bildirim göndermektedir. Geliştirilen sistemde hastanın verilerinin güvenliğini sağlamak için şifre ile önlem alma seçeneği mevcuttur. Çalışma sonucunda RFID sensörü aracılığı ile temel fonksiyonlara sahip uzaktan sağlık kontrolü sistemlerinin yapılabildiği görülmüştür.

Nandyal ve Gada (2018) uzaktan hasta kontrolü için Nesnelerin İnterneti tabanlı Bulut Bilişim sistemi geliştirmiştir. Gömülü sistem olarak geliştirilen bu projede Arduino ATMEGA 328 kartına entegre edilen sensörler Arduino IDE ile programlanarak, hastanın kan basıncı, diastolik kan basıncı, sistolik kan basıncı, kalp atışı hızı, vücut sıcaklığı gibi verilerle hastanın uzaktan kontrolü yapılmıştır. ESP 2866 Wi-Fi, GPS ve GSM sensörü ile veriler mobil uygulamaya iletilmektedir. Elde edilen veriler Bulut Bilişim ortamında Thing Speak programı ile kayıt edilmektedir. Hastanın sağlık durumunda acil müdahele gerektiren durumlarda GSM modülü ile hasta yakınlarına bildirim gönderilmektedir. Yapılan güvenilirlik testinde uygulamanın doğru veri aktarıldığı ve özellikle yaşlı bakımında kullanılabileceği görülmüştür.

Tartan ve Ciflikli (2018) hastanın kalp atışını gerçek zamanlı takip etmek için mobil uygulama geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistemde hastanın anlık olarak bulunduğu konum GPS sensörü ile, kalp atış hızı gibi verileri nabız sensörü ile elde edilmiştir. Sensörler Arduino UNO geliştirme kartına entegre edilmiştir. Mobil uygulamada hastanın durumunda acil müdahele gerektiren senaryolarda doktora ve hasta yakınına SMS ve e- posta aracılığı ile bildirim gönderilmektedir. Uygulama aracılığı ile hasta doktoruna doğrudan ulaşarak sağlık durumu ile ilgili danışmanlık ve bilgi alabilmektedir. Çalışmada benzer araştırmalarda hastanın fizyolojik durumunu kontrol etmek için farklı sensörlerin kullanılabileceği önerilmiştir.

Patil, Thakur ve Kshirsagar (2018) yapmış oldukları çalışmasında hastaların EKG, kalp atışı, solunum, vücut ısısı ve kan basıncı gibi değişkenlerinin izlenebilmesi için Nesnelerin İnterneti tabanlı kontrol sistemi geliştirmiştir. Bahsi geçen değişkenlerin kontrolü için vücut ısısı, nabız

sensörü, solunum sensörü, EKG ve kan basıncı sensörü Arduino MEGA 2560 geliştirme kartına entegre edilerek kullanılmıştır. Sensör aracılığı ile elde edilen veriler ESP8266 Wi-Fi modülü ile Bulut Bilişim ortamında depolanmıştır. Verilerin gösterilmesi için LCD ekran kullanılmıştır. Araştırmacılar çalışmanın özellikle kırsal alanda ikamet eden hastaların hastane ortamından bağımsız izlenebilirliği açısından yararlı olacağını ifade edilmiştir.

Rajkumar ve Srikanth (2017) vücut sıcaklığı ve kalp atış hızının hastane ortamından bağımsız devamlı izlenebilmesi için çalışma gerçekleştirmiştir. Vücut ısısının izlenmesi için DS18B20 sensörü, kalp atış hızının izlenmesi için giyilebilir Fitbit sensörü Raspberry Pi kartına entegre edilerek kullanılmıştır. Verilerin anlık olarak izlenmesi için geliştirilen web arayüzünün kodları Python programında yazılmıştır. Program aracılığı ile anlık olarak izlenen hastanın sağlık durumunda müdahele gerektiren durum ortaya çıktığında doktora ve yakınlarına SMS ve e-posta ile haber gönderilmektedir. Ayrıca, program ile elde edilen veriler histogram tablolar ile görselleştirilerek sunulmaktadır.

Rebolledo-Nandi, Chávez-Olivera, Cuevas-Valencia, Alarcón-Paredes ve Alonso (2015) kişiye ait EKG, kan basıncı, oksijen satürasyonu ve vücut ısısı gibi biyomedikal sinyallerin anlık takibini sağlamak için sistem önerisinde bulunmuşlardır. Yukarıda ifade edilen verilerin izlenmesi için MCU şirketi tarafından geliştirilen sensörler kullanılmıştır. Elde edilen veriler Bluetooth sinyalleri ile mobi uygulamaya aktarılmıştır. Mobil uygulama verileri depolama ve görselleştirme gibi özellikleri içermektedir. Sensöre ait kodlar Arduino IDE ile, mobil uygulamaya ait kodlar Android Studio programında geliştirilmiştir. Kullanılan sensörler ile beraber geliştirilen sistemin maliyetinin yaklaşık olarak 60$ olduğu görülmüştür.

Uluslararası alanyazında yapılan araştırmalardan da görüldüğü üzere, açık kaynaklı geliştirme kartları ve sensörlerin kullanılarak ekonomik açıdan uygun Nesnelerin İnterneti temelli uzaktan sağlık kontrol sistemlerinin geliştirilebildiği görülmektedir. Geliştirilen sistemlerin özellikle kırsal bölgelerde ikamet eden ve hastane ortamına her zaman erişimi olmayan bireylerin günlük yaşamlarını oldukça kolaylaştırdığı karşımıza çıkmaktadır (Acharya ve Patil, 2020; Gutte ve Vadali, 2018; Ingole, Ambatkar ve Kakde, 2015; Vippalapalli ve Ananthula, 2016; Yeri ve Shubhangi, 2020).

2. Yöntem

Bu bölümde, Nesnelerin İnterneti temelli Uzaktan Sağlık Kontrolü Sisteminin çalışma yöntemine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

2.1. Sistemin Çalışma Yöntemi

Nesnelerin İnterneti temelli Uzaktan Sağlık Kontrolü Sistemi çalışırken sırasıyla aşağıdaki adımları takip etmektedir.

1. Hastanın vücut ısısı ve nabız verileri gerçek zamanlı olarak sensor aracılığı ile analiz edilir.

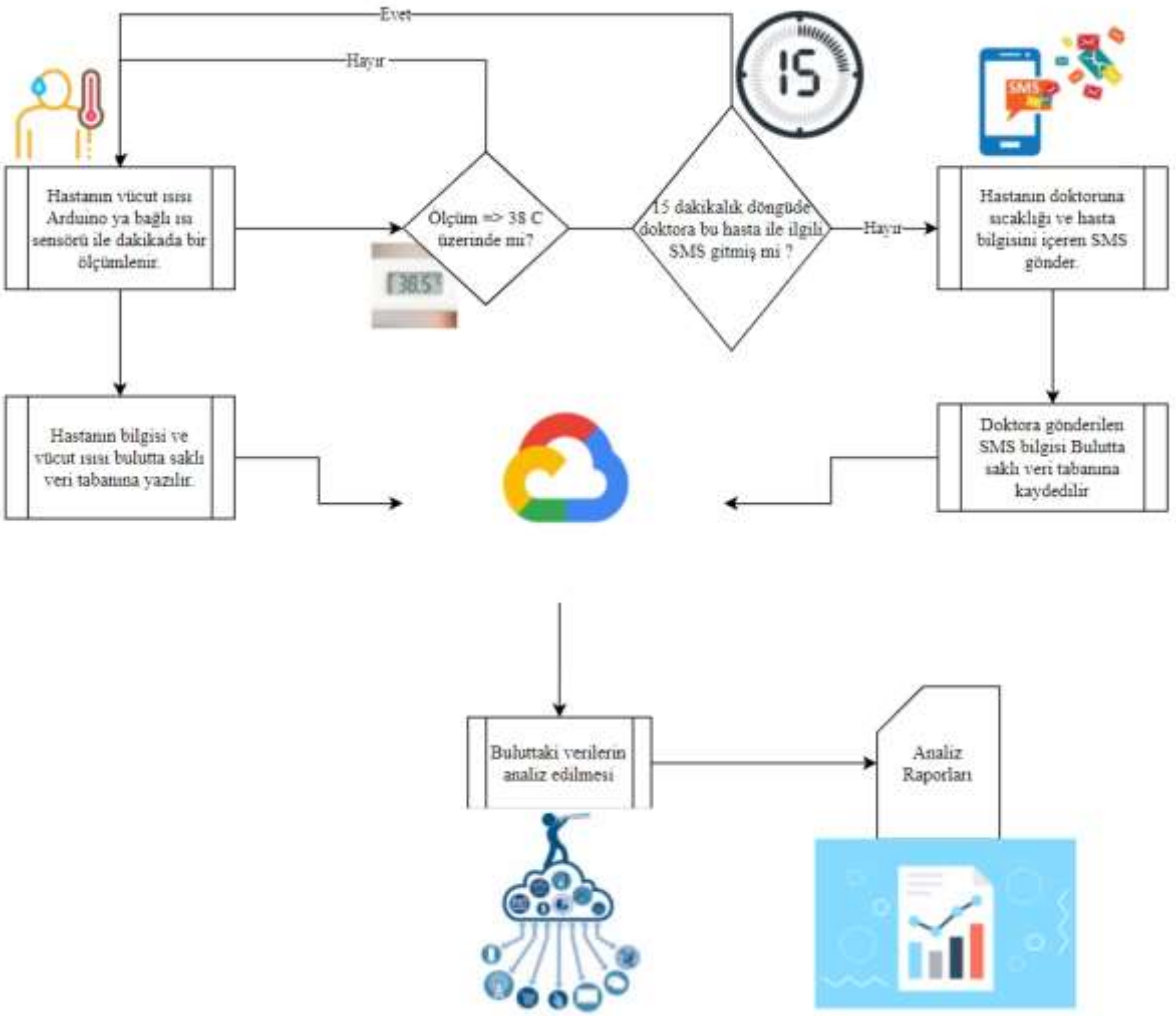
2. Vücut ısısı eğer 38 derecenin üzerinde ise, telefon rehberinde kayıtlı olan doktora SMS gönderilir.

3. Gönderilen SMS ile vücut ısısı bilgileri iletilir.

4. İletilen SMS mesajlarının kopyası Google Drive üzerinde depolanır.

5. Kayıt edilen verilerden tablolar halinde raporlar oluşturulur.

Sistemin çalışma yöntemine dair özet bilgiler Şekil 1' de yer alan akış şemasında yer almaktadır.



Şekil 1. Sistemin Akış Şeması

2.2. Kullanılan Araçlar ve Materyaller

Bu bölümde, sistemin geliştirilme sürecinde kullanılan araçlara ve materyallere ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Proje geliştirilirken, düşük maliyetli ve uluslararası kuruluş olan IEEE tarafından geçerlilik testleri yapılmış sensörler kullanılarak, sistemin doğru veri aktarması hedeflenmiştir. Projede açık kaynaklı geliştirme kartları kullanılarak farklı araştırmacılar tarafından kolaylıkla geliştirilmesinin önünü açmak göz önünde bulundurulmuştur. Kullanılan araçlara ilişkin bilgiler Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan Araçlara ve Materyallere ilişkin Bilgiler

No	Sensör Adı	Kullanım Amacı	Fiyatı
1	Jumper Kablo	Devrelerin Bağlantısının Sağlanması	5 TL
2	DHT11 Isı ve Nem Sensörü	Vücut Isısının Ölçülmesi	10 TL
3	Arduino UNO R3	Kartların entegre edilmesi (Anakart)	25 TL
4	SIM808 GSM/GPRS/GPS Sensörü	Ölçülen vücut ısısının mobil uygulamaya aktarılması	265 TL
5	Pulse Nabız Ölçer	Nabız ölçülmesi	40 TL
	Toplam		350 TL

Tablo 1' den görüldüğü üzere, yaklaşık 350 TL ile Nesnelerin İnterneti temelli Uzaktan Sağlık Kontrolü Sisteminin tasarlanabildiği görülmektedir.

2.3. Yazılımın Geliştirilmesi

Sensörlerin veri aktarmasını ve sistemin kullanıcının ihtiyacına göre çalışmasını sağlamak için App Inventor blok tabanlı programlama aracında yazılım geliştirilmiştir. Massachusetts Institute of Technology tarafından geliştirilen, web temelli platform ile Android işletim sistemini destekleyen cihazlara yönelik uygulamalar geliştirilebilmektedir. Google şirketi ürünlerine ait hesap ile bu programdan ücretsiz yararlanmak mümkündür. App Inventor programı piyasada yaygın olarak kullanılan Arduino ve Raspberry Pi gibi geliştirme kartlarını da desteklemektedir (App Inventor, 2021).

2.4. Yazılımın Test Edilmesi

Araştırmacı tarafından uygulamanın test sürecinde sergilemesi gereken performansa yönelik kriterler oluşturulmuştur. Bu kriterler arasında araştırma sürecinde kullanılan sensörün mobil uygulamaya veriyi aktarabilmesi ve mobil uygulama ile hastanın vücut ısısının ve nabız verilerinin gerçek zamanlı görüntülenmesi ve kayıtların Bulut servislerine depolanmasıdır. Uygulamanın test sürecinde araştırmacının yaptığı çalışmalar danışman öğretmen tarafından kontrol edilerek, sistemin kriterlere uygun çalıştığı görülmüştür.

3. Proje İş-Zaman Çizelgesi

Bu bölümde, hedeflenen çalışmanın sistematik şekilde gerçekleştirilmesi için araştırmacı takip edilen proje iş- zaman çizelgesine ait bilgilere ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

Tablo 2. Proje İş-Zaman Çizelgesi

	AYLAR						
İşin Tanımı	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X
Arazi Çalışması			X	X	X	X	X
Verilerin Toplanması ve Analizi			X	X	X	X	X
Proje Raporu Yazımı					X	X	X

4. Bulgular

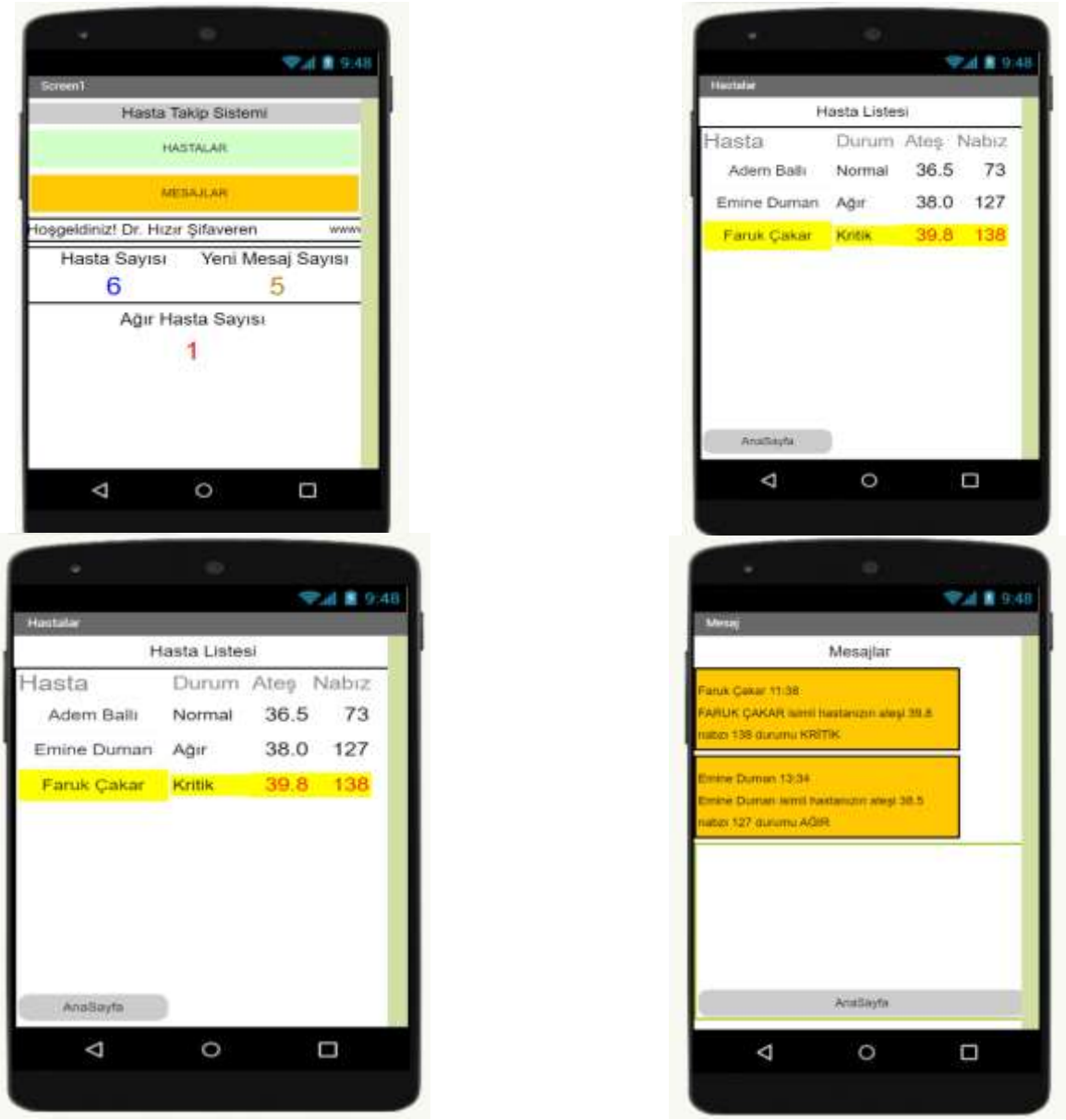
Bu bölümde, Nesnelerin İnterneti temelli Uzaktan Sağlık Kontrolü Sisteminin yapılan testler sonucunda araştırmacı tarafından elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1. Mobil Uygulamanın Kodlarının Genel Görünümü



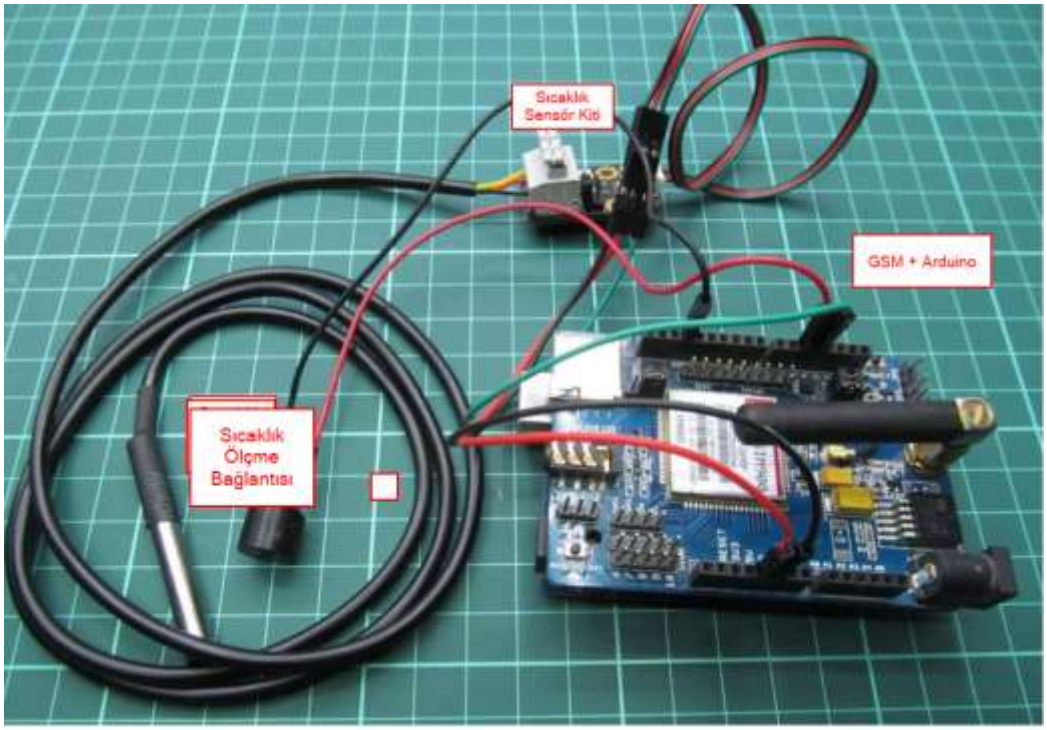
Şekil 2. Yazılımın kodlarının genel görünümü

4.2. Mobil Uygulamanın Genel Görünümü



Şekil 3. Mobil Uygulamanın Genel Görünümü

4.3. Sistemin Prototipi



5. Sonuç ve Tartışma

Kırsal bölgelerde ikamet eden kişilerin düzenli sağlık kontrolü için hastane ortamına erişmekle ilgili sorunlar yaşamaktadır. Yaşlı nüfusun düzenli sağlık durumlarının izlenmesi gerekir. Yukarıda ifade edilen durumlara baktığımızda, hastane ortamlarından bağımsız sağlık durumlarının kontrolü için sistemlerin önemi tartışılmazdır.

Piyasada Nesnelerin İnterneti temelli hastaların vücut ısısını kontrol etmek için geliştirilen sistemler mevcuttur. LHT65 LoRaWAN sensörü yaklaşık 56$ fiyatı olan bir ürün olup, mobil uygulama desteği yoktur (Ice White, 2021). Elitech Glog-2 cihazı ile mobil uygulama ve sensörler aracılığı ile yaklaşık 60$ ödeyerek, uzaktan vücut ısısını kontrol etmek mümkündür (Elitech, 2021).

Yapılan çalışmada yaklaşık değeri 350 TL olan Nesnelerin İnterneti temelli uzaktan sağlık kontrolü sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem ile hastanın vücut ısısı ve nabız verileri gerçek zamanlı izlenerek, Bulut Bilişim ortamında kayıt edilmektedir. Açık kaynaklı sensörler ile geliştirilen sistemin piyasada yaygın olarak kullanılan ürünlerin maliyetinden olduka düşük olduğu ve sosyo- ekonomik düzeyi düşük olan kişilerin de erişebileceği görülmektedir.

6. Öneriler

Bu bölümde yapılmış olan araştırmadan çıkan sonuçlar doğrultusunda yeni araştırmalar için önerilere yer verilmiştir.

- Sistemin yazılımı farklı işletim sistemleri için geliştirilebilir.
- Sisteme veri görselleştirme aracı eklenerek, sayısal verilerin dinamik şekilde sunulması sağlanabilir.
- Sisteme kalp atış hızı, kan basıncı ve kan şekeri takibi için sensörler eklenebilir.

Kaynaklar

https://www.businessinsider.com/internet-of-things-report Erişim tarihi 06. 02. 2021.

https://appinventor.mit.edu/about-us Erişim tarihi 06. 02. 2021.
https://icewhite.net/index.php?route=product/product&product_id=73 Erişim tarihi 06. 02. 2021.
https://www.elitecheu.com/products/elitech-glog-2-singe-use-temperature-data-logger-disposable-iot-temperature recorder?variant=35028864172185&currency=GBP&utm_medium=product_sync&utm_source=google&utm_content=sag_organic&utm_campaign=sag_organic Erişim tarihi 06. 02. 2021.

Acharya, A. D., ve Patil, S. N. (2020). IoT based health care monitoring kit. In *2020 Fourth International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)* (ss. 363-368). IEEE. doi: 10.1109/ICCMC48092.2020.ICCMC-00068.

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., ve Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE communications surveys & tutorials*, *17*(4), 2347-2376. doi: 10.1109/COMST.2015.2444095.

Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. RFID Journal, 22(7), 97-114.

Aslantaş, V., Kurban, R., ve Çağlıkantar, T. (2013). Kablosuz Taşınabilir Uzaktan Sağlık İzleme Sistemlerinde Sayısal İmza Kullanımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (3), 531-538.

Bag, A., ve Bassiouni, M. A. (2009). Biocomm–A cross-layer medium access control (MAC) and routing protocol co-design for biomedical sensor networks. *International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems,* 24(1), 85-103. doi: 10.1080/17445760802335345.

Ge, M., Bangui, H., ve Buhnova, B. (2018). Big data for internet of things: a survey. *Future Generation Computer Systems, 87, 601-614. doi: 10.1016/j.future.2018.04.053*

Gutte, A., ve Vadali, R. (2018). IoT based health monitoring system using Raspberry Pi. In *2018 Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA)* (ss. 1-5). IEEE. doi: 10.1109/ICCUBEA.2018.8697681.

Khalil, E. A., ve Özdemir, S. (2018). Nesnelerin internetine genel bir bakış: Kavram, özellikler, zorluklar ve fırsatlar. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2), 311-326.

Hanson, M. A., Powell Jr, H. C., Barth, A. T., Ringgenberg, K., Calhoun, B. H., Aylor, J. H., ve Lach, J. (2009). Body area sensor networks: Challenges and opportunities. Computer, 42(1), 58-65. doi: 10.1109/MC.2009.5.

Huang, Y. T., ve Chen, C. W. (2019). A Study on the Mobile Personal Health Management System. In *2019 IEEE Eurasia Conference on Biomedical Engineering, Healthcare and Sustainability (ECBIOS)* (ss. 105-107). IEEE. doi: 10.1109/ECBIOS.2019.8807884.

Ingole, A., Ambatkar, S., ve Kakde, S. (2015). Implementation of health-care monitoring system using Raspberry Pi. In *2015 International Conference on Communications and Signal Processing (ICCSP)* (ss. 1083-1086). IEEE.

Küçüköner, E , Yavuz, E . (2016). Yaşlı ve Engelli Hastalar için Uzaktan Takip Sistemi . *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* , 4 (2) , 99-104 . doi: 10.21923/jesd.17324

Nandyal, S. ve Gada, R.A. (2018). "A Holistic Approach for Patient Health Care Monitoring System Through IoT," *2018 Second International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)*, Bangalore, India, 2018, ss. 68-72, doi: 10.1109/ICGCIoT.2018.8753098.

Pan, J., Li, S., ve Wu, Z. (2008). Towards a novel in-community healthcare monitoring system over wireless sensor networks. International Conference on Internet Computing in Science and Engineering (ss. 160-165). IEEE. doi: 10.1109/ICICSE.2008.33.

Patel, K. K., ve Patel, S. M. (2016). Internet of things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 6(5), 6122-6131.

Patil, V., Thakur, S. S., ve Kshirsagar, V. (2018). Health Monitoring System Using Internet of Things. In *2018 Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)* (ss. 1523-1525). IEEE. doi: 10.1109/ICCONS.2018.8662915

Rajkumar, S., Srikanth, M., ve Ramasubramanian, N. (2017). Health monitoring system using Raspberry PI. In *2017 International Conference on Big Data, IoT and Data Science (BID)* (pp. 116-119). IEEE. doi: 10.1109/BID.2017.8336583.

Rebolledo-Nandi, Z., Chavez-Olivera, A., Cuevas-Valencia, R. E., Alarcon-Paredes, A., ve Alonso, G. A. (2015). Design of a versatile low-cost mobile health care monitoring system using an android application. In *2015 Pan American Health Care Exchanges (PAHCE)* (ss. 1-4). IEEE. doi: 10.1109/PAHCE.2015.7173334.

Savaridass, M. P., Ikram, N., Deepika, R., ve Aarnika, R. (2020). Development of smart health monitoring system using Internet of Things. *Materials Today: Proceedings*. doi: 10.1016/j.matpr.2020.03.046.

Tartan, E. O., ve Ciflikli, C. (2018). An android application for geolocation-based health monitoring, consultancy, and alarm system. In *2018 IEEE 42nd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)* (Vol. 2, ss. 341-344). IEEE. doi: 10.1109/COMPSAC.2018.10254.

Vippalapalli, V., & Ananthula, S. (2016). Internet of things (IoT) based smart health care system. In *2016 International Conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System (SCOPES)* (ss. 1229-1233). IEEE.

Yeri, V., ve Shubhangi, D. C. (2020). IoT based Real Time Health Monitoring. In *2020 Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)* (pp. 980-984). IEEE. doi: 10.1109/ICIRCA48905.2020.9183194.

Qi, J., Yang, P., Min, G., Amft, O., Dong, F., ve Xu, L. (2017). Advanced internet of things for personalised healthcare systems: A survey. Pervasive and Mobile Computing, 41, 132-149. doi: 10.1016/j.pmcj.2017.06.018.

Uysal, B., ve Ulusinan, E. (2020). Güncel Dijital Sağlık Uygulamalarının İncelenmesi. *Selçuk Sağlık Dergisi*, *1*(1), 46-60.

HEPATOSELLÜLER KARSİNOM HÜCRE HATLARINDA HÜNNAP VE HİNT İNCİRİNİN ANTİKANSEROJEN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: CEREN AYIK
ECE ÖYKÜ YAVUZ

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: Dr. Onur AKPINAR

İZMİR
2021

Özet

Karaciğer kanseri, en sık rastlanan ikinci ölümcül malignitedir. Karaciğer kanseri vakalarının %90'ından fazlası hepatosellüler karsinomlardır (HCC). HCC tedavisinde rezeksiyon, transplantasyon, kemoterapi, radyoterapi, immünoterapi başvurulan yöntemlerdir. Bu yöntemler, sağlıklı hücrelerin zarar görmesi, organ kaybı ve karaciğer yetmezliği gibi ciddi yan etkilere sahiptir. Günümüzde HCC tedavisinde doğru ve etkili tedavi yetersizliği nedeniyle yeni potansiyel ilaçların araştırılması ivme kazanmıştır. Bu projede, daha önce karaciğer kanseri üzerine çalışılmamış olan hünnap (*Ziziphus zizyphus*) ve Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) bitki ekstraktlarının hepatosellüler karsinom hücre hatlarında antikanserojen etkisinin *in vitro* olarak araştırılmasıyla karaciğer kanseri için alternatif tedavi yöntemi bulunması amaçlanmıştır.

Hünnap bitkisinin yaprağı ve Hint inciri bitkisinin kladotlarından metanol ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen bitki ekstraktlarının HCC hücre hattı olan SNU-398 ve SNU-475 hücre hatları üzerinde sitotoksisite (MTT), migrasyon ve apoptoz deneyleri gerçekleştirilmiştir. MTT testi sonuçlarına göre SNU-398 hücre hattı için hünnap yaprak ekstresinin LC_{50} değeri 0,25 mg/ml iken Hint inciri kladot ekstresinin LC_{50} değeri 2 mg/ml'dir. SNU-475 hücre hattı için hünnap yaprak ekstresinin LC_{50} değeri 0,5 mg/ml iken Hint inciri kladot ekstresinin LC_{50} değeri 1 mg/ml'dir. Migrasyon deneyleri sonucunda, çizik atılan bölgelerde kanser hücrelerinin çoğalamadığı gözlemlenmiştir. Apoptoz deneyleri sonucunda her iki bitki ekstresinin iki HCC hücre hattında nekrotik ölüme yol açmadan erken apoptoz ile ölüme yol açtığı saptanmıştır.

Sonuç olarak, hünnap ve Hint inciri bitkilerinin karaciğer kanseri üzerine antikanserojen etkilerinin ilk defa araştırıldığı bu projede; elde edilen bitki ekstrelerinin iki farklı HCC hattı üzerine anti-proliferatif, anti-migrant ve apoptotik özellikler gösterdiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hepatosellüler karsinom, hünnap, hint inciri, fitoterapi.

Amaç

Kanser, çağımızın en fazla görülen ve diğer patojenik hastalıklara kıyasla mortalitesi (ölüm oranı) en yüksek olan hastalıktır. Karaciğer kanseri, en sık görülen 6. kanser çeşidi olup aynı zamanda kanser kaynaklı ölümler arasında 2. sırada yer almaktadır. Hepatosellüler karsinom (HCC); primer karaciğer kanserlerinin en sık rastlanan, teşhis ve ölüm oranı en fazla olan çeşididir. Kemoterapi, radyoterapi, immünoterapi; günümüzde hepatosellüler karsinom tedavisinde sıkça başvurulan yöntemlerdendir. Bu yöntemlerin; maruz kalınan radyasyon ve kemoterapi ilaçları nedeniyle sağlıklı hücrelerin zarar görmesi, organ kaybı ve karaciğer yetmezliği gibi ciddi yan etkileri mevcuttur. Karaciğerin vücudun kritik bir organı oluşu; yan etkileri azaltılmış, etkin bir tedavi yöntemi olan fitoterapinin kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Bu projede, daha önce karaciğer kanseri üzerine çalışılmamış olan hünnap (*Ziziphus zizyphus*) ve Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) bitki ekstraktlarının hepatosellüler karsinom hücre hatlarında *in vitro* sitotoksik etkisinin araştırılmasıyla karaciğer kanseri için alternatif tedavi yöntemi bulunması amaçlanmıştır.

1. GİRİŞ

1.1 Kanser

Kanser; hücre proliferasyon döngüsünün bozulmasıyla bir organ ya da dokudaki hücrelerin kontrolsüz, düzensiz bölünmelerle çoğalmaları sonucunda oluşan tümörlere denir. Kanserli hücreler genellikle proliferatif, yayılmacı, aktivite gösterme eğilimindedir. Kanser hücrelerinin oluştukları tümörden ayrılıp kan dolaşımı ya da lenf dolaşımı aracılığıyla vücudun diğer bölgelerine yayılmasına metastaz denir (Terzioğlu ve ark., 2013).

Evreleme, kanserin ilk teşhis edildiğinde, yayılımının ölçülme sürecidir. Bu süreç genellikle tarama ve biyopsi gibi testlerin yapılmasını içerir. Bir kanserin evresini bilmek, doktorların en iyi tedavi seçeneklerini belirlemelerine yardımcı olması sebebiyle önemlidir. Farklı kanserler için farklı evreleme sistemlerinin mevcudiyetiyle birlikte genellikle numaralı kanser evre sistemi ve Tümör–Nod–Metastaz (TNM) Sistemi kullanılmaktadır.

Numaralandırılmış sistem, kanserleri genel aşamalara ayırmak için TNM sistemini ve diğer ilgili bilgileri birleştirir. Bunlara kanserin ne kadar yayıldığını, metastaz yapıp yapmadığını göstermek için “Evre 0 Kanser, Evre 1 Kanser, …, Evre 4 Kanser” gibi aşama numaraları verilmiştir. Evre 0’da anormal hücreler mevcuttur ancak başladıkları yerden yayılmamıştır. Evre 1’de kanser küçüktür ve yakındaki dokulara çok az yayılmıştır. Herhangi bir lenf düğümüne veya diğer vücut bölgelerine yayılmamıştır. Evre 2 ve 3’te kanser daha büyüktür, yakındaki dokulara veya lenf düğümlerine yayılmıştır. Son evre olan Evre 4’te ise kanser, vücudun diğer bölgelerine yayılmıştır. Bu evredeki kansere “metastatik kanser” veya “ilerlemiş kanser” de denir (Peate, 2019).

Kanser, 2018'de tahmini 9,6 milyon ölüm ile neredeyse her altı ölümden birinin sebebidir. Bu veriler doğrultusunda kanser küresel ölüm nedenleri arasında ikinci sıradadır. Erkeklerde, akciğer, prostat, kolorektal, mide ve karaciğer kanseri; kadınlarda ise meme, kolorektal, akciğer, rahim ağzı ve tiroid kanseri gözlenen en yaygın kanser türleridir (WHO, 2020a).

Kanser; bireyler, aileler, topluluklar ve sağlık sistemleri üzerinde fiziksel, duygusal ve finansal yük oluşturarak küresel anlamda büyümeye devam etmektedir. Düşük ve orta gelirli ülkelerdeki birçok sağlık sistemi, bu yükü yönetmeye en az hazırlıklı olanlardır ve çok sayıda kanser hastasının zamanında kaliteli teşhis ve tedaviye erişimi olamamaktadır. Sağlık sistemlerinin güçlü olduğu ülkelerde, erişilebilir erken teşhis ve kaliteli tedavi sayesinde birçok kanser türünün hayatta kalma oranları artmaktadır (WHO, 2020a).

1.2 Karaciğer Kanseri

Vücutta kritik işlevlere sahip olan karaciğerin en önemli fonksiyonları; böbrekler tarafından atılmayan maddelerin atılmasına yardımcı olan, lipit emilimi ve sindiriminde önemli bir rol oynayan safrayı ve safranın ana maddesi olan bilirubin pigmentini salgılamasıdır. Karaciğerin bir diğer önemli görevi ise detoksifikasyon (zehirli atıkların filtrelenmesi) işlemiyle ksenobiyotiklerin (ilaçlar ve zehirli maddeler) metabolizmasını düzenlemesidir. Karaciğerin filtreleme işleminde lizozim enzimini kullanabilmesiyle birlikte metabolizma ve detoksifikasyonun asıl yolu biyotransformasyon işlemidir (Kalra ve ark., 2020).

Karaciğer kanseri, karaciğerdeki anormal hücreler kontrolsüzce büyüyüp bölündüklerinde ortaya çıkar. Hepatosellüler Karsinom (HCC); primer karaciğer kanserlerinin en sık rastlanan, teşhis ve ölüm oranı en fazla olan çeşididir. (Mejia ve Pasko, 2020; McGlynn ve ark., 2020). Şekil 1’ de 2020 yılında, Dünya genelinde, karaciğer kanseri; en sık görülen 6. kanser çeşidi iken karaciğer kanseri kaynaklı ölümlerin, ölüm nedenleri arasında 2. sırada yer aldığı görülmektedir (WHO, 2020b).

Incidence, Mortality and Prevalence by cancer site

	New cases				Deaths				5-year prevalence (all ages)	
Cancer	Number	Rank	(%)	Cum.risk	Number	Rank	(%)	Cum.risk	Number	Prop.
Breast	2 261 419	1	11.7	5.20	684 996	4	6.9	1.49	7 790 717	0
Lung	2 206 771	2	11.4	2.74	1 796 144	1	18.0	2.18	2 604 791	0
Prostate	1 414 259	3	7.3	3.86	375 304	8	3.8	0.63	4 956 901	0
Colon	1 148 515	4	6.0	1.30	576 858	5	5.8	0.55	3 045 225	0
Stomach	1 089 103	5	5.6	1.31	768 793	3	7.7	0.90	1 805 968	0
Liver	905 677	6	4.7	1.11	830 180	2	8.3	1.01	994 539	0
Rectum	732 210	7	3.8	0.91	339 022	10	3.4	0.37	2 066 732	0
Cervix uteri	604 127	8	3.1	1.39	341 831	9	3.4	0.82	1 495 211	0
Oesophagus	604 100	9	3.1	0.78	544 076	6	5.5	0.68	666 388	0
Thyroid	586 202	10	3.0	0.68	43 646	25	0.44	0.05	1 984 927	0
Bladder	573 278	11	3.0	0.64	212 536	14	2.1	0.18	1 720 625	0
Non-Hodgkin lymphoma	544 352	12	2.8	0.62	259 793	12	2.6	0.27	1 544 488	0
Pancreas	495 773	13	2.6	0.55	466 003	7	4.7	0.51	379 958	0
Leukaemia	474 519	14	2.5	0.50	311 594	11	3.1	0.32	1 340 506	0
Kidney	431 288	15	2.2	0.52	179 368	16	1.8	0.20	1 207 547	0
Corpus uteri	417 367	16	2.2	1.05	97 370	20	0.98	0.22	1 415 213	0
Lip, oral cavity	377 713	17	2.0	0.46	177 757	17	1.8	0.22	959 248	0
Melanoma of skin	324 635	18	1.7	0.37	57 043	23	0.57	0.06	1 092 818	0
Ovary	313 959	19	1.6	0.73	207 252	15	2.1	0.49	823 315	0
Brain, central nervous system	308 102	20	1.6	0.35	251 329	13	2.5	0.30	837 152	0
Larynx	184 615	21	0.96	0.25	99 840	19	1.0	0.13	518 380	0
Multiple myeloma	176 404	22	0.91	0.21	117 077	18	1.2	0.13	450 579	0
Nasopharynx	133 354	23	0.69	0.16	80 008	22	0.80	0.10	382 507	0
Gallbladder	115 949	24	0.60	0.13	84 695	21	0.85	0.09	137 466	0
Oropharynx	98 412	25	0.51	0.13	48 143	24	0.48	0.06	258 543	0
Hypopharynx	84 254	26	0.44	0.11	38 599	26	0.39	0.05	132 717	0
Hodgkin lymphoma	83 087	27	0.43	0.09	23 376	28	0.23	0.02	281 112	0
Testis	74 458	28	0.39	0.14	9 334	34	0.09	0.02	296 686	0
Salivary glands	53 583	29	0.28	0.06	22 778	29	0.23	0.03	160 292	0
Anus	50 865	30	0.26	0.06	19 293	30	0.19	0.02	141 378	0
Vulva	45 240	31	0.23	0.09	17 427	31	0.18	0.03	135 892	0
Penis	36 068	32	0.19	0.09	13 211	33	0.13	0.03	102 157	0
Kaposi sarcoma	34 270	33	0.18	0.03	15 086	32	0.15	0.01	82 033	0
Mesothelioma	30 870	34	0.16	0.03	26 278	27	0.26	0.03	37 047	0
Vagina	17 908	35	0.09	0.04	7 995	35	0.08	0.02	44 613	0
All cancer sites	19 292 789	-	-	20.44	9 958 133	-	-	10.65	50 550 287	0

Şekil 1. 2020 yılında, Dünya genelinde en sık görülen vakalar ve ölüm nedenleri arasında karaciğer (liver) kanserinin yeri görülmektedir (WHO, 2020b).

Karaciğer kanserinde tanı konulması için karaciğer fonksiyon testleri, bilgisayarlı tomografi (CT ya da CAT), ultrason, MRI, biyopsi ve laparoskopi gibi pek çok yöntem kullanılmaktadır (Wang ve Wei, 2020). Erken tanı konulmasındaki zorluklar, kanserin hızlı seyri, hedefe yönelik ilaçların eksikliği gibi nedenler dolayısıyla karaciğer kanserine yakalanan bireylerin hayatta kalma oranı oldukça düşüktür. Bireyler arası fiziksel kondisyon farklılıklarına bağlı olarak hastalığın seyrini etkileyen risk faktörleri; genetik yatkınlıklar, morfolojik çeşitlilik ve çevresel etkenlerdir. Bu etkenler doğrultusunda kanserin erken teşhisi, moleküler sınıflandırması ve tedavi sürecindeki ilerleme büyük ölçüde sınırlanmıştır. Hastaların bireysel farklılığına (heterojenliğine) dayanan presizyon (hassas) tıp, hastalığa ve tedaviye bağlı olarak değişen risk faktörleri nedeniyle kanser tedavisinde kişiye özel tanı ve tedavi kavramına öncelik vermektedir (Fu ve Wang, 2018).

Risk faktörleri, bir hastalığa yakalanma ihtimalini arttıran etkenlerdir. Bu durumda risk faktörleri, hastalığın seyrini olumsuz yönde etkiler. Hepatit B, Hepatit C enfeksiyonları ise hepatosellüler karsinoma için en önemli risk etmeni olma özelliğine sahiptir. Bu iki viral enfeksiyonun etkisi önümüzdeki yıllarda artış gösterecektir. Karaciğer kanserinin diğer risk faktörleri ise karaciğer fibrozisi ya da sirozuna sahip olmak, obezite ya da tip 2 diyabet hastası olmak, beslenme tarzı, fazla alkol tüketimi, sigara ve tütün ürünlerinin tüketimi ve aflatoksin bulaşmış yiyeceklerin tüketimidir (Dhar ve ark., 2020; McGlynn ve ark., 2020). İleri yaş, yaşanılan coğrafya ve cinsiyet de HCC için önde gelen risk faktörlerindendir. HCC'nin görülme sıklığı yaş ile orantılı olarak artmaktadır. HCC prevalansı (görülme oranı) erkeklerde kadınlara göre daha yüksektir. Örneğin 2015 yılında dünya çapında 854.000 HCC vakasını içeren bir çalışmanın yaklaşık 591.000 vakasını erkek bireyler oluşturmaktaydı. Kadınlarda karaciğer kanseri vakalarına daha az rastlanma nedeni ise östrojen aracılı etkiler yoluyla HCC'nin gelişiminden korunabilmeleridir (Pandyarajan ve ark., 2021).

Karaciğer kanserinin başlıca semptomları (belirtileri): vücudun sağ tarafında göğüs kafesinin altında sert bir yumru, üst karın bölgesindeki rahatsızlık, sağ kürek kemiğinin yanında veya sırtta oluşan ağrı, şişkin bir karın, sarılık (ciltte sararma), yorgunluk ve halsizlik, mide bulantısı, kusma, iştahsızlık, sebebi öngörülemeyen kilo kayıpları ve ateştir (Peate, 2019).

1.3 Geleneksel Kanser Tedavi Yöntemleri ve Dezavantajları

Dünya genelinde en sık rastlanan ikinci fatal (ölümcül) malignant olan karaciğer kanseri vakalarının %90'dan fazlası hepatosellüler karsinomlardır (HCC) (Anwanwan ve ark., 2020). Tıbbın gelişmesi ve tedavi yöntemlerinin araştırılmaya başlanmasıyla, kanser yaygın olarak cerrahi işlemlerle tedavi edilmeye başlanmıştır. Fakat günümüzde bile cerrahi işlemin risk faktörleri olan organ kaybı, kanserin tekrarlama olasılığı ve bazı kanser tiplerine uygulanamaması nedeniyle tıp dünyasını yeni tedavi yöntemlerini araştırmaktadır. Bu süreçte teknolojinin de gelişmesiyle günümüzde sıklıkla kullanılan radyoterapi ve kemoterapi yöntemleri ortaya çıkmıştır (Aslam ve ark., 2014).

Uygun yöntem seçimi, karaciğer fonksiyonlarının durumu ve tümör evresi gibi faktörler doğrultusunda yapılmaktadır. Örneğin sirotik olmayan karaciğerde gelişen hepatosellüler karsinomlarda rezeksiyon (parça alımı), ilk tedavi basamağında öne çıkan bir seçenektir (Zamur ve Topal, 2020). Hepatik rezeksiyon yöntemi, kanserin tamamen iyileşmesini hedefleyen yani küratif bir yöntemdir (Aksoy, 2010). Hepatik rezeksiyon sonucunda 5 yıllık sağ kalma oranları %60-70'tir (Chen ve ark., 2020). Buna rağmen tümör sayısındaki artış ya da siroz varlığı gibi durumlar, rezeksiyona engel olmaktadır (Aksoy, 2010).

Karaciğer transplantasyonu ise %70'in üzerinde 5 yıllık sağ kalma oranına sahiptir. (Chen ve ark., 2020). Bağışlanan organ yetersizliği nedeniyle bir hastanın nakil listesine alınması ve transplantasyon işleminin gerçekleştirilmesi arasında yaklaşık 12 aylık bir süre geçmektedir. Bu durumda hastaların %25'lik bir bölümünde, hastalığın yayılımı ve ilerlemesi sonucunda hastalar artık transplantasyon için uygun kriterleri sağlayamamakta ve nakil listesinden çıkarılmaktadır. Hastaların transplantasyon için bekledikleri aşamadaki süre kaybı, diğer tedavi seçeneklerini cazip kılmaktadır. Buna göre; 6 aydan uzun süreyle nakil sırası bekleyeceği öngörülmekte olan hastaların, mevcut tümörlerin büyüklüğüne göre radyofrekans (RF), ablasyon (RFA), perkütan etanol enjeksiyonu veya seçilecek başka bir uygun yöntemle tedavilerine başlanması gerekmektedir. Aynı zamanda bekleme süresinin 7 ayı aşacağı düşünülen vakalarda canlı donörden nakil yapılması önerilmiş ve bunun sonucunda 5 yıllık yaşam beklentisinin %50-70'lere kadar artabileceği bildirilmiştir. Buna rağmen donörde meydana gelebilecek komplikasyon riski %20-40 ve mortalite de %0,3-0,5 oranlarındadır. (Akyıldız ve ark., 2011).

Malignant tümörlerin tedavisinde kullanılabilen en etkili yöntem kemoterapi olarak bilinmektedir. İlk zamanlarda, kemoterapi ilaçlarının spesifik olarak sadece kanser hücrelerini öldürdüğü düşünülse de son yıllarda kemoterapinin normal hücrelere de zarar verdiği gözlemlenmiştir (Chabner ve Roberts Jr., 2005). Klasik kemoterapi ilaçları vücutta hedefe yönelik hareket etmemektedir. Kullanılan ilaçlar kanserli hücrelere etki ettiği gibi sağlıklı hücrelere de etki etmektedir. Ayrıca tedavi için gereken dozlar, kanserli hücrelere ulaşamamaktadır (Conde ve ark., 2013). Kemoterapi; hastanın bağışıklık sistemini zayıflatmaktadır ve bireyin immün sistemi diğer hastalıklara karşı savunmasız hale gelmektedir. Karşılaşılan bir diğer sorun, antikanser bileşenlere karşı gelişen çoklu ilaç direnci durumudur. Tüm bu önemli yan etkiler, kemoterapi ilaçlarının dokuya özgü etki etmemesinden kaynaklanmaktadır (Nooter ve Stoter, 1996; Kuo, 2009). Uzun süreli kullanımda, sorafenib (İleri primer karaciğer kanserinde kullanılır.) gibi kemoterapötik ilaçların toksisite (zehirlilik), ilaç verimsizliği gibi ek sorunları mevcuttur. Bu nedenle mevcut ablasyon tedavileri ya da kemoterapi, karaciğer kanser tedavisinde yeterli etkiye sahip değildir (Anwanwan ve ark., 2020).

Kemoterapinin yan etkileri; erken, orta ve geç dönem reaksiyonları olmak üzere başlıca üç aşamada incelenmektedir. Erken dönemde, kemoterapötik ilaçlara karşı vücutta kızarıklık, döküntüler, ateş, mide bulantısı ve kusma gibi alerjik reaksiyonlar oluşabilmektedir. Orta dönem reaksiyonları, kemik iliğinin baskılanmasıyla kanamaya eğilim, enfeksiyonlara yatkınlık, mide bulantısı ve kusma, iştahsızlık, kabızlık, ishal, yorgunluk, saçlı deride alopesi (saçkıran), ürtiker (kurdeşen) gibi cilt hastalıkları ve duygu durumu değişiklikleridir. Geç dönem reaksiyonlarında ise kardiyomiyopati (kalp kası bozukluğu) ve kalp yetmezliği, infertilite (kısırlık) gelişimi, menstruasyonda (adet döngüsünde) düzensizlik, nörolojik bozukluklar, sistit (idrar yolları iltihabı) ve nefrotoksisite gibi durumlar gözlenebilmektedir (Çetinkaya ve Şahin,

2020). Kemoterapinin neden olduğu immünsupresyon (yabancı antijenlere karşı yanıtın baskılanması); Hepatit B viral enfeksiyonun reaktivasyonuna (HBVr), karaciğer yetmezliğine ve ölümlere yol açabilmektedir (Yurtsever ve ark., 2020).

Radyoterapi, kanser hücrelerini çekirdeklerindeki DNA'lara hasar vererek öldürmek adına yüksek enerjili ışınların kullanıldığı bir tedavi yöntemidir. Tümör bölgesinin ışın tedavisi dışarıdan (harici ışın tedavisi) uygulanmaktadır. "Seed" olarak isimlendirilen radyoaktif maddeyi içeren kapsüllerin direkt olarak tümörün içine yerleştirilmesi de radyoterapinin bir başka çeşididir. Klinik uygulamalarda hastalara verilen radyasyon dozu genellikle yan etkilerin şiddetini ve sayısını azaltmak ihtiyacıyla sınırlanmaktadır. Tedavi bitiminden üç ay veya daha fazla süre sonra görülmeye devam eden veya oluşan geç yan etkiler genellikle daha kalıcıdır. Radyasyon sekellerinin gelişimi, ışına maruz kalmış normal dokuların hacmine bağlıdır. Ancak bu ilişki birçok doku türü için belirsizdir. Işın terapisinin yorgunluk, cildin tahriş olması, ateş, ağzın yara olması ve kuruması gibi yan etkileri çoğunlukla tamamen önlenemez. Aynı zamanda radyoterapi sırasında kanserli hücreler kadar olmasa da sağlıklı hücreler de belli bir oranda zarar görür (Dearnaley ve ark., 1999). Radyoterapi hastalarının %80,9'u yorgunluk, bulantı, kusma ve iştahsızlık gibi yan etkilere maruz kalmaktadır (Karahan ve İlçim, 2017).

Günümüzde, karaciğer kanserinin tedavisi multidisipliner olarak ele alınmaktadır. Bu çoklu yaklaşım kişiselleştirilmiş bir temelde hastanın sahip olduğu tümör tipine ve evresine bağlı olarak yönlendirilmektedir (Liu ve ark., 2015). Yaygın olarak kullanılmakta olan bu tedavi çeşitleri, her ne kadar başarıya ulaşsa da gösterdiği ciddi yan etkileri sebebiyle hastaların eski sağlığına kavuşmaları mümkün olmamaktadır. Bu yüzden yalnızca kanser hücrelerini hedef alan, fitoterapi gibi toksik özelliği ve yan etkileri az olan veya bulunmayan yeni yöntemler araştırılmaktadır.

1.4 Fitoterapi

Fitoterapi, doğal özlerin ilaç veya sağlığı teşvik edici ajanlar (destekleyici tedavi) olarak kullanımının incelenmesi olarak tanımlanır. Bitkisel medikal ürünlerden beklenen etkiler, bir hastalığın nedenlerine ve semptomlarına yönelik olduğu için allopatik bir disiplin olarak algılanmalıdır (Ameh ve ark., 2010; Barnes, 2013).

Kanser zor bir hastalık olmasıyla birlikte çaresiz bir hastalık değildir. Kanser tedavisinde en önemli etmen, erken teşhistir. Modern tıp sayesinde günümüzde hastalıklar erken evrelerde tespit edilebilmektedir. Bu gelişmelere rağmen, birçok hasta, kanser hastası olduğunu fark etmekte geç kalmaktadır. Fitoterapi bilimi; kemoterapi, radyoterapi ve immünoterapi gibi modern tedavi yöntemlerinin etkisini arttırmakta, yan etkileri minimalize etmekte ve kanser hastalarının çaresi olmaktadır. Fitoterapi ve modern tıbbın birlikte uygulanması ile her yıl binlerce hasta kanseri yenmektedir (WHO, 2021).

Fitoterapi, bilime dayalı bir tıbbi uygulama olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle tıbbi medikal bitkilerin ampirik değerlendirmesine dayanan, geleneksel bilgi ile bağlantılı olan diğer yaklaşımlardan ayrılmaktadır. Bu ayrıma rağmen fitoterapötik uygulamalar için kanıtların yorumlanması ve kabulü değişiklik göstermektedir. Bazı ülkelerde fitoterapötik ürünlerin ilaç olarak ruhsatlandırılması yeterli görülürken Almanya gibi diğer ülkelerde fitoterapi, geleneksel bilim odaklı tıbbın düzenli bir disiplini olarak sınıflandırılmaktadır (Heinrich, 2017).

Fitoterapötik ilaçlar, son yıllarda kanser hastalarının tedavisinde, mide bulantısı önleyici ya da tedaviye destek verici olarak kullanılmaktadır (Özkan, 2020). Hepatosellüler karsinoma ve mesane kanseri gibi pek çok kanser türü için sitotoksik kemoterapiye kıyasla daha az toksisite (zehirlilik) ve daha düşük maliyet avantajlarına sahiptir. Diosmin (DSN) ve Berberin (BRB) gibi bazı fito-ilaçlar, proliferasyon belirteçlerini inhibe ederek tümör gelişimini azaltmaktadır. Bu tarz kombinasyon stratejileri çok hedefli kanser tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır (Abdelmoneem ve ark., 2018).

Rhamnaceae ailesinin *Ziziphus* cinsi hem geleneksel hem de modern tıbba katkılarından dolayı tanınan birkaç bitki cinslerinden birisidir. The Plant List (2013)'e göre *Ziziphus,* kabul edilmiş 58 türü içeren kozmopolit bir cinstir. Bu cinsin bitkileri, dünya çapında sıcak-ılıman ve subtropikal bölgelerde yaygın olan, genellikle bir çift dikenle donanmış dikenli çalılar veya küçük ağaçlardır. *Ziziphus spp*. binlerce yıldır tıbbi sistemlerde ateş, diyabet ve

deri enfeksiyonları başta olmak üzere çeşitli hastalıkları tedavi etmek için kullanılmış ve ateş düşürücü, antinosiseptif, antioksidan, antibakteriyel ve larvisidal aktiviteleri olduğu bildirilmiştir. Pek çok araştırma, bu cinse ait türlerin ikincil metabolitleri ve farmakolojisine odaklanmıştır. Bugüne kadar, *Ziziphus* bitkilerinden, özellikle alkaloidler ve flavonoidler olmak üzere toplam 431 bileşik izole edilmiş ve tanımlanmıştır. Modern farmakognozi ve farmakoloji araştırmaları, bu cins bitkilerden izole edilen özütlerin veya bileşenlerin, anti-enflamatuar, antidiyare, antidepresan, antikanser, antibakteriyel, asetilkolin esteraz inhibitörleri, antidiyabetik, sitotoksik, antipiretik, antinosiseptif gibi geniş bir biyolojik aktivite yelpazesi sergilediğini ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte, *Ziziphus* cinsine ait bitkilerin etki mekanizmaları ve klinik uygulamaları yeterince araştırılmamıştır ve toksisiteleri hakkında kritik bilgi eksikliği vardır (El Maaiden ve ark., 2020). Bu projede *Ziziphus* genusu içinde yer alan ve ülkemizde Ege ve Akdeniz bölgelerinde yayılım gösteren *Ziziphus zizyphus* (hünnap) bitkisinin yaprak ekstraktlarının kanser hücreleri üzerinde etkisi araştırılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada *Z. zizyphus* bitkisinin yaprak ekstraktlarının karaciğer kanseri üzerinde ilk defa araştırılacaktır.

Kaktüsler; Opuntioideae, Cereoideae ve Pereskioideae aileleri altında gruplanmış yaklaşık 1600 türden oluşan bir bitki grubudur. Opuntioideae ailesi, çevresel koşullara uyum sağlamasına izin veren morfolojik ve anatomik özellikler gösterir. *Opuntia ficus-indica* (Hint inciri) bitkisinin kaktüs gövdesi (kladot), yem veya dikenli armut üretimi için kullanılır. Kaktüs gövdesi üzerine bildirilen araştırmalar, taksonomik sınıflandırma, besleyici ve fonksiyonel karakterizasyon ile ilgilidir. Bildirilen biyofonksiyonel bileşikler arasında lif, hidrokolloidler, fenolikler, klorofil, karotenoidler, kalsiyum ve C vitamini varlığı öne çıkmaktadır. Bu bileşiklerin bazıları, kladotların reaktif oksijen türlerini (ROS) %40'a kadar inhibe etmesini sağlar. Bu nedenle, biyolojik olarak aktif olan bu bileşenler sağlık yararları sağlar ve kronik dejeneratif hastalık riskini azaltır (Ventura-Aguilar ve ark., 2017). Halk arasında "Dikenli incir meyvesi" olarak da bilinen Hint inciri; kalp krizi, kanser ve nörolojik hastalıkların tedavisinde de kullanılmaktadır (Güven, 2017). Bu projede ülkemizde Ege ve Akdeniz bölgelerinde yayılım gösteren *O. ficus-indica* bitkisinin kaktüs gövdesi (kladot) ekstraktlarının, karaciğer kanser hücreleri üzerinde etkisi araştırılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada *O. ficus-indica* bitkisinin kladot ekstraktlarının karaciğer kanseri üzerindeki etkileri ilk defa araştırılacaktır.

2. YÖNTEM

2.1 Kullanılan Materyaller

Bu projede, hünnap (*Ziziphus zizyphus*) bitki yaprağı ve Hint inciri *(Opuntia ficus-indica)* bitki kladotları araziden toplanmış olup Ege Üniversitesi Botanik Bahçesi Herbaryum Uygulama ve Araştırma Merkezindeki uzmanlar tarafından tanıları konulmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Hünnap *(Ziziphus zizyphus)* (a) ve Hint inciri *(Opuntia ficus- indica)* bitkileri (b).

Bitki ekstraksiyon işlemlerinde okul laboratuvarında bulunan etüv (Isolab), havan (Isolab), analitik terazi (Daihan Biomedical), besiyeri şişesi (Isolab), manyetik karıştırıcı (Daihan MSH-20A), manyetik balık (20 mm, Isolab), metanol (Carlo Erba), Whatmann NO 1 filtre kağıdı (Sigma Aldrich), mezür (Isolab), huni (Isolab), petri kapları (Isolab), ependorf tüp (Isolab) ve DMSO (Carlo Erba) cihaz ve kimyasalları kullanılmıştır.

Anti-kanser deneylerinde; masaüstü santrifüj (Thermo Fisher), laminar kabinet (Thermo Scientific MSC Advantage), CO_2 inkübatörü (Thermo Scientific Steri Cycle), su banyosu (Nüve NB9), sallamalı karıştırıcı (Labnet), sıvı azot hücre saklama tankı (Thermo Cryoplus 2), hassas terazi (Sartorius GE512-0CE), analitik terazi (Sartorius GC1603 S-0CE),

mikroplaka okuyucu (Thermo Varioskan® Flash), hücre kültürü petri kabı (Corning), PBS, MTT (5mg/ml steril PBS içinde), DMSO (Dimetil sülfoksit), RPMI 1640 (Gibco 11875-093, %10 FBS), Fetal Bovine Serum (FBS), Metanol, Tripsin %0,25 EDTA, cyrstal violet, glutaraldehit kullanılmıştır.

2.2 Bitki Ekstraktlarının Eldesi

Bitkiler öncelikle 40°C'de 3 gün boyunca etüvde kurutulmuştur. Kurutulmuş bitki örnekleri, seramik havanda yüzey alanı arttırmak için toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen bitkilerden 2 g tartılarak 100 ml metanol çözeltisiyle (%80 v/v) kapalı besiyeri şişelerinde oda sıcaklığında 3 gün boyunca manyetik karıştırıcıda ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ekstraksiyon sıvıları, Whatman No 1 filtre kağıdı ile süzülmüştür. Örneklerin her birinin kaçar ml olduğu mezür ile ölçülmüştür. Ölçülen değerler, hassas terazi kullanılarak önceden darası alınmış petri kaplarına kaydedilmiştir. Her bir örnek 12 cm'lik 2 petri kabına eşit hacimde olmaları koşuluyla paylaştırılmıştır. Örneklerin üzerindeki alkolün, 3-4 gün içerisinde tamamen uçması sağlanmıştır. Sonrasında alkolü uçmuş bitki örneklerinin içinde bulunduğu petri kaplarının analitik teraziyle kuru ağırlık farkına bakılarak elde edilen miktarlar, petri kaplarının üzerine kaydedilmiştir. Sonuçlar doğrultusunda kullanılan kuru maddeler DMSO çözgeninde 100 mg/ml oranında çözülerek stok solüsyonlar oluşturulmuştur. (Seri ve ark., 2020; Batista Ferrreira ve ark., 2021) (Şekil 3).



a b c d e f

Şekil 3. Hint inciri kladotlarının ekstraksiyon aşamaları. a: kurutulmuş Hint inciri kladotlarının küçük parçalara ayrılması. b: metanol eklenmesi sonucunda ekstraksiyonun başlaması. c: ekstraksiyon sonrası elde edilen solüsyon. d: solüsyonun süzülmesi. e: metanolün uçurulması. f: DMSO'da çözülmüş Hint inciri ekstresi. Aynı işlemler hünnap bitki yaprakları için de uygulanmıştır.

2.3 Bitki Ekstrelerinin Anti-kanser Özelliklerinin Araştırılması

2.3.1 Hücre Kültürü

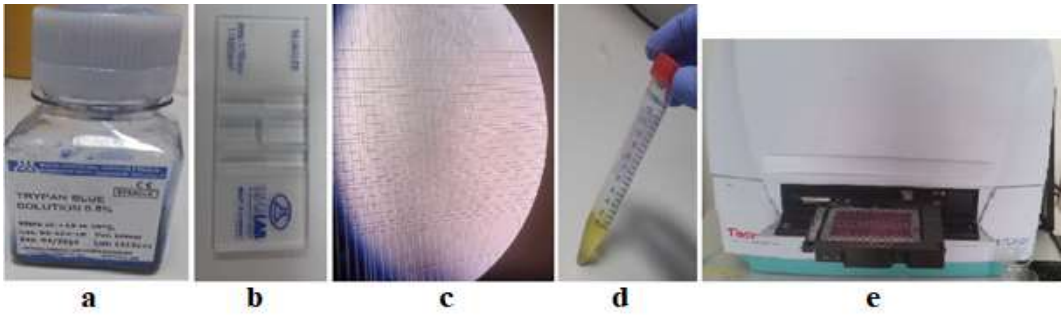
Hepatosellüler karsinom (HCC) hücre hatları, SNU-398 (ATCC® CRL-2233™) ve SNU-475 (ATCC® CRL-2236™) American Type Culture Collection (ATCC)'den ticari olarak temin edilmiştir. SNU-398 ve SNU-475 HCC hücre hatları, sırasıyla hepatosellüler karsionum ilk ve son evrelerinde izole edilmiş hücrelerdir. Bu hücre hatları, % 1 L-Glutamin, 100 U/ml penisilin/streptomisin ve % 10 inaktif fetal sığır serum (FBS) içeren RPMI–1640 besiyerinde; 37°C'de, % 5 CO_2'li inkübatörde çoğaltılmıştır.

Kültüre edilen hücrelerin canlılıklarını ve sayılarını takip etmek amacıyla Tripan mavisi boyası testi kullanılmıştır. Buna göre, 50 µl hücre ile 50 µl boya karıştırılarak, ışık mikroskobu altında hücrelerin canlılıkları ve sayıları Neubauer lam kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla, Neubauer lamında bulunan 4x4'lük karelerden oluşmuş 4 alandaki hücreler sayılmıştır. Tripan mavisi boyası testi gereğince boyayı içine alıp mavi renkte boyanan hücreler ölü, boyayı içine almayanlar ise canlı olarak değerlendirilmiştir. Canlı hücre toplamının ortalaması alınıp 20.000 ile çarpılmasıyla, ml başına düşen canlı hücre sayısı saptanmıştır. Aynı işlem ölü hücreler için de gerçekleştirildiğinde, ml başına düşen ölü hücre sayısı belirlenmiştir. Hücre canlılığı ise, toplam hücre sayısının canlı hücrelere % oranıyla belirlenmiştir. Sonuç olarak, 100 µl'de 5.000 hücre olacak şekilde ayarlanmıştır (de Vlieghere ve ark., 2016).

2.3.2 Bitki Ekstrelerinin Hücre Canlılığı Üzerine Etkisinin MTT Testi ile Saptanması

Hünnap ve Hint inciri bitki ekstrelerinin hücre canlılığı üzerine etkisi MTT testi ile saptanmıştır. MTT testi sonucunda bitki ekstrelerinin LC_{50} (bir madde için LD_{50} değeri, belirli bir test süresinden sonra test edilen bir popülasyonun üyelerinin yarısını öldürmek için gereken doz) değerleri bulunmuştur. Bu kolorimetrik yöntem, aktif olarak solunum yapan hücrelerin çözünmüş MTT maddesini çözünmeyen formozan bileşiklerine dönüştürülmesine dayanmaktadır (Mosmann, 1983). 96 kuyucuklu plakaya; her bir kuyucuğa 100 µl hacminde, 5.000 hücre gelecek şekilde SNU-398 ve SNU-475 HCC hücre hatları, 37℃' de %80 nem ve %5 CO_2 içeren inkübitörde 24 saat inkübe edilmiştir. 24 saat sonunda besiyeri uzaklaştırılmış ve kuyucuklarda yer alan hücrelerin üzerine farklı konsantrasyonlardaki (4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,0625 mg/ml) bitki ekstrelerinden 5 µL ve 95 µL taze RPMI–1640 besiyeri ilave edilmiş ve 72 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Denenen farklı konsantrasyonlardaki bitki ekstreleri beş tekrarlı olarak çalışılmıştır.

Sarı renkli bir kimyasal olan MTT (5 mg/ml), 10 µl PBS'de çözüldükten sonra 24 saat bekletilmiş olan hücrelere 15 µL MTT reaktifi eklenmiştir. Hücreler karanlık olan, 37℃ sıcaklığında ve %5 CO_2 içeren ortamda 4 saat inkübe edilmiştir. Canlı hücreler MTT'yi içine alıp mitokondrideki redüktaz enzimleri, çözünebilen MTT'yi; çözünmeyen kristal yapılar olan Formazan'a çevirmiştir. Formazan'ı iyice çöktürmek amacıyla solüsyon 1800 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiş ardından nazikçe dökülerek uzaklaştırılmıştır. Dipte kalan çözünmemiş kristallerin çözünmesi için solüsyon 100 µl DMSO'da çözülmüştür. 10 dakika boyunca çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Formazan'la DMSO'nun tepkimesi farklı hücrelerde farklı tonlarda mor renk vermiştir. Renk tayininin yapılması için flask bir mikroplaka okuyucu tarafından 570 ve 720 nm dalga boylarında absorbans ölçülmüştür. Koyu mor renkli hücrelerin MTT'yi alıp mitokondride Formazan'a dönüştürdüğü ve DMSO ile mor renk veren canlı hücreler olduğu, renksiz hücrelerin toksisiteden ötürü ölü olduğu, açık mor renklilerde ise canlı ve cansız hücrelerin bir arada bulunduğu yorumu yapılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. SNU-398 ve SNU-475 HCC hücre hatlarının MTT testi aşamaları. a, b, c: Trypan Blue boyası ile SNU-475 hücre hattı sayımı; d ve e: MTT ile hücrelerin muamele edilmesi ve mikroplaka okuyucu ile analiz edilmesi.

2.3.3 Hücre Göçünün (Migrasyon) İncelenmesi (*in vitro* Çizik Tahlili)

in vitro çizik tahlili hücre göçünü ölçmek için kullanılan kolay, ekonomik ve geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu basit metodun bir diğer avantajı ise *in vitro* koşullarda yapılmasına rağmen, belirli bir ölçüde, *in vivo* koşullardaki hücre göçünü de taklit edebilmesidir. Yöntemin temelinde yapılan gözlemler sonucu fark edilen yoğunluk tek katmanlı hücrelerin üzerine yapay bir "çizik" atıldığında yeni oluşturulmuş boşluğun ucunda olan hücreler açığı kapatmak için atılan çiziğe doğru yeni hücre-hücre bağlantıları kurulana kadar ilerlemesi yatar (Liang ve ark., 2007).

İlk olarak 24 kuyucuklu plakaya her bir kuyuya 5.000 hücre, 5 tekrarlı olacak şekilde ekim yapıldı. Ekimden 24 saat sonra 200 µL'lik pipet ucu ile çizik oluşturuldu (Şekil 5) ve kontrol grubu (DMSO) hariç gerekli ilaçlar eklendi. Son olarak da 0. ve 24. saatlerde mikroskop altında hücrelerin görüntüleri alındı.



Şekil 5. Hücre migrasyon incelenmesi deneyinde hücrelere pipet ucuyla çizik atılması.

2.3.4 Apoptoz Testi (Annexin V-FITC)

Apoptoz (programlı hücre ölümü) indüksiyonu sırasında meydana gelen ilk olaylardan biri sitoplazma membranının iç yüzeyinden dışına doğru fosfaditiliserin birikmesi ve stabilizasyonudur. Dış yüzeyde, fosfaditilserin fagositoz için hedef hücrelerin belirlenmesinde görev yapmaktadır. Annexin V fosfaditilserine spesifik olarak bağlanan bir proteindir. Sağlam hücrelerin fluokromaya bağlı Annexin V ile boyanması apoptozun erken dönemlerindeki hücreleri belirler. Membran bütünlüğünü ölçen canlı/ölü hücre diskriminatörü propidium iyodür (PI) ile kullanıldığında, erken apoptotik hücreler, geç apoptotik ve nekrotik hücrelerden ayrıştırılabilecektir.

SNU-398 ve SNU-475 hücreleri, 6 kuyulu plakalara ekildi. 24 saat sonra hünnap ve Hint inciri bitki ekstreleri belirlenen dozda hücrelere ilave edildi. Kontrol için hücrelere aynı miktarda DMSO verildi. 72 saat sonra üst fazlar ve tripsinize edilmiş hücreler toplandı. Hücreler yıkandı. Daha sonra hücreler, Annexin V Apoptoz Saptama Kiti (BioLegend, San Diego, CA, ABD) kullanılarak 7-AAD ve Annexin V-FITC ile boyandı. Akış sitometrisi deneyi, BD Fortessa cihazı kullanılarak gerçekleştirildi ve veriler FlowJo 8.8.6 yazılımı (Tree Star Inc., Ashland, OR, ABD) ile analiz edildi. Deneyde pozitif kontrol olarak H_2O_2 ile muamele edilmiş hücreler kullanıldı (Wang ve ark., 2010).

3. İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

	AYLAR							
İşin Tanımı	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X	X
Laboratuvar Çalışması		X	X	X	X	X	X	
Verilerin Toplanması ve Analizi		X	X	X	X	X	X	
Proje Raporu Yazımı				X	X	X	X	X

4. BULGULAR

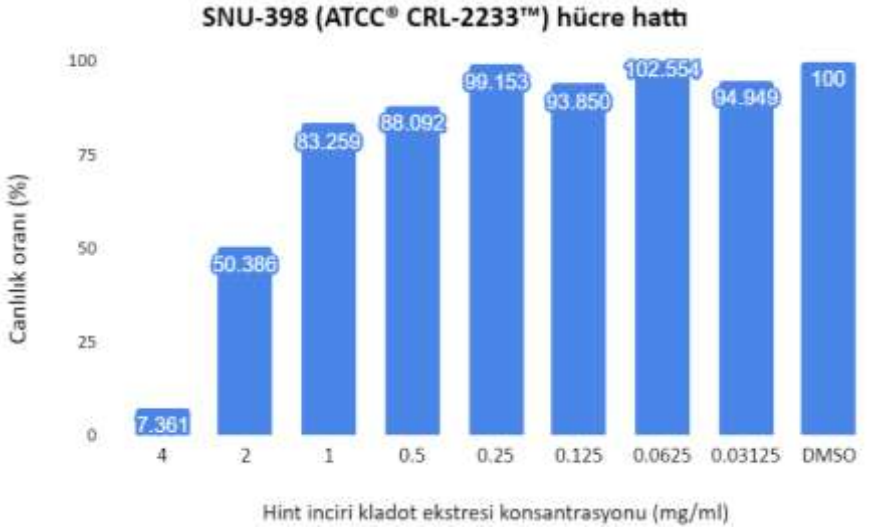
Hünnap *(Z. zizyphus)* yaprağı ve Hint inciri *(O. ficus- indica)* kladot ekstreleri Bölüm 2.2'de belirtildiği üzere 100 mg/ml olacak şekilde hazırlanmıştır (Şekil 3-f).

4.1 Bitki Ekstrelerinin Hücre Canlılığı Üzerine Etkisinin MTT Testi ile Saptanması

Hepatosellüler karsinom (HCC) hücre hatlarına (SNU-398 (ATCC® CRL-2233™) ve SNU-475 (ATCC® CRL-2236™)) literatürde daha önce çalışılmamış olan hünnap yaprağı ve Hint inciri kladot ekstreleri farklı konsantrasyonlarından (4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,0625, 0,03125 mg/ml) oluşturulmuş DMSO'da çözünmüş bitki ekstreleri uygulanmış ve 72 saat boyunca bu hücrelerle birlikte inkübe edilmiştir. Daha sonra, bitki ekstreleri uygulanmış hücrelerin canlılık oranları MTT testiyle saptanmış ve elde edilen bulgular Şekil 6–9 'da verilmiştir.



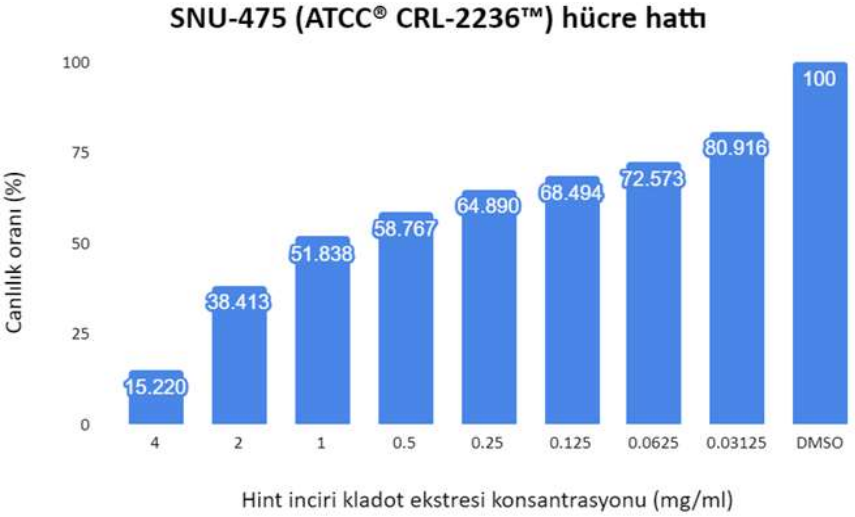
Şekil 6. Hünnap bitki yaprak ekstresinin farklı konsantrasyonlarda SNU-398 hücre hattı canlılıklarına etkisi.



Şekil 7. Hint inciri kladot ekstresinin farklı konsantrasyonlarda SNU-398 hücre hattı canlılıklarına etkisi.



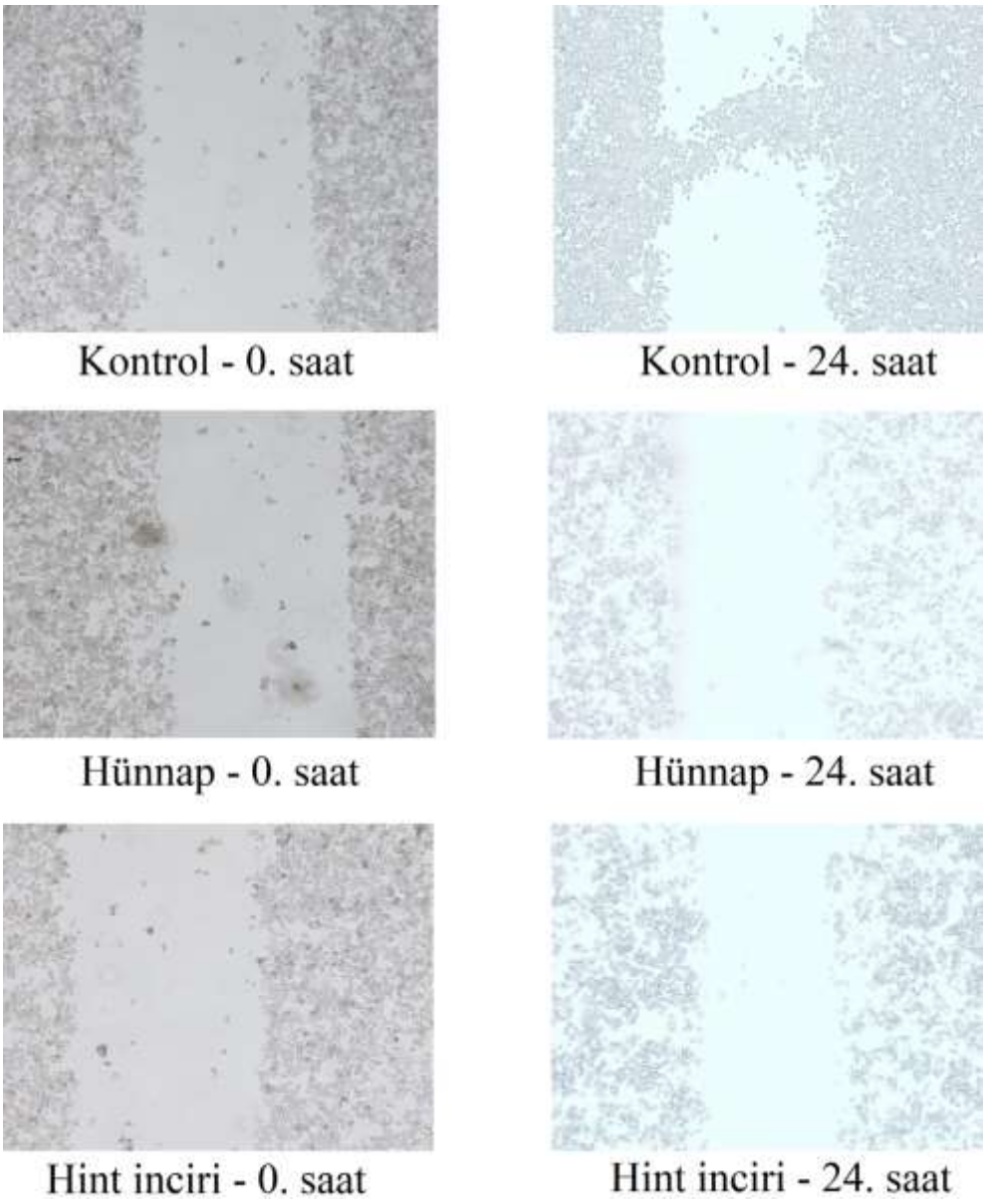
Şekil 8. Hünnap bitki yaprak ekstresinin farklı konsantrasyonlarda SNU-475 hücre hattı canlılıklarına etkisi.



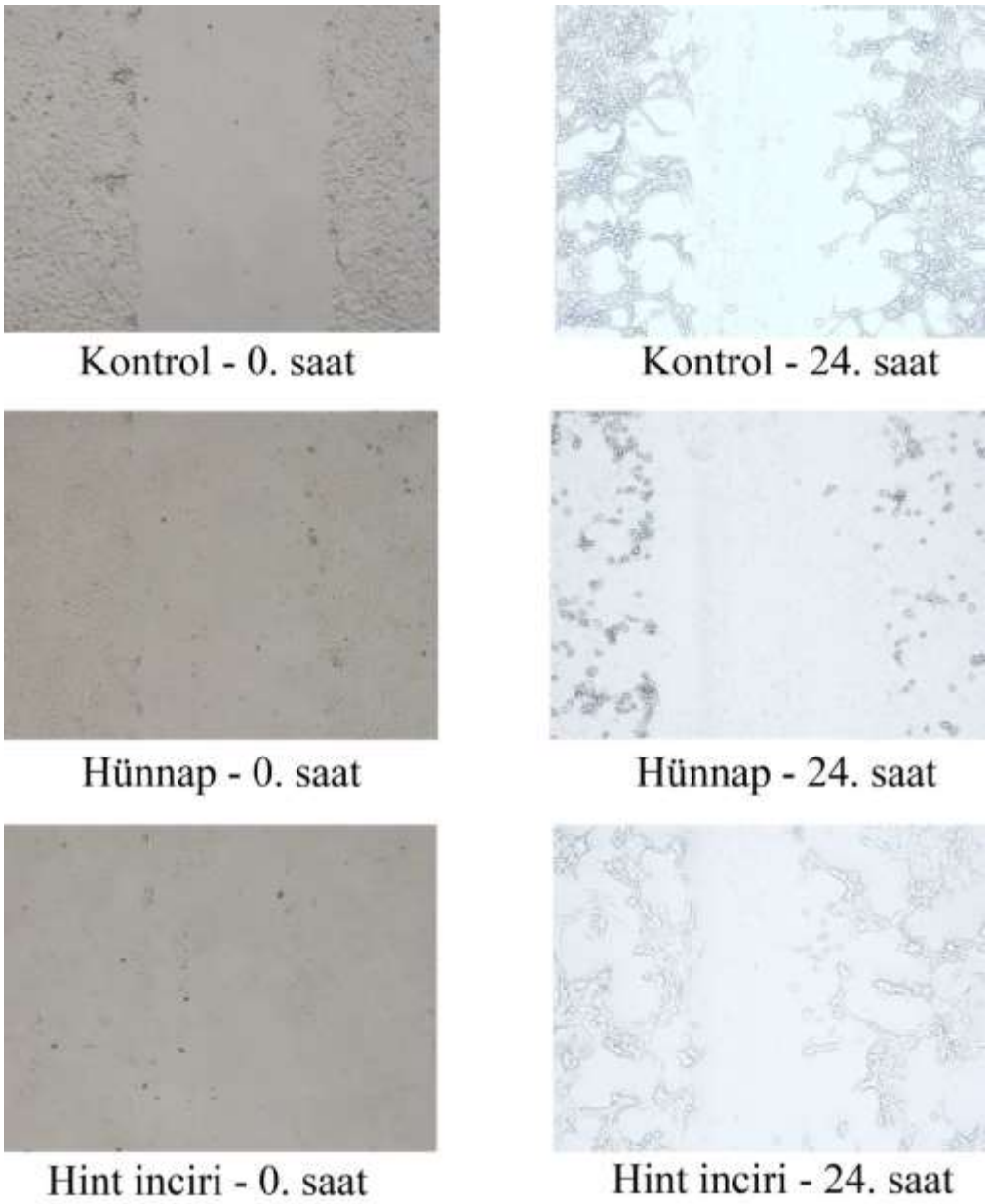
Şekil 9. Hint inciri kladot ekstresinin farklı konsantrasyonlarda SNU-475 hücre hattı canlılıklarına etkisi.

4.2 Hücre Göçünün (Migrasyon) İncelenmesi (*in vitro* Çizik Tahlili)

Hünnap yaprağı ve Hint inciri kladot ekstrelerinin hepatosellüler karsinom (HCC) hücre hatlarında sitotoksik etki göstermeleri nedeniyle migrasyondaki etkileri için 200µL'lik pipet ucuyla çizik atılmış ve hücrelere çizik atıldıktan hemen sonra (0. saat) ve bundan 24 saat sonra fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 10 ve 11).



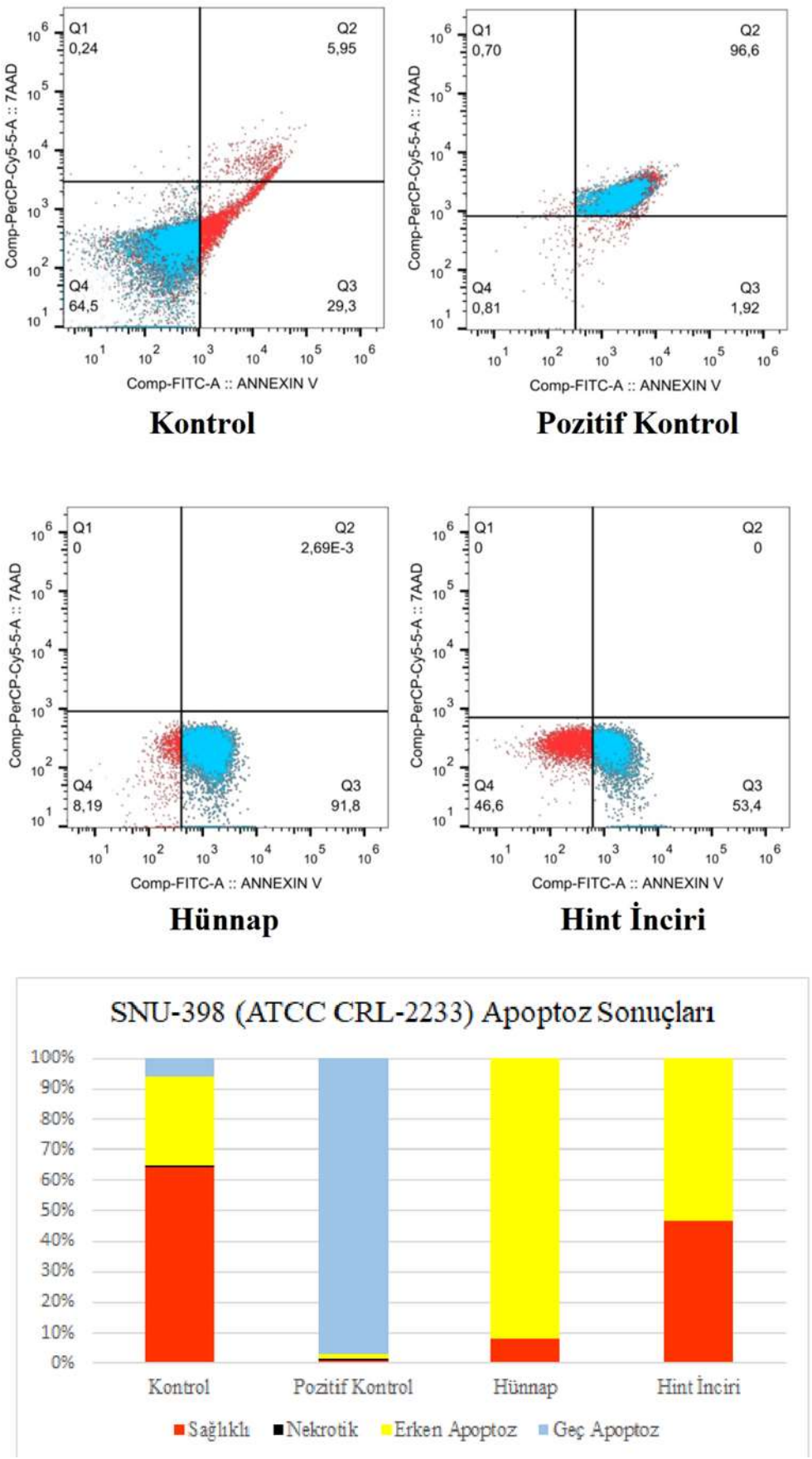
Şekil 10. Hünnap yaprağı ve Hint inciri kladot ekstrelerinin SNU-398 hücre hattının migrasyon deneylerindeki (*in vitro* çizik tahlili) etkileri.



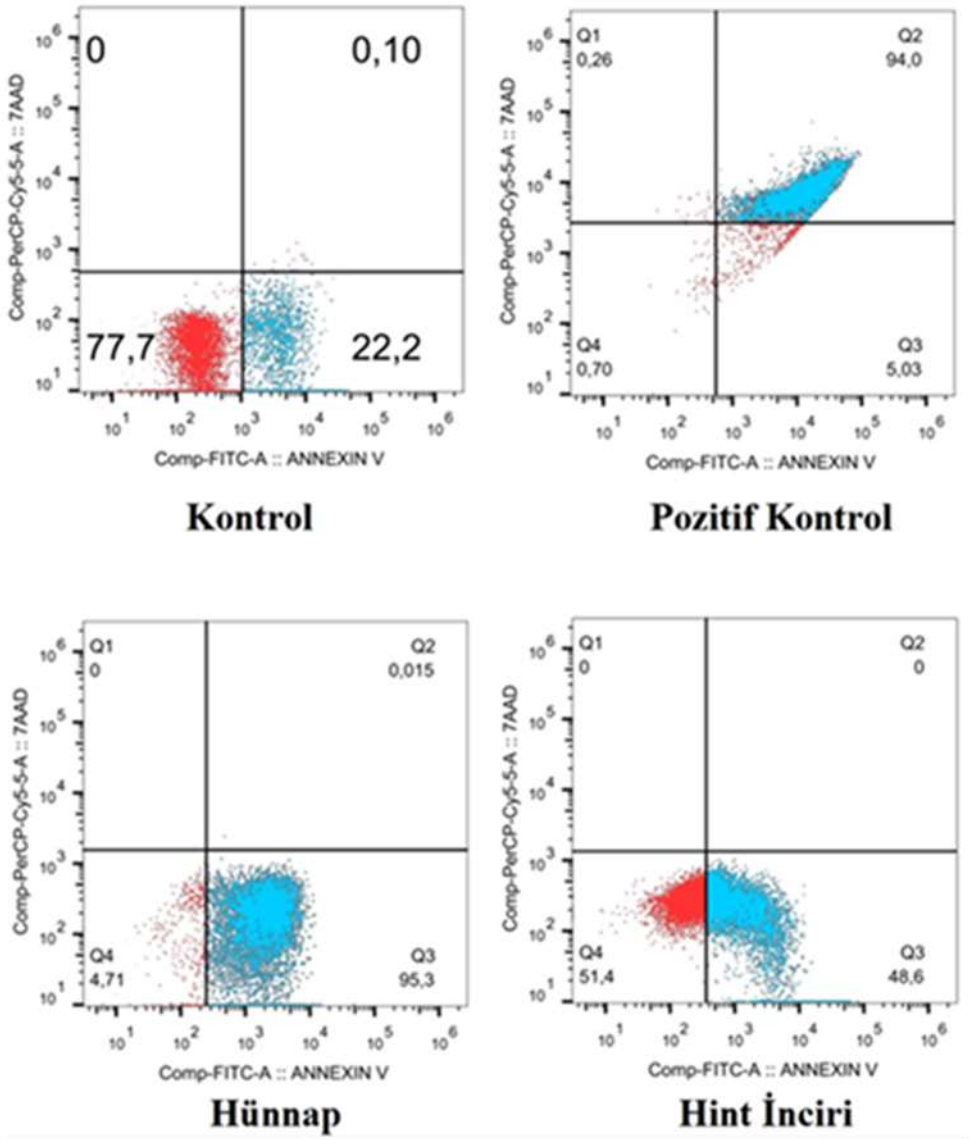
Şekil 11. Hünnap yaprağı ve Hint inciri kladot ekstrelerinin SNU-475 hücre hattının migrasyon deneylerindeki (*in vitro* çizik tahlili) etkileri.

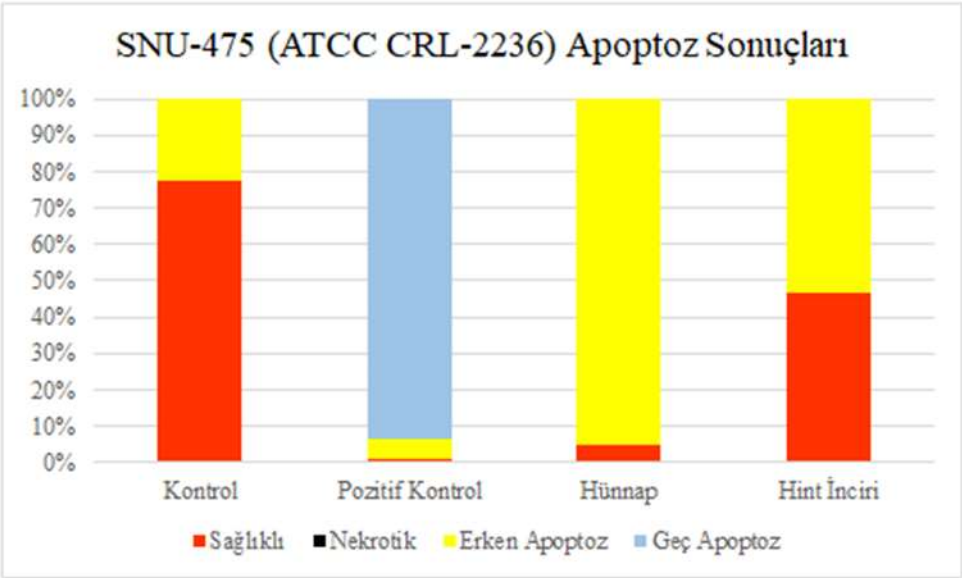
4.3 Apoptoz Testi (Annexin V-FITC)

Hünnap yaprağı ve Hint inciri kladot ekstrelerinin hepatosellüler karsinom (HCC) hücre hatlarında sitotoksik etki göstermeleri nedeniyle apoptozdaki etkileri için AnnexinV-FITC (erken apoptozu indükleyen) ve 7-AAD (geç apoptozu indükleyen) boyanmış ve akış sitometrisi deneyi ile ölçümler alınmıştır (Şekil 12 ve 13). Grafiklerdeki Q1 olarak adlandırılan sol üst kare apoptoz dışındaki hücre ölümlerinin (nekroz) oranını göstermektedir. Q2 olarak adlandırılan sağ üst kare geç apoptozu, Q3 olarak adlandırılan sağ alt kare ise erken apoptoz sonucu hücre ölümlerinin oranını göstermektedir. Sol alt kare olan Q4, canlı hücrelerin oranını ifade etmektedir.



Şekil 12. Hünnap yaprağı ve Hint inciri kladot ekstrelerinin SNU-398 hücre hattı üzerindeki apoptoz test sonuçları.





Şekil 13. Hünnap yaprağı ve Hint inciri kladot ekstrelerinin SNU-475 hücre hattı üzerindeki apoptoz test sonuçları.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Karaciğer kanseri, en sık görülen 6. kanser çeşidi olup aynı zamanda kanser kaynaklı ölümler arasında 2. sırada yer almaktadır (WHO, 2020b). Hepatosellüler Karsinom (HCC); primer karaciğer kanserlerinin en sık rastlanan, teşhis ve ölüm oranı en fazla olan çeşididir. (Mejia ve Pasko, 2020; McGlynn ve ark., 2020). Günümüzde, karaciğer kanserinin tedavisi multidisipliner olarak ele alınmaktadır. Bu çoklu yaklaşım, kişiselleştirilmiş bir temelde hastanın sahip olduğu tümör tipine ve evresine bağlı olarak yönlendirilmektedir (Liu ve ark., 2015). Karaciğer kanser tedavisinde rezeksiyon, transplantasyon, kemoterapi, radyoterapi, immunoterapi gibi birçok tedavi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tedavi çeşitleri, her ne kadar başarıya ulaşsa da bu yöntemler karaciğer kanser hastalarında organ kaybı, sağlıklı hücrelerin kanserleşmesi, karaciğer yetmezliği ve hastanın ölümüne yol açmaktadır. Bu yüzden yalnızca kanser hücrelerini hedef alan, fitoterapi gibi toksik özelliği ve yan etkileri az olan veya bulunmayan yeni yöntemler araştırılmaktadır.

Bu projede; ülkemizde yetişen ve doğadan toplanmış olup tanıları, Ege Üniversitesi Botanik Bahçesi Herbaryum Uygulama ve Araştırma Merkezindeki uzmanlar tarafından konulmuş Hünnap (*Z. zizyphus*) bitkisinin yaprağı ve Hint inciri (*O. ficus-indica*) bitksinin kladotlarının hepatosellüler karsinom üzerine antikanserojen etkileri (sitotoksik, anti-migrant ve apoptotik) araştırılmıştır.

Her iki bitkinin ekstraksiyon işleminde metanol ekstraksiyon yöntemi polar bir çözgen olması nedeniyle tercih edilmiştir ve 100 mg/ml konsantrasyonda bitki ekstreleri elde edilmiştir. Elde edilen bitki ekstreleri, hepatosellüler karsinom (HCC) hücre hatlarında [SNU-398 (ATCC® CRL-2233™) ve SNU-475 (ATCC® CRL-2236™)] MTT, migrasyon ve apoptoz deneylerinde kullanılmıştır.

Hünnap yaprağı ve Hint inciri kladot ekstrelerinin DMSO'da çözünmüş farklı konsantrasyonlarındaki (4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,0625 ve 0,03125 mg/ml) solüsyonlar, SNU-398 ve SNU-475 hücreleri ile 72 saat muamele edilmiştir. Daha sonra, MTT testiyle kanser hücrelerinin canlılıkları (LC_{50}) saptanmıştır. SNU-398 hücre hattı üzerinde hünnap yaprak ekstresinin LC_{50} değeri 0,25 mg/ml (%47,267 hücre canlılığı) olurken Hint inciri kladot ekstresinin LC_{50} değeri 2 mg/ml (%50,386)'dır. SNU-475 hücre hattı üzerinde hünnap yaprak ekstresinin LC_{50} değeri 0,5 mg/ml (%54,316 hücre canlılığı) olurken Hint inciri kladot ekstresinin LC_{50} değeri 1 mg/ml (%51,838)'dır. MTT sonuçları değerlendirildiğinde hünnap yaprak ekstresi, Hint inciri kladot eksterine göre sırasıyla 8 ve 2 kat daha etkili olduğu saptanmıştır. Yücel (2018) tarafından yapılan bir araştırmada dağ kekiği bitki ekstresinin karaciğer kanser hücre hattında araştırılmıştır. Bu araştırmada, dağ kekiğinin karaciğer kanseri hücrelerinde etkili LC_{50} değeri 1-15 mg/ml (µg/µl) bulunmuştur. Bu projede elde edilen bitki ekstrelerinden hünnap yaprağının LC_{50} değeri dağ kekiği ile karşılaştırıldığında en az 4 en fazla 60 kat daha etkili olduğu; Hint inciri kladot ekstresinin ise en az 2 en fazla 15 kat daha etkili olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada, MTT hücre canlılık testi ile hünnap (*Z. zizyphus*) ve Hint inciri (*O. ficus-indica*) bitkilerinin anti-proliferatif aktiviteleri olduğu kanıtlanmıştır.

Migrasyon veya *in* vitro çizik tahlili; diğer yöntemlere göre daha kolay, ekonomik ve aynı zamanda geliştirilmiş bir yöntemdir (Liang ve ark., 2007). Bu projede, *in vitro* çizik tahlili ile hünnap ve Hint inciri bitki ekstrelerinin karaciğer kanser hücrelerinin göçü üzerine etkisi araştırılmıştır. Bölüm 4.2'de bahsedildiği üzere, bu bitki ekstrelerinin uygulandığı deneylerde 24 saat içerisinde, tam bir göç sağlanmamış, çizik atılan bölge hücreler tarafından kapatılmamış hatta petri kabının sağ ve sol kenarlarında bulunan hücrelerde de seyrelmeler gözlenmiştir (Şekil 10 ve 11). Bu bulgular doğrultusunda, hünnap ve Hint inciri bitki ekstrelerinin hepatosellüler karsinom hücre hattı olan SNU-398 ve SNU-475 hücre hatları üzerinde anti-proliferatif ve anti-migrant etkinliğinin mevcudiyeti kanıtlanmaktadır. Elde edilen migrasyon deneyleri sonucunda, hünnap yaprağı ve Hint inciri kladot ekstreleri; SNU-398 ve SNU-475 hücre hatları gibi metastatik karaciğer kanser hücrelerinin yayılımcı özelliklerini ortadan kaldırması etkili bir fitoterapik ajan adayı olabileceği kanıtlanmıştır.

Hünnap yaprağı ve Hint inciri kladot ekstrelerinin hepatosellüler karsinom (HCC) hücre hatlarında sitotoksik etkisinin apoptotik olup olmadığı apoptoz testi (Annexin V-FITC) ile

araştırılmıştır. Şekil 12'de SNU-398 hücre hattı üzerindeki etkiler incelendiğinde kontrol grubu %64,5 canlılık oranı ve %29,3 erken apoptoz, %5,95 geç apoptoz, %0,24 nekroz gözlemlenmiştir. Pozitif kontrol olan H_2O_2'de %0,81 canlılık oranı ve %1,92 erken apoptoz, %96,6 geç apoptoz, %0,70 nekroz gözlemlenmiştir. Hünnap yaprak ekstresinde %8,19 canlılık oranı ve %91,8 erken apoptoz, %0,01 geç apoptoz, %0 nekroz gözlemlenmiştir. Dolayısıyla SNU-398 hücre hattı üzerine hünnap yaprak ekstresinin sitotoksik etkisinin apoptotik olduğu ve hiç nekrotik etki göstermediği bulunmuştur. Hint inciri kladot ekstresinde %46,6 canlılık oranı ve %53,4 erken apoptoz, %0 geç apoptoz, %0 nekroz gözlemlenmiştir. Dolayısıyla SNU-398 hücre hattı üzerine Hint inciri kladot ekstresinin sitotoksik etkisinin apoptotik olduğu ve hiç nekrotik etki göstermediği bulunmuştur. SNU-398 hücre hattı üzerindeki tüm sonuçlar incelendiğinde hünnap yaprak ekstresinin Hint inciri kladot ekstresine göre daha yüksek apoptotik etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Şekil 13'te SNU-475 hücre hattı üzerindeki etkiler incelendiğinde kontrol grubu %77,7 canlılık oranı ve %22,2 erken apoptoz, %0,10 geç apoptoz, %0 nekroz gözlemlenmiştir. Pozitif kontrol olan H_2O_2'de %0,70 canlılık oranı ve %5,03 erken apoptoz, %94,0 geç apoptoz, %0,26 nekroz gözlemlenmiştir. Hünnap yaprak ekstresinde %4,71 canlılık oranı ve %95,3 erken apoptoz, %0,015 geç apoptoz, %0 nekroz gözlemlenmiştir. Dolayısıyla SNU-475 hücre hattı üzerine hünnap yaprak ekstresinin sitotoksik etkisinin apoptotik olduğu ve hiç nekrotik etki göstermediği bulunmuştur. Hint inciri kladot ekstresinde %51,4 canlılık oranı ve %48,6 erken apoptoz, %0 geç apoptoz, %0 nekroz gözlemlenmiştir. Dolayısıyla SNU-475 hücre hattı üzerine Hint inciri kladot ekstresinin sitotoksik etkisinin zayıf apoptotik olduğu ve hiç nekrotik etki göstermediği bulunmuştur. SNU-475 hücre hattı üzerindeki tüm sonuçlar incelendiğinde hünnap yaprak ekstresinin Hint inciri kladot ekstresine göre çok daha yüksek apoptotik etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Apoptoz sonuçları değerlendirildiğinde hünnap ve Hint inciri bitki ekstrelerinin karaciğer kanser hücre hatları üzerinde apoptotik etkiye sahip olduğu kanıtlanmıştır. Abu Bakar ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, mundu (*Garcinia dulcis*) bitki ekstresini karaciğer kanseri üzerinde denemişler ve %41,2 oranında apoptoz gerçekleştirdiği bulunmuştur. Bu projede elde edilen bitki ekstrelerinden hünnap yaprak ekstersinin apoptotik etkisi mundu bitkisiyle karşılaştırıldığında 2 katından fazla olduğu; Hint inciri kladot ekstresinin ise yaklaşık 1,5 katı olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak, hünnap (*Ziziphus zizyphus*) ve Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) bitkilerinin karaciğer kanseri üzerine antikanserojen etkilerinin ilk defa araştırıldığı bu projede; iki farklı hepatosellüler kanser hattı üzerine anti-proliferatif, anti-migrant ve apoptotik özellikler taşıyan bitki ekstreleri elde edilmiştir. Günümüzdeki hepatosellüler karsinoma tedavisinde doğru ve etkili tedavi seçeneği yetersizliği göz önüne alındığında; hünnap ve Hint inciri bitki ekstrelerinin karaciğer kanserinin fitoterapötik tedavisinde umut vadettiği *in vitro* olarak kanıtlanmıştır.

6. ÖNERİLER

Bu projede hepatosellüler karsinomada etkili iki bitki ekstresi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında bu bitki ekstrelerinin; HCC dışındaki diğer kanser hücre hatları, antimikrobiyal, antifungal ve antiviral etkinliklerini araştırmasını önermekteyiz.

Her iki bitki ekstresinin apoptotik etkinliğinin hangi biyokimyasal moleküller tarafından gerçekleştirildiğini kanıtlamak için ileri saflaştırma işlemlerine tabii tutulmalıdır. Daha sonra, saflaştırılan moleküllerin kanserleşmede önemli olan Wnt/ß-katenin sinyal iletim yolaklarındaki etkinliğinin araştırılmasını önermekteyiz. Buradan çıkacak sonuçlar neticesinde ilgili moleküllerin ilaç faz çalışmalarına başlanmasını önermekteyiz.

KAYNAKLAR

Abdelmoneem, M. A., Mahmoud, M., Zaky, A., Helmy, M. W., Sallam, M., Fang, J.-Y., Elkhodairy, K. A ve Elzoghby, A. O. (2018). Dual-targeted casein micelles as green nanomedicine for synergistic phytotherapy of hepatocellular carcinoma. Journal of Controlled Release. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.jconrel.2018.08.026

Abu Bakar, M. F., Ahmad, N. E., Suleiman, M., Rahmat, A., ve Isha, A. (2015). *Garcinia dulcis* fruit extract induced cytotoxicity and apoptosis in HepG2 liver cancer cell line. BioMed

research international, 2015. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1155/2015/916902

Aksoy, S. Ö. (2010). Hepatosellüler kanserde karaciğer nakli ve karaciğer rezeksiyon tedavilerinin karşılaştırılması. (Yayımlanmış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, İzmir.

Akyıldız, Ü., Yalçın, K. S. ve Türkay, F. C. (2011). Hepatosellüler Karsinom Tedavisi. Erişim Tarihi: 12.12.2020. Erişim adresi: http://guncel.tgv.org.tr/journal/38/pdf/100030.pdf

Ameh, S. J., Obodozie, O. O., Inyang, U. S., Abubakar, M. S. ve Garba, M. (2010). Current phytotherapy-A perspective on the science and regulation of herbal medicine. *Journal* of Medicinal Plants Research, *4*(2), 072-081. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.5897/JMPR09.005

Anwanwan, D., Singh, S., Singh, S., Saikam, V. ve Singh, R. (2020). Challenges in liver cancer and possible treatment approaches. Biochimica Et Biophysica Acta (BBA)-Reviews On Cancer, 1873(1), 188314. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.bbcan.2019.188314

Aslam, M.S., Naveed, S., Ahmed, A., Abbas, Z., Gull, I., Athar, M.A. (2014), Side effect of chemotherapy in cancer patients and evaluation of patients opinion about starvation based differential chemotherapy. Journal of Cancer Therapy, 5, 817 – 822. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.4236/jct.2014.58089

Barnes, L. (2013). Principles and practice of phytotherapy. Journal of the Australian Traditional-Medicine Society, *19*(3), 179-180. Erişim Tarihi: 12.12.2020. Erişim adresi: https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/phytotherapy

Batista Ferrreira, E. C., Vila Nova, I. C., de Almeida, W. A., dos Santos Albuquerque, F. M., dos Santos Cruz, G., da Costa, H. N., ... ve Pontual, E. V. (2021). *Opuntia ficus-indica* cladode extract is an embryotoxic, larvicidal, and oviposition-deterrent agent for the diamondback moth, Plutella xylostella. Çevrimiçi önyayın. doi: 10.1016/j.cropro.2020.105351

Chabner, B.A., ve Roberts Jr., T.G. (2005), Chemotherapy and the war on cancer. Nature Reviews Cancer, 5, 65-72. Çevrimiçi önyayın. doi: 10.1038/nrc1529

Chen, Z., Xie, H., Hu, M., Huang, T., Hu, Y., Sang, N. ve Zhao, Y. (2020). Recent progress in treatment of hepatocellular carcinoma. American Journal of Cancer Research, 10(9), 2993. Erişim Tarihi: 10.12.2020. Erişim adresi: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7539784/pdf/ajcr0010-2993.pdf

Conde, J., de la Fuente, J.M., Baptista, P.V. (2013), Nanomaterials for reversion of multidrug resistance in cancer: a new hope for an old idea? Frontiers in Pharmacology, 4(134): 1 – 5. Çevrimiçi önyayın. doi: 10.3389/fphar.2013.00134

Çetinkaya, M. ve Şahin, S. (2020). Kanser ve Ergoterapi. Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(2), 14-24. Erişim Tarihi: 10.12.2020. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1170867

de Vlieghere, E., Carlier, C., Ceelen, W., Bracke, M., De Wever, O. (2016), Data on *in vivo* selection of SK-OV-3 Luc ovarian cancer cells and intraperitoneal tumor formation with low inoculation numbers. Data in Brief, 6, 542 – 549. Çevrimiçi önyayın. doi: 10.1016/j.dib.2015.12.037

Dearnaley, D.P., Khoo, V.S., Norman, A.R., Meyer, L., Nahum, A., Tait, D., Yarnold, J. Ve Horwich, A. (1999), Comparison of radiation side-effects of conformal and conventional radiotherapy in prostate cancer: a randomised trial. The Lancet, 23;353(9149):267-272. Çevrimiçi önyayın. doi: 10.1016/S0140-6736(98)05180-0

Dhar, D., Baglieri, J., Kisseleva, T., ve Brenner, D. A. (2020). Mechanisms of liver fibrosis and its role in liver cancer. Experimental biology and medicine (Maywood, N.J.), 245(2), 96–108. Çevrimiçi önyayın. doi: 10.1177/1535370219898141

El Maaiden, E., El Kharrassi, Y., Qarah, N. A., Essamadi, A. K., Moustaid, K., ve Nasser, B. (2020). Genus *Ziziphus:* A comprehensive review on ethnopharmacological,

phytochemical and pharmacological properties. Journal of Ethnopharmacology, 112950. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.jep.2020.112950

Fu, J., ve Wang, H. (2018). Precision diagnosis and treatment of liver cancer in China. Cancer letters, 412, 283-288. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.canlet.2017.10.008

Güven, C. (2017). Doğu Akdeniz Bölgesi'nden Selekte Edilen Bazı Dikenli İncir (*Opuntia ficus-indica* [L.] Mill.) Genotiplerine Ait Meyve Sularının Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Heinrich, M. (2017). Phytotherapy. Erişim Tarihi: 20.12.2020. Erişim adresi: https://www.britannica.com/science/phytotherapy

Kalra, A., Yetiskul, E., Wehrle, C. J., ve Tuma, F. (2020). Physiology, liver. StatPearls [Internet]. Erişim Tarihi: 04.12.2020. Erişim adresi: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535438/

Karahan, F., ve İlçim, A. (2017). The potential benefits of medicinal and aromatic plants in cancer patients undergoing radiotherapy. Biological Diversity and Conservation, 10(2), 51-61. Erişim Tarihi: 04.12.2020. Erişim adresi: https://openaccess.mku.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12483/2722

Kuo, M. T. (2009). Redox regulation of multidrug resistance in cancer chemotherapy: molecular mechanisms and therapeutic opportunities. Antioxidants & redox signaling, 11(1), 99-133. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1089/ars.2008.2095

Liang, C. C., Park, A. Y. ve Guan, J. L. (2007). *in vitro* scratch assay: a convenient and inexpensive method for analysis of cell migration *in vitro*. Nature protocols, 2(2), 329. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1038/nprot.2007.30

Liu, C. Y., Chen, K. F., ve Chen, P. J. (2015). Treatment of liver cancer. Cold Spring Harbor perspectives in medicine, 5(9), a021535. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1101/cshperspect.a021535

McGlynn, K. A., Petrick, J. L. ve El-Serag, H. B. (2020). Epidemiology of Hepatocellular Carcinoma. Hepatology (Baltimore, Md.), 10.1002/hep.31288. Çevrimiçi yayın. doi: 10.1002/hep.31288

Mejia, J. C. ve Pasko, J. (2020). Primary Liver Cancers. Surgical Clinics of North America. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.suc.2020.02.013

Mosmann, T. (1983). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. Journal of Immunological Methods, 65(1), 55-63. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/0022-1759(83)90303-4

Nooter, K. ve Stoter, G. (1996). Molecular Mechanisms of Multidrug Resistance in Cancer Chemotherapy. Pathology-Research and Practice, 192(7), 768–780. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/s0344-0338(96)80099-9

Özkan, A. (2020). Fitoterapi, Kanser Tedavisinin Yan Etkilerini Azaltabiliyor. Erişim Tarihi: 20.12.2020. Erişim adresi: http://www.yeditepehastanesi.com.tr/fitoterapi-kanser-tedavisinin-yan-etkilerini-azaltabiliyor

Pandyarajan, V., Govalan, R. ve Yang, J. D. (2021). Risk Factors and Biomarkers for Chronic Hepatitis B Associated Hepatocellular Carcinoma. International Journal of Molecular Sciences, 22(2), 479. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.3390/ijms22020479

Peate, I. (2019). Liver cancer. British Journal of Healthcare Assistants, 13(7), 322–328. Çevrimiçi ön yayın. doi:10.12968/bjha.2019.13.7.322

Seri, C. S., Okpekon, T. A., Yao-Kouassi, P. A., Magid, A. A., Sayagh, C., ve Voutquenne-Nazabadioko, L. (2020). Saponins and flavonoid glycosides from the leaves of *Ziziphus mauritiana* Lam. native of a forest area of Ivory Coast. Phytochemistry Letters, 37, 5-9. Çevrimiçi önyayın. doi: 10.1016/j.phytol.2020.03.001

Terzioğlu, G., Keskin, A. Ü. ve Demirel, G. Y. (2013). Hücre Proliferasyonu Ölçüm Yöntemleri ve Çeşitli Ticari Proliferasyon Kitlerinin Karşılaştırılması. Turk J Immunol 2013;1(3):74-89 Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.5606/tji.2013.267

Ventura-Aguilar, R. I., Bosquez-Molina, E., Bautista-Baños, S., ve Rivera-Cabrera, F. (2017). Cactus stem (*Opuntia ficus-indica* Mill): anatomy, physiology and chemical composition with emphasis on its biofunctional properties. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(15), 5065-5073. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1002/jsfa.8493

Wang, N., Feng, Y., Zhu, M., Tsang, C.-M., Man, K., Tong, Y. ve Tsao, S.-W. (2010). Berberine induces autophagic cell death and mitochondrial apoptosis in liver cancer cells: The cellular mechanism. Journal of Cellular Biochemistry, 111(6), 1426–1436. Çevrimiçi ön yayın. doi:10.1002/jcb.22869

Wang, W. ve Wei, C. (2020). Advances in the early diagnosis of hepatocellular carcinoma. Genes & Diseases. 308-319. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.gendis.2020.01.014

WHO, (2020a). Cancer. Erişim tarihi: 05.12.2020. Erişim adresi: https://www.who.int/health-topics/cancer#tab=tab_1

WHO (2020b) The Global Cancer Observatory. Erişim tarihi: 05.12.2020. Erişim adresi: https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/900-world-fact-sheets.pdf

WHO (2021). Herbal medicine research and global health: an ethical analysis. Erişim tarihi: 05.01.2021. Erişim adresi: https://www.who.int/bulletin/volumes/86/8/07-042820/en/

Yurtsever, S. G., Kaya, S., Arkalı, T., Müderris, T., Günaydın, P. ve Küçükzeybek, Y. (2020). Medikal Onkoloji Hastalarında Hepatit B Seroprevelansı. Nobel Medicus, 16(3): 29-34. Erişim tarihi: 05.01.2021. Erişim adresi: https://www.nobelmedicus.com/Content/1/48/29-34.pdf

Yücel, D. (2018). Cytotoxic effects of *Satureja cuneifolia* extract in liver cancer cell line (HepG2). Biological Diversity and Conservation, 11(2), 42-46. Erişim Tarihi: 03.01.2021. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1181532

Zamur, C., ve Topal, U. (2020). Çocuklarda ve Erişkinlerde Hepatosellüler Karsinom Aynı Biyolojik Davranışa mı Sahip? Pediatrik ve Yetişkin Hastaların Histolojik, Moleküler Arka Plan ve Tedavi Açısından Karşılaştırılması. Editörler: Cem Evereklioğlu ve Metin Ünlü, Gece Kitaplığı, 1-12.

DOWN SENDROMUNUN NON-İNVAZİV VE PRENATAL TEŞHİSİ İÇİN YENİ BİR BAKIŞ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: NİSAN KAYNAR
DURU DİKBAŞ

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: Dr. Onur AKPINAR

İZMİR
2021

Özet

Dünyaya gelen her 700 bebekten biri Down sendromu (DS) teşhisiyle doğmaktadır. Down sendromunun prenatal teşhisi için mevcut yöntemler; doğruluğu kesin ve güvenilir teşhis koyabilme, anne ve bebek için sağlık riski oluşturmama, erişilebilir olma ve hızlı sonuç vermede yetersizdir. Bu projede Down sendromunun teşhisi amacıyla üretilen biyosensörün mevcut biyosensörlerin hatalarının önüne geçecek şekilde tasarlanması hedeflenmiştir. Bu nedenle altın nanoparçacık temelli bir biyosensör tercih edilmiştir.

Projenin çıkış noktası, miRNA'ların Down sendromuyla ilişkisinin ve plasental miRNA'ların annenin kan dolaşımına katılabildiğinin keşfedilmesidir. Biyomarker olarak literatürde birçok açıdan Down sendromuyla ilişkilendirilen miRNA-155 kullanılmıştır. Bu projede Down sendromunun dünyada ilk defa miRNA'ların LSPR temelli altın nanoçubuk platformda kullanılmasıyla kesin, non-invaziv, erişilebilir ve hızlı sonuç veren bir biyosensörle teşhisi amaçlanmaktadır.

Bu amaçla hızlı, pratik, erişilebilir, hassas ve özgül olan Lokalize Yüzey Plazmon Rezonans (LSPR) temelli bir biyosensör tasarlanmıştır. Komplementer miRNA-155; -OH ve -COOH uç gruplu moleküller ve EDC-NHS kimyası yardımıyla altın kaplı cama konjuge edilerek hedeflenen biyosensör üretilmiştir. 10, 1 ve 0,1 μM hedef miRNA-155 çözeltileri biyosensör üzerinde denenerek LSPR spektrumları ölçülmüştür. LSPR dalga boylarında gözlenen sırasıyla 10,28 ve 8,23 ve 3,10 nm'lik kaymalardan yola çıkılarak biyosensörün tüm miRNA konsantrasyonlarını algılayabildiği sonucuna varılmıştır.

Bu projede Down sendromunun teşhisinde dünyada ilk defa miRNA'lar, LSPR temelli altın nanoçubuk biyosensörde kullanılmıştır. Böylece 60 dakikada sonuç vermesiyle hızlı, hedef miRNA-155 ve komplementer miRNA-155 etkileşimiyle özgül; 0,1 μM konsantrasyondaki miRNA çözeltisini saptayabilmesiyle hassas, kesin ve doğru ölçüm yapan; anne ve bebek için sağlık riski oluşturmayan ve non-invaziv teşhis sağlayan bir biyosensör geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Down sendromu, miRNA, non-invaziv, prenatal teşhis, altın nanoçubuk, biyosensör.

Amaç

Her 700 doğumda bir oranla rastlanan Down sendromu, günümüzde zihinsel hasara yol açan en yaygın genetik bozukluktur ve bu oran her yıl artmaktadır. Down sendromlu bebek bekleyen ailelere gebeliğin sonlandırılması veya devamı konusunda seçim şansı ek olarak maddi ve manevi hazırlık için zaman verebilmek adına bebek henüz anne karnındayken bu durumun kesin ve doğru teşhisi çok büyük önem arz etmektedir.

Down sendromunun teşhisi için rutin testler, ultrasonografi, cffDNA analizi (serbest fetal DNA analizi) gibi non-invaziv; amniyosentez ve koriyon villus biyopsisi gibi invaziv yöntemler mevcuttur. Bununla birlikte günümüzde kullanılan yöntemler; doğruluğu kesin ve güvenilir teşhis koyabilme, hızlı sonuç verme, erişilebilir olma, anne ve bebek için sağlık riski oluşturmama kriterlerinin tümünü aynı anda karşılayamamaktadır. Bu nedenle Down sendromunun teşhisi için yeni bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu projede Down sendromunun dünyada ilk defa miRNA'ların LSPR temelli altın nanoçubuk platformda kullanılmasıyla kesin, non-invaziv, erişilebilir ve hızlı sonuç veren biyosensör ile teşhisi amaçlanmaktadır.

1. GİRİŞ

1.1 Down Sendromu (Trizomi 21)

Down sendromu (DS), insanlarda görülen ve zihinsel engele yol açan en yaygın genetik anomalidir. Bireyin tüm hücrelerinin veya bazı hücrelerinin 21. kromozomun veya 21. kromozomun bir bölümünün fazladan 1 tane daha kopyasını bulundurması yani 2 yerine 3 adet 21. kromozoma sahip olması ile oluşur. Kişinin tüm hücrelerinde Trizomi 21 gözleniyorsa genetik anomali hücrelere homojen dağılmıştır denebilir. Vakaların %95'i bu şekildedir. Fakat bazı durumlarda organizmanın sadece bazı hücreleri Trizomi 21'i taşır. Bu durum "Mozaik Down sendromu" olarak adlandırılır (Coppedè, 2016; Strippoli ve ark., 2019).

Dünyaya gelen her 700 bebekten biri Down sendromu teşhisiyle doğmaktadır. Kadınların anne olma yaşları ilerlediği için Down sendromu görülme yüzdesi de artmıştır ve

artmaya devam edeceği literatürde belirtilmektedir (Morris ve Alberman, 2009; Strippoli ve ark., 2019). 1989-1991 ve 2005-2007 yılları arasında İngiltere ve Galler'de gerçekleştirilen bir çalışmada bu iki zaman aralığı karşılaştırılmış ve Down sendromu görülen bireylerde %45'lik bir artış gözlemlenmiştir (Morris ve Alberman, 2009).

Down sendromu, yenidoğanda fiziksel engele sebep olan yaygın kromozom anomalilerinden biridir. Down sendromuna sahip bireylerin fenotipinde parmakların daha kısa ve küt olması, üst ve alt ekstremitelerin normalden kısa olması gözlemlenir. Gözler, Down sendromu bulundurmayan bireylere kıyasla daha küçüktür. Ayak 1. ve 2. parmaklar arasında geniş bir boşluk bulunur. Down sendromuna sahip bireylerde hemato-onkolojik hastalıklar, gastrointestinal sistem rahatsızlıkları, immün sisteminin yetersiz olması, görme ile ilgili problemler, işitme ile ilgili problemler, ortopedik sorunlar, kardiyovasküler sistem hastalıkları, üriner sistemde hastalıklar ve solunum sistemi hastalıkları öncelikli olmak üzere bazı hastalıkların görülme olasılığı daha fazladır. Bazı yenidoğanlarda zatürre ve konjenital kalp hastalıkları görülmektedir (Durhan ve Tanboğa, 2016). Down sendromuna sahip olan bireylerde, sağlıklı bireylere göre olması gerekenden fazla süperoksit dismutaz 1 (SOD1) üretimi görülür. Bu nedenle, oksidatif stres Down sendromlu bireylerin fenotipinde sıklıkla görülen bir özelliktir (Brás ve ark., 2018). Oksidatif stres, hücre içindeki protein, lipit, DNA gibi makromoleküllerin hasarına, hücre zedelenmesine ve hatta hücre ölümüne dahi neden olabilir (Özcan ve ark., 2015). Down sendromunun net olarak bilinen bir nedeni olmamakla birlikte, anne yaşının ilerlemiş olmasının çok büyük bir risk faktörü olduğu bilinmektedir (Strippoli ve ark., 2019).

Down sendromlu bireylerin yaşıtlarına kıyasla mental olarak daha geç öğrendikleri ve uyguladıkları görülmüştür. Aynı zamanda Down sendromuna sahip insanların sosyal ortamlarda daha isteksiz oldukları ve başkalarını taklit etmede kullandıkları stratejilerin Down sendromu olmayan bireylere kıyasla yetersiz olduğu, bunun da Down sendromlu bireylerin sosyal yaşama katılımını olumsuz yönde etkilediği vurgulanmaktadır (Erdem ve Ege, 2011). DS'li bireylerde erken yaşta Alzheimer hastalığına yakalanma riski de artmaktadır (Li ve ark., 2012). Ayrıca DS'li bireylerde beklenen yaşam süresinin sağlıklı bir bireye oranla azaldığı saptanmıştır (Pangalos ve ark., 1994).

1.2 Down Sendromuna Sebebiyet Veren Genetik Hatalar

1.2.1 Mayoz Bölünme Kaynaklı Hatalar

Vakaların çok büyük bir kısmı yumurta ana hücresinin geçirdiği mayoz bölünme sırasında meydana gelen hatalardan kaynaklanmaktadır. Bazı durumlarda mitotik kontrol noktası görevini yapamaz. Anafaz I'de homolog kromozomların ayrılmaması veya Anafaz II'de kardeş kromatitlerin ayrılmaması sonucu 21. kromozom bakımından monozomik ve trizomik gametler oluşur. Hatalı bölünmüş trizomik bir yumurta ve normal bir sperm döllenmesi veya hatalı bölünmüş trizomik bir sperm ile normal bir yumurta döllenmesi sonucu Trizomi 21 oluşabilir. Fakat vakaların %95'i hatalı bölünmüş yumurta hücresi kaynaklıdır (Strippoli ve ark., 2019).

1.2.2 Mitoz Bölünme Kaynaklı Hatalar

Vakaların çok büyük bir kısmı mayoz bölünmedeki hatadan kaynaklansa da embriyonun gelişimi sırasında embriyonun somatik hücrelerinden birinde meydana gelen mitoz bölünme hatası kaynaklı vakalar da görülmektedir. (Strippoli ve ark., 2019). Toplam vakaların %1,8'i zigot oluşumundan sonraki dönemde gerçekleşen mitoz bölünme sırasındaki hatadan kaynaklanır (Hassold ve Sherman, 2000). 21. kromozomun düzgün ayrılmasını engelleyen bu hata sonucunda 21. kromozom bakımından monozomik ve trizomik iki farklı hücre oluşur. Monozomik olan yaşayamazken sağlıklı hücreler ve hata sonucu oluşan trizomik hücreler bir arada çoğalmaya devam eder. Böylece bireyin bazı hücreleri kromozom sayısı bakımından normalken bir kısmı Trizomi 21'lidir. Bu tip vakalara mozaik Down sendromu adı verilir (Strippoli ve ark., 2019).

1.2.3 Translokasyon

Akrosentrik kromozomlar, kısa (p kolu) kolları neredeyse yok denecek kadar kısa olan kromozomlardır. 13, 14, 15, 21 ve 22. kromozomlar bunlara örnektir. Translokasyon, bir

kromozomun kopan bir parçasının başka bir kromozomla birleşerek oluşturduğu genetik anomalidir (Türk Hematoloji Derneği, 2013). Bu tip vakalarda 21. kromozomun 3 kopyasından bir tanesi bir başka kromozomla kaynaşmış haldedir. 21. kromozomun fazladan kopyası diğerlerinden ayrı değildir. Bu durum 21. kromozomun sadece bir kısmının 3 kopya halinde olması şeklinde meydana gelen kısmi Down sendromuna yol açabilir (Strippoli ve ark., 2019).

1.2.4 DNA Replikasyonu (Duplikasyon) Hatası

Bölünen her hücre, kendinden sonraki yavru hücreye genetik materyalini aktarmak zorundadır. Bu nedenle bölünme öncesi interfaz aşamasında DNA replikasyonu gerçekleşir. Bir DNA replikasyon hatası, 21. kromozomun bir bölümünün fazladan bir kopyası olmasına dolayısıyla da trizomiye neden olabilir. Bu durumdan kaynaklanan farklı DS türleri oluşabilir. 21. kromozomun ekstra kopyası fiziksel olarak bağımsız veya translokasyon sonucu yer değiştirip diğer kromozomlarla kaynaşmış olabilir. Ayrıca bu durumda kısmi DS gözlenebilir. (Strippoli ve ark., 2019).

1.3 Mevcut Down Sendromu Teşhis Yöntemleri

Teşhis konulmuş vakaların %90'ında gebeliğin sonlandırıldığı düşünüldüğünde ailelere bebeklerinin Down sendromlu olması durumunda gebeliğin sonlandırılması veya devamı konusunda seçim şansı verebilmek veya doğum sonrası için hazırlık yapılmasına olanak sağlamak adına bebek henüz anne karnındayken bu durumun kesin, doğru ve hızlı teşhisi çok büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle her hamilelikte olası kromozomal bozuklukların teşhisi amacıyla bazı rutin testler doktor tarafından ailelere önerilmektedir (Erbaba ve Pınar, 2015; Shajpal ve Siddiqui, 2017).

Prenatal tanı yöntemleri; Down sendromunun biyokimyasal, moleküler yöntemler ve görüntüleme sistemleri aracılığıyla doğum öncesinde teşhisini amaçlar. Fetal kromozomal kusurların taranmasında kullanılacak yöntemler invaziv ve non-invaziv yöntemler olmak üzere iki türlüdür (Erbaba ve Pınar, 2015).

Birleşik Krallık Ulusal Tarama Komitesi'nin önerilerine göre tanı yöntemleri, en az %90 duyarlılık göstermeli ve özgüllüğü yüksek olmalıdır: yanlış pozitif oranı %2'den fazla olmamalıdır (Shajpal ve Siddiqui, 2017).

1.3.1. Rutin Testler (İkili, Üçlü, Dörtlü, Kombine Test ve Ultrasonografi)

Non-invaziv testler, bebeğe veya anneye zarar verme riski olmayan teşhis yöntemleridir. Hamileliğin 11-14. haftaları arasında ultrasonografi ile bebeğin ense kalınlığının ölçülmesi non-invaziv tanı yöntemlerine örnektir (Erbaba ve Pınar, 2015). Bu test, DS'li fetüslerin %84'ünün ense kalınlığının 2,5 mm'den fazla olmasına dayanmaktadır. Fakat bu testin duyarlılığı %77, özgüllüğü ise düşüktür ve %4,7 oranında yanlış pozitif sonuç verir. Bu nedenle tek başına güvenilir bir tanı yöntemi değildir (Shajpal ve Siddiqui, 2017).

Diğer non-invaziv testler ise maternal kan örneklerinin değerlendirilmesiyle anomali riskinin hesaplandığı biyokimyasal testlerdir. Bu testler standart prosedür olarak kullanılmaktadır. İkili, üçlü, dörtlü ve kombine test gibi farklı türleri vardır (Erbaba ve Pınar, 2015; Shajpal ve Siddiqui, 2017).

İkili test; maternal yaşın oluşturduğu risk değeri, Alpha fetoprotein (AFP) ve insan koryonik gonadotropini (hCG) seviyelerinin birlikte değerlendirilmesiyle yapılan bir testtir. Bu uygulamada DS'li gebeliklerde hCG seviyesinin artmasından ve 2. trimesterde AFP seviyesinin azalmasından yararlanılır. Bu test hastaların sadece %59'una tanı koyabilmektedir ve %5 oranında yanlış pozitif sonuç vermektedir. Bu veriler, testin güvenilir olmadığı anlamına gelmektedir (Brennand ve Cameron, 2001).

Üçlü test; hamileliğin 2. trimesterinde kullanılan bir tanı yöntemidir. İkili testte kullanılan hCG, AFP ve anne yaşı faktörlerinin dışında uE3 (serbest östriol) (Günay, 2019) değerlerinden de yararlanılır (Benn, 2002). uE3 değeri, DS'li fetüs taşınan gebeliklerde sağlıklı gebeliklere oranla düşüktür (Liao ve ark., 1997). uE3 değerinin özgüllük ve duyarlılık oranlarında ikili teste kıyasla bir iyileştirme yapmadığına dair birçok kanıt vardır. Bu nedenle fazladan bir bileşen incelemesinin getireceği maddi yükten kaçınılarak test merkezlerinde genellikle üçlü yerine ikili test önerilir (Brennand ve Cameron, 2001).

Dörtlü test de 2. trimester testidir. Üçlü testte kullanılan hCG, uE3, AFP ve maternal yaşın yanında inhibin-A hormonundan da yararlanılmaktadır. İnhibin A seviyesi DS'li gebeliklerde artar (Benn, 2002). Duyarlılığı %80, yanlış pozitif oranı %3'tür. Bu testin güvenilirliği ikili ve üçlü teste kıyasla daha yüksek olsa da yine de gerekli standartları karşılamamaktadır (Shajpal ve Siddiqui, 2017).

İlk trimester testi olan kombine test ise; ultrasonografi ile fetüsün ense kalınlığı ölçümü, hCG, PAPP-A (pregnancy associated plasma protein-A) ve anne yaşı verilerinin değerlendirilmesinden oluşmaktadır (Shajpal ve Siddiqui, 2017). PAPP-A değerleri Trizomi 21 durumunda düşer (Kalousova ve ark., 2014). Ultrasonografi, 11. ve 14. haftalar arasında uygulanır. Bu testin duyarlılığı %85-90 aralığında ve yanlış pozitif oranı da %2,5'tir (Shajpal ve Siddiqui, 2017). Bu veriler göz önüne alındığında her ne kadar kombine test diğer rutin testlere kıyasla daha iyi sonuçlar vadetse de yine de standartlara bakıldığında güvenilir değildir.

1.3.2 İnvaziv Tester

Kromozom bozuklukları arasında en sık rastlanan anöploidilerin prenatal tanısında invaziv tanısal testler kullanılmaktadır. Ancak tanıda girişimsel işlemlerin kullanılması düşük ve enfeksiyonlara neden olmaktadır. İnvaziv testler, fetüs ve eklerine yapılan doğrudan müdahele teknikleridir. Bu teknikler; fetal biyopsiler, preimplantasyon, amniyosentez, koriyon villus örneklemesi ve kordosentezidir (Erbaba ve Pınar, 2015). Fakat bu yöntemler %0,5-3 oranında düşük riski taşımaktadır. Bu nedenle amniyosentez veya koriyon villus örneklemesi gibi daha kesin sonuç verebilen invaziv tanı yöntemleri, her hamilelikte önlem olarak değil de genellikle risk grubunda olan hamileliklerde kullanılmaktadırlar. Ayrıca bu işlemler oldukça pahalı prosedürlerdir (Chard ve Macintosh, 1995; Heywood ve ark., 2011).

1.3.3 Serbest Fetal DNA Analizi (cffDNA):

İnvaziv testler nedeniyle gelişebilecek komplikasyonların önüne geçebilmek için invaziv testlere alternatif olarak non-invaziv prenatal testlerden biri olan serbest fetal DNA (cell free fetal DNA/ cffDNA) testi geliştirilmiştir. Bu test, yüksek riskli gebelerde gebeliğin 10. haftasından sonra maternal plazmadaki serbest fetal DNA miktarının ölçülmesine dayanmaktadır. Test sonucu ile fetal cinsiyet kromozom bozuklukları; 21, 18 ve 13. kromozomlardan elde edilen DNA miktarına dayanılarak fetüsün Down sendromu, Edward sendromu veya Patau sendromuna sahip olup olmadığı saptanabilmektedir. Son yıllarda popülerlik kazanan cffDNA analizi; duyarlılığının %80-90, özgüllüğünün ise %99 olması nedeniyle güvenilir, invaziv olmayan bir yöntemdir. Pahalı bir prosedür olması ve işlemi yapan laboratuvar sayısının azlığı nedeniyle cffDNA tarama testinin 35 yaş üstü gebelik olması, diğer tarama test bulgularında anöploidi riskinin yüksek olması, ebeveynlerde veya ailenin önceki çocuklarında kromozom anomalisi olması gibi bazı şartlar altında yapılması önerilmektedir, her hamilelikte uygulanan bir test değildir (Heywood ve ark., 2011; Erbaba ve Pınar, 2015). Ayrıca test sonucundan bebeğin cinsiyetinin öğrenilebilmesinin, istenmeyen cinsiyet kaynaklı etik dışı kürtaja neden olabileceği düşünülmektedir (Erbaba ve Pınar, 2015). Bununla birlikte sonuçların alınabilmesi için 5-10 gün beklenmesi gerektiği düşünüldüğünde çok hızlı sonuç verdiği de söylenemez (Akbağ ve ark., 2018).

Görüldüğü üzere Down sendromunun prenatal tanısı için geliştirilen hiçbir yöntem güvenilirlik, kesin ve doğru sonuç verme, erişilebilirlik, hızlı sonuç verme ve invaziv olmama koşullarını aynı anda karşılayamamaktadır. uE3, hCG gibi biyobelirteçlerin yetersiz kaldığı doğruluk ve kesinlik standartlarını yerine getirebilecek; sağlık riski oluşturmayacak yeni bir biyobelirteç, DS'nin prenatal non-invaziv tanısı açısından çok yararlı olacaktır. Bu nedenle tüm bu kriterleri karşılayabilecek yeni bir tanısal yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır.

1.4 Mikro RNA (miRNA)

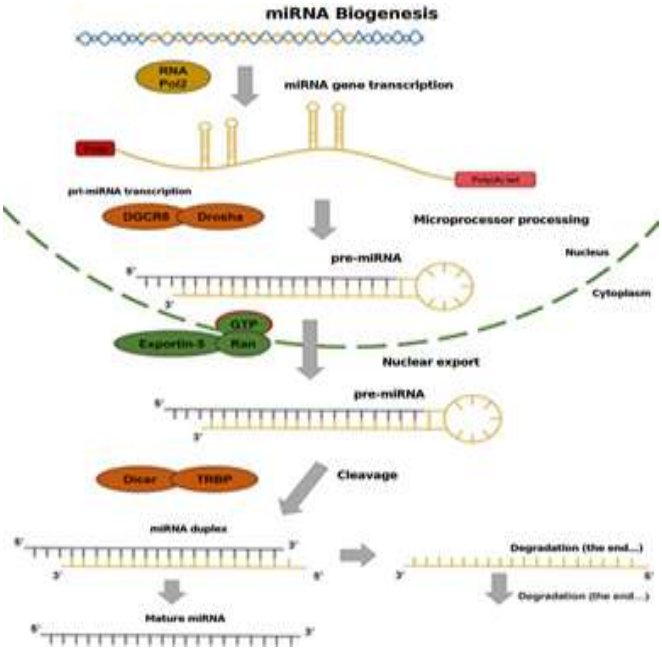
Bu projede, biyobelirteç olarak mikro RNA (miRNA / miR)'lar kullanılacaktır. miRNA'lar ~22 nükleotid uzunluğundaki küçük RNA moleküllerdir. Protein kodlamayan RNA sınıfında gösterilir ve düzenleyici eleman olarak görev yaparlar (Karaarslan ve Serin, 2016) miRNA; transkripsiyon sonrası baskılamayı yönlendirmek için protein kodlayan genlere ait mRNA'lar ile eşleşir ve bu nedenle ökaryotlarda genlerin düzenlenmesinde önemli rollere hizmet eder. Ayrıca, hücre proliferasyonu, apoptoz, tümörijenez, organogenez ve hematopoez gibi birçok

hücresel süreç miRNA'lar tarafından kontrol edilir (Brás ve ark., 2018). Aynı zamanda miRNA'ların astım, eozinofilik özofajit, alerjik rinit ve egzama dahil birçok alerjik hastalığın patogenezinde rol oynadığı gösterilmiştir (Lu ve Rothenberg, 2018). miRNA'lar, yüzlerce farklı mRNA ile bağ kurabilir. Bu nedenle tek bir miRNA birden fazla biyolojik süreci düzenleyebilir veya birkaç miRNA, tek bir hedefi düzenleyebilir (Brás ve ark., 2018).

miRNA ekspresyonu hücre tipine ve hücresel koşullara bağlı olarak değişir. (Brás ve ark., 2018). Bu projede de Down sendromlu bireylerde trizomiye bağlı oluşan koşullar neticesinde değişen miRNA ekspresyonlarından yararlanılacaktır. İnsan gelişimindeki önemli rolleri ve maternal kanda bulunabilecekleri keşfedildiğinden beri plasental miRNA'lar, prenatal tanı alanında umut vadeden moleküller olarak dikkat çekmişlerdir (Erturk ve ark., 2016). Plasental miRNA eksozomlar, mikroveziküller vb. moleküller aracılığıyla veya bir proteine bağlı halde trofoblastlar tarafından salınarak maternal dolaşıma katılırlar. Ekspresyon değerlerindeki değişim de bu durum sayesinde anneden alınacak kan örneğiyle saptanabilir. DS'ye bağlı ekspresyon değerlerinde değişiklik gözlemlenen miRNA'lara hsa-miR-155, hsa-miR-3156, hsa-miR-99a örnek verilebilir (Erturk ve ark., 2016; Brás ve ark., 2018).

Bu projede, birçok farklı açıdan Down sendromu ile ilişkilendirilen hsa-miR-155 kullanılacaktır. Bu miRNA, Down sendromunun varlığında ekspresyonu en fazla artan miRNA. miR-155'in farklı ifade profillerine sahip olduğu ve özellikle Down sendromlu bireylerde hematopoetik soy farklılaşması, bağışıklık, iltihaplanma, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi çeşitli fizyolojik ve patolojik süreçlerde de büyük rol oynadığı bulunmuştur (Faraoni ve ark., 2009). Aynı zamanda Down sendromlu bireylerde hsa-miR-155, öğrenme ve hafıza merkezi olan hipokampüste meydana gelen Alzheimer gibi birtakım nörolojik hastalıklardan da sorumlu tutulmaktadır (Li ve ark., 2012; Brás ve ark., 2018).

Transkripsiyon, miRNA biyogenezinin vazgeçilmez bir sürecidir. Başta RNA-Polimeraz-II (Pol2) olmak üzere bu enzimle ilişkili daha birçok transkripsiyon faktörü, miRNA genlerinin düzenlenmesinde rol oynar. Pol2'nin miRNA genlerinden transkribe ettiği ilk ürün pri-miRNA'lardır. pri-miRNA'lar tel tokaya benzeyen, pre-miRNA adlı yapılar bulundururlar. Çekirdekteki ilk transkripsiyon işleminden sonra pre-miRNA'lar sitoplazmaya geçer. Dicer isimli bir protein, saç tokası benzeri şeklin halkasal kısmını gövde benzeri kısımdan ayırır. Böylece geriye sadece 2 zincirli gövde kalır. Bazı durumlarda her iki zincir varlığını sürdürebilse de genellikle zincirlerden biri bozulur. Kalan olgun miRNA'lar; gen ekspresyonun düzenlenmesinde miRNA'ları kullanarak rehber görevi gören, ribonükleik protein isimli kompleks yapılara yüklenir. Böylece miRNA biyogenezi tamamlanmış olur (Georgakilas ve ark., 2018) (Şekil 1).



Şekil 1. miRNA biyogenez yolu (Georgakilas ve ark., 2018).

1.5 Optik Biyosensör

Optik biyosensörler diğer tekniklere kıyasla biyolojik ve kimyasal maddeleri; etiketsiz, gerçek zamanlı ve doğrudan algılaması yönüyle bir adım ileridedir. Ayrıca küçük, maddi açıdan erişilebilir, daha hassas ve özgül olmaları da optik biyosensörleri diğer yöntemlerden avantajlı kılar. Optik biyosensörler, biyo-tanıma ve algılama elemanıyla birleşmiş halde bir transdüserden (dönüştürücü) oluşur. Biyo-tanıma elemanı antijen, antikor, enzim, nükleik asit, hücre, reseptör gibi birçok farklı madde olabilir (Damborský ve ark., 2016). Biyokimyasal etkileşim, transdüser aracılığıyla ölçülebilir bir sinyal haline getirilir (Liz-Marzan, 2009). Optik biyosensörler, ölçümü hedeflenen maddenin konsantrasyonuna orantılı şekilde sinyal üretirler. Optik biyosensörler sağlık, çevre uygulamaları, biyoteknoloji gibi alanlarda kullanılabilir (Damborský ve ark., 2016).

Yüzey Plazmon Rezonansı (SPR) bir çeşit optik biyosensördür. Enzim-substrat, virüs-protein, komplementer (anti) miRNA-hedef miRNA gibi moleküllerin bağ yapımı sırasında ölçüm yapabilen bir teknolojidir. Işık, metal yüzeye belirli bir açıda (SPR açısı) gönderildiğinde ışığın bir kısmı metalin yüzeyindeki elektronları uyararak hareket etmelerine neden olur. Bu elektron hareketine plazmon ismi verilir. Işığın hızı, geçtiği ortama göre değişir. Bu nedenle kırılma indisi, yüzeyde gerçekleşen yapısal değişikliklere göre değişir. Bu yapısal değişiklikler komplementer-miRNA ile hedef miRNA'nın bağ yapması gibi biyomoleküler etkileşimler olabilir (Nguyen ve ark., 2015). Etkileşime girecek moleküllerden birisi (örneğin komplementer miRNA-155) yüzeye immobilize edilir. Ortama verilecek olan diğer numunenin (örneğin kan örneği) içerisinde eğer istenilen molekül (örneğin hedef miRNA-155) varsa yüzeye konjuge edilen molekülle bağ yaparak yüzey yapısını değiştirir. Dolayısıyla kırılma indisi de değişmiş olur. Rezonans, sadece belirli bir SPR açısında gerçekleşir. SPR açısı kırılma indisine bağlı olarak değişir. Bu nedenle bu değişimden sonra artık aynı SPR açısıyla ışık gönderildiğinde plazmon oluşmaz. Ayrıca belirli SPR açısında gönderilen ışık metale çarpınca yoğunluğu azalarak yansır. Sonuç olarak ölçüm; ışığın kırılma indisinin, SPR açısının veya maksimum absorbanstaki ışığın dalga boyunun değişimi incelenerek yapılabilir. (Nguyen ve ark., 2015; Damborský ve ark., 2016).

Bu projede SPR'nin başka bir versiyonu sayılabilecek Lokalize Yüzey Plazmon Rezonansı (LSPR) tekniği kullanılacaktır. LSPR'nin SPR'den farkı, metalin ince bir katman formunda olması yerine nanoparçacıklar halinde bulunmasıdır (Erdoğan ve ark., 2016). Işık altın nanoçubuklarla etkileşince ışığın elektromanyetik alanı nanoçubukları etkiler. Böylece indüklenmiş plazmonlar, metal nano yapı üzerinde lokal olarak salınır. LSPR, SPR'a oranla daha düşük konsantrasyondaki maddeyi algılayıp işleyebilir dolayısıyla daha hassastır. (Damborský ve ark., 2016). LSPR'ın özellikleri; kullanılan malzemenin türü, şekli ve boyutundan etkilenir. Dolayısıyla LSPR, malzeme özellikleri değiştirilerek araştırmanın gerekliliklerini sağlayacak şekilde uyarlanabilir. (Damborský ve ark., 2016).

2. YÖNTEM

Bu projede gerçekleştirilen deneyler 3 aşamada yapılmıştır. Birinci aşamada altın nanoçubuklar sentezlenmiştir. İkinci aşamada biyosensörde kullanılacak olan cam, altın nanoçubuklar ile bağ yapmaya hazırlanmış; sonrasında altın nanoçubuklar cam yüzeye immobilize edilmiş ve LSPR, SEM ile karakterizasyonu yapılmıştır. Son aşamada –OH ve –COOH grupları kullanılarak EDC-NHS kimyası ile komplementer miRNA-155'in cam biyosensörlerin yüzeyine bağlanması sağlanmış ve farklı yoğunlukta miRNA-155 çözeltileri kullanılarak hassasiyet incelenmiştir. Tüm deneyler yaklaşık olarak 6 aylık bir süreç içerisinde yapılmıştır ve aşamaların her biri 5 kere tekrarlanmıştır.

2.1 Materyal

Camların modifikasyonunda lamel (Isolab), sülfürik asit (H_2SO_4, Sigma Aldrich), hidrojen peroksit (H_2O_2, Sigma Aldrich), aminopropyltriethoxysilane (APTES, Sigma) kullanılmıştır. Aurik asit ($HAuCl_4$, Alfa Aesar), potasyum karbonat (K_2CO_3, Sigma Aldrich), polietilen glikol (PEG, Laysan Bio, Inc) sodyum borhidrür ($NaBH_4$, Sigma Aldrich), trimetil amonyum bromür (CTAB, Alfa Aesar), L-askorbik asit (Fluka) ve ultra saf su altın nanoçubuk sentezinde kullanılmıştır. Kırılma indeksi çalışmasında toluen (Sigma Aldrich) ve etanol (Sigma Aldrich) kullanılmıştır. Komplementer amin uçlu miRNA-155'in biyosensörün yüzeyine bağlanması amacıyla –OH uç gruplu molekül (Triethylene glycol mono-11-mercaptoundecyl

ether, Sigma Aldrich), –COOH uç gruplu molekül (23-(9-Mercaptononyl)-3,6,9,12,15,18,21-heptaoxatricosanoic Acid, Sigma Aldrich), EDC molekülü ((3-Dimethylaminopropyl)-N′-ethylcarbodiimide hydrochloride, Merck), Sulfo-NHS molekülü, (N-hydroxysulfosuccinimide) (Thermo Scientific) kullanılmıştır.

Projede kullanılan miRNA dizileri (HPLC saflığında, Biomers, Almanya) aşağıdaki gibidir:

- Hedef miR-155 (22 bp): 5'-UGC CUC CAA CUG ACU CCU ACA U-3'
- Amin modifiyeli komplementer miR-155 (22 bp): 5'- NH_2 AUG UAG GAG UCA GUU GGA GGC A -3'

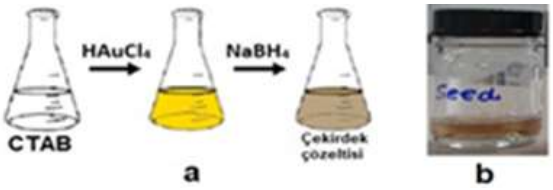
2.2 Altın Nanoçubukların (GNR) Üretimi

2.2.1 Çekirdek Çözeltisinin Hazırlanması

Altın nanoçubukların kontrollü ve güvenilir sentezi, LSPR temelli optik biyosensörün tutarlılığı açısından çok önemlidir. Bu nedenle başarılı ve sık kullanılan bir yöntem olan çekirdek aracılıklı sentez yöntemi (seed-mediated growth method) tercih edilmiştir.

Çekirdek çözeltisi, 0,01 M $HAuCl_4$, 0,1 M CTAB, 0,01 M $NaBH_4$ solüsyonları kullanılarak hazırlanmıştır. Çekirdek çözeltisinde kullanılacak 0,25 M $HAuCl_4$ için 0,01 M 25 ml $HAuCl_4$ stok çözeltisinden yararlanılmıştır. 0,339 g $HAuCl_4$ tartılmış ve üzerine 100 ml ultra saf su eklenmiştir. Elde edilen stok çözeltiden 0,25 ml $HAuCl_4$ alınmıştır. Altının kaynağını aurik asit oluşturmaktadır. Öncelikle 339 mg $HAuCl_4$ ve 37,8 mg $NaBH_4$ tartılmıştır. $NaBH_4$, gaz çıkışına neden olduğu için 100 ml balon jojenin tamamı doldurulmamış ve üzerine ultra saf su eklenmiştir. Tepkime, oda koşullarında çok güçlü gerçekleştiği için dolaba konularak soğutulmuş ve tepkimenin hızı düşürülmüştür. Solüsyon, dolaptan çıkarıldıktan sonra 10 ml'ye tamamlanmıştır. $NaBH_4$; kirlilik oluşturan, istenmeyen maddelerin yeni reaksiyonlara girmesini önleyerek saflık sağlamaktadır. Ayrıca $HAuCl_4$'teki Au^{+3}'ü Au^{+1}'e dönüştürerek indirgeyici ajan olarak çalışmaktadır.

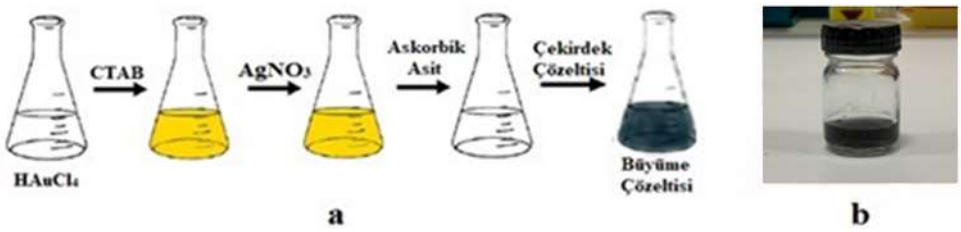
0,1 M 500 ml CTAB çözeltisi; oda sıcaklığında kristalleşen ve zor çözünen bir madde olduğundan 3 saat önceden sıcak su banyosuna çözünmeye bırakılmıştır. 15 ml ultra saf suyla 15 ml CTAB karıştırılmıştır. CTAB, pozitif yüklü yüzey aktif bir madde olduğu için altının stabilizasyonunu sağlamakta ve yığılmayı engellemektedir. Ayrıca CTAB, altın nanoçubukların tek yönlü uzamalarını böylece son şekillerini almalarını sağlar ve altın nanoçubukların bu formunu korur. 0,25 ml $HAuCl_4$ çözeltisi, 0,6 ml $NaBH_4$ ve 9,75 ml CTAB karıştırılmıştır. Çekirdek çözeltisi, fazla sodyumun uzaklaştırılması amacıyla manyetik karıştırıcıda iki dakika işlem görmüştür. Çekirdek çözeltisi, Jana ve ark. (2001) tarafından tavsiye edilen yöntemle hazırlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Çekirdek çözeltisinin hazırlanması. **a:** gözlenen renk değişimi **b:** çekirdek çözeltisinin son hali.

2.2.2 Büyüme Çözeltisinin Hazırlanması

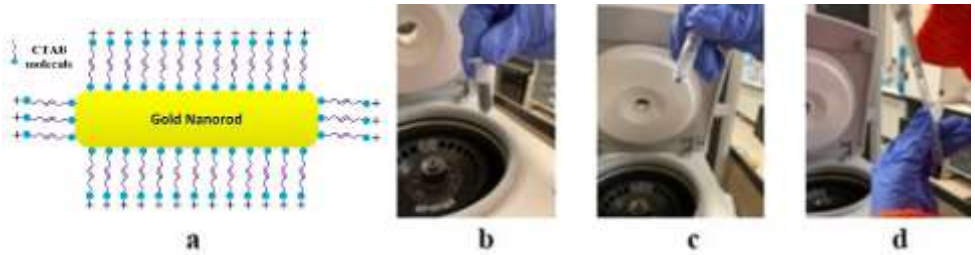
Çekirdek çözeltisiyle elde edilen altın nanoparçacıkların altın nanoçubuklara dönüştürülmesinde 0,01 M $HAuCl_4$; 0,1 M askorbik asit; 0,1 M $AgNO_3$; 0,1 M CTAB ve önceki aşamada hazırlanan çekirdek çözeltisinden 0,5 ml kullanılmıştır. Altın nanoçubukların şeklini korumalarını sağlayan $AgNO_3$; 84 mg tartılarak 50 ml saf suda çözülmüştür. Elde edilen çözelti ile 10 ml ultra saf suda çözünmüş 176,12 mg askorbik asit karıştırılmıştır. Askorbik asit, Au^{+1}'i metalik altına (Au^0) çevirerek indirgeyici ajan rolü üstlenmektedir. Büyüme çözeltisi Jana ve ark. (2001) tarafından tavsiye edilen yöntemle hazırlanmıştır. 0,5 ml $HAuCl_4$; 55 µl askorbik asit; 75 µl $AgNO_3$; 9,5 ml CTAB ile 12 µl çekirdek çözeltisi bir şişede toplanmış, manyetik karıştırıcıda 1 gece karıştırılmış ve renk değişimi gözlenmiştir (Şekil 3). UV-Vis spektrumu LSPR cihazında incelenerek altın nanoçubukların karakterizasyonu yapılmıştır.



Şekil 3. Büyüme çözeltisinin hazırlanması **a:** çözeltinin hazırlanışının şematik gösterimi ve gözlenen renk değişimi **b:** büyüme çözeltisinin son hali.

2.2.3 Altın Nanoçubukların Yüzeyindeki CTAB Moleküllerinin Uzaklaştırılması

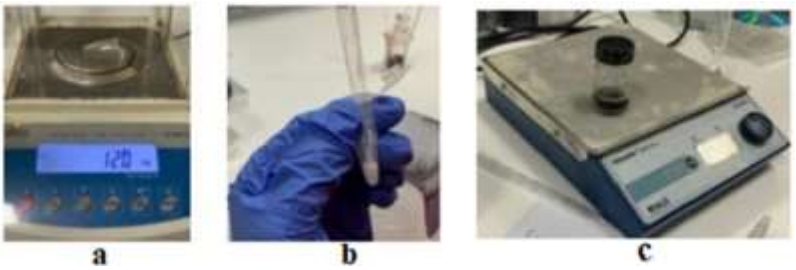
Altın nanoçubukların istenilen formu koruyabilmesini CTAB molekülleri sağlasa da toksik olmaları sebebiyle altından uzaklaştırılmaları gerekmektedir. Hazırlanan altın solüsyonu, bu amaçla 6 eşit tüpe paylaştırılmış ve 15 dk. boyunca 12.000 rpm hızla santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında altın nanoçubukların dibe çöktüğü ve CTAB'ın tüplerin üstünde kaldığı görülmüştür. Bir pipet yardımı ile üstte kalan CTAB uzaklaştırılmıştır. CTAB'ın tam olarak ayrıldığından emin olmak amacıyla tüplerde kalan altın nanoçubuklara 1 ml ultra saf su eklenmiş ve aynı şartlarda tekrar santrifüj edilmiştir. 2. santrifüjün ardından da altın nanoçubukların dibe çöktüğü gözlemlenmiş, üstte kalan saf su bir pipetle uzaklaştırılmıştır (Şekil 4). Altın nanoçubukların üzerine birer ml ultra saf su eklenmiştir. Son olarak altı tüpte bulunan altın nanoçubuk ve saf su çözeltileri tek bir büyük şişede toplanmıştır. UV-Vis pikleri karşılaştırılmıştır. Bu aşamada Liopo ve ark. (2012) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır.



Şekil 4. Altın nanoçubuklardan (GNR) CTAB'ın uzaklaştırılması. **a:** Altın nanoçubukların CTAB uzaklaştırılmadan önceki halinin şematik gösterimi (Cao ve ark., 2014) **b**: GNR'lerin santrifüjden önceki durumu **c:** GNR'lerin santrifüjden sonra dibe çökmüş hali **d:** Üstte kalan CTAB'ın pipet ile uzaklaştırılması.

2.2.4 Altın Nanoçubukların Polietilen Glikol (PEG) ile Kaplanması

Uzaklaştırılan CTAB molekülünün yerine altın nanoçubukları istenilen formda tutma, yüzeyde eşit dağılım sağlama ve kümeleşmeyi önleme görevini yapabilecek başka bir moleküle ihtiyaç duyulur. Bu nedenle altın nanoçubuklar bu işi yapacak olan PEG ile modifiye edilmelidir. Altın diziliminin ideal olması için 5000 g/mol PEG kullanılmıştır. Altın nanoçubuk çözeltisinin PEG-su çözeltisine oranı 1:20 olmalıdır. Bu doğrultuda 12 mg PEG-SH tartılmış ve pipetaj yöntemiyle suda çözülmüştür. Ardından çökelmeyi önlemek amacıyla çözeltiye 13,8 mg potasyum karbonat eklenmiştir. Bu çözelti altın nanoçubuk çözeltisine eklenmiştir. Elde edilen solüsyon 24 saat boyunca manyetik karıştırıcıda 250 rpm hızla karıştırılarak PEG'in altın nanoçubuklara bağlanması sağlanmıştır (Şekil 5). Bağlanmayan PEG'leri altından uzaklaştırmak ve tüm molekülleri altının yüzeyinde tutabilmek amacıyla çözelti 6 farklı tüpe ayrıldıktan sonra 15 dakika boyunca 12.000 rpm hızla santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra tüplerin üstünde kalan kısımlar pipetle uzaklaştırılmıştır. Ardından her bir tüpe birer ml su eklenmiş ve tek bir cam şişede toplanmıştır. Bu aşamalarda Zhou ve ark. (2017) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. PEG modifikasyonunun ardından UV-Vis spektrumu LSPR cihazıyla incelenmiştir.

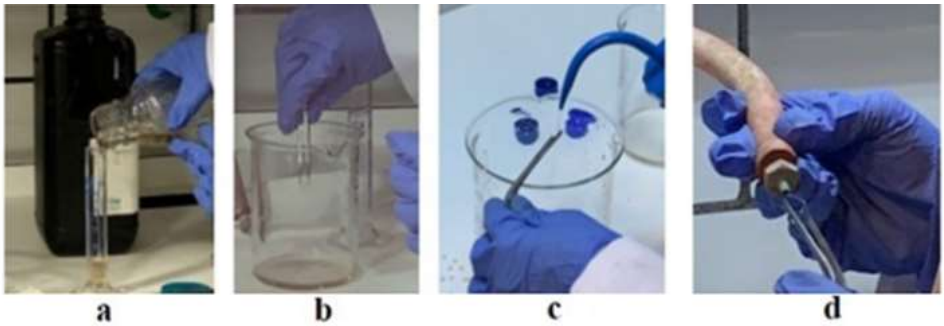


Şekil 5. Altın nanoçubukların PEG ile kaplanması. **a:** toz halindeki PEG'lerin tartılması **b:** pipetaj yöntemi kullanılarak PEG'in suda çözülmesi **c:** altın nanoçubuk solüsyonuna eklenen SH-PEG ve potasyum karbonatın manyetik karıştırıcıda 24 saat boyunca karıştırılmaya bırakılması.

2.3 Altın Nanoparçacık Temelli Cam Biyosensör Tasarımı

2.3.1 Cam Yüzeyin Temizlenmesi

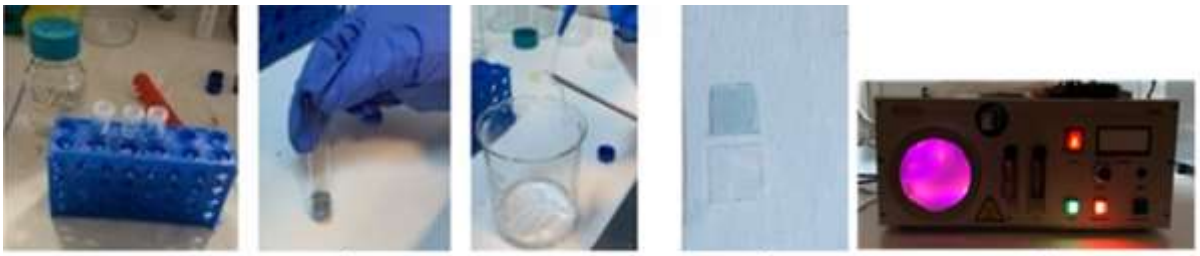
Mikroskop lamı, elmas uçlu cam kalemi ile her biri yaklaşık 8x15 mm olacak şekilde 6 parçaya ayrılmıştır. Kırılan camlar, üzerlerindeki organik kalıntı ve tozların temizlenmesi ve üzerlerindeki -OH gruplarının aktive olabilmesi için 1:3 oranında 5 ml hidrojen peroksit ve 15 ml sülfürik asitten oluşan Piranha solüsyonuna konulmuşlardır. Piranha solüsyonu içerisinde 30 dakika bekletildikten sonra çıkartılan camlar saf su ile yıkanmış ve azot gazı ile kurutulmuştur (Şekil 6) (Mayer ve ark., 2008).



Şekil 6. Altın nanoçubuklarla kaplanacak cam lamellerin temizlenmesi. **a:** Piranha solüsyonunun hazırlanması **b:** camların Piranha solüsyonuna koyulması **c:** çıkarılan camların saf su ile yıkanması **d:** yıkanan camların azot gazı ile kurutulması.

2.3.2 Cam Yüzeyin Modifikasyonu

50 ml'lik tüpte 5 mM aminopropyltriethoxysilane (APTES), etanol içinde çözülmüştür. Çözelti 12 µl APTES ve 10 ml etanol ile oluşturulmuştur. Piranha solüsyonunda temizlendikten sonra APTES solüsyonunun içine atılan camlar, 3 saat solüsyonda bekletilmiştir. Bu işlem, cam yüzey ile altın nanoçubukların bağ yapabilmesi için bir ön hazırlıktır. Bu süreçte APTES, daha önce Piranha solüsyonu ile aktive edilen camın üzerindeki -OH gruplarıyla kovalent bağ yapmaktadır. 3 saat sonunda camlar solüsyondan çıkarılmış ve önce etanol sonra saf su ile yıkanıp azot gazı ile kurutulmuştur. APTES ile kaplanmış camlar PEG'lenmiş altın nanoçubuk solüsyonuna batırılarak camın üstünün altınla kaplanabilmesi için 1 gün bekletilmiştir. Ertesi gün camlar yine saf su ile yıkanıp azot gazı ile kurutulmuştur. Camların renginin altın nanoçubuk solüsyonunun rengini alması üzerine camın PEG'li altın nanoçubuklarla kaplandığı sonucuna ulaşılmıştır. Kontaminantları ve bağlanmamış PEG'leri yüzeyden uzaklaştırmak için oksijen plazma temizleme işlemi yapılmıştır. Bu işlem boyunca camlar, 200 mTorr basınç altında 100 W oksijen plazma cihazında 30 saniye bekletilmiştir. Böylece istenmeyen moleküllerin camların yüzeyinden uzaklaştırılması ve sadece altın nanoçubukların kalması sağlanmıştır. İşlem sonucunda altın ve cam arasındaki PEG'lerin kalması sağlanırken altın nanoçubukların yüzeyindeki PEG'lerin uzaklaştırılmasıyla başka moleküllerin bağlanabilmesi için ortam oluşturulmuştur. LSPR cihazında UV-Vis ölçümüyle ve taramalı elektron mikroskobuyla (SEM) camların karakterizasyonu yapılmıştır. Cam yüzeylerinin temizlenmesi ve modifikasyonunda Mayer ve ark. (2008) tarafından önerilen yöntem tercih edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Cam yüzeylerin altın nanoçubuklarla (GNR) kaplanması **a:** camların, etanol-APTES çözeltisi içinde bekletilmesi **b:** cam lamellerin PEG'lenmiş altın nanoçubuk çözeltisine atılmış hali **c:** camların, PEG'lenmiş altın nanoçubuk çözeltisinden çıkarıldıktan sonra saf su ile yıkanması **d:** camların altın nanoçubuklarla kaplandıktan sonraki renk değişimi **e:** oksijen plazma işlemi.

2.3.3 Sensör Hassasiyetinin İncelenmesi (Refraktif İndeksi Çalışması)

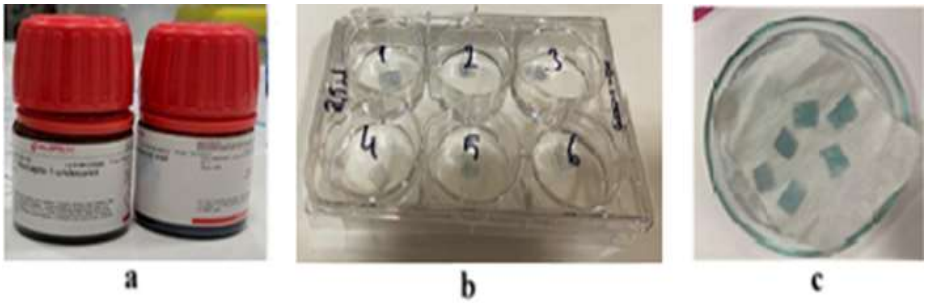
LSPR görünür dalga boyu bölgesinde ölçüm yapmaktadır. Işığın kırılma indeksine ve dielektrik ortam değişimine bağlı olarak farklılıklar gözlemlenmektedir. Biyosensör, altının farklı kırılma indekslerinde gösterdiği davranışlar temel alınarak tasarlanmıştır. Biyosensörün istenilen hassasiyete ve başarıya ulaşıp ulaşmadığını test etmek için farklı kırılma indekslerine sahip solüsyonların dalga boyu değişimleri incelenmiştir. Bu solüsyonlar saf su (n=1,33), etanol (n=1,36), 3:1 oranında etanol/toluen (n=1,39), 1:1 oranında etanol/toluen (n=1,41), 1:3 oranında etanol/toluen (n=1,43) ve toluen (n=1,45) şeklinde sıralanmaktadır. Cam, farklı tüplerde hazırlanan solüsyonlara sırasıyla batırılmıştır. LSPR'de oluşan maksimum absorbanstaki dalga boyu kayması her batırılmadan sonra incelenmiştir (Marinakos ve ark., 2007).

2.3.4 Altın Nanoçubuk İmmobilize Edilmiş Camın -COOH ve -OH Grupları ile Modifikasyonu

Hedef miRNA-155'in bağlanacağı komplementer miRNA-155'in sensörün yüzeyine bağlanabilmesi için 25 karbonlu zincire sahip -COOH grubunun ve 17 karbonlu zincire sahip -OH grubunun yüzeyle bağ yapması sağlanmıştır. –COOH, komplementer miRNA'ların amin uçlarına olan afinitesi nedeniyle komplementer miRNA-155'lerle etkileşime girer. -OH grupları; komplementer miRNA-155'lerin bağlanacağı -COOH gruplarının birbirleriyle etkileşimlerini engeller, aralıklı şekilde durmalarını ve yüzey diziliminin daha iyi olmasını sağlar.

Toplamda 5 mM olmak üzere 1:10 oranında 0,5 mM -COOH-etanol çözeltisi ve 4,5 mM -OH-etanol çözeltisi hazırlanmıştır. Böylece her iki çözeltiden de 10 ml'lik solüsyonlar elde edilmiştir (Truong ve ark., 2012).

Hazırlanan çözeltilerin her birinden 8 ml alınarak karıştırılmış ve bir deney tüpünde toplam 16 ml olacak şekilde birleştirilmiştir. Elde edilen 6 camın üzerine 2,5 ml'lik çözeltiler eklenerek 18 saat beklemeye bırakılmıştır. 18 saat sonra çözeltiden çıkarılan camlar önce etanol sonra saf su ile yıkanmıştır. Bu işlem öncesi ve sonrasında altın kaplı camların LSPR ölçümleri alınmıştır (Truong ve ark., 2012) (Şekil 8).



Şekil 8. Camların -OH ve -COOH gruplarıyla etkileşimi. **a:** toz halde stok -COOH ve –OH **b:** camların etanolde çözünmüş –COOH ve –OH karışımına konulmuş hali **c:** camların çözeltiden çıkarıldıktan sonraki görüntüleri.

2.3.5 EDC-NHS Kimyası ile Cam ve Komplementer miRNA Etkileşimi

Komplementer miRNA'lardaki amin gruplarının karboksilik asit gruplarıyla bağ yapımını tetikleyip hızlandırması için EDC-NHS kimyası kullanılmıştır. Bu grupların amit bağı kurulmasıyla çapraz bağlanması sağlanmaktadır. 68 miligram EDC, 900 µl saf suyla çözülerek 0,4 M çözelti elde edilmiştir. 19 miligram NHS 900 µl saf suyla çözülerek 0,1 M çözelti elde edilmiştir. Ardından bu iki çözelti karıştırılmış ve her biri 300 µl olmak üzere 6 kuyucuğa ayrılmıştır. -COOH ve –OH çözeltisinde bekleyen camlar 18 saatin sonunda çıkarılmış, önce etanol sonra saf suyla yıkanmıştır. Ardından camların LSPR ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra camlar hazırlanan EDC-NHS çözeltisine konularak 5 dakika beklenmiştir (Şekil 9) (Fischer, 2010).



a b c

Şekil 9. Camların EDC-NHS çözeltilerine maruz bırakılması **a:** toz halde Sulfo-NHS ve EDC **b:** EDC ve NHS'in saf suda çözünmüş hali **c:** Camların EDC-NHS çözeltisine konulmuş hali.

2.3.7 Komplementer miRNA Çözeltisinin Hazırlanması

Biomers (Almanya) firmasından amin (NH_2) uçlu komplementer miRNA-155 toz halinde temin edilmiştir. Komplementer miRNA'ya firmanın belirttiği ölçülere dayanılarak 151 µl saf su eklenerek 100 µM çözelti elde edilmiştir. Camların tamamen çözeltiyle kaplanabilmesi için 6 camın her birinin 300 µl çözeltiye konulması ve çözeltinin 1 µM olması için 1/100 oranında seyreltilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda toplam 2000 µl çözelti hazırlanmıştır. Bu çözeltinin içeriğini 20 µl komplementer miRNA çözeltisi ve 1980 µl saf su oluşturmaktadır. Böylece 1 µM çözelti elde edilmiştir. Hazırlanan 2000 µl komplementer miRNA çözeltisinden 1800 µl alınarak her biri 300 µl olacak şekilde 6 eş kuyucuğa paylaştırılmıştır. EDC-NHS çözeltisinde 5 dakika bekleyen camlar, çıkarıldıktan sonra yıkama işlemi yapılmadan komplementer miRNA çözeltisine konulmuş ve inkübasyon için 1 saat beklemeye bırakılmıştır. 1 saatin sonunda çözeltiden çıkarılan camlar saf suyla yıkanmıştır. Sonrasında LSPR ölçümleri alınmıştır (Şekil 10). Jeong ve ark. (2016) tarafından önerilen yöntem modifiye edilmiştir.



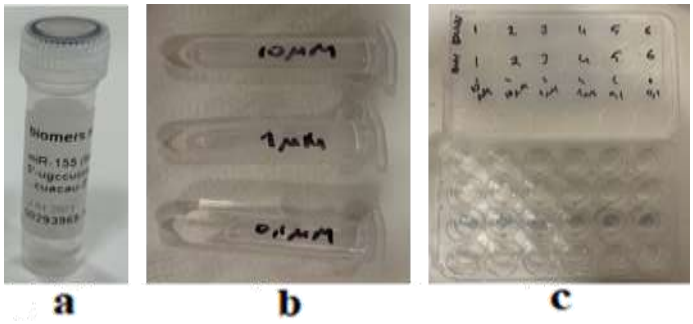
a b

Şekil 10. Komplementer miRNA çözeltisinin hazırlanışı **a:** toz halinde komplementer miRNA-155 **b:** camların komplementer miRNA-155 çözeltisine konulmuş hali.

2.3.8 Farklı Konsantrasyonlardaki Hedef miRNA Çözeltilerinin Hazırlanması

Hedef miRNA-155, Biomers firmasından liyofilize temin edilmiştir. Hedef miRNA'ya firmanın belirttiği ölçülere dayanılarak 414 µl saf su eklenerek 100 µM stok çözelti elde edilmiştir. Camların tamamen çözeltiyle kaplanabilmesi için 6 camın her birinin 300 µl çözeltiye konulması gerekmektedir. Firmanın belirttiği üzere hedef miRNA'nın mol kütlesinin 6858 g/mol olmasından yola çıkılarak 100 µM çözeltinin 685,8 ng/µl olduğu sonucuna varılmıştır. Jeong

ve ark. tarafından (2016) önerilen yöntem modifiye edilmiştir. Stok çözeltiden 10, 1, 0,1 µM olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda hedef miRNA çözeltisi hazırlanmıştır. 1 ve 2. bölmelere 10 µM; 3 ve 4. bölmelere 1 µM; 5 ve 6. bölmelere 0,1 µM konsantrasyonda hazırlanan hedef miRNA çözeltisi, adet bölmenin her birine 300 µl olmak üzere konulmuştur. Camlar, her bir bölmede birer tane olacak şekilde çözeltiye konulmuş ve 60 dakika beklemeye bırakılmıştır (Şekil 11). 60 dakikanın sonunda çözeltiden çıkarılan camlar saf suyla yıkanmış ve LSPR ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 11. Hedef miRNA çözeltisinin hazırlanışı **a:** toz halinde hedef miRNA-155 **b:** farklı konsantrasyonlardaki hedef miRNA-155 çözeltileri **c:** camların farklı konsantrasyonlardaki hedef miRNA-155 çözeltilerine konulmuş hali.

2.4 Cam Biyosensörün Karakterizasyon İşlemleri

Üretilen altın nanoparçacık temelli cam biyosensörlere verimlilik ve hassasiyet ölçümü amacıyla karakterizasyon işlemleri uygulanmıştır. Bu karakterizasyon işlemleri; lokalize yüzey plazmon rezonansı (LSPR) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ölçümleridir.

2.4.1 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Taramalı elektron mikroskobunun çalışma prensibi numunedeki atomlarla etkileşmek üzere numune yüzeyine elektron demeti yollamak ve yüzeydeki altın nanoçubukların boyutları ve dizilimi hakkında bilgi veren farklı sinyaller üretmeye dayanır. Altın nanoparçacık kaplı cam biyosensörler SEM ile görüntülenmiştir (Mayer ve ark., 2008). İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezinde bulunan FEI QUANTA 250 FEG taramalı elektron mikroskobuna gönderilmiş, işlem uzmanlar tarafından yapılmıştır.

2.4.2 Lokalize Yüzey Plazmon Rezonansı (LSPR)

LSPR; ortamın kırıcılık indeksine ve dielektrik ortam değişimine duyarlılık gösteren, UV-Vis bölgesinde ölçüm yapan bir yöntemdir. Üretilen biyosensörün istenilen hassasiyete sahip olup olmadığını gözlemlemek için bu yöntemle UV-Vis grafiği elde edilmekte ve maksimum absorbanstaki dalga boyu değişimleri incelenmektedir (Cao ve ark., 2014). Altın nanoçubukların PEG'lenmesinden önce ve sonra ayrıca cam yüzeylerin altınla kaplanmasından sonraki her modifikasyon adımında LSPR'daki dalga boyu kaymalarına bakılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. LSPR yöntemi ile cam biyosensörlerin UV-Vis ölçümlerinin yapılması.

3. İŞ – ZAMAN ÇİZELGESİ

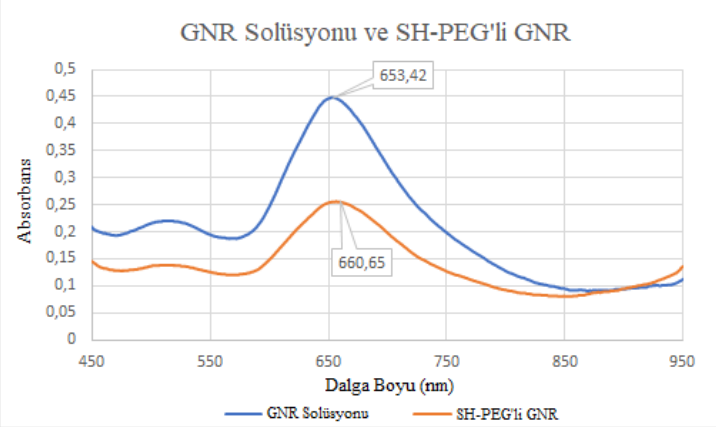
AYLAR									
İşin Tanımı	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Laboratuvar Çalışması				X	X	X	X	X	X
Verilerin Toplanması ve Analizi				X	X	X	X	X	X
Proje Raporu Yazımı						X	X	X	X

4. BULGULAR

4.1 Altın Nanoçubukların Sentezi ve PEG ile Kaplanması

Projede, güvenilir ve tutarlı sonuç veren biyosensörlerin tasarımı için uygun homojeniteye sahip ve istenilen boyutta altın nanoçubuklar (GNR); solüsyon-faz temelli sentezlenmiştir. GNR sentezinin ilk aşamasında çekirdek aracılıklı sentez yöntemi uygulanırken en başta saydam olan solüsyonun önce açık sarıya, sentez sonunda ise kahverengiye dönmesi (Şekil 2b) nitel olarak gözlemlenmiştir. Bu renk değişimi, aurik asitte bulunan altının, nano boyutlu altın taneciklerine dönüştüğünü göstermektedir. İkinci aşamada gümüş nitrat yardımıyla solüsyonun koyu mavi renk alması altın taneciklerinin uzadığını ve hedeflenen altın nanoçubuklara dönüştüğünü göstermektedir. Çekirdek-büyüme tepkimesine giren moleküllerin oranları değiştirilerek altın nanoçubukların boyutu kontrol edilmiştir (Şekil 3b).

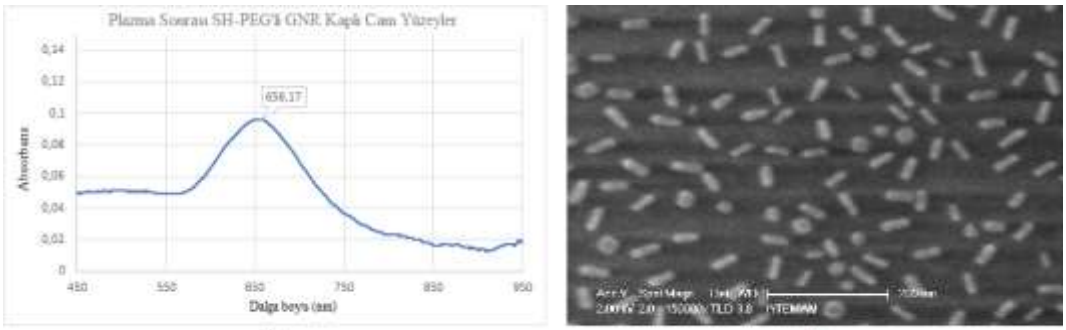
GNR solüsyonunun nicel ölçümü LSPR yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. LSPR ölçümlerinde maksimum absorbans dalga boyunun 653,42 nm olduğu bulunmuştur. CTAB, GNR'lerden uzaklaştırıldıktan sonra SH-PEG ile kaplanarak GNR'lerin stabilizasyonu sağlanmıştır. SH-PEG kaplı GNR solüsyonunun LSPR sonucunda 7,23 nm kayma gözlenmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. GNR solüsyonu ve SH-PEG ile kaplanan GNR solüsyonunun LSPR spektrumu.

4.2 Cam Yüzeyin SH-PEG'li GNR ile Kaplanması

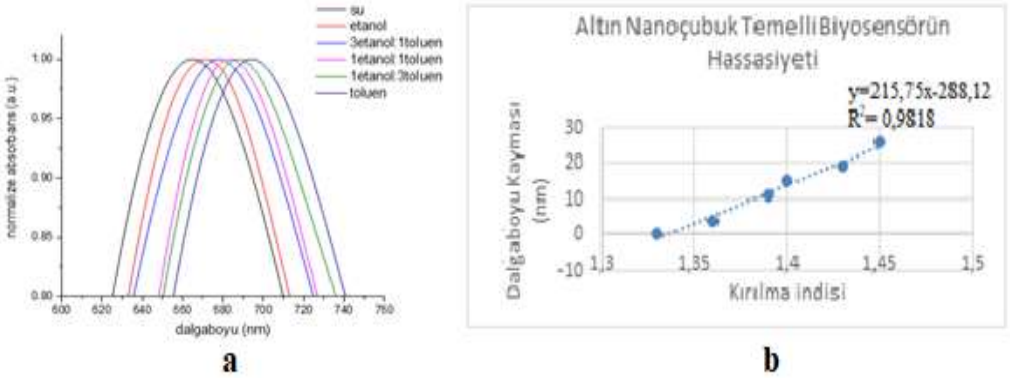
İşlemin başında şeffaf olan cam yüzeylerin işlem sonunda mavi renk aldığı nitel olarak gözlenmiştir (Şekil 7d). SH-PEG'li GNR kaplı cam yüzeylere oksijen plazma işlemi uygulandığında LSPR maksimum absorbans değeri 4,48 nm azalmış ve 656,17 nm olarak ölçülmüştür (Şekil 14a). GNR'lerin cam yüzeye tutarlı ve homojen şekilde immobilize olduğu SEM görüntülemesinde saptanmıştır (Şekil 14b).



Şekil 14. Cam yüzeye immobilize edilmiş PEG'lenmiş altın nanoçubukların görüntü ve spektrumu **a:** LSPR spektrumu **b:** SEM görüntüleri.

4.3 Sensör Hassasiyet Tespiti (Refraktif İndeksi Çalışması)

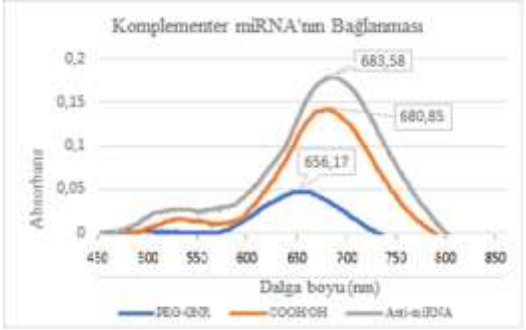
Tasarlanan biyosensörün istenilen hassasiyete ulaşıp ulaşmadığı altının farklı kırılma indekslerindeki davranışlarına bakılarak ölçülmüştür. Şekilde altın nanoçubukların farklı kırılma indekslerine sahip ortamlardaki LSPR dalga boyları verilmiştir. Biyosensörün hassasiyeti 215 RIU/nm olarak belirlenmiştir (Şekil 15).



Şekil 15. Saf su, etanol, 3:1 oranında etanol toluen, 1:1 oranında etanol toluen, 1:3 oranında etanol toluen ve toluen'in cama immobilize edilmiş altın nanoçubuklarla etkileşimi **a:** LSPR spektrumu **b:** farklı kırılma indislerine sahip ortamlarda altın nanoçubuk temelli biyosensörün dalga boyu kaymasının karşılaştırılması.

4.4 Komplementer miR-155'in Biyosensöre Konjugasyonu

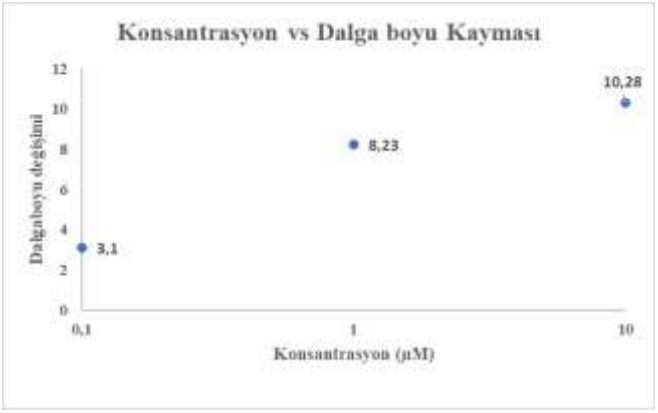
DS için tasarlanan biyosensöre -NH_2 uçlu komplementer miRNA-155'in konjuge edilebilmesi için öncelikle yüzey, -COOH ve -OH grupları ile modifiye edilmiş ve LSPR dalga boyunda 24,68 nm kayma gözlenmiştir. Daha sonra komplementer miRNA-155 yüzeye bağlanmış ve LSPR dalga boyunda 2,73 nm kayma gözlenmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Komplementer miR-155'in biyosensöre konjugasyonunu gösteren LSPR spektrumları (Mavi eğri: plazma sonrası cam yüzeydeki GNR'ler) (Turuncu eğri: cam yüzeydeki GNR'lerin -COOH ve -OH ile kaplanması) (Gri eğri: komplementer miRNA-155'in yüzeye bağlanması).

4.5 Biyosensör ile Hedef miRNA-155'in Saptanması

Cam biyosensör ve hedef miRNA-155, 60 dakika inkübe edildikten sonra cam biyosensör yüzeyindeki komplementer miRNA-155'lerin hedef miRNA-155'lerle spesifik olarak etkileşime girdiği LSPR ile saptanmıştır. 0,1 ve 1 ve 10 µM konsantrasyonlarda LSPR dalga boyunda sırasıyla 3,10 ve 8,23 ve 10,28 nm kayma gözlenmiştir (Şekil 17).



Şekil 17. 0,1 ve 1 ve 10 µM konsantrasyonlardaki hedef miR-155'in LSPR spektrumunun değişimi.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Her 700 bebekten biri Down sendromu teşhisiyle dünyaya gelmektedir. Anne olma yaşı gibi faktörlerdeki artış sebebiyle de bu oran her yıl artmaktadır (Morris ve Alberman, 2009; Strippoli ve ark., 2019). Down sendromunun prenatal teşhisi için mevcut yöntemler; erişilebilirlik, hızlılık, doğruluk, kesinlik, non-invaziv olma kriterlerinin tümünü aynı anda karşılayamamaktadır (Chard ve Macintosh, 1995; Brennand ve Cameron, 2001; Heywood ve ark., 2011; Erbaba ve Pınar, 2015; Shajpal ve Siddiqui, 2017). Bu nedenle hızlı, erişilebilir, anne ve bebek için sağlık riski oluşturmaması için non-invaziv olma; kesin ve doğru sonuç verme kriterlerinin tümünü karşılayan yeni bir tanısal yaklaşım ortaya koyulmalıdır. Altın nanoparçacık temelli biyosensörler; biyomoleküller ile uyumlu olmaları, kolayca fonksiyonelleştirilebilmeleri, mükemmel optik performans göstermeleri, düzgün bir boyutta ve kontrollü şekilde kolayca modifiye edilebilmeleri, gümüş gibi benzerlerine kıyasla reaktivitesinin ve oksitlenebilirliğinin düşük olması nedenleriyle biyolojik ortamlara uygundur ve biyosensörler içerisinde bu projenin amaçları göz önüne alındığında en uyumlu ve işlevsel seçenektir (Nusz ve ark., 2009; Nie ve ark., 2014).

Anne kanındaki biyobelirteçlerin kullanımı, hedeflenen bütün kriterleri karşılayabilecek non-invaziv bir yaklaşımın geliştirilebilmesi için son derece uygun bir yöntemdir (Shajpal ve Siddiqui, 2017). Plasentada sentezlenmelerine karşın annenin kan dolaşımına katılabilmeleri ve Down sendromu durumunda ekspresyon değerlerinin değişmesi nedeniyle plasental miRNA'lar, projenin amacına oldukça uygun biyobelirteçlerdir (Erturk ve ark., 2016; Brás ve ark., 2018). miRNA-155, fetüsün Down sendromlu olduğu gebeliklerle bağıntılı olmasının yanında aynı zamanda Down sendromlu bireylerde görülen birçok farklı fenotipik özellikle ilişkilendirilen dolayısıyla Down sendromu araştırmalarında öne çıkan bir moleküldür (Faraoni ve ark., 2009; Brás ve ark., 2018).

Bu projede, günümüzde zihinsel engele sebep veren en yaygın genetik bozukluk olan DS'nin non-invaziv, prenatal teşhisine olanak sağlayan altın nanoçubuk kullanılarak LSPR tabanlı bir biyosensör ilk defa tasarlanmıştır (Strippoli ve ark., 2019). Bu biyosensör, cam yüzeye konjuge edilen komplementer miRNA-155'ın hedef miRNA-155 ile spesifik etkileşimine yol açacak şekilde geliştirilmiştir. 0,1 ve 1 ve 10 µM konsantrasyonlardaki hedef miRNA-155, biyosensörle 60 dakika, oda sıcaklığında inkübe edilmiş ve LSPR dalga boylarında sırasıyla 3,10 ve 8,23 ve 10,28 nm artış gözlenmiştir. Bu durum, hedef miRNA'nın biyosensörde bulunan komplementer miRNA-155 ile spesifik olarak etkileşime girerek geliştirilen biyosensör tarafından saptanabildiğinin kanıtıdır. Literatürde, sağlıklı anne kanında miRNA konsantrasyonlarının 6,40 ng/µl olduğu belirtilmektedir (Kehler ve ark., 2015). Projede

geliştirilen biyosensör ile denenen en düşük miRNA-155 konsantrasyonu olan 0,1 µM (0,6858 ng/µl) değerinin bile saptanabildiği bulunmuştur. Ayrıca DS durumunda fetüsten anne kanına geçen miRNA miktarlarının 10-2000 kat arttığı literatürde belirtilmiş (Lim ve ark., 2015; Brás ve ark., 2018). Projede denenen hedef miRNA-155 konsantrasyonlarıyla gösterildiği üzere artan miRNA miktarına saptayabilen biyosensörle Down sendromunun teşhisinin yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Ultrasonografi, ikili, üçlü, dörtlü ve kombine testler gibi non-invaziv teşhis yöntemleri; bebeğe veya anneye zarar verme riski olmayan, rutin olarak yapılan teşhis yöntemleridir (Erbaba ve Pınar, 2015; Shajpal ve Siddiqui, 2017). Fakat bu testlerin duyarlılığı %77-90, yanlış pozitif oranları ise %5-%2,5'tir. Bu testlerin güvenirliği standartların altındadır (Brennand ve Cameron, 2001; Shajpal ve Siddiqui, 2017). Ayrıca fetal biyopsiler, preimplantasyon, amniyosentez, koriyon villus örneklemesi, kordo-sentez gibi invaziv testler; fetüs ve eklerine doğrudan müdahele yapıldığı için enfeksiyonlara düşüklere neden olmaktadır. Son yıllarda popülerlik kazanan cffDNA analizinin çok yüksek maliyetli olması, sonuç alınmasının 10 günü bulması, testi uygulayan laboratuvar sayısının azlığı gibi birçok farklı dezavantajı vardır (Erbaba ve Pınar, 2015). Geliştirilen miRNA temelli altın nanoparçacık biyosensör ise üretiminde kullanılan sarf ve kimyasal maddeler göz önüne alındığında ekonomiktir. Ayrıca testin sonuçları 60 dakika gibi çok kısa bir sürede alınabilmektedir. Ölçümü yapan LSPR cihazı portatif bir cihazdır ki bu durum geliştirilen yöntemi erişilebilir kılmaktadır (Damborský ve ark., 2016).

Bunların yanında cffDNA anne kanından örnek alındıktan sonra maternal plazmada yarılanma ömrü yalnızca 16 dakikadır (Shajpal ve Siddiqui, 2017). Bu projede kullanılan miRNA-155 ise 5 yılı aşkın bir süre varlığını devam ettirebilmektedir (Kotlabova ve ark., 2013). Bu durum testi yapacak olan uzmanlara kolaylık sağlayarak test sürecinin daha sağlıklı yürümesine olanak verir.

Sonuç olarak DS teşhisi için anne kanında DS'ye bağlı olarak miktarı en fazla artan miRNA'lardan biri olan miRNA-155 ile *in vitro* şartlarda 60 dakika gibi kısa bir sürede sonuç vermesiyle **hızlı**, 0,6858 ng/µl (0,1 µM) kadar düşük konsantrasyondaki miRNA çözeltisine tepki vermesiyle **hassas**, hedef miRNA-155 ve komplementer miRNA-155 etkileşimiyle **spesifik**, materyallerin ucuz olmaları nedeniyle **ekonomik**, zor prosedürlere gerek kalmadan uygulanmasıyla **kolay uygulanabilir**, ölçüm cihazının portatif olmasıyla **erişilebilir**, **non-invaziv** olması sebebiyle anne ve bebek için hiçbir **sağlık riski oluşturmayan** bir biyosensör geliştirilmiştir.

6. ÖNERİLER

TÜBİTAK proje rehberinde belirtilen sebeplerden ötürü, heterojen biyolojik sıvı örnekleriyle çalışılamamıştır. Ancak geliştirilen biyosensör ile bu projede olduğu gibi sadece *in vitro* miRNA çözeltileri değil hamilelerden alınan kan örnekleri de incelenebilir.

Projede elde edilen sonuçların ışığında; kanser, Alzheimer, Parkinson, SMA, MS, diğer genetik trizomiler gibi birçok hastalıklara özgül miRNA'ların; bu hastalıkların da non-invaziv, erişilebilir, doğru ve kesin teşhisinde kullanılabileceğini öngörmekteyiz.

KAYNAKLAR

Akbağ, N. N. A., Tokat, M. A., ve Çiçek, Ö. Ç. (2018). Non-İnvaziv Prenatal Testlerde Güncel Yaklaşımlar: Hemşirelik, Danışmanlık ve Etik. Jinekoloji-Obstetrik ve Neonatoloji Tıp Dergisi, 17(1), 301-304. Erişim tarihi: 10.11.2020. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1030182

Benn, P. A. (2002). Advances in prenatal screening for Down syndrome: I. General principles and second trimester testing. Clinica chimica acta, 323(1-2), 1-16. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/S0009-8981(02)00186-9

Brás, A., Rodrigues, A. S., Gomes, B., ve Rueff, J. (2018). Down syndrome and microRNAs. Biomedical Reports, 8(1), 11-16. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.3892/br.2017.1019

Brennand, J. E., ve Cameron, A. D. (2001). Current methods of screening for Down syndrome. The Obstetrician & Gynaecologist, 3(4), 191-197. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1576/toag.2001.3.4.191

Cao, J., Sun, T., ve Grattan, K. T. (2014). Gold nanorod-based localized surface plasmon resonance biosensors: A review. Sensors and actuators B: Chemical, 195, 332-351. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.snb.2014.01.056

Chard, T., ve Macintosh, M. C. (1995). Screening for Down's syndrome. Journal of perinatal medicine, 23(6), 421-436. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1515/jpme.1995.23.6.421

Coppedè, F. (2016). Risk factors for Down syndrome. Archives of Toxicology, 90(12), 2917-2929. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1007/s00204-016-1843-3

Damborský, P., Švitel, J., ve Katrlík, J. (2016). Optical biosensors. Essays in biochemistry, 60(1), 91–100. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1042/EBC20150010

Durhan, M. A., ve Tanboğa, İ. (2016). Down Sendromlu Çocuklarda Uyku Apne Sendromu ve Ağiz Diş Sağliği. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 26(3), 511-516. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.17567/ataunidfd.290432

Erbaba, H., ve Pınar, G. (2015). The usage and current approaches of cell free fetal DNA (cffDNA) as a prenatal diagnostic method in fetal aneuploidy screening. Journal of Clinical and Experimental Investigations, 6(4). Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.5799/ahinjs.01.2015.04.0560

Erdem, R., ve Ege, P. (2011). Down sendromlu bireylerin zihin kuramı gelişimi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi. 12(1) 23-36. Erişim tarihi: 12.10.2020. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/159133

Erdoğan, D., Alduran, Y., Yıldız, Ü. H., ve Yıldız, A. A. (2016, Kasım). Extracellular vesicle capture assay by plasmonic methodology for cancer early detection [Tam Metin]. 20th National Biomedical Engineering Meeting (BIYOMUT) (pp. 1-3). İzmir. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1109/BIYOMUT.2016.7849415

Erturk, B., Karaca, E., Aykut, A., Durmaz, B., Guler, A., Buke, B., ... ve Kazandi, M. (2016). Prenatal evaluation of MicroRNA expressions in pregnancies with down syndrome. BioMed research international, 2016. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1155/2016/5312674

Faraoni, I., Antonetti, F. R., Cardone, J., ve Bonmassar, E. (2009). miR-155 gene: a typical multifunctional microRNA. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease, 1792(6), 497-505. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.bbadis.2009.02.013

Fischer, M. J. (2010). *Amine coupling through EDC/NHS: a practical approach. In Surface plasmon resonance* içinde (55-73). New York: Humana Press.

Georgakilas G., Perdikopanis N., ve Hatzigeorgiou A. G. (2018). *Identifying Pri-miRNA Transcription Start Sites*. Editör: Ulf Andersson Vang Ørom, Humana Press, 11-14.

Günay, N. E. (2019). Determination of median values of triple screening test hormones for Kayseri region and their cross-regional comparisons. Perinatal Journal/Perinatoloji Dergisi, 27(2). Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.2399/prn.19.0272004

Hassold, T., ve Sherman, S. (2000). Down syndrome: genetic recombination and the origin of the extra chromosome 21. Clinical genetics, 57(2), 95-100. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1034/j.1399-0004.2000.570201.x

Heywood, W. E., Madgett, T. E., Wang, D., Wallington, A., Hogg, J., Mills, K., ve Avent, N. D. (2011). 2D DIGE analysis of maternal plasma for potential biomarkers of Down Syndrome. Proteome science, 9(1), 56. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1186/1477-5956-9-56

Jana, N. R., Gearheart, L., ve Murphy, C. J. (2001). Seed-mediated growth approach for shape-controlled synthesis of spheroidal and rod-like gold nanoparticles using a surfactant template. Advanced Materials, 13(18), 1389-1393. Çevrimiçi ön yayın doi: 10.1002/1521-4095(200109)13:18<1389::AID-ADMA1389>3.0.CO;2-F

Jeong, S., Park, J., Pathania, D., Castro, C. M., Weissleder, R., ve Lee, H. (2016). Integrated magneto–electrochemical sensor for exosome analysis. ACS nano, 10(2), 1802-1809. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/acsnano.5b07584

Kalousova, M., Muravska, A., ve Zima, T. (2014). Pregnancy-associated plasma protein A (PAPP-A) and preeclampsia. In Advances in Clinical Chemistry (Vol. 63, pp. 169-209). Elsevier. Çevrimiçi ön yayın doi: 10.1016/b978-0-12-800094-6.00005-4

Karaarslan, Z. Ö., ve Serin, M. S. (2016). Hastalıkların tanı ve tedavi stratejilerinde miRNA ve diğer non-protein-coding RNA'lar. Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 9(3), 159-172. Erişim tarihi: 07.10.2020. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/270265

Kehler, L., Biro, O., Lazar, L., Rigo, J., ve Nagy, B. (2015). Elevated hsa-miR-99a levels in maternal plasma may indicate congenital heart defects. Biomedical reports, 3(6), 869-873. Çevrimiçi ön yayın doi: 10.3892/br.2015.510

Kotlabova, K., Doucha, J., Chudoba, D., Calda, P., Dlouha, K., ve Hromadnikova, I. (2013). Extracellular chromosome 21-derived microRNAs in euploid & aneuploid pregnancies. *The Indian journal of medical research*, *138*(6), 935. Erişim tarihi: 07.01.2021. Erişim adresi: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3978985/?report=printable

Li, Y. Y., Alexandrov, P. N., Pogue, A. I., Zhao, Y., Bhattacharjee, S., ve Lukiw, W. J. (2012). miRNA-155 up-regulation and complement factor H (CFH) deficits in Down's Syndrome. Neuroreport, 23(3), 168. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1097/WNR.0b013e32834f4eb4

Liao, S., Wang, Y., ve Ye, G. (1997). AFP, uE3, beta-hCG levels applied for prenatal diagnosis of Down's syndrome. Zhonghua fu Chan ke za zhi, 32(11), 655-658. Erişim tarihi: 18.12.2020. Erişim adresi: https://europepmc.org/article/med/9639764

Lim, J. H., Kim, D. J., Lee, D. E., Han, J. Y., Chung, J. H., Ahn, H. K., ... ve Ryu, H. M. (2015). Genome-wide microRNA expression profiling in placentas of fetuses with Down syndrome. Placenta, 36(3), 322-328. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.placenta.2014.12.020

Liopo, A. V., Conjusteau, A., ve Oraevsky, A. A. (2012). PEG-coated gold nanorod monoclonal antibody conjugates in preclinical research with optoacoustic tomography, photothermal therapy, and sensing. In Photons Plus Ultrasound: Imaging and Sensing 2012 (Vol. 8223, p. 822344). International Society for Optics and Photonics. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1117/12.910838

Liz-Marzan, L. M. (2009). LSPR-based nanobiosensors. Nano Today, 4(3), 244-251. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.nantod.2009.04.001

Lu, T. X., ve Rothenberg, M. E. (2018). MicroRNA. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 141(4), 1202-1207. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.jaci.2017.08.034

Marinakos, S. M., Chen, S., ve Chilkoti, A. (2007). Plasmonic detection of a model analyte in serum by a gold nanorod sensor. Analytical chemistry, 79(14), 5278-5283. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/ac0706527

Mayer, K. M., Lee, S., Liao, H., Rostro, B. C., Fuentes, A., Scully, P. T., ... ve Hafner, J. H. (2008). A label-free immunoassay based upon localized surface plasmon resonance of gold nanorods. ACS nano, 2(4), 687-692. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/nn7003734

Morris, J. K., ve Alberman, E. (2009). Trends in Down's syndrome live births and antenatal diagnoses in England and Wales from 1989 to 2008: analysis of data from the National Down Syndrome Cytogenetic Register. Bmj, 339, b3794. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1136/bmj.b3794

Nguyen, H. H., Park, J., Kang, S., ve Kim, M. (2015). Surface plasmon resonance: a versatile technique for biosensor applications. Sensors, 15(5), 10481-10510. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.3390/s150510481

Nie, L., Liu, F., Ma, P., ve Xiao, X. (2014). Applications of gold nanoparticles in optical biosensors. Journal of biomedical nanotechnology, 10(10), 2700-2721. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1166/jbn.2014.1987

Nusz, G. J., Curry, A. C., Marinakos, S. M., Wax, A., ve Chilkoti, A. (2009). Rational selection of gold nanorod geometry for label-free plasmonic biosensors. ACS nano, 3(4), 795-806. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/nn8006465

Özcan, O., Erdal, H., Çakırca, G., ve Yönden, Z. (2015). Oxidative stress and its impacts on intracellular lipids, proteins and DNA. J Clin Exp Invest, 6(3), 331-6. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.5799/ahinjs.01.2015.03.0545

Pangalos, C., Avramopoulos, D., Blouin, J. L., Raoul, O., DeBlois, M. C., Prieur, M., ... ve Antonarakis, S. E. (1994). Understanding the mechanism (s) of mosaic trisomy 21 by using DNA polymorphism analysis. American journal of human genetics, 54(3), 473. Erişim tarihi: 20.12.2020. Erişim adresi: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1918141/pdf/ajhg00048-0081.pdf

Shajpal, A., ve Siddiqui, F. (2017). Screening for Down syndrome. Obstetrics, Gynaecology and Reproductive Medicine, 27(11), 333-337.Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.ogrm.2017.08.006

Strippoli, P., Pelleri, M. C., Piovesan, A., Caracausi, M., Antonaros, F., ve Vitale, L. (2019). Genetics and genomics of Down syndrome. In International Review of Research in Developmental Disabilities (Vol. 56, pp. 1-39). Academic Press.

Truong, P. L., Kim, B. W., ve Sim, S. J. (2012). Rational aspect ratio and suitable antibody coverage of gold nanorod for ultra-sensitive detection of a cancer biomarker. Lab on a Chip, 12(6), 1102-1109. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1039/c2lc20588b

Türk Hematoloji Derneği. (2013). Genetik Terimler Sözlüğü. Erişim tarihi: 04.10.2020. Erişim adresi: http://www.thd.org.tr/thdData/Books/723/genetik-terimler-sozlugu.pdf

Zhou, J., Cao, Z., Panwar, N., Hu, R., Wang, X., Qu, J., ... ve Yong, K. T. (2017). Functionalized gold nanorods for nanomedicine: Past, present and future. Coordination Chemistry Reviews, 352, 15-66. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.ccr.2017.08.020

ÖZGÜN BAKTERİLER İLE BİYOTRANSFORME ARI SÜTÜ: YENİ FONKSİYONEL "SÜPER GIDA"

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: NEHİR ÖZEN
CEM YILDIRIM

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: YASEMİN BONCUK YAVUZ

İZMİR
2021

Özet

Arı sütü içerdiği besin elementleri nedeniyle insan sağlığı açısından önemli bir arı ürünüdür. Yüksek besleyici özelliklerine rağmen, yüksek şeker içeriği, pahalı ve saklanması zor olması nedeniyle tüketimi sınırlıdır. Projemizde biyoteknolojik süreçlerle yeni fonksiyonel özelikler kazandırılarak, daha kullanılabilir hale getirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, özgün laktik asit bakterileri ve farklı karbon kaynakları (glikoz, fruktoz, laktoz, galaktoz, bal) kullanarak, biyotransformasyon sonrası üründe oluşan biyoaktif bileşenlerin, antioksidan aktiviteye, toplam fenollere, toplam flavonoidlere, serbest yağ asitlerine ve dolaylı olarak lipid metabolizmasına etkileri araştırılmıştır. Projenin ilk aşamasında, özgün 19 laktik asit bakterisinin saf arı sütü ortamında biyodönüşüm kinetikleri incelenmiş ve en uygun 3 kültür araştırılmıştır. Seçilen laktik asit bakterilerinin arı sütü temelli ortamlarda farklı karbon kaynaklarının varlığında fermantasyonları takip edilmiştir. Fermente arı sütü ürünlerinde, özgün bakterilerin eklenmesiyle daha yüksek antioksidan aktiviteye ve yüksek oleik asite sahip oldukları saptanmıştır. Karbon kaynakları bakımından ise glikoz ilaveli arı sütü ortamlarda flavonoid miktarları artmakla beraber laktoz, fruktoz ve galaktoz ile yüksek laktik asit, yüksek toplam fenol ve yüksek antioksidan aktiviteye sahip ürünler elde edilmiştir.

Bu proje ile arı sütü, hammadde halinden çıkarılıp, katma değeri yüksek, kolay saklanabilen (fermente), kolay sindirilebilen, kolay emilen, düşük şeker içerikli, yüksek antioksidan ve yüksek oleik asit içerikli ürün haline getirilmiştir. Ayrıca, farklı karbon kaynaklarının ekonomik yollarla elde edilip arı sütüne ilavesi ile hedefler doğrultusunda en uygun hale getirilebileceği ortaya çıkmıştır. Karbonhidrat bozuklukları bazlı hastalıkların tedavisine yönelik veri sağlanmıştır. Bu proje ile sürdürülebilir üretim koşullarında, özgün bakteriler kullanılarak biyotransformasyon yolu ile arı sütüne yeni fonksiyonel özellikler kazandırarak "süper gıda" haline getirilmiştir.

Anahtar kelimeler: arı sütü, laktik asit bakterileri, karbon kaynakları, fonksiyonel özellikler, süper gıda

Amaç

Bu projede, biyotransformasyon yolu ile özgün laktik asit bakterileri (*Lactobacillus plantarum* – HLPL3; *Lactobacillus lactis* SK1 – C29; *Lactobacillus mesenterium* KM3 – C114) ve farklı karbon kaynakları (glikoz, fruktoz, laktoz, galaktoz, bal) kullanarak, arı sütüne yeni fonksiyonel özellikler kazandırılması amaçlanmıştır. Literatürde benzer kurgu ile bir çalışma bulunmamaktadır. Bu hedefler doğrultusunda: özgün 19 laktik asit bakterisinin saf arı sütü ortamında biyodönüşüm kinetikleri incelenmesi; seçilen 3 bakterinin arı sütü ortamında ve farklı karbon kaynaklarının varlığında fermantasyonlarının takip edilmesi; elde edilen fermente arı sütü ürünlerinde laktik asit bakterilerinin ve kullanılan farklı karbon kaynaklarının ürün özelliklerin etkisinin belirlenmesi; elde edilen fermente arı sütü ürünlerinin sağladığı yeni fonksiyonel özelliklerinin ortaya çıkarılması; farklı karbon kaynaklarının (ekonomik yollar seçeneği) arı sütüne ilavesiyle ve özgün laktik asit bakterileri kullanılarak arı sütü ürününün hedefler doğrultusunda optimize edilebileceğinin ortaya konması; elde edilen veriler ile karbonhidrat bozuklukları bazlı hastalıkların tedavisine (laktik asit bakteri kullanımı) yönelik veri sağlanması amaçlanmıştır.

1.GİRİŞ

1.1 Arı Sütü Nedir?

Arı sütü sağlık açısından çok önemli faydaları olan bir gıdadır (Ramadan ve Al- Ghamdi, 2012). Dünya'nın değişik ülkelerinde geleneksel ilaçlarda, sağlıklı yiyeceklerde ve kozmetik sektöründe oldukça fazla kullanılmıştır ve kullanılmaya devam etmektedir. Bir "süper gıda" olarak bilinen arı sütü, işçi arılar tarafından kraliçe arıyı ve daha genç işçi arıları beslemek için üretilir. Arı sütü günümüzde daha çok ticari amaçlı üretilmektedir (Ahmad S. ve ark., 2020).

Günümüzde, arı sütünün insanlar ve hayvanlar üzerindeki sağlığa yararları ve farmasötik işlevleri çokça araştırmalara konu olmuştur. Ülkemiz arı sütü üretiminde ciddi bir potansiyele sahiptir. Bu önemli sıvının araştırmalara sıkça konu olmasının nedeni sağlık açısından önemli faydalarının bulunmasıdır. Arı sütünün antimikrobiyal, antioksidan, anti-

inflamatuar, yara iyileştirici, yaşlanmayı geciktirici, anti-kanserojenik, anti-diyabetik, anti-hiperlipidemik, anti-hipertansiyon, bağışıklık sistemini düzenleyici, sinir koruyucu ve doğurganlık etkileri vardır (Ahmad ve ark., 2020). Arı sütü içerik bakımından oldukça zengindir. Değişik proteinler, amino asitler, organik asitler, steroitler, esterler, fenoller, şekerler, mineraller, iz elementler ve başka bileşenler içerir (Ramadan ve Al- Ghamdi, 2012). Modern spektrometrik analizlere göre arı sütünde yaklaşık olarak 185 organik bileşik saptanmıştır (Pasupuleti ve ark., 2017). Çizelge 1'de arı sütünün yapısında bulunan bileşenler görülmektedir.

Çizelge 1. Arı Sütünün Yapısında Bulunan Bileşenler (Ahmad ve ark., 2020).

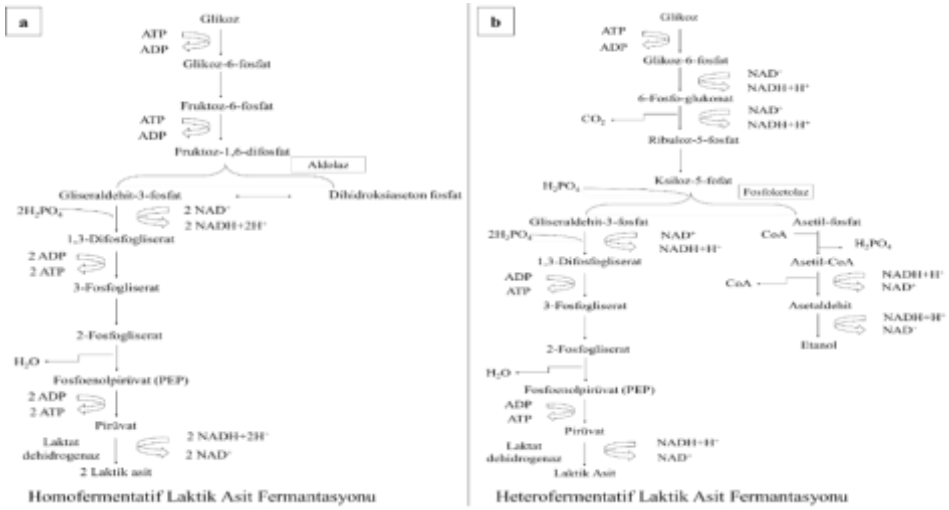
İçerik	**Miktar**
Su (g/100g)	60-70
Yağlar (g/100g)	33-8
10-HDA (g/100g)	>1.4
Protein (g/100g)	9-18
Fruktoz (g/100g)	3-13
Glikoz (g/100g)	4-8
Sükroz (g/100g)	0.5-2.0
Kül (g/100g)	0.8-3.0
pH	3.4-4.5
Asitlik (ml 0.1 N NaOH/g)	3.0-6.0
Furozin (mg/100g protein)	>50

1.2. Laktik Asit Fermentasyonu

Fermantasyon, gıda üretimi ve saklanması için bilinen en eski ve en yaygın olarak kullanılan biyoteknolojik yöntemdir. Antik çağlardan, hatta tarih öncesi dönemlerden beri uygulanmaktadır. Büyük ekonomik değere sahip fermentasyon işleminin en önemli parametreleri ise mikroorganizma ve hammadde seçimidir. Kısaca tanımlayacak olursak fermentasyon, mikroorganizmalar sayesinde karmaşık yapıdaki organik maddelerin daha basit yapıdaki maddelere dönüştürülmesi işlemidir. Gıda fermantasyonları ile karbonhidratların farklı organik bileşiklere dönüştürülmesidir. Fermantasyon süreçleri hem anaerobik hem aerobik koşullarda gerçekleşebilmektedir (Reddy ve ark., 2008).

Gıda fermantasyonları içerisinde yer alan mikroorganizmalar arasında en önemli grubu laktik asit bakterileri (LAB) oluşturmaktadır. LAB, doğada ve birçok gıdanın doğal mikroflorasında yaygın olarak bulunmaktadır. Metabolik aktiviteler, organik asitler, ekzopolisakkaritler ve antimikrobiyal bileşikler gibi birçok yararlı bileşiğin üretimi ile ilişkilidir. Genel olarak yararlı bakteriler olan LAB, güvenli kabul edilebilecek statüdedir. LAB, gram-pozitif, katalaz negatif, spor oluşturmayan, fakültatif anaerob, kok ya da çubuk şeklinde mikroorganizmalardır. Enerji sağlamak için çoğunlukla fermentatif metabolizmalarını kullanırlar ve karbonhidratların fermantasyonu sonucu ana ürün olarak laktik asit meydana getirirler. *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus* en çok bilinen laktik asit bakterileri olmakla birlikte, *Aerococcus, Alloiococcus, Carnobacterium, Dolosigranulum, Globicatella, Oenococcus, Tetragenococcus, Vagococcus,* ve *Weissella* da bu grup içerisinde yer almaktadır (Bintsis, 2018).

Karbonhidrat metabolizmalarına göre homofermantatif ve heterofermantatif olarak Şekil 1'de görüldüğü gibi ikiye ayrılırlar. Homofermantatif fermantasyon sonucu ağırlıklı olarak laktik asit meydana getirirken heterofermantatif fermantasyon ile laktik asidin yanı sıra asetik asit, etanol ve CO_2 ortaya çıkmaktadır (Randazzo ve ark., 2010).



Şekil 1: Homolaktik ve heterolaktik metabolik yollar (Frias ve ark., 2016)

Laktik asit bakterileri esas olarak laktik asit olmak üzere farklı organik asitler üreterek ortamın ve hammaddenin hızlı asitlenmesine neden olurlar. Ayrıca ortamda aroma bileşikleri, bakteriyosin ve farklı enzimlerin oluşmasını sağlayarak, ürünün raf ömrünün artmasını, mikrobiyal yükünün azalmasını sağlarlar. Ürünün dokusunun iyileşmesini ve duyusal profilinin gelişmesini sağlayarak yeni ürün üretimi aşamasında fayda oluştururlar. Günümüzde, laktik asit bakterileri başta et ve süt ürünleri ve meyve-sebze teknolojisi olmak üzere farklı sektörlerde etkin olarak kullanılmaktadır.

1.3 Fenolik Bileşikler

Fenoller en az bir hidroksil gurubu içeren aromatik bileşikler olarak tanımlanır ve yapıları basit moleküllerden yüksek moleküler ağırlığa sahip kompleks polimerlere kadar değişiklik gösterebilir (Durazzo ve ark.,2019). Fenoller flavonoidler (flavonoller, flavonlar, flavanollar, flavanonler, antosiyanidin, kalkonlar ve isoflavonlar) ve flavonid olmayanlar (fenolik asitler) olmak üzere ikiye ayrılır. Bütün bu bileşikler genelde ikincil bitki metabolizmasının ürünüdür. İkincil metabolitlerin birincil metabolitlerden (klorofil, amino asitler ve basit karbonhidratlar) farkı asimilasyon, solunum, taşıma ve farklılaşma süreçlerinde görev almamalarıdır. Fenoller antioksidant ve anti-inflamtuar özellikleri sayesinde insan sağlığında çok önemli roller oynarlar (Cianciosi ve ark., 2018). Fenolik asitler flavonoid olmayan polifenolik bileşiklerdir ve gıda maddelerinde bulunur. Benzen halkasına bağlı bir karboksil gurubu ile karakterize edilirler.

Flavonoidler düşük moleküler ağırlıklara sahip doğal bileşenlerdir ve çoğu zaman suda çözünebilirler. Genellikle bu bileşikler en az iki fenolik guruba (OH) sahip olup şekerlerle (glikozitler) ilişkilidir. Şekerle ilişkili olmadığı zamanlarda da aglikon ismini alır. Değişik flavonoidler arasındaki farklar, bağlanan hidroksil gruplarının sayısından, doymamışlık derecesinden ve üçlü karbon segmentin oksidasyon düzeyinden kaynaklanmaktadır (Cianciosi ve ark., 2018). Antioksidan, anti-bakteriyal, karaciğer koruyucu, antiinflamatuar, anti-hiperlipidemik gibi geniş çaplı farmakolojik etkiler flavonoidlerin önemli işlevlerindendir (Durazzo ve ark.,2019).

Antioksidanlar, serbest radikallerine kendi elektronlarından birini vererek nötralize etmektedirler. Ancak, elektronlarını verdikten sonra serbest radikal haline gelmezler, çünkü her iki formda da stabil formda kalmaktadırlar (Shahidi , 2000). Bu bileşikler gıdalarda koruyucu rol oynamaktadırlar. Antioksidanlar, serbest radikal içeren yağ bileşenlerine elektron veya hidrojen iyonu vererek lipid peroksidasyon ile başlayan zincirleme reaksiyonunun devam etmesini engellemektedir. Fenolik bileşiklerinin glikolizasyonuna bağlı olarak antioksidan aktiviteleri değişmektedir.

1.4 Biyotransformasyon

Biyotransfarmasyon veya biyodonüşüm, bir organizma yardımıyla kimyasal tepkime oluşturarak bir maddenin başka bir maddeye dönüşmesidir. Laktik asit bakterilerinin yardımıyla gerçekleşen homofermentatif veya heterofermentatif fermantasyonlar sonucunda ortaya glikozdan laktik asit oluşmasının yanı sıra ortamda bulunan diğer bileşikler de biyodönüşüme uğramaktadır. Laktik asit bakterilerinin izlediği metabolik yol hedeflenen substrata göre farklılık gösterebilmektedir. Laktik asit bakterileri ile gerçekleşen biyodönüşümlerde bazı serbest ve uçucu fenolik bileşiklerin miktarı artmakta ya da azalmakta veya farklı fenolik bileşiklere dönüşmektedir (Madeira Junior ve ark., 2015; Filannino ve ark., 2013). Literatürde, laktik asit bakterileri ile arı sütü dışında yapılan çalışmalar sonucu biyodönüşüm ile başarılı sonuçlar elde edildiği görülmüştür (Leroy ve De Vuyst, 2004; Randazzo ve ark., 2010; Haddadin ve ark. 2012; Filannino ve ark., 2013; Alu'datt ve ark., 2015; Madeira Junior ve ark., 2015; Atallah, 2016; Frias ve ark., 2016; Kaškonienė ve ark., 2018; Mărgăoan ve ark., 2020; Uțoiu ve ark., 2018).

Yapılan bu örneklere benzer çok fazla sayıda çalışma ve makale olmasına rağmen LAB bakterileri kullanılarak direkt olarak arı sütü üstünde yapılan bir çalışma bulunmamaktadır. Çizelge 2'de görüldüğü gibi, arı sütü temelli bir ortamda biyodönüşüm ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca farklı karbon kaynakları kullanılarak da arı sütü temelli bir fermantasyon çalışması yapılmamıştır.

Çizelge 2. Literatürde arı sütü ile yapılan çalışmalar (ürün üretimi)

Kullanılan kültür	**Ortam**	**Kaynak**
Lactobacillus acidophilus Bifidobacterium bifidum	Yağsız süt (temel ortam) + arı sütü (düşük konsantrasyon)	(Haddadin ve ark., 2012)
Lactobacillus acidophilus Bifidobacterium bifidum	Yağsız süt (temel ortam) + arı sütü (düşük konsantrasyon)	(Nabas ve ark., 2014)
Lactobacillus acidophilus	Yağsız süt (temel ortam) + arı sütü (düşük konsantrasyon)	(Alu'datt ve ark., 2015)
Bifidobacterium augulatum, L.gassei, L.rhamnosus	Yoğurt üretiminde arı sütü ilavesi	(Attalah ve ark., 2016)

Bu bilgiler ışığında özgün farklı laktik asit bakterileri ve farklı karbon kaynaklı ortamlarda (glikoz, fruktoz, laktoz, galaktoz, bal) biyotransformasyon ile arı sütüne yeni fonksiyonel özellikler kazandırılması hedeflenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1.Kullanılan Materyaller

Gliserol, MRS Broth (*Lactibacillus* türleri için et suyu), biyogüvenlik kabini (ESCO, Labculture, Reliant, Class II, Type 2), inkübatör (Nüve EN 400), distile su, pamuk, alüminyum folyo, beher, otoklav (Daihin Scientific), pipet uçları, otomatik pipetler, Mc. Farland aleti, arı sütü, laktik asit bakterileri, su banyosu (Daihin Scientific), fruktoz, lakoz, galaktoz, bal, etil alkol, 0,45 µm membranlar, filtre kâğıdı (Sartorius: FT-3-104-125 beyaz bant filtre kağıdı 125 mm ve Minisart RC 25 mikrofiltre).

Araştırmada hammadde olarak arı sütü kullanılmıştır. Hammadde Bee'o firmasından temin edilmiştir. Soğuk zincir ile gelen arı sütü proje başlayana kadar 4 °C'da saklanmıştır.

Projede; *Lactococcus lactis subs.lactis ATCC -11454, Lactibacillus sakei subs. sakei ATTCC- 15521, Lactibacillus lactis subs. Cremoris, Lactibacillus plantarum HLPL-1 ,Lactibacillus plantarum HLPL-2, Lactibacillus plantarum HLPL-3, Lactibacillus pentosus HLPP -2, Lactibacillus plantarum 8014, Lactibacillus lactis SK1-C29, Lactibacillus lactis SK1-C36, Lactibacillus lactis SK3-C61, Lactibacillus mesenteroideus SK3- C64, Lactibacillus mesenteroideus SK3- C65, Lactibacillus mesenteroideus SK3- C74, Lactibacillus*

mesenteroideus KM2-C98, Lactibacillus mesenteroideus KM1-C102, Lactibacillus mesenteroideus KM1-C104, Lactibacillus mesenteroideus KM3-C114, Lactibacillus mesenteroideus KM3-C11 laktik asit bakterileri kullanılmıştır. Bakteriler -20 °C'da gliserollü çözeltide "stok kültür" olarak saklanmaktadır. Bu nedenle uygulamaya geçmeden önce canlandırma işlemleri yapılmıştır. Bu bakteriler Ege Üniversitesinden temin edilmiştir.

2.2. Kullanılacak Bakterilerinin Canlandırılması

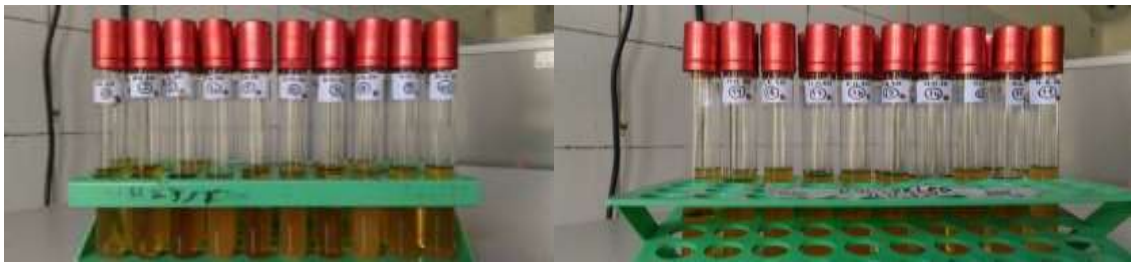
Önce MRS broth hazırlığı yapılmıştır. Kullanılacak kültür sayısı kadar (19 adet) tüp ayarlanmıştır. Bir adet tüp kontrol amaçlı sadece MRS broth içerecek şekilde bırakılmıştır. Boş tüple birlikte toplam 20 tüp hazırlanmıştır. Her bir tüpte 9 ml MRS broth olacak şekilde hesaplama yapılmıştır. 1 kültür için 9 ml, 20 kültür için 180 ml MRS broth gerekmektedir. 1L için 52,2g MRS broth gerektiğinden, 180 ml için 10,44g MRS broth ihtiyaç olarak belirlenmiştir. İlk olarak MRS broth tartımı yapılmıştır. Hesaplanan 200 ml distile su ilave edilmiştir ve karıştırılmıştır. Her bir tüpte 9 ml olacak şekilde ilave yapılmıştır. Her bir tüpün ağzı pamuk ve alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Ardından tüpler bir behere yerleştirilmiştir. Tüplerin ağzı tekrar alüminyum folyo ile kapatılmıştır.

Hazırlanan MRS broth tüplerinin sterilizasyon aşamasına geçilmiştir. Bu amaçla Şekil 2'de görülen otoklavda 121 °C'da 15 dakika sterilizasyon işlemi yapılmıştır. MRS broth içeren steril tüpler otoklavdan çıkarıldıktan sonra oda sıcaklığına kadar soğuması beklenilmiştir ve inokülasyon yapmak için biyogüvenlik kabinine taşınmıştır. Projede kullanılmak üzere ayrıca pipet uçları da 121 °C'da 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir.



Şekil 2. Pojede kullanılan biyogüvenlik kabini ve otoklav

Kabinde, steril koşularda steril pipet uçları kullanılarak, otomatik pipetler ile stok kültürden belirlen hacimlerde alınarak aseptik olarak steril MRS broth bulunan tüplere transfer yapılmıştır. Kültürü içeren tüpler 35 °C'da 24 saat boyunca gelişmeye bırakılmıştır. Bir adet tüp sadece MRS broth içerecek şekilde kontrol amaçlı bırakılmıştır. Şekil 3'te görüldüğü gibi gelişmeyi gözlemleyebilmek için bulanıklık takip edilmiştir. Gliserollü çözeltide bulunan stok kültürlerin hacminde ve sayısında azalma olmaması için MRS broth transfer edilen kültürlere bir kez daha MRS broth transferleri yapılmıştır.



Şekil 3. Bulanıklık takibi

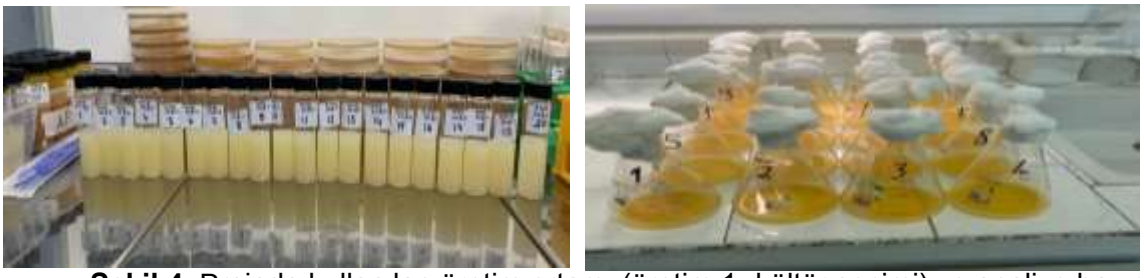
2.3. Kullanılacak Bakterilerinin İnokülasyonuna Hazırlık

Elde edilen gelişmiş mikrogramlarının sayısı Mc. Farland aleti ile belirlenmiştir ve 0,5 Mc. Farland yani 1ml de $1{,}5.10^{8}$ hücre olacak şekilde ayarlanmıştır. Kültürlerin hepsi başarı ile canlandırılmıştır. Bir sonraki aşamada bu kültürlerinin arı sütü ortamında gelişimleri tespit etmek adına fermantasyon işlemine geçilmiştir.

2.4. Biyodönüşüm

2.4.1 Üretim 1

Hammadde hazırlığı ve kültür canlandırma yapıldıktan sonra biyodönüşüm aşamasına geçilmiştir. Uygulanan temel basamaklar hammadde hazırlığı, kültür hazırlığı, biyodönüşüm kültür seçimi, alt akım işlemleri ve analizlerdir. Projenin biyodönüşüm aşamasında hazırlanan farklı laktik asit bakterilerinin arı sütü ortamında performansları takip edilmiştir. Bu aşamadaki hedef, en iyi (en yüksek oranda laktik asit oluşturan, en hızlı başlayan, en sabit biyodönüşüm kinetiğine sahip olan) 3 adet kültürü belirlemek olmuştur. Hammadde hazırlığında arı sütü çok yoğun olması nedeniyle 1:50 oranında seyreltilmiştir ve su banyosunda 95 °C'da 10 dakika pastörize edilmiştir. Fermantasyon ortamını yarı sıvı hale getirmek adına hammaddeye ekstra 8 ml steril destile su ilave edilmiştir. Fermantasyon aşamasında kullanılmak üzere fermantasyon şişeleri ve pipet uçları otoklavda 121^0C'da 15 dakika sterilize edilmiştir. Gelişmiş kültürler de kabine taşınmıştır. Üretim ortamı olarak; 4 ml seyreltilmiş arı sütü, 8 ml steril destile su ve 1 ml kültür inokülümü kullanılmıştır. Bütün işlemler yine kabinde yapılmıştır. Hazırlanan üretim ortamı Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Projede kullanılan üretim ortamı (üretim 1- kültür seçimi) ve analize hazır örnekler (genel asitlik)

Fermantasyon şişeleri 35°C'da inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. Kontrol grubu olarak sadece üretim ortamı içeren 20'nci fermantasyon şişesi kullanılmıştır. Kontrol grubu bakteri içermemektedir. Gelişmeyi takip etmek üzere belli aralıklar ile düzenli olarak pH, laktik asit cinsinden genel asitlik ve OD (optik yoğunluk) analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ile en iyi ve uygun üç adet bakteri seçimi yapılmıştır. Şekil 4'te analiz yapmaya hazır olan örnekler görülmektedir.

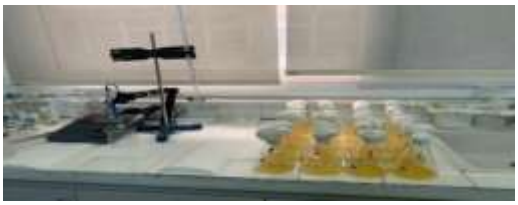
2.4.2- Üretim -2

Projenin bu aşamasında bir önceki üretimde elde edilen bilgiler ve veriler kullanılarak ikinci üretim aşmasına geçilmiştir. En iyi gelişen kültürler olarak 6 nolu (*Lactibacillus plantarum HLPL-3*), 9 nolu (*Lactibacillus lactis SK1-C29*) ve 18 nolu (*Lactibacillus mesenteroideus KM3-C114*) bakteriler olarak belirlenmiştir. Her üç bakteri de özgün niteliktedir (gıda temelli izolat). Bu aşamada uygulanan temel basamaklar hammadde hazırlığı, kültür hazırlığı, biyodönüşüm (3 adet bakteri ile farklı karbon kaynakların varlığında üretim), alt akım işlemleri ve analizlerdir. Projenin bu aşamasında seçilmiş 3 adet farklı laktik asit bakterisinin üretim ortamına farklı karbon kaynakları ilave edilmiştir ve performansları takip edilmiştir. Hammadde hazırlığı benzer şekilde yapılmıştır. Kullanılacak farklı karbon kaynakları, distile suda çözülerek arı sütü ile birlikte 95°C sıcaklıkta 10 dakika pastörize edilmiştir. Fermantasyon aşamasında kullanılmak üzere fermantasyon şişeleri ve pipet uçları otoklavda 121°C'de 15 dakika koşullarında sterilize edilmiştir. Üretimde kullanılacak 3 adet laktik asit bakterisi yukarda anlatılan basamakları takip ederek bir kez daha "stok kültürden" başlayarak hazırlanmıştır. Şekil 5'te ikinci üretimde kullanılmak üzere hazırlanan 6, 9 ve 18 nolu bakteriler görülmektedir.



Şekil 5. Projenin ikinci üretiminde kullanılmak üzere hazırlanan bakteriler: 6, 9 ve 18 nolu (sağdaki tüp kontrol grubu)

Üretim ortamı olarak; 4 ml arı sütü, 10 ml steril destile su, 1,5 g farklı karbon kaynakları (glikoz, fruktoz, laktoz, galaktoz, bal) ve 1 ml kültür inokülümü kullanılmıştır. Bütün işlemler biyogüvenlik kabininde yapılmıştır. Fermantasyon şişelerinde bulunan örnekler, 35°C'de inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. Kontrol grubu olarak her karbon kaynağının kendi içinde kontrol grubu oluşturulmuştur. Üretimler iki set halinde paralel olarak çalışılmıştır. Gelişmeyi takip etmek üzere belli aralıklar ile düzenli olarak pH, laktik asit cinsinden genel asitlik ve OD (optik yoğunluk) analizleri yapılmıştır. Örneklerin analiz sonrası görüntüsü Şekil 6'da, fermantasyon sırasında yapılan analizlerin görüntüsü Şekil 7'de verilmiştir. Elde edilen veriler ışığında fermantasyon aşaması tamamlanınca bir sonraki aşama olan alt akım işlemlerine geçilmiştir.



Şekil 6. Örneklerin analiz sonrası görüntüleri (üretim 2- seçilmiş 3 adet kültür ile farklı karbon kaynakların varlığında üretim)



Şekil 7. Fermantasyon sırasında yapılan analiz örneklerinden görüntüler

2.5 Alt Akım İşlemleri

Alt akım işlemleri elde edilen fermente ürünün analiz için hazıklıklarını kapsamıştır. Her 1 gram örnek 30ml %96'lık etil alkolle ile karıştırılmıştır. Elde edilen ortam 180 rpm çalkalamalı inkübatöre yerleştirilip 24 saat karanlıkta çalkalanmaya bırakılmıştır. Örnekler Şekil 8'de verilmiştir. Çalkalamalı inübatörde süre tamamlanınca örnekler filtre edilmiştir. Önce kaba filtre kâğıdı ile kaba filtrasyon yapılmıştır. Sonrasında ise 0,45 µm membranlar kullanılarak ince filtrasyon tamamlanmıştır.



Şekil 8. Hazırlanan örnekler ekstraksiyon ve analiz için çalkalamalı inkübatörde

2.6 Kimyasal ve Biyokimyasal Analizler

2.6.1 AOAC

AOAC (Resmi Analitik Kimyacılar Derneği) tarafından benimsenen standart yöntemler; gübre, gıda, yem, pestisit, ilaç, kozmetik, tehlikeli maddeler ve tarım, sağlık ve refah ile ilgili

diğer malzemelerin analizi ile ilgili kurumlar tarafından kullanılmaktadır. AOAC yöntemleri ürünlerin uygunluğunu kontrol etmek için kullanılır (Baur ve Ensminger, 1977).

2.6.2 Analiz Yöntemleri

Kuru madde analizi, pH analizi, asitlik tayini (laktik asit) analizi, nem analizi, kül analizi, protein analizi, serbest yağ asitleri (% oleik asit) tayini AOAC yöntemine göre yapılmıştır. Hücre kinetiği, Uțoiu ve ark., (2018) yayınında kullanılan yönteme göre; toplam fenolik madde tayini, toplam flavonoid tayini ve antioksidan aktivite (DPPH) analizi, Kaškonienė ve ark., (2020) yayınında yer alan yönetme göre yapılmıştır. Antioksidan aktivite (ABTS) analizi ise Kumaran ve Karunakaran, (2007) yayınında yer alan yönteme göre yapılmıştır.

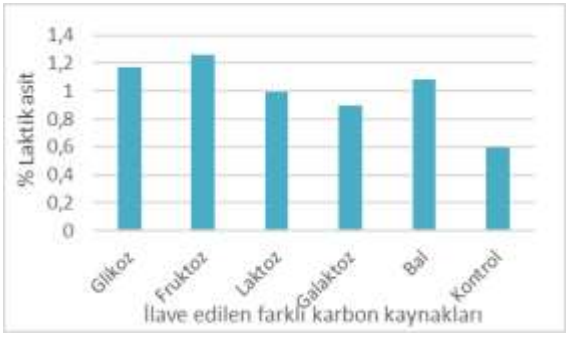
3.İŞ ZAMAN ÇİZELGESİ

	AYLAR						
İşin tanımı	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür tarama	X	X	X	X	X		
Laboratuvar çalışması				X	X	X	
Verilerin toplanması ve analiz					X	X	
Proje raporu				X	X	X	X

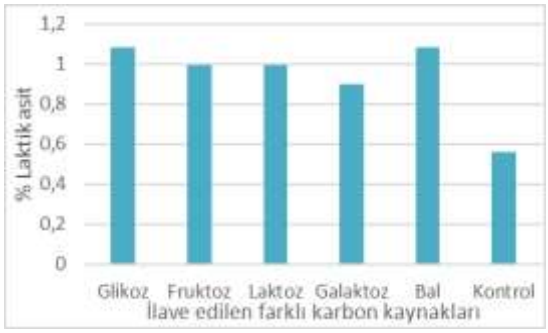
4. BULGULAR

Üretim öncesi hammadde temel analizler yapılmıştır (kuru madde, nem, kül, protein). Elde edilen veriler olarak kuru madde (KM) = 37,04; Nem = 62,96; Kül = 1,109; Azot değeri = %0,27; Protein oranı = 1,67 olarak belirlenmiştir. Üretim sırasında, örneklerde laktik asit (%); pH ve hücre yoğunluğu (absorbans 570 nm) analizleri yapılmıştır. Fermantasyon sağlıklı bir şeklide tamamlanmıştır. Üretim sonrası örneklerde genel asitlik (% laktik asit), toplam fenol (mg GAE / 100g), toplam flavonol (mg Kateşin / 100g), antioksidan aktivite (ABTS- µg Trolox / 100g), antioksidan aktivite (DPPH- µg Trolox / 100g), serbest yağ asitleri (% oleik asit) ölçülmüştür.

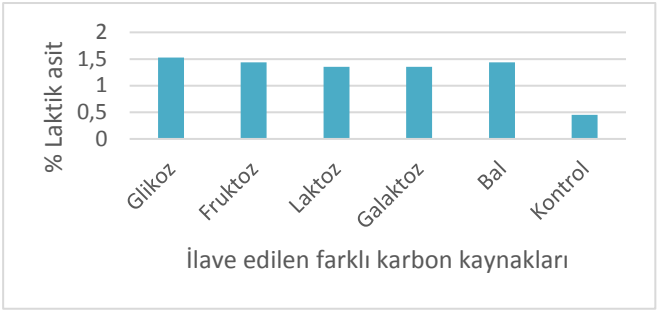
Seçilen üç adet bakteri ile tamamlan laktik asit fermantasyonu sonunda **laktik asit değerleri** kullanılan karbon kaynağına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Glikoz ilaveli örneklerde ortalama değer %1,095 ± 0,383 olurken, en düşük %0,600 ve en yüksek değer %1,530 olarak saptanmıştır. Fruktoz içeren örneklerde ortalama değer %1,022 ± 0,453 olarak en düşük değer %0,400 en yüksek değer %1,440 olduğu ortaya çıkmıştır. Laktozlu örneklerde ortalama laktik asit değeri %0,945 ± 0,371 minimum değer %0,450 ve maksimum değer %1,35 olarak bulunmuştur. Galaktoz ilaveli örneklerde ortalama laktik asit değeri (%) olarak 0, 880 ± 0,400 olurken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla %0,370 ve %1,350 olarak tespit edilmiştir. Bal içerikli örneklerde ise ortalama laktik asit değeri %1,062 ± 0,323 olarak hesaplanırken en düşük ve en yüksek değerler, sırasıyla %0,650 ve %1,440 olarak ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda yer alan ortalama, en düşük ve en yüksek değerler ise sırasıyla %0,477 ± 0, 134; %0,300; %0,600 olarak belirlenmiştir. Laktik asit değerleri (%), kullanılan laktik asit bakteri türüne göre de değişiklik göstermiştir (Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11). Kullanılan 3 adet kültür ile kontrol grubuna göre daha fazla laktik asit meydana gelmiştir.



Şekil 9. K1 kültürü (*Lactobacillus plantarum* – HLPL3) kullanılarak gerçekleşen laktik asit fermantasyonu sonucu oluşan laktik asit değerleri (%)



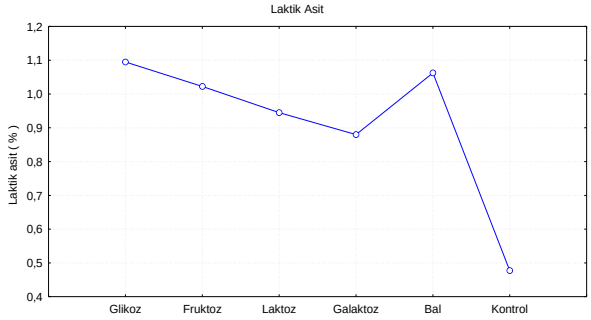
Şekil 10. K2 kültürü :*Lactobacillus lactis* SK1 – C29 kullanılarak gerçekleşen laktik asit fermantasyonu sonucu oluşan laktik asit değerleri (%)



Şekil 11. K3 kültürü *Lactobacillus mesenterium* KM3 – C114 kullanılarak gerçekleşen laktik asit fermantasyonu sonucu oluşan laktik asit değerleri (%)

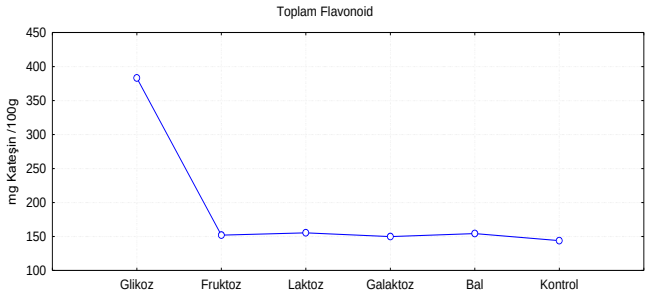
4.1.Kullanılan farklı karbon kaynaklarının etkisi

Laktik asit analiz verileri söz konusu olduğunda; kontrol grubu örnekleri ile glikoz ilave edilmiş örnekler (p= 0,025), fruktoz ilave edilmiş örnekler (p=0,045), bal ilave edilmiş örnekler (p=0,033) ile istatiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (p<0,05). Bu durum Şekil 12'de de görülmektedir.



Şekil 12. Farklı karbon kaynakları ilave edilmiş arı sütünde fermantasyon sonrası laktik asit değerleri

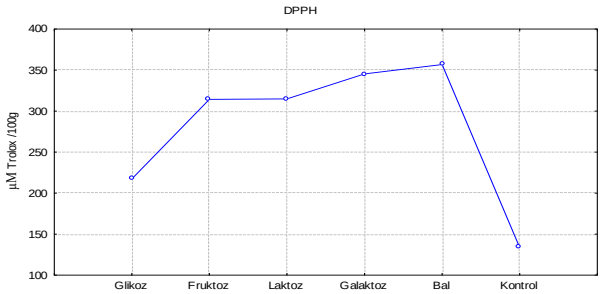
Toplam flavonoidlerin analiz verileri söz konusu olduğunda, glikoz ilave edilen örnekler ile diğer bütün ilave CHO kaynaklı örneklerde istatiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (p<0,05). Bu fark Şekil 13' te de görülmektedir.



Şekil 13. Farklı karbon kaynakları ilave edilmiş arı sütünde fermantasyon sonrası toplam flavonoid değerleri

Arı sütündeki fenolik bileşiklerin büyük bir kısmı glikozitler halinedir. Bu nedenle fermantasyon sonrası artışları söz konusudur. Antioksidan aktivite – DPPH yöntemi söz konusu olduğunda glikoz ilave edilen örnekler ile diğer bütün ilave CHO kaynaklı örnekler ile istatiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0,05$).

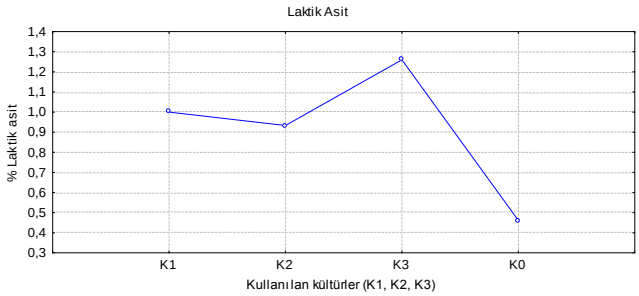
Ayrıca, kontrol grubu örnekler ile bütün ilave CHO kaynaklı örneklerde istatiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0,05$). Bu fark Şekil 14'te görülmektedir.



Şekil 14. Farklı karbon kaynakları ilave edilmiş arı sütünde fermantasyon sonrası antioksidan aktive (DPPH) değerleri

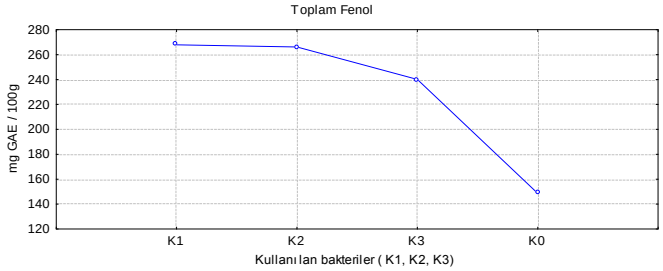
4.2.Kullanılan farklı laktik asit bakterilerinin etkisi

Fermantasyon sırasında kullanılan farklı bakterilerinin etkileri yapılan analizlerin nerdeyse hepsinde istatiksel olarak anlamlı farklara sebep olmuştur. Laktik asit analiz verileri söz konusu olduğunda, kontrol grubu örnekleri ile K1 (*Lactobacillus plantarum* – HLPL3) kültürü ile inoküle edilmiş örnekler ($p= 0,001$), K2 (*Lactobacillus lactis* SK1 – C29) kültürü ile inoküle edilmiş örnekler ($p=0,005$), K3 (*Lactobacillus mesenterium* KM3 – C114) kültürü ile inoküle edilmiş örnekler ($p<0,05$) ile istatiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Bu durum Şekil 15'te görüntülenmektedir.



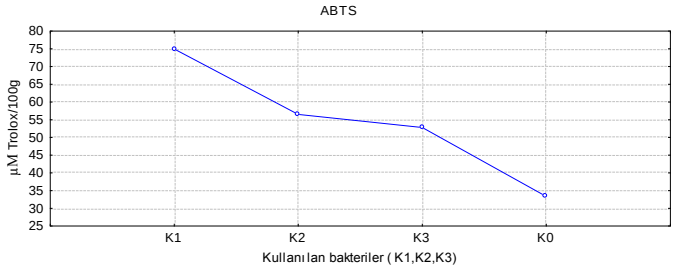
Şekil 15. Farklı laktik asit bakterileri (**K1 kültürü**: *Lactobacillus plantarum* – HLPL3; **K2 kültürü**: *Lactobacillus lactis* SK1 – C29; **K3 kültürü** *Lactobacillus mesenterium* KM3 – C114), **K0-kontrol**) ile inoküle edilmiş arı sütlerinde fermantasyon sonrası laktik asit değerleri

Toplam fenol analiz verileri söz konusu olduğunda, kontrol grubu örnekleri ile K1 (*Lactobacillus plantarum* – HLPL3) kültürü ile inoküle edilmiş örnekler ($p<0,05$), K2 (*Lactobacillus lactis* SK1 – C29) kültürü ile inoküle edilmiş örnekler ($p<0,05$), K3 (*Lactobacillus mesenterium* KM3 – C114) kültürü ile inoküle edilmiş örnekler ($p=0,002$) ile istatiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Farklar Şekil 16'da gösterilmiştir.



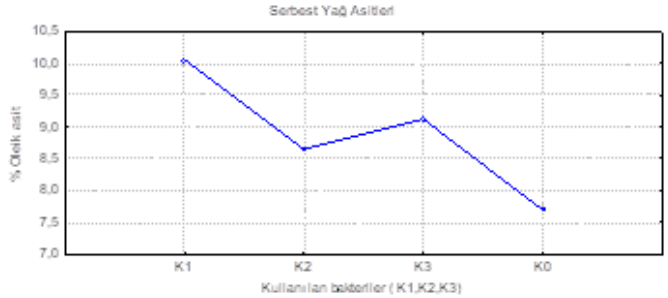
Şekil 16. Farklı laktik asit bakterileri (**K1, K2, K3**, **K0**) ile inoküle edilmiş arı sütlerinde fermantasyon sonrası toplam fenol değerleri

Antioksidan aktivite – ABTS yöntemi söz konusu olduğunda, kontrol grubu örnekleri ile K1 (*Lactobacillus plantarum* – HLPL3) kültürü ile inoküle edilmiş örnekler ($p<0,05$), K2 (*Lactobacillus lactis* SK1 – C29) kültürü ile inoküle edilmiş örnekler ($p =0,035$) ile istatiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Ayrıca, K1 (*Lactobacillus plantarum* – HLPL3) kültürü ile inoküle edilmiş örnekler ile K3 (*Lactobacillus mesenterium* KM3 – C114) kültürü ile inoküle edilmiş örnekler arası istatiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır. Farklar Şekil 17'de görülmektedir.



Şekil 17. Farklı laktik asit bakterileri (**K1, K2, K3**, **K0**) ile inoküle edilmiş arı sütlerde fermantasyon sonrası antioksidan aktivite (ABTS) değerleri

Serbest yağ asitleri (% oleik asit) söz konusu olduğunda kontrol grubu örnekleri ile K1 (*Lactobacillus plantarum* – HLPL3) kültürü ile inoküle edilmiş örnekler ile istatiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p=0,004$). Konrol grubundan farklı olarak örneklerin durumu Şekil 18'de verilmiştir.



Şekil 18. Farklı laktik asit bakterileri (**K1, K2, K3**, **K0**) ile inoküle edilmiş arı sütlerinde fermantasyon sonrası serbest yağ asit (% oleik asit) değerleri

Fermantasyonun sonunda örneklerde yapılan **toplam fenoller analizine** ilave edilen farklı karbon kaynaklarına göre sonuçlarda belirgin farklılıklar olduğu görülmüştür (mg GAE /100g). Glikoz ilaveli örneklerde ortalama değer 222, 083 ± 60,201 olurken, en düşük değer

150,833 ve en yüksek değer 276,041 olarak saptanmıştır. Fruktoz içeren örneklerde ortalama değer 242,187 ± 94,198 olarak, en düşük değer 145,833 ve en yüksek değer 359,375 olarak ortaya çıkmıştır. Laktozlu örneklerde ortalama laktik asit değeri 250,052 ± 77,559; minimum değer 150,208 ve maksimum değer 313,541 olarak bulunmuştur. Galaktoz ilaveli örneklerde ortalama laktik asit değeri 229,479 ± 41,22 olurken, en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 183,541 ve 282,291 olarak tespit edilmiştir. Bal içerikli örneklerde ise ortalama laktik asit değeri 231,427 ± 49,177 olarak hesaplanırken, en düşük ve en yüksek değerler, sırasıyla 183,000 ve 300,000 olarak ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda yer alan ortalama, en düşük ve en yüksek değerler ise sırasıyla 209,010 ± 90,116; 78,750; 286,458 olarak belirlenmiştir. Bütün örneklerde kullanılan 3 adet kültür ile kontrol grubuna göre daha fazla toplam fenol meydana gelmiştir.

Üretim tamamlandığında örneklerde yapılan **toplam flavonoid analizinde** ilave edilen karbon kaynaklarına göre sonuçlarda belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır (mg Kateşin /100g). Glikoz ilaveli örneklerde ortalama değer 383,046 ± 80,458 olurken, en düşük 285,312 ve en yüksek değer 467,187 olarak saptanmıştır. Fruktoz içeren örneklerde ortalama değer 152,0156 ± 54,285 olarak, en düşük değer 95,562 ve en yüksek değer 209,375 olarak çıkmıştır. Laktozlu örneklerde ortalama laktik asit değeri 155,421 ± 64,608 minimum değer 100,000 ve maksimum değer 226,562 olarak bulunmuştur. Galaktoz ilaveli örneklerde ortalama laktik asit değeri 149,906 ± 55,715 olurken, en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 102,750 ve 228,125 olarak tespit edilmiştir. Bal içerikli örneklerde ise ortalama laktik asit değeri 154,296 ± 13,281 olarak hesaplanırken, en düşük ve en yüksek değerler, sırasıyla 140,625 ve 167,187 olarak ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda yer alan ortalama, en düşük ve en yüksek değerler ise sırasıyla 143,968 ± 60,870; 75,875; 223,437 olarak belirlenmiştir. Bütün örneklerde kullanılan 3 adet kültür ile kontrol grubuna göre daha fazla toplam flavonoid meydana gelmiştir.

Antioksidan aktivite analizlerinden **ABTS yöntemi** ile yapılan analiz sonuçlarında farklı karbon kaynakları ilave edilen örneklerde belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır (µM Trolox/ 100g). Glikoz ilaveli örneklerde ortalama değer 62,984 ± 27,629 olurken, en düşük 33,500 ve en yüksek değer 94,687 olarak saptanmıştır. Fruktoz içeren örneklerde ortalama değer 48,109 ± 18,275 olarak, en düşük değer 30,250 ve en yüksek değer 69,062 olarak çıkmıştır. Laktozlu örneklerde ortalama laktik asit değeri 53,078 ± 26,968; minimum değer 29,000 ve maksimum değer 77,812 olarak bulunmuştur. Galaktoz ilaveli örneklerde ortalama laktik asit değeri 52,578 ± 31,691 olurken, en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 27,187 ve 93,750 olarak tespit edilmiştir. Bal içerikli örneklerde ise ortalama laktik asit değeri 62,734 ± 10,838 olarak hesaplanırken; en düşük ve en yüksek değerler, sırasıyla 52,812 ve 75,937 olarak ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda yer alan ortalama, en düşük ve en yüksek değerler ise sırasıyla 46,890 ± 24,295; 27,250; 80,625 olarak belirlenmiştir. Bütün örneklerde kullanılan 3 adet kültür ile kontrol grubuna göre daha yüksek antioksidan aktivite (ABTS) değerlerine ulaşılmıştır.

Antioksidan aktivite analizlerinden **DPPH yöntemi** ile yapılan analiz sonuçlarında farklı karbon kaynakları ilave edilen örneklerde belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır (µM Trolox / 100g). Glikoz ilaveli örneklerde ortalama değer 217,343 ± 58,124 olurken, en düşük 150,000 ve en yüksek değer 291,875 olarak saptanmıştır. Fruktoz içeren örneklerde ortalama değer 314,281 ± 36,584 olarak, en düşük değer 270,870 ve en yüksek değer 352,500 olarak çıkmıştır. Laktozlu örneklerde ortalama laktik asit değeri 314,906 ± 45,533; minimum değer 260,250 ve maksimum değer 357,500 olarak bulunmuştur. Galaktoz ilaveli örneklerde ortalama laktik asit değeri 345,375 ± 18,369 olurken, en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 330,250 ve 370,000 olarak tespit edilmiştir. Bal içerikli örneklerde ise ortalama laktik asit değeri 356,750 ± 16,124 olarak hesaplanırken, en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 338,750 ve 376,875 olarak ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda yer alan ortalama, en düşük ve en yüksek değerler ise sırasıyla 133,655 ± 39,970; 100,250; 190,000 olarak belirlenmiştir. Bütün örneklerde (bal örnekleri hariç, K3 kültürü kontrolden daha düşük değer almıştır) kullanılan 3 adet kültür ile kontrol grubuna göre daha yüksek antioksidan aktivite (DPPH) değerlerine ulaşılmıştır.

Örneklerde **serbest yağ asitleri analizi yapılmıştır ve %oleik asit** cinsiden ifade edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre farklı karbon kaynakları ilave edilen örnekler arasında belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır. Glikoz ilaveli örneklerde ortalama değer 8,650 ± 1,352 olurken, en düşük 6,884 ve en yüksek değer 9,709 olarak saptanmıştır. Fruktoz içeren örneklerde ortalama değer 9,003 ± 1,525 olarak, en düşük değer 7,591 ve en yüksek değer 11,121 olarak çıkmıştır. Laktozlu örneklerde ortalama laktik asit değeri 7,944 ± 1,352; minimum değer 6,884 ve maksimum değer 9,709 olarak bulunmuştur. Galaktoz ilaveli örneklerde ortalama laktik asit değeri 9,663 ± 1,045 olurken, en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 8,820 ve 11,121 olarak tespit edilmiştir. Bal içerikli örneklerde ise ortalama laktik asit değeri 9,635 ± 1,401 olarak hesaplanırken, en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 8,000 ve 11,121 olarak ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda yer alan ortalama, en düşük ve en yüksek değerler ise sırasıyla 8,389 ± 2,080; 5,840; 10,415 olarak belirlenmiştir. Örneklerin çoğunda (glikoz örneklerinde K3 kültürü kontrolden daha düşük değer almıştır; fruktoz örneklerinde K2 kültürü kontrolden daha düşük değer almıştır), kullanılan 3 adet kültür ile kontrol grubuna göre daha yüksek serbest yağ asitleri (% oleik asit) değerlerine ulaşılmıştır.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Örneklerde yapılan istatiksel analizlerin sonucunda, farklı analiz gruplarının (laktik asit analizi, toplam fenol, toplam flavonoid, antioksidan aktivite – ABTS, antioksidan aktivite – DPPH, serbest yağ asitleri - % oleik asit cinsinden) arasında kullanılan farklı karbon kaynakları ve farklı kültürler temelinde pozitif korelasyonlar saptanmıştır.

Kullanılan farklı karbon kaynakları değerlendirildiğinde farklı analiz parametreleri arası anlamlı bağlantılar ortaya çıkmıştır ($p<0,05$ güven aralığında). Glikoz içeren örnekler söz konusu olduğunda, ABTS ve toplam fenol arası ($r= 0,973$), laktik asit ve DPPH arası ($r= 0,988$) pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir. Fruktoz içeren örnekler söz konusu olduğunda toplam fenol ve toplam flavonoidler arası ($r= 0,977$) pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır. Laktoz içeren örnekler söz konusu olduğunda toplam fenol ve DPPH arası ($r= 0,988$) pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir. Galaktoz içeren örnekler söz konusu olduğunda toplam flavonoidler ile ABTS ($r= 0,977$), DPPH ile toplam flavonoidler ($r= 0,990$) ve DPPH ile ABTS ($r= 0,997$) arası pozitif korelasyonlar olduğu ortaya çıkmıştır. Kontrol örnekleri söz konusu olduğunda, ATBS ve toplam flavonoidler arası ($r= 0,951$) pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Kullanılan farklı kültürler değerlendirildiğinde, farklı analiz parametreleri arası anlamlı bağlantılar çıkmıştır ($p<0,05$ güven aralığında). K2 kültürü (*Lactobacillus lactis* SK1 – C29) içeren örnekler söz konusu olduğunda, toplam fenol ve DPPH arası ($r=0,889$) pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir. K3 kültürü (*Lactobacillus mesenterium* KM3 – C114) içeren örnekler söz konusu olduğunda, laktik asit ve DPPH arası ($r= 0,925$) pozitif korelasyon olduğu ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu olan örnekler söz konusu olduğunda DPPH ve toplam fenol arası ($r= 0,868$) pozitif korelasyon olduğu bulunmuştur.

Fermentasyon sonrası laktik asit verilerini inceleyen Alu'datt ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, yağsız süttün fermantasyonu (*L. Acidophulos*) sırasında ilave edilen %2,5 arı sütü sonucu en fazla %1,085 laktik asit elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise temel ortam arı sütü olmakla birlikte, glikoz ilaveli örneklerde en fazla %1,530; fruktoz ilaveli örneklerde %1,440; laktoz ilaveli örneklerde %1,300; galakoz ilaveli örneklerde %1,350; bal ilaveli örneklerde %1,440 olarak laktik asit meydana gelmiştir. Bu sonuçlara göre, arı sütü temelli ürünümüzde laktik asit değerleri %1 in üzerinde olması nedeniyle koruyucu ilave etmeksizin korunabileceği ortaya çıkmıştır. Fermantasyon ile gerçekleşen biyodönüşümde, pH değerlerinde azalışlar ve laktik asit konsantrasyonunda artışlar başka fermente gıdalarda olduğu gibi metabolik yolu izlemiştir (Ahmarani, 2006; Kaškonienė ve ark., 2018; Mărgăoan ve ark., 2020).

Yağsız süte ilave edilen arı sütü ile yapılan bir çalışmada, arı sütünün konsantrasyon artışı, antioksidan aktivitenin yükselişine neden olmuştur (Nabas ve ark., 2014). Bu bilgiler ve bizim projemizde arı sütü temelli bir ortam kullanmış olmamız (ilave karbon kaynakları),

antioksidan aktivite artışlarını açıklamaktadır. Vamanu ve ark., (2010) tarafından yapılan çalışmada, polenin fermantasyonu sırasında prebiotik olarak ilave edilen inulin, rammnoz ve laktoz; oluşan laktik asidin artışına ve antioksidan aktivitenin yükselmesine neden olmuştur. Arı sütü ile bizim kurgumuzda yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır ve kıyaslama yapılamamıştır.

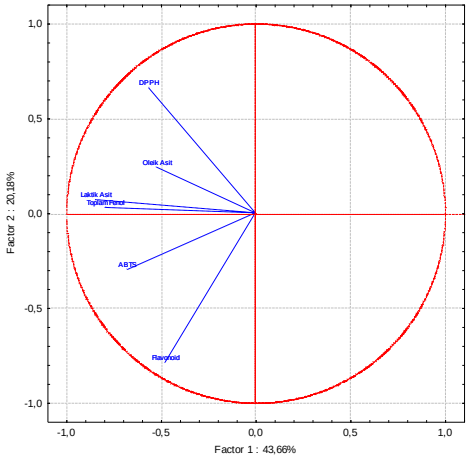
Farklı laktik asit bakterilerinin kullanılmasıyla yapılan çalışmaları karşılaştırdığımızda; Haddadin ve ark., (2012) tarafından fare modellerinde patojenlere karşı etkinliği gözlemlemek adına yapılan bir çalışmada, yağsız sütten fermente ürün üretiminde arı sütü ilave edilmiştir. İnoküle edilen iki bakteri (*L.acidophulos* ve *B.bifidum*) ile en fazla %1,100 laktik asit değerine ulaşılmıştır. Bir başka çalışmada (Atallah, 2016), yoğurt üretiminde süte ilave edilen arı sütü ile maksimum laktik asit değeri %0,8 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada, yoğurt kültürleri dışında *Bifidobacterium augulatum, L.gassei, L.rhamnosus* inoküle edilmiştir. Bizim projemizde arı sütü temelli bir ortam kullanmakla birlikte, kültür kombinasyonları yapılmadan daha yüksek değerlerde laktik asit meydana gelmiştir. Bu farkların kullanılan laktik asit bakteri suşlarına bağlı olduğu görülmüştür. Farklı suşların farklı oranlarda laktik asit oluşumuna neden olduğu birçok çalışmada da vurgulanmıştır (Saarela ve ark., 2002; Frias ve ark., 2016).

Saf arı sütünde toplam fenol değerleri karşılaştırıldığında değerler çok değişkenlik göstermektedir: 23,3 µg/mg (Nagai ve Inoue, 2004), 219 µg/g (Liu ve ark., 2008). Fermantasyon sonrası toplam fenol değerleri; ortamda bulunan hammadde kaynaklarına, kullanılan laktik asit bakteri suşlarına, fermantasyon koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca arı sütünün fenolik profili toplanan bitki çeşitliliğine de bağlıdır (Liu ve ark., 2008). Bizim projemizde kullanılan özgün ortam ve özgün bakteriler de bu hipotezi desteklemektedir.

Fermantasyon sırasında kompleks fenolik bileşikler laktik asit bakterileri tarafından hidrolizlenerek aglikon- küçük fenol molekülleri haline gelmektedirler. Etki değeri daha yüksek olan aglikonlar ürünün antioksidan kapasitesini artırmaktadır. Fermantasyon ile antioksidan aktivitenin artışı da birçok çalışmada kanıtlanmıştır (özellikle *L. plantarum* suşları) (Yamashoji ve Kajimoto, 1980; Nagai ve Inoue, 2004; Frias ve ark., 2016). Ürünlerde antioksidan aktivite artışları, toplam fenol artışlarına paralel olarak değiştiği bildirilmiştir (Nagai ve Inoue, 2004; Čeksteryté ve ark., 2016; Ahmad ve ark., 2020).

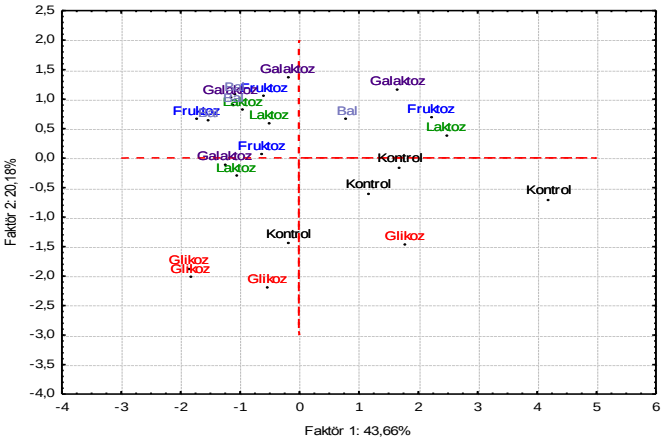
Laktik asit bakterilerinin mono ve oligosakkaritleri metabolize ederek serbest yağ asitlerinin artmasına neden olduğu başka çalışmalarda da ortaya konmuştur (Nyman, 2002; Haddadin ve ark., 2012).

Elde edilen ürünlerde yapılan analiz sonuçlarının verileri temel bileşenler analizi ile değerlendirilmiştir. Analiz sonucuna göre, ilk iki bileşenin toplamı %63,84 olarak hesaplanmıştır. Bu değerin %60 üzerinde olması elde edilen sonuçlarının güvenirliğinin yüksek olduğu göstermektedir. Analiz edilen parametrelerin dağılımı Şekil 19'da verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 2 ana grup elde edilmiştir. Birinci grupta antioksidan aktivite (DPPH), serbest yağ asitleri (oleik asit), laktik asit, toplam fenol (gallik asit) yer almaktadır. İkinci grupta yer alan parametreler, antioksidan aktivite (ABTS) ve toplam flavonoid (kateşin) olup, yatay koordinatın alt tarafında bulunmaktadır. Bütün veriler Şekil 19'da görüldüğü gibi dikey koordinatın sol tarafında yer almaktadır.



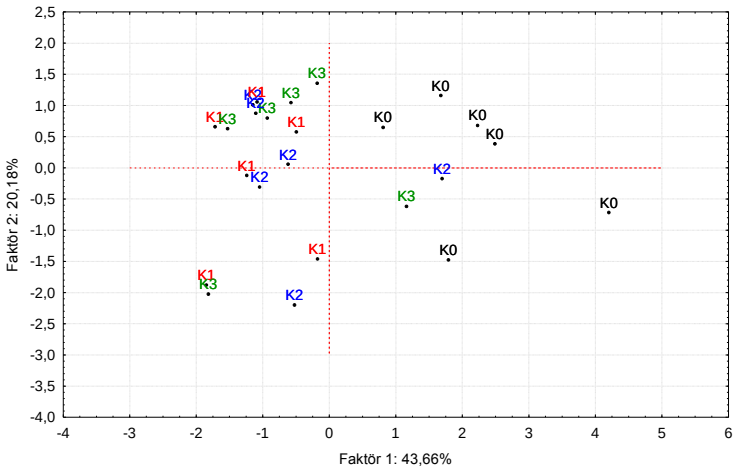
Şekil 19. Temel bileşenler analizi ile **analiz parametrelerin dağılımı** (Değişken faktörler: farklı CHO kaynakları, farklı bakteri türleri)

Şekil 20'de laktik asit fermantasyon aşamasında kullanılan farklı karbon kaynaklarının (glikoz, fruktoz, laktoz, galaktoz, bal) parametreler üzerine etkilerini gösteren dağılım verilmiştir. Örneklerin yerleri değerlendirildiğinde üç farklı grup meydana gelmiştir. Yatay koordinatın sol/alt tarafında yer alan grupta ağırlıklı olarak arı sütüne glikoz ilavesi ile elde edilen ortamı kullanarak gerçekleşen fermantasyonun örnekleri yer almaktadır. İkinci grupta, yatay koordinatın üst tarafında yer alan örnekler, fermantasyon öncesi glikoz dışında ilave edilen diğer CHO kaynaklarını kapsamaktadır. Son grupta ise yatay koordinatın sağ/alt tarafında fermantasyon aşamasında oluşturulan kontrol örnekleri yer almaktadır.



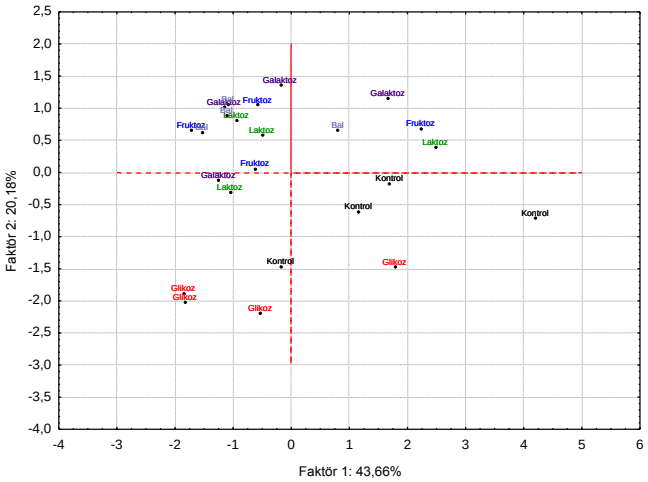
Şekil 20. Temel bileşenler analizi ile **laktik asit fermantasyon aşamasında kullanılan farklı karbon kaynaklarının** (glikoz, fruktoz, laktoz, galaktoz, bal) parametreler üzerine etkilerini gösteren dağılımı

Şekil 21'de ise **laktik asit fermantasyon aşamasında kullanılan farklı laktik asit bakterilerinin** (**K1 kültürü**: *Lactobacillus plantarum* – HLPL3; **K2 kültürü**: Lactobacillus *lactis* SK1 – C29; **K3 kültürü** *Lactobacillus mesenterium* KM3 – C114), **K0-kontrol**) parametreler üzerine etkilerini gösteren dağılım verilmiştir. Örneklerin yerleri değerlendirildiğinde iki farklı grup meydana gelmiştir. Dikey koordinatın sol tarafında yer alan grupta fermantasyon aşamasında kullanılan bakteriler (K1, K2, K3) yer almaktadır. Dikey koordinatın sağ tarafında ise ikinci grup olarak kontrol grubu (K0) örnekleri yer almaktadır.



Şekil 21. Temel bileşenler analizi ile **laktik asit fermantasyon aşamasında kullanılan farklı laktik asit bakterilerinin (K1, K2, K3, K0)** parametreler üzerine etkilerini gösteren dağılımı

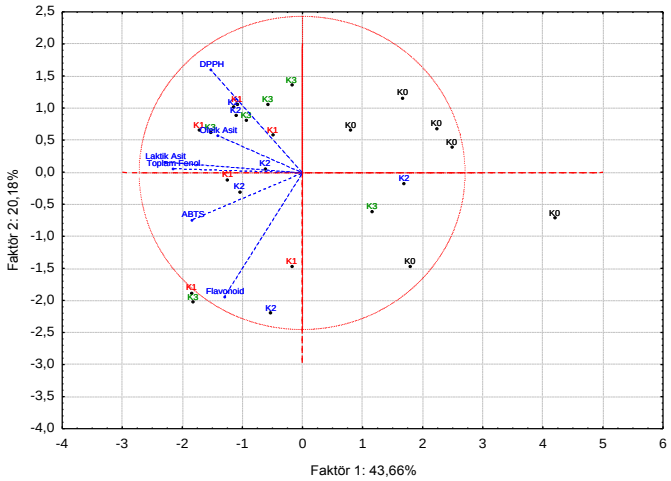
Analiz edilen parametrelerin ve **fermantasyon aşamasında kullanılan farklı karbon kaynaklarının** (glikoz, fruktoz, laktoz, galaktoz, bal) temel bileşenler analizi sonucu ilk iki faktör değeri (%43,66 x %20,18) eşit olduğundan (**Şekil 19. ve Şekil 20.**), sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde (oluşturulan **Şekil 22.**) parametreleri etkileyen karbon kaynakların önemi ortaya çıkmaktadır. Kullanılan farklı CHO kaynakları ile analiz edilen parametreler ağırlıklı olarak dikey koordinatın sol tarafında yer almaktadır. Kontrol grubu örnekleri ise ağırlıklı olarak dikey koordinatın sağ tarafında yer almaktadır. Kontrol grubundan farklı olarak arı sütüne ilave edilen farklı CHO kaynaklarının farklı parametreleri (antioksidan aktivite -DPPH, serbest yağ asitleri -oleik asit, laktik asit, toplam fenol -gallik asit, antioksidan aktivite -ABTS ve toplam flavonoid -kateşin) etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 22. Temel bileşenler analizi ile **analiz parametrelerin dağılımı** ile **laktik asit fermantasyon aşamasında kullanılan farklı karbon kaynaklarının** (glikoz, fruktoz, laktoz, galaktoz, bal) parametreler üzerine etkilerini gösteren dağılımı

Takip edilen parametrelerin ve **laktik asit fermantasyon aşamasında kullanılan farklı laktik asit bakterilerinin** (**K1 kültürü**: *Lactobacillus plantarum* – HLPL3; **K2 kültürü**: *Lactobacillus lactis* SK1 – C29; **K3 kültürü**: *Lactobacillus mesenterium* KM3 – C114), **K0-kontrol**) temel bileşenler analizi sonucu ilk iki faktör değeri (%43,66,79 x %20,18) eşit olduğundan (**Şekil 19. ve Şekil 21.**), sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde (oluşturulan **Şekil 23.**) parametreleri etkileyen laktik asit bakterilerin önemi ortaya çıkmaktadır. Üretim sırasında kullanılan bakterilerin ve analiz edilen parametrelerin tamamı dikey koordinatın sol tarafında

yer almaktadır. Kontrol grubu örnekleri (bakteri içermeyenler) ise dikey koordinatın sağ tarafında yer almaktadır. Kontrol grubundan farklı olarak arı sütüne ilave edilen farklı laktik asit bakterileri (**K1 kültürü**: *Lactobacillus plantarum* – HLPL3; **K2 kültürü** :*Lactobacillus lactis* SK1 – C29; **K3 kültürü** *Lactobacillus mesenterium* KM3), farklı parametreleri (antioksidan aktivite -DPPH, serbest yağ asitleri -oleik asit, laktik asit, toplam fenol - gallik asit, antioksidan aktivite -ABTS ve toplam flavonoid - kateşin) önemli derecede etkilediği ortaya çıkmıştır.



Şekil 23. Temel bileşenler analizi ile **analiz parametrelerinin dağılımı** ve **farklı laktik asit bakterilerinin** (**K1, K2, K3, K0**) parametreler üzerine etkilerini gösteren dağılımı

Tüm verilere baktığımızda, fermente arı sütü ürünlerinde, özgün bakteriler ile inoküle edilenlerin daha yüksek antioksidan aktiviteye ve yüksek oleik asite sahip oldukları saptanmıştır. Karbon kaynakları bakımından ise glikoz ilaveli arı sütü ortamlarında flavonoid miktarlarının artmasıyla beraber laktoz, fruktoz ve galaktoz ile yüksek laktik asit, yüksek toplam fenol ve yüksek antioksidan aktiviteye sahip ürünler elde edilmiştir. Bu çalışma ile arı sütü; katma değeri yüksek, fermente olması nedeniyle kolay saklanabilen, kolay sindirilebilen, kolay emilebilen, düşük şeker içerikli, yüksek antioksidan ve yüksek oleik asit içerikli ürün haline getirilmiştir.

Sonuç olarak, bu projede yeni fonksiyonel özelliklere (düşük şeker içerikli, yüksek antioksidan içerikli, yüksek oleik asit içerikli) sahip biyotransforme ürün elde edilmiştir (koyu sıvı). Arı sütü hammadde halinden çıkarılıp katma değeri yüksek bir ürün haline getirilmiştir. Ayrıca, kullanılan farklı karbon kaynakları (ekonomik yollar ile elde edilebilen) sayesinde pahalı bir hammadde ortamı ekonomik hale getirilmiştir. Arı sütü temelli bir ortamda farklı karbon kaynaklarının ilavesi ile laktik asit konsantrasyonları, toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi değerlerinin optimize edilebileceği ortaya çıkmıştır. Ayrıca, arı sütü temelli bir ortamda farklı özgün laktik asit bakterileri ile de laktik asit konsantrasyonları, toplam fenol miktarları, antioksidan aktivitesi ve serbest yağ asitleri değerlerinin optimize edilebileceği ortaya çıkmıştır. Projede, özgün laktik asit bakterileri kullanılması nedeniyle proje özgün nitelikte olup ve ülkemizde ürünün üretilme potansiyeli oluşturmaktadır. Farklı karbon kaynaklarının (glikoz, fruktoz, laktoz, galaktoz, bal) zengin arı sütü ortamında özgün laktik asit bakterileri ile kullanımı, mevcut metabolik hastalıklarının tedavisinde yeni yaklaşımlara zemin hazırlamıştır.

6. ÖNERİLER

Elde edilen olumlu sonuçlar neticesinde konu ile ilgili çalışma devam etmelidir ve devam etmektedir. Ürünün kullanımına yönelik ürünü toz veya hap haline getirmek, vakum ambalajda sunmak gibi formasyonlar önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Ahmad S., Campos, M. G., Fratini, F., Altaye, S. Z., ve Li, J. (2020). New insights into the biological and pharmaceutical properties of royal jelly. International Journal of Molecular Sciences, 21(2), 382. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.3390/ijms21020382

Ahmarani, J. (2006). Effects of *lactobacillus delbrueckii ssp. Lactis r0187* on soy flour fermentation (Yayımlanmış doktora tezi). McGill University, Montreal.

Alu'datt, M. H., Rababah, T., Obaidat, M. M., Ereifej, K., Alhamad, M. N., Mhaidat, N., & Ayadi, W. (2015). Probiotics in milk as functional food: characterization and nutraceutical properties of extracted phenolics and peptides from fermented skimmed milk inoculated with royal jelly. Journal of Food Safety, 35(4), 509-522. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1111/jfs.12201

Atallah, A. A. (2016). The production of bio-yoghurt with probiotic bacteria, royal jelly and bee pollen grains. J Nutr Food Sci, 6(510), 2. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.4172/2155-9600.1000510

Baur, F. J., & Ensminger, L. G. (1977). The association of official analytical chemists (AOAC). Journal of the American Oil Chemists' Society, 54(4), 171-172. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1007/BF02670789

Bintsis, T. (2018). Lactic acid bacteria: their applications in foods. J Bacteriol Mycol, 6(2), 89-94. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.15406/jbmoa.2018.06.00182

Čeksteryté, V., Kurtinaitienė, B., Venskutonis, P. R., Pukalskas, A., Kazernavičiūtė, R., & Balžekas,. (2016). Evaluation of antioxidant activity and flavonoid composition in differently preserved bee products. Czech Journal of Food Sciences, 34(2), 133-142. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.17221/312/2015-CJFS

Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T. Y., Afrin, S., Gasparrini, M., Reboredo-Rodriguez, P., Manna, P. P., & Battino, M. (2018). Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: A review. Molecules, 23(9), 2322. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.3390/molecules23092322

Durazzo, A., Lucarini, M., Souto, E. B., Cicala, C., Caiazzo, E., Izzo, A. A., ... & Santini, A. (2019). Polyphenols: A concise overview on the chemistry, occurrence, and human health. Phytotherapy Research, 33(9), 2221-2243. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1002/ptr.6419

Filannino, P., Azzi, L., Cavoski, I., Vincentini, O., Rizzello, C. G., Gobbetti, M., & Di Cagno, R. (2013). Exploitation of the health-promoting and sensory properties of organic pomegranate (Punica granatum L.) juice through lactic acid fermentation. International journal of food microbiology, 163(2-3), 184-192. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.03.002

Frias, J., Martinez-Villaluenga, C., ve Peñas, E. (Eds.). (2016). Fermented foods in health and disease prevention. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/B978-0-12-802309-9.00002-9

Haddadin, M. S., Haddadin, J., & Benguiar, R. (2012). The effect of royal jelly on growth and short-chain fatty acid production of probiotic bacteria and activity of bacterial procarcinogenic enzymes in rat faeces. Polish journal of food and nutrition sciences, 62(4), 251-258. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.2478/v10222-012-0058-4

Kaškonienė, V., Adaškevičiūtė, V., Kaškonas, P., Mickienė, R., ve Maruška, A. (2020). Antimicrobial and antioxidant activities of natural and fermented bee pollen. Food Bioscience, 34, 100532. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.fbio.2020.100532

Kaškonienė, V., Katilevičiūtė, A., Kaškonas, P., & Maruška, A. (2018). The impact of solid-state fermentation on bee pollen phenolic compounds and radical scavenging capacity. Chemical Papers, 72(8), 2115-2120. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1007/s11696-018-0417-7

Kumaran, A., ve Karunakaran, R. J. (2007). In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five Phyllanthus species from India. LWT-Food Science and Technology, 40(2), 344-352. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.lwt.2005.09.011

Leroy, F., De Vuyst, L. (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. Trends in Food Science & Technology, 15(2), 67-78. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.tifs.2003.09.004

Liu, J. R., Yang, Y. C., Shi, L. S., ve Peng, C. C. (2008). Antioxidant properties of royal jelly associated with larval age and time of harvest. Journal of agricultural and food chemistry, 56(23), 11447-11452. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/jf802494e

Madeira Junior, J. V., Teixeira, C. B., & Macedo, G. A. (2015). Biotransformation and bioconversion of phenolic compounds obtainment: an overview. Critical reviews in biotechnology, 35(1), 75-81. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.3109/07388551.2013.803020

Mărgăoan, R., Cornea-Cipcigan, M., Topal, E., ve Kösoğlu, M. (2020). Impact of Fermentation Processes on the Bioactive Profile and Health-Promoting Properties of Bee Bread, Mead and Honey Vinegar. Processes, 8(9), 1081. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.3390/pr8091081

Nabas, Z., Haddadin, M. S., Haddadin, J., & Nazer, I. K. (2014). Chemical composition of royal jelly and effects of synbiotic with two different locally isolated probiotic strains on antioxidant activities. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 64(3), 171-180. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.2478/pjfns-2013-0015

Nagai, T., ve Inoue, R. (2004). Preparation and the functional properties of water extract and alkaline extract of royal jelly. Food chemistry, 84(2), 181-186. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/S0308-8146(03)00198-5

Nyman, M. (2002). Fermentation and bulking capacity of indigestible carbohydrates: the case of inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition, 87(S2), S163-S168. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1079/BJN/2002533

Pasupuleti, V. R., Sammugam, L., Ramesh, N., ve Gan, S. H. (2017). Honey, propolis, and royal jelly: a comprehensive review of their biological actions and health benefits. Oxidative medicine and cellular longevity, 2017. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1155/2017/1259510

Ramadan, M. F., ve Al-Ghamdi, A. (2012). Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly: A review. Journal of functional foods, 4(1), 39-52. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.jff.2011.12.007

Randazzo, C. L., Rajendram, R., Caggia, C. (2010). Lactic acid bacteria in table olive fermentation. In Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention, Academic Press, 369-376. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/B978-0-12-374420-3.00041-3

Reddy, G., Altaf, M. D., Naveena, B. J., Venkateshwar, M., & Kumar, E. V. (2008). Amylolytic bacterial lactic acid fermentation—a review. Biotechnology advances, 26(1), 22-34.Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.biotechadv.2007.07.004

Saarela, M., Lähteenmäki, L., Crittenden, R., Salminen, S., ve Mattila-Sandholm, T. (2002). Gut bacteria and health foods—the European perspective. International journal of food microbiology, 78(1-2), 99-117. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/S0168-1605(02)00235-0

Shahidi, F. (2000). Antioxidants in food and food antioxidants. Food/nahrung, 44(3), 158-163. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1002/1521-3803(20000501)44:3<158::AID-FOOD158>3.0.CO;2-L

Uțoiu, E., Matei, F., Toma, A., Diguță, C. F., Ștefan, L. M., Mănoiu, S., ve Oancea, F. (2018). Bee collected pollen with enhanced health benefits, produced by fermentation with a Kombucha consortium. Nutrients, 10(10), 1365. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.3390/nu10101365

Vamanu, E., Vamanu, A., Popa, O., ve Băbeanu, N. (2010). The antioxidant effect of a functional product based on probiotic biomass, pollen and honey. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, 43(1), 331-336. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.3390/nu10101365

Yamashoji, S., ve Kajimoto, G. (1980). Antioxidant effect of Gly-Gly-His on Cu (II)-catalyzed autoxidation and photosensitized oxidation of lipids. Agricultural and Biological Chemistry, 44(11), 2735-2736. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1080/00021369.1980.10864397

Centella asiatica BİTKİ EKSTRAKTININ MİKROGLİA REJENERASYONU VE NÖROBLASTOMA HÜCRE APOPTOZU ÜZERİNE ETKİSİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: EGE BALKIR
BERİL GÜL ÇOPUR

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: YASEMİN BONCUK YAVUZ

İZMİR
2021

Özet

Merkezi Sinir sisteminin koruyucu hücresi olan mikroglia çevresini sürekli izleyerek sıradışı durumlarda formunu değiştirip aktif hale gelir ve göç ederek hasarlı bölgeye ulaşır. Hücresel atıkları, toksik maddeleri, apopitotik hücreleri ve mikropları fagosite eder, salgıladığı sitokin ile koruyucu rol oynar. Beyin dokusunun normal işlevini sürdürmesi ve rejenerasyonuna katkı sağlar. Nöroblastom çocukluk çağında görülen sempatik sinir sisteminin ilkel hücrelerinden köken alan kötü huylu tümördür, çocukluk çağı kanser ölümlerinin yaklaşık %10-15'inden sorumludur. Tüm kanser olgularında olduğu gibi tedavide direnç gelişmesi veya yan etkileri azaltmak amacıyla tamamlayıcı tıbba yönelmeler görülebilir. Özellikle bitkisel ürün kullanımı, fitoterapi en tercih edilen yöntemdir. *Centella asiatica* (gotu kola) bitkisinin içerdiği triterpen saponinler ve flavonoidler ile sinir hücrelerini yenileyici, hafızayı arttırıcı, oksitatif strese ve iltahaba karşı koruyucu etkileri olduğunu bilinmektedir. Kanser hücrelerinde apoptoz yaparak tümör hücrelerini azalttığı gösterilmiştir. Çalışmamızda mikroglia hücre hattı BV-2 ve nöroblastom hücre hattı SH-SY5Y kullanılarak *Centella asiatica* bitkisinin hücrelerin canlılığı, göçü ve apoptoza etkisi araştırılmıştır. Hücreler 96 kuyucuklu plakalara ekilmiş, 24 saat sonra bitkinin ekstraktları farklı konsantrasyonlarda ilave edilmiştir. 72. saatin sonunda MTT reaktifi eklenerek, hücrelerin canlılığı spektrofotometre yardımıyla belirli dalga boylarında ölçülerek değerlendirilmiştir. Hücre göçünün ölçümü *in vitro* çizik tahlili ile belirlenmiş, ayrıca apoptoz saptama kiti kullanılarak akış sitometrisi deneyi yapılmıştır. *Centella asiatica*, canlılık testinde düşük konsantrasyonda mikroglia hücrelerinin canlılığı arttırmış, yüksek dozda ise azaltmıştır. Sağlıklı hücrelerin göçünü tetiklemiş, kanser hücrelerinde ters yönde durdurucu bir etki göstermiştir. Mikroglia hücrelerinde apoptoza bağlı hücre ölümünü azaltmış, nöroblastom hücrelerindeki ölüm oranını artırmıştır. Sonuç olarak bitki yenilenmeyi artırıcı ve kanseri engelleyici bir potansiyele sahip olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Centella asiatica*, nöroblastom, mikroglia, rejenerasyon ve apoptoz.

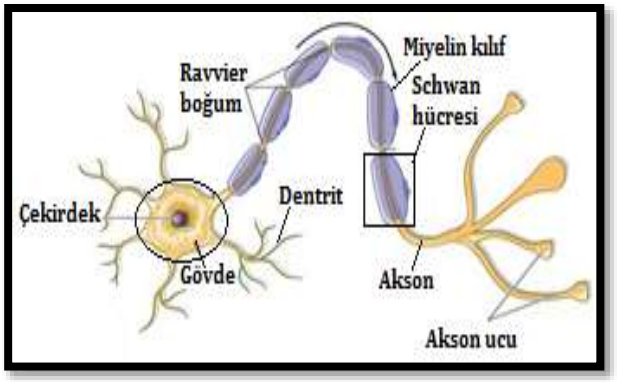
Projenin amacı: Bu projede *Centella asiatica* bitkisi kullanılarak sağlıklı mikroglia hücre hattı BV-2 ve bir kanser türü olan nöroblastom hücre hattı SH-SY5Y üzerinde, hücre canlılık, hücre göçü ve hücre ölümü deneyleri yapılmıştır. Bu sayede *Centella asiatica*'nın, farklı hücre hatlarındaki zıt etkilerinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca *Centella asiatica*'nın apoptotik özelliği ile hasarlı hücreleri öldürürken, rejeneratif özelliği ile kontrollü hücre çoğalmasını gerçekleştirerek rejenerasyonu arttırdığının gösterilmesi amaçlanmıştır.

1. GİRİŞ

1.1. SİNİR SİSTEMİ

Sinir sistemi canlı vücudunda denetleme ve düzenleme görevini yerine getiren, kontrol merkezi olarak görev yapan sistemdir. Canlıların iç ve dış çevrelerinden gelen bilgileri algılayan, bu bilgiyi işleyen, vücut içindeki hücre ağı sayesinde sinyallerin farklı bölgelere iletimini sağlayan, organların ve kasların aktivitelerini düzenleyen bir organ sistemidir. Sinir dokuyu nöron adı verilen sinir hücresi ve glia adı verilen yardımcı hücreler oluşturur. Sinir sisteminin temel işlevsel hücreleri olan nöronlar, Şekil 1'de görüldüğü gibi üç kısımdan oluşur; hücre gövdesi, dentrit ve akson. Hücre gövdesi çekirdek ve diğer organellerden oluşur. Dendritler, hücre gövdesinden çıkan kısa ve ince dallanmış uzantılardır. Diğer nöronlar ile bağlantı halindedir, gelen uyarıları toplar ve hücre gövdesine iletilmesini sağlar (Wikipedia, 2020). Akson, dendrite kıyasla daha kalın uzantılara sahiptir ve aksiyon potansiyeli adı verilen elektriksel uyarıyı hücre gövdesinden diğer sinir hücrelerine iletir (Fizyoloji Ege, 2020).

Sinir hücresi embriyonik dönemde bölünebilme yeteneğine sahipken daha sonra interfazın G0 durgunluk evresine girer ve kendini yenileme yeteneğini sınırlar (Villasenor, 2020). Sinir hücreleri, vücudun diğer hücrelerinden farklı olarak hücre hasarında daha fazla zarar görür (Özpak, 2017).



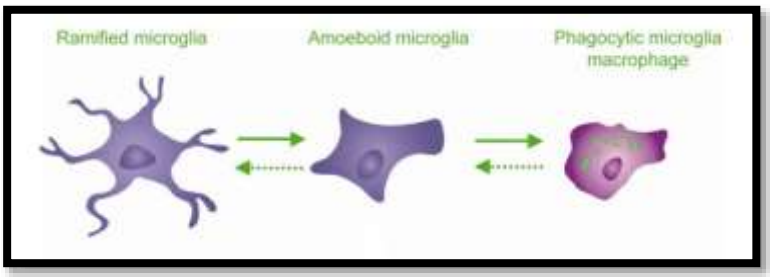
Şekil 1 Nöron Hücresi (Biyoloji Portalı, 2020)

1.2. GLİA HÜCRELERİ

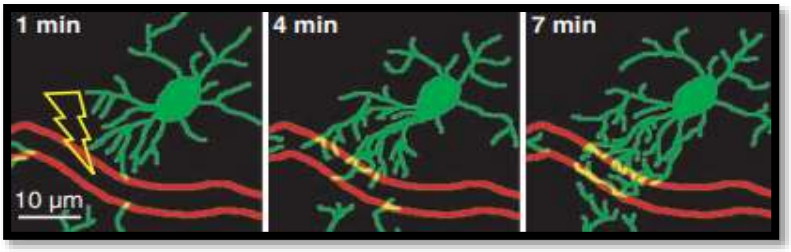
Glia, uyarılma özelliği olmayan, nöronun hücre gövdesi ile aksonları arasında yerleşerek destek görevi gören ve beyindeki atıkları temizleyen hücrelerdir. Merkezi sinir sisteminde iki tip glia hücresi bulunur, makroglia ve mikroglia. Astrosit ve oligodendrosit makroglia hücreleridir. Astrositler, kan-beyin bariyerini oluşturarak beyne zararlı maddelerin geçişini önler. Sinapslarda bulunan nörotransmitterleri endositozla ortadan kaldırır. Nöronlara mekanik destek sağlar, gerekli durumlarda glukoz sağlayabilmek için glikojen depolar. Oligodendrositler aksonlarda miyelin adı verilen lipidten oluşan yapıyı oluşturur (Jung, 2018)

1.2.1. MİKROGLİA

Mikroglia merkezi sinir sisteminin bağışıklıktan sorumlu fagositer hücreleridir. mezodermal hücrelerden köken alır, embriyonik ve fetal gelişim sırasında, kan beyin bariyeri oluşmadan önce merkezi sinir sistemine yerleşir. Ortalama olarak beyin hücrelerinin %10'si mikroglia hücreleridir (Jurga, 2020). Yoğunluğu beyin bölgeleri arasında farklılık gösterir (Czeh, 2011). Mikroglia hücreleri, beyin ve omuriliğin gelişimi, akson büyümesi, sinapsların yeniden modellenmesi gibi fizyolojik görevleri yerine getirir (Chen, 2016). Dinlenme halinde kısa ve yaygın dallanma yapan bir yapıya sahiptir. Yapılan çalışmalar bu dallanmış yapıların, gövde ile ayaksı uzantılar oluşturup, uç kısımlardan uzayıp geri çekilme döngüleriyle sürekli hareket halinde olduğunu göstermiştir. Bu hareketli yapısı ile çevre dokuları tarama şeklinde izleyip küçük değişiklikleri yüzey reseptörleri aracılığı ile incelediği görülmüştür (Nimmerjahn, 2005). Sinir sisteminin hemostazisinin bozulduğu enfeksiyon, travma, iskemi, anormal sinirsel uyarı, nörotoksin gibi tehdit durumlarında mikroglia hücreleri hızlıca dinlenme halinden, aktive hale geçer ve Şekil 2'de görüldüğü gibi morfolojik olarak değişir. İnce, küçük çubuk biçimindeki dallanmış yapıları, amoeboid şekle dönüşür. Amoeboid yapı, hasarlanan veya istila edilen bölgelere doğru göçü kolaylaştırır. Bu göç çok kısa sürede gerçekleşir. Şekil 3 laser (sarı) ile hasarlanan kan damarlarına (kımızı) mikroglianın (yeşil) dakikalar içinde göç edebildiği görülmektedir. Hasarlı bölgeye gelen mikroglia burada çoğalıp immün yanıtı başlatır, mikrop, hasarlı hücre ve doku kalıntılarını fagosite eder. Fagositoz ve antijen sunumu ile beyin dokusunun rejenerasyonunu sağlar.



Şekil 2 İstirahat halindeki dallanmış mikroglianın, aktive amoeboid şekle dönüşmesi (Krabbe, 2011)



Şekil 3 Hasarlanan bölgelere mikroglianın göçü (Nimmerjahn, 2005)

1.3. REJENERASYON

Rejenerasyon, vücuttaki herhangi organ, doku veya hücrede oluşan hasar sonrası yenilenme ve onarım mekanizmasıdır. Bu mekanizma, kaybın giderilmesi yönündedir. Mikroglia hücreleri, iskemi, travma veya Alzheimer hastalığı gibi çeşitli beyin hasarlarında önemli rol oynayan, yaralanmaya tepkiyi ve onarımı etkileyen kritik hücrelerdir. Hasarlı bölgeye hızla göç eder ve çoğalma ile hasarlı bölgeyi sınırlar, sağlam dokuyu korur. Sitokinlerin, kemokinlerin ve diğer çözülebilir mediyatörlerin salınımı sağlar, bu salınım başarılı onarım için ilk adımdır ve rejenerasyona elverişli bir ortamın yaratılmasına katkıda bulunur. Fagositoz ile hasarlı hücrelerin çıkarılması, apoptoz ile fazla aksonların ortadan kaldırılması, miyelin kılıfın restorasyonu, nöroaksonal büyüme ve nörgenezi teşvik ederek fonksiyonel bir nöronal ortamın kurulmasını indükler (Chez, 2011; Chen, 2016).

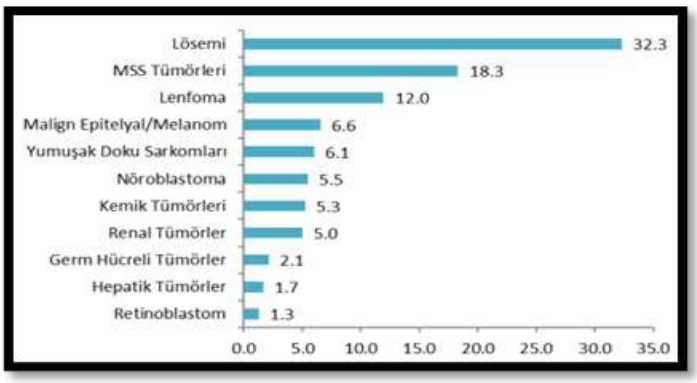
1.4. APOPTOZ/ PROGRAMLANMIŞ HÜCRE ÖLÜMÜ

Gelişmiş organizmalarda hücre ölümü nekroz ve apoptoz adı verilen iki farklı mekanizma ile gerçekleşir. Nekroz istenmeyen hücre ölümüdür, doku ve dokuyu oluşturan hücrelerde meydana gelir, patolojiktir, iltihap oluşturur. Apoptoz ise genetik materyal tarafından ne zaman gerçekleşeceği belli olan, istenen, programlanmış hücre ölümüdür. Doğal olarak meydana gelen bu süreçte fonksiyonları bozulan, gereksinim duyulmayan hücreler, çevresine zarar vermeden ve iltihap oluşturmadan ortadan kaldırılır. Programlanmış hücre ölümünü baskılayan ya da arttıran çok sayıda gen vardır. Çevreden gelen sinyaller veya ilişkili genlerin aktivasyonu ile apoptoz başlar. Bir dizi etkileşim sonucu hücrede mitokondriyal hasar, çekirdek zarında kırılma, DNA parçalanması, kromatin yoğunlaşması gibi değişiklikler meydana gelir. Hacimleri azalır, hücreler küçülür ve bağlanma bölgelerinden ayrılır, apopitotik cisimcikler oluşur (Evrim Ağacı, 2021) Bu cisimcikler çevredeki mikroglialar tarafından fagosite edilir. Apoptozun çok hızlı gerçekleşmesi fazla hücre ölümüne yol açıp küçülmelere yol açarken yavaşlaması istenmeyen hücrelerin bazı bölgelerde birikerek kanser oluşmasına sebep olur.

1.5. NÖROBLASTOMA

Kanser bir organ ya da dokudaki hücrelerin düzensiz bölünüp çoğalmasıyla oluşan kitlenin etrafına veya diğer organlara yayılarak oluşturduğu hastalıktır. Erişkinlerde sık olmakla birlikte çocukluklarda da görülür. Nöroblastom sempatik sinir sisteminin kontrolden çıkmış ilkel hücrelerinden köken alan kötü huylu bir tümördür. Böbreküstü bezi ve omurganın her iki tarafında bulunan sinir ağlarındaki turunkus sempatikus başta olmak sempatik sinir sistemi dokularının bulunduğu boyun, göğüs, karın veya pelvis bölgesinde kitle şeklinde ortaya çıkabilir. Embriyonel yani olgunlaşmamış hücrelerden oluşan tümörler oldukları için özellikle küçük çocuklarda rastlanır. En sık görülen ekstrakraniyal solid tümördür. Çocukluk çağı kanser ölümlerinin yaklaşık %10-15'inden sorumludur (Wang, 2017). Görülme sıklığı 7000 canlı doğumda 1, yaygınlığı 15 yaş altı çocuklarda yıllık milyonda 10,54'tür (Karnak, 2016).

Amerika Birleşik Devletlerin'de her yıl yaklaşık 650 yeni nöroblastom vakası teşhis edilmektedir. Bu vakaların %90'ı 5 yaşına kadar teşhis edilir. Ortalama teşhis yaşı 19 aydır. Ülkemizde 0-14 yaş arasındaki çocuklarda görülen kanser çeşitleri Şekil 4'te görülmektedir. Buna göre nöroblastoma görülme oranı %5,5'dir (Çatmataş ve ark. 2018).



Şekil 4 0-14 yaş grubundaki çocuklarda görülen kanserlerin yüzde dağılımları, 2016 yılı verileri (Hsgm Sağlık, 2016)

Hastalar klinik, patolojik durumları ve genetik faktörlere göre düşük, orta ve yüksek riskli gruplara ayrılır ve güncel terapi yönergelerinin belirlediği tedavi yöntemleri ile izlenir. Düşük ve orta risk grubunda agresif tedaviden kaçınmak ve kemoterapiye bağlı toksisiteyi azaltmak ana hedeftir. Düşük risk grubunda hayatta kalma oranı %90'a kadar çıkmaktadır. Hastaların yaklaşık %70'inde tanı sonrası metastaz görülebilir ve bu gruptaki hastalar yüksek risk grubuna dönüşmektedir. Yüksek riskli nöroblastoma hastalarının tahmini 5 yıllık sağkalım oranı %40-50 arasındadır. Ancak bu hastalığın nüks etmesiyle ve bu oran %20'ye kadar düşebilir.

Tedavide tümörün tamamen çıkarılması ve tümörden doku örneği alınabilmesidir için cerrahi operasyon yapılır. Kemoterapide hücre bölünmesini engelleyen, hücre ölmesini sağlayan ilaçlar kullanılır. Radyoterapi, otolog kök hücre nakli, antikorlar ile immünoterapi diğer tedavi yöntemleridir (Çatmataş, 2018)

1.6. FİTOTERAPİ

Kanser tedavilerinde başarı yeni çıkan ilaçlar sayesinde artmak ve yaşam sürelerini uzamaktadır. Buna rağmen her zaman kemoterapiye yanıt alınmayabilir. Bunun nedeni sitotoksik ilaçlara karşı oluşan dirençtir. Nöroblastoma tedavisinde de benzer sorunlarla karşılaşılabilir (Wang, 2017). Bu durum özellikle yüksek risk grubundaki hastalarda önemlidir ve yeni tedavi yaklaşımlarına ihtiyacı arttırır. Ayrıca tıbbi tedavinin yetmeyeceği endişesi ve yan etkilerin azaltılması amacıyla da tamamlayıcı tedavi yöntemleri kullanılabilir. Avrupa ülkeleri içinde yapılan bir çalışmada kanser hastaları arasında tamamlayıcı ve alternatif tıp kullanım oranları %14,8-73,1 oranında değiştiği ve ortalamanın %35,9 olduğu bildirilmiştir. Ülkemizde yapılan bir literatür taramasında ise oran %22-84 arasında değiştiği ve ortalama %46,2 olduğu bildirilmiştir. En sık başvurulan tamamlayıcı yöntem bitkisel ürünler yani fitoterapi olmuştur (Karakoç, 2020). Bitkilerin hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde kullanılması insanlık tarihi ile başlar. Günümüzde ise Farmakognozi bilimi altında çalışmalar yürütülür. Birçok bitki çoğalmayı, uzak organlara yayılmayı, yeni damar oluşumunu önleyici özellikleri ve hücre ölümünü arttırıcı özellikleri nedeniyle kansere karşı kullanılmıştır (Luo, 2019). *Centella asiatica* bitkisi de bu bitkilerden biridir.

Centella asiatica (GOTU KOLA)

Dünyanın sıcak bölgelerinde yetişen ve suyu seven bir bitkidir. Farmakolojik aktivitesinden sorumlu olan ana kimyasal bileşenleri, Triterpen saponinler, alkaloidler, glikozitler ve flavonoidlerdir. Triterpen saponinler, en bol bulunan kimyasal bileşiğidir. Bunlar madekasik asit, asiatik asit, madasiatik asit ve asiatikosidtir. Sinir hücrelerini koruyucu, yenileyici, hafızayı arttırıcı, yara iyileştirici, antioksitatif, antidiyabetik, antiinflamatuar ve antikanser etkileri vardır (Sabaragamuwa, 2018). Egzema, atopik dermatit, cilt hastalıklarını iyileştirici etkisi nedeniyle piyasada değişik krem formları da bulunmaktadır. Şekil 5-A'da *C. asiatica* bitkisi ve Şekil 5-B'de krem formu görülmektedir. *C. asiatica* özütünün kanser araştırmalarında çalışılmasıyla tümör gelişiminin gerilediği ve yaşam süresinin uzadığı tespit edilmiştir. Daha sonraları yapılan araştırmalarda çeşitli kanser hücreleri ile çalışılmış ve

C.asiatica'nın apoptoz yaparak tümör hücrelerini azalttığı gösterilmiştir (Hussın, 2014; Sakorsinsiri 2018; Liu 2020).



Şekil 5 *Centella asiatica* bitkisi (Chiroma, 2017) ve kremi (Chinese Medicine, 2021)

2. YÖNTEM

2.1. KULLANILAN MATERYAL VE KİMYASALLAR

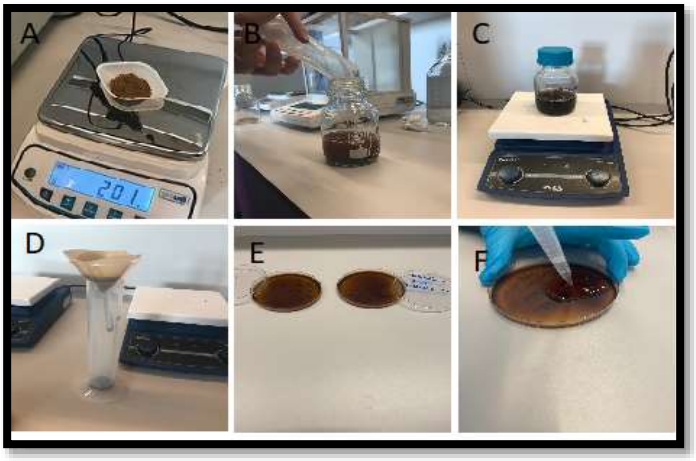
Laminar cabinet (Thermo Scientific MSC Advantage), PBS, DMEMF 12, MeOH, Tripsin %0.25 EDTA, hassas terazi (Sartorius GE512-0CE), Masaüstü santrifüj (Thermo Fisher), DMSO(Dimetil sülfoksit), sıvı azot hücre saklama tankı (Thermo Cryoplus 2), DMEM(Deagle's Modified Eagle Medium, %10FBS), cyrstal violet, Saf su, CO_2 inkübatörü (Thermo Scientific Steri Cycle), hücre kültürü petri tabağı (Corning), mikroplaka okuyucu (Thermo Varioskan® Flash), FBS (Fetal Bovine Serum), FITC Annexin V Apoptosis Detection Kit with 7-ADD, su banyosu (Nüve NB9), H_2O_2 (hidrojen peroksit), analitik terazi (Sartorius GC1603 S-0CE), sallamalı karıştırıcı (Labnet) ve MTT (5mg/mL steril PBS içinde) kullanılmıştır.

2.2. BİTKİ MATERYALLERİN ELDE EDİLMESİ

Gotu kola (*Centella asiatica)* bitkisinin toz hali ticari bir şekilde (Sepenatural, Türkiye) temin edilmiştir.

2.3. BİTKİ EKSTRAKTLARININ HAZIRLANMASI

Centella asiatica bitkisi toz halde temin edilmiştir. Toz halinde temin edilmiş olan bitki Şekil 6-A'da görüldüğü gibi 2 gram tartılmış ve Şekil 6-B'de görüldüğü gibi 100 mL saf su ile kapalı besi yeri şişelerine aktarılmıştır. Bu şişeler Şekil 6-C'de görüldüğü gibi oda sıcaklığında 2 gün boyunca manyetik karıştırıcı yardımıyla sürekli karıştırılarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon işleminden sonra elde edilen süspanse karışım Şekil 6-D de görüldüğü gibi oda koşullarında filtre kağıtlarından geçirilmiş ve karışımın pellet kısmı uzaklaştırılmıştır. Bu sayede filtratlar elde edilmiştir. Bitkiden elde edilen filtratlar steril petri kaplarına her kaba 30 mL olacak şekilde ikiye bölünmüştür. Petri kapları ağzı açık bir şekilde Şekil 6-E'de görüldüğü gibi çözgen maddesinin uçması için oda sıcaklığında 3 gün bekletilmiştir. Petri kaplarında oluşan kuru madde Şekil 6-F'de görüldüğü gibi DMSO çözgen maddesi ile çözülmüştür. (0,5598g kuru madde, 5,598 mL çözgen madde (DMSO)). Elde edilen çözeltiden 100 mg/mL deneyde kullanılmıştır. Kalanı ise gelecek çalışmalarda kullanılmak üzere +4 °C buzdolabında saklanmıştır.



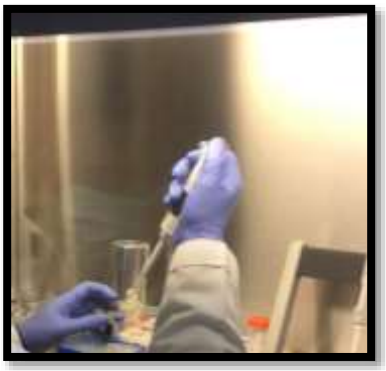
Şekil 6 Bitki ekstraktlarının hazırlanması

2.4. HÜCRE KÜLTÜRÜ

Mikroglia hücre hattı BV-2 ve nöroblastom hücre hattı olan SH-SY5Y İzmir Biyotıp ve Genom Merkezi'nden (İBG) temin edilmiştir. Sağlıklı mikroglia hücreleri, sinir sistemini oluşturan hücrelerden biri olduğu için seçilmiştir.

2 hücre hattı da sıvı nitrojen stoklarından (–130°C) çıkarılmıştır. Bu hatlar, zaman kaybetmeden su banyosuna aktarılmış (37°C) ve yarı buzlu halde olan hücreler, hücre ortamına dökülmüştür (DMEM+ %10 FBS+ %1 penisilin-streptomisin, 9 mL). Bu işlemlerden sonra 1500 rpm ayarı ile 5 dakika santrifüj edilmiş ve bu sayede süpernatantı atılmıştır. 5 mL hücre ortamı eklenmiş ve T-25'lik flasklarda inkubasyonları gerçekleştirilmiştir (%5 CO_2, 37°C).

Aspiratör ile hücrelerin üst fazdaki ortamı çekilmiştir. Bu işlemden sonra Şekil 7'de görüldüğü gibi hücrelere 1 mL Tripsin-EDTA eklenmiş ve 1 – 2 dakika boyunca hücrelerin kalkması beklenmiştir. Mikroglia hücrelerine 5 mL DMEM eklenmiştir ve toplam karışım 6 mL'ye tamamlanmıştır. 8 mL DMEMF 12 içeren yeni bir flaska, hücre ortamlarından 2 mL alınmış ve 1/3 oranında pasajlanmıştır. Hücreler, steril PBS (Phosphate buffer saline) ile 2 kere yıkanmıştır. Yıkanmış hücreler 2. pasajlama işlemi deneylerinde kullanılmıştır. MTT'de kullanmak üzere hemosimetre ile hücre sayımı yapılmıştır.



Şekil 7 Hücre kültürü çalışması

2.5. HÜCRE CANLILIK TESTİ (MTT TAYİNİ)

Hücredeki sitotoksik etkinin saptanması için MTT tayini kullanılır. Rengi sarı olan MTT (3-(4,5-dimetiltiazol-2-yl)-2,5-difeniltetrazolyum bromit, tetrazol) reaktifi, hücrelerin mitokondrilerinde mor formazana indirgenir. İndirgenmenin gerçekleşebilmesi için mitokondrial redüktaz enzimlerinin aktif olması gerekir. Bu enzimler sadece canlı hücrelerde olduğu için gerçekleşen renk değişimi canlı olan hücrelerin sayısı ile doğru orantılıdır. Renkli solüsyon, spektrofotometre yardımıyla belirli dalgaboylarında (570 nm ve 720 nm) ölçülür (Provost,

1998). Aşağıda verilen denklem ile de absorbans değeri üzerinden hücrelerin canlılık oranı bulunabilir. Yalnızca ilaçların canlılık oranına etkisini inceleyebilmek için dimetil sülfoksit (DMSO) etkisi göz önüne alınmamıştır.

$$\frac{100 * |Örnek|}{|DMSO|} = \%\ Canlılık$$

Şekil 8'de görüldüğü gibi 96 kuyucuklu plakalara 1000 hücre ekilmiştir. Ekimden 24 saat sonrasında farklı konsantrasyonlarda olacak şekilde bitki ekstreleri ilave edilmiştir. MTT deneyi, ekstrelerin ilave edilmesinden 72 saat sonra gerçekleştirilmiştir.

Tayin için gerekli olan 50 mg MTT reaktifi tartıldıktan sonra 10 mL steril PBS eklenmiştir. Konsantrasyon 5 mg/mL olacak şekilde ayarlamalar yapılmıştır. Bitki ekstrelerinin ilave edilmesinden sonra hazırlanmış olan 5 mg/mL konsantrasyona sahip 15 µL MTT reaktifi 100 µL besi ortamına eklenmiştir. Hücreler, 4 saat boyunca inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır (37°C, %5 CO_2). 4 saat sonrasında MTT ortamını uzaklaştırmak için üst faz çekilmiştir. 100 µL DMSO, formazan kristallerini çözmek için eklenmiştir. Plakalar alüminyum folyo ile sarılmış ve 30 dakika boyunca düşük hızda karıştırılmıştır. Spektrofotometre yardımıyla, 570 ve 720 nm dalgaboylarında örneklerin absorbans değerleri ölçülmüştür. MTT tayini için yapılan tüm işlemler karanlık ortamda yapılmıştır.

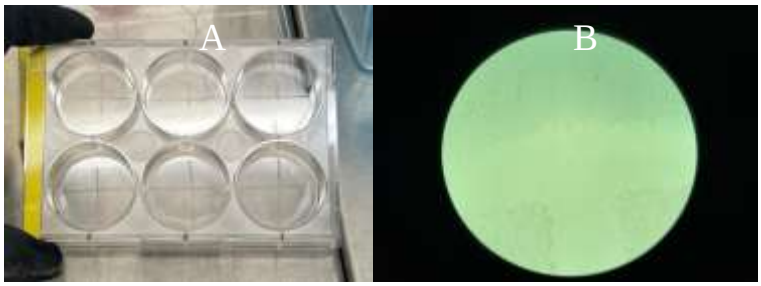


Şekil 8 MTT Deneyi

2.6. HÜCRE GÖÇÜNÜN İNCELENMESİ (IN VİTRO ÇİZİK TAHLİLİ)

In vitro çizik tahlili, hücre göçünün ölçümü için geliştirilen ekonomik ve kolay bir yöntemdir. Bu yöntemin avantajlarından biri de *in vivo* koşullarda olan hücre göçünün taklidini *in vitro* koşullarda gerçekleştirebilmesidir. Bu yöntem, çoğunlukla tek katmanlı hücre topluluğuna yapay bir "çizik" atılmasıyla başlar. Çizik kenarındaki hücreler, çizik yüzünden oluşan boşluğu kapatmak adına çiziğe doğru ilerler. Böylece hücreler arası yeni bağlar kurmaya çalışırlar. *In vitro* çizik tahlili de hücrelerin hareketiyle beraber kapanan çiziği inceler (Liang, 2007).

Bu deneyde 6 kuyucuklu plakaya, her kuyucukta toplam 250.000 hücre olacak şekilde ekim yapıldı. Bu işlemden 24 saat sonra 200 µL'lik pipet ucu ile Şekil 9-A'de görüldüğü gibi hücrelerde çizikler oluşturuldu. Kontrol grubu dışındaki tüm hücrelere gerekli ilaçlar eklendi. Son işlem olarak, ilaç dökülen hücrelerin Şekil 9-B'de görüldüğü gibi 0. ve 24. saatlerde görüntüleri mikroskop ile incelendi.



Şekil 9 Çizik Deneyi

2.7. APOPTOZ DENEYİ

BV-2 ve SH-SY5Y hücreleri Şekil 10-A'da görüldüğü gibi 6 kuyulu plaklara, vial başına 500.000 hücre olacak şekilde ekildi. 24 saat sonra gotu kola ilacı belirlenen dozda hücrelere ilave edildi. Kontrol için hücrelere aynı miktarda DMSO verildi. Yetmiş iki saat sonra üst fazlar ve tripsinize edilmiş hücreler toplandı. Hücreler yıkandı. Daha sonra hücreler, Şekil 10-B'de görülen Annexin V Apoptoz Saptama Kiti (BioLegend, San Diego, CA, ABD) kullanılarak 7-AAD ve Annexin V- FITC ile boyandı. Akış sitometrisi deneyi, Şekil 10-C'de görülen BD Fortessa cihazı kullanılarak gerçekleştirildi ve veriler FlowJo 8.8.6 yazılımı (Tree Star Inc., Ashland, OR, ABD) ile analiz edildi. Deneyde pozitif kontrol olarak apoptoz indükleyici hidrojen peroksit (H_2O_2) ile muamele edilmiş hücreler kullanıldı.



Şekil 10 Apoptoz Deneyi

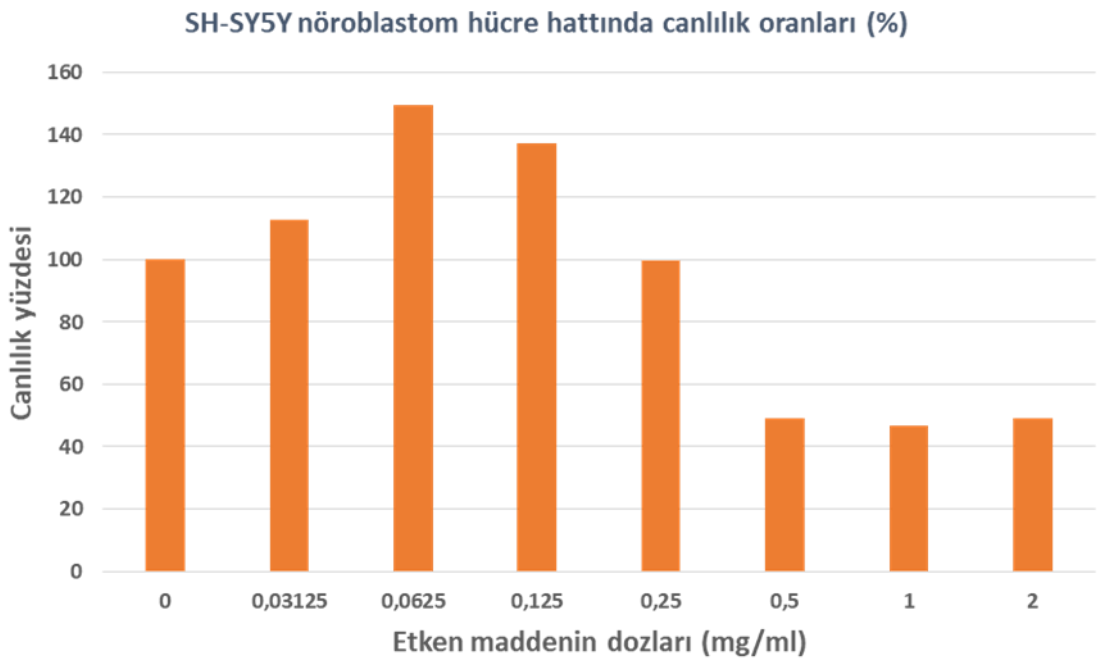
3. İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

	AYLAR							
İşin Tanımı	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X			
Laboratuvar Çalışması			X	X	X	X		
Verilerin Toplanması ve Analiz					X	X		
Proje Raporu			X	X	X	X	X	X

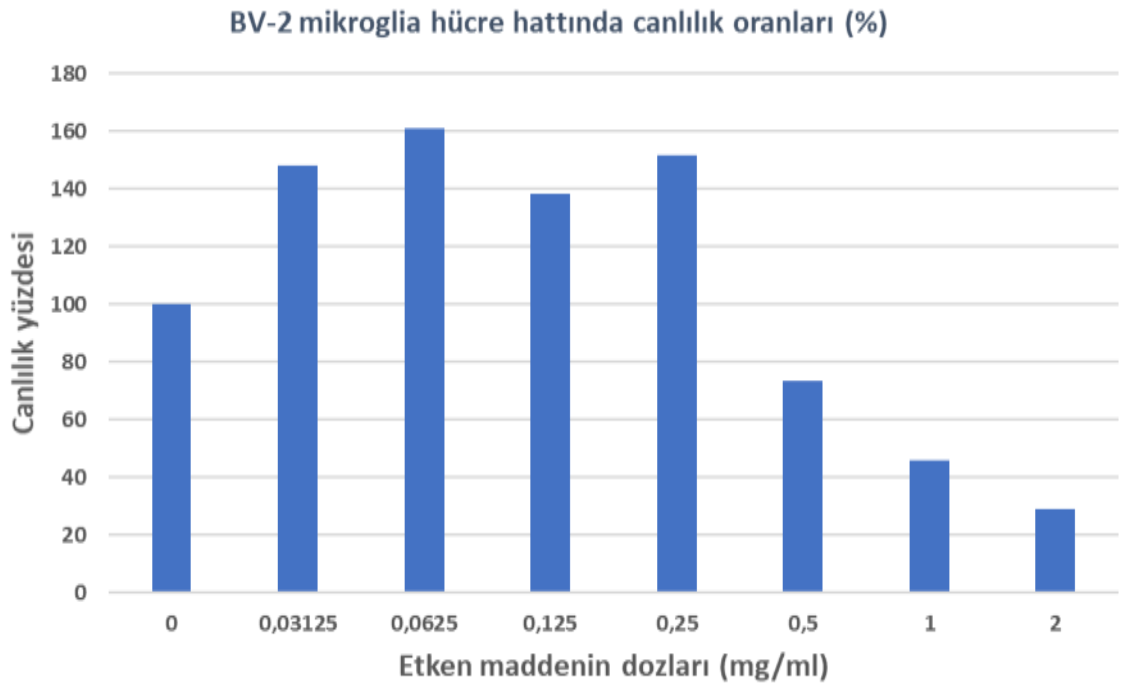
4. BULGULAR

4.1. MİKROGLİA ve NÖROBLASTOM HÜCRELERİ ile YAPILAN MTT TAYİNİ

Literatürde az çalışılmış olan *Centella asiatica* bitkisinden elde edilmiş kuru maddelerden oluşturulmuş, DMSO'da çözülmüş ilaçlar, farklı konsantrasyonlarda BV-2 ve SH-SY5Y hücre hatlarına verilip 72 saat inkübe edildi. Ardından ilaç uygulanmış hücrelerin MTT testi ile canlılık oranları saptandı. Yapılan ilk MTT testinden elde edilen sonuçlara göre hücre hatlarında farklı deneyler yapılmıştır.



Çizelge 1 SH-SY5Y nöroblastom hücre hattının *Centella asiatica* ekstaktlarının farklı konsantrasyonla



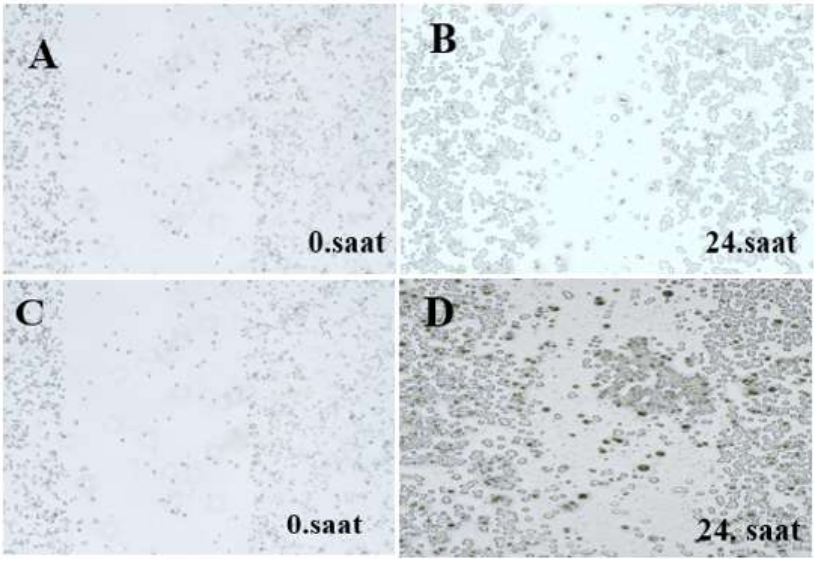
Çizelge 2 BV-2 mikroglia hücre hattının *Centella asiatica* ekstraklarınnı farlı konsantrasyonlarındaki canlılık oranı

Çizelge 1 ve 2'ye göre *Centella asiatica*'nın 0.03125 mg/mL konsantrasyonda canlılık oranları SH-SY5Y hücre hatlarında %112.5, BV-2 hücre hatlarında %147.91; 0.0625 mg/mL konsantrasyonda SH-SY5Y hücre hatlarında %149.37, BV-2 hücre hatlarında %160.98; 0.125 mg/mL konsantrasyonda SH-SY5Y hücre hattında %137.05, BV-2 hücre hattında %138.15; 0.25 mg/mL konsantrasyonda SH-SY5Y hücre hattında %99.87, BV-2 hücre hattında

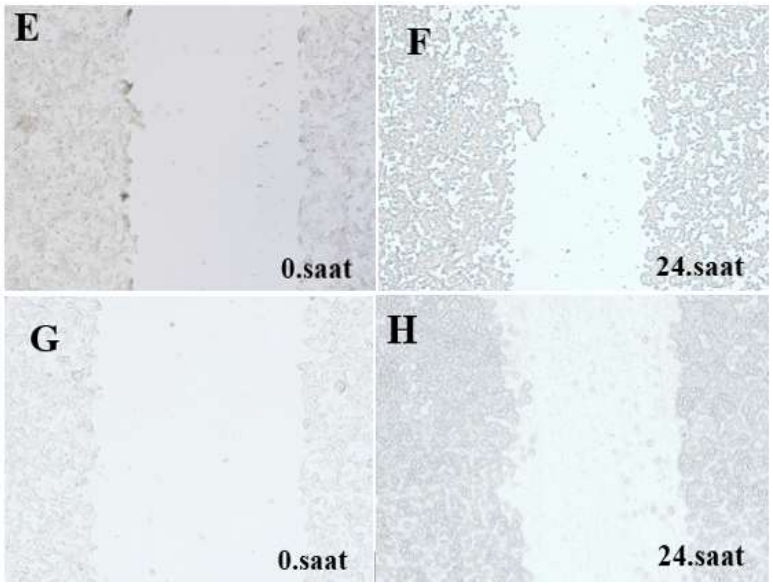
%151.83; 0.5 mg/mL konsantrasyonda SH-SY5Y hücre hattında %48.95, BV-2 hücre hattında %73.52; 1 mg/mL konsantrasyonda SH-SY5Y hücre hattında %46.74, BV-2 hücre hattında %45.99; 2 mg/mL konsantrasyonda SH-SY5Y hücre hattında %48.95, BV-2 hücre hattında %28.92 olduğu tespit edilmiştir.

4.2. ÇİZİK DENEYİ

Centella asiatica ekstraktının, BV-2 hücre hattında hücre canlılıklarına ve rejenerasyonuna çok etki ettiği, SH-SY5Y hücre hattında ise hücre göçünü azalttığı gözlemlenmiştir. BV-2 ve SH-SY5Y hücre hatlarına *Centella asiatica* ekstraktı verildikten sonra 200µL'lik pipet ucuyla çizik atıldı. Hücrelere çizik atıldıktan hemen sonra (0. saat) ve bundan 24 saat sonra elde edilen sonuçların fotoğrafları çekildi.



Şekil 11 BV-2 hücre hattı çizik deneyi sonuçları. (A-B, DMSO ile denenmiş kontrol grubu, C-D madde ile denenmiş grup)



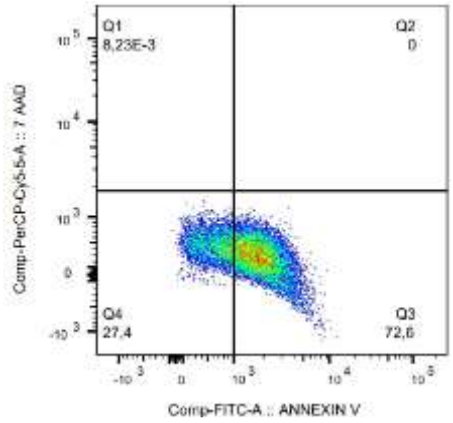
Şekil 12 SH-SY5Y hücre hattı çizik deneyi sonuçları. (E-F, DMSO ile denenmiş kontrol grubu, G-H madde ile denenmiş grup)

Şekil 11-A ve B'de BV-2 hücre hattının DMSO bulunan kontrol grubunda kısmi kapanma görülürken, madde eklenmiş Şekil 11-C ve D'de 24 saatte yaranın kapandığı görülmüştür. SH-SY5Y hücre hattında yapılan çizik deneyinde ise DMSO ile yapılan Şekil 12-E, F ve madde eklenmiş Şekil 12-G, H'de görüldüğü gibi hücre göçünün engellendiği ve yara kapanmasının önlendiği görülmüştür.

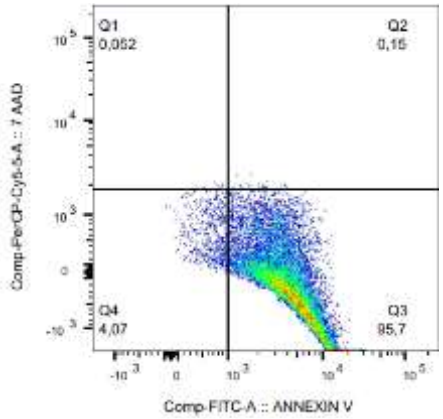
4.3. APOPTOZ DENEYİ

Erken apoptozu indükliyen AnnexinV-FITC boyasının, SH-SY5Y ve BV-2 hücrelerine eklenmesiyle yapılan ölçümler sonucunda apoptoz yüzdesindeki değişimler görülmektedir. Aşağıda verilen grafiklerde AnnexinV-FITC sonucunda apoptozun indüklenme oranı x ekseninde belirtilmiştir. Grafiklerdeki Q1 ile gösterilen sol üst bölge apoptoz dışında olan hücre ölümlerinin oranını göstermektedir. Q2 ile gösterilen sağ üst kare geç apoptoz sonucu oluşan hücre ölümlerinin oranını göstermektedir. Q3 ile gösterilen sağ alt bölge AnnexinV-FITC tarafından erken apoptoz sonucu oluşan hücre ölümlerinin oranını göstermektedir. Q4 ile gösterilen sol alt bölge ise canlı hücrelerin oranını göstermektedir.

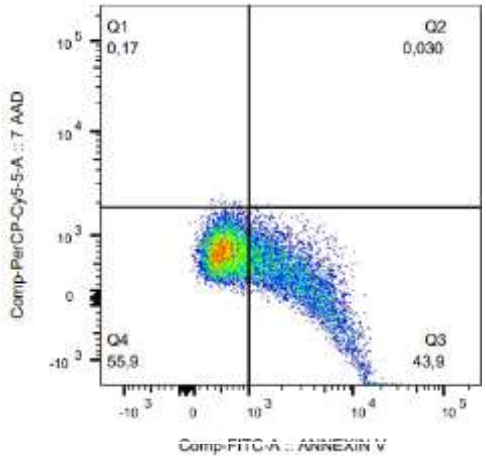
Şekil 13, 14 ve 15'te yer alan oranlar BV-2 hücrelerinin akım sitometrisindeki apoptoz deneyi sonucunda oluşan oranları ifade etmektedir. Çizelge 4'deki örneklerin yüzdeleri, üçlü gruplarının apoptoz sonuçlarının ortalaması alınarak elde edilmiştir. 1. sütun Kontrol Grubunu, 2. sütun *Centella asiatica* ekstraktının grubunu ve 3. sütun Pozitif Kontrol (PC) grubunu göstermektedir.



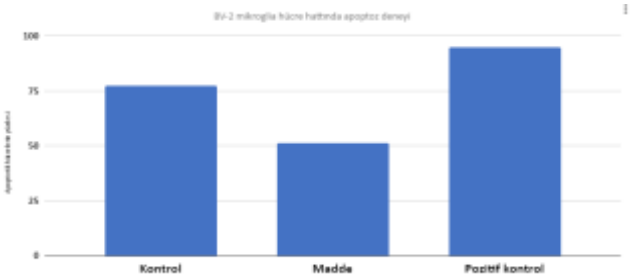
Şekil 13 AnnexinV-FITC boyası eklenmiş BV-2 hücrelerinin Kontrol Grubu'ndaki akım sitometrisine göre apoptoz oranı



Şekil 14 AnnexinV-FITC boyası eklenmiş olan Pozitif Kontrol Grubu hücrelerinin akım sitometrisindeki apoptoz oranı

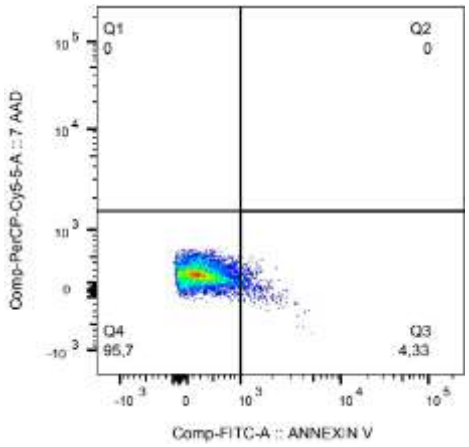


Şekil 15 AnnexinV-FITC boyası eklenmiş *Centella asiatica* ekstraktı grubu BV-2 hücrelerindeki akım sitometrisindeki apoptoz

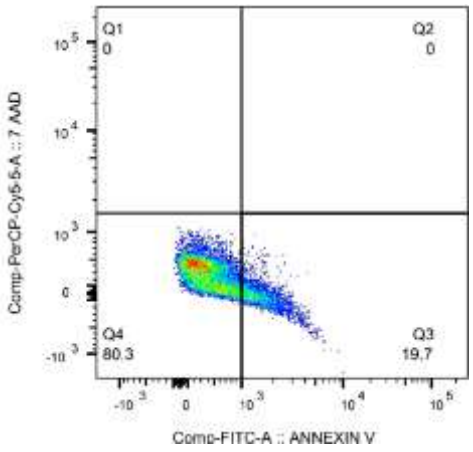


Çizelge 4 BV-2 hücrelerinde apoptoz deneyi

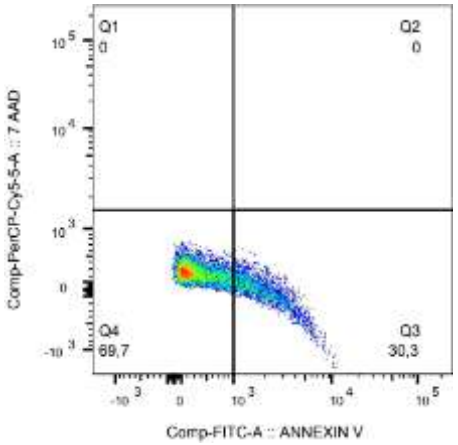
Şekil 16, 17 ve 18'de yer alan oranlar SH-SY5Y hücrelerinin akım sitometrisindeki apoptoz deneyi sonuçlarını ifade etmektedir. Çizelge 5'de örneklerin yüzdeleri, üçlü gruplarının apoptoz sonuçlarının ortalaması alınarak elde edilmiştir. 1. sütun Kontrol grubunu, 2. sütun *Centella asiatica* ekstraktı grubunu ve 3. sütun Pozitif Kontrol (PC) grubuna aittir.



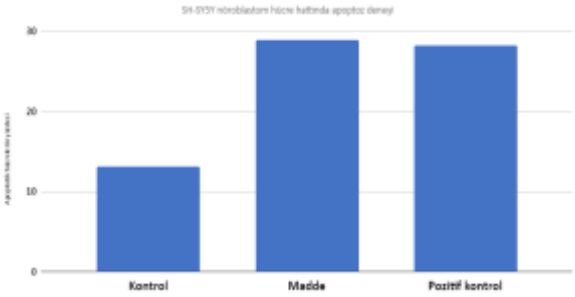
Şekil 16 AnnexinV-FITC boyası eklenmiş olan Kontrol Grubundaki SH-SY5Y hücrelerinin akım sitometrisindeki apoptoz oranı



Şekil 17 AnnexinV-FITC boyası eklenmiş olan Pozitif Kontrol (H_2O_2) Grubundaki SH-SY5Y hücrelerinin akım sitometrisindeki apoptoz oranı



Şekil 18 AnnexinV-FITC boyası eklenmiş *Centella asiatica* ekstraktı grubundaki SH-SY5Y hücrelerinin akım sitometrisindeki apoptoz oranı



Çizelge 5 SH-SY5Y hücrelerinde apoptoz deneyi

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Centella asiatica bitkisinin mikroglia ve nöroblastom hücrelerinde hücre canlılığı, göçü ve ölümü (apoptoz) üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak incelediğimiz araştırmamızın sonuçları şu bilgileri ortaya çıkarmıştır:

1. *Centella asiatica*, nöroblastom hücrelerinin canlılık oranlarını 0,25 mg/ml'den itibaren düşürmeye başlamasına rağmen, mikroglia hücreleri bu konsantrasyonda kontrole göre artmış bir canlılık oranına sahiptir. Bitki ekstraktı her iki hücreyi de belli bir

konsantrasyonun üzerinde öldürmeye başlamış olup mikroglia hücreleri yüksek konsantrasyonlara karşı daha hassas görünmektedir.

2. *Centella asiatica*, mikroglia hücrelerinin göçünü arttırırken nöroblastom hücrelerinin göçünü engellemektedir. Bu da bitki ekstraktının sağlıklı hücrelerin göçünü tetiklerken kanser hücrelerinde tam ters yönde yani durdurucu bir etki gösterdiğini ortaya çıkarmaktadır.

3. *Centella asiatica*, mikroglia hücrelerinde apoptotik hücre ölümünü azaltırken nöroblastom hücrelerindeki ölüm oranını artırmaktadır. Bu da bitki ekstraktının sağlıklı hücrelerin ölümünü azaltırken kanser hücrelerinde ölümü artırıcı bir etki gösterdiğini öne sürmektedir.

Bu sonuçlar, *Centella asiatica* bitkisinin sağlıklı bir hücre hattı olan mikroglia hücreleri ile ve kanserli bir hücre hattı olan nöroblastom hücrelerinde hücre canlılığı, hücre göçü ve hücre ölümü süreçlerini farklı şekillerde etkileyebildiğini ortaya çıkarmaktadır.

Biyolojik yenilenme (rejenerasyon), hücrelerin, dokuların veya organların doğal dalgalanmalara, hasara veya hastalıklara yanıt olarak indüklediği, zarar gören veya kaybedilen bölgeleri onarmayı veya yeniden oluşturmayı amaçlayan ve organizmayı bu değişimlere dirençli kılan yenileme, restorasyon ve büyüme sürecidir. Yenilenme kapasitesi ve moleküler mekanizmaları, hayvan filumları ve farklı organlar arasında önemli ölçüde değişiklikler göstermektedir. Yenilenme süreci, hücrelerin çoğalması (proliferasyon), farklılaşması (diferansiyasyon), göçü (migrasyon) ve ölümü (apoptoz) başta olmak üzere çeşitli hücresel olaylar aracılığıyla gerçekleşir. Bu olayların tamamı, yenilenmeye ek olarak kanserleşme sürecinde de gerçekleşmektedir. Yenilenme sırasında, bir yandan hasarlı hücreler apoptozla ölürken bir yandan da kontrollü bir şekilde başlatılan hücre çoğalması gerçekleşir, kök veya öncü hücreler hasarlı bölgeye göç eder, çoğalma bir süre sonra yavaşlar, hücreler farklılaşır ve süreç yine kontrollü bir şekilde sonlandırılır. Ancak kanserde, bu olayların bir veya daha fazlasında kontrolsüzlük söz konusudur. Dolayısıyla, yenilenme ve kanser süreçleri birtakım hücresel olayların birbirlerine zıt şekilde gerçekleştiği süreçler olarak da değerlendirilebilir. Projede, *Centella asiatica* bitkisinin sağlıklı ve kanserli hücre hatlarında değerlendirilen hücresel olaylarda farklı olaylara yol açmış olması, yenilenme ve kanserleşme süreçlerindeki farklılığı hatırlatmaktadır. Bitki, belli bir konsantrasyonda sağlıklı hücreleri yaşatırken kanserli hücreleri öldürmeye başlamış, sağlıklı hücrelerin göç etmelerini engellemezken apoptozla ölüm oranlarını ise düşürmüştür. Bunun tersine bitki, kanserli hücrelerin göçlerini durdurmuş ve apoptozla ölüm oranlarını artırmıştır. Bu durum, bitkinin yenilenmeyi artırıcı ve kanseri engelleyici bir potansiyele sahip olabileceğini düşündürmektedir.

6. ÖNERİLER

Centella asiatica üzerinde önceden yapılmış olan çalışmalar bitkinin bazı kanser hücrelerinde tümör büyümesini durdurucu ve hücre ölümünü artırma yoluyla kanseri yavaşlatıcı bir etkisi olduğunu öne sürmektedir. Bu projenin sonuçları ise bu bitkinin sağlıklı ve kanserli hücre hatlarında hücre göçü ve ölümü üzerinde zıt yönlü etkiler sergilediğini ve sağlıklı hücreleri yaşatırken kanserli hücreleri öldürdüğünü göstermektedir. Bir başka deyişle bitkinin farklı hücreler üzerinde farklı etkileri ortaya çıkabilmektedir. Bu durum, ticari kullanımı oldukça yaygın olan ve hücre yenilenmesi ile hafıza üzerinde olumlu etkiler gösterdiği öne sürülen bu bitkinin kullanımında çok dikkatli davranılması gerektiğini düşündürmektedir. Bu bitkiden üretilmiş olan ürünlerin kullanımının öncesinde, hastaların tıbbi durumlarının ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi, olası yan etkilerin belirlenmesi ve ilacın farklı dokularda farklı etkiler ortaya çıkarabileceğinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Centella-asiatica-cream (2021) Erişim Tarihi: 2021. Erişim Adresi: https://www.chinesemedicine-th.com/en/anti-inflammatory/109-centella-asiatica-cream-10-g.html

Chen ve Trapp (2016). Microglia and neuroprotection. Journal of Neurochemistry. 136(Suppl. 1), 10-17. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.1111/jnc.13062

Chez ve Gressens ve Kaindl (2011). The Yin and Yang of Microglia. Developmental Neuroscience. 33:199-209. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.1159/000328989

Chiroma ve Moklas ve Norma ve Taufik ve Amon ve Jagadeesan ve Ibrahim (2017). Neuro-therapeutic Benefits of *Centella asiatica* on Some Neurodejenerative Diseases: A Review. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences 8(6) Page no.550. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.15419/bmrat.v6i6.550

Çatmataş ve Ertuğrul ve İplik ve Çakmakoğlu (2018). Nöroblastoma hücrelerinde hesperidinin apoptozu tetiklemesi. Arch Clin Exp Med 3(3):123-126. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.25000/acem.449087

Denetleyici ve Düzenleyici Sistem (2020). Erişim Tarihi: 2021. Erişim Adresi: http://www.biyolojiportali.com/konu-anlatimi/9/14/Sinir-Sisteminin-Yapi-Gorev-ve-Isleyisi-Sinir-Sistemi-1

Fizyoloji Ege (2020). Erişim Tarihi: 2020. Erişim Adresi: http://fizyoloji.ege.edu.tr/images/dosyalar/12_SnrSstmFzyljs.pdf

Hussin ve Eshkoor ve Rahmat ve Othman ve Akim (2014). "The *Centella asiatica* juice effects on DNA damage, apoptosis and gene expression in hepatocelluler carcinoma(HCC)" BMC Complementery&Alternative Medicine, 14:32. Çevrimiçi Ön Yayın. doi: 10.1186/1472-6882-14-32

Hücre Ölümü Mekanizmaları: Programlı Hücre Ölümü Apoptoz ve Nekroz Nedir? (2021). Erişim Tarihi: 2021. Erişim Adresi: https://evrimagaci.org/hucre-olumu-mekanizmaları

Jung ve Chung (2018). Phagocytic Roles of Glial Cells in Healthy and Diseased Brains. Biomolecules & Therapeutics 26(4), 350-357. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.4062/biomolther.2017.133

Jurga, ve Paleczna ve Kuter (2020). Overview of General and Discriminating Markers of Differential Microglia Phenotypes. Frontiers in Celluler Neuroscience. 14:198. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.3389/fncel.2020.00198

Karakoç (2020). Onkoloji hastalarının tamamlayıcı ve alternatif tedavi yöntemlerini kullanma durumları. Pamukkale Tıp Dergisi 13(1):69-80. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.31362/patd.640488

Karnak (2016). Nöroblastom: Çocuk cerrahının bakış açısından güncel durum. Çocuk Cerrahisi Dergisi 30(ek sayı 5):417-432. Çevrimiçi Ön Yayın. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.5222/JTAPS.2016.417

Krabbe (2011). Microglial properties in health and disease: Modulation of microglial phagocytic activity and migration by monoamine neurotransmitters or presence of amyloid beta peptides (Doctoral dissertation).

Liang ve Park ve Guan (2007). In vitro scratch assay: a convenient and inexpensive method for analysis of cell migration in vitro. Nature protocols, 2(2), 329. Erişim Tarihi: 2020. Erişim Adresi: https://www.nature.com/articles/nprot.2007.30.pdf?origin=ppub

Liu ve Chuang ve Lo ve Lin ve Hsi ve Hsieh ve Chen (2020). Asiatic Acid, Extracted from *Centella asiatica* and Induces Apoptosis Pathway through the Phosphorylation p38

Mitogen-Activated Protein Kinase in Cisplatin-Resistant Nasopharyngeal Carsinoma Cells. Biomolecules. 10,184. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.3390biom10020184

Luo ve Vong ve Chen ve Gao (2019). Naturally occuring anti-cancer compounds: Shining from Chines herbal medicine. Chin Med 14:48. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.1186/s13020-019-0270-9

Nimmerjahn ve Helmchen ve Kirchhoff (2005). Resting Microglial Cells Are Dynamic surveillants of Brain Parenchyma. Article in Sciens June. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.1126/sience.1110647

Özpak ve Pazarbaşı ve Keser (2017). Alzheimer Hastalığının Genetiği ve Epigenetiği. Archives Medical Review Journal 26(1):34-49. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.17827/aktd.280520

Provost ve Wallert (1998). MTT Proliferation Assay. Investigating of Biochemistry & Cellular Physiology of NHE1.

Sabaragamuwa ve Perera ve Fedrizzi (September 2018). *Centella asiatica* (Gotu kola) as a neuroprotectantand its potential role in healthy ageing. Trends in Food Science &Technology Volum 79, Pages 88-97. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.1016/j.tifs.2018.07.024

Sakonsinsiri ve Kaewlwrt, ve Armartmuntree ve Thanan (2018). Anti-canser activity of asiatic acid against human cholangiocarsinoma cells through inhibition of proliferation and induction of apoptosis. Cell Mol Biol (Noisy-le-grand). 30;64(10):28-33 Erişim Tarihi: 2020. Erişim Adresi: https://cellmolbiol.org/index.php/CMB/article/view/2135

T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Kanser Dairesi Başkanlığı (2016) Türkiye Kanser İstatistikleri. Erişim Tarihi: 2021. Erişim Adresi: https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/kanser-istatistikleri/yillar/2016

Villasenor (2020). Erişim Tarihi: 2020. Erişim Adresi: https://sruk.org.uk/the-mysterious-case-of-the-neuronal-cell-cycle/

Wang ve Chen ve Cai ve Cai ve Yuan ve Wang ve Wu ve Wu (2017). Annexin A2 could enhance multidrug resistance by regulating NF-Kb signaling pathway in pediatric neuroblastoma. Journal of Experimental&Clinical Canser Research 36:11. Çevrimiçi Ön Yayın. doi:10.1186/s13046-017-0581-6

Wikipedia (2020). Erişim Tarihi: 2020. Erişim Adresi: http://fizyoloji.ege.edu.tr/images/dosyalar/12_SnrSstmFzyljs.pdf

VAZGEÇİLMEZ KİŞİ KARŞISINDA SUÇA DAİR ALINAN KARARLARDA LİSE ÇAĞI GENÇLERİNİN VİCDANİ TAVRI

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİ: BEYZA BERK

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: Ramazan AKIN

İZMİR
2021

Özet

İnsan sevmeye ve saygı duydukça iyiden iyiye değer vermeye ihtiyaç hisseder. Değerli görülen insan zamanla birey için vazgeçilmez hale gelmektedir. Belki de artık vazgeçemediği kişi onun için birçok şeyden önemli olmaktadır. Peki, vicdanının sesinden de mi?

Projenin amaçlarından biri vicdanın kaynağının ne olduğu yani doğuştan mı yoksa sonradan mı oluştuğu hakkında fikir elde etmektir. Diğer erek ise elde edilen fikirler genelinde benlik, davranış ve vazgeçilmez kişi kavramları özelinde değer verilerek vazgeçilemeyen insanlar karşısında, suça dair alınan kararlarda gençlerin vicdani tavrının ne olduğunu öğrenmektir. Bu noktada vicdani kararları etkileyen unsurların etki gücünü tespit etmektir. Adalet mekanizması, suçun niteliği, çevresel faktörlerin vb. etkisinin sorgulanması projenin gayesi dışındadır.

Araştırmada yöntem olarak konunun sınırları önceden belirlenerek vicdanın kaynağı hakkındaki temel görüşler çerçevesinde literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra lise çağı gençlerini kapsayan bir anket düzenlenmiştir. Psikiyatri ve hukuk alanında konunun uzmanlarından mülakat yöntemiyle görüşler alınmıştır.

Araştırma sonucunda vicdanın doğuştan geldiği sonucu ağır basmakla beraber benliğin ve vazgeçilmez kişinin vicdanı oldukça zorlayan önemli etkenler olduğu görülmektedir. Normal şartlarda anormal görülen kararların, vazgeçilmez kişi ve benlik söz konusu olunca vicdana rağmen normalleştiği görülmektedir. Neticede vicdan ve benlik eğitimine yeteri kadar önem verilmediği düşünülmektedir.

Konunun uzun soluklu ve başlı başına bir müfredatla eğitim faaliyetleri içinde yer alması gerekmektedir. İlk eğitim döneminden itibaren çocukta vicdani yargılar şekillenirken dindar veya dindar olmayan kitlelerin buluşacağı ortak bir dille benliğin ve değer verilenin hukuk, doğru, ortak değer vb. kavramlara tercih edilmemesi gerektiği öğretilmelidir. Bilgisayar oyunlarında, edebiyatta, sosyal medyada, yarışma, dizi ve filmlerin vb. yapımında popülizme yenilmeden konunun doğru bir şekilde ele alınması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Vicdan, vazgeçilmez kişi, suç, ethosfer, lise çağı.

Amaç

Bu projenin amacı lise çağı gençlerinin vazgeçilmez kişi karşısında vicdani kararlar alırken doğruya ve yanlışa karşı duruşunun ne olduğu hakkında fikir elde edebilmektir. Diğer bir ifadeyle bireyin vazgeçilmez kişi söz konusu olduğunda nesnel doğrulara göre karar alma noktasındaki tavrı anlaşılmaya çalışılmaktadır. Sadece alınan kararın ne olduğu değil bunun vicdana etkisinin de ne olduğunu anlama çabası da çalışmanın ana amacıdır. Vicdan konusu din, felsefe, psikoloji, sosyoloji, edebiyat gibi sosyal bilimler başta olmak üzere birçok ilmi disiplinin alanına girmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde vicdana etki eden unsurların makro planda birlikte ele alındığı görülmektedir. Genel olarak vicdan tüm etkileyenleriyle beraber kavramsal tanımlamalar yapılarak incelenmektedir. Bu proje ise lise çağındaki gençlerin vicdani kararları üzerinde vazgeçilmez kişi unsurunun etkisini bir miktar ölçmeyi hedeflemektedir. Diğer bir amaç ise vicdani kararların kaynağı üzerinde ortaya konulan görüşlerin doğru veya yanlışlığını tespit etmeğe yarayacak veriler elde etmektir.

1. Giriş

Erken yaşlardan itibaren ailede, okulda, sosyal çevrede insanların birbirine ve çevresine karşı tavırları sorgulanıp durulmaktadır. Bu sorgulamalar neden yapılmaktadır? Sosyal ilişkilerde insanlar ortaya koydukları söz ve davranışlarına göre değerlendirilmekte, iyi veya kötü olarak vasıflandırılmaktadır. Sözün ve davranışın nedenlerinden ziyade karşı tarafta oluşturduğu etkiye göre de tavır alınmaktadır. Sonuçta insan çevresinde olup bitenleri, kendine karşı ortaya konulan davranışları anlamlandırabildiği sürece doğru ve yerinde karşı tavırlar geliştirebilmektedir. Bu noktada doğru tavırlar alındığında mutlu ve huzurlu olunurken, nasıl davranılacağı bilinemediğinde madden ve manen sıkıntılar yaşanmakta, ciddi üzüntüler duyulmaktadır. O zaman bu davranışların kaynağının ne veya neler olduğu, vicdanın davranışlar üzerinde ne kadar belirleyici olduğu ve vicdanın kaynağı ve onu etkileyen unsurların başında gelen benlik ve vazgeçilemeyecek kadar değer verilen kişilerin vicdani kararları ne kadar etkileyebildiği sorularına cevap aramak önem kazanmaktadır.

1.1 Vicdan

Vicdan insan için kendine ve topluma karşı nasıl davranması gerektiği konusunda önemli bir ölçektir. Hiç kimsenin olmadığı yerde türlü imkânlara sahip olunduğu halde alınan kararları etkileyen, içten gelen o keskin sestir vicdan. Vicdan kavramı birçok ilmi disiplinde defalarca ele alınan geniş bir kavramdır. Bundan dolayı kavramı tanımlarken tekrara düşmek yerine projeye ışık tutması amacıyla önemli görülen görüşlerden bazıları üzerinde durmak uygun görülmektedir.

1.1.1 Vicdanın Tanımı

Sözlükte vicdan "*bulmak, zenginleşmek, sevmek, üzülmek, öfkelenmek*" anlamlarındaki "*vecd*" (v-c-d) kökünden gelmektedir. Terim olarak ise insanın içinde bulunduğu ahlâkî otorite, ahlâkî değerler ve eylemler hakkında hüküm verme ve yargılama yeteneğini ifade etmektedir (Demir, 2013). Bir başka tanımlamada ise vicdan; "*kişiyi kendi davranışları hakkında bir yargıda bulunmaya iten, kişinin kendi ahlak değerleri üzerine dolaysız ve kendiliğinden yargılama yapmasını sağlayan güçtür* (TDK, 2011a). Din, felsefe ve psikoloji, sosyoloji alanındaki literatürde ise genel olarak vicdan, "*kişide iyiyi kötüden ayırt etmeye yarayan içsel bir parametre, kişiden kişiye değişen ve geliştirilebilir soyut bir kavram*" olarak değerlendirilmektedir (Zengin ve Arslan İçöz, 2018). Yani birçok felsefi görüşte de vicdan soyut bir kavram olarak iyiyle kötüyü ayırt etmede bir ölçü olan içten gelen sesi, hissi ifade etmektedir. Erol Güngör'e göre ise vicdan, doğruyu yanlıştan iyiyi kötüden ayırma gücü, kişinin iç dünyasındaki yargılama gücü olarak tarif edilmektedir (Güngör, 1995).

Bu noktada Kemal Sayar ve Lamia Kalender Ergül'ün vicdan kavramı üzerine kaleme aldıkları ifadeler oldukça açıklayıcıdır. Vicdan bir şeye evet dediyse onu ne akıl yalanlayabilir ne de duyular. Bazı durumlarda ötelenebilir haller vardır ancak vicdan için bu geçerli değildir. Hislerin akıl karşısındaki durumu ile aklın vicdan karşısındaki durumu aynıdır. Bir şeyi vicdanen biliyorsak bunu çürütebilecek başka bir kaynak yoktur. Kötülükler karşısında üzüntüyü ve azabı akıl değil vicdan duyar. Nitekim "aklım kabul ediyor ama vicdanım el vermiyor" tanımını sıkça kullanırız. Bu noktada "vicdanın bozulması" kavramını da ele almak gerekir. Bazı düşünce önderlerine göre vicdan bozulmaya, manipüle edilmeye müsaittir. İman eksikliği, duygudaşlık yoksunluğu, isyan ve nefsin arzuları gibi sebeplerle vicdan aşınmaya uğramaktadır. Bozulmaya neden olan etkenler bir süre sonra kişiyi kontrolü altına alır ve kişinin iç dünyasına hükmetmeye başlar. Bu durum etkenlerin içselleştirilmesiyle ve vicdanın

bastırılmasıyla son bulur. Artık insan özünde barındırdığı "vicdan" yetisini kaybetmiş ve egosu doğrultusunda hareket eden, kendi özgürlüğü dışında bir şey düşünemeyen kalpsiz bir makineye dönüşmüştür. Bu da özgürlük kavramına tamamen ters düşen bir durumu doğurmaktadır. Çünkü başkalarıyla bir arada yaşayabilmek için isteklerimize ve arzularımıza göre yaşamaktan yer yer vazgeçmeliyiz (Sayar ve Ergül, 2020).

1.1.2 Vicdanın Kaynağı

Vicdan kavramı birçok ilmi disiplinin konusu olarak çeşitli başlıklar altında incelenmiştir. Vicdan araştırmalarından biri de vicdanın kaynağının tespit edilebilmesine yöneliktir. Acaba vicdan nasıl oluşmaktadır? Doğuştan mı gelmektedir? Yoksa tecrübe, bilgi ve birikimle mi oluşmaktadır? Vicdanın nasıl bir şey olduğu, vicdanın kaynağının ne olduğu gibi sorulara karşılık olarak vicdanın *duygu, soyaçekim, deney veya akla dayalı* olduğunu ileri süren dört farklı görüşün ortaya çıktığı görülür. Bunlar: Vicdanı duyguya dayandıran *İskoçya Okulu;* vicdanı, soyaçekime dayandıran *tekâmülcü* görüş; vicdanı deneye dayandıran *çağrışımcı* görüş ve vicdanı akla dayandıran *akılcı* görüştür (Kahveci, 2012). Vicdanın mahiyetine yönelik literatürdeki bu değerlendirmeler incelendiğinde, vicdanın kaynağı hakkında iki temel görüş ortaya çıkmaktadır. Bunlardan ilki vicdanın doğuştan var olduğu tezidir. İkincisi ise doğuştan olmayıp çevresel etkilerle meydana geldiğini kabul etmektedir. Bu bağlamda ele alınan, vicdan kavramının kaynağı hakkındaki görüşlerin incelenmesi meseleye daha ayrıntılı ve sistematik bakılmasına katkı sağlamaktadır.

1.1.2.1 Vicdanın Doğuştan Geldiği Görüşü

Vicdanın doğuştan geldiği görüşünü savunanlar, vicdanı yaradılış yani "*fıtrat"* kavramı üzerinden anlamlandırmaktadır. *Cicero, Muhyiddin İbn Arabî, Descartes, David Hume, Rousseau, Kant, Toynbee ve Rıza Tevfik* gibi filozoflar vicdanın doğuştan geldiğini ileri sürmektedirler. Bu görüşü savunanlara göre vicdan, insanın doğru ve yanlış ayrımında kararlar almasında rol alan doğuştan gelen bir yetidir. Abdurrahman Kasapoğlu'na göre ahlâk duygusu, insanda adeta içgüdü halinde bir güçtür. Açlık, susuzluk gibi doğal ve zorunludur (Kasapoğlu, 2003). Bu görüşü savunanlar açısından vicdanın doğuştan geldiği görüşü nesnel bir durumdur. Çevresel faktörler ve insanın yaşantılarından etkilense de genel olarak insan doğasında bulunan özerk bir yapıdır. Sezgi ya da ilham yoluyla insana doğru yolu göstermektedir (Ceylan, 2017). Ayrıca şunu da eklemek gerekir ki yapılan akademik araştırmalar vicdani kararlara etki eden unsurların başında cinsiyetin geldiğini de tespit etmektedir (Eren, 2009). Yani karar vericilerin cinsiyetinin de önem taşıdığı düşünülmektedir. Tabiidir ki cinsiyet doğuştan gelen bir unsur olarak vicdana etki etmektedir.

Immanuel Kant'ın vicdanı tanımlaması ve insanın vicdanı karşısındaki duruşunu açıkladığı görüşü oldukça önemlidir. Kant şöyle demektedir: Vicdan adını verdiğimiz, içimizdeki şu şaşırtıcı yetinin yargılamaları, bu söylenenlere tamamıyla uyar. Bir insan, yasaya aykırı bir davranışını, istemeden yapılmış bir hata, hiçbir zaman tam olarak kaçınılamayacak salt bir dikkatsizlik, dolayısıyla doğa zorunluluğunun akışınca sürüklenip götürüldüğü bir şey olarak istediği kadar süslemeğe ve kendisini suçsuz ilân etmeğe uğraşırsa uğraşsın, yine de farkındadır ki, savunmasını yapan avukat, içindeki davacıyı bir türlü susturamamaktadır. Meğerki bu haksızlığı yaptığı sırada sırf kendinde olsun, yani özgürlüğünü kullanıyor olsun. Yine de kabahatini, kendi kendine dikkat etmeyi gitgide ihmal etmekten doğan belirli kötü bir alışkanlıkla açıklar, öyle ki bu kabahati bu alışkanlığın doğal sonucu olarak görecek hale gelse bile, bu, onun kendi kendini suçlamasını ve kınamasını engellemez (Kant, 1999). Kant borç alan kişi örneği üzerinden vicdanla ilgili zor durumda olduğunu düşünen herkes, tutmama

niyetiyle, kafasına eseni yapmağa söz vermesini yasak ve ödevlere aykırı olup olmadığını sorgulamaktadır (Kant, 2002).

Cengiz Aytmatov, Beyaz Gemi adlı romanında çocuksu vicdandan şöyle bahseder: "Avunduğum başka bir şey daha var: İnsanın çocuksu, temiz vicdanı tohumdaki öz gibidir. Bu öz olmadan hiçbir tohum gelişemez ve bizleri ilerde ne beklerse beklesin, insanlar yaşadıkça hak, doğruluk denen bir şey de var olacaktır" (Aytmatov, 2014). Onun edebi olarak tanımladığı vicdan, doğuştan gelen tertemiz bir vicdan tasviri olarak karşımıza çıkmaktadır. Aytmatov, bu tasvirle öz olmadan tohumun filizlenemeyeceğini, gelişemeyeceğini ifade eder. Çocuk vicdanından insanlık vicdanına ve oradan da bütün bir evrenin vicdanına göndermeler yapar (Akın, 2015).

1.1.2.1.1 Vicdan-Fıtrat İlişkisi

Vicdan olgusunu oluşturan iç unsurları *"kalp", "ruh", "fıtrat", "irade"* ve "duygu" olarak tanımlamak mümkündür. Bu unsurlardan fıtrat ile vicdan kavramlarının çok yakın bir anlam ilişkisi içerisinde olduğu vurgulanmaktadır (Gül, 2008). Fıtratı bozulup vicdanı körleşmemiş her insan iyi davranışlarından dolayı mutluluk ve huzur, kötü davranışlarından dolayı üzüntü, suçluluk ve pişmanlık duyar. Böylece vicdan, kişinin yapmış olduğu davranışlarında tutarlı olmasını ve kendi kendini denetlemesini sağlar (Demir, 2013). Kuran-ı Kerim'de, "Nefse ve onu düzgün bir biçimde şekillendirip ona kötülük duygusunu ve takvasını (kötülükten sakınma yeteneğini) ilham edene ant olsun ki…" (Şems, 91/7-8) ayetiyle vicdan kavramının kaynağı açıklanmaktadır (Altuntaş ve Şahin, 2011a). "Kendini sorgulayan nefse" (Kıyame, 75/2) ifadesiyle de vicdanın murakabe (iç hesaplaşma) olgusuna sahip olduğuna işaret edilmektedir (Altuntaş ve Şahin, 2011b). Hz. Muhammed, "İyilik, gönlünün huzur bulduğu ve içine sinen şeydir; kötülük ise insanlar ona onay verseler bile gönlünü huzursuz eden ve içinde bir kuşku bırakan şeydir." demektedir (Özafşar ve ark., 2013a). Rus düşünür ve yazar Tolstoy'un Hz. Muhammed adlı kitabının başında yer alan ifadesi yine onun da vicdanın fıtri olduğuna dair aynı görüşte olduğunu göstermektedir. Tolstoy, "Kalbinizde Tanrının nuru vardır, onun adı da vicdandır" demektedir (Tolstoy, 2005).

1.1.2.2 Vicdanın Sonradan Oluştuğu Görüşü

Deneyci yani *"çağrışımcı"*, *"tekâmülcü" ve "toplumsalcı"* olarak adlandırılan ve vicdanın doğuştan değil, sonradan olduğunu iddia eden ikinci grup ise vicdanın, deney yoluyla, soyaçekim yoluyla, akıl ve toplumun etkisiyle kazanıldığı tezini savunmaktadır. Batılı düşünürlerden *Locke, Mill, Feuerbach* vicdanın sonradan oluştuğu görüşünde birleşmektedir. Özellikle İngiliz filozof John Locke'un *"tabula rasa"* (boş levha) tezi vicdanın sonradan kazanıldığı savunmaktadır. Yani insan zihni bilgi açısından doğuştan getirdiği hiçbir şeye sahip değildir. Bütün bilgiler sonradan deney yoluyla elde edilmektedir (Locke, 1992). Bu görüş sahiplerine göre insanların aile yapılarına, içinde bulundukları durumlara ve toplumlara göre değişiklik gösteren vicdan her insanda ortak değildir (Saltuklu, 2013). Vicdanın, birçok unsurun etkisiyle kişiden kişiye hatta toplumdan topluma farklı şekillerde etkilenerek belki birbirine tamamen zıt doğru ve yanlış kabulleri oluşmaktadır.

Vicdanın oluşumunda çevrenin etkisi üzerinde duran araştırmalar bu unsurları *din, süperego, akıl* gibi önemli belirleyiciler çerçevesinde ele almaktadır. Erich Fromm'a göre vicdanın *hümaniter* (insancıl) ve *otoriter* olmak üzere iki kaynağı bulunmaktadır. Hümaniter vicdan dini yaklaşımla paralellik gösterir ve mutluluğa götürür. Otoriter vicdan insanı doğru ve yanlış ayrımında doğruya sevk eden vicdandır. (Fromm, 1994). Sigmund Freud'un psikanalist kuramımda ifade ettiği gibi işte bu noktada vicdan kişinin

toplumun suç saydığı davranışlara girmesini hatta bunları düşünmesini bile suçluluk duygusu yaratarak engellemektedir (Akboy, 2005).

Vicdanı akla dayandıran akılcı görüşe yaklaşan Nurettin Topçu vicdanı incelerken aklı ön plana alır. Topçu şöyle demektedir: Asıl kontrol duygulardan ziyade akıldadır. Aklın devreden çıktığı anda duygular ahlaka uymayan tavırlara neden olabilir (Topçu, 2005).

Özetle vicdanın varlığı konusunda düşünürlerin toplumun çoğunluğunda bir şüphe söz konusu değildir. Bununla beraber vicdan ister bir yaratıcıya inanılsın ister inanılmasın ister fıtrat kaynaklı olarak değerlendirilsin, ister sonradan oluştuğu tezi savunulsun her insanın kendi içinde başvurduğu en önemli hayat ölçütü olarak değerlendirilmektedir.

1.1.3 Vicdan Eğitimi ve Gençlik

Vicdanın eğitilip eğitilemeyeceği de bir başka üzerinde durulması gereken konudur. Vicdanın doğuştan gelen bir yapıya sahip olduğu kabul edilse de eğitilebilir mi? Vicdan bir eğitimden geçerek mi şekillenmektedir? Yoksa doğuştan gelen hiç değişmeyen bir ölçüt müdür? İşte bu noktada eğer değişebilir, doğru veya yanlış eğitime tabi tutulabilir denilirse; gençlerin vicdanı yetişkinlerin vicdanına oranla genelde çok büyük sorunlar ve sıkıntılarla karşılaşılmadığından dolayı bozulmamış daha saf bir yapıda olduğu söylenebilmektedir. Bununla beraber doğaldır ki gençlik yine daha az eğitim görmüş, daha az tecrübe kazanmış, doğru ve yanlışı birbirlerinden ayırmaya dair karar verici benlik eğitiminin daha başında olan bir vicdanın sahibidir. Araştırmanın alanını genişletmemek için bu konuyu tartışmaktan ziyade eğitilebileceği tezi üzerinden her iki görüşü uzlaştırmak uygun görülmektedir.

1.2 Benlik

Bireyin *“Ben neyim?”*, *“Ben ne yapabilirim?”* gibi sorular yardımıyla işlevlerinin farkında olduğu kısaca *“ben”* hakkındaki bilinçli algılamaları benlik olarak tanımlanmaktadır. Benlik bilinç düzeyine çıkınca deneyimlerinden kişinin hâlihazırda ne olduğu konusundaki yargılarının yanı sıra ne olması gerektiği yolundaki görüşleri de vardır. Bu görüşlerin, hedeflerin çoğu ideal benliği oluşturur (Aslan, 1992). İnsan doğası gereği benliğini öncelemeye meyillidir. En temel ihtiyaçlarını karşılama adına benliğini önemsemektedir. İlkel dönemlerden itibaren savunma, beslenme, korunma vs. ihtiyaçlar insanın ve oluşturduğu toplumun hayatta kalması için büyük önem taşımaktadır.

İlk çocukluk devresinde ilkel ve eğitilmemiş bir benliğe sahip olan birey, oyuncaklarını bir başka çocukla paylaşmak istemez. Biraz sonra yüzüne bakmayacağı oyuncak için rakibiyle amansız bir mücadeleye girişir. Birey sonraki dönemlerde eğitim ve deneyimler kazanmaktadır. Bireyin markette ödeme yaparken, yemek kuyruğunda veya otobüse binerken öne geçmeye çalışma güdüsü benliğin tatmini noktasında onu yönlendirmektedir. Akıl bu aşamada devreye girerek bu durumu yönetmektedir. Benlik en basit tanımlama ile insanın ben duygusunun önemini kavramış olmasından ibarettir. Benliğin vicdani durumları nasıl etkilediği de bu proje kapsamındadır.

Benlik olgusu sosyal ortam içinde ise en az iki veya daha fazla kişinin tek vücut halinde aynı amaçlar doğrultusunda hareket etmesini de sağlamaktadır. Sosyal benlik bireysel benlik gibi aynı doğrultuda kendini önemseyip öncelemek istemektedir. İhtiyaçların toplumsal edinimi için sosyal benlik ön plana çıkmaktadır. Bu birlikteliğe soydaşlık veya başka bir nedenden dolayı duygusal veya akli bağlılıkta eklendiğinde birbirinden kolayca koparılamayan çok güçlü bir toplumsal benlik ortaya çıkmaktadır.

Bu benlik olgusu bazı değer ölçütleriyle eğitilip sınırlandırılmadığında ise olumsuz anlamda da kullanılabilen "*asabiyet"* denilen olgu ortaya çıkmaktadır. Asabiyet kavramını, benliği tek kişiden, iki kişiye, oradan topluma doğru tek vücut halinde birbirini destekleyip yardımlaşan bundan dolayı bir nevi tek bir benlik haline dönüşen yapının içinde değerlendirilen vazgeçilmez kişi unsurunu incelerken ele almak uygun görülmektedir. Çünkü bireyin benliğini her hâlükârda öncelemesi vazgeçilmez kişi olarak tanımlanan benliğin diğer benlikle değerli birlikteliği söz konusu olduğunda bu durum asabiyet kavramı içinde değerlendirilebilmektedir.

1.3 Asabiyet: Vazgeçilmez Kişi Kavramının Tarihi Arka Planı

Vazgeçilmez kişi unsurunun tarihi arka planın incelenmesinde fayda vardır. İlk dönemlerden itibaren insanlar aile, soy birliği, klan veya kabile dayanışmasına oldukça önem vermişler. Sıkıntılı ve mutlu dönemlerde birbirinin yanında olmak sosyal hayatın vazgeçilmez ananesi olagelmiştir. Tarihi arka planda bu durum "asabiyet" kavramıyla izah edilebilmektedir. Bu dayanışmanın olumlu tarafları çok olmasına rağmen projeye konu olması yönüyle olumsuz tarafları da mevcuttur. Câhiliye döneminde, aralarında baba tarafından kan bağı bulunan akrabaların oluşturduğu topluluğa *"asabe",* bu topluluğun bütün fertlerini birbirine bağlayan ve herhangi bir dış tehlikeye karşı koymak veya saldırıda bulunmak söz konusu olduğunda bütün topluluk üyelerinin harekete geçmesini sağlayan birlik ve dayanışma ruhuna da *"asabiyet"* denilmekteydi. Bu gerçek asabiyet yanında bir de *"hükmî"* veya *"itibarî"* asabiyet vardır ki bu kan bağına dayanmayıp herhangi bir akit, antlaşma, kefalet vb. uygulamalarla kurulan asabiyettir. Bunlardan gerçek asabiyet, modern sosyolojinin temel kavramlarından olan ve ırk birliğini aşarak vatan, tarih, kültür, gelenek ve görenek gibi müştereklere dayanan milliyet fikrinden çok, yalnızca ırk birliğinden kaynaklanan kavmiyete benzemekte, ancak bugün anlaşıldığı manadaki ırkçılığa göre daha dar çerçeveli ve kabilevî bir karakter arz etmektedir. Asabiyetin siyasî ve hukukî alanlardaki otorite boşluğunu doldurmak, mal, can ve ırz güvenliğini sağlamak gibi olumlu yönleri yanında aile, aşiret veya kabilenin yahut benzer bir topluluğun hak ve menfaatlerine tecavüz etmek, onlara karşı şiddete başvurarak üstünlük sağlamak gibi olumsuz ve zararlı yönleri de vardı. Bu kavram Arap şiirinde, *"İster zalim ister mazlum olsun kardeşine yardım et"* şeklinde ifade edilmektedir (Çağrıcı, 1991).

İbn Haldun asabiyeti olumlu anlamda ve sosyolojik çerçevede açıklamaktadır. Onun eseri İber'in (İbretler) önsözü yerine geçen Mukaddime 'de, asabiyetin faydasını şu şekilde açıklar. *Mücadele ve karşı koyma sadece asabiyetle mümkün olur. Zira imdada koşmak ve cengâverlik bu sayede mümkün olmakta, asabiyet içinde yer alan herkesin birbiri yerine, gönüllü olarak canını feda etmesi de bu suretle vukua gelmektedir* (İbn Haldun, 2018). Ancak satır arasında görülmektedir ki; *"birbiri yerine"* ifadesi haklı haksız bir kayıt olmaksızın ifade edilmektedir. Zaten asabiyet fikrinde vazgeçilmez kişi veya kişilerin haklı veya haksız olması hiçbir önem taşımamaktadır. İşte bu ifade vazgeçilmez kişi bağlamında asabiyete dair duruşu özetlemektedir. Bundan dolayı vazgeçilmez kişi unsurunun kökeninde bu kavramın olduğu düşünülmektedir.

1.4 Vazgeçilmez Kişi

Projenin merkezinde yer alan vazgeçilmez kişi unsurundan kastın ne olduğunun açıklanması önem arz etmektedir. Bu noktada duygu durum değişikliğine sebep olan önemli bir unsurda vazgeçilmez kişi öğesidir. Hatta günlük hayatta yoğun bir biçimde kişiyi doğru ve yanlış karar alma ayrımında etkileyen unsurların başında vazgeçilmez kişinin geldiği düşünülmektedir. Vazgeçilmez kişi kavramının değer verilen ve değer

görülen kişi olarak da tanımlanması mümkündür. Ne gibi tutum ve davranışlar kişiye değer vermenin veya vermemenin göstergeleridir sorusuna cevap aramanın vazgeçilmez kişi tanımlamasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Habil Şentürk'ün makalesinde verdiği örnekler özetlenecek olursa; Kişi değer veriyorsa onun kişiliğine saygılı olur, hak ve hukukuna, yetki ve sorumluluklarına tecavüz etmez. Onunla ilişkilerine dikkat eder, onu anlamaya çalışır, dostluğuna değer verir, sevinçlerine ve kederlerine ortak olmaya çalışır, kendi gibi görür, kendine reva görmediği davranışları ona yapmaz. Onunla iş birliği yapar ve sağlıklı bir iletişim kurmak ister. Bu maddeleri daha da çoğaltmak mümkündür. Bazı tutum ve davranışlar da kişiye değer verilmediğinin tezahürleridir. Onunla ilgilenmemek, varlığını, yokluğunu hesaba katmayıp umursamaz bir görüntü sergilemek. Onu dinlemek durumunda kalınca, gerçekten dinlemeyip dinliyormuş gibi yapmak. Sorulan sorulara cevap vermemek. Selam vermemek, hâl hatır sormamak. Bu maddeleri de çoğaltmak mümkündür (Şentürk, 1996).

Vicdan ile vazgeçilmez kişi arasında kalan insanın tavrının ne olması gerektiğine dair İslam Tarihinde yer alan aslında evrensel bir prensipte olan şu yaklaşım örnek verilebilmektedir. Kureyş kabilesinden bir grup insan, hırsızlık yapan Fâtıma adlı bir kadını affetmesi için aracı olduklarında İslam Peygamberi, *"Sizden önceki insanların helâk olmalarının sebebi, aralarında ileri gelen (zengin) kimseler hırsızlık yapınca suçun cezasını vermeyip zayıf (ve fakir) kimseler hırsızlık yapınca ceza uygulamalarıdır. Bu canı bu tende tutan (Allah)'a yemin ederim ki Muhammed'in kızı Fâtıma hırsızlık yapsa, onun da (cezasını) keserdim!"* demektedir (Özafşar ve ark., 2013b). Vazgeçilmez ve değerli kişiye karşı bireyin durumu böyle olunca vicdanın devreye girdiği doğru ve yanlış yol ayrımlarında, bu güçlü karaktere karşı alınacak tavırda sıradan kişilere göre zorlayıcılığı bakımından çok daha önem taşımaktadır. Yani her şeye rağmen yanında olunacak mıdır? Bu sorunun cevabını proje içinde yapılan anket kapsamında gençlerin vicdanında aramak hedeflenmektir.

1.5 Davranış

Sözlükte davranış, davranma işi, tutum, davranım, muamele, hareket, dıştan gözlemlenebilecek tepkilerin toplamı, ruh, organizmanın uyaranlar karşısındaki tepkilerin bütünü şeklinde ifade edilmektedir (TDK, 2011b).

1.5.1 Davranışın Kaynağı

Davranışlar şüphesiz iç ve dış (afaki ve enfüsi) birçok etkene göre şekillenmektedir. Bireyin duygusal, fiziksel durumu, çevresel faktörler, vatan, millet din, ulusal çıkarlar vb. unsurlar, doğru ve yanlışın ne olduğuna dair ilk çocukluk döneminden itibaren aile, okul, çevre vb. kurumlarda alınan eğitim, davranışlar üzerinde etkilidir. Bu etkileyenlerden başka olarak vicdan, benlik, vazgeçilmez kişi unsuru davranışı etkileyen faktörler olarak belirleyici konumdadır.

1.5.2 İyi ve Kötü Davranış

Kötülük problemi eski çağlardan bu yana insanın üzerinde düşündüğü ve çözmeye çalıştığı meselelerden biridir. Bir diğer mesele ise iyiliğin nedeninin ne olduğudur. İnsan iyiliği yarar sağladığından mı yoksa salt iyilik olduğu için mi yapmaktadır? Suç hukuki anlamda kötülüğün konusudur. Suç, hukuki bir zarar yaratan; kişi veya toplum güvenliğini sarsan, kamu düzenini bozup, toplumların gelişimini engelleyebilecek sonuçlar doğuran ve cezalandırılması gereken davranıştır (Uygur ve ark., 1991). Birey kötülük yaparken ise işlediği kötülükten yarar sağladığı için mi yapmaktadır? Yoksa kötülüğü salt kötülük yapmak istediğinden dolayı mı

yapmaktadır? Kötülük yaptığında ise bundan vicdani bir rahatsızlık duymakta mıdır? Ahlak Felsefesinin birincil sorusu olan iyiliğin ve kötülüğün neden yapıldığı konusundaki görüşleri vicdan kavramı dâhilindeki görüşler çerçevesinde ele almanın yerinde olacağı düşünülmektedir. Bu soruların cevapları bu çalışma kapsamında yapılan anket sonucunda elde edilmesi umulan bulgular ışığında değerlendirilmeye çalışılacaktır.

1.5.3 Davranışın Vicdan ve Erdemle İlişkisi

Davranışın erdem ve vicdanla nedensellik ilkesi bağlamında ilişkisinin kurulmasının kavramların gerçek hayattaki karşılığını görmek için önemli olduğu düşünülmektedir. İnsan yaptıklarının doğruluğuna veya yanlışlığına neye göre karar verir? Yüzyıllardan beri bu konuda din, hukuk örf ve âdet vs. çeşitli çerçeveler çizmiş; insana neyin doğru neyin yanlış olduğu konusunda öneriler ve yaptırımlarda bulunmuştur. Başka bir açıdan bakıldığında Muhammet Kala'nın ifadesiyle insanın farkında olacağı ve hissedeceği gerilim durumları nasıl çözüme kavuşturulabilecektir? Bu sorunun cevabı şahsiyetin *ahlâk sahası/ethosfer* içinde varlık bulması şeklinde verilebilmektedir. Ancak sorunun cevabı ciddi uzanımlara sahip olsa da arayışının eylem/amel ve erdem kavramları bağlamında olduğunu ifade etmek gerekmektedir (Kala, 2015). Bu durum erdemin varlığını öne çıkararak davranışı yönlendirici etkisini insan zihninde pekişmesini sağlamaktadır.

Davranışın erdemi iyi ve kötü ayrımında işlevsel olabilecek midir? Erdemli davranış şüphesiz doğru davranıştır. Fakat hayatın zorlukları ve sıkıntıları karşısında ne denli tutarlı ve erdemli davranılmaktadır? Yani erdem hayatın gidişatında ne kadar karşılık bulabilmektedir? Erdemden bahsedildiği yerde vicdandan bahsetmemek, erdemli davranışı vicdanlı davranıştan ayırmak pek de mümkün görünmemektedir. Erdemli insanın genel olarak vicdanlı olduğu üzerinde tartışılmayan bir konudur. Yani kavramsal olarak da erdemi vicdandan ayırmak mümkün değildir.

Araştırmamız içinde vicdanla ilişkili olan diğer kavramlar topyekûn ele alındığında insanın vicdan olgusunun davranışlara etkisi vicdanın ete kemiğe bürünmüş gözlemlenebilir bir olgu olarak ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Vicdanın kaynağı konusunda farklı görüşlerin ötesinde varlığı hususu kesin bir olgu olarak değerlendirilmektedir. Bununla beraber etkilenen bir unsur mudur? Bu konu çalışma içinde değerlendirilmektedir. Erdemin en doğru davranışların ortaya konduğu gerçekliğin ta kendisi olduğu şüphesizdir.

2. Yöntem

Bu proje iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada literatür taraması yapılmaktadır. İkinci aşamada konunun uzmanlarıyla mülakatlar ve lise çağı gençlerine yönelik bir anket uygulaması yapılmaktadır.

2.1 Literatür Taraması

Projenin konusu hakkında veri toplama ve analiz yöntemiyle doküman incelemesi yapılmaktadır. Konu temel görüşler ve doktrinler çerçevesinde karşıt görüşler sıralanarak tartışmaya açılmaktadır.

2.2 Anket Çalışması

Anket çalışması yapılarak katılımcılardan bilgi toplanması amaçlanmaktadır. Toplanan bilgiler işlenmesi için veri analiz yöntemi olarak da karşılaştırmalı analiz yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem dâhilinde nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli uygulanmaktadır. Bu çerçevede Lise 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerine

sorulmak üzere ***"Vazgeçilmez Kişi Karşısında Suça Dair Alınan Kararlarda Lise Çağındaki Gençlerin Vicdani Tavrı"*** başlığı altında açık uçlu 12 soruluk bir anket düzenlenmiştir. Bu anket, içinde bulunulan pandemi koşullarında fiziksel ortamda yapılamamıştır. Alternatif bir çözüm olarak anket Google Form platformunda düzenlemiştir. Proje kapsamında lise öğrencilerine uygulanan anket Ek-1'de verilmiştir.

Ankete katılan kişiler gelişigüzel seçilmemiştir. Anketi ciddiyetle cevaplayacak lise çağındaki bireylerden oluşturulmaya azami derecede özen gösterilmiştir. Bu platform üzerinden yüz otuz beş katılımcıya ulaşılmıştır. Anketin benlik ve vazgeçilmez kişi unsuru sınırlandırılmalarına tabi tutularak yapıldığı vurgulanmıştır. Anketi uygulamadan önce katılımcılara şu açıklama anketin başında yazılı olarak yapılmıştır:

Soruları cevaplarken vazgeçilmez kişi haricinde tüm etkenlerden uzaklaşarak suçun niteliğinin dahi yadsınması gerekmektedir. Bu soruları sormaktaki amaç adalet mekanizması, suçun unsuru, çevresel faktörlerin etkisinin vb. sorgulanması değildir. Sadece bireyin kötü ve iyi ayrımında vazgeçilmez kişi karşısında vicdani durumunun ne olduğu hususu incelenmektedir. Yegâne amaç vazgeçilmez kişi unsuru haricinde kişiye etki edecek tüm faktörlerden arınmış bir şekilde kişiyi öğrenilmiş doğru veya yanlış anlayış çerçevesinde vicdan olgusuyla baş başa bırakarak kişinin karar vermesini sağlamaktadır. Neticede normal şartlar altında ve nispeten aklen kolay bir şekilde verilebilecek kararları vazgeçilmez kişiyle sınırlandırmak suretiyle böyle bir zorlayıcı durum söz konusu olduğunda değişip değişmeyeceğini sorgulamaktır. Çalışmamızda bu zorlayıcı durumun vazgeçilmez kişiyle sınırlandırılması, vicdanı etkileyen en önemli nedenlerin başında gelmesinden kaynaklanmaktadır.

2.2.1 Anket Soruları

Projede bireyin vazgeçilmez kişi söz konusu olduğunda nesnel doğrulara göre karar alma noktasındaki tavrı anlaşılmaya çalışılmaktadır. Sadece alınan kararın ne olduğu değil bunun vicdana etkisinin de ne olduğunu anlama çabası da çalışmanın ana amacıdır. Genel çerçeve çizilecek olursa; şu sorularla ulaşılmak istenen cevaplar elde etmek istenmektedir. Bu durumda vazgeçemeyeceği kişinin lehine verdiği kararla;

- Kişi verdiği kararla bir suç işlediğini düşünmekte midir?
- Vazgeçilmez kişiye dair verilen karar suçun önüne geçebilmekte midir?
- Vazgeçilmez kişiye dair verilen karar vicdanen suç olarak görülmemekte midir?
- Suç olarak görülse dahi, vazgeçilmez kişi lehine verilen karar vicdanen rahatsızlık doğurduğunda sonuca nasıl bir etkisi olmaktadır?
- Bu durumun tersi söz konusu olduğunda ise; yani vazgeçilmez kişi aleyhine karar alındığında, onun aleyhinde davranmakla onu öncelemediğinden dolayı vicdani bir rahatsızlık duyulmakta mıdır?

2.2.2 Anketin Sınırları

2.2.2.1 Vazgeçilmez Kişi Unsuru ile Sınırlandırılmış Yöntem

Vicdani kararlar alınırken aile, vatan, millet din, ulusal çıkarlar vb. unsurlar zorlayıcı etkiye sahiptir. Projenin amacı doğrultusunda araştırmayı mikro planda sadece vazgeçilmez kişiye karşı alınan tavır bağlamında sınırlandırmak daha uygun olacağı düşünülmektedir. Sadece bireyin kötü ve iyi ayrımında vazgeçilmez kişi karşısında vicdani durumunun ne olduğu hususu incelenmektedir. Yegâne amaç benlik

ve vazgeçilmez kişi unsuru haricinde kişiye etki edecek tüm faktörlerden arınmış bir şekilde kişiyi doğru veya yanlış anlayış çerçevesinde vicdan olgusuyla baş başa bırakarak karar vermesini sağlamaktadır. Neticede normal şartlar altında ve nispeten aklen kolay bir şekilde verilebilecek kararları vazgeçilmez kişiyle sınırlandırmak suretiyle böyle bir zorlayıcı durum söz konusu olduğunda değişip değişmeyeceğini sorgulamaktır. Bu zorlayıcı durumun vazgeçilemeyecek kişi olarak sınırlandırılması çalışmanın vicdanı etkileyen en önemli nedenlerin başında gelmesinden kaynaklanmaktadır.

2.2.2.2 Proje Sınırları Dışına Çıkarılan Unsurlar

Vazgeçilmez kişi haricinde, tüm etkenlerden uzaklaşarak suçun niteliğinin dahi yadsınması gerekmektedir. Bu projenin amacı adalet mekanizması, suçun niteliği, çevresel faktörler vb. sorgulanması değildir.

2.2.2.3 Lise Çağındaki Gençlerin Tavrıyla Sınırlandırılmış Yöntem

Projenin hedef kitlesi lise çağındaki bireylerdir. Hayatın zorlukları içinde yol ayrımlarını daha belirgin bir biçimde yaşayan orta ve ileri yaş çağına oranla salt vicdanı önceleyen cevaplar verebilecekleri düşünülmektedir. Böylelikle araştırmayı lise öğrencileri kapsamında sınırlandırarak mikro düzeyde tutmanın daha anlaşılır ve amaca uygun olduğu düşünülmektedir. Bu noktada sorulan vicdana dair sorular karşısında Rengin Karaca'nın ifadesiyle kişinin kendisiyle ilgili bilgi vermesi onun temel isteklerini psikolojik ihtiyaçlarını öğrenmek için de geçerliliği olan bir yöntemdir (Karaca, 2015).

2.3 Mülakat

Uzman psikiyatrist ve hukuk alanında suça zorlanan çocuklar alanında uzman avukattan mülakat yöntemiyle görüş ve öneriler alınmıştır. Bu bilgiler projenin gerekli görülen yerlerinde kullanılmıştır.

3. Proje İş-Zaman Çizelgesi

	AYLAR							
İşin Tanımı	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X	X
Anket Çalışması					X	X	X	
Verilerin Toplanması ve Analizi					X	X	X	X
Proje Raporu Yazımı				X	X	X	X	X

Tablo 1. İş-zaman çizelgesi

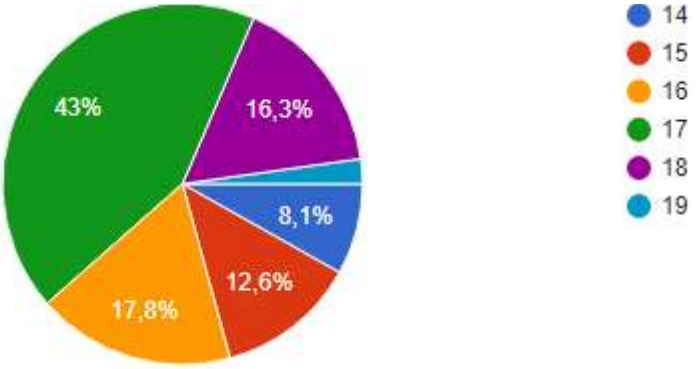
4. Bulgular

4.1 Anket Sonuçları

Projenin konusuyla ilgili olarak on iki soruluk bir anket düzenlenmiştir. Ankete 9, 10, 11, 12. sınıf düzeyinde eşit sayıda olmaksızın 135 lise öğrencisi katılmıştır.

Soru 1: Yaş

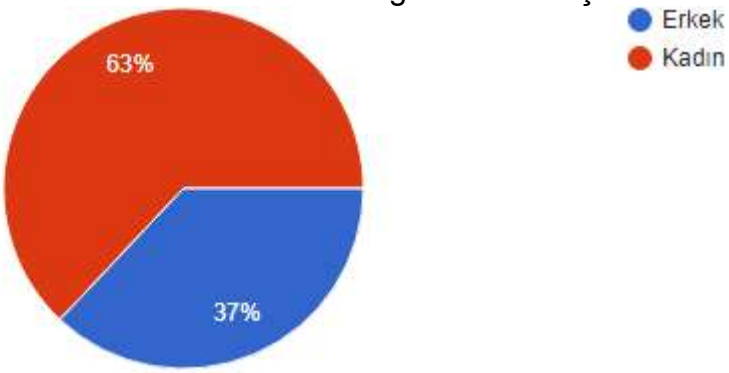
Şekil 1'de görüldüğü gibi ankete katılan bireyler 14 ve 19 yaşındaki lise öğrencileridir.



Şekil 1. Katılımcı yaş oransal dağılımı.

Soru 2: Cinsiyet

Şekil 2'de görüldüğü gibi ankete 85 kız 50 erkek öğrenci katılmıştır.



Şekil 2. Katılımcıların cinsiyetinin oransal dağılımı.

Soru 3: Neden iyilik yaparsınız?

Şekil 3'te görüldüğü gibi ankete katılanlardan 77 kişi iyiliği sadece iyilik olduğu için yaparım, 58 kişi ise iyiliği yarar sağladığı için yaparım demektedir.

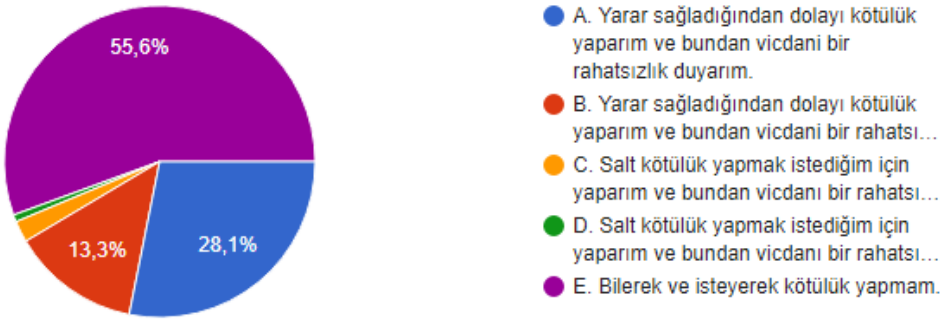


Şekil 3. Neden iyilik yaparsınız? Sorusuna verilen cevapların oransal dağılımı.

Soru 4: Kötülük yapar mısınız? Nedeni ve sonrasında vicdani durumunuz ne olur?

Şekil 4'te görüldüğü gibi ankete katılanların cevaplara göre sayısal dağılımı şu şekildedir;

- Bilerek ve isteyerek kötülük yapmam: 75 kişi.
- Yarar sağladığından dolayı kötülük yaparım ve bundan vicdani bir rahatsızlık duyarım: 38 kişi.
- Yarar sağladığından dolayı kötülük yaparım ve bundan vicdani bir rahatsızlık duymam: 18 kişi.
- Salt kötülük yapmak istediğim için yaparım ve bundan vicdanı bir rahatsızlık duyarım: 3 kişi.
- Salt kötülük yapmak istediğim için yaparım ve bundan vicdanı bir rahatsızlık duymam: 1 kişi.

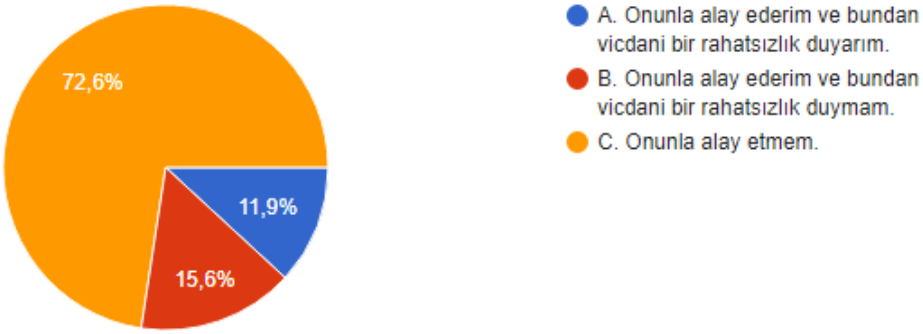


Şekil 4. Kötülük Yapar Mısınız? Nedeni ve Sonrasında Vicdani Durumunuz Ne Olur? Sorusuna Katılımcıların Verdiği Cevapların Oransal Dağılımı.

Soru 5: Arkadaşınız bundan rahatsız olsa dahi, eğlenmek için, onunla alay eder misiniz? Tavrınız nasıl olur?

Şekil 5'te görüldüğü gibi ankete katılanların cevaplara göre sayısal dağılımı şu şekildedir;

- Onunla alay etmem: 98 kişi.
- Onunla alay ederim ve bundan vicdani bir rahatsızlık duymam: 21 kişi.
- Onunla alay ederim ve bundan vicdani bir rahatsızlık duyarım: 16 kişi.



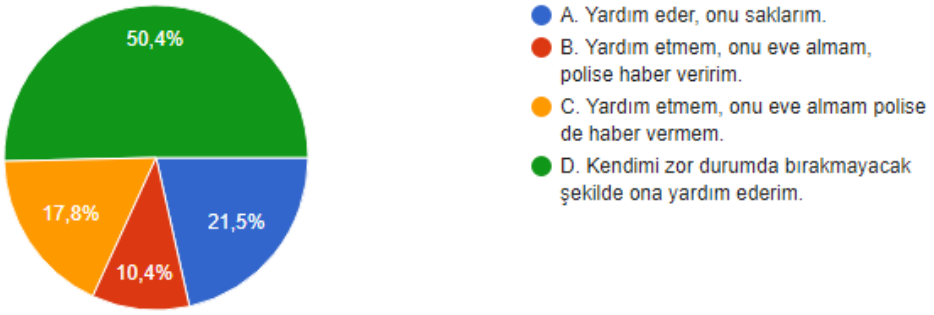
Şekil 5. Arkadaşınız bundan rahatsız olsa dahi, eğlenmek için, onunla alay eder misiniz? Tavrınız nasıl olur? Sorusuna katılımcıların verdiği cevapların oransal dağılımı.

Soru 6: Kendisinden vazgeçemeyeceğiniz bir kişi suçlu olarak kapınıza gelip sizden yardım istediğinde ona karşı tavrınız nasıl olur?

Şekil 6'da görüldüğü gibi ankete katılanların cevaplara göre sayısal dağılımı şu şekildedir;

- Kendimi zor durumda bırakmayacak şekilde ona yardım ederim: 68 kişi.
- Yardım eder, onu saklarım: 29 kişi
- Yardım etmem, onu eve almam polise de haber vermem: 24 kişi

Yardım etmem, onu eve almam, polise haber veririm: 14.

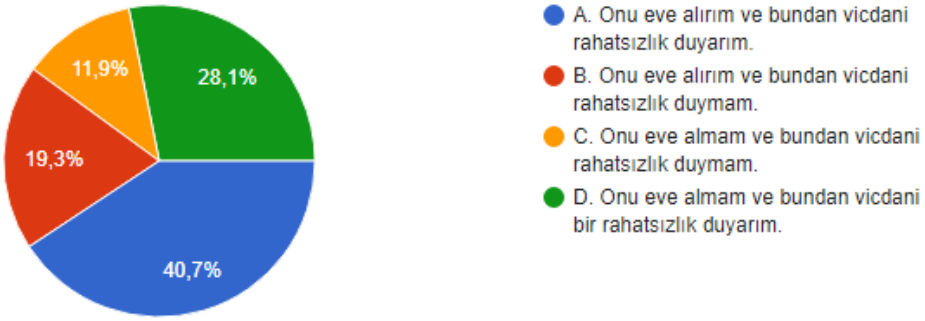


Şekil 6. Kendisinden vazgeçemeyeceğiniz bir kişi suçlu olarak kapınıza gelip sizden yardım istediğinde ona karşı tavrınız nasıl olur? Sorusuna katılımcıların verdiği cevapların oransal dağılımı.

Soru 7: Kendisinden vazgeçemeyeceğiniz bir kişiye yardım eder, onu suçlu olduğu halde saklarsanız veya bunun tersini yaparsanız, bundan dolayı vicdanı rahatsızlık duyar mısınız?

Şekil 7'de görüldüğü gibi ankete katılanların cevaplara göre sayısal dağılımı şu şekildedir;

- Onu eve alırım ve bundan vicdani rahatsızlık duyarım: 55 kişi.
- Onu eve almam ve bundan vicdani bir rahatsızlık duyarım: 38 kişi.
- Onu eve alırım ve bundan vicdani rahatsızlık duymam: 26 kişi.
- Onu eve almam ve bundan vicdani rahatsızlık duymam: 16 kişi.

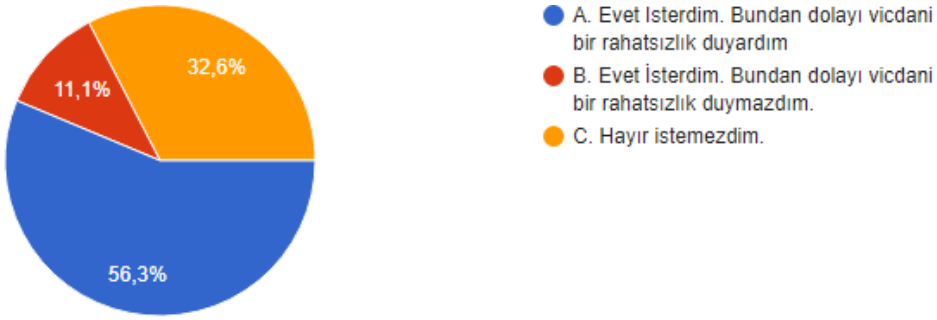


Şekil 7. Kendisinden vazgeçemeyeceğiniz bir kişiye yardım eder, onu suçlu olduğu halde saklarsanız veya bunun tersini yaparsanız, bundan dolayı vicdanı rahatsızlık duyar mısınız? Sorusuna katılımcıların verdiği cevapların oransal dağılımı.

Soru 8: Kendisinden vazgeçemeyeceğiniz bir kişinin suçlu olarak kapısına gidip ondan yardım ister miydiniz? Vicdani durumunuz nasıl olurdu?

Şekil 8'de görüldüğü gibi ankete katılanların cevaplara göre sayısal dağılımı şu şekildedir;

- Evet İsterdim. Bundan dolayı vicdani bir rahatsızlık duyardım: 76 kişi
- Hayır istemezdim: 44 kişi
- Evet İsterdim. Bundan dolayı vicdani bir rahatsızlık duymazdım: 15 kişi

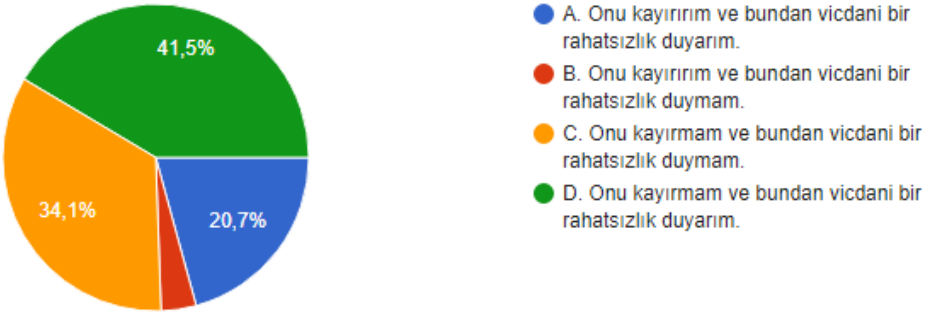


Şekil 8. Kendisinden vazgeçemeyeceğiniz bir kişinin suçlu olarak kapısına gidip ondan yardım ister miydiniz? Vicdani durumunuz nasıl olurdu? sorusuna katılımcıların verdiği cevapların oransal dağılımı.

Soru 9: Eğer bir hâkim olsaydınız ve kendisinden vazgeçemeyeceğiniz bir kişiyi suçlu olarak karşınızda olsaydı onu kayırır mıydınız?

Şekil 9'da görüldüğü gibi ankete katılanların cevaplara göre sayısal dağılımı şu şekildedir;

- Onu kayırmam ve bundan vicdani bir rahatsızlık duyarım: 56 kişi
- Onu kayırmam ve bundan vicdani bir rahatsızlık duymam: 46 kişi
- Onu kayırırım ve bundan vicdani bir rahatsızlık duyarım: 28 kişi
- Onu kayırırım ve bundan vicdani bir rahatsızlık duymam: 5 kişi

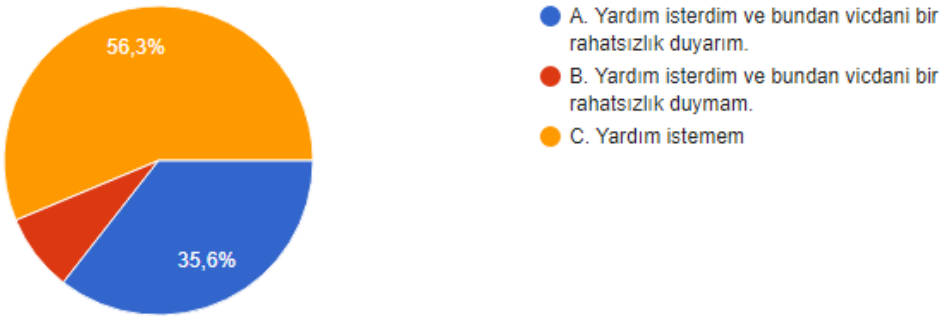


Şekil 9. Eğer bir hakim olsaydınız ve kendisinden vazgeçemeyeceğiniz bir kişiyi suçlu olarak karşınızda olsaydı onu kayırır mıydınız? Sorusuna katılımcıların verdiği cevapların oransal dağılımı.

Soru 10: Eğer vazgeçemeyeceğiniz bir kişi bir hâkim olsaydı ve suçlu olarak karşısında olsaydınız ondan kayırmasını ister miydiniz?

Şekil 10'da görüldüğü gibi ankete katılanların cevaplara göre sayısal dağılımı şu şekildedir;

- Yardım istemem: 76 kişi
- Yardım isterdim ve bundan vicdani bir rahatsızlık duyarım: 48 kişi
- Yardım isterdim ve bundan vicdani bir rahatsızlık duymam: 11 kişi

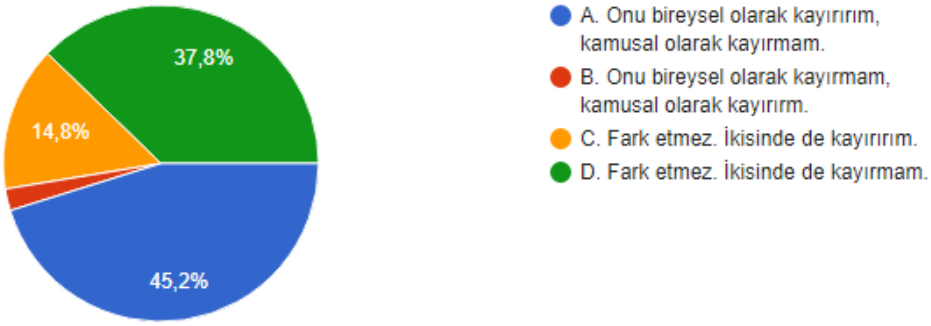


Şekil 10. Eğer vazgeçemeyeceğiniz bir kişi bir hâkim olsaydı ve suçlu olarak karşısında olsaydınız ondan kayırmasını ister miydiniz? Sorusuna katılımcıların verdiği cevapların oransal dağılımı

Soru 11: Bireysel veya kamusal sorumluluk bağlamında olarak iltimas (kayırma) noktasında tercih yapıldığı takdirde durumunuz nasıl olur?

Şekil 11'de görüldüğü gibi ankete katılanların cevaplara göre sayısal dağılımı şu şekildedir;

- Onu bireysel olarak kayırırım, kamusal olarak kayırmam: 61 kişi
- Fark etmez. İkisinde de kayırmam: 51 kişi
- Fark etmez. İkisinde de kayırırım: 20 kişi
- Onu bireysel olarak kayırmam, kamusal olarak kayırırım: 3 kişi

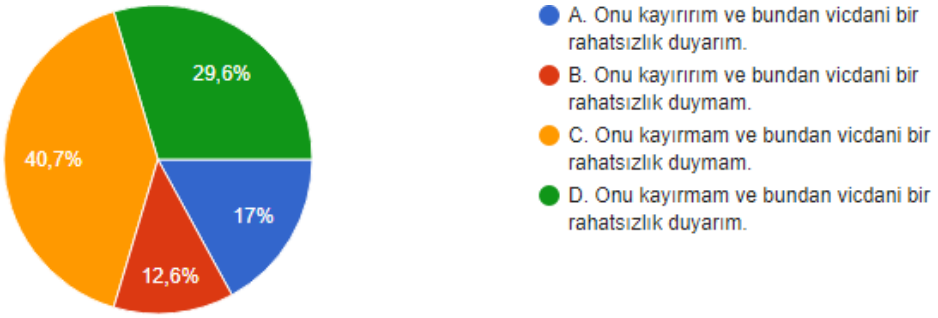


Şekil 11. Bireysel veya kamusal sorumluluk bağlamında olarak iltimas (kayırma) noktasında tercih yapıldığı takdirde durumunuz nasıl olur? Sorusuna katılımcıların verdiği cevapların oransal dağılımı.

Soru 12: Kamusal sorumluluk yetkiniz olduğunu düşünecek olursanız iltimas (kayırma) noktasında tercih yapıldığı takdirde durumunuz nasıl olur?

Şekil 12'de görüldüğü gibi ankete katılanların cevaplara göre sayısal dağılımı şu şekildedir;

- Onu kayırmam ve bundan vicdani bir rahatsızlık duymam: 55 kişi
- Onu kayırmam ve bundan vicdani bir rahatsızlık duyarım: 40 kişi
- Onu kayırırım ve bundan vicdani bir rahatsızlık duyarım: 23 kişi
- Onu kayırırım ve bundan vicdani bir rahatsızlık duymam: 17 kişi



Şekil 12. Kamusal sorumluluk yetkiniz olduğunu düşünecek olursanız iltimas (kayırma) noktasında tercih yapıldığı takdirde durumunuz nasıl olur? Sorusuna katılımcıların verdiği cevapların oransal dağılımı.

5. Sonuç ve Tartışma

Ankete 85'i kız 50'si erkek olmak üzere 135 kişi katılmıştır. Öncelikle şunu ifade etmek gerekir ki anket sürecince ilk elli ve ilk yüz kişinin katılımının sağlandığı periyotlar ile son kişinin katıldığı periyottaki oransal durumlar karşılaştırıldığında önemli bir değişikliğin olmadığı gözlemlenmektedir. Bu durum ankete katılım sayısının arttırılmasının sonuca önemli bir etkisinin olamayacağını düşündürmektedir. Ankete katılan 135 katılımcının %57'si (77 kişi) iyiliği yarar düşünmeden sadece iyi olduğu için yaptığını belirtirken, %47'si (58 kişi) yarar sağladığı için iyilik yaptığını belirtmektedir. Bu durum oransal olarak neredeyse yarıya yakınının verdiği cevaba bakıldığında gençliğin iyilik hususunda benliğini ön plana çıkardığını düşündürmektedir. Katılımcılar %55,6'sı (75 kişi) kasten kötülük yapmayacağını belirtmesine rağmen katılımcıların 28,1'i (38 kişi) kötülüğün yarar sağladığından dolayı vicdani rahatsızlık duysa dahi yapabileceğini belirtmektedir. Bu durum yine benliğin öncelendiği düşüncesini doğurmaktadır.

Katılımcıların %72,6'sı (98 kişi) alay etmeyi onaylamamaktadır. Ankete katılanların dörtte birinden fazlasına tekabül eden vicdani rahatsızlık duysun veya duymasın %27,4 (37 kişi) gibi bir oranın alay etmekten çekinmemesi benlik olgusuna işaret etmekle beraber toplum içinde ahlaki bozulmaya sebep olan yadsınamayacak bir grubun varlığını gösterdiğini düşündürmektedir. Hatta daha önemlisi katılımcılardan alay ederim diyenlerinden vicdani rahatsızlık duyanları, (16 kişi) vicdani rahatsızlık duymayanlarından (21 kişi) daha azdır.

Buraya kadar olan sorular denekleri bundan sonra sorulan vazgeçilmez kişiye dair olan sorulara hazırlamaktır.

Projenin en önemli sorularından biri olan vazgeçilmez kişiye yardım etme durumunda katılımcıların tavrının yardım etmekten yana olduğu görülmektedir. Burada birbirine yakın sorular sorularak katılımcıların görüşlerinin daha iyi anlaşılması istenilmektedir. Katılımcıların %50,4'ü (68 kişi) kendini zor durumda bırakmayacak şekilde yardım edeceğini belirtmektedir. Burada benlik yine ön plana çıkmaktadır. Yarar sağladığı için kötülük yaparım ve iyiliği yararı için yaparım diyenlerin benliği ön plana çıkarmasıyla uyumlu bir durum söz konusu olmaktadır. Katılımcıların %21,5'i (29 kişi) zor durumda kalmayı önemsemeden yardım edeceğini belirtmektedir. Bu iki tercih sahiplerinin sayısı deneklerin %71,9'una (97 kişi) tekabül etmesi vazgeçilmez kişi söz konusu olduğunda suça karşı yardımın tercih edildiğini göstermektedir. Yardım etmeyenlerin sayısı ancak %28,2'de (38 kişi) kalmaktadır. Bu durum vazgeçilmez kişinin kararları etkileyen çok zorlayıcı bir unsur olarak ortaya çıktığını göstermektedir. Katılımcıların %10,4'lük (14 kişi) çok küçük bir dilimi net ve nesnel doğru kararı vererek yardım etmemekle beraber vazgeçilmez kişiyi hukuka teslim edeceğini beyan etmektedir. Bu oran en doğru kararın katılımcılar ezici çoğunluğu

için benimsenen bir durum olmadığını göstermektedir. Vazgeçilmez kişi unsurunun kararlar üzerindeki en belirgin etkisi bu noktada açıkça görülmektedir.
Vazgeçilmez kişiye yardımda katılımcıların tavırlarının vicdani durumunun sorgulandığında, önceki soru olan sadece davranışın ne olduğunun sorgulandığı soru arasında katılımcıların %11,9'luk (16 kişi) dilimine tekabül eden oranı tutarsız cevap verdiği görülmektedir. Yine de vicdani rahatsızlık duysa dahi yardım edenler %40,7'lik (55 kişi) orana ulaşmaktadır. Bunu yardım ettiği halde vicdanen rahatsızlık duymayan %19,3'lik (26 kişi) dilim ile toplandığında suça dair vazgeçilmez kişiye yardım etme %60'lik (81 kişi) büyük bir orana ulaşmaktadır. Bu durum katılımcıların ezici çoğunluğu göz önüne alındığında vazgeçilmez kişinin vicdanın önüne geçtiğini düşündürmektedir. Vazgeçilmez kişiye yardım ettiği takdirde vicdanen rahatsızlık duyanlar bu oranın %40,7'si gibi büyük dilimini oluşturması dikkat çekicidir. Yardım etmemekle beraber vazgeçilmez kişiye karşı mahcup olduğunu düşünenlerin %28,1'lik (38 kişi) bir orana sahip olduğu görülmektedir. Vazgeçilmez kişinin aleyhinde veya lehinde karar verilmesine rağmen vicdanen rahatsızlık duyanlar %68,8 (93 kişi) gibi büyük bir orana ulaşmaktadır. Bu oran vazgeçilmez kişiye karşı büyük ölçüde manevi bir sorumluluk hissinin varlığını göstermektedir. Yardım etse de etmese de birey vazgeçilmez kişiyi zor durumda bırakmak istememektedir. Doğru olanı yaparım ve kimseye de mahcup olmam diyenlerin diğer soruyla da uyumlu olarak katılımcıların %11,9'una (16 kişi) sahip olduğu görülmektedir.
Katılımcıların vicdani rahatsızlık duysa da duymasa %67,4'si (91 kişi) vazgeçilmez kişiden yardım istemeyi göze almaktadır. İlgi çekici durum ise vazgeçilmez kişiye yardım edenlerden %60'lik (81 kişi) daha fazlası ondan yardım istemektedir. Bu durum vazgeçilmez kişiye karşı aslında benliğin ön plana çıktığını düşündürmektedir. Bu soru deneklerin göz önündeki soruyu cevaplarken arka planda benliğini öncelemesine dair kararları hakkında içgüdüsel olarak farkında olmadan cevap vermesini sağlamayı amaçlamaktadır.
Kamu önünde olunmadığı daha gizli ilişkilerde durumlarda hukuka aykırı hareket eden benlik, söz konusu eylem hukuk insanı veya kamu önünde olunan bir durum söz konusu olduğunda tersine dönmektedir. Vicdani rahatsızlık duysa da duymasa da deneklerin yaklaşık %75,6'sı (102 kişi) iltimas göstermeyeceğini belirtmektedir. Hatta bu deneklerin %34,1'i (46 kişi) vicdanen rahatsızlık dahi duymamaktadır. Yine de bu oranın düşük olması %41,5 (56 kişi) gibi büyük bir orana tekabül eden iltimas göstermese de vicdanen rahatsızlık duyanlarıyla karşılaştırıldığında hukukun karşısında belirgin bir pozisyonda iken dahi vazgeçilmez kişiye karşı vicdanen sorumluluk hissinin varlığının vicdani rahatsızlık duymayanlara oranla daha fazla olduğunu göstermektedir. Katılımcıların %20,7'si (28 kişi) hukuk karşısında vazgeçilmez kişiyi kayırmasına rağmen vicdanen rahatsızlık da duyacağını belirtmektedir. Bunu iltimas göstermesine rağmen vicdanen rahatsızlık duymayan %3,7'lik (5 kişi) dilimle topladığımızda fiilen yardım edenler %24,4 (33 kişi) gibi bir dilime tekabül etmektedir ki, katılımcıların neredeyse dörtte birine denk gelmektedir. Bu durum vazgeçilmez kişiye karşı hukuk önünde dahi manevi bir sorumluluk hissi duyanların azımsanmayacak bir orana sahip olduğunu göstermektedir. Fakat bireysel durumun sorgulandığı önceki cevaplarla bu durum karşılaştırıldığında önceki cevaplarda vazgeçilmez kişinin aleyhinde veya lehinde karar verilmesine rağmen vicdanen rahatsızlık duyanlar %68,8 (93 kişi) gibi büyük bir orana sahip iken hukuk önünde bu oran %24,4'lük (33 kişi) bir oranla oldukça düşmektedir. Yani hukuki sorumluluğun veya kamu önünde verilen kararların vazgeçilmez kişiye karşı alınan tavırda doğru ve nesnel karar verilmesinde belirleyici bir etkisi söz konusu olmaktadır.

Önceki durumun tersi söz konusu olduğunda yani, vazgeçilmez kişi hâkim olduğunda ondan yardım ister ve vicdanen rahatsızlık duymam diyenler %8,1'lik (11 kişi) bir dilimdedir. Bu dilimi vicdanen rahatsızlık duyanların oluşturduğu %35,6'lık (48 kişi) büyük bir dilimle toplayınca %43,7'lik (59 kişi) katılımcı yardım isteyeceğini düşünmektedir. Yukarıda belirtilen oran yüksek olsa da bu oran %56,3'lük (76 kişi) vicdani rahatsızlık duymasına rağmen bireysel olarak yardım isteyenlerin oranıyla karşılaştırıldığında az da olsa kamuya açık bir durum olan vazgeçilmez kişinin yargıç olduğu durumda yardım istenmesi oranında düşüş gözlemlenmektedir. Bu oran daha önce sorduğumuz yarar sağladığı için iyilik yaparım diyen katılımcılarda olduğu gibi oransal olarak katılımcıların neredeyse yarıya yakınının benliğini ön plana çıkardığını düşündürmektedir.

Vazgeçilmez kişi yargıç ise ondan yardım istemem diyenlerin oranı ise %56,3'lük (76 kişi) dilime ulaşmaktır. Bu durum %32,6'lik (44 kişi) bireysel olarak yardım isteyenlerin oranıyla karşılaştırıldığında vazgeçilmez kişi kamuya açık yargıçlık gibi bir durumda ise oran oldukça yükselmektedir. Benlik öncelemesi bu noktada vazgeçilmez kişi karşısında yargıç olması nedeniyle geri plana düşmektedir. Bu noktada iki birbirinin aynısı olan %56,3'lük (76 kişi) oranlar farklı durumların sonuçlarıdır. Karıştırılmaması gerekmektedir.

Bireysel olarak kayırma ile kamusal alanda kayırmanın karşılaştırılmasında bireysel olarak kayırma yine %60'lık (81 kişi) bir orana sahip olmaktadır. Katılımcıların %83'ü (112 kişi) kamusal kayırma yapmayacağını belirtmektedir. Bireyselde ise suça yardımla kayırma karşılaştırmasında %60'lık (81 kişi) bir oranla aynı olduğu görülmektedir. Oranların aynı olması ankete katılanların tutarlı cevaplar verdiğini de göstermektedir.

Kamusal bir yetki söz konusu olduğunda vazgeçilmez kişiye iltimas göstermeyenlerin sayısı ister vicdani rahatsızlık duysun ister duymasın %70,3'lük (95 kişi) dilime ulaşmaktadır. Fakat yine de yüzde %13,3'lük bir sapma söz konusu olduğundan bu kişilerin cevaplandırmasında bir sorun olduğu düşünülmektedir. Oranın yüksek olmasından dolayı sonuca büyük bir etkisi olmadığı düşünülmektedir. İltimas göstermemeye rağmen %29,6 (40 kişi) oranında katılımcının vazgeçilmez kişiye karşı mahcubiyet hissettiği görülmektedir.

Vicdan kavramı birçok ilmi alanda oldukça geniş bir biçimde ele alınmasına rağmen bu proje vicdanı makro düzeydeki araştırmalardan ayırarak sadece benlik ve vazgeçilmez kişi unsuru bağlamında ele almaktadır. Bu yönüyle mikro bir araştırmadır.

Projenin sonucunda bireyin hukuk kuralları karşısında vicdanının sesi ile vazgeçilmez kişi unsuru arasında kalarak bu noktada çok büyük çelişkiler içine düştüğü görülmektedir. Hukuka karşı vazgeçilmez kişi, vazgeçilmez kişiye karşı benlik öncelenmektedir.

Projeye konu edilen görüşler, yapılan anket ve uzman mülakatlarında elde edilen sonuçlar çerçevesinde vicdanın doğuştan geldiği sonucu daha ağır basmaktadır. Fakat çocukluktan itibaren vicdan kavramının oluşumunda yeteri kadar önem gösterilmediği de düşünülmektedir. Eğer eğitilebilir denilirse vicdan o zaman Cengiz Aytmatov'un ifadesiyle insanlığı kurtaracak olan "*çocuksu vicdandır*". Henüz bozulmamış olan, örtülmemiş, körelmemiş tertemiz vicdanıdır. Bu, tohumdaki öz gibidir ve bu öz olmadan hiçbir tohum gelişemez, filizlenemez. Bu yüzden bozduğumuz çocuk ruhunu özüne döndürmektir belki de ilk yapmamız gereken de budur. (Karahan, 2017). Bundan dolayı belki de asıl muhatap gençlerdir. Onların vicdanı belki de doğruya yatkın olmada yetişkinlere oranla daha güçlüdür.

6. Öneriler

Aile ortamında başlayarak özellikle ilk eğitim döneminden itibaren çocukta vicdani yargılar şekillenirken hukuk, değer, doğru, yanlış vb. kavramların değer verilen şahısların, benlik kavramının vb. önüne geçmesi gerektiği güçlü bir biçimde anlatılmalıdır. Sırasıyla hayat bilgisi, sosyal bilgiler, din kültürü ve ahlak bilgisi derslerinde bu konu kısmen incelense de öneminden dolayı bu dersin uzun soluklu ve belirgin bir biçimde eğitim faaliyetleri içinde kendine yer bulması gerekmektedir. Medyada sadece Ramazan ayına özel olarak ve maalesef yüzeysel ve kısmen ele alınan bu konular, dindar veya dindar olmayan kitlelerin buluşacağı ortak bir dille ele alınmadır. Bu konunun, projenin sonucunda görüldüğü üzere alanın uzmanları ve idarecilerin ortak çalışmalarıyla yeni yöntem arayışlarının ortaya konulmasına çalışılmalıdır. Çünkü hâlihazırda uygulanan yöntemler ya istenilen verimi elde etmekten uzak ya da bu eğitimler yeterli olmamakta ve/veya doğru zamanlarda verilememektedir.

İkinci olarak görsel ve yazılı medyanın ürettiği dilin hassasiyetle gözden geçirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Son dönemde de oldukça büyük bir kitleye sahip olan bilgisayar oyunları, aşk, aile, aşiret, mafya vb. dizi ve filmlerde insanların sevdikleri uğruna tüm kuralları çiğnediği gözlemlenmektedir. Bu alandaki eğitimin yetersizliği, kitle iletişim araçlarında tam tersi bir propagandanın ister istemez oluşmuş olması gençleri ciddi şekilde etkilemektedir. Normal şartlar altında anormal görülen kararlar normalleştirilmiş olmaktadır. Fakat şartların zorlayıcılarının, doğrudan keskin bir biçimde ayrılmayı gerektirmediği bilinciyle, nesnel doğrular başlı başına bir eğitim programıyla kitlesel olarak yaygınlaştırılarak anlatıla bilinmelidir.

Kaynaklar

Akboy, R. (2005). Eğitim Psikolojisi ve Çoklu Zekâ, İzmir: Dinozor Kitabevi, 142.

Akın, C. (2015). Cengiz Aytmatov'un Eserlerinde Vicdan, Bursa: Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi (4/4), 1561-1567. Erişim Tarihi: 20.09.2020. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/teke/issue/12856/155930

Altuntaş, H. ve Şahin, M. (2011a). Kur'an-ı Kerim Meali, Ankara: Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları, 687.

Altuntaş, H. ve Şahin, M. (2011b). Kur'an-ı Kerim Meali, Ankara: Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları, 657.

Aslan, E. (1992). Benlik Kavramı ve Bireyin Yaşamındaki Etkileri, İstanbul: M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Dergisi (4), 11. Erişim Tarihi: 20.12.2020. Erişim Adresi: http://dspace.marmara.edu.tr/handle/11424/3767

Aytmatov, C. (2014). Beyaz Gemi, İstanbul: Ötüken Yayıncılık, 149.

Ceylan, D. (2017). Vicdan Kavramına Psikolojik ve Dini Yaklaşımlar, Katre İktisat sayısı İstanbul: İlim ve Kültür Vakfı Yayınları (3), 197. Erişim Tarihi: 15.12.2020. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/309721

Çağrıcı, M. (1991). Asabiyet, İstanbul: D.İ.A., T.D.V. Yayınları, (3), 453-455.

Demir, O. (2013). Vicdân, İstanbul: D.İ.A., T.D.V. Yayınları, (43), 100-102.

Eren, İ. (2009). Şiddet ve Cinsiyet, İstanbul: BAŞKA / Psikiyatri ve Düşünce Dergisi, (3), 155-160.

Fromm, E. (1994). Erdem ve Mutluluk, (çev. A. Yörükan) İstanbul: İş Bankası Kültür Yayınları, 25.

Gül, F. (2008). Vicdanın Neliği üzerine: Rousseau-Kant örneği. Kaygı, Bursa: Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Felsefe Dergisi (11), 69-76. Erişim Tarihi: 10.11.2020. Erişim Adresi: ttps://arastirmax.com/en/system/files/dergiler/277/makaleler/11/arastrmx_277_pp_69-76.pdf

Güngör, E. (1995). Ahlak Psikolojisi ve Sosyal Ahlak, İstanbul: Ötüken Yayınları, 55-57.

İbn Haldun, (2018). Mukaddime, (haz. Uludağ, S.) İstanbul: Dergâh Yayınları, 373.

Kahveci, K.A. (2012). J.J. Rousseau'da Ahlâkî Vicdan ve Değeri, Adana: Çukurova Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi 12 (1), 208. Erişim Tarihi: 22.12.2020. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuilah/issue/4182/54940

Kala, M. E. (2015). Şahsiyet ve Ahlâk Felsefesi, Ankara: Adam Akademi Sosyal Bilimler Dergisi (5), 18, Erişim Tarihi: 20.12.2020. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/download/article-file/147376

Kant, E. (1999). Pratik Aklın Eleştirisi, (çev. I. Kuçuradi, Ü. Gökberk, F. Akatlı) Ankara: Türkiye Felsefe Kurumu Yayınları, 107.

Kant, E. (2002). Ahlak Metafiziğinin Temellendirilmesi, (çev. I. Kuçuradi) Ankara: Türkiye Felsefe Kurumu Yayınları, 55.

Karaca, R. (2015). Kişiliğim ve Ben, Ankara: Nobel Yayınları, 253.

Karahan, F. (2017). Vicdan Eğitimi, Ankara: Diyanet Aile Dergisi, 8, (Aralık sayısı)

Kasapoğlu, A. (2003). Kur'an'a Göre Vicdanın Kaynağı ve İşlevleri, 131-162. Kilis: Akademik Araştırma Dergisi, (18). Erişim Tarihi: 15.12.2020. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademikincelemeler/issue/1551/19058.

Locke, J. (1992). İnsan Anlığı Üzerine Bir Deneme, çev. V. Hacıkadiroğlu, İstanbul: Kabaklı Yayınları, 63.

Özafşar, M. E., Ünal, İ. H., Ünal, Y., Erul, B., Martı, H ve Demir, M. (2013). Hadislerle İslam 3. Cilt, Ankara: DİB Yayınları, 64.

Özafşar, M. E., Ünal, İ. H., Ünal, Y., Erul, B., Martı, H ve Demir, M. (2013b). Hadislerle İslam 5. Cilt, Ankara: DİB Yayınları, 329.

Saltuklu, Z. (2013). Vicdan, Erzurum: Fenomen Yayınları, 10.

Sayar, K. ve Ergül, L. K., (2020). Vicdan, Erişim Tarihi: 20.12.2020. Erişim Adresi: https://kemalsayar.com/insana-dair/vicdan

Şentürk, H. (1996). Kişiye Değer Verme Üzerine Bazı Düşünceler, Ankara: TDV Dergisi (Mart, 63), 47.

TDK (2011a). Türkçe Sözlük, Ankara: Türk Tarih Kurumu. 2485.

TDK (2011b). Türkçe Sözlük, Ankara: Türk Tarih Kurumu, 599.

Tolstoy L. N. (2005). Hz. Muhammed, İstanbul: Karakutu Yayınları, 23.

Topçu, N. (2005). Ahlak, 129, İstanbul: Dergâh Yayınları.

Uygur, N., Işıklı, M., Ögel, K., Çeliker, A.R (1991). Şizofrenlerde Suç İşlemeyi Etkilemesi Olası Faktörler, İstanbul: Düşünen Adam Psikiyatri ve Nörolojik Bilimler Dergisi (4), 10-14, Erişim Tarihi: 13.10.2020. Erişim Adresi: https://dusunenadamdergisi.org/storage/upload/pdfs/1593604295-tr.pdf

Zengin, M. ve Arslan İçöz, E. (2018). Dini, Felsefi, Psikolojik Boyutlarıyla Vicdan ve Değerler Eğitimindeki Yeri, Amasya: Amasya Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, (10), 323-345. Erişim Tarihi: 22.09.2020. Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/amauifd/issue/37323/379279

Ekler

Ek-1' de lise öğrencilerine uygulanan *"Vazgeçilmez Kişi Karşısında Suça Dair Alınan Kararlarda Lise Çağındaki Gençlerin Vicdani Tavrı"* adlı anket bulunmaktadır.

YEŞİL LAZERİN ZARFLI VİRÜSLERİN TARAMASINDA KULLANIMI İÇİN YÖNTEM GELİŞTİRİLMESİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: CEM TARKAN TEKCAN
NİHAN İSEN

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: Dr. Onur AKPINAR

İZMİR
2021

Özet

Geçtiğimiz bir yılda SARS-CoV-2 olarak isimlendirilmiş yeni tip koronavirüs tüm dünyada birçok değişikliğe sebep olmuş ve toplumsal hayatta büyük bir etki bırakmıştır. Dünya genelinde 101 milyondan fazla vaka tespit edilmiş ve 2,1 milyondan fazla insan hayatını kaybetmiştir. Türkiye'de tespit edilen vaka sayısı 2,5 milyon, vefat etmiş insan sayısı da 25 bine ulaşmıştır. Koronavirüsün yayılmasına engel olmak üzere alınan tarama önlemlerin çoğu yeterince güvenilir ve doğru değildir. Kapalı ve toplumsal alanlara girişte yapılan ateş ölçümlerinin sonuçları her zaman doğru çıkmamakla birlikte, koronavirüs taşıyıcılarında ateş her zaman belirtiler arasında olmaması daha güvenilir bir tarama yöntemi geliştirmeye araştırmacıları sevk etmektedir.

Bu projede, zarflı virüslerin hızlı tespiti için yağ moleküllerinin yeşil lazer ile yaptığı kırmızı floresansı bulmak hedeflenmiştir. Nitel olarak görülebilmesi için suni bir yağ damlasında ilk deneme yapılmıştır ve yağın yaptığı floresans görülmüştür. Nicel olarak ölçüm almak için 532 nm lazer yağ moleküllerinin üstüne farklı yüzeylerde (hava, cam ve su), farklı uzaklıklarda (4, 8, 12, 16 ve 20 cm) ve farklı açılarda (40-140° arası her 10° de bir) gönderilmiştir. 620-740 nm arasını geçiren kırmızı bir filtre cep telefonu kamerasının önüne koyulmuş ve her ortam, uzaklık ve açıda örnekler fotoğraflanmıştır. Alınan fotoğraflar MATLAB ile işlenmiştir. En iyi sonuç karanlık bir ortamda, havada 12 cm uzaklıktan 60° açıyla fotoğraflanmış örnekten alınmıştır.

Proje kapsamında geliştirilen yöntemle, günümüzde toplumsal alanlarda vücut ateşi ölçmenin gerçekleştiremediği hızlı, güvenilir ve doğru bir şekilde virüs taraması/tespiti sağlanmış olacak ve toplumda hızlı bir şekilde yayılan zarflı virüslerin bulaşıcılığının önüne geçilmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Zarflı virüsler**,** koronavirüs, yeşil lazer, 532 nm, lipit, floresans.

Projenin Amacı

Son bir yıldır küresel anlamda tüm insanlığı etkileyen kısaca SARS-CoV-2 olarak isimlendirilen ve COVID-19 hastalığına neden olan yeni tip koronavirüsten önleyici tedbirler kapsamında toplumsal alanlarda vücut sıcaklığının ölçülmesi rutin bir uygulama olarak yapılmaktadır. Bununla birlikte, koronavirüs enfeksiyonuna maruz kalan hastaların büyük çoğunluğu hiçbir belirti göstermemekte (asemptomatik) ya da hastalık belirtilerinde ateş her zaman gözlemlenmemektedir. Bu nedenle toplumda dolaşan COVID-19 hastalarının doğru ve etkili taranmasına olanak sağlayacak yeni yöntemler geliştirmek elzemdir.

Bu projede koronavirüsün de dahil olduğu zarflı virüslerin dış yüzeyinde bulunan lipit içerikli zarf yapılarının yeşil lazer altında yaptığı floresans ile tespit edecek yeni bir yöntem geliştirmek amaçlamıştır.

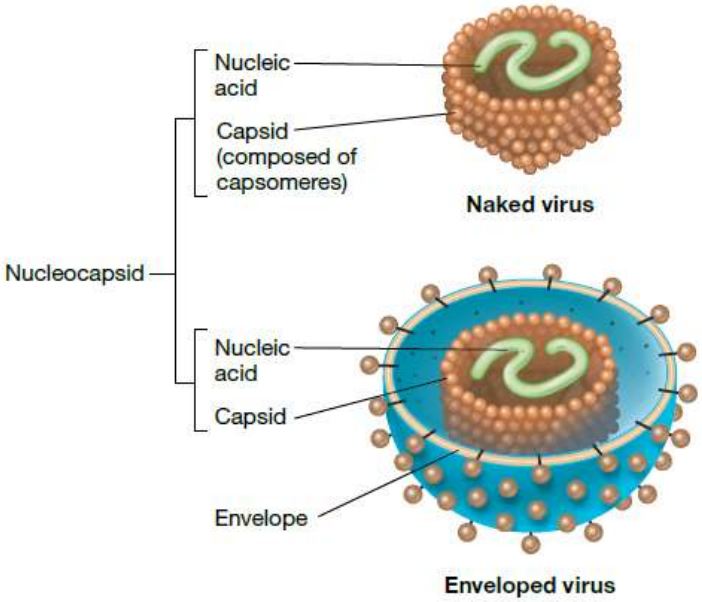
1. GİRİŞ

1.1 Virüsler

Bir virüsün en basit tanımı, protein tarafından etrafı sarılmış bulaşıcı özellikte bir nükleik asittir. Virüsler tipik olarak bakterilerden çok daha küçüktür. Virüsler hücre olmamasına rağmen bir genoma sahiptirler. Virüs genomu basit ve çok fazla gene sahip olmayan kısacası virion adı verilen hücre dışı bir formda saklanmaktadır. Virion genel olarak bir virüs partikülünün bir konakçı hücreden diğerine seyahat etmesine olanak sağlar. Canlı varlık sayılmayan virüsler enerji, metabolik ara ürünler ve protein sentezi için konak hücreden faydalanır, dolayısıyla zorunlu hücre içi parazitlerdir (Madigan ve ark., 2018).

Virüsler hem prokaryotik hem de ökaryotik hücreleri enfekte etme kapasitesindedirler. Bu nedenle, insanların ve diğer birçok organizmalarda görülen bulaşıcı hastalıktan sorumludur. Herhangi bir virüsün virionu, kapsid adı verilen bir protein kabuğu ve kapsidin içerdiği virüs genomunu içerir. Bakteriyel virüslerin çoğu çıplaktır ve başka katmanları yoktur, oysa birçok hayvan virüsünün bir fosfolipit çift katmanından (konakçı hücre zarından alınır) ve viral

proteinlerden oluşan zarf adı verilen bir dış katmanı vardır (Şekil 1). Zarflı virüslerde, nükleik asit artı kapsid proteininin iç yapısı nükleokapsid olarak adlandırılır. Virion, virüs konakçı hücrenin dışındayken viral genomu korur ve virion yüzeyindeki proteinler, bunun konakçı hücresine bağlanmasında önemlidir. Virion ayrıca enfeksiyon ve replikasyon sırasında rol oynayan bir veya daha fazla virüse özgü enzim içerebilir (Madigan ve ark., 2018). İnfluenza virüsü (grip) gibi bazı virüsler, konak hücreye bulaşmalarına yardımcı olan aksesuar yapıları olan zarfa sahiptirler. Konakçı hücrenin zarlarından türetilen bu viral zarflar, konakçı hücre fosfolipitlerini ve zar proteinlerini içerir. Ayrıca viral kaynaklı proteinler ve glikoproteinler içerirler. Bazı virüsler, kapsidleri içinde birkaç viral enzim molekülü taşır (Reece ve ark., 2014). Zarflı virüslerin örnekleri arasında Koronavirus, Influenza, Hepatit B ve C ve Hemorajik Ateş (Ebola Virüsü Hastalığı) gibi insanlarda kötü şöhretli hastalıklara neden olanlar yer alır (Madigan ve ark., 2018).



Şekil 1. Çıplak ve zarflı virüs yapılarının görünümü. Zarf yapısı konak hücrenin sitoplazmik membranından türevlenmektedir (Madigan ve ark., 2018).

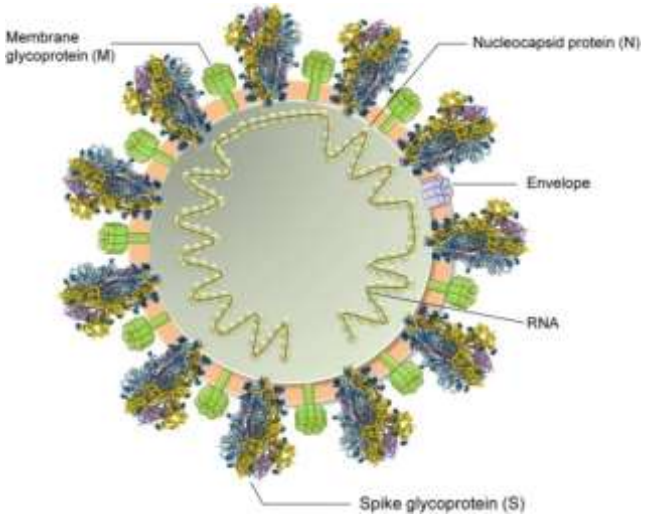
1.1.1 Koronavirüs

29 Ocak 2021 itibariyle, 101 milyondan fazla COVID-19 vakası bildirildi ve dünya çapında 2.180.000'dan fazla insan hayatını kaybetti. Türkiye'de ise 2.457.118 COVID-19 vakası ve 25.650 kişi hayatını kaybetti (WHO, 2021). Şu an tüm dünyayı etkileyen bu patojen, şiddetli akut solunum sendromu koronavirüs 2 (SARS-CoV-2) yeni bir β-koronavirüs tipidir (Yao ve ark., 2020).

Koronavirüsler, poliovirüs (çocuk felçi) gibi sitoplazmada replike olan, tek iplikli pozitif RNA virüsleridir, ancak daha büyük boyutları ve replikasyon ayrıntıları açısından çocuk felci virüsünden farklıdırlar. Koronavirüsler, insanlarda ve diğer hayvanlarda, soğuk algınlığının yaklaşık %15'i ve insanlarda bazen ölümcül bir alt solunum yolu enfeksiyonu olan SARS dahil olmak üzere solunum yolu enfeksiyonlarına neden olur (Madigan ve ark., 2018).

Koronavirüs virionları zarflıdır ve yüzeylerinde sivri şekilde glikoprotein spike uçları içerir (Şekil 2). Bunlar, virüse "taç" görünümü verir. Koronavirüs genomu yaklaşık 30 kb büyüklüğe sahip olup bilinen herhangi bir RNA virüsünün en büyüğü olduğu için dikkate değerdir. Ayrıca, koronavirüs genomu hücrede doğrudan mRNA olarak işlev görebilir; ancak, çoğu koronavirüs proteini genomik RNA'nın çevrilmesiyle yapılmaz. Bunun yerine, genomun yalnızca bir kısmı, özellikle de RNA replikazını kodlayan bölge çevrilir. İkincisi daha sonra, birkaç mRNA'nın üretildiği tamamlayıcı negatif iplikler üretmek için bir şablon olarak genomik RNA'yı kullanır ve bu mRNA'lar, koronaviral proteinler üretmek için dönüştürülür. Tam uzunlukta genomik RNA da negatif ipliklerden yapılır. Yeni koronaviral viryonlar, ökaryotik

hücrelerde önemli bir salgı organel olan Golgi kompleksi içinde toplanır ve tamamen birleştirilmiş virionlar daha sonra hücre yüzeyinden salınır (Madigan ve ark., 2018).



Şekil 2. SARS-CoV-2'nin yapısı. SARS-CoV-2, hücre yüzeyi reseptörü ACE2 ile etkileşime aracılık eden, spike glikoprotein (S) gibi yüzey viral proteinlerine sahiptir. SARS-CoV-2'nin viral membran glikoproteini (M) ve zarfı (E), viral RNA içeren sarmal nükleokapsidi kapsülleyen konakçı membrandan türetilmiş lipit çift tabakasına gömülüdür (Kumar ve ark., 2020).

Önceki koronavirüsler gibi, yeni koronavirüs de solunum yolu hastalığına neden olur ve semptomlar solunum sağlığını etkiler. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezlerine (CDC) göre, COVID-19 semptomlarının ana semptomları çok hafif ila şiddetli olabilir: ateş, öksürük ve nefes darlığını içerir. Çoğu insan asemptomatiktir. Belirtiler, maruziyetten 2 ila 14 gün sonra ortaya çıkabilir. Güncel bilgiler, virüsün hafif, grip benzeri semptomların yanı sıra daha şiddetli hastalığa neden olabileceğini göstermektedir. Çoğu hastanın hafif hastalığı var gibi görünmektedir ve yaklaşık %20'si zatürre, solunum yetmezliği ve bazı durumlarda ölüm dahil olmak üzere daha şiddetli hastalıklara ilerliyor gibi görünmektedir (Sheikhi ve ark., 2020).

Havada asılı kalan 5 mikrondan küçük partiküller için geçerli olan hava yolu ile bulaş, normal koşullarda belli bir mesafe ve sürede SARS-CoV-2 bulaşı için tartışmalıdır. Ancak, koronavirüslerin bulaşında aerosol oluşturan işlemler sırasında üretilen kontamine fomitlerle temas ve aerosollerin solunması gibi başka yollar da gösterilmiştir. SARS-CoV-2'nin aerosollerde en az üç saat asılı kaldığı belirtilmiştir. Bazı çalışmalarda, COVID-19'lu hastaların ventilasyon sistemlerinde ve hastane odalarının hava örneklerinde viral RNA tanımlanmıştır (Türken ve Köse, 2020).

Yeni SARS-CoV-2'den kaynaklanan enfeksiyon, küresel bir salgında hızla gelişmiştir ve bu, okullardan üniversitelere her düzeyde öğretim dahil olmak üzere tüm sosyal etkinliklerin etkileyici bir şekilde yeniden düzenlenmesiyle sonuçlanmıştır. Pek çok ülkede karantina dönemiyle karakterize edilen salgının ilk aşamasından sonra, potansiyel olarak enfekte kişileri hızlı bir şekilde tanımayı ve virüsün yayılmasını azaltmayı amaçlayan birkaç talimatla, normal faaliyetlere kademeli bir dönüş düzenlenmiştir. Bu semptomlara dayanarak, en yaygın önleyici prosedür, hastaneler dahil mağazalara, resmi dairelere veya işyerlerine girmeden önce vücut sıcaklığının ölçülmesinden oluşur (Buoite Stella ve ark., 2020).

Ateşi tespit etmek için optimum sıcaklık ölçümüne rağmen, temassız ve non-invaziv ölçümler, kızılötesi (IR) termokameralar (genellikle "termometre tabancaları" şeklinde) en yaygın cihazlar arasındadır. Bazı bulgular, tarama amacıyla uzaktan algılayan IR termografik kamerayı teşvik etmesine rağmen, yüksek önyargı riski nedeniyle ateşi tespit etme geçerliliği hâlâ tartışılmaktadır. Kızılötesi (IR) termokameraların bazı sınırlamaları aşağıda özetlenmiştir.

i. Farklı cihaz markaları ve bu markalara karşılık gelen doğruluk,

ii. Uygun bir kalibrasyon süreci ihtiyacı,
iii. Kullanıcının uygun eğitimi,
iv. Cihazın ölçüm yerine uzaklığı,
v. Ölçümün yapıldığı ortam (örneğin, atmosferik zayıflama, ortam sıcaklığı, ortam nemi, vb.),
vi. Farklı ölçüm alanları,
vii. İçindeki ateşi tanımlamak için kesme değeri farklı bölgeler ve
viii. Yüzey sıcaklığı ile merkez sıcaklığı arasındaki ilişkidir (Buoite Stella ve ark., 2020).

COVID-19'un işyerinde veya yüksek riskli ortamlarda yayılmasını azaltmak isteyen kamu ve özel kuruluşlar, daha düşük eşiklerin (örneğin, 99°F= 37,2°C), alternatif teknolojilerin veya seri sıcaklık değerlendirme yaklaşımlarının bir kombinasyonunu ve bunun yanında sıcaklığı kullanmayı düşünmelidir (Haimovich ve ark., 2020).

Tüm koronavirüs hastalarında ateş gözlemlenmemesi ve çoğu hastanın asemptomatik olarak hastalığı geçirmesinden dolayı hastane, okul, alışveriş merkezi, toplu ulaşım gibi kalabalık alanlarda COVID-19 taramasının doğru ve etkili yapılması açısından ateş ölçümleri dışında yeni yöntem ve teknolojilere gereksinim duyulmaktadır.

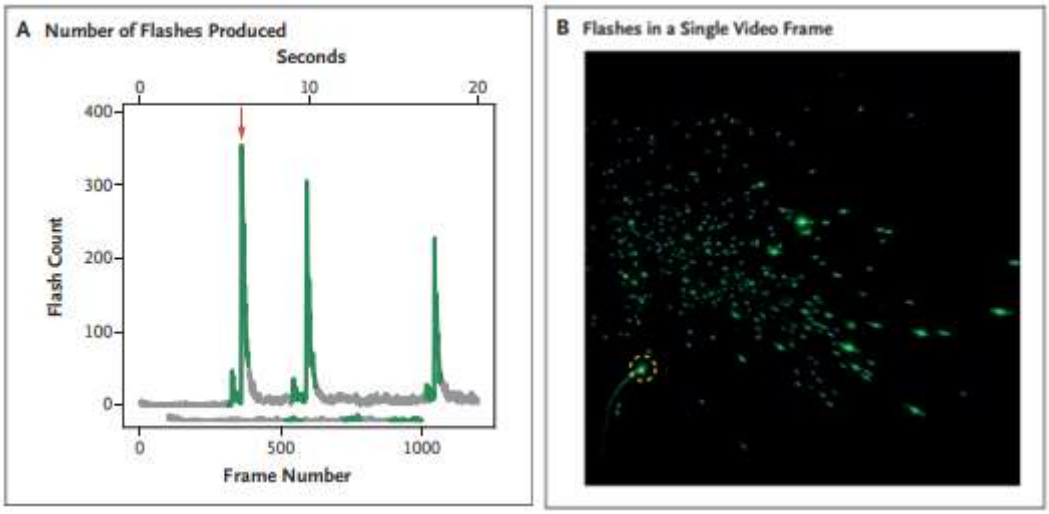
1.2 Solunum Damlacıkları İçindeki Aerosol Molekülleri

Solunum virüslerinin öksürme veya hapşırma ile oluşan damlacıklar (droplet) yoluyla bulaşabileceği uzun zamandır bilinmektedir (Stadnytskyi ve ark., 2020). Konuşma eylemi, boyutları büyük ölçüde değişen oral sıvı damlacıkları üretir ve bu damlacıklar, bulaşıcı virüs partiküllerini barındırabilir. Büyük damlacıklar hızla yere düşerken, küçük damlacıklar havada "damlacık partikülleri" olarak susuz kalabilir ve burada bir aerosol gibi davranarak yayılan bulaşıcı parçacıkların uzaysal kapsamını genişletebilirler (Anfinrud ve ark., 2020). Normal konuşmanın aynı zamanda geniş bir boyut dağılımına (yaklaşık 1 µm ila 500 µm) sahip binlerce oral sıvı damlası ürettiği daha az yaygın olarak bilinmektedir. Damlacıklar, kızamık ve grip virüsünün yanı sıra *Mycobacterium tuberculosis* gibi çeşitli solunum yolu patojenlerini barındırabilir. Asemptomatik olanlar da dahil olmak üzere pozitif hastalarda koronavirüs hastalığının (COVID-19) oral sıvılarında şiddetli akut solunum sendromu koronavirüs 2'nin (SARS-CoV-2) yüksek viral yükleri tespit edilmiştir (Stadnytskyi ve ark., 2020).

Dehidrasyon üzerine bir damlacığın küçülme miktarı, elektrolitler, şekerler, enzimler, DNA ve susuz epitel ve beyaz kan hücrelerinin kalıntılarını içeren oral sıvıdaki uçucu olmayan maddenin fraksiyonuna bağlıdır. Saf tükürük, tükürük bezlerinden çıkarken %99,5 su içerirken, oral sıvıda uçucu olmayan maddenin ağırlık oranı %1-5 aralığına düşer. Muhtemelen, bu geniş aralık, normal solunum ve konuşma sırasında ağız boşluğunun farklı derecelerde dehidrasyonundan ve yaşla birlikte azalmış tükürük bezi aktivitesinden kaynaklanmaktadır. %1 ila %5 aralığında uçucu olmayan bir ağırlık fraksiyonu ve bu fraksiyon için varsayılan 1,3 g/mL'lik bir yoğunluk verildiğinde, dehidrasyon, yayılan bir damlacığın çapının orijinal boyutunun yaklaşık %20 ila %34'üne kadar küçülmesine neden olur (Stadnytskyi ve ark., 2020).

Ağızdan sıvı ortalama virüs RNA yükü mililitre başına 7×10^6 kopya (mililitre başına maksimum $2{,}35 \times 10^9$ kopya) olan COVID-19 için, dehidrasyondan önce 50 µm çapında bir damlacığın en az bir tane içermesi olasılığı virion yaklaşık %37'dir. 10 µm'lik bir damlacık için, bu olasılık %0,37'ye düşer ve homojen bir oral sıvı dağılımından üretilirse birden fazla virion içermesi olasılığı ihmal edilebilir (Stadnytskyi ve ark., 2020).

Yakın tarihli bir raporda, tekrarlanan sözlü ifadeler (“Stay Healthy”) sırasında üretilen konuşma damlacıklarının (20-500 µm) patlamalarını görselleştirmek için yoğun bir lazer ışığı tabakası kullanılmıştır (Anfinrud ve ark., 2020). Şekil 3’te Anfinrud ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan çalışmada konuşma damlacıkları, ışık tabakasından geçerken ürettikleri parlamalar görülmektedir.



Şekil 3. Bir kişi "Sağlıklı Kalın" (Stay Healthy) derken damlacıkların salınması (Anfinrud ve ark., 2020).

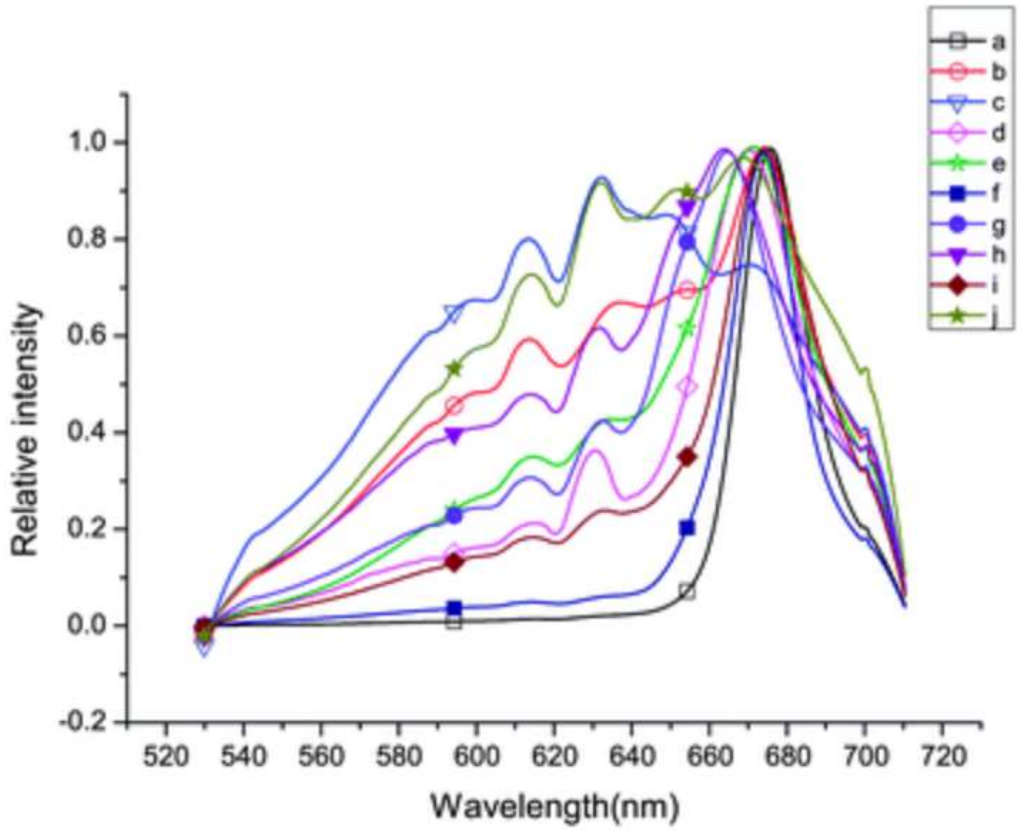
1.3 Lipit Moleküllerinin Floresans Özelliği

Lipitler (yağ), çeşitli hücresel işlevler için gerekli görevleri yerine getiren çeşitli hidrofobik moleküller grubunu temsil eder. Bu, verimli bir enerji kaynağı sağlamayı, hücre zarı gelişimi için yapı taşları görevi görmeyi ve çok sayıda sinyal molekülünün biyosentezi için öncül görevi görmeyi içerir. Lipit damlacıkları, lipitlerin depolanması ve tedarikinde yer alan, lipitlerin hücresel konsantrasyonlarını tamponlayan ve belirli hücresel gereksinimleri karşılamak için salgılarını kontrol eden kilit hücresel organellerdir. Bu nedenle, lipit ve enerji homeostazisi sürdürmenin anahtarı olarak görülürler (Tian Jr. ve ark., 2021).

Nefes almak ve konuşmak, Anfinrud ve arkadaşlarının (2020) lazer deneyinde görselleştirilenlere göre aerosol parçacıkları olarak bilinen daha küçük ve çok daha fazla sayıda parçacık üretir. "Süper yayıcılar" olarak adlandırılan bazı kişiler, diğer insanlardan çok daha fazla aerosol parçacığı üretir. Bu parçacıkların çapları mikron aralığındadır. Bu parçacıklar yerçekimi nedeniyle çökelemeyecek kadar küçüktür, ancak hava akımları ile taşınırlar ve difüzyon ve hava türbülansıyla dağılırlar. Sonuçları yakın tarihte yayınlanan bir çalışmada, SARS-CoV-2 virionları içeren deneysel olarak üretilen aerosollerin doku kültürü deneylerinde bulaşıcı kaldığını ve 3 saatlik bir gözlem süresi boyunca bulaşıcılıkta sadece hafif bir azalma olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, enfekte kişilerden gelen aerosoller, özellikle yetersiz havalandırma varsa, önemli mesafelerde ve kapalı alanlarda bile inhalasyon tehdidi oluşturabilir (Meselson, 2020).

Günümüzde, floresans tekniklerinin gıda güvenliği analizinde geniş bir uygulama alanı vardır. Çiğ sütteki melamini tespit etmek ve etin bozulup bozulmadığını test etmek için kullanılırlar. Floresansın uygulanabilirliği, yağın polifenoller, vitaminler ve klorofil türevlerini içeren karmaşık bir floresan bileşik karışımı olduğu gerçeğine dayanmaktadır. Gıda güvenliği analizi için önemli bir araç olma potansiyeline sahip olan floresans spektroskopisi, yüksek hassasiyet, hızlı yanıt gibi avantajlara sahiptir ve minimum numune miktarları gerektirir. Ayrıca noninvaziv bir tekniktir (Mu ve ark., 2013).

Lazer kaynaklı floresans (LIF) için bir uyarma kaynağı olarak 532 nm lazer sunulmakta ve kullanılmaktadır. λ_{ex} = 355 nm'de ölçülen bitkisel yağların floresan özelliklerinin λ_{ex} = 532 nm'de daha belirgin olduğu gösterilmiştir. Floresans spektral verileri daha sonra yenilebilir yağları analiz etmek ve sınıflandırmak için kullanılan bir floresans veri tabanında saklanmıştır. Konvansiyonel bir UV lazer ışığı kaynağının kullanımının aksine, yeni eklenen 532 nm lazer kullanılarak daha yüksek bir tanıma oranının gerçekleştirilebileceği bulunmuştur (Mu ve ark., 2013) (Şekil 4). Bu özelliklerinden dolayı bu projede de 532 nm lazer hava, su ve cam yüzeylerdeki yağ moleküllerinin saptanmasında denenmiştir.



Şekil 4. (a) zeytin, (b) yerfıstığı, (c) mısır, (d) soya fasulyesi, (e) ayçiçeği, (f) kolza tohumu, (g) keten tohumu, (h) üzüm çekirdeği, (i) kanola ve (j) soya fasulyesi yağları dahil olmak üzere 355 nm lazer puls uyarımı altında yenilebilir yağların normalleştirilmiş floresans spektrumları (Mu ve ark., 2013).

1.4 Yeşil Lazer ve Özellikleri

Lazer teknolojisi, hedef aydınlatma, füze güdümleme, mesafe ölçme ve konum tespiti gibi farklı askeri uygulama alanlarında kullanılmaktadır. Spektroskopi, malzeme işleme ve ekran teknolojisi gibi birçok alanda görünür bölgede ışıma yapan çıkış gücü yüksek lazerlere ihtiyaç vardır. İnsan gözü, tüm renkleri aynı şiddette görememektedir. Örneğin, yeşil rengi algılama şiddeti kırmızıya nazaran yaklaşık 8 kat daha fazladır. Dolayısıyla, 5 mW gücündeki yeşil lazerden elde edilecek fayda ancak 40 mW gücündeki kırmızı lazer ile elde edilebilecektir. Teknolojik uygulamalarda kullanılan yüksek güçte, kararlı, uzun ömürlü, mavi-yeşil (400-532 nm dalgaboylarında) ışık veren lazerler henüz bulunmamaktadır. Bu nedenle mavi-yeşil ışın veren lazerler, frekans dönüşümü yoluyla üretilmektedirler. Yeşil lazer kaynakları, lazerli görüntüleme, malzeme işleme ve optik haberleşme gibi farklı sahalarda geniş uygulama alanı bulmaktadır (Develi, 2017).

2. YÖNTEM

2.1 Materyal

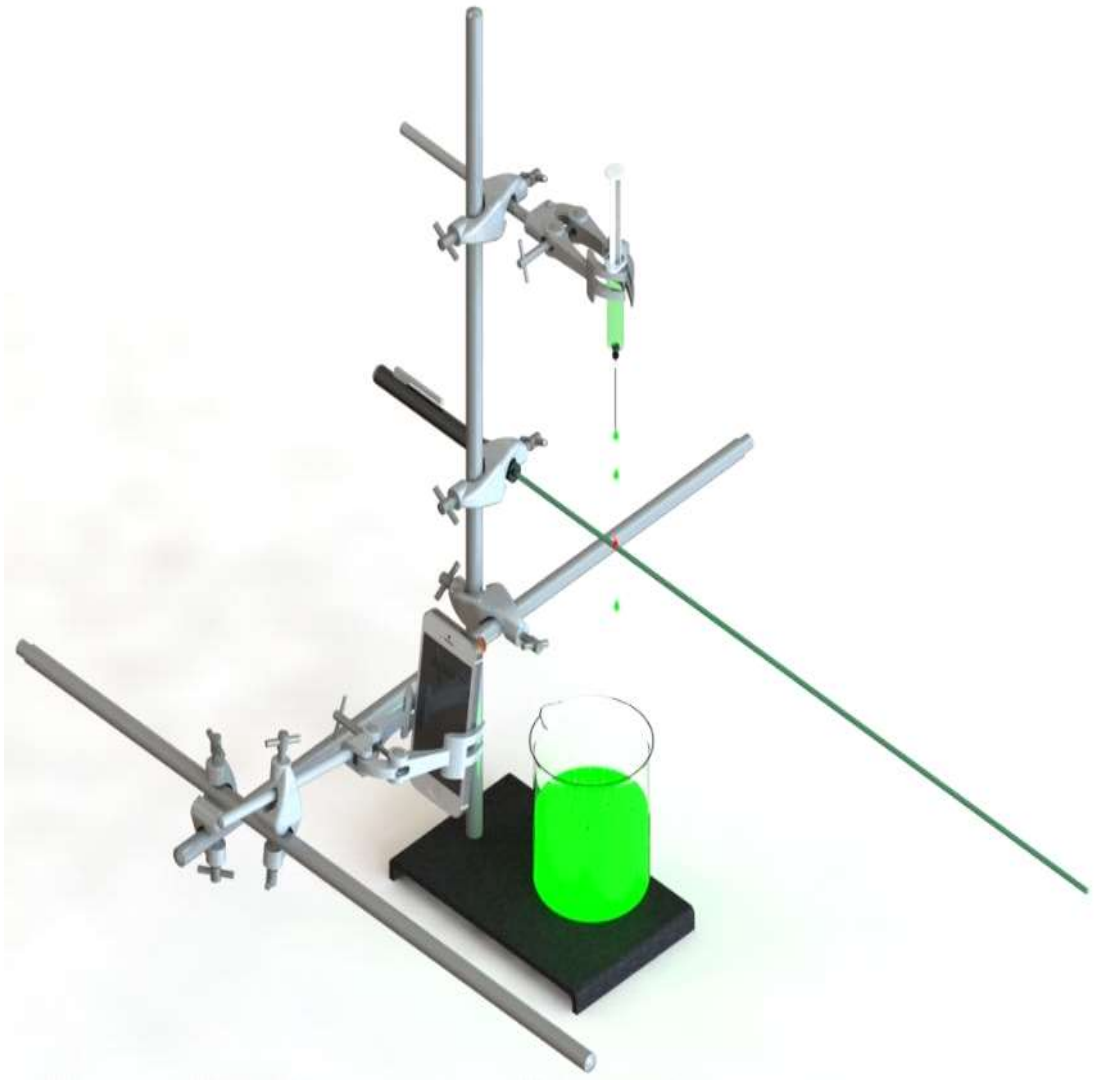
Bu proje kapsamında yeşil lazer (532 nm, 4,7 W, Evermore Enterprise, Çin), zeytinyağı (Tariş, Türkiye), mikroskop lamı (25,4x76,2 mm, True Line, Türkiye), kırmızı kamera filtresi (620-740 nm, MIDOPT, Amerika), 3 boyutlu yazıcı basılmış filtre tutacağı, Vestel Venüs Z20 kamerası (16 MP, Vestel, Türkiye), Şırınga (10 mL, Beybi, Türkiye), laboratuvar stant ve kıskaçları (Isolab, Almanya), hassas terazi (Isolab, Almanya) kullanılmıştır. Bu projede, zarlı virüslerin yüksek patojenitesi nedeniyle virüslerle çalışılmamıştır. Virüs dış yüzeyinde bulunan lipitlerden dolayı zeytinyağı ile çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

2.2 Yağın Floresans Özelliğini Nitel Olarak Tespit Etme

İlk olarak, yağ moleküllerinin yeşil lazer altında floresans verip vermediği denenmiştir. Bu özelliği test etmek için çapı 48 mm ve yüksekliği 15 mm olan yağ damlası üzerine 25 cm uzaklıktan yeşil lazer yöneltilmiştir. Yağ damlası üzerinde meydana gelen floresans nitel olarak gözlemlenmiştir. Floresansı daha iyi gözlemlemek için Vestel Venüs Z20 kamerasının önüne kırmızı kamera filtresi (620-740 nm) de konulmuştur.

2.3 Yağın Floresans Özelliğini Nicel Olarak Tespit Etmede Kullanılan Deney Düzeneği

Yağ moleküllerinin yeşil lazer ile yaptığı floresansı saptamak için farklı yüzeylerde (hava, cam ve su), farklı uzaklıklarda (4, 8, 12, 16 ve 20 cm) ve farklı açılarda (40-140° arası her 10° de bir) ölçümler alınmasına olanak sağlayan Şekil 4' teki deney düzeneği tasarlanmıştır. Vestel Venüs Z20 kamerasının önüne kırmızı kamera filtresi (620-740 nm) konulmuştur. Bu düzenek; yeşil lazerin 4, 2, 1 ve 0,5 µL hacimdeki yağ damlası ile kesişerek floresans yaptığı noktanın Y ve X ekseninde farklı açılardan karanlık ortamda fotoğraflar alınmıştır. Alınan görüntüler MATLAB programı ile işlenmiştir.



Şekil 5. Deney düzeneğinin yandan görünümü (SolidWorks 3D model tasarım ile oluşturulmuştur).

Yağ damlacıklarının boyutları hassas tartı ile tartılarak aşağıdaki formülden hacimleri hesaplanmıştır. d= yoğunluk (g/L), m=kütle (g), V= hacim (L)

$$d = \frac{m}{V}$$

2.4 Alınan Görüntünün İşlenmesi

Bu deneyde, yağ moleküllerin yeşil lazer altında yaptıkları floresansı nicel olarak göstermek için Vestel Venüs Z20 kamerası ile çekilen fotoğrafların MATLAB üzerinden işlenmiştir.

MATLAB kodları aşağıda gösterilmiştir:

```
cd 'C:\yagdamlaları\12cmuzak'
yk=imread('12cmuzaklık90derece.jpg');
[J,rect] = imcrop(yk)
J = imcrop(yk,rect);
ykr=J(:,:,1); figure(21); imshow(ykr);
ykg=J(:,:,2); figure(22);  imshow(ykg);
ykb=J(:,:,3); figure(23); imshow(ykb);
kirmiziort=mean(mean(J(:,:,1)))
yesilort=mean(mean(J(:,:,2)))
maviort=mean(mean(J(:,:,3)))
```

Kodun içindeki “cd” fonksiyonu dosyaların olduğu konumu belirtip dosyayı seçer. “Imread” fonksiyonu fotoğrafı algılayıp işlemin içinde bir isim verir. “İmcrop” fonksiyonu fotoğraflarda istenilen bölgenin seçilmesini sağlar. “imshow” fonksiyonu fotoğrafların kullanıcının görmesi için ekrana verir. “(:,:,1), (:,:,2), (:,:,3)” fonksiyonları sırasıyla fotoğrafın kırmızı, yeşil ve mavi değerlerini verir. Bu değerler 0 ile 255 arasında değişir. “mean” fonksiyonu bu RGB değerlerin ortalamasını alır ve kullanıcıya sunar.

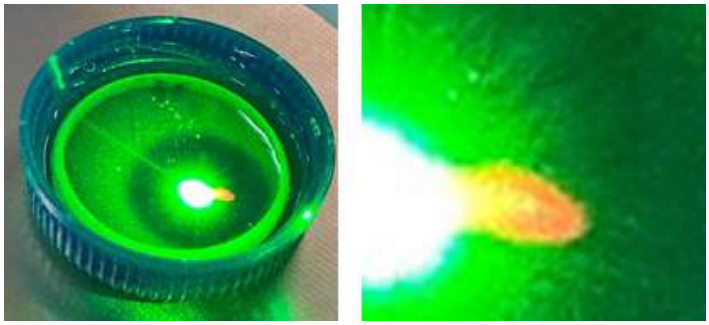
3. İŞ – ZAMAN ÇİZELGESİ

AYLAR								
İşin Tanımı	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X	X
Laboratuvar Çalışması		X	X	X	X	X	X	
Verilerin Toplanması ve Analizi			X	X	X	X	X	X
Proje Raporu Yazımı				X	X	X	X	X

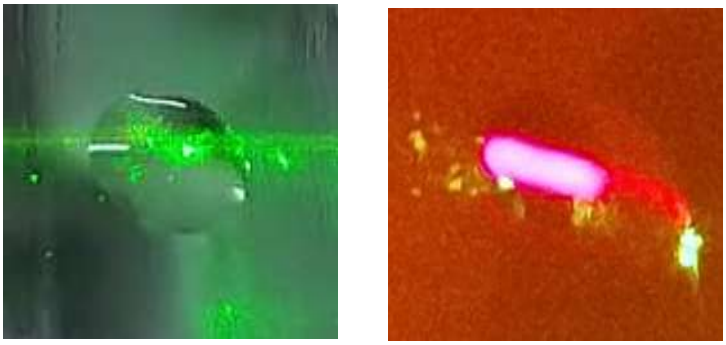
4. BULGULAR

4.1 Yağın Floresans Özelliğinin Nitel Olarak Tespit Edilmesi

İlk olarak, yağ moleküllerinin yeşil lazer altında floresans verip vermediği 48 mm ve yüksekliği 15 mm olan yağ damlası üzerinde denenmiştir. Yağ molekülünün kırmızı floresansı Şekil 6'da nitel olarak görünmektedir. Filtreli ve filtresiz alınan ölçümler Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 6. Yağ moleküllerinin yeşil lazer altında kırmızı floresansının nitel olarak görünümü.



Şekil 7. Yağ moleküllerinin yeşil lazer altında kırmızı floresansının nitel olarak görünümü.

4.2 Yağın Floresans Özelliğinin Nicel Olarak Tespit Edilmesi

Bu projede, koronavirüsün de dahil olduğu zarflı virüslerin tespitinde yeni bir yöntem önerisi olarak yeşil lazerin kullanılabileceğini kanıtlamak için Şekil 5'te gösterilen deney düzeneği kullanılmıştır. Kırmızı floresansın gözlemlenmesi için en iyi şartların denenmesi için 1 µL yağ molekülü, farklı yüzeylerde (hava, cam ve su), farklı uzaklıklarda (4, 8, 12, 16 ve 20 cm) ve farklı açılarda (40-140° arası her 10° de bir) fotoğrafları çekilmiş ve MATLAB programında işlenmiştir.

4.2.1 Havadaki Yağ Moleküllerinin Nicel Olarak Tespit Edilmesi

Çizelge 1-5'te havadaki yağ moleküllerinin uzaklık ve açı özelliklerinin MATLAB ile işlendikten sonra çıkan sonuçlar bulunmaktadır. Şekil 6'da havadaki yağ moleküllerinin 60° açı değerindeki görüntüleri verilmiştir.

Çizelge 1. Havadaki yağ moleküllerinin 4 cm uzaklık ve 40-140° arası farklı açılardaki kırmızı floresans RGB değerleri.

Açı	MATLAB RGB Değerleri		
	Kırmızı Ortalama	Yeşil Ortalama	Mavi Ortalama
40°	0	0	0
50°	0	0	0
60°	0	0	0
70°	0	0	0
80°	0	0	0
90°	0	0	0
100°	0	0	0
110°	0	0	0
120°	0	0	0
130°	0	0	0
140°	0	0	0

Çizelge 2. Havadaki yağ moleküllerinin 8 cm uzaklık ve 40-140° arası farklı açılardaki kırmızı floresans RGB değerleri.

Açı	MATLAB RGB Değerleri		
	Kırmızı Ortalama	Yeşil Ortalama	Mavi Ortalama
40°	0	0	0
50°	0	0	0
60°	0	0	0
70°	0	0	0
80°	0	0	0
90°	0	0	0
100°	0	0	0
110°	0	0	0
120°	0	0	0
130°	0	0	0
140°	0	0	0

Çizelge 3. Havadaki yağ moleküllerinin 12 cm uzaklık ve 40-140° arası farklı açılardaki kırmızı floresans RGB değerleri.

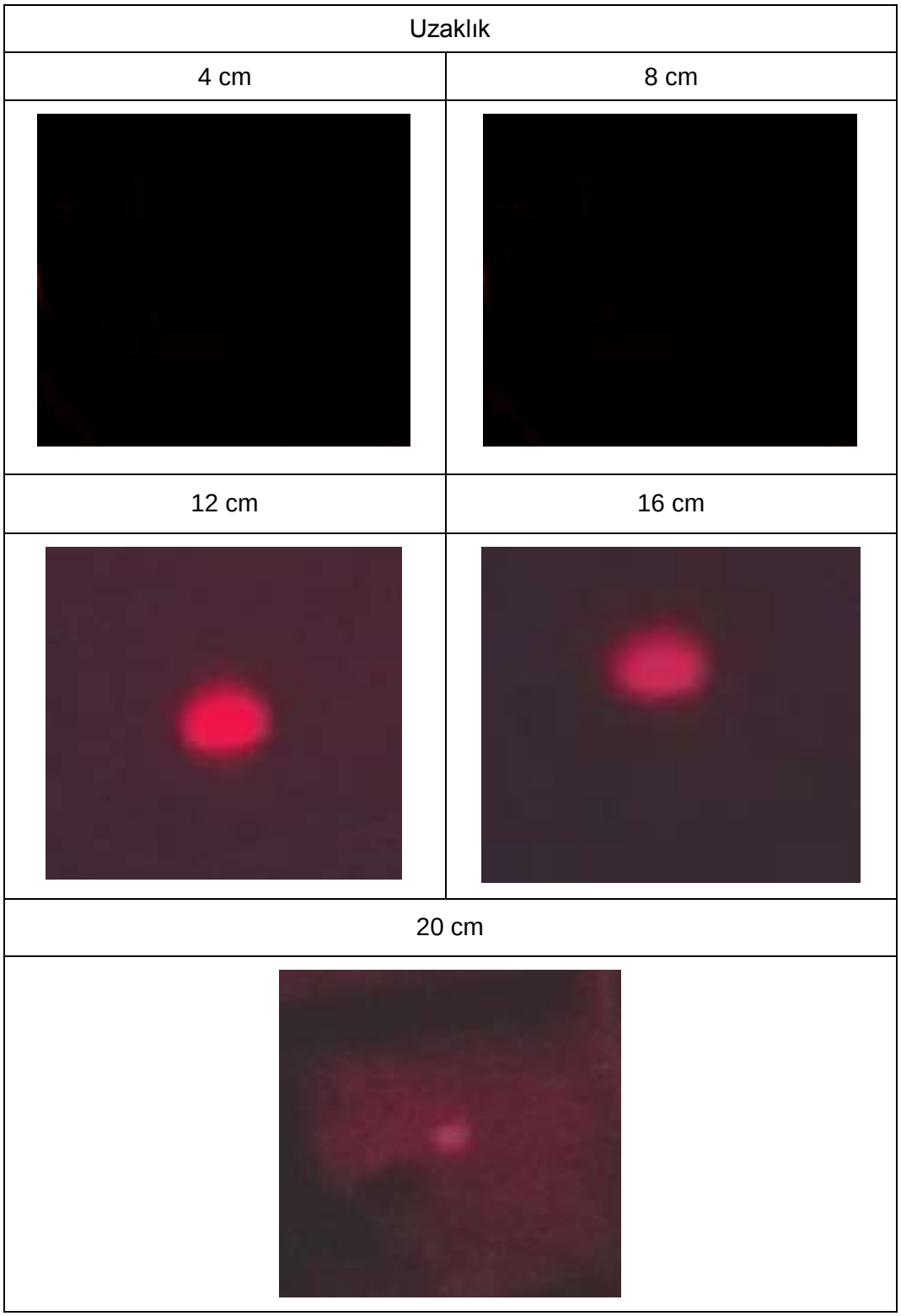
Açı	MATLAB RGB Değerleri		
	Kırmızı Ortalama	Yeşil Ortalama	Mavi Ortalama
40°	234	25	102
50°	244	20	103
60°	239	22	74
70°	238	23	75
80°	247	44	163
90°	241	36	133
100°	212	54	118
110°	239	28	125
120°	192	53	109
130°	227	44	126
140°	226	42	124

Çizelge 4. Havadaki yağ moleküllerinin 16 cm uzaklık ve 40-140° arası farklı açılardaki kırmızı floresans RGB değerleri.

Açı	MATLAB RGB Değerleri		
	Kırmızı Ortalama	Yeşil Ortalama	Mavi Ortalama
40°	165	43	78
50°	91	50	62
60°	200	42	86
70°	81	51	58
80°	175	58	100
90°	153	49	85
100°	136	58	91
110°	188	52	104
120°	167	63	109
130°	168	62	110
140°	96	62	78

Çizelge 5. Havadaki yağ moleküllerinin 20 cm uzaklık ve 40-140° arası farklı açılardaki kırmızı floresans RGB değerleri.

Açı	MATLAB RGB Değerleri		
	Kırmızı Ortalama	Yeşil Ortalama	Mavi Ortalama
40°	87	65	64
50°	109	60	74
60°	125	68	80
70°	132	73	93
80°	149	61	85
90°	143	67	90
100°	126	47	75
110°	119	62	81
120°	110	56	72
130°	0	0	0
140°	0	0	0



Şekil 7. Havadaki yağ moleküllerinin 4, 8, 12, 16 ve 20 cm uzaklıkta ve 60° açıyla görüntüleri.

4.2.2 Sudaki ve Camdaki Yağ Moleküllerinin Nicel Olarak Tespit Edilmesi

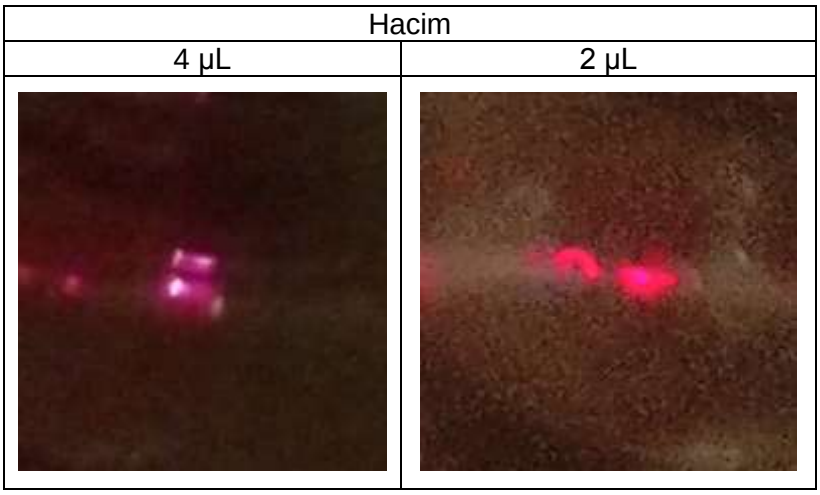
Havadaki yağ molekülleri tespit edilirken en iyi sonuç veren açı ve uzaklık bulunmuş, bu açı ve uzaklıktan su ve cam yüzeydeki yağ molekülleri tespit edilmiştir (Çizelge 6 ve 7; Şekil 7 ve 8).

Çizelge 6. Su yüzeyindeki yağ moleküllerinin 12 cm uzaklık ve 60° açıdaki kırmızı floresans RGB değerleri.

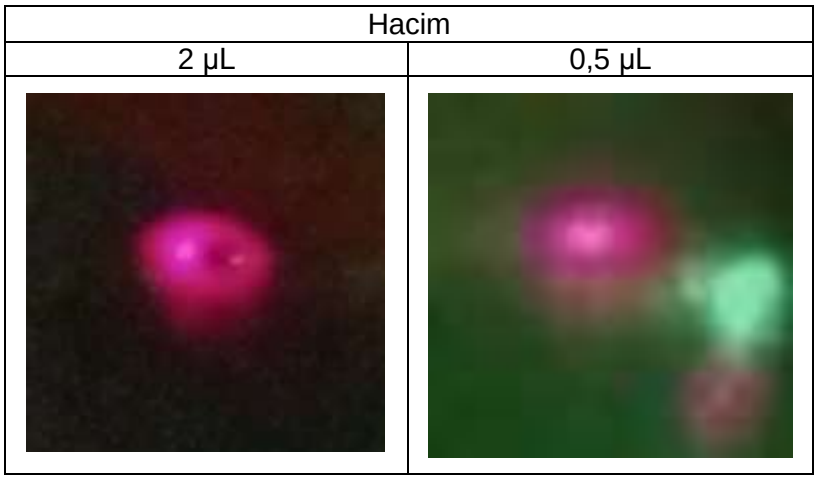
Hacim	MATLAB RGB Değerleri		
	Kırmızı Ortalama	Yeşil Ortalama	Mavi Ortalama
4 µL	160	34	96
2 µL	213	33	62

Çizelge 7. Cam yüzeyindeki yağ moleküllerinin 12 cm uzaklık ve 60° açıdaki kırmızı floresans RGB değerleri.

Hacim	MATLAB RGB Değerleri		
	Kırmızı Ortalama	Yeşil Ortalama	Mavi Ortalama
2 µL	195	31	114
0,5 µL	191	68	126



Şekil 8. Su yüzeydeki yağ moleküllerinin 12 cm uzaklık ve 60° açıdaki görüntüleri.



Şekil 9. Cam yüzeydeki yağ moleküllerinin 12 cm uzaklık ve 60° açıdaki görüntüleri.

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Salgınlar; bir çevrede, bir sağlık kurumunda veya bir yerleşim yerinde görülebilen aniden ortaya çıkan artmış hasta yüküne neden olan yayılımlardır. Bu koşullarda hastaların hızlı tanı ve tedavisinin yapılması ve salgına neden olan unsurların hızla belirlenerek bertaraf edilmesi başlıca öncelikler haline gelmektedir. Dünya çapında oluşan yayılımlar ise pandemi olarak adlandırılmaktadır ki belirtilen bu eylemlerin global düzeyde uygulanmasını gerekli kılar. Virüsün toplumda hızlı yayılımı, fiziksel ortamlarda uzun süre enfektivitesini koruması ve pozitif birçok kişide önemli klinik semptomlar oluşturmaması nedeniyle pandeminin kontrolünde halen büyük sorunlar yaşanmaktadır (Tanrıverdi ve ark., 2020).

Bir salgının kontrol altına alınmasında en önemli husus, hastaların ve taşıyıcıların hızlı, etkili ve doğru olarak saptanarak onların izolasyon veya karantina altına alınması ve toplumun geri kalan kısmı ile ilişkilerinin engellenerek patojenin başka insanlara yayılımının durdurulmasıdır (Tanrıverdi ve ark., 2020). Dolayısıyla toplumsal alanlarda başta SARS-CoV-2 olmak üzere tüm zarflı virüs enfeksiyonlarının hızlı taranması ve virüs taşıyan hastaların hızlı bir şekilde izole veya karantina altına alınmasında hastalık belirtilerinin saptanması oldukça kritiktir.

Başta sağlık kurumları, alışveriş merkezleri gibi kitlesel olarak yoğun insan gruplarının bulunduğu alanlarda SARS-CoV-2 taraması için ateş ölçümü ve HES kodu sorulama zorunludur (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020). Bununla birlikte, SARS-CoV-2 yönünden taşıyıcı ya da hastalarının büyük çoğunluğunda ateş her zaman görülmemektedir. Bu problemden yola çıkarak bu projede koronavirüsün de dahil olduğu zarflı virüslerin en dışında bulunan lipit tabakasını hedefleyen ve virüslerin hızlı ve güvenli bir şekilde tespit edilmesi için yöntem geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda hava, su ve cam yüzeyler üzerinde yağ molekülünün tespitine olanak sağlayacak bir deney düzeneği kurulmuştur. Yağ damlacıklarının (0,5–4 µL) üzerlerine 532 nm dalga boyu ve 4,7 W gücünde yeşil lazer ile muamele edilmiş, farklı açı ve uzaklıklardan fotoğrafları çekilmiş ve çekilen fotoğraflar MATLAB programı ile işlenmiştir. İlk olarak, havadaki yağ damlacıklarının tespiti için deney düzeneği kullanılmış ve lazerin yağ damlasıyla buluştuğu anda kamera karanlık bir ortamda, 12 cm uzaklıkta ve 60° açıda en iyi şekilde ortaya çıkan kırmızı floresansı kaydetmiştir.

Koronavirüsün özellike solunum yoluyla bulaştığı birçok literatürde belirtilmiştir (Anfinrud ve ark., 2020; Meselson, 2020; Stadnytskyi ve ark., 2020). Bu nedenle bu projede sadece havada bulunan lipit kaplı zarflı virüsleri değil öksürme veya hapşırma ile oluşan tükürük damlacıkları (droplet) için su fazlı lipit ve olası bir numune kullanımında hasta kişilerden örneğin bir mikroskop lamında incelenmesi araştırmak için de cam yüzeyler kullanılmıştır. Havadan en iyi alınan görüntüler 12 cm uzaklıkta ve 60° açıyla alındığından su ve cam yüzeylerde de bu değişkenler baz alınarak floresansın gözlemlendiği fotoğraflar elde edilmiştir. Hava, su ve cam yüzeylerde alınan tüm ölçümler, ateş ölçümü gibi kısa sürede fotoğrafları çekilmiş, MATLAB'te işlenmiştir.

Hava, su ve cam yüzeylerdeki yağ damlalarının yeşil lazer altında oluşturduğu kırmızı floresans MATLAB verilerine göre incelendiğinde havadaki yağ moleküllerinin floresansı su ve cama göre daha iyi gözlemlenmiştir. Su yüzeyde alınan ölçümler havada alınan ölçümlere benzer sonuçlar vermiştir ancak yansıma yaptığı için floresansı görmek zorlaşmıştır. Cam yeşil lazeri su yüzeyden daha fazla yansıttığı için cam yüzeydeki kırmızı florensans daha zor gözlenmiştir. Bu nedenle bu proje kapsamında önerilecek olan yeşil lazerin zarflı virüs tespitinde kullanımında numune verecek kişilerin deney düzeneğinde olduğu gibi yeşil lazere 90° açıda solunum damlacıklarının (aeresol) salmalarıdır.

Günümüzde, floresans tekniklerinin gıda güvenliği analizinde geniş bir uygulama alanı vardır. Literatürde, soya fasulyesi, zeytin, üzüm çekirdeği, kolza tohumu, mısır, yer fıstığı, ayçiçeği, kanola ve ceviz yağları dahil olmak üzere farklı bitkisel yağları karakterize etmek ve ayırt etmek için lazerle uyarılan floresan (LIF) kullanılmıştır (Mu ve ark., 2013). Ancak araştırdığımız kadarıyla yağ moleküllerinin yeşil lazer altında oluşturdukları kırmızı floresans

zarflı virüslerin taranması ya da tespitinde daha önceden kullanılmamıştır. Bu nedenle, bu projede, yeşil lazer ilk defa zarflı virüslerin taranması/tespiti için yöntem olarak önerilmiştir. Dolayısıyla toplumsal alanlarda başta koronavirüs olmak üzere tüm zarflı virüs enfeksiyonlarının hızlı taranması ve virüs taşıyan hastaların hızlı bir şekilde izole veya karantina altına alınmasına olanak sağlayacak bir yöntem geliştirilmiştir.

6. ÖNERİLER

Bu projede önerilen yöntem, bir kapalı sistem ile otomatize hale getirilebilir. Karanlık ortamın sağlandığı kapalı sistemde bir kamera ve bu kameranın bağlı olduğu Raspberry Pi benzeri bir bilgisayarla kontrol edilebilir.

TÜBİTAK proje rehberinde belirtilen sebeplerden ötürü hem patojen mikroorganizmalarla (virüs) hem de heterojen biyolojik sıvı örnekleriyle (insan tükürük, kan vb.) çalışılamamıştır. Ancak geliştirilen yöntem için etik kurul raporu ve gerekli önlemler alındıktan sonra koronavirus gibi zarflı virüsler üzerinde de deneylerin yapılmasını önermekteyiz.

KAYNAKLAR

Anfinrud, P., Stadnytskyi, V., Bax, C. E., ve Bax, A. (2020). Visualizing speech-generated oral fluid droplets with laser light scattering. New England Journal of Medicine, 382(21), 2061-2063. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1056/NEJMc2007800

Buoite Stella, A., Manganotti, P., Furlanis, G., Accardo, A., ve Ajčević, M. (2020). Return to school in the COVID-19 era: considerations for temperature measurement. Journal of Medical Engineering & Technology, 44(8), 468-471. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1080/03091902.2020.1822941

Develi, M. B. (2017). Nd:YVO_4 Lazer Kristali ve MgO:PPLN SHG Kristali ile Yeşil Lazer Tasarımı, Karakterizasyonu ve Uygulama Alanları. (Yayımlanmış doktora tezi). Gazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Haimovich, A. D., Taylor, R. A., Krumholz, H. M., ve Venkatesh, A. K. (2020). Performance of temporal artery temperature measurement in ruling out fever: implications for COVID-19 screening. Journal of General Internal Medicine, 35(11), 3398-3400. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1007/s11606-020-06205-2

Kumar, S., Nyodu, R., Maurya, V. K., ve Saxena, S. K. (2020). Morphology, genome organization, replication, and pathogenesis of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). In Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) (pp. 23-31). Springer, Singapore.

Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., ve Stahl, D. A. (2018). Brock Biology of Microorganisms. 15th Global Edition. London, Pearson Education Limited.

Meselson, M. (2020). Droplets and aerosols in the transmission of SARS-CoV-2. New England Journal of Medicine, 382(21), 2063-2063. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1056/NEJMc2009324

Mu, T., Chen, S., Zhang, Y., Guo, P., Chen, H., Liu, X., ve Ge, X. (2013). Classification of edible oils using 532 nm laser-induced fluorescence combined with support vector machine. Analytical Methods, 5(24), 6960-6963. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1039/C3AY40987B

Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., ve Jackson, R. B. (2014). Campbell Biology. 10th Edition. Boston: Pearson.

Sheikhi, K., Shirzadfar, H., ve Sheikhi, M. (2020). A review on novel coronavirus (Covid-19): symptoms, transmission and diagnosis tests. Research in Infectious Diseases and Tropical Medicine, 2(1), 1-8. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.33702/ridtm.2020.2.1.1

Stadnytskyi, V., Bax, C. E., Bax, A., ve Anfinrud, P. (2020). The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission.

Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(22), 11875-11877. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.5281/zenodo.3770559

T.C. Sağlık Bakanlığı (2020). COVID-19 Salgın Yönetimi ve Çalışma Rehberi, Erişim Tarihi: 20 Aralık 2020, Erişim adresi: https://covid19.saglik.gov.tr/Eklenti/39265/0/covid-19salginyonetimivecalismarehberipdf.pdf

Tanrıverdi, E. S., Yakupoğulları, Y., ve Otlu, B. (2020). COVID-19 Tanısı: Serolojik ve Moleküler Testler. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 29(Özel Sayı), 31-37. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.17827/aktd.841123

Tian Jr, H., Sedgwick, A. C., Han, H. H., Sen, S., Chen, G. R., Zang, Y., Sessler, J. L., James, T. D., Li, J., ve He, X. P. (2021). Fluorescent probes for the imaging of lipid droplets in live cells. Coordination Chemistry Reviews, 427, 213577. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.ccr.2020.213577

Türken, M., ve Köse, Ş. (2020). Covid-19 bulaş yolları ve önleme. Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Dergisi, 30, 36-42. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.5222/terh.2020.02693

WHO (2021). Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard, Erişim Tarihi: 29.01.2021, Erişim adresi: https://covid19.who.int

Yao, H., Song, Y., Chen, Y., Wu, N., Xu, J., Sun, C., Zhang, J., Weng, T., Zhang, Z., Wu, Z., Cheng, L., Shi, D., Lu, X., Lei, J., Crispin, M., Shi, Y., Li, L., ve Li, S. (2020). Molecular architecture of the SARS-CoV-2 virus. Cell, 183(3), 730-738. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.cell.2020.09.018

GRAFEN/n-SİLİSYUM SCHOTTKY EKLEM FOTODİYOTUNUN BİTKİDEN SALINAN GAZLARIN ALGILANMASINDA KULLANILMASI

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: MERT ÇİÇEK
EFE DENİZ ÖZDEMİR

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: AVNİ ÇUKURKENT

İZMİR
2021

Özet

Kimyasal Buhar Biriktirme (CVD) yöntemi ile elde edilen tek katmanlı grafenin, n-tipi silisyum yarıiletken malzeme üzerine transfer edilmesiyle oluşan grafen/n-silisyum (Gr/n-Si) heteroyapılı fotodiyotun güneş pilleri ve biyolojik/kimyasal sensör uygulamalarında kullanımı yaygındır. Bu projede, Gr/n-Si fotodiyotun ışık sensörü olma özelliğinin yanı sıra bir gaz sensörü olarak da kullanılabileceği araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda bitki yaprağı üzerine temas ettirdiğimiz Gr/n-Si fotodiyotuyla, bitkinin zamana bağımlı olarak ortama saldığı ya da ortamdan aldığı gazların algılanması hedeflenmiştir. Bu aygıt yapısında elektrot olarak kullanılan tek katmanlı grafenin yüzeyine, CO_2 ve O_2 gibi atmosferik gazların yapışması sonucunda aygıtın direncinde yaptığı değişim eş zamanlı olarak incelenmiştir. Bitkiyi 250 dakikalık süreçlerde ardı ardına karanlık ve aydınlık ortama koymamız sonucunda elde edilen bulgular gösteriyor ki, bitki karanlığa bırakıldığında 41,8 nA'e kadar düşerken ışık verildiği anda 43,4 nA'e yükselmektedir ve bu yükselişin sebebi ise fotosentez sonucu ortama salınan O_2 molekülleri olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, Gr/n-Si fotodiyotların gaz algılayıcı bir aygıt olarak da kullanılabileceğini göstermiştir. Bu aygıt kullanılarak tek bir bitki üzerinden anlık olarak aldığımız veriler doğrultusunda, bu çalışmanın sera bitkileri üzerinde de uygulanabileceği ve doğru sonuçlar alınabileceği varsayılmaktadır. Elde edilecek bu veriler, bizlerin bu tür bitkilerin salgıladığı CO_2 ve O_2 miktarına göre, metabolizma hızlarına göre ve fotosentez ile besin üretme miktarına göre sıralanmasında bir ölçüt olabilme potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Grafen, Adsorbatlar (O_2, H_2O, CO_2), Kimyasal Buhar Biriktirme Yöntemi, Gaz Algılama, Fotodiyot.

Projenin Amacı

Bu projenin amacı, ışık sensörü olarak sıklıkla kullanılan Gr/n-Si fotodiyotun özellikle bitkilerin fotosentez ve solunum sırasında açığa çıkan gazların saptamak için bir gaz sensörü olarak tasarlamaktadır. Bu kapsamda, CVD yönetimi ile bakır folyo üzerinde üretilen tek katmalı grafenin, n-tipi silisyum alttaş üzerine transferi ile elde edilen Gr/n-Si Schottky eklem diyotunda, yüksek iletkenlik değerine sahip ve elektrot olarak kullanılan grafenin üzerine yapışan veya kopan adsorbatların (O_2, H_2O, CO_2 gibi moleküller) grafenin direncine etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalara bağlı olarak, yapılan araştırmalar sonucunda adsorbatların grafen üzerindeki serbest elektronları hapsederek grafenin elektronik özelliğini değiştirdiği gözlenmiştir. Bu projede, bitkilerin yaptığı fotosentez ve solunum olayları sonucunda gece/gündüz ortama yayılan farklı oksijen miktarına bağlı olarak, grafenin yüzeyine tutunan adsorbatlar sonucunda oluşabilecek elektriksel karakteristik değişim Gr/n-Si diyotu ile incelenecektir.

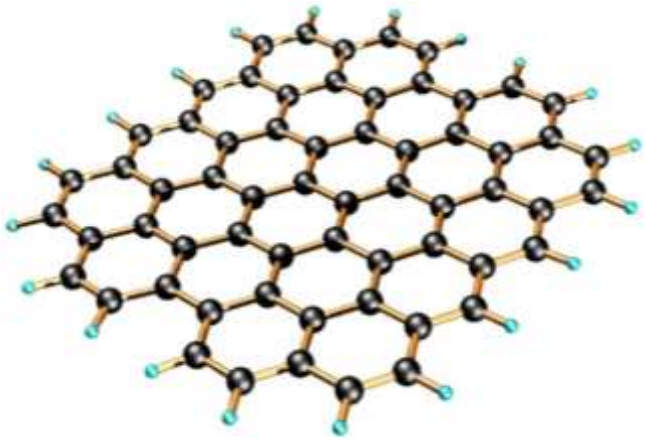
1. GİRİŞ

Grafitin iki boyutlu ve tek atom kalınlığındaki hali olarak bilinen grafen malzemesi, elde edilişinden bu yana bilimsel çalışmalarda ve teknolojik uygulamalarda büyük ilgi görmüştür. Grafenin sahip olduğu mükemmel elektronik ve optik özellikleri, grafeni iletişim, spektroskopi, kimyasal ve biyolojik sensörler, fotodetektör ve güneş pilleri gibi birçok teknolojik uygulamalar için potansiyel bir aday haline getirmiştir. Literatürde, grafen ile yapılan fotodetektörlerin atmosferik adsorbatlara/gazlara (O_2, H_2O, CO_2 gibi) tepki verdiği bilinmektedir. Bu çalışmanın odağı, bu atmosferik gazlara tepki verebilecek grafen yapılı bir sensör üretmek ve bitki yaprağında oluşan fotosentez ve solunum olayının bu aygıt ile algılanmasını ortaya koymaktır.

1.1. Grafenin Tanımı ve Tarihçesi

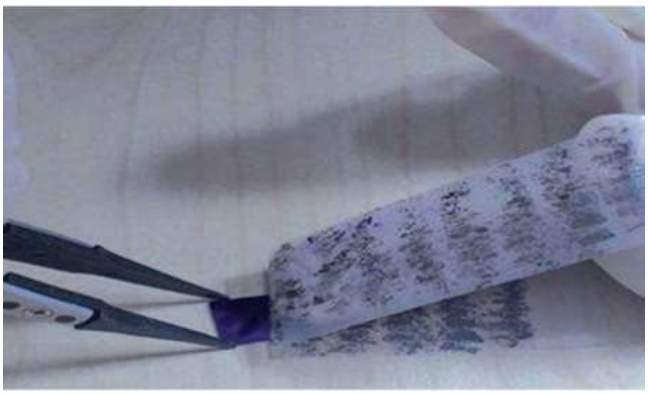
Grafen, Şekil 1'de görüldüğü üzere iki boyutlu (Gupta ve ark., 2015), tek atom kalınlığında (Service, 2009; Singh ve ark., 2011) ve altıgen örgülerden oluşan bal peteği şeklinde bir malzemedir (Allen ve ark., 2010; Behera ve Mukhopadhyay, 2012; Wang ve ark., 2013). Günümüzde grafen maddesi yarı iletken tabanlı güneş pilleri ve geniş bantlı fotodetektörler için şeffaf, iletken elektrot olarak kullanılır (Patel ve Tyagi, 2015; Vaianella ve ark., 2015). Bu alanda sıklıkla tercih edilmesinin en büyük sebebi grafenin sahip olduğu

olağanüstü elektriksel iletkenlik ve %97 ışık geçirgenliğidir (An ve ark., 2013; Bae ve ark., 2012).



Şekil 1: Grafenin şematik gösterimi (Raja ve Barron, 2020).

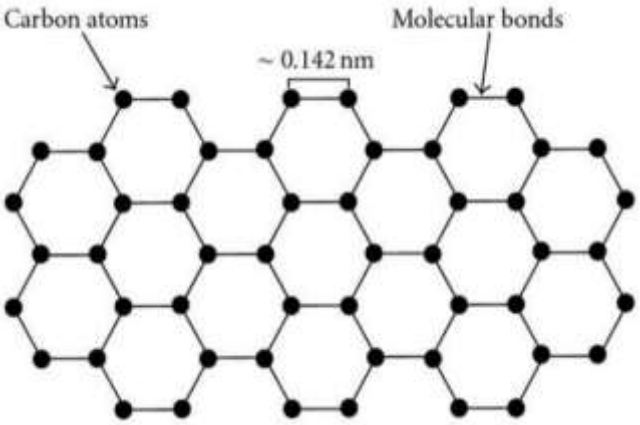
Grafen karbonun allotropları olan (fuleren), nanotüp ve grafitin temelidir (Alvial-Palavicino ve Konrad, 2019). Uzun yıllardan beri kurşun kalemlerin grafit uçları sayesinde her yazı yazıldığında oluşmasına rağmen, ancak icadından 440 yıl sonra izole edilebilmiştir. 2004 yılına gelindiğinde Prof. Dr. Andre Geim ve Prof. Dr. Kostya Novoselov, Şekil 2'de gösterildiği üzere, ''highly oriented pyrolytic graphite''(HOPG) kullanarak "Scotch-Tape" yardımıyla mekanik ayrıştırma yöntemi ile grafeni elde etmeyi başarmışlardır. Bu keşif sayesinde bilime kazandırılan bu maddenin olağanüstü özellikleri fizik, kimya ve mühendisliğin çeşitli dallarındaki birçok araştırmanın konusu olmuş ve farklı bakış açılarının gelişmesine öncü olmuştur. Prof. Dr. Andre Geim ve ark. kısa bir sürede yoğun bilimsel ilgi ve anlayışıyla "iki-boyutlu malzeme: grafen hakkındaki çığır açan deneyleri" ile 2010 Nobel Fizik Ödülü'ne layık görülmüşlerdir (The Royal Swedish Academy of Sciences, 2010).



Şekil 2: "Scotch tape" mekanik ayrıştırma yöntemi ile elde edilen grafen örneği (Wei ve ark., 2015).

1.2. Grafenin Özellikleri

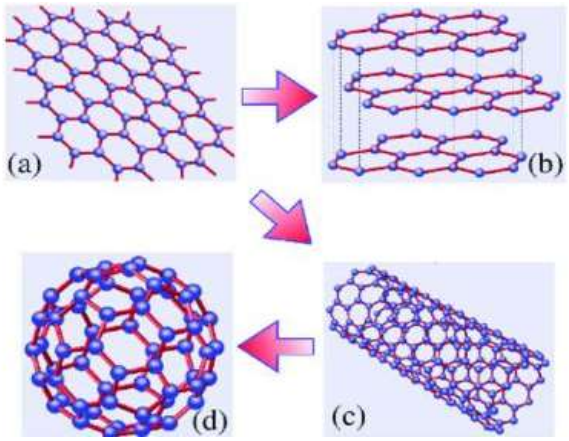
Grafen; iki boyutlu, 0,35 nanometre kalınlığında (Nemes-Incze ve ark., 2008), yapısı ise karbon atomlarının tek düzlemde 0,142 nanometre aralıklarla bağlandığı altıgen yapıda dizilmesiyle oluşan, karbon atomunun bir allotropudur (Roberts ve ark., 2010) (Şekil 3).



Şekil 3: Grafenin yapısını oluşturan karbon atomlarının altıgen dizilişi ve aralarındaki bağları gösteren örnek (Roberts ve ark., 2010).

Bu malzeme şimdiye kadar bildiğimiz ilk 2 boyutlu atomik kristaldir ayrıca şimdiye kadar elde edilen en ince nesne ve dünyanın en güçlü malzemesi olarak da bilinir (Lee, 2008). Bütün bu özelliklerinin yanı sıra yoğunluğu çelikten 6 kat daha fazla olup, ağırlığı ise 6 kat hafiftir. Çelikten 13 kat daha fazla esneme özelliğine sahip olup 6 kat daha serttir. Elektronların grafen içindeki hızı silikondaki hızından 100 kat daha fazladır ve diğer malzemelerin yüzeyine kolayca kaplanabilir (Bunch, 2008).

Grafen tabakası saydam olması nedeniyle ısıyı (Balandin, 2008) ve elektiriği çok hızlı bir şekilde iletebilir (Meric, 2008). Karbon ve allotroplarının organik kimyanın temel yapıtaşları olmasından dolayı, grafen günümüzde önemli bir yere sahiptir. Bu yüzden 21. yüzyılın en çalışılmaya değer maddesidir. Şekil 4'te, bu fuleren, nanotüp ve grafitlerin 2 boyutlu grafen tabakaları görülmektedir.



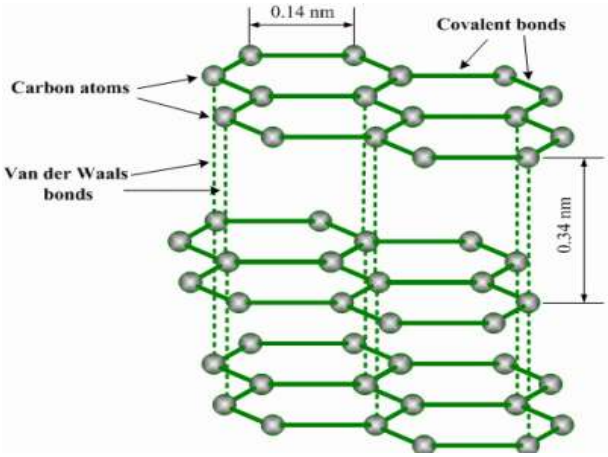
Şekil 4: a) tek katmanlı grafenin, b) grafitin, c) karbon nanotüpün, d) fulerenin 2 boyutlu grafen tabakalarının görünümüdür (Tetlow ve ark., 2014).

1.2.1. Grafenin Elektriksel Özellikleri

Her ne kadar grafenin sentezi 2004 yılında keşfedilse de grafenin elektronik özellikleri geçmiş yıllarda pek çok çalışmaya konu olmuştur. İlk grafen çalışmalarından birini 1946 yılında P.R. Wallace yapmıştır. O yıllarda grafen yerine "tek katmanlı yapı" diyerek grafenin enerji-bant yapısını incelemiş ve bu çalışmasını 3 boyutlu grafitin elektronik özelliklerini anlamaya çalışmakta kullanmıştır (Wallace, 1947). Günümüzde yapılan çalışmalar sonucunda çok daha net ve doğru sonuçlara sahibiz.

Grafenin yapı taşı olan karbon atomları, bağ yapmak için dört elektrona sahiptir ancak (2D, monolayer) grafende üç bağ yaptıklarından, serbest olan dördüncü elektron kristalde serbestçe dolaşır ve grafene yüksek iletkenlik kazandırır (Chen ve ark., 2008; Rao ve ark., 2009). Sıradan metallere bakıldığında, elektron saçılması enerji kaybına ve ısı ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu yüzden, grafen geleceğin elektronik aygıtları için umut

vericidir. Grafenin elektrik iletkenliği 0,96x10^{6} ohm^{-1}cm^{-1} olarak tespit edilmiştir (Chyada ve ark., 2017). Yine karşılık yöntemi kullanarak açıklamak gerekirse, iyi elektrik iletkenliğine sahip metal olan bakırın 0,60x10^{6} ohm^{-1}cm^{-1} değerinden biraz daha yüksek bir elektrik iletkenlik değerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5).



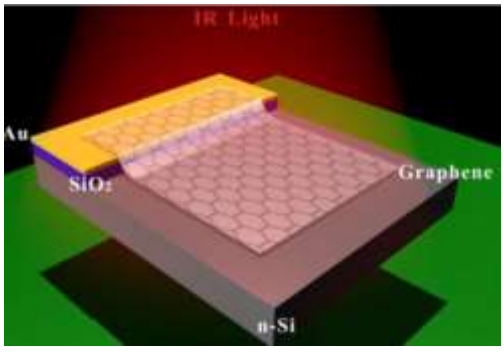
Şekil 5: Grafenin yapısını oluşturan karbon atomlarının altıgen dizilişi ve aralarındaki bağları gösteren örnek (Kopeliovich2021).

1.2.2. Grafenin Optik Özellikleri

Işık ve göreli elektronlar arasındaki eşleşmeyi tanımlayan "the coupling between the spin and orbital degrees of freedom of light" ve geleneksel olarak malzeme biliminden ziyade kuantum elektrodinamiğiyle ilişkilendirilen parametre sayesinde birçok araştırma yapılmıştır. Bir atom kalınlığında, iki boyutlu bir madde olan grafenin sahip olduğu benzersiz elektronik yapısı sebebiyle birçok sonuca ulaşılmıştır (Kavitha ve Jaiswal., 2016). Grafenin ışığı ne derece geçirdiğiyle ne derece soğurduğu diğer maddelere nazaran farklı ve önemli birer özelliktir. Elektriksel özellikleri nedeniyle grafen %97,7' lik bir optik şeffaflık gösterdiği (Blake ve ark., 2008; Sutter ve ark., 2008) ve üzerine tutulan beyaz ışığın önemli bir kısmını (pa %2,3) absorbe ettiği bulunmuştur (Nair ve ark., 2008). Sadece bir atom kalınlığındaki grafen maddesine rakip olabilecek malzemeler düşünüldüğünde sahip olduğu bu değerler oldukça yüksektir. Grafen maddesinin bu çığır açan özellikleri, onun günümüzdeki potansiyelinin ve kullanılabilirliğinin en büyük nedeni olmaktadır (Bonaccorso ve ark., 2010).

1.3. Grafen/Silikon Schottky Eklemli Fotodiyot

Grafen/yarı iletken bağlantısı, hem üretilmesi hem de çalışılması kolay olması nedeniyle yoğun bir araştırma faaliyetine sahiptir ve araştırmacılara bu maddelerin arasındaki bağlantının fiziğini araştırma fırsatı sağlamaktadır (Di Bartolomeo, 2016). Grafen/yarı iletken fotodiyotlar diğer metal/yarı iletken fotodiyotlara göre daha avantajlıdır (Di Bartolomeo ve ark., 2018). Işığı algılamak amacıyla kullanılan bu fotodiyotlarda (sensörlerde) kullanılan malzemenin ışık geçirgenliği ve iletkenliği önemli bir role sahiptir (Lee ve ark., 2018). Grafenin yapısından kaynaklanan olağanüstü özellikleri, onun bu kullanım için rakiplerine kıyasla daha çok tercih edilmesine sebep olmaktadır (Şekil 6).



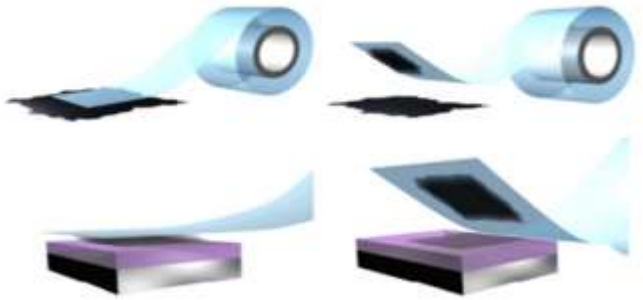
Şekil 6: Grafen/Silikon Schottky eklem fotodiyotunun şematik görünümü (Lv ve ark., 2013).

1.4. Grafen Sentezleme Yöntemleri

Grafenin günümüzdeki kullanımı elektronik cihazlar, süper kapasitörler, piller, kompozitler, esnek şeffaf ekranlar ve sensörler gibi çeşitli uygulamalarda görülmektedir. Sahip olduğu özellikler sayesinde çok şey vaat eden bu malzemenin çeşitli üretim yöntemleri bulunmaktadır. Grafit, zayıf van der Waals kuvvetiyle birbirine bağlanan çok fazla grafen tabakalarının bir araya gelmesiyle meydana gelir. Bu bağları grafit tabakalarından mekanik ve kimyasal enerji ile ayırmak mümkündür (Yi ve ark., 2015). Grafen sentezleme yöntemleri mekanik ayrıştırma, epitaksiyel büyütme ve kimyasal buhar biriktirme olarak üç başlık altında özetlenebilir.

1.4.1 Mekanik Ayrıştırma Yöntemi

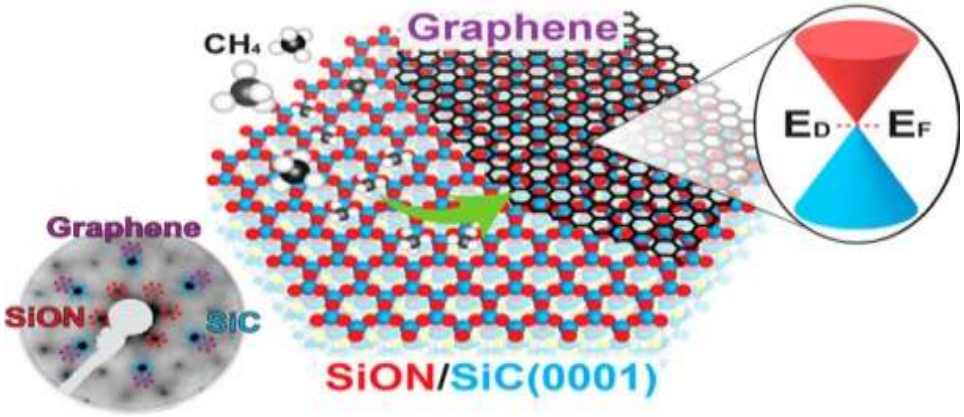
Tarihte ilk kez grafitin parçalarını tekrar tekrar ayrıştırılarak "Mekanik Ayrıştırma" "Scotch-Tape" yöntemi (Bandın yapışkanlık özelliği kullanılarak grafit katmanları mekanik olarak ayrılmasıdır) ile grafen maddesinin ilk numuneleri elde edilmiştir. Bu yöntemin uygulanması çok basit ve zahmetsiz olmasına karşın, elde edilen grafen kusurlu ve boyut olarak küçüktür (Yanılmaz, 2017). Bu dezavantajları nedeniyle üretime kazandırılabilecek kullanılabilir grafen elde edilememektedir, bu yöntem kullanılan en ilkel yöntem olmakla beraber sadece grafenin gözle görülebilmesini sağlamaktadır (Şekil 7).



Şekil 7: Scotch Tape yöntemi sırasında grafen eldesinin şematik görünümü (Novoselov ve Neto, 2012).

1.4.2. Epitaksiyel Büyütme Yöntemi

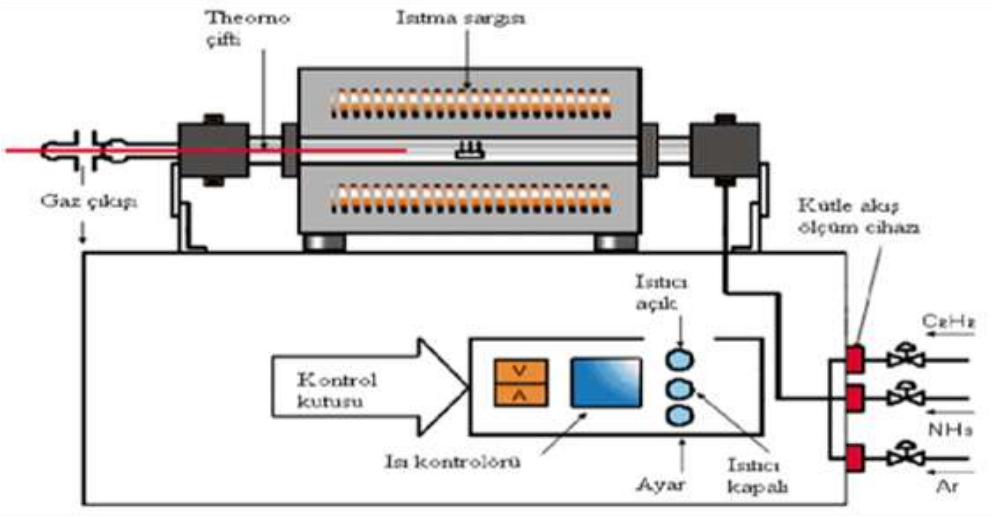
Grafen sentezleme yöntemlerinden bir diğeri ise "Epitaksiyel Büyütme" yöntemidir. Bu yöntemde silikon karbür (SiC) alttaş kullanılır. SiC alttaş, ultra yüksek vakum ortamında silikon atomunun buharlaşma sıcaklığına kadar (1400-1500°C) ısıtılır. Karbon atomları grafen örgü simetrisini oluşturur ve alttaş üzerine yapışık bir biçimde elde edilir (Özkendir, 2017). Bu yöntem ile elde edilen grafen Mekanik ayrıştırmaya kıyasla daha yüksek kalitede ve daha büyük ölçektedir, ancak başka bir alttaşa aktarılamaması bu yöntemin en önemli dezavantajıdır. Bu nedenle aygıt teknolojisinde kullanılmak üzere üretilen grafenler sadece SiC alttaş üzerinde kullanılma şartı ile sınırlıdır (Şekil 8) (Some ve ark., 2013).



Şekil 8: Epitaksiyel büyütme yöntemi sırasında örgü simetrisinde oluşan altıgen karbon atomlarının (SiC) alttaş üzerinde oluşumunun şematik görünümü (Shin ve ark., 2019).

1.4.3. Kimyasal Buhar Biriktirme Yöntemi

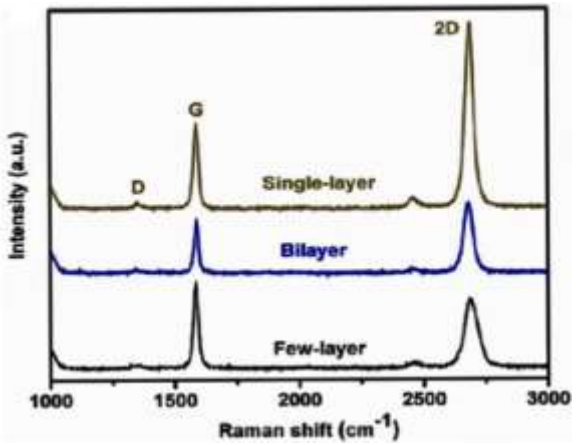
Günümüzde en çok kullanılan ve bu projede uyguladığımız Kimyasal Buhar Biriktirme (CVD) yöntemi, yüksek kalitede tek tabaka (monolayer) grafen üretimi konusunda sahip olduğu avantajlar sayesinde en çok tercih edilen yöntem olmuştur. Bu yöntemin çalışma mantığı, ısıtılmış bir yüzey üzerinden geçirilen buharın kimyasal reaksiyonuna dayanmaktadır. CVD fırını içinde Karbon (C) prekursörleri (metan (CH_4) veya etilen (C_2H_4)), geçiş metalleri olan Bakır (Cu), Nikel (Ni), Platin (Pt) gibi metallerin yüzeyinde biriktirilir ve bu birikim sonucunda grafen elde edilir. Çeşitli sıcaklık değerleri altında (800°C ve 1000°C arasında) grafen katmanları alttaşın üzerindeki C atomlarının termal olarak parçalanmasıyla elde edilir (Şekil 9) (Reina ve ark., 2008).



Şekil 9: CVD Sisteminin şematik gösterimi (Küçükyıldırım ve ark., 2012).

1.5. Raman Spektroskopisi ile Grafen İncelemesi

CVD metodu uygulaması sonucu bakır folyo üzerinde grafen oluşup oluşmadığı, grafenin katman sayısı ve kalitesi Raman spektroskopisi ölçümleriyle belirlenebilmektedir. Bu yöntem ile, tek katman hassasiyetle, grafen katman sayısını belirlemeye yönelik doğrudan ölçümler yapılabilmektedir. Grafenin kendisine özgü ve D, G ve 2D olarak da adlandırılan karakteristik Raman pikleri bulunmaktadır. Bu Raman sinyallerine karşılık gelen dalga sayısı konumlarından, piklerin şekil ve kalınlığından ve ayrıca pik şiddetlerinin birbirlerine oranından grafen katman sayısı hakkında hassas veriler elde edilmektedir. Literatüre göre, grafenin Raman spektrumu sonucunda, D bandı (1350 cm^{-1}), G bandı (1585 cm^{-1}) ve 2D bandı (2700 cm^{-1}) civarında görülmektedir (Şekil 10).



Şekil 10: Tek katman, çift katman ve birkaç katmandan oluşan grafenin Raman spektrumları. D bandı grafenin kusur seviyesini ve G bandı C-C bağları arasındaki titreşimin göstergesidir (Wang ve ark., 2008).

Grafende gözlemlenen Raman aktif 2D bandının şiddetinin G bandı şiddetine oranı katman sayısını belirlemede kullanılır. Bu oran;

$\frac{G}{2D} = \frac{1}{2}$ ise, tek katman

$\frac{G}{2D} = 1$ ise, iki katman

$\frac{G}{2D} > 1$ ise, çok katman

olarak ifade edilebilir. Ayrıca, yüksek (D / G) oranı, grafen katmanının ne kadar kusurlu olduğu konusunda fikir vermektedir.

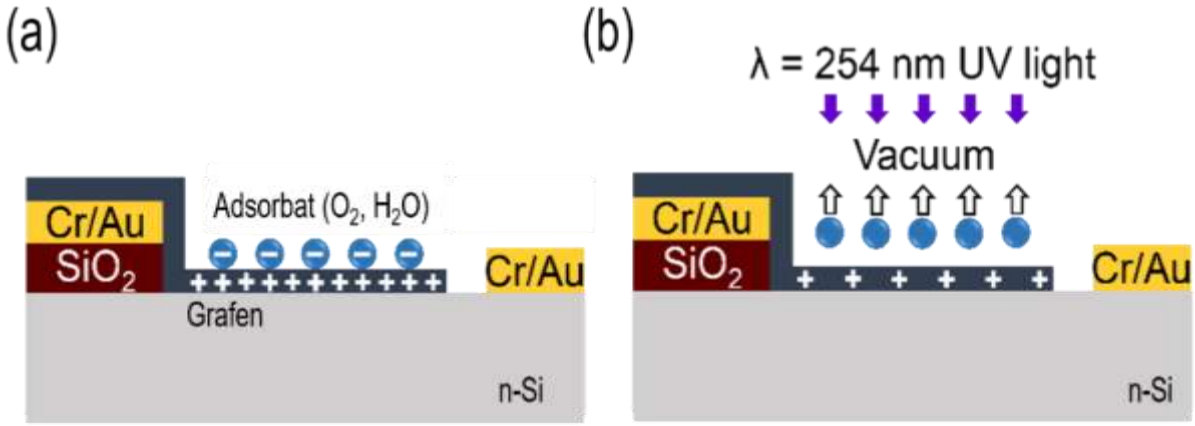
1.6. Grafen ve Adsorbatlar Arasındaki Etkileşim

Adsorbatlar, kısaca atmosferdeki gaz moleküllerine (O_2, H_2O, CO_2 vb.) verilen addır. Adsorbatlar p tipi grafen (proton yüklü/katyon) ile temas ettiklerinde yaptıkları elektron alışverişi sonucunda grafen yüzeyindeki direncin azalmasını ve iletkenliğinin artmasını sağlamaktadırlar. Abdorbatların, grafene temas halinde etki yaratmasının yanı sıra temas yüzeyinden kopması sonucunda da grafenin elektriksel karakteristiğinde değişime yol açtığı bilinmektedir. Adsorbatların üzerine uygulanan UV ışığı, sahip olduğu yüksek enerji sonucunda, karbon atomlarına tutunmuş olan "oksijen ve su buharı" nın grafen yüzeyinden koparılmasını sağlamıştır (Di Bartolomeo ve ark., 2016). UV ışığı sonucunda grafen yüzeyinde adsorbatların azalması ile grafenin direncinin önceki durumuna kıyasla arttığı görülmüştür (Melios ve ark., 2018). Bu değişim Denklem 1'de verilen Ohm yasası denklemiyle anlaşılabilir.

$$V = I \times R \quad \text{Denklem 1}$$

V voltaj, I akım ve R direnci göstermektedir. Bu eşitliğe göre, aygıta sabit bir voltaj değeri uygulanmasıyla zamana-bağlı akım değerlerinin ölçülmesi sonucunda aygıt üzerindeki akım değişimi dolayısıyla dirençteki değişim bulunabilir. Bunun sonucunda yüzeye yapışan veya yüzeyden kopan adsorbatlar yorumlanabilir.

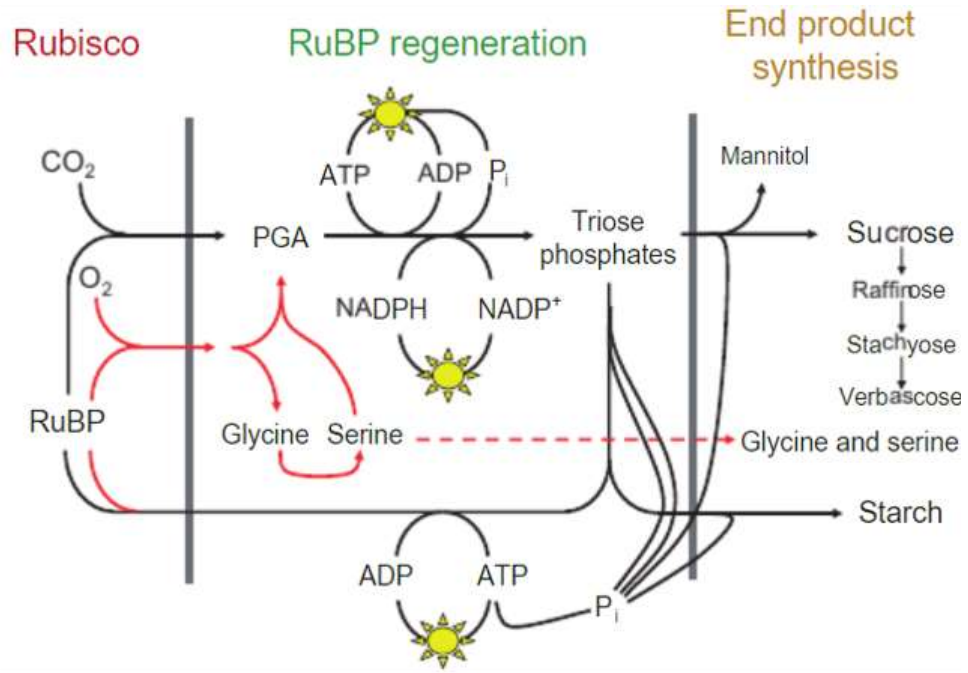
Bu değer değişikliğinin nedeni grafen yapısı esas alınarak Şekil 11'de gösterildiği gibi açıklanmıştır: a) durumunda adsorbatlar p tipi grafen ile temas eder. Yüzeydeki elektronların adsorbatlar tarafından toplanması sonucunda grafenin pozitif yük değeri daha da artmaktadır, b) durumunda ise yüzeyden ayrılan adsorbatlar aldıkları elektronları geri bırakırlar ve grafenin pozitif değeri nötrleşme sonucunda azalır. Adsorbatların grafene olan etkisi bu olaylar sonucu gerçekleşir (Schedin ve ark., 2007). Projemizin temel unsurlarından biri olan bu etkileşimi, deneylerimizde bir bitki yaprağından salınan adsorbatları grafenin yardımıyla gözlemlemektir.



Şekil 11: Adsorbatların, grafen ile olan yük aktarım sürecine, vakuma ve UV ışığı etkisiyle desorpsiyon olayının, Grafen/n-Si heteroyapısında gösterimi. UV aydınlatmasından (a) önce ve (b) sonraki halleri (Şahan ve ark., 2020).

1.7. C3 Tipi Bitkilerin Genel Özellikleri

Voznesenskaya ve ark. 2007 yılında, 6 *Cleome* türünü (*Cleome spinosa*, *C. africana*, *C. gigantea*, *C. hassleriana*, *C. monophylla*, *C. ornithopodioides*) incelemeleri sonucu kompensasyon noktasının olmaması, izotop karbon ($\delta^{13}C$) değerlerinin ‰−24 ila ‰−30 arasında olması ve Kranz yaprak anatomisinin olmadığını fark etmeleri bu bitkilerin C3 tipi bitki olarak tanımlanmasını sağlamıştır. C3 tipi fotosentez yapan bitkiler tipik bir yapıya sahiptir. Bu bitkilerde demet kını hücrelerinde agranal tipteki kloroplastlar bulunur ve bu hücreler, hücreler arası hava boşluğuna doğru gelişen bir yapıdadır. Dorsoventral yapıya sahip olan C3 bitkilerinin yaprağının üst tarafında (adaksiyal) 1-2 tabaka palizat parankiması hücresi ve 3-4 tabaka sünger parankiması hücresinden oluşan mezofil tabakasına sahiptir (Voznesenskaya ve ark., 2007). C3 bitkilerinin sahip olduğu bu farklar ve fotosentez mekanizması sayesinde kompensasyon noktasının olmaması gündüzleri fotosentez sırasında daha çok oksijen (O_2) üretirken, geceleri solunum sırasında daha az karbondioksit (CO_2) tüketmesine neden olur (Şekil 12).



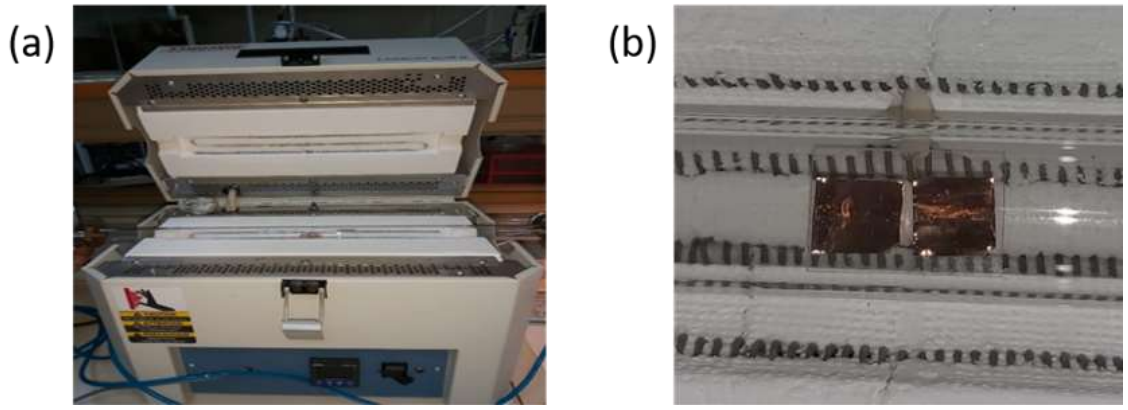
Şekil 12: C3 fotosentez mekanizmasının modellenmesi (Sharkey ve ark., 2007).

2. YÖNTEM

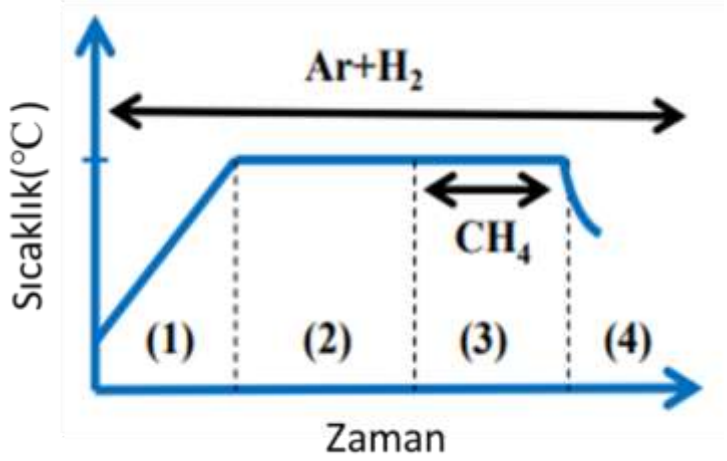
Bu projede CVD yöntemiyle grafenin sentezlenmesi, daha sonra aygıt fabrikasyonu ve deneysel ölçümler, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) Fizik Bölümü'nün Kuantum Aygıt Laboratuvarı'ında (QDL) yapılmıştır.

2.1 Kimyasal Buhar Biriktirme (CVD) Yöntemi ile Grafen Büyütme

5 × 5 mm kesilen bakır (Cu) folyo, kuvars plaka üzerine yerleştirilmiştir ve fırına koyulmuştur (Şekil 13). İlk bölümde H_2 (20 SSCM) ve Ar (1000 SSCM) gazları açılmıştır ve fırın 33 dakikada 1000℃'ye ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. 2. bölümde 59 dakika boyunca sıcaklığı 1000℃ sabit bir şekilde tutulurken aynı gazların akışı da devam ettirilmiştir. 3. bölümde 2 dakika için CH_4 (10 SSCM) gazı açılmıştır. Bu sırada H_2 ve Ar gazlarının akışı da devam ettirilmiştir ve fırın hala 1000℃'dir. 4. bölümde bütün gazlar kapatılmıştır ve fırını soğumaya bırakılmıştır (Şekil 14) (Aydın, 2018).



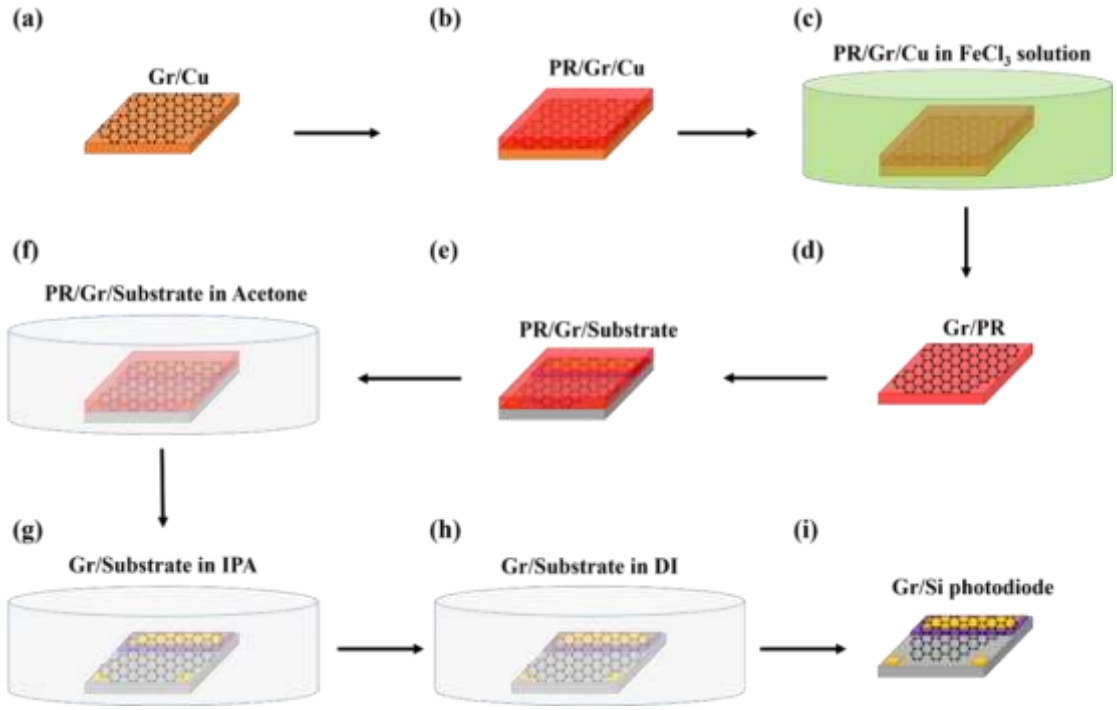
Şekil 13: a) İYTE Fizik bölümünde bulunan kimyasal buhar biriktirme sistemi b) Kuvars üzerinde bakır/grafen görünümü.



Şekil 14: Grafen büyütme sırasındaki süre ve sıcaklık grafiği üzerinde gazların dağılımı.

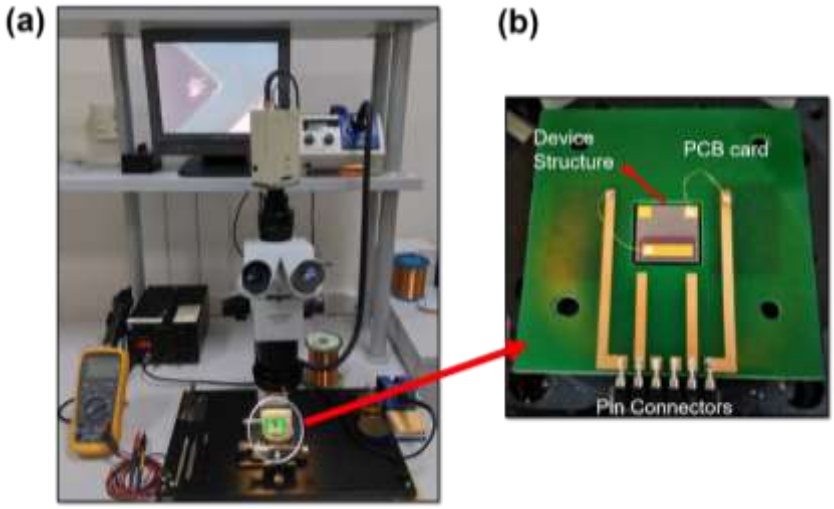
2.2 Grafen Transfer İşlemi ve Aygıt Fabrikasyonu

Grafenin transfer sırasında zarar görmemesi için elimizdeki grafen (Gr) ve Bakır folyo (Cu) birleşiminin üzerine fotorezist (PR) damlatılmıştır. Kuruması için 1 gece boyunca 70℃'lik fırında bekletilmiştir. Daha sonra, Cu folyonun kaldırması için Gr/Cu/PR birleşimini 0,2 M Demir (III) Klorür ($FeCl_3$)'de bakır folyo tamamen eriyene kadar bekletilmiştir. Sonrasında, PR/Gr yapısını $FeCl_3$ kalıntılarından arındırmak için 3 birim deiyonize su (DI)'ya 1 birim Hidroklorik asit (HCl) karışımında bekletilmiştir. $FeCl_3$ kalıntılarından kurtulduktan sonra silikon tabanlı yarı iletkenin üzerine koyulmuştur ve azot (N_2) ile kurutulmuştur, ardından 90℃'lik plaka üzerinde 5 dakika bekletilmiştir, ki bu sayade yapının alttaşa yapışmasını sağlanmıştır. PR/Gr/Si alttaş birleşimini PR' den ayırmak için asetona koyulmuştur ve PR tamamen çözününce aseton kalıntılarından arındırmak için izoproponal alkole (IPA) koyularak 5 dakika bekletilmiştir. İzoproponal alkol kalıntılarından arındırmak için ise DI' ya koyulmuştur ve 5 dakika bekletilmiştir. Bu işlemler sonucunda Gr/n-Si heteroyapılı diyotu elde edilmiştir (Şekil 15).



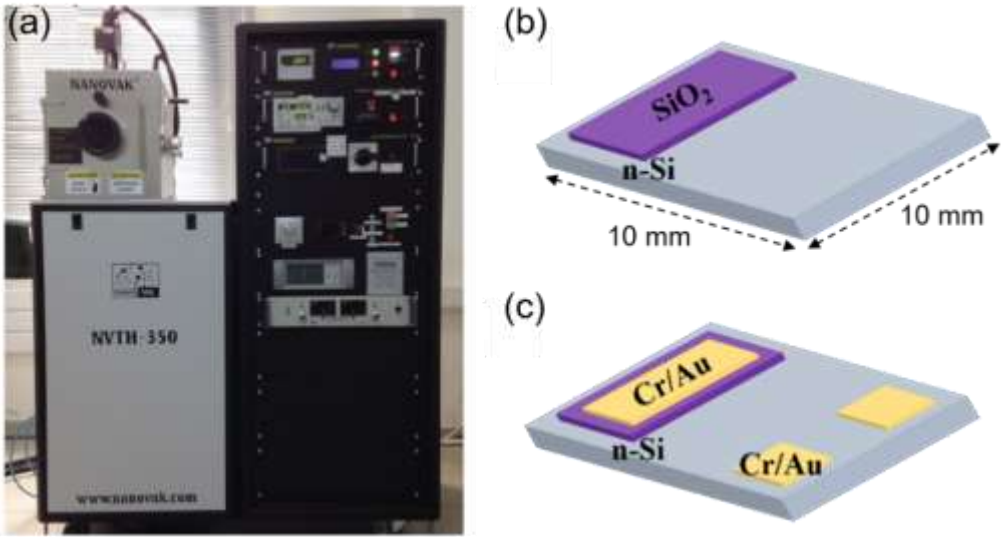
Şekil 15: Grafen transfer işleminin şematize edilmiş görünümü.

Grafenin transferinden sonra son adım, iki terminalli akım-voltaj (I-V) ölçümleri için elektriksel bağlantıların gerçekleştirilmesidir. Bunun için, Gr/n-Si aygıt yapısı üzerindeki metalik elektrotlar ile PCB kartı üzerindeki Cu kaplı yolların bağlantısı 80 μm'lik bakır tel kullanarak lehimlenmiştir. Böylece, Gr/n-Si Schottky eklem fotodiyotumuzun optoelektronik ölçüm ünitesi ile bağlantısı sağlanarak, aygıt elektrik-optoelektronik ölçümleri yapmaya hazır hale getirilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16: (a) Elektriksel ölçüm ünitesine bağlantı sağlamak için kullanılan Cu tel bağlayıcı. (b) PCB kart üzerindeki Cu kaplı yollarla bağlantısı sağlanan Gr / n-Si fotodiyot yapısı.

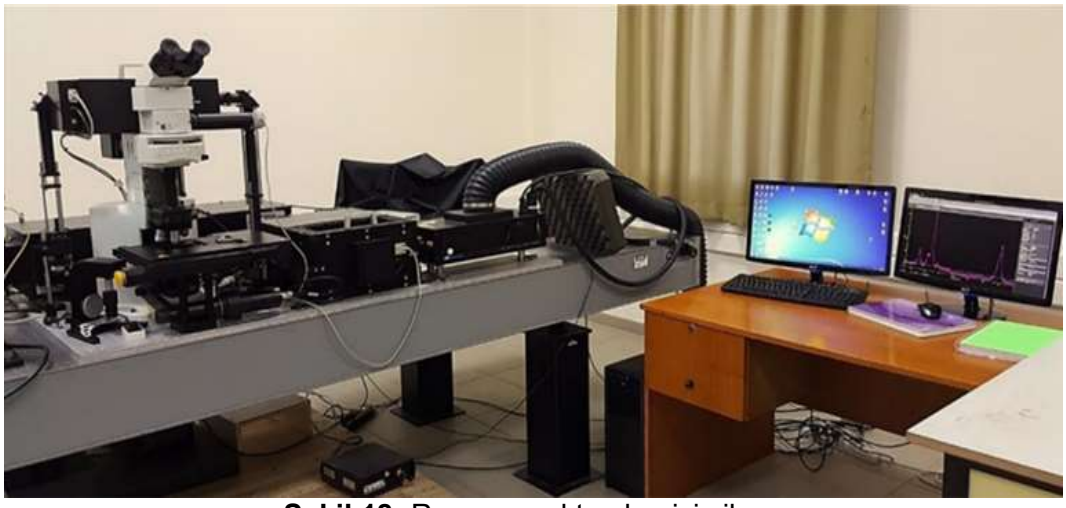
Bu arada, aygıt altyapısını oluşturmak için ilk olarak, belli aygıt geometrisi için tasarlanmış sert metalik maskeler kullanarak, 10 × 10 mm boyutunda kestirilen silisyum alttaşlar (1-5 ohm.cm özdirenç değerinde, n-type) üzerine silisyum dioksit ve metal elektrot (krom/altın) kaplama işlemi, Şekil 17 a'da gösterilen termal buharlaştırma sistemi ile yapılmıştır. Yaklaşık 400 nm kalınlığında SiO_2 dielektrik katmanı kısmen n-Si alttaş yüzeyinde buharlaştırıldıktan hemen sonra, başka bir metalik maske kullanılarak hem n-Si tarafında hem de SiO_2 kaplı tarafa Cr / Au (4 nm / 80 nm) buharlaştırılması sağlanmıştır (Şekil 17 b ve c).



Şekil 17: (a) Termal buharlaştırma sistemi, Kuantum Aygıt Laboratuvarı, İYTE. (b) n-Si alttaş üzerinde termal olarak kaplanmış ~ 400 nm kalınlığında SiO_2. (b) Cr / Au (4 nm / 80 nm) metal kontakt pedleri biriktirme.

2.3 Raman Spektroskopisi Metodu

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Fizik bölümü bünyesinde bulunan ve 514 nm dalgaboylu lazer kaynaklı Raman spektrometresiyle (Şekil 18), grafen örnekleri üzerinde hem tek nokta Raman ölçümleri hem de mikro-Raman haritalama ölçümleri gerçekleştirilebilmektedir. Kimyasal Buhar Biriktirme Yöntemi ile elde ettiğimiz grafenin tek katmanlı olup olmadığının kontrol edilmesini sağlayan bu uygulama ile tek katmanlı (mono-layer) olması gereken grafenleri saptayabilmekteyiz.

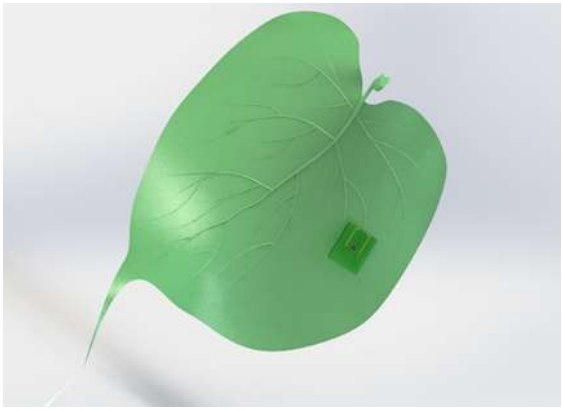


Şekil 18: Raman spektroskopisi cihazı

2.4. Aygıtın Bitkiyle Temasının Sağlanması

Bu projede, bitkiler aleminde fotosentez olayının %95 oranında C3 fotosentezi şekilde gerçekleşmesi ve grafen/n-Si fotodiyotun yaprağa kolay uygulanması için Japon gülü veya Çin gülü olarak da bilinen "*Hibiscus rosa-sinensis*" bitkisi olduğuna karar verilmiştir.

CVD grafen yöntemi ile büyüttüğümüz grafen bazlı fotodiyotu seçtiğimiz bitkiye (*Hibiscus rosa-sinensis*) yapıştırmak üzere hazırlanmıştır. Şekil 19' da görüldüğü üzere aygıtı bant yardımıyla yaprağın alt yüzeyine yapıştırdıktan sonra, elektriksel karakterizasyon aşamasında Keithley ünitelerinden Voltaj kaynağı ve Pikoampermetre kullanılarak zamana bağımlı akım ölçümlerini gerçekleştirilmiştir.



Şekil 19: Bitkinin yaprağına bantla yapıştırılmış Gr/n-Si diyotunun şematik görünümü (Bu şekil SolidWorks 2016 aracılığıyla örnek olması amacıyla yapılmıştır).

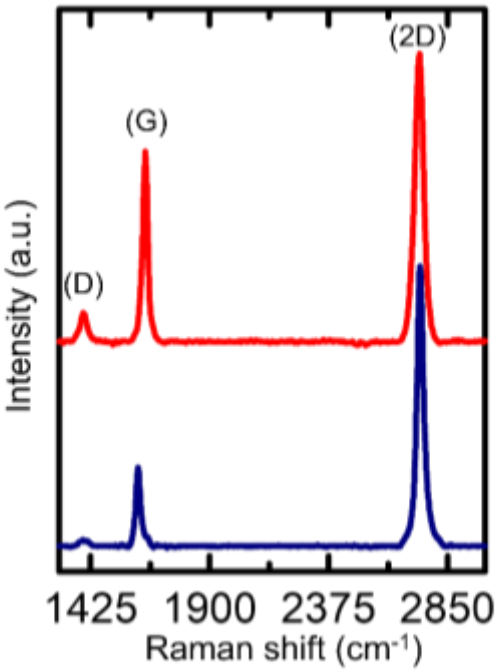
3. İş-Zaman Çizelgesi

AYLAR						
İşin Tanımı	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X
Laboratuvar Çalışması	X	X	X	X	X	X
Verilerin Toplanması ve Analizi			X	X	X	X
Proje Raporu Yazımı				X	X	X

4. BULGULAR

4.1. Raman Spektroskopisi Ölçümü

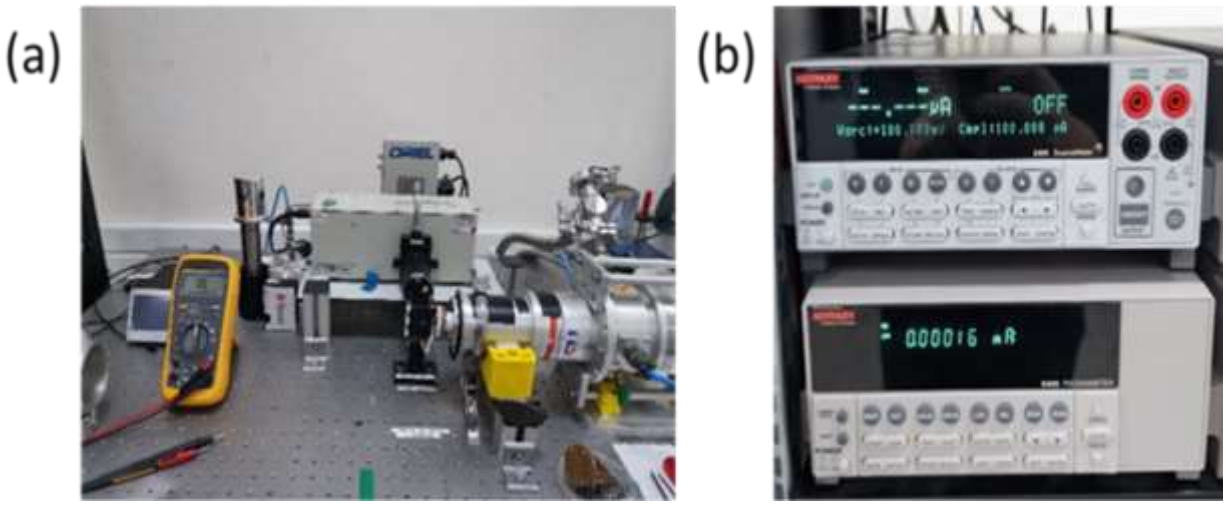
Fabrikasyonunu gerçekleştirdiğimiz Gr/n-Si diyotunun elektriksel ölçümlerden önce, ilk olarak transfer edilen grafenin kalınlığı, numune yüzeyinin rastgele seçilen noktalarından tek noktalı Raman spektroskopi ölçümleriyle belirlenmiştir. Tüm ölçümlerde, grafenle ilgili D, G ve 2D pikleri Şekil 20'de gösterildiği gibi elde edilmiştir. Güçlü G tepe noktası ve zayıf D tepe noktası, iyi bir grafitik kaliteyi gösterirken, 2D / G pik oranının 1'den büyük olması da ürettiğimiz grafen katmanının tek katman kalınlığında olduğunu göstermektedir.



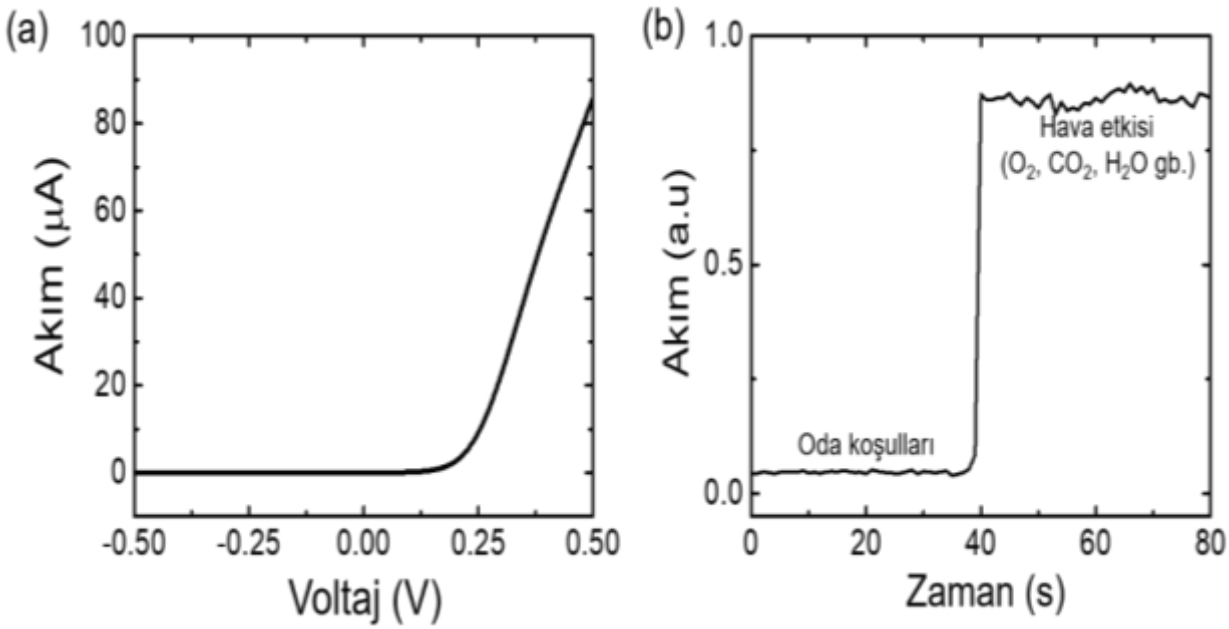
Şekil 20: Grafen üzerindeki iki farklı bölgeden alınan tipik bir tek noktalı Raman spektrumu

4.2. Üretilen Aygıtın Test Ölçümleri

Fabrikasyonunu gerçekleştirdiğimiz Gr/n-Si diyotunun elektriksel ölçümleri Şekil 21'de gösterilen düzenekte yer alan Keithley Voltaj kaynağı ve pikoampermetre kullanılarak yapılmıştır. Öncelikle ürettiğimiz Gr/n-Si aygıtının iyi bir diyot karakteristiği gösterip göstermediğini anlamak için akım-voltaj (IV) ölçümü yapıldı. Karanlık ortam koşulunda, -0,5 V ile 0,5 V arasında uygulanan voltajın bir fonksiyonu olarak Gr/n-Si diyotunun I–V grafiği Şekil 22(a)'daki gibidir. Elde edilen bu I-V eğrisi, tipik bir Schottky diyot karakteristiğine sahiptir. Burada önemli olan bir durum vardır ki, Gr/n-Si diyotları ışığa duyarlı tepki vermektedir, yani bu aygıtlar üzerlerine gelen fotonun enerjisini elektrik enerjisine çevirebilmektedir. Bu yüzden ölçümlerimizde aygıtın üzerine kesinlikle ışık gelmesi engellenerek elektriksel ölçümler yapılmıştır. Mükemmel bir diyot özelliği gösteren bu aygıtımızın, adsorbatlara tepkisini test edebilmek amacıyla karanlık ortamda kabaca örneğimizin üzerine üfleyerek hava akımı oluşturduktan sonra gazların grafen yüzeyine yapışmasıyla diyotun bu duruma verdiği tepki Şekil 22(b)'de açıkça görülmektedir. Örnek üzerine uygulanan 0,1 V değerindeki sabit voltaj değeriyle, zamana bağımlı akım sonuçları gösteriyor ki, 40. saniyede oluşan pik gönderilen hava akımının etkisi olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum, kısaca Bölüm 1.4'te anlatılan adsorbatların grafen üzerindeki etkisinden kaynaklanmaktadır. Burada, grafen yüzeyine adsorbatların yapışması grafenin direncinin azalmasına (akımın artmasına) neden olmuştur. Elde edilen bu sonuçlar bize açıkça Gr/n-Si diyotunun adsorbatlara verdiği tepkiyi/hassasiyetini göstermiştir.



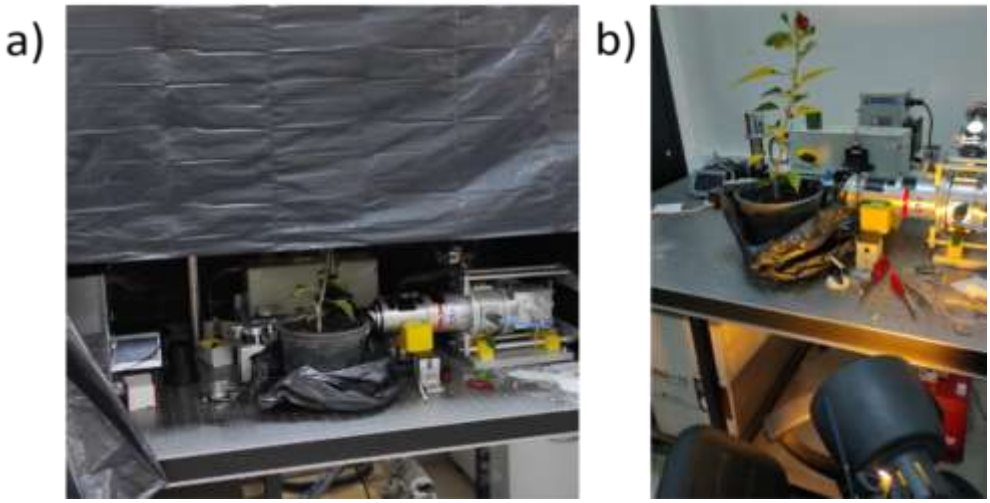
Şekil 21: a) Elektriksel ölçüm düzeneği b) Keithley 2400 Voltaj kaynağı ve Keithley 6485 Pikoampermetre



Şekil 22: Gr/n-Si diyotunun karanlık ortamda (a) akım-voltaj grafiği ve b) zamana bağlı akım grafiği.

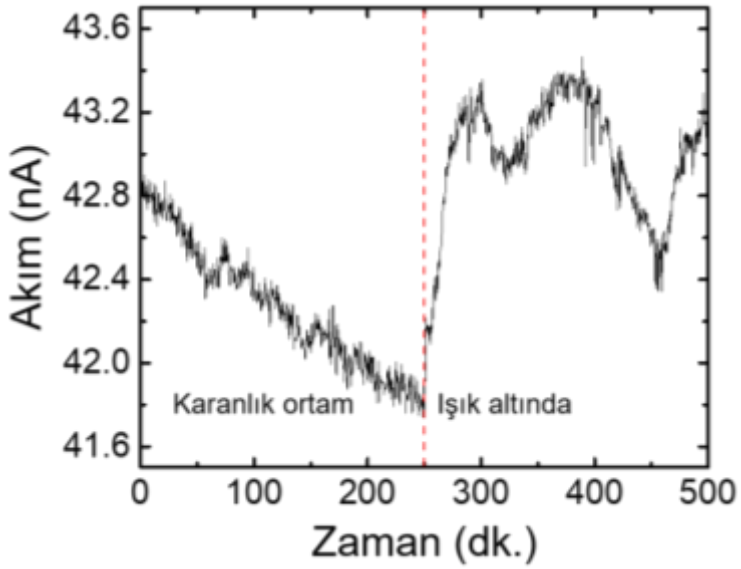
4.3. Gr/n-Si Diyotunun Bitki üzerindeki Davranışı

Şekil 23'te gösterilen deney düzeneğiyle laboratuvar koşullarında 1 m^3 hacminde sera benzeri karanlık bir ortam oluşturularak bitkinin üzerine yapıştırılan Gr/n-Si diyotunun zamana bağımlı akım ölçümleri alınmıştır. Bu ölçümlerde aygıt üzerine 0,1 V değerinde sabit voltaj uygulanmıştır. Yaprak üzerindeki aygıtla temasta olan bitki yaprağı ayrıca siyah bir bant yardımıyla kapatılarak ortamdaki havayla ve ışıkla etkileşimi ortadan kaldırılmıştır. Işık ortamı, yapay olarak gün ışığı speklerinde bir LED kullanılarak sağlanmıştır.



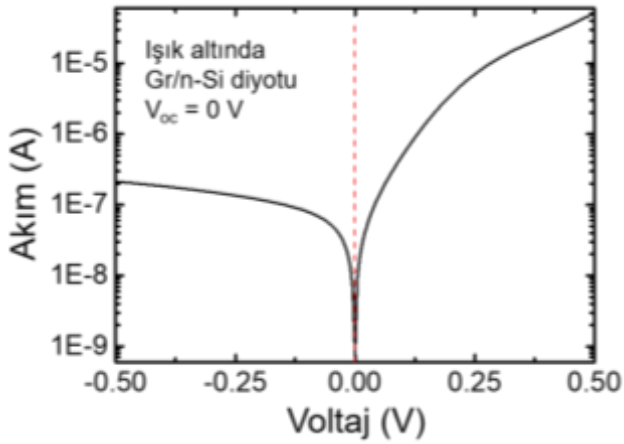
Şekil 23: Bitki üzerindeki aygıtın (a) karanlık ve (b) ışık koşullarında zamana bağımlı akım ölçümü için hazırlanan deneysel düzenek.

Karanlık ve ışık koşullarında bitki yaprağı üzerindeki aygıtın zamana bağımlı akım değişimi Şekil 24'te gösterilmiştir. 250 dakika karanlık ve sonrasında 250 dakika ışık altında bekletilen bitkinin fotosentez ve solunum olayı sonucunda ortama yaydığı adsorbatlar bu grafik ile yorumlanabilir. Kullandığımız C3 bitkisinin her şekilde (ışık altında/karanlıkta) solunum yaptığı bilinmektedir. Bu durumda ölçümlerin alındığı 500 dakika boyunca ölçülen tüm değerler, CO_2 ve H_2O etkisinde ölçülmüştür. Bu olayın sonucunda grafikler arasında gözlemlenen farkın fotosentez etkisinde ortama salınan O_2 gazının oluşturduğu etkiden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Bitkinin karanlık ortamda bırakıldığı 250 dakikalık süreç boyunca aygıt akımının 42,8 nA'den 41,8 nA'ye kadar düştüğü görülmüş, hemen ardından ortama ışık verildiğinde ise 41,8 nA'den 43,4 nA' e ani bir şekilde yükseldiği görülmüştür. Bu yükseliş, bitkinin ışık altında fotosentez yaparak O_2 salınımı yaptığını ve bu moleküllerin aygıt üzerindeki grafenin yapısı ile etkileştiğini kanıtlamaktadır. Deneysel sonuçlar açıkça gösteriyor ki, karanlık ortamda zamanla akım değişimi grafen yüzeyinden adsorbatların kopmasıyla grafenin direnci artmış ve akım değeri azalmıştır. Bitkinin ışığa maruz kalmasıyla tam tersi bir olay gözlenmiş, fotosentez olayı yaşanmaya başlanmış ve bitki yaprağından çıkan çoğunlukla O_2 molekülleri grafenin yüzeyine yapışarak grafendeki elektronları tutması sonucunda grafenin direcini azaltmıştır ve sonuç olarak akım değerindeki artış, eş zamanlı olarak grafikteki gibi gözlemlenmiştir.



Şekil 24: Karanlık ve ışık altında bitki üzerindeki aygıtın akım-zaman grafiği.

Şekil 24'te ölçülen akımdaki değişimin kesinlikle ışık ile alakalı olmadığı Şekil 25'teki grafikten anlaşılabilir. Bu ölçümde, bitki ışık altındayken Gr/n-Si diyotunun ışık alması engellenmiş ve sadece adsorbat etkisi incelenmiştir. Şayet ışığın bir etkisi görülseydi yarı-logaritmik skalada çizilen I-V grafiğinin sıfır voltaj değerinde bir kayma gözlemlenirdi ki bu açık devre voltajı (V_{oc}) olarak bilinmektedir.



Şekil 25: Işık altında, bitki üzerindeki aygıtın akım-voltaj grafiği: açık devre voltajının (V_{oc}) okunmaması diyotun ışıktan etkilenmediğini göstermektedir.

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bitkiler hem ışık altında hem de karanlık ortamda solunum yapabilirler. Karanlık ortamda bitki yapraklarından atmosfere sadece karbondioksit (CO_2) ve su (H_2O) salgılarken bundan farklı olarak ışık altında fotosentez yaparak oksijen (O_2) de üretirler. (Reece ve ark., 2014). Her iki biyokimyasal olayda da ortama çeşitli gazlar (O_2, H_2O, CO_2), bitkiler tarafından salınmaktadır. Projemizin temel amaçlarından biri de bitkilerin salgıladığı adsorbatların algılanmasıdır. Kullandığımız Gr/n-Si Schottky diyotunun atmosferik gazlara verdiği tepkiyi bitkinin salgıladığı gazları algılamak için kullanarak inceledik. Bu projede, bitkilerin yaptığı fotosentez ve solunum olayı sonucunda gece/gündüz ortama yayılan farklı oksijen miktarına bağlı olarak, grafenin yüzeyine tutunan adsorbatlar sonucunda oluşan elektriksel karakteristik değişimi, Gr/n-Si diyotuna 0,1 V değerinde sabit voltaj uygulanarak zamana bağımlı akım değişimine bakılmıştır. Aygıt ışık almayacak şekilde, yapay olarak gün ışığı speklerinde bir LED kullanılarak aydınlatılan bitki, 250 dakika ışık altında ve 250 dakika karanlık ortamda bırakılacak şekilde alınan ölçümler sonucunda gece 42,8 nA'den 41,8 nA'e kadar olan bir düşüş gözlemlenmiştir. Gündüz olduğunda ise 41,8 nA'den 43,4 nA'e ani bir şekilde çıktığı gözlemlenmiştir. Işık altında fotosentezin sonucunda salınan O_2 gazlarının etkisiyle ortaya çıkan 1,6 nA'lik fark, küçük bir değer olsa da proje kapsamında geliştirilen Gr/n-Si Schottky temelli aygıtın nanoamper (nA) değerlerine hassas olduğu ve dolayısıyla bu projedekine benzer şekilde adsorbatların hassas ölçümüne olanak sağladığı bulunmuştur.

Bu projede elde edilen bulguların; Gr/n-Si Schottky eklem diyotunda, yüksek iletkenlik değerine sahip ve elektrot olarak kullanılan grafenin üzerine yapışan veya kopan adsorbatların (O_2, H_2O, CO_2 gibi moleküller) grafenin direncinde bir azalmaya sebep olduğu ve bitkinin solunum ve fotosentez olayları sonucunda açığa çıkan çeşitli adsorbatların eş zamanlı olarak ölçülmesine olanak sağladığı ilk defa gösterilmiştir. Bir diğer dikkat çekici bulgu ise normal koşullarda ışık sensörü olarak kullanılan Gr/n-Si Schottky temelli aygıtın adsorbatlar ile etkileşiminin net bir şekilde gözlenebilmesi sayesinde eş zamanlı olarak gazların algılanmasında kullanılabileceği de saptanmıştır.

Bu projede, *Hibiscus rosa-sinensis* (Japon gülü) bitkisinin ışık altında yaptığı fotosentez olayı sonucunda yaprak hücrelerinden salınan O_2 gazı projede geliştirilen Gr/n-Si Schottky temelli aygıt sayesinde ölçülmüştür. Bununla birlikte, bitkinin anlık olarak karanlık şartlara maruz bırakılmasıyla fotosentez yapmamasına bağlı olarak direnç değeri artmış, akım değeri düşmüştür. Sonuç olarak, bu projede, bir C3 fotosentezi yapan bitki modeli olarak denenen

Japon gülünde denenen Gr/n-Si Schottky temelli aygıt, bitkinin değişen en küçük şartlarını eş zamanlı olarak algılayıp ölçüm alınmasına olanak sağlamıştır.

Bu konuyla ilgili literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, adsorbatların Schottky diyotlarda yaptığı etki üzerine birçok çalışma yapıldığı görülmektedir. Örnek olarak "Grafen / Silikon Bazlı Schottky Bariyer Fotodetektörlerinde Adsorbatla İndüklenen Spektral Yanıtın İyileştirilmesi" başlığı altında yapılan (Şahan ve ark., 2020) makale bizlere adsorbatların Gr/n-Si diyotu ile etkileşimi hakkında bilgi vermektedir. Literatürden farklı olarak bu çalışma da, adsorbatların Gr/n-Si Schottky diyotu üzerindeki etkisini bir bitki yaprağı üzerinden salgılanan atmosferik gazları ölçmek için kullanılmıştır.

Günümüzde bitkilerden hem beslenme hem de hobi amacıyla faydalanılmaktadır. Bu sebeple hem tarımsal alanda hem de evde dekoratif amaçla büyütülen bitkilerin gelişiminin izlenmesi gerekmektedir. Bitki metabolizmasında solunum ve fotosentez olayları en önemli fizyolojik olgulardır. Bu projede, bitki yaprağı üzerinde zamana bağlı adsorbat değişimi Gr/n-Si Schottky diyotu ile ilk defa gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu projede, ister endüstriyel tarım isterse evde dekoratif amaçlı olarak yetiştirilen bitkilerin fizyolojik olayları eş zamanlı olarak ölçebilecek bir Gr/n-Si Schottky temelli aygıt geliştirilmiştir.

6. ÖNERİLER

Bu projede geliştirilen Gr/n-Si Schottky temelli aygıt, ticari önemi olan ve ortam şartlarından hızlıca etkilenen bitki türlerine uygulanarak bitkilerde denenmesini önermekteyiz. Ayrıca geliştirilen aygıt sadece bitkilerin salgıladığı adsorbatlar için değil aynı zamanda madenlerde açığa çıkan zehirli gazların takip edilmesinde de kullanılabilir.

KAYNAKLAR

Allen, M. J., V. C. Tung, and R. B. Kaner (2010). Honeycomb carbon: a review of graphene. Chemical reviews 110(1), 132–145. Çevrimiçi ön yayın. doi:10.1021/cr900070d

Alvial-Palavicino, C. and K. Konrad (2019). The rise of graphene expectations: Anticipatory practices in emergent nanotechnologies. Futures 109, 192–202. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.futures.2018.10.008

An, X., Liu, F., Jung, Y. J., ve Kar, S. (2013). Tunable graphene–silicon heterojunctions for ultrasensitive photodetection. Nano letters, 13(3), 909-916. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/nl303682j

Aydın, H. (2018). Developing graphene-organic hybrid electrodes for silicon based Schottky devices. (Yayımlanmış Doktora Tezi). İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü/ Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Bae, S., Kim, S. J., Shin, D., Ahn, J. H., ve Hong, B. H. (2012). Towards industrial applications of graphene electrodes. Physica Scripta, 2012(T146), 014024. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1088/0031-8949/2012/T146/014024

Balandin, A. A., Ghosh, S., Bao, W., Calizo, I., Teweldebrhan, D., Miao, F., ve Lau, C. N. (2008). Superior thermal conductivity of single-layer graphene. Nano letters, 8(3), 902-907. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/nl0731872

Behera, H. and G. Mukhopadhyay (2012). Strain-tunable band parameters of zno monolayer in graphene-like honeycomb structure. Physics Letters A 376(45), 3287–3289. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.physleta.2012.09.038

Blake, P., Brimicombe, P. D., Nair, R. R., Booth, T. J., Jiang, D., Schedin, F., ... ve Novoselov, K. S. (2008). Graphene-based liquid crystal device. Nano letters, 8(6), 1704-1708. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/nl080649i

Bonaccorso, F., Sun, Z., Hasan, T. A., ve Ferrari, A. C. (2010). Graphene photonics and optoelectronics. Nature photonics, 4(9), 611. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1038/nphoton.2010.186

Bunch, J. S. (2008). Mechanical and electrical properties of graphene sheets. Ithaca, NY: Cornell University. [DX Reader version]. Retrieved from. Erişim tarihi: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.721.7973&rep=rep1&type=pdf

Chen, H., Müller, M. B., Gilmore, K. J., Wallace, G. G., ve Li, D. (2008). Mechanically strong, electrically conductive, and biocompatible graphene paper. Advanced Materials, 20(18), 3557-3561. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1002/adma.200800757

Chyada, F. A., Jabur, A. R., ve Alwan, H. A. (2017). Effect addition of graphene on electrical conductivity and tensile strength for Recycled electric power transmission wires. Energy Procedia, 119, 121-130. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.egypro.2017.07.055

Chyada, F. A., Jabur, A. R., ve Alwan, H. A. (2017). Effect addition of graphene on electrical conductivity and tensile strength for Recycled electric power transmission wires. Energy Procedia, 119, 121-130. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.egypro.2017.07.055

Di Bartolomeo, A. (2016). Graphene schottky diodes: An experimental review of the rectifying graphene/semiconductor heterojunction. Physics Reports 606, 1–58. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.physrep.2015.10.003

Di Bartolomeo, A., Giubileo, F., Luongo, G., Iemmo, L., Martucciello, N., Niu, G., ... ve Lupina, G. (2016). Tunable Schottky barrier and high responsivity in graphene/Si-nanotip optoelectronic device. *2D Materials*, *4*(1), 015024. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1088/2053-1583/4/1/015024

Di Bartolomeo, A., Luongo, G., Iemmo, L., Urban, F., ve Giubileo, F. (2018). Graphene–silicon Schottky diodes for photodetection. IEEE Transactions on Nanotechnology, 17(6), 1133-1137. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1109/TNANO.2018.2853798

Gupta, A., Sakthivel, T., ve Seal, S. (2015). Recent development in 2D materials beyond graphene. Progress in Materials Science, 73, 44-126. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.pmatsci.2015.02.002

Kavitha, M. K., ve Jaiswal, M. (2016). Graphene: A review of optical properties and photonic applications. Asian journal of Physics, 7, 809-831. Erişim tarihi: 21.12.2020. Erişim adresi:https://www.researchgate.net/publication/312070999_Graphene_A_review_of_optical_properties_and_photonic_applications

Kopeliovich (2021), Erişim Tarihi: 17.02.2021, Erişim adresi: https://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=graphite

Küçükyıldırım, B. O., ve Eker, A. A. (2012). Karbon Nanotüpler, Sentezleme Yöntemleri ve Kullanım Alanları. Engineer & the Machinery Magazine, (630). Erişim adresi: https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/d9e5a1f1b4da308_ek.pdf

Lee, C., Wei, X., Kysar, J. W., ve Hone, J. (2008). Measurement of the elastic properties and intrinsic strength of monolayer graphene. science, 321(5887), 385-388. Çevrimiçi ön yayın. doi:10.1126/science.1157996

Lee, J. H., W. W. Lee, D. W. Yang, W. J. Chang, S. S. Kwon, and W. I. Park (2018). Anomalous photovoltaic response of graphene-on-gan schottky photodiodes. ACS applied materials ve interfaces 10(16), 14170–14174. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/acsami.8b02043

Lv, P., Zhang, X., Zhang, X., Deng, W., ve Jie, J. (2013). High-sensitivity and fast-response graphene/crystalline silicon Schottky junction-based near-IR photodetectors. IEEE electron device letters, 34(10), 1337-1339. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1109/LED.2013.2275169

Melios, C., Giusca, C. E., Panchal, V., ve Kazakova, O. (2018). Water on graphene: review of recent progress. 2D Materials, 5(2), 022001. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1088/2053-1583/aa9ea9

Meric, I., Han, M. Y., Young, A. F., Ozyilmaz, B., Kim, P., ve Shepard, K. L. (2008). Current saturation in zero-bandgap, top-gated graphene field-effect transistors. Nature nanotechnology, 3(11), 654-659. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1038/nnano.2008.268

Nair, R. R., Blake, P., Grigorenko, A. N., Novoselov, K. S., Booth, T. J., Stauber, T., ... ve Geim, A. K. (2008). Fine structure constant defines visual transparency of graphene. Science, 320(5881), 1308-1308. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1126/science.1156965

Nemes-Incze, P., Osváth, Z., Kamarás, K., ve Biró, L. P. (2008). Anomalies in thickness measurements of graphene and few layer graphite crystals by tapping mode atomic force microscopy. Carbon, 46(11), 1435-1442. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.carbon.2008.06.022

Novoselov, K. S., ve Neto, A. C. (2012). Two-dimensional crystals-based heterostructures: materials with tailored properties. Physica Scripta, 2012(T146), 014006. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1088/0031-8949/2012/T146/014006

Özkendir, D. (2017). Self-organized network of silicon oxide on epitaxial graphene (Master's thesis, Izmir Institute of Technology). (Yayımlanmamış doktora tezi). İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü/ Malzeme Bilimi ve Mühendisliği

Patel, K., ve Tyagi, P. K. (2015). Multilayer graphene as a transparent conducting electrode in silicon heterojunction solar cells. AIP advances, 5(7), 077165. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1063/1.4927545

Raja, P. M. V., ve Barron, A. R. (2020). Characterization of Graphene by Raman Spectroscopy. Erişim tarihi: 21.12.2020. Erişim adresi: https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Book%3A_Physical_Methods_in_Chemistry_and_Nano_Science_(Barron)/08%3A_Structure_at_the_Nano_Scale/8.07%3A_Characterization_of_Graphene_by_Raman_Spectroscopy

Rao, C. N. R., Biswas, K., Subrahmanyam, K. S., ve Govindaraj, A. (2009). Graphene, the new nanocarbon. Journal of Materials Chemistry, 19(17), 2457-2469. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1039/B815239J

Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., ve Jackson, R. B. (2014). Campbell Biology. 10th Edition. Boston: Pearson.

Reina, A., Jia, X., Ho, J., Nezich, D., Son, H., Bulovic, V., ... ve Kong, J. (2009). Large area, few-layer graphene films on arbitrary substrates by chemical vapor deposition. Nano letters, 9(1), 30-35. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/nl801827v

Roberts, M. W., Clemons, C. B., Wilber, J. P., Young, G. W., Buldum, A., ve Quinn, D. D. (2010). Continuum plate theory and atomistic modeling to find the flexural rigidity of a graphene sheet interacting with a substrate. Journal of Nanotechnology, 2010. 020Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1155/2010/868492

Schedin, F., Geim, A. K., Morozov, S. V., Hill, E. W., Blake, P., Katsnelson, M. I., ve Novoselov, K. S. (2007). Detection of individual gas molecules adsorbed on graphene. Nature materials, 6(9), 652-655. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1038/nmat1967

Service, R. F. (2009). Carbon sheets an atom thick give rise to graphene dreams. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1126/science.324_875

Sharkey, T. D., Bernacchi, C. J., Farquhar, G. D., ve Singsaas, E. L. (2007). Fitting photosynthetic carbon dioxide response curves for C3 leaves. Plant, cell ve environment, 30(9), 1035-1040. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1111/j.1365-3040.2007.01710.x

Shin, B. G., Boo, D. H., Song, B., Jeon, S., Kim, M., Park, S., ... ve Lee, Y. H. (2019). Single-crystalline monolayer graphene wafer on dielectric substrate of SiON without metal catalysts. ACS nano, 13(6), 6662-6669. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/acsnano.9b00976

Singh, V., D. Joung, L. Zhai, S. Das, S. I. Khondaker, and S. Seal (2011). Graphene based materials: past, present and future. Progress in materials science 56(8), 1178–1271. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.pmatsci.2011.03.003

Some, S., Kim, Y., Yoon, Y., Yoo, H., Lee, S., Park, Y., ve Lee, H. (2013). High-quality reduced graphene oxide by a dual-function chemical reduction and healing process. Scientific reports, 3(1), 1-5. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1038/srep01929

Sutter, P. W., Flege, J. I., ve Sutter, E. A. (2008). Epitaxial graphene on ruthenium. Nature materials, 7(5), 406-411. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1038/nmat2166

Şahan, N., Fidan, M., ve Çelebi, C. (2020). Adsorbate-induced enhancement of the spectral response in graphene/silicon-based Schottky barrier photodetectors. Applied Physics A, 126(12), 1-6. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1007/s00339-020-04120-1

Tetlow, H., De Boer, J. P., Ford, I. J., Vvedensky, D. D., Coraux, J., ve Kantorovich, L. (2014). Growth of epitaxial graphene: Theory and experiment. Physics reports, 542(3), 195-295. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1016/j.physrep.2014.03.003

The Royal Swedish Academy of Sciences,(2010). https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/advanced-physicsprize2010.pdf [Erişim Tarihi:10.12.2020]

Vaianella, F., Rosolen, G., ve Maes, B. (2015). Graphene as a transparent electrode for amorphous silicon-based solar cells. Journal of Applied Physics, 117(24), 243102. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1063/1.4923232

Voznesenskaya, E. V., Koteyeva, N. K., Chuong, S. D., Ivanova, A. N., Barroca, J., Craven, L. A., ve Edwards, G. E. (2007). Physiological, anatomical and biochemical characterisation of photosynthetic types in genus Cleome (Cleomaceae). Functional Plant Biology, 34(4), 247-267. Çevrimiçi ön yayın. doi:10.1071/FP06287

Wallace, P. R. (1947). The band theory of graphite. Physical review, 71(9), 622. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1103/PhysRev.71.622

Wang, H., Sun, K., Tao, F., Stacchiola, D. J., ve Hu, Y. H. (2013). 3D honeycomb-like structured graphene and its high efficiency as a counter-electrode catalyst for dye-sensitized solar cells. Angewandte Chemie International Edition, 52(35), 9210-9214. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1002/anie.201303497

Wang, Y. Y., Ni, Z. H., Yu, T., Shen, Z. X., Wang, H. M., Wu, Y. H., ... ve Shen Wee, A. T. (2008). Raman studies of monolayer graphene: the substrate effect. The Journal of Physical Chemistry C, 112(29), 10637-10640. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1021/jp8008404

Wei, J., Vo, T., ve Inam, F. (2015). Epoxy/graphene nanocomposites–processing and properties: a review. RSC Advances, 5(90), 73510-73524. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1039/C5RA13897C

Yanılmaz, A. (2017). Synthesis and nitrogen doping of graphene by chemical vapor deposition (Master's thesis, Izmir Institute of Technology). (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü/ Malzeme Bilimi ve Mühendisliği

Yi, M., ve Shen, Z. (2015). A review on mechanical exfoliation for the scalable production of graphene. Journal of Materials Chemistry A, 3(22), 11700-11715. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1039/C5TA00252D

MANYETİK SIVILARIN DEĞİŞKEN KOŞULLAR ALTINDA AKIŞKANLIKLARININ İNCELENMESİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: ERAY İŞÇİ
KEMAL ONUR ÖZKAN

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: ULAŞ GÜREL

İZMİR
2021

Özet

Günümüzde manyetik sıvının kullanım alanları giderek genişlemektedir. Bu sıvıların sağladığı avantajlar göz önünde bulundurularak günlük hayatta kapı sistemlerinde veya eşyaların sabitlenmesi gibi alanlarda kullanılması için hangi manyetik sıvının bu uygulamalara daha uygun olduğu yapılan denemelerle araştırılmıştır. Bu denemelerde sıvıların viskozitesinin; manyetik alandan nasıl etkilendiği ve akışkanlıkları birbiriyle karşılaştırılmıştır. Böylece manyetik sıvıların günlük hayat uygulamalarında kullanılmaları için uygun olup olmadıkları incelenmiş ve böyle bir uygulamada yararlı olabilecek veriler oluşturulmuştur.

Yapılan denemelerde yarıçapı gittikçe daralan ve 0,5 cm'ye kadar ulaşan pistonsuz şırınga bir deney stantına yerleştirilmiştir. Ayrıca kullanılan dirsekler yardımıyla mıknatıslar arasındaki mesafenin değiştirilebildiği ve bu mesafenin maksimum 2 cm'ye kadar ulaşabilmesini sağlayan deney aparatı kullanılmıştır. Manyetik sıvı oluşturulmasında ise öz kütlesi 0,9 g/cm^3 olan soya yağı, öz kütlesi 1,26 g/cm^3 olan gliserin, öz kütlesi 1,5 g/cm^3 olan gres yağı, öz kütlesi 0,8 g/cm^3 olan parafin ve demir tozu kullanılmıştır. Bu maddelerin hangisinden ne kadar konulması gerektiği referans rapor ve yapılan denemeler sonucu belirlenmiştir. Yapılan deneylerde mıknatıslar arası uzaklık seçilen sıvılar için 0,5 cm şeklinde ayarlanmış ve her defasında 2 mm artırılarak maksimum uzaklık 2 cm'ye ulaşana kadar manyetik sıvılar için ölçümler alınmış ve bu veriler grafik haline getirilerek karşılaştırmalar yapılmıştır.

Manyetik sıvıların içeriklerinin ve uygulanan manyetik alanın büyüklüğünün değiştirilmesi sonucunda akışkanlıklarının nasıl etkilendiği karşılaştırmalı deneyler sonucunda gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Manyetik sıvı, viskozite, manyetik piston, demir tozu.

Amaç

Bu projede amaç, manyetik sıvıların genel özellikleri göz önünde bulundurularak viskozitelerinin uygulanan manyetik alana bağlı olarak nasıl değiştiğini karşılaştırmalı deneyler yapılarak araştırmaktır.

1. GİRİŞ

1.1. Manyetizma

Manyetizma nedir? Bu soru, Milet'li Thales'ten (yaklaşık MÖ 634-546) beri insanları büyülemiştir. Bu olgu ilk olarak doğal olarak oluşan mineral manyetit (Fe3O4) "kireçtaşı" tarafından demirin çekilmesi olarak tanımlanmıştır. Son 2.500 yıldır manyetizma yalnızca yaygın olarak navigasyon, güç üretimi ve "yüksek teknoloji" uygulamaları için kullanılmasının yanı sıra aynı zamanda onun kökenini keşfetmede de uzun bir yol kat edilmiştir. Yine de bugün bile mıknatısların neden birbiriyle etkileşime geçmesi gibi son derece basit bir soruyu yanıtlamakta zorlanılmaktadır (Stohr ve Siegmann, 2006).

Aslında "Manyetik" terimi o kadar temel ve tanıdık bir anlam kazanmıştır ki, Thales'ten sonra, "manyetik" ve "çekici" (veya itici) terimleri eş anlamlı olarak kullanılmış ve bu ilişki hala bu olguyu açıklamaya hizmet etmektedir. Daha derin bir bilimsel açıklama ise, er ya da geç bazı "gizemlerle" karşılaşır. Bu duruma örnek olarak Dirac'ın harici bir elektromanyetik alandaki bir elektronun göreli muamelesi sayesinde şaşırtıcı bir şekilde ortaya çıkan spin kavramıdır. Bugün bu kavram basitçe kabul edilmekte ve spin manyetik momentine neden olan temel spin kavramlarını, elektronik yüklerin hareketini ve yörüngesel manyetik momenti manyetizma anlayışı temel alınarak açıklanmaktadır (Stohr ve Siegmann, 2006).

1.1.1. Ferromanyetizma

Ferromanyetik bir malzemede her bir atom net bir manyetik momente sahiptir ve bu atomların manyetik momentleri birbirleriyle etkileşir. Bu durumda bütün manyetik momentler birbirlerine paralel ve aynı yönlü bir yapı alırlar. Bu etkileşme, ilk kez Weiss tarafından moleküler alan teorisi kullanılarak bulunmuştur. Bu teoriye göre, bir manyetik alan altında ferromıknatıslar bir doyum mıknatıslanmasına ulaşır. Çünkü bütün manyetik momentler aynı

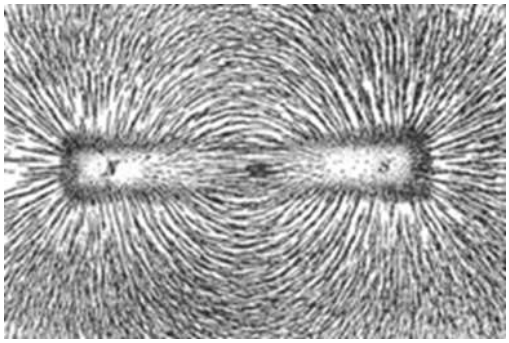
yönlü ve paralel olduğundan mıknatıslanmada artık daha fazla bir artış olmaz. Kuantum mekaniksel olarak, ferromanyetizmanın Heisenberg modelinde, manyetik momentlerin paralel düzenlenmesi komşu manyetik momentler arasındaki değiş tokuş etkileşmeleriyle açıklanır. Bu tür maddeler bir manyetik alan içinde alan yönünde ve çok şiddetli olarak mıknatıslanırlar. Ferromanyetik maddeler, bir mıknatıs ile kuvvetli olarak çekilirler ve çubuk şeklinde iseler asıldıklarında, çubuğun ekseni alan doğrultusuna paralel oluncaya kadar bir moment etkisinde kalırlar (Cengiz, 2018).

1.1.2. Antiferromanyetizma

Antiferromanyetik malzemelerde atomlar net manyetik momente sahiptirler ve bu manyetik momentler birbirlerine paraleldir. Fakat birbirlerini yok edecek şekilde yönelimleri birbirlerine terstir. Bu yönelimlerin ters olmasının nedeni değiş-tokuş etkileşimleridir. Bu durumda malzemede net bir manyetik moment olmadığından malzeme, paramanyetik gibi davranmış olur. Çünkü atomların manyetik momentleri birbirlerinin etkilerini yok ederler. Antiferromanyetik maddelerde dış manyetik alan arttıkça, malzemenin toplam mıknatıslanması da artmaktadır (Cengiz, 2018).

1.1.3. Manyetik Alan

Manyetizmadaki en temel fikirlerden biri, manyetik kavramdır. Bir boşlukta bir manyetik alan oluşturulduğunda bu, alanın enerjisinde bir değişiklik olduğu anlamına gelmektedir. Manyetik alan çizgilerinin modellemesi Şekil-1'de gösterilmiştir. Buna ek olarak, bir enerji gradyanı vardır, böylece manyetik alanda hareket eden bir elektrik yükünün ivmesi ile tespit edilebilen bir kuvvet üretilir. Bunun yanında, bir iletkenin üzerindeki akıma uygulanan kuvvetle, manyetik dipolün üzerindeki bir tork tarafından (çubuk mıknatıs gibi) ya da bazı türdeki atomlardaki elektronların dönme yönlerinin değiştirilmesi yöntemiyle tespit edilebilir. Bir manyetik dipol örneği olan pusula iğnesindeki tork, bir manyetik alanın en bilinen kullanımıdır. (Jiles, 1991).

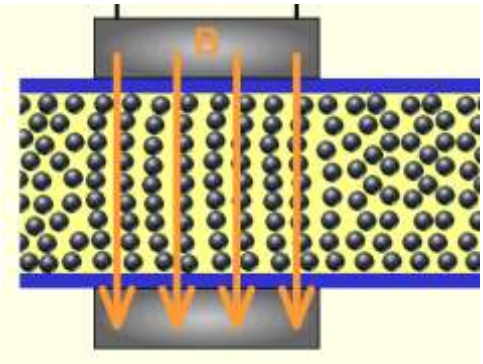


Şekil-1. Manyetik alan çizgilerinin modellenmesi (Wikipedia, 2020a)

1.1.4. Manyeto-reolojik Sıvı

Manyeto-reolojik sıvı (MRS), değiştirilebilen reolojik özelliklerde manyetik alanın gücünün de yardımıyla bazı farklılıklar gösterebilen Şekil-2'de modellemesi verilen, kontrol edilebilen bir sıvıdır. Sıvı, birçok alanda kullanılmak için elverişlidir (Bompos ve Nikolakopoulos, 2011).

Bir manyeto-reolojik akışkan, reolojik davranış gösteren bir sıvı olmakla beraber manyetik alanın gücüne bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Reolojik durum, sıvıdan katıya transformasyon geçirdiğinde tersinir bir etki göstermektedir. Normalde viskozitenin reolojik özelliği diğer fiziksel özellikler olan; kimyasal bileşim, kayma gerilmesi ve sıcaklık gibi faktörlere bağlı değişmektedir. Bu spesifik özellikler ortam tarafından oluşturulduğu için bunları kontrol etmek kolay değildir. Viskozite ve sıcaklık varyasyonu tersine çevrilebilir fakat bu durum viskozitenin kolay kontrol edilebileceği anlamına gelmemektedir. MR kullanımında sıvının viskozitesi manyetik alan tarafından akıllı bir şekilde kontrol edilebilecek hale gelir. Bu değişiklik sıvının katı hale geçişine kadar kontrol edilebilir ve bu durum MRS teknolojisinin en basit özelliğidir (Grunwald ve Olabi, 2008).



Şekil 2. Manyetik alandan etkilenmiş olan manyeto-reolojik sıvının katılaşıp boruyu tıkamasının modellenmesi. (Wikipedia, 2020b)

1.1.5. MRS Teknolojisi

Manyeto-reolojik sıvı (MRS) teknolojisi, pazara yüksek hızda gelen eski bir "yeni gelenler" dir. Otomotiv endüstrisi de dahil olmak üzere çeşitli endüstriler, potansiyel MRS uygulamalarıyla doludur. Manyeto-reolojik sıvı teknolojisi halihazırda çeşitli düşük ve yüksek hacimli uygulamalarda başarıyla kullanılmaktadır. MRS'ye dayalı bir yapı, güç yoğunluğu, doğruluk ve dinamik performansın önemli olduğu ürünler için tasarımda yeni nesil olabilir (Grunwald ve Olabi, 2008).

Ek olarak, viskoziteyi değiştirerek sıvı hareketini kontrol etme ihtiyacı duyulan ürünler için MRS'ye dayalı bir yapı, işlevsellik ve maliyetlerde bir gelişme olabilir. Bu teknolojinin iki yönü, doğrudan kesme modu (frenlerde ve kavramalarda kullanılır) ve valf modu (damperlerde kullanılır) kapsamlı bir şekilde incelenmiştir ve piyasada halihazırda birkaç uygulama mevcuttur. Hızlı yanıt, elektrik güç girişi ve mekanik güç çıkışı arasındaki basit ara yüz ve hassas kontrol edilebilirlik gibi mükemmel özellikler, MRS teknolojisini birçok uygulama için çekici kılar (Grunwald ve Olabi, 2008).

2. YÖNTEM

2.1. Deneyde Kullanılan Materyaller

Projenin deney sürecinde 15 mm çapında, 3mm kalınlığında 2 adet neodyum mıknatıs, gliserin, soya yağı, parafin, gres yağı sıvılarından farklı oranlarda alınarak oluşturulan manyetik sıvı örnekleri, 10 mL'ye kadar sıvı alabilen şırınga, 0,5 cm ve 1 cm'lik genişliklere sahip olan, 4,5 cm boyunda bir küvet, deney stantı ve dirsekleri, Denver Instrument SI-234 model hassas tartı kullanılmıştır.

2.2. Manyetik Sıvı Oluşturulması ve Uygulamanın İlk Aşaması

Makine yağı ve demir tozu kullanılarak örnek bir manyetik sıvı oluşturulmuştur. Silikon silindir alınarak 10 cm, 12 cm ve 15 cm boylarında kesme işlemi uygulanmış ve sonrasında bir şırınga düzeneği yardımıyla silindir içine demir tozu ve makine yağından oluşturulan manyetik sıvı örneği boşaltılmıştır.

2.2.1. Örnek Bir Silindirin Yan Taraflarına Elektromıknatısla Manyetik Alan Uygulanması

İlk olarak manyetik alan uygulanmadan akışkanlığı kontrol edilmiş ve daha sonra aynı işlem Şekil-3'te gösterilen elektromıknatısa akım verilerek manyetik alan oluşturulmuş ve borunun yan taraflarına uygulanmıştır. Akım kademeli olarak artırılarak geçişin ne kadar engellendiği gözlenmiştir. Sıvının akışkanlığı uygulanan işlem sonucu belirli bir miktar azalsa bile bu tıkanmanın yeterli olmadığı görülmüştür.



Şekil-3. Elektromıknatıs Düzeneği

2.2.2. Manyetik Sıvının Düzenekte İzleyeceği Yolun Değiştirilmesi

Yapılan deneylerde tek bir silindirin yolun tıkanmasına yeterli olmadığı görülmüştür. Bu nedenle silindirlerin yarıçapının, miktarının ve duracağı pozisyonun değiştirilmesine karar verilmiştir. Manyetik sıvının birden fazla yol izleyerek borunun tıkanabilmesini sağlamak amacıyla alüminyum folyo yardımıyla Şekil-4'te gösterilen beş silikon silindiri bir arada tutan bir demet oluşturulmuştur. Oluşturulan yeni boru demeti bir şırıngaya sığacak şekilde yerleştirilerek uygulanan kuvvet etkisiyle basınç oluşturularak sıvının ilerlemesi amaçlanmıştır. İlk olarak yan taraflarına uyguladığımız manyetik alan bu değişiklik sayesinde her tarafa etki edebilmiştir. Yani çembersel bir manyetik alan manyetik sıvıyı boruyu tıkayacak şekilde ilerletmemize olanak sağlamıştır. Bu düzenekteki sorun ise demetin stabil bir pozisyonda sabit kalmasını sağlayamamak olmuştur. Borular ya üst üste binmiş ya da yan yana yığılmıştır. Bu nedenle istenilen manyetik etki sağlanamamıştır. Manyetik sıvının izleyeceği yolun değiştirilmesinin borunun tıkanması için yeterli olmadığı görülmüş ve yeni içerikle oluşturulan manyetik sıvı ve düzenek arayışına geçilmiştir.



Şekil-4. Birden fazla silikon boru demeti örneği

2.3. Alternatif Olarak Oluşturulan Manyetik Sıvıların İçerikleri ve Miktarları

İlk oluşturulan manyetik sıvı 25 mL makine yağı ve 3,5 gram demir tozundan oluşmaktaydı. Yapılan denemelerde bu manyetik sıvının uygun olmadığı görülmüştür çünkü demir tozu beklenilenden daha fazla çökme göstermiştir. Bu durum diğer manyetik sıvılar için de kaçınılmaz bir dezavantaj olsa da ayrılma oranı en az olan sıvı üretilmesi hedeflendiği için farklı içerik ve oranlardan oluşmuş Tablo-1'de gösterilen dört farklı alternatif sıvı yapılmasına karar verilmiş ve manyetik sıvı görselleri Şekil-5, Şekil-6, Şekil-7 ve Şekil-8'de gösterilmiştir



Şekil-5. 1.Manyetik sıvı görseli



Şekil-6. 2.Manyetik sıvı görseli



Şekil-7. 3.Manyetik sıvı görseli



Şekil-8. 4.Manyetik sıvı görseli

Öncelikle hazırlanan dört manyetik sıvı, üç ana bileşenden oluşmuştur. Birincisi manyetik alandan etkilenmeyi sağlayacak demir tozu, ikinci bileşen yüzey gerilimini azaltıp demir tozunun eklenilen yağa daha kolay karışmasını sağlayacak sıvı ve üçüncü bileşen ise sıvıyı daha akışkan bir hale sokan bitkisel yağdır. Bu üç bileşenden miktarını çok nadiren ve hafif oranda değiştireceğimiz element demir tozu olacaktır. Çünkü kullanılan demir tozu miktarının sıvının manyetik özellik kazanmasına yeterli olduğu görülmüştür. Ancak yüzey gerilimini azaltacak sıvı için iki alternatif sıvı vardır ve bu sıvının miktarı değişiklik göstermektedir. Bu iki alternatif ise gliserin ve parafin (mum yağı)'dir. Akışkanlığı sağlayacak sıvı için de alternatifler yine iki tane olup bunlar gres yağı ve soya yağıdır.

Tablo-1: Manyetik sıvıların içerik ve miktar tablosu

Malzemeler	1.SIVI	2.SIVI	3.SIVI	4.SIVI
Gres Yağı	20g	0g	0g	13g
Demir Tozu	7g	7g	7g	3g
Parafin	0g	0g	0g	25g
Gliserin	31,5g	31,5g	31,5g	0g
Soya Yağı	0g	22,5g	18g	0g

2.3.1. Oluşturulan Manyetik Sıvıların Özelliklerinin İncelenmesi

Yapılan gözlemler sonucunda üçüncü sıvının diğer sıvılara göre yoğunluğunun ideale daha yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sıvı hem mıknatıs etkisinde iken hem de mıknatıs etkisinde değilken ideal bir hızda akmıştır. Oluşturulan manyetik sıvı için daha önemli olan mıknatıs etkisinde akmaması olduğu için bu pozitif bir sonuçtur. İlk başta kullanılan şırınga yarıçapı gittikçe küçülen bir yapıya sahiptir. Manyetik alan şırınganın yarıçapı küçük olan kısmına uygulandığında manyetik sıvıların boruyu daha iyi bir şekilde tıkadığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden ileride kullanılacak olan düzeneklerde de yarıçapın küçük olması gerektiği anlaşılmıştır. Aynı zamanda ölçümlerin daha stabil olması için yarıçapı yer yer değişen bir boru olması istenilen bir durum değildir. Bu yüzden düzgün bir prizma kullanılması uygun görülmüştür. Bu prizma için aranan kriterler: genişliği, sıvının mıknatıssız ortamda rahatça akabilmesi için uygun olan ve aynı zamanda iki mıknatıs arası uzaklığın yakın olmasına ortam sağlamasıdır. Birinci manyetik sıvıdan 10 mL alınarak oluşturulan sistemde belirli bir süre geçtikten sonra düzeneğin ucunun tıkanması sağlanmıştır. Bu sıvı özelinde 3 mililitreden sonra ciddi bir oranda yavaşlama gözlemlenmiştir. Hatta şırınganın yarıçapının minimum olduğu yerde mıknatıssız durumda bile sistemi tıkadığı görülmüştür. Bu yüzden kullanacağımız ideal sıvının birinci sıvı olmadığına karar verilmiştir. Gliserin yağı ve soya yağının yoğunluklarının birbirine yakın olması sebebiyle birbiriyle iyi karıştığı ve homojene yakın bir yapı oluşturdukları gözlenmiştir. Bu nedenle oluşturulan sıvılarda bu iki sıvı birlikte kullanılmıştır. Dördüncü sıvının oluşturulan basınç değişiminde bile sıvının akmasına engel olması nedeniyle bundan sonraki deney aşamasında kullanılmamasına karar verilmiştir.

2.3.2. Oluşturulan Manyetik Sıvılardan Hangisinin Denemeye Alınacağının Değerlendirilmesi

Yapılan deneyler neticesinde elde edilen birinci ve dördüncü sıvıların istenilen akışkanlık seviyesinde olmadığı görülmüştür. Manyetik sıvı ile hazırlanan düzenekte amaç boruyu veya küveti tıkamaktır ancak bu sıvıların viskozitesi çok yüksek olduğu için manyetik alan uygulanmasa bile basınç değişimiyle borunun tıkandığı gözlemlenmiştir. Manyetik alan uygulanmadığı müddetçe tıkanma oluşması istenmeyen bir sonuçtur. Bu bahsedilen iki sıvıdaki ortak maddenin gres yağı olması sebebiyle gres yağının bu deneyde kullanılmaması gerektiğine karar verilmiştir. Ayrıca Tablo-1'de görüldüğü gibi demir tozu miktarının ne kadar olacağı dördüncü sıvının oluşturulmasından sonra belirlenmiştir. Çünkü bu sıvı manyetik alandan istenilen şekilde etkilenmemiştir ve demir tozu miktarının diğer sıvılarda artırılmasına karar verilmiştir.

2.3.3. Daha İyi Sonuç Veren Sıvıların Karşılaştırılması

Yapılan incelemeler sonucunda ikinci ve üçüncü sıvılardaki akışkanlığın birinci ve dördüncü sıvıya göre ciddi bir miktarda arttığı görülmüştür. Aynı zamanda manyetik alanın uygulanıp etki ortadan kaldırıldığında sıvının normal haline dönmesiyle birlikte boruların kalıcı olarak tıkanmasını engellemiştir. Ayrıca bu sıvılardaki demir tozu miktarı da tıkanmayı sağlamak için yeterli miktarda (7gram) olduğu için mıknatıs etkisinde tıkanma olayı istenen şekilde gerçekleşmiştir. Bu iki sıvı arasında seçim yapmak için araştırılan kriterler ise 12 saat beklemeye bırakıldıktan sonra demir tozu ve sıvı karışımının birbirinden ne kadar ayrıldığı, manyetik alan yardımıyla sıvıyı mıknatıslar arası mesafe ayarlanarak kaçar santimetre uzaklıkta sistemi tıkayabilmesi ve son olarak mıknatıssız ve mıknatıs sonrası akış süresinin birbirine sayısal olarak yakınlığı olmuştur. Bu faktörler göze alındığında üçüncü sıvının ikinci sıvıya göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

2.4. En İyi Sonuç Alınabilen Düzeneğin Yapım Aşaması

Düzeneğin yapım aşamasında ilk olarak iskelet oluşturulmuştur. Daha sonra sistemin düzgün bir şekilde çalışabilmesi için bir kuvvet uygulanması gerektiği düşünülmüştür. Bunun için sisteme itme ve çekme şeklinde iki farklı kuvvet uygulanmıştır ancak bu durumun olumsuz sonuçları olmuştur. Bu sonuçlardan ötürü piston sistemden kaldırılmıştır. Son olarak düzeneğe mıknatıslar arası mesafenin ayarlanabilmesi için bir aparat eklenmiştir.

2.4.1. Akış Süresi Hesaplamak İçin Kullanılacak Olan Düzeneğin İskeletinin Oluşturulması

İlk tasarlanan düzenekte şırınga bir dirsek sayesinde demir çubuğa tutturulmuş ve yanına ikinci demir sabitlenmiştir. Böylece bir bakıma sabit makara sistemi oluşturulmuştur. Yan tarafından kuvvet uygulandığında şırınganın ucu çekilmiş olacak, şırınga ise kap içerisindeki manyetik sıvıyı belli bir seviyeye kadar dolduracaktır. İlk olarak hedeflenen on mililitre manyetik sıvının kaç saniyede kaptan çekilebileceğini hesaplamak olmuştur. Fakat işi zorlaştıran ve ister istemez saniye hesabına dahil olabilecek durumlar oluşmuştur. Bu durumlar: makaraya kuvvet uygulandığında sistemin dengesinin bozulması, birden fazla deneme yapıldığında şırınganın iç yüzeyinde manyetik sıvı birikmesi ve aynı kuvvetle aynı miktarda sıvıyı çekememek olmuştur. Uygulanan kuvvetin küçük miktarlarda değiştirilmesi ile bir sonuç alınması planlanmıştır.

2.4.2. Düzenekte Çekme Yerine İtme Kuvveti Uygulanması

İlk olarak oluşturulan düzenekteki gözlemler sonucunda sistem değiştirilerek şırınga pistonu üzerine yük konulması sonucu itme uygulanarak manyetik sıvının kaç saniyede aktığı hesaplanmaya çalışılmıştır. Fakat bu durumda da düzeneğin dengede kalması zorlaşmıştır. Pistonu hareket ettirmek için çok fazla kuvvet uygulanması gerektiğinden zaman zaman düzeneğin yıkıldığı görülmüştür ve bu sebeple itme kuvveti uygulanarak çalışan bir düzenek kullanılmasından vazgeçilmiştir.

2.4.3. Düzenekten Pistonun Kaldırılması ve Manyetik Sıvının Yer Çekimi Etkisine Bırakılması

Önceden yapılan düzeneklerde pistona dışarıdan bir kuvvet uygulanması ölçüm almayı zorlaştırmıştır. Bu nedenle sistemde piston kullanılmaması kararı alınmıştır. Böylece şırınga içine manyetik sıvı boşaltılacak ve Şekil-9'da gösterilen yeni deney düzeneği sadece yer çekimi kuvveti etkisine bırakılacaktır.



Şekil-9. Yeni deney düzeneği görseli

2.4.4. Mıknatıslar Arası Mesafenin Ayarlanabileceği Aparatın Yerleştirilmesi

Manyetik sıvılar ile karşılaştırmalı deneyler yapma sürecinde gereken verilerden birisi de manyetik alanın değişiminden sıvıların ne kadar etkilendiğidir. Bu nedenle mıknatıslar arası mesafenin manuel olarak değiştirilebileceğine imkân veren Şekil-10'da gösterilen bir aparat yerleştirme kararı alınmıştır. Böylece hangi sıvının seçileceği ile ilgili bir veri daha oluşacaktır.



Şekil-10. Eklenen aparat görseli

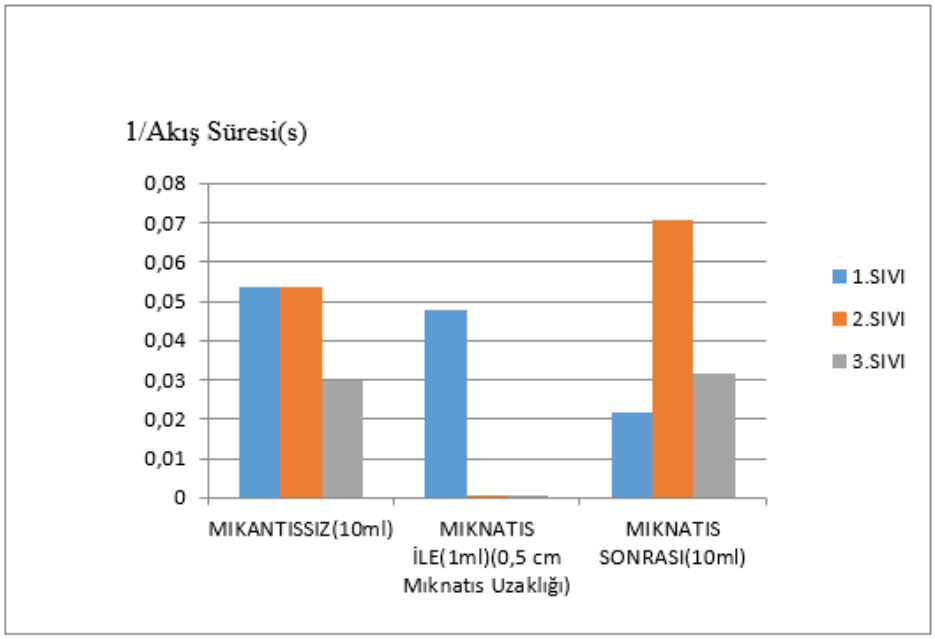
3. PROJE İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

Tablo-2. Proje İş-Zaman Çizelgesi Gösterimi

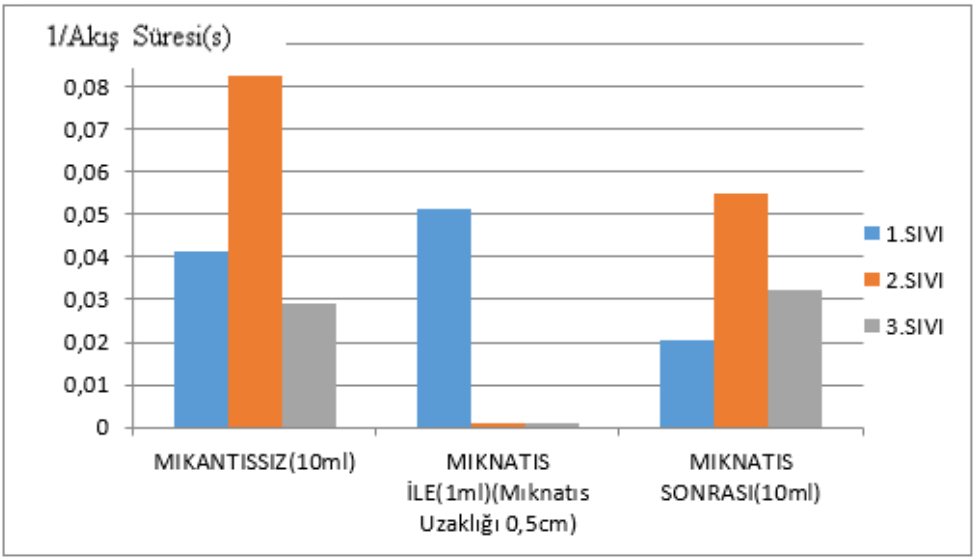
İşin tanımı	Aylar							
	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat
Literatür taraması	X	X	X	X	X	X	X	
Veri toplanması		X	X	X	X	X	X	
Laboratuvar çalışması				X	X	X	X	
Proje raporu yazımı					X	X	X	X

4. BULGULAR

Üretilen manyetik sıvılar ile alınan denemeler sonucunda hesaplanan akışkanlıkların birbiriyle karşılaştırılması Şekil-11 ve Şekil-12'de gösterilmiştir. Tablo-3'te sıvıların akış sürelerinin spesifik değerleri verilmiştir. Akışkanlık sıvıların birim zamandaki geçiş miktarıdır. Sıvının belli miktarda akma süresi dikkate alınarak 1/Süre hesabı yapılmış ve sıvının viskozitesi bulunmuştur.



Şekil-11. Sıvıların Akışkanlık Grafikleri-1

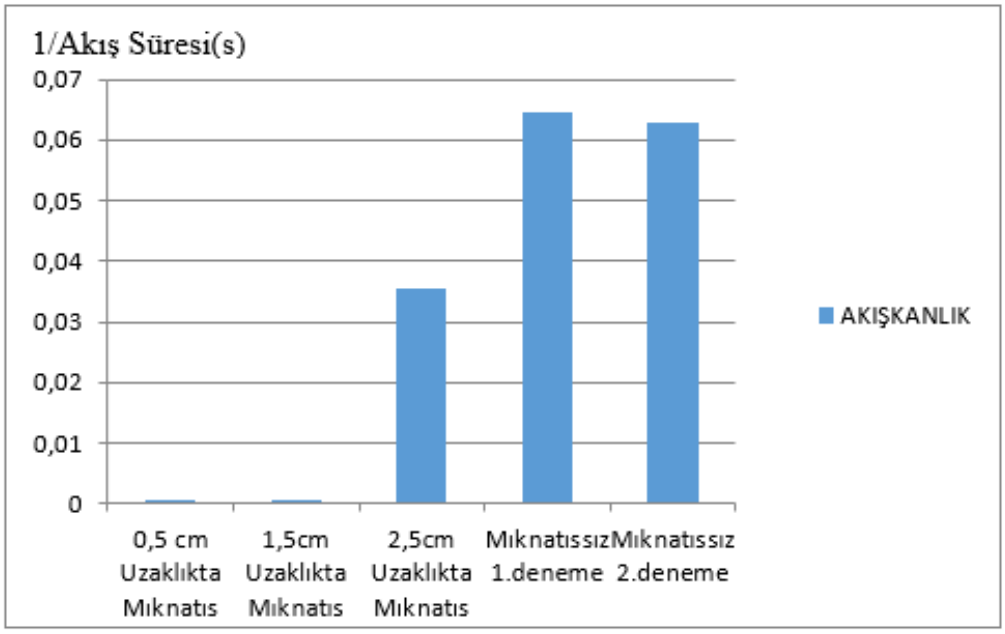


Şekil-12. Sıvıların Akışkanlık Grafikleri-2

Tablo-3. Sıvıların akış sürelerinin spesifik değerleri

SIVILAR	MIKNATISSIZ (10ml)	MIKNATIS İLE (1ml)	MIKNATIS SONRASI (10ml)
1.SIVI	0,041169	0,051073	0,020602
2.SIVI	0,082305	0,001	0,055096
3.SIVI	0,029308	0,001	0,032103

İkinci manyetik sıvı için mıknatıslar arası mesafe değiştirilmesi ile oluşan akışkanlıkların birbiriyle karşılaştırıldığı grafik Şekil-13'te ve bu sıvının akış sürelerinin spesifik değerleri Tablo-4'te verilmiştir.

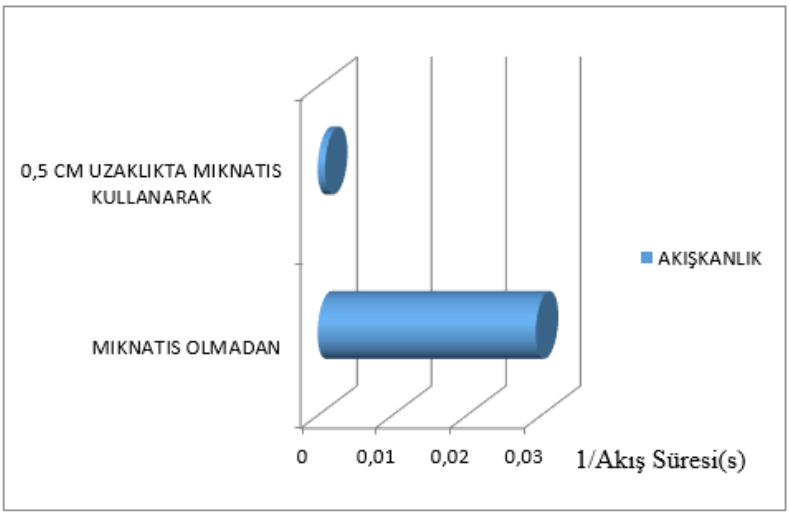


Şekil-13. İkinci manyetik sıvı için mıknatıslar arası mesafe değiştirilmesi ile oluşan akışkanlıkların birbiriyle karşılaştırılması

Tablo-4. İkinci manyetik sıvının akış sürelerinin spesifik değerleri

ÖLÇÜMLER	AKIŞKANLIK (1/s)	SÜRE (s)
0,5cm Uzaklıkta Mıknatıs	0	0
1,5cm Uzaklıkta Mıknatıs	0	0
2,5cm Uzaklıkta Mıknatıs	0,035524	28,15
Mıknatıssız 1.deneme	0,064516	15,5
Mıknatıssız 2.deneme	0,062814	15,92

Üçüncü manyetik sıvının mıknatıslar arası uzaklığa bağlı akışkanlığının değişimi Şekil-14'te ve bu sıvının akış sürelerinin spesifik değerleri Tablo-5'te verilmiştir.

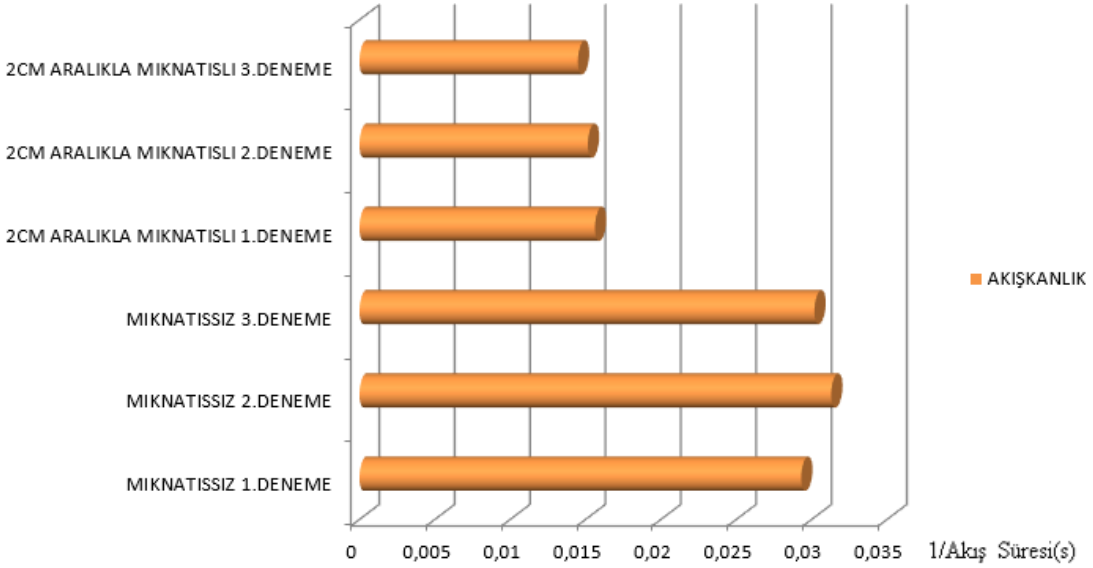


Şekil-14. Üçüncü manyetik sıvının mıknatıslar arası uzaklığa bağlı akışkanlığının değişimi

Tablo-5. Üçüncü manyetik sıvının akış sürelerinin spesifik değerleri

ÖLÇÜMLER	AKIŞKANLIK (1/s)	SÜRE (s)
Mıknatıs Olmadan	0,029308	34,12
0,5 cm Uzaklıkta Mıknatıs Kullanarak	0,001	0

Üçüncü manyetik sıvı için mıknatıslar arası mesafe 2 cm olarak ayarlandığında yapılan deneylerden ve mıknatıssız olarak yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil-15'te ve bu verilerin spesifik değerleri Tablo-6'da verilmiştir.

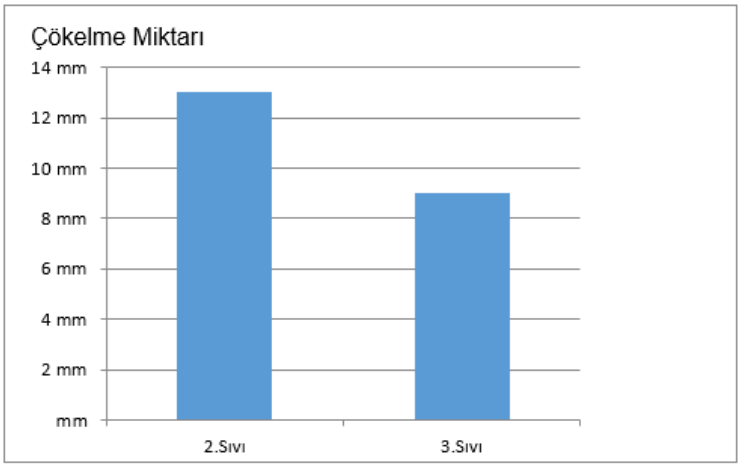


Şekil-15. Üçüncü manyetik sıvı ile yapılan mıknatıslı ve mıknatıssız deneylerden elde edilen veriler

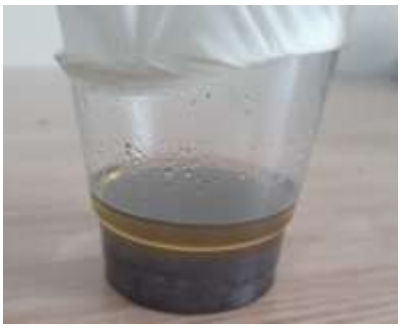
Tablo-6. Üçüncü manyetik sıvı ile mıknatıslı ve mıknatıssız olarak yapılan deneylerin sonucunda elde edilen akış sürelerinin spesifik değerleri

ÖLÇÜMLER	AKIŞKANLIK (1/s)	SÜRE (s)
Mıknatıssız 1.Deneme	0,029308	34,12
Mıknatıssız 2.Deneme	0,031299	31,95
Mıknatıssız 3.Deneme	0,030184	33,13
2 cm Aralıkla Mıknatıslı 1.Deneme	0,015625	64
2 cm Aralıkla Mıknatıslı 2.Deneme	0,015152	66
2 cm Aralıkla Mıknatıslı 3.Deneme	0,014493	69

Bu değerler Şekil-16'da gösterildiği gibi ikinci manyetik sıvı için 13 mm, üçüncü manyetik sıvı için ise 9 mm çıkmıştır. Şekil-17 ve Şekil-18'de gösterilen, optimum sıvılar için 12 saat bekleme sonucunda elde edilen çökelme miktarı milimetre cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil-16. İkinci ve üçüncü manyetik sıvıların 12 saat bekleme sonucunda elde edilen çökelme değerleri



Şekil-17. 2.manyetik sıvı görseli



Şekil-18. 3.manyetik sıvı görseli

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Değişik kombinasyonlar yapılarak elde edilen manyetik sıvılar incelenmiş, günlük hayatta bu sıvıların kullanılabileceği uygulamalar için en ideal sıvıyı oluşturmak için deneyler yapılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Sıvıların mıknatıslandıktan sonraki durumda akışkanlıkların eski haline dönme oranı, tekrarlanabilirlik, akışkanlık değerinin manyetik alan yokken diğerlerine kıyasla daha yüksek olması, manyetik alan varken daha düşük olması gibi kriterler belirlenmiştir. Denemeler sonucunda ikinci manyetik sıvı ve üçüncü manyetik sıvının aranan kriterlere daha uygun olduğu görülmüştür.

- İkinci ve üçüncü manyetik sıvının karşılaştırmalı olarak çökelme grafiği oluşturulmuştur. Her iki sıvı da aynı çeşit madde içermektedir fakat gliserin oranı farklılık göstermektedir. Bu yüzden çökelme değerleri almak için çöken katının milimetre cinsinden değerlerinin alınmasına karar verilmiştir. Bu değerlerin ikinci manyetik sıvı için 13 mm, üçüncü manyetik sıvı için ise 9 mm olduğu gözlenmiştir. Çökelme değerlerine bakıldığında daha düşük olan tercih edilmelidir çünkü sıvıyı tekrar homojen bir hale sokmak çöküntü daha az olursa daha kolay olacaktır.

- İkinci manyetik sıvının mıknatıssız olarak ortalama 10,986 saniyede aktığı gözlenmiştir. Mıknatıstan sonra ortalama akma süresi ise 18,564 saniye çıkmıştır. Sıvılarda istenilen durum bu iki değerin birbirine yakın olmasıdır. Üçüncü manyetik sıvı ise ikinci manyetik sıvıya göre daha yavaş akmış ve mıknatıssız akma süresi ortalama 33,11 saniye olmuştur. Mıknatıs sonrası ortalama akma süresi 31,77 saniye çıkmıştır. Bu iki değerin yakın olması üçüncü manyetik sıvının seçilmesinin daha uygun olduğunu göstermiştir.

- Manyetik alan olmayan durumda ortalama 33,06 s akış süresi olduğu, bu sıvının ((33.06-34.12)/33.06) en fazla % 3,2 oranında akışkanlığında değişim olduğu, nispeten düşük bir manyetik alan var iken ortalama akış süresinin 66,33 s olduğu tekrarlanan deneylerde en fazla % 4,0 değişim olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlar ürettiğimiz manyetik sıvının oldukça yüksek tekrarlanabilirlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

- Manyetik alan ile akışkanlığı kontrol edilebilir bir sıvı oldukça ucuz, rahat bulunabilir malzemeler ile elde edilmiştir. Yapılan birçok deneme sonrasında manyetik alan yok iken yüksek akışkanlıkta, manyetik alan var iken düşük akışkanlıkta olacak şekilde bir sıvı elde edilmiştir. Bu sıvı manyetik süspansiyon gibi birçok sistemde kullanım alanı bulacağını düşünmekteyiz.

- Projenin çıkış noktasını oluşturan makaledeki sonuçlara bakıldığında, en iyi manyetik sıvının yoğunluk değerleri birbirine daha yakın olan gres ve parafin yağından elde edildiği görülmüştür. Referans raporda bu sonucun elde edilmesinde maddelerin birbirinden ne kadar ayrıldığı ve çökelme miktarının göz önünde bulundurulduğu görülmüştür. Projemizde ise gres yağı kullanılan manyetik sıvıda referans raporun aksine istenmeyen oranda tortulaşma görülmesinin sonucunda bu maddenin yerine dışarıdan bir etki ile çok daha kolay çözünmenin sağlanabileceği gliserin ve soya yağı bileşimi tercih edilmiştir. (Singh ve ark., 2016)

6. ÖNERİLER

Oluşturulan manyetik sıvılı piston mantığında çalışan düzenek, ağır kapı sistemlerinde, özellikle otomotiv sektöründe otomobillerin olası kaza anında ve sonrasında kapının rahatça açılabilmesini sağlayarak içindekilerin kurtarılabilmesine imkân veren sistemlerde kullanılabilir.

Bu sistemin bir yapay zeka tarafından kontrol edilmesi ayrıca kullanıcının ekstrem koşullarda sistemi manuel olarak çalıştıramaması ihtimalini de ortadan kaldırabilir. Ayrıca bu sistem mobilyaların veya daha ağır eşyaların yere sabitlenmesinde kullanılarak deprem anında bu eşyaların insanların üstüne düşmesini ve çıkış yolunu kapamasını engelleyebilir. Eşyaların bu şekilde sabitlenmesinin avantajı da istenildiği zaman yerinin kolayca değiştirilebilecek olmasıdır.

KAYNAKLAR

Bompos, D. A., Nikolakopoulos, P. G. (2011). CFD simulation of magnetorheological fluid journal bearings. Çevrimiçi ön yayın. doi:10.1016/j.simpat.2011.01.001

Cengiz, T. (2018). Spin-1 ve Spin-3/2 Isıng Modellerinde Ses dalgasındaki Sönümün Kristal Alan ve Dış Manyetik Alan ile İncelenmesi. (Yayımlamış Doktora Tezi). Erciyes Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Grunwald, A. ve Olabi, A. G. (2008). Design of a magnetostrictive (MS) actuator. Çevrimiçi ön yayın. doi:10.1016/j.sna.2007.12.034

Jiles, D. (1991). Introduction to Magnetism and Magnetic Materials. Boca Raton, Florida, ABD: CRC Pres

Singh, R. C., Ranganath, M. S., Bhagat, A., Kaushik, K., Batra, V., Mitta, S., Jain, G.(2016). Preparation of Low Cost Magnetorheological Fluid and its Testing. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/311902374_Preparation_and_Testing_of_Low_Cost_Magnetorheological_Fluid_MR_Fluid

Stohr, J. ve Siegmann, H. C. (2006). Solid State Sciences Series. Magnetism, From Fundamentals to Nanoscale Dynamics. Berlin: Springer,

Wikipedia (2020a). Manyetik alan çizgilerinin modellenmesi [Fotoğraf]. Erişim tarihi: 02.01.2021, Erişim adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Manyetizma

Wikipedia (2020b). Manyetik alandan etkilenmiş olan manyeto-reolojik sıvının katılaşıp boruyu tıkamasının modellenmesi [Fotoğraf]. Erişim Tarihi: 13.01.2021, Erişim adresi: https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetorheological_fluid

İMMUNGLOBULİN G TAYİNİ İÇİN KAPASİTİF BİR BİYOSENSÖR GELİŞTİRİLMESİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: ADA GÜNDEŞ
BENGİSU BENLİ

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: AYNUR IRMAK

İZMİR
2021

Özet

COVID-19 geçtiğimiz bir yıl içerisinde oldukça fazla kişiye bulaşmış ve tüm hayatımızı değiştirmiştir. COVID-19 pandemisi ile artan arge çalışmalarına ek olarak geliştirilen kapasitif IgG biyosensörü tarafımızca başarılı bir şekilde geliştirilmiştir. Ölçümün kapasitif olması sadece protein A'ya bağlanan IgG moleküllerinin ikincil bir işaretçi moleküle ihtiyaç duymaması ve hızlı ölçümü ile direkt olarak ölçülmesi ölçümün kolaylığını yansıtmaktadır. Ölçüm süresini 260 saniyeye indirerek 5 dakika içerisinde ölçüm yapabilmek son derece iyidir. IgG normal değerlerinin, 5,6-18 mg/mL aralığında olması, olası COVID-19 geçirilmesi sonrası artan değerlerin de ölçülebilirliğini, 5-70 mg/mL aralığını ölçebildiği için sağlayabilmektedir. Düzlemsel olarak ölçüm yani lineer ölçümün doğruluğu ise 0,9908 olarak hesaplanmış bu değer de 1 sayısına çok yakın olduğundan, ölçümün linearitesi uygun olarak değerlendirilmiştir. LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 1,5 mg/mL ve 4,54 mg/mL olarak bulunmuştur. Satın alınan serum örneklerine eklenen IgG ölçümünde ise % 5'ten daha az bir sapma olması da seçiciliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu şekilde ülkemize katma değer sağlayabilecek bir ürünün ilk aşamaları geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: biyosensör, COVID-19, IgG, kapasitans, protein A

Amaç

Bu projede amaç IgG tayini için yeni nesil kapasitif bir biyosensör sistemi geliştirmektir. Böylelikle daha duyarlı ve ikincil bir ölçüm molekülüne ihtiyaç duymadan bir elektrokimyasal biyosensör ile IgG ölçümü ile COVID-19 geçirmiş kişilerin bağışıklık kazanıp kazanmadığı belirlenebilecektir.

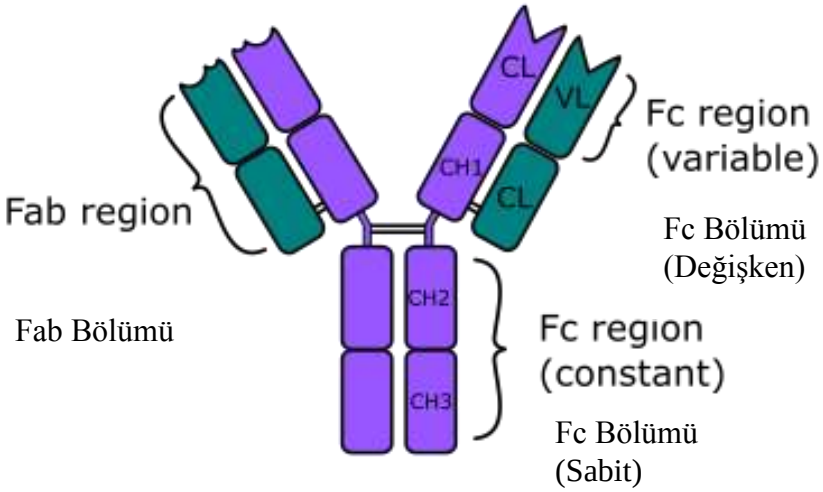
1. Giriş

Antikorlar, bağışıklığın doğuştan gelen ve adaptif dallarını birbirine bağlayan anahtar bileşenlerdir ve normalde konakçı korumasına aracılık etmek için yabancı bir antijene yanıt olarak üretilir. Antikor yanıtının tanımlayıcı bir özelliği poliklonalitesidir; antikorlar, somatik rekombinasyon ve mutasyon yoluyla Fab alanlarının neredeyse sınırsız çeşitlendirilmesi yoluyla görünüşte sınırsız bir antijen dizisini hedefleme kapasitesine sahiptir. Bununla birlikte, antikor tepkisinin poliklonalitesinin, aynı zamanda antikor-antijen kompleksi tarafından angaje olan efektör moleküller için de geçerli olduğu giderek daha açık hale gelmektedir. Bu nedenle, Fab-antijen etkileşimleri, antikor yanıtının özgüllüğü için çok önemliyken, Fc alanı için antijen tanıma tarafından tetiklenen çeşitli efektör özelliklere aracılık etmede çok önemli bir rolü vardır (Bournazos, Chow, Abboud, Casadeval ve Ravetch, 2014).

Immünoglobulin G (IgG), plazma proteininin yaklaşık % 10-20'sini oluşturan insan serumunda en bol bulunan proteinlerden biridir. İnsanda IgM, IgD, IgG, IgA ve IgE olmak üzere beş immünoglobulin sınıfının ana sınıfıdır. % 82-96 protein ve % 4-18 karbonhidrattan oluşan bu glikoproteinler, ağır zincir yapısı bakımından farklılık gösterir ve farklı efektör fonksiyonlara sahiptir. IgG, sırasıyla IgG1, IgG2, IgG3 ve IgG4 olarak dört alt sınıfa ayrılabilir. IgG'nin alt sınıfları, insan IgG miyelom proteinlerine karşı spesifik tavşan antiserumları kullanılarak yapılan kapsamlı çalışmaların ardından 1960'larda keşfedilmiştir. Amino asit seviyesinde % 90'dan fazla özdeş olmalarına rağmen, her alt sınıf, antijen bağlanması, bağışıklık kompleksi oluşumu, tamamlayıcı aktivasyonu, efektör hücrelerin tetiklenmesi, yarı ömür ve plasental taşıma açısından benzersiz bir profile sahiptir (Schur, 1987).

IgG, B hücreleri ve plazma hücreleri tarafından salgılanan birincil antikor türüdür ve adaptif immün yanıtlarda rol oynayan baskın izotiptir. IgG antikorlarının aktivitesi, antijene bağlanan Fab alanı ve in vivo için gerekli olan hücresel efektör fonksiyonlarına aracılık etmek için farklı reseptör türleri (Fcy reseptörleri; FcyR'ler) aracılığıyla sinyal veren Fc alanı tarafından belirlenir (Şekil 1). Birçok enfeksiyon ve maligniteye karşı koruma. Doğrudan koruyucu bağışıklık fonksiyonlarına aracılık etmeye ek olarak, IgG bağışıklık kompleksleri, uyarlanabilir bağışıklık tepkilerini modüle etmek, T-hücresi aktivasyonunu ve yüksek afiniteli B hücrelerinin seçimini arttırmak için FcyR'ler aracılığıyla sinyal verir. FcyR'lerin çoğu, monomerik IgG için düşük afinite sergilediğinden, IgG molekülleri tarafından sinyale, avidite bazlı Fc-FcyR etkileşimlerini

ve dolayısıyla FcyR kümelenmesini ve sinyalleşmesini sağlayan multivalent IgG-antijen immün kompleksleri aracılık eder(Nimmerjahn ve Ravetch, 2005). Belirli bir Fc alanı tarafından angaje edilen spesifik FcyR, IgG alt sınıfı ve Fc'nin CH2 alanı içinde Asn297'de bulunan bir N- bağlı glikan bileşimi tarafından belirlenen Fc yapısı tarafından belirlenir. Fc alanı tarafından alınan açık veya kapalı bir konformasyonun bağlanması temelinde, FcyR'ler sırasıyla Tip I veya II olarak ayırt edilebilir. Bu iki reseptör ailesi, farklı efektör ve modüle edici yolları aktarır ve bu nedenle, IgG sinyallemesini sağlayan ise Fc alanının yapısıdır (Lock ve Unsworth, 2003).



Şekil 1. İmmünglobulin G'nin şematik gösterimi.

Aralık 2019'da, Çin'in Wuhan kentinde yeni bir koronavirüs temelli hastalık salgını bildirildikten sonra, 11 Şubat 2020'de Dünya Sağlık Örgütü (WHO) bu koronavirüsü "şiddetli akut solunum sendromu koronavirüs 2" (SARS-CoV-2) ve neden olduğu hastalığı "koronavirüs hastalığı 2019" (COVID-19) olarak adlandırdı. 25 Mayıs 2020 itibariyle SARS-CoV-2 212'den fazla ülkeyi etkiledi ve dünya çapında yaklaşık 5.529.195 vaka doğrulandı, bunların 347.192'si ise öldü. CoV'ler, Coronaviridae ailesine (Coronavirinae alt ailesi) aittir.), üyeleri çok çeşitli konukçuları enfekte ederek, soğuk algınlığından şiddetli ve nihayetinde SARS, MERS ve şu anda COVID-19 gibi ölümcül hastalıklara kadar değişen semptomlar ve hastalıklar üreten. SARS-CoV-2, insanları enfekte eden CoV ailesinin yedi üyesinden biri olarak kabul edilir (Zhu ve diğerleri, 2020) ve SARS'a neden olan aynı CoV soyuna aittir; ancak bu yeni virüs genetik olarak farklıdır. 2020 yılına kadar, insan CoV 229E (HCoV-229E), HCoV-NL63, HCoV-OC43, HCoV-HKU1, SARS-CoV ve MERS-CoV dahil olmak üzere altı CoV'nin insanları enfekte ettiği biliniyordu. SARS-CoV ve MERS-CoV, yüksek ölüm oranına sahip salgınlara yol açsa da, diğerleri hafif üst solunum yolu hastalıkları ile ilişkili olmaya devam etmektedir (Wei, Li ve Cui, 2020). Koronavirüsler, geniş ve rastgele bir dizi doğal konakçıya sahip olan pozitif duyarlı RNA virüsleridir ve birden fazla sistemi etkiler (Weiss ve Leibowitz, 2011).

COVID-19 hastalarının spesifik antikor profilleri analiz edildiğinde IgM seviyesinin 1 aydan fazla sürdüğü bulunması ile SARS-CoV-2 ile enfekte hastalarda virüs replikasyonunun uzun bir süre aldığını göstermiştir. IgG seviyelerinin ise sadece hastalığın geçişinden sonraki aşamalarında arttığı bulunmuştur.

Sonuç olarak IgG hastalığın geçirilmesinden sonra aşılama dediğimiz bağışıklığın kazanılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağışıklığın ne derece kazanıldığı alınan virüs yükü ile orantılıdır. Örneğin yüksek virüs yükü yüksek IgG seviylerini göstermektedir, fakat immunoassay testlerin duyarlılığı bu yükü göstermemektedir. Bu nedenle daha hassas ve düşük maliyetli bir ölçüm sistemine gerek vardır.

Genel olarak biyosensörler, sensör üzerinde hareketsiz hale getirilmiş belirli biyomoleküllerle ("prob" veya "yakalama molekülü") seçici olarak etkileşime giren analitleri tespit etmek için kullanılan araçlardır(Turner, 1987). Bu sistemler hızlı ve duyarlı kişisel kullanıma uygun testler geliştirmek için potansiyel taşıyan analizörlerdir. Biyosensörlerde en önemli nokta ise, biyotanıma ajanı ve ölçüm metodunun duyarlılığıdır. Kullandığımız biyosensörde ise IgG tanıması için protein A (PA) molekülü kullanılmıştır. Staphylococcus

aureus'un ana hücre duvarı bileşeni olan Protein A, yaklaşık 80 yıl önce keşfedilen ilk immünoglobulin bağlayıcı proteinlerden biridir. Bununla birlikte, hem saflaştırma yöntemlerinde hem de tedavide antikorların uygulanmasında büyük bir gelişme sağlanmıştır. Akademik / endüstri gruplarındaki bilim adamları tarafından hedeflenmemiş (boyut dışlama, iyon değişimi ve hidrofobik etkileşimler) ve hedefli (afinite) yöntemlere dayanan birçok yayın bulunmaktadır. IgG ve PA arasındaki etkileşim ise kapasitif olarak belirlenmiştir.

Afinite biyosensörleri iki ana gruba ayrılabilir: hedef molekül ile sensör üzerindeki afinite yüzeyi arasındaki doğrudan bağlanmayı ölçenler ve etiketli reaktifler kullanılarak bağlanma analizlerine uyarlanan biyosensörler (Berggren, Bjarnason ve Johansson, 2001). Etiketli afinite reaktifleri ile çalışan biyosensörler, floresan işaretçilerin, aktif enzimlerin, manyetik boncukların, radyoaktif türlerin veya kuantum noktalarının genellikle hedef molekülleri etiketlemek için etiketleme ajanları olarak kullanıldığı geleneksel immünoassay teknolojisinin varyasyonlarıdır. Kapasitif biyosensörler, empedans biyosensörlerinin (Daniels ve Pourmand, 2007) alt kategorisine aittir . Kapasitif biyosensörler, bir analit, yalıtıcı dielektrik katman (Berggren ve diğerleri, 2001) üzerinde hareketsiz hale getirilmiş reseptör ile etkileşime girdiğinde, elektrolit-elektrot arayüzündeki dielektrik özelliklerindeki ve / veya dielektrik katmanın kalınlığındaki değişikliği ölçer. Çalışma elektrodu (bir elektrolitik kondansatör / birinci plaka) ile elektrolit (ikinci plaka) arasındaki elektrik kapasitansı Denklem (1) de verilmektedir:

$C = (\varepsilon\ 0\ \varepsilon A) / d$ (1)

ε, plakalar arasındaki ortamın dielektrik sabiti, ε 0 , boş alanın geçirgenliğidir (8.85×10^{-12} F / m), A, plakaların yüzey alanıdır (m 2) ve d, yalıtım tabakası (m).

Yukarıdaki denkleme göre plakalar arası mesafe arttığında toplam kapasite azalmaktadır. Diğer bir deyişle, bu tip kapasitif biyosensörlerin tahlil prensibinde, bir hedef molekül reseptöre bağlandığında, karşı iyonların kapasitif elektrot etrafındaki yer değiştirmesi, kapasitansta bir azalmaya neden olur. Reseptöre bağlanan hedef moleküllerin miktarı ne kadar yüksek olursa, elde edilen yer değiştirme ve kayıtlı kapasitanstaki azalma o kadar büyük olur(Mattiasson ve Hedström, 2016). Bu şekilde kapasitans ile elektrot üzerindeki değişimler ve IgG miktarı ölçülebilecektir. Farklı referanslara göre, normal konsantrasyonlar arasında serum IgG, 5,6-18 mg/mL olarak rapor edilmiştir. Bu aralıkta ve bu aralığın üzerindeki ölçümlerde IgG miktarının ölçülesi açısından biyosensör sistemi avantajlı olacaktır.

Sonuç olarak afinite temelli olarak tasarladığımız biyosensör sistemimizde, IgG ölçümü için protein A biyotanıma ajanına bağlanan IgG moleküllerinin oluşturduğu kapasitif sinyaller ile yapılmıştır.

2. Yöntem

Elektrokimyasal ölçümler için Palmsens 3 marka potansiyostat (Hollanda, Palmsens BV.), elektrot olarak ise altın elektrotlar (BASi, U.S.A.) kullanılmıştır. Tüm kimyasal ve biyokimyasal maddeler Merck (U.S.A.) firmasından temin edilmiştir.

Altın elektrotlar tiyolik (SH grubu içeren) materyaller ile kolay etkileşebildiğinden, yüzey kaplaması olarak kullanılmışlarıdır. Kapasitif ölçüm alınabilmesi için elektrotlara 10000-0,05 Hz arasında 180 mV potansiyel uygulanarak, 10mV Alternatif akım (AC) ile kapasitif (C) ölçümler gerçekleştirilmiştir.

a. Elektrot yüzeyi kendi kendine düzenlenen tek tabaka (self-assembly monolayer; SAM) ile modifiye edilmiştir. SAM materyali olarak 4-aminotiyofenol (4-ATP) kullanılmıştır. Altın elektrot bu maddenin etanol içerisinde 100 mM konsantrasyonlarını içeren çözeltide gece boyu bekletilmiştir. Bu işlemden sonra elektrot sırasıyla etanol ve su ile yıkanarak bağlanmamış SAM materyali uzaklaştırılmıştır. Kapasitif ölçüm ile immobilizasyon tabakaları (SAM) kontrol edilerek doğrulanmıştır.
b. SAM modifiyeli elektrotlar yüzey alanını artırarak duyarlılığı artırmak için amin uçlu poliamidoamin (PAMAM; 5. Jenerasyon; G5) ile modifiye edilmişlerdir, ancak bu işlemden önce 4-ATP ile modifiye edilen elektrotlar %2,5 glutaraldehit içeren sulu çözeltide 30 dakika bekletilerek PAMAM bağlanması için aktif aldehit uçları

oluşturulmuştur. Elektrot saf su ile nazikçe yıkanarak ve azot gazı ile kurutulmuştur.

c. Elektrotlar 1mM PAMAM içeren (pH=6,8) çözeltilere daldırılarak bekletilmiş, sonrasında saf su ile yıkanarak kurutulduktan sonra elektrot C ile karakterize edilmiştir. Ardından %2,5 glutaraldehit içeren sulu çözeltide 30 dk bekletilen elektrotlar böylece Protein-A immobilizasyonuna hazır hale gelmiştir.
d. Bu aşamadan sonra elektrotların üzerine mililitresinde 10 miligram olan PA (10mg/mL) konsantrasyonda elektrot yüzeyine damlatılarak 2 saat oda sıcaklığında bekletilmiş ve kapasitans ölçümü alınmıştır.
e. Bu işlemden sonra IgG miktarının belirlenmesi için standart grafik, tekrarlanabilirlik, tekrar üretilebilirlik, LOD ve LOQ değerleri belirlenerek, yapay serum örneğinde IgG miktarı tayin edilmiştir.
f. LOD ve LOQ hesaplama formülleri ise LOD= 3,3 (Standart Sapma(S)/standart grafik eğimi(m)), LOQ ise 10 (Standart Sapma(S)/standart grafik eğimi(m)) şeklinde hesaplanmıştır.

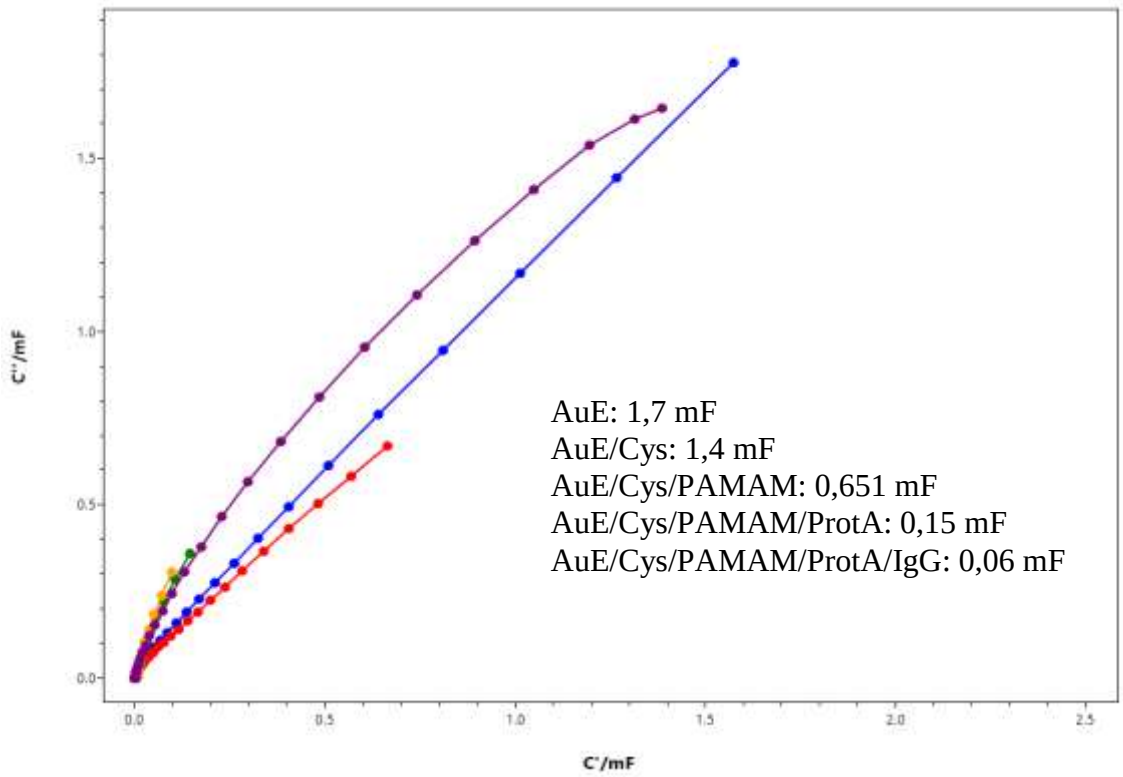
3. Proje İş-Zaman Çizelgesi

	AYLAR									
İşin Tanımı	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**
Literatür Taraması	X	X								
Biyosensörün Modifikasyonu			X	X						
Biyosensör optimizasyonunun yapılması					X	X	X			
Proje Raporu Yazımı								X	X	X

4. Bulgular

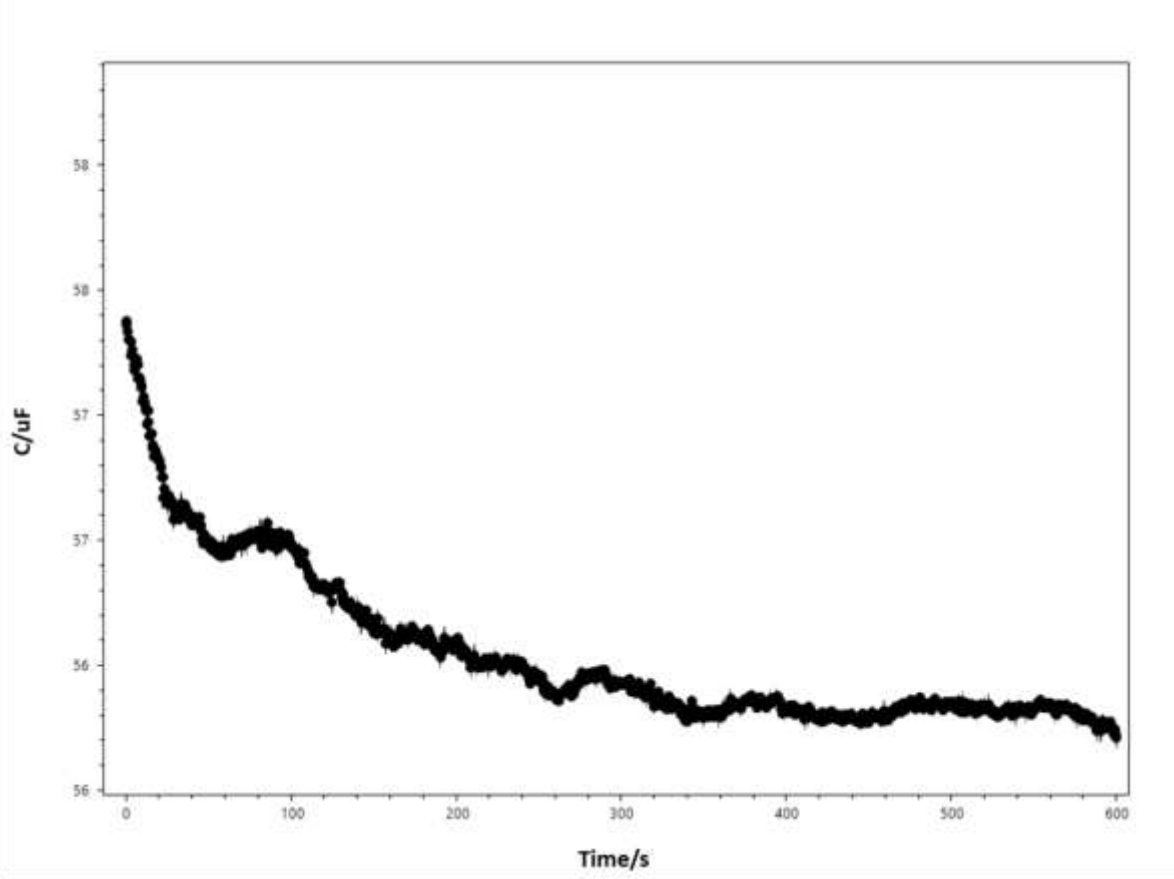
IgG tayini için protein A temelli bir biyosensörün geliştirilmesi için öncelikle elektrokimyasa ölçümler gerçekleştirilmiştir. Elektrot modifikasyonlarının tamamı kapasitif olarak izlenmiştir.

Altın elektrot (AuE) öncelikle, 4-ATP, sonrasında PAMAM ve protein A ile immobilize edildikten sonra kapasitans ile izlenmiştir (Şekil 2).



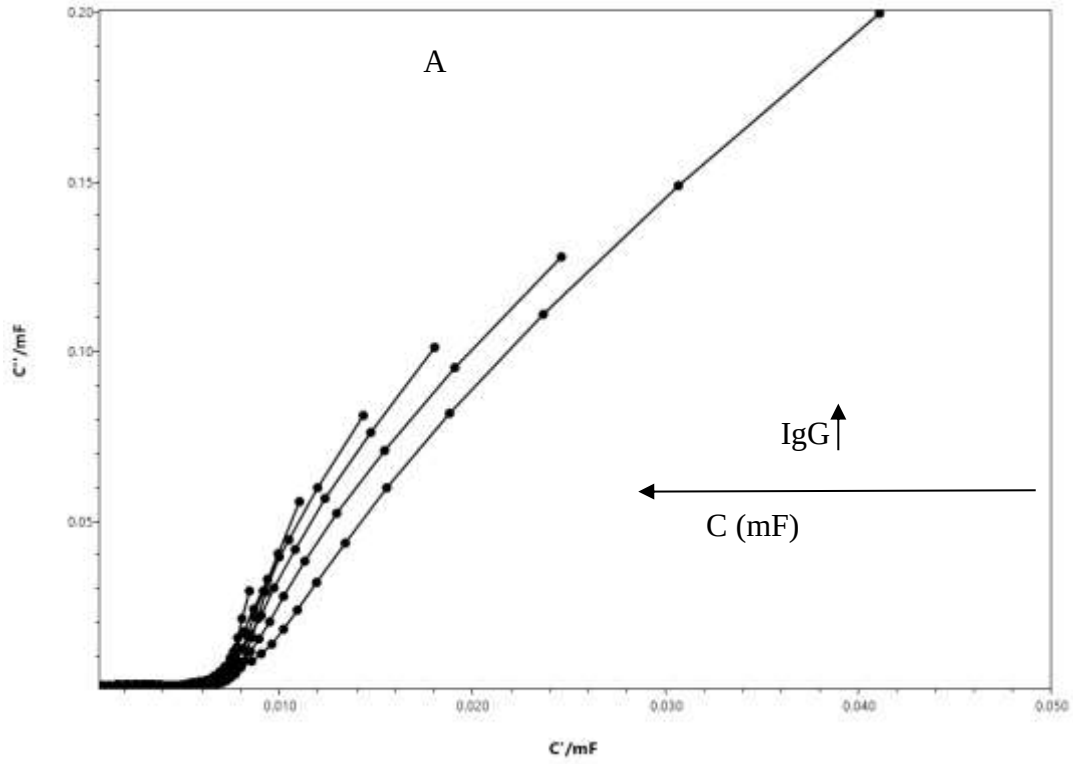
Şekil 2. Elektrot yüzey modifikasoynunun kapasitif olarak gösterilmesi; Mavi AuE, Mor AuE/Cys, Kırmızı AuE/Cys/PAMAM, Yeşil AuE/Cys/PAMAM/ProtA ve Sarı ise AuE/Cys/PAMAM/ProtA/IgG modifikasyonlarını göstermektedir.

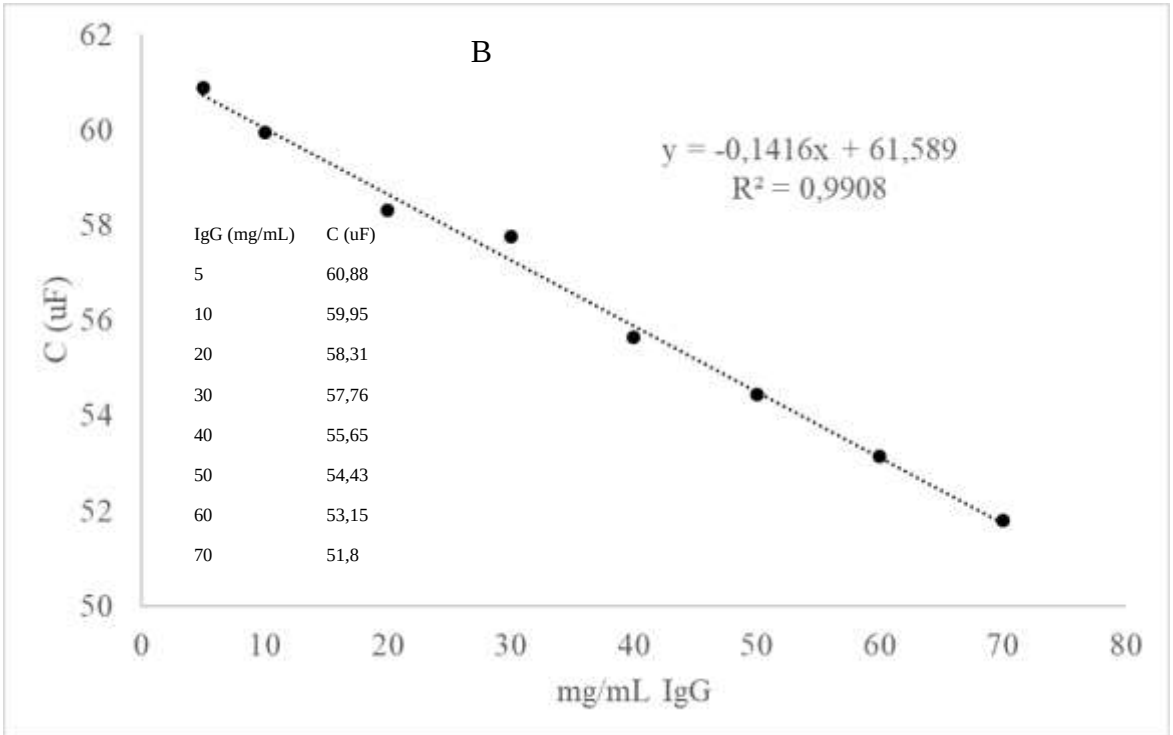
Şekil 2'de görüldüğü gibi elektrot yüzeyinde kaplanma ile kapasitif akımdaki değişim ile kapasitans azalmıştır. Bu da yüzey modifikasyonunu doğrulamaktadır. AuE beklenildiği gibi en yüksek kapasitif akıma (mili Faraday; mF) sahipken, yüzey modifiye edildikçe her modifikasyonda, düşüş gözlenmiştir.



Şekil 3. Zamana bağlı kapasitif azalmanın IgG ölçümü ile değişiminin gösterilmesi.

Şekil 3'de biyosensörün ölçüm zamanı belirlenmiştir. Buna göre 40 mg/mL IgG ölçümü için zamana bağlı olarak ölçülen kapasitif değer 260. Saniyeye kadar azalış göstermiş sonrasında ise sabit kalmıştır.



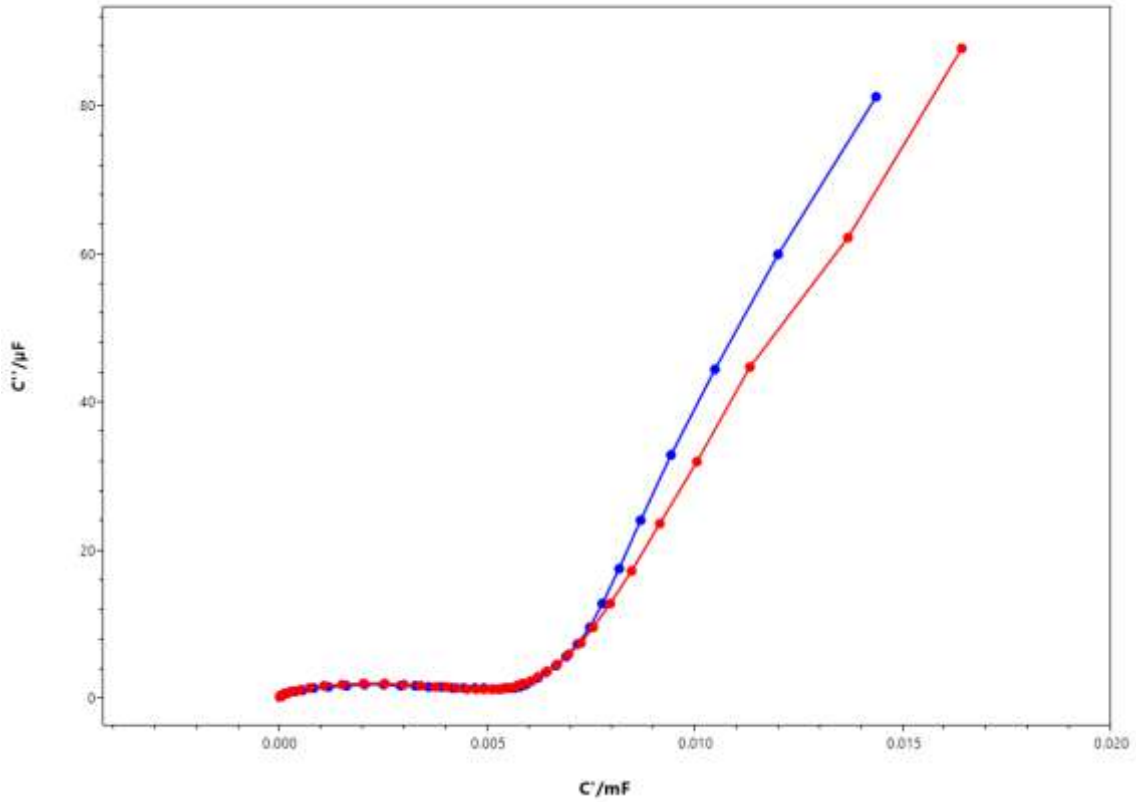


Şekil 4A ve B. A: 5-70 mg/mL arasındaki IgG konsantrasyonlarına karşı elde edilen kapasitans eğrileri görünmektedir. B: şekil 4A'da elde edilen kapasitif değerlerin konsantrasyona karşı çizilerek standart grafik oluşturması.

Şekil 4'te görüldüğü gibi üretilen biyosensörün ölçüm aralığı 5 ile 70 mg/mL arasında IgG ölçebilmektedir. R^2 olarak adlandırılan regresyon katsayısı 0,9908 ile 1 değerine oldukça

yakındır. Buna göre en düşük tayin limiti (LOD) 1,5 mg/mL ve en düşük tayin sınırı (LOQ) ise 4,54 mg/mL olarak hesaplanmıştır.

Satın alınan serum örnekleri içerisinde yapılan deneylerde ise 50mg/mL IgG içeren örnek biyosensör ile test edilmiş ve 47,7 ± 2,43 mg/mL olarak bulunmuştur (Şekil 5.). Buna göre göreceli sinyal azalması, % 4,7 olarak bulunmuştur. %5'in altında olan bu sinyaldeki azalma ise güven aralığına girmektedir. Dolayısıyla biyosensörün gerçek örnekler içerisinde kullanımı da kanıtlanmıştır.



Şekil 5. Biyosensörün seçicilik ve gerçek örnek denemelerinin yapılması (Kırmızı C: 50 mg/mL standart sinyali, mavi ise 50mg/mL IgG'nin serum içerisindeki sinyalini göstermektedir.

Tüm sonuçlar toparlanarak, tablo şekline Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. IgG Biyosensörünün performans parametreleri

Parametre	Sonuç
Ölçüm Zamanı	260 Saniye
Ölçüm Aralığı	5-70 mg/mL
Linearite	0,9908
LOD	1,5 mg/mL
LOQ	4,54 mg/mL
Gerçek Ölçüm Farkı	50 mg/mL için 47,7 mg/mL
Matriks Etkisi	% -4,7

5. Sonuç ve Tartışma

COVID-19 süreci ile başlayan bulaş ve sonrasındaki bağışıklığın ölçülmesi için geliştirilen kapasitif IgG biyosensörü başarılı bir şekilde çalışmıştır. Ölçümün kapasitif olması sadece protein A'ya bağlanan IgG moleküllerinin ikincil bir işaretçi moleküle ihtiyaç duymaması ve hızlı ölçümü ile direkt olarak ölçülmesi ölçümün kolaylığını yansıtmaktadır.

Hastane laboratuvarlarında gelişmiş cihazlarla yapılan ölçümlerde ölçüm süresi olarak en az 15 dakikadır. Bu nedenle bu ölçüm süresini 260 saniyeye indirerek 5 dakika içerisinde ölçüm yapabilmek son derece iyidir. Bu şekilde ülkemize katma değer sağlayabilecek bir ürünün ilk aşamaları geliştirilmiştir.

IgG normal değerlerinin, 5,6-18 mg/mL aralığında olması, olası COVID-19 geçirilmesi sonrası artan değerlerin de ölçülebilirliğini, 5-70 mg/mL aralığını ölçebildiği için sağlayabilmektedir. Düzlemsel olarak ölçüm yani lineer ölçümün doğruluğu ise 0,9908 olarak hesaplanmış bu değer de 1 sayısına çok yakın olduğundan, ölçümün linearitesi uygun olarak değerlendirilmiştir.

LOD ve LOQ değerleri yorumlandığında ise, LOQ değerinin standart grafiğin başlangıç değeri olan 5 mg/mL değerine yakın 4,54 mg/mL olarak bulunması da matematiksel olarak lineer ölçüm aralığını doğrulamaktadır.

Satın alınan serum örneklerine eklenen IgG ölçümünde ise % 5'ten daha az bir sapma olması da seçiciliğin yüksek olduğunu göstermektedir.

6. Öneriler

COVID-19 sürecine geliştirilen tanı ve ölçüm yöntemleri çok hızlı bir artış göstermiştir. COVID-19 ayrıca ülke ekonomilerinin bu şekilde arge çalışmalarına hızlı adapte olmasına ve geliştirdikleri ürünlerle ülkelerine katma değer sağlayacak sistemler geliştirilmesine de katkıda bulunacak arge çalışanlarının da önemini kanıtlamıştır. Geliştirdiğimiz bu çalışma da ise IgG tayinini dakikalar içerisinde ölçebilecek bir ölçüm sistemi geliştirerek yüksek performanslı bir ürün üretimi sergilemiş bulunmaktayız.

Kaynaklar

Berggren, C., Bjarnason, B. ve Johansson, G. (2001, 1 Mart). Capacitive biosensors. *Electroanalysis*. John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1002/1521-4109(200103)13:3<173::AID-ELAN173>3.0.CO;2-B

Bournazos, S., Chow, S. K., Abboud, N., Casadeval, A. ve Ravetch, J. V. (2014). Human IgG Fc domain engineering enhances antitoxin neutralizing antibody activity. *Journal of Clinical Investigation*, *124*(2), 725–729. doi:10.1172/JCI72676

Daniels, J. S. ve Pourmand, N. (2007, Haziran). Label-free impedance biosensors: Opportunities and challenges. *Electroanalysis*. Electroanalysis. doi:10.1002/elan.200603855

Lock, R. J. ve Unsworth, D. J. (2003). Immunoglobulins and immunoglobulin subclasses in the elderly. *Annals of Clinical Biochemistry*, *40*(2), 143–148. doi:10.1258/000456303763046067

Mattiasson, B. ve Hedström, M. (2016, 1 Mayıs). Capacitive biosensors for ultra-sensitive

assays. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*. Elsevier B.V. doi:10.1016/j.trac.2015.10.016

Nimmerjahn, F. ve Ravetch, J. V. (2005). Immunology: Divergent immunoglobulin G subclass activity through selective Fc receptor binding. *Science*, *310*(5753), 1510–1512. doi:10.1126/science.1118948

Schur, P. H. (1987). IgG subclasses - a a review. *Annals of Allergy*.

Turner, A. P. F. (1987). *Biosensors : Fundamentals and Applications*. Oxford University Press.

Wei, X., Li, X. ve Cui, J. (2020, 1 Şubat). Evolutionary perspectives on novel coronaviruses identified in pneumonia cases in China. *National Science Review*. Oxford University Press. doi:10.1093/nsr/nwaa009

Weiss, S. R. ve Leibowitz, J. L. (2011). Coronavirus pathogenesis. *Advances in Virus Research* içinde (C. 81, ss. 85–164). Academic Press Inc. doi:10.1016/B978-0-12-385885-6.00009-2

Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., … Tan, W. (2020). A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *New England Journal of Medicine*, *382*(8), 727–733. doi:10.1056/nejmoa2001017

CRISPR BİYOSENSÖRÜ İLE HUMAN PAPİLLOMA VİRÜS-6 TAYİNİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: GÜLCE GENÇ
IRMAK ÖZGÜLER

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: AYNUR IRMAK

İZMİR
2021

Özet

İnsan papilloma virüsleri (HPV'ler) 200'den fazla genotip içeren küçük çift sarmallı DNA virüsleridir. Patojenisitelerindeki farklılıklara dayanarak, HPV ailesi ayrıca düşük riskli HPV (LR-HPV) türleri ve yüksek riskli HPV (HR-HPV) tiplerine ayrılabilir. LR-HPV'ler, özellikle HPV-6 yılda 160 ila 289 vakada küresel yaygın insidansa sahip kondilomata acuminata (CA) gibi genital siğillerle etiyolojik olarak ilişkilidir. HPV'nin bulaşıcı ve proliferatif doğası nedeniyle, CA halk sağlığı için ciddi bir tehdit haline gelmiştir ve etkilenen hastalar sık nükslere eğilimlidir ve çoklu cerrahi prosedürlere maruz kalmaktadır. Bu hastalıkların tanısı için servikal sıvı alınarak, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile HPV-6 genomu taraması gerçekleştirilerek teşhis konabilmektedir. Hasta başı hızlı test tanısı koyabilmek son derece önem kazanmaktadır. Bu çalışmamızda ise 20 baz çiftlik sadece HPV-6'ya özgü DNA dizisinin belirlenmesi için elektrokimyasal bir biyosensör sistemi geliştirilmiştir. Bu geliştirme aşamasında biyotanıyıcı reseptör olarak son yıllarda önemli yer tutan CRISPR-Cas9 teknolojisi kullanılmıştır. Buna göre, 100 pM ile 500 pM arasında standart grafik oluşturulmuştur. Sonrasında ise bu impedans eğrileri hesaplanarak grafiğe geçirilmiş R^2 değeri 0,9885 olarak bulunmuştur. Biyosensörün seçiciliği oldukça yüksektir.

Anahtar kelimeler: Biyosensör, CRISPR, HPV-6, virüs tayini.

Amaç

CRISPR-dCas9 teknolojisi ile elektrokimyasal bir ölçüm olan impedansın birleştirilmesi ile HPV-6 DNA'nın genomik dizini hedef alarak yeni nesil bir ölçüm sistemi gerçekleştirmeyi amaçladık.

1. Giriş

İnsan papilloma virüsleri (HPV'ler) 200'den fazla genotip içeren küçük çift sarmallı DNA virüsleridir. Patojenisitelerindeki farklılıklara dayanarak, HPV ailesi ayrıca düşük riskli HPV (LR-HPV) türleri ve yüksek riskli HPV (HR-HPV) tiplerine ayrılmaktadırlar. LR-HPV'ler, özellikle HPV6, yılda 100.000'de 160 ila 289 vakada küresel yaygın insidansa sahip kondilomata acuminata (CA) gibi genital siğillerle etiyolojik olarak ilişkilidir. HPV'nin bulaşıcı ve proliferatif doğası nedeniyle, CA halk sağlığı için ciddi bir tehdit haline gelmiştir ve etkilenen hastalar sık nükslere eğilimlidir ve çoklu cerrahi prosedürlere maruz kalmaktadır. HPV genomu üç bölgeye ayrılabilir: erken (E) bölge, geç (L) bölge ve kodlanmayan uzun kontrol bölgesi. E bölgesi altı yapısal olmayan E1, E2, E4, E5, E6 ve E7 proteinini kodlar. Çok sayıda çalışma, viral DNA replikasyonu için E1, E2, E4 ve E5'in gerekli olduğunu, E6 ve E7'nin hücre değişkenliğini etkilemek için iş birliği yaptığını ortaya koymuştur. LR-HPV E6-E6AP kompleksi boyunca Bak degradasyonu gözlenmiştir. Son zamanlarda, HPV ve otofaji arasındaki etkileşimi araştıran çalışmalar çok ilerleme kaydetmiştir, ancak bu çalışmalar ağırlıklı olarak HR-HPV tiplerine odaklanmıştır. HPV-6 gibi çift zincirli DNA virüslerinin belirlenmesi özellikle tanı ve sonrasındaki tedavi aşamasında son derece önemlidir. Bu nedenle tedavinin doğru uygulanması ve bu tedavinin hızlı konması için yeni nesil tekniklerin geliştirilmesi gerekmektedir.

DNA'yı analiz eden klasik yöntemler arasında, kantitatif gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) tabanlı, flüoresan bazlı ve spektrofotometrik yaklaşımlar bulunmaktadır. Daha yakın zamanda, DNA'daki jenerik değişikliklerin tanımlanmasını iyileştirmek için çeşitli dijital genomik yöntemler de geliştirilmiştir(Wei, Pang, You ve Lee, 1996). Dijital PCR, paralel PCR için damla tabanlı sistemler mikrokapsülü platformlar ve BEAMing (boncuklar, emülsiyonlar, amplifikasyon ve manyetik) adı verilen bir yaklaşımı içeren düşük alel fraksiyonlarındaki DNA'daki nokta mutasyonlarını tespit etmek için hassas bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Günümüzde DNA analizinde yeni nesil dizileme teknolojileri (NGS) uygulanmaktadır. Bu yöntemlerin hepsi de örnek hazırlama adımı içermektedir. Genel olarak maaliyeti yüksek olan yöntemler olarak bilinmektedirler ve dışa bağımlı olmamızı artırırlar

Projemizde ise hali hazırda uygulanan DNA eldesi ve ardışık dizileme teknolojileriyle genomik profillemesi yapılması değil, doğrudan örnekteki DNA dizilerini hedef alacak spesifik

ve yenilikçi bir ölçüm yöntemi sunulmaktadır. Bu yöntem son derece seçici bir ölçüm olanağı sunmanın yanında, pratik ve düşük maliyetli olma özelliği taşıyan biyosensör sistemidir.

Biyosensörler, bir biyolojik algılayıcı yani sadece analit molekülüne afinite gösteren enzim, reseptör, antikor, DNA veya protein molekülünün bir fizikokimyasal iletici (transdüser) üzerine immobilizasyonu ile geliştirilen analiz sistemleridir(Campuzano ve diğerleri, 2019). Bu biyolojik algılayıcı ile analit molekülü arasındaki etkileşimin sonucunda ortaya çıkan sinyaller transdüser tarafından analiz sistemine iletilir ve analitin konsantrasyonuna veya varlığına bağlı oluşan sinyalin analizi ile ölçüm gerçekleştirilir. Biyosensörler üzerlerindeki biyoalgılayıcıya göre katalitik veya afinite temelli olabilmektedir (Sheikhzadeh, Chamsaz, Turner, Jager ve Beni, 2016; Silva, Rodriguez, Sales, Sotomayor ve Dutra, 2016). Katalitik ya da afinite temelli biyosensörler, transdüser tipine göre elektrokimyasal, optik veya piezoelektrik temelli tasarlanabilmektedir. Analiz sırasında oluşan fizikokimyasal değişmelerden açığa çıkan sinyaller elektrokimyasal ise transdüser tipi elektriksel sinyalleri algılayıcı olabilmektedir. Örneğin bir enzim bir substratı dönüştürüyor ve elektroaktif ürünler oluşturuyor veya elektrot yüzeyinin yük dağılımına bağlı iletkenlik değişiyorsa, bu değişimlerin elektrokimyasal olarak ölçülmesi daha avantajlıdır. Aynı şekilde oluşan ürün optik olarak ışık soğuran veya emisyon yapan bir ürün ise optik biyosensör veya direk kütle ölçümü gerekiyorsa piezoelektrik biyosensör kullanılarak sistemin tasarlanması uygundur. Bu yöntemler içerisinde girişime en az açık ve en pratik olan, ayrıca hemen hemen her tipteki madde ortamı içerisinde ölçüm olanağı sağlayan ve en düşük maliyetli olan sistemler, elektrokimyasal temelli biyosensör sistemleridir. Bu avantajlarından dolayı elektrokimyasal temelli biyosensör sistemleri, günümüzde bilimsel çalışmalarda da en fazla tercih edilen sistemlerdir. Ayrıca küçük ve taşınabilir olacak şekilde tasarlanabilmeleri sonucu bu sistemler kişisel kullanıma uygun olarak geliştirilebilmekte ve geniş bir alanda kullanılabilme potansiyeli taşımaktadır. Katalitik temelli biyosensör sistemlerinde bir enzim, analit molekülünü enzimatik olarak parçalar ve açığa çıkan ikincil moleküller üzerinden veya bu ikincil molekülleri ölçülebilir hale getirebilen üçüncül moleküller üzerinden ölçüm gerçekleştirilir. Afinite temelli biyosensörlerde ise antijen-antikor, DNA-DNA, DNA-RNA, protein-DNA veya protein-ligand bağlanmasının derecesinin ölçülmesi üzerinden analiz gerçekleşmektedir. Afinite temelli biyosensörlerde impedans spektroskopisinin kullanılması ile ikincil bir moleküle gereksinim duymadan sadece biyotanıma molekülü ile analit molekülü arasındaki bağlanma ölçülebildiğinden ikincil bir moleküle gereksinim ortadan kalkmaktadır.

İmpedans (Z veya R) veya elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS) elektrolit-elektrot ara yüzünün incelenmesinde, kütle transfer oranlarının ölçülmesinde ve elektrot reaksiyonlarının analizinde kullanılan etkili bir ölçüm tekniğidir (Ertuğrul ve Uygun, 2016). Belli potansiyelde, belirlenen iki frekans arasında elektrotun elektron transfer rezistansını ölçme temeline dayanan bu son derece duyarlı ölçüm yöntemi sayesinde elektroaktif olmayan büyük kütledeki proteinler, antijenler çok dar tayin aralıklarında ve çok düşük tayin sınırında bile ölçülebilmektedir. Yöntemde ikincil bir moleküle gerek duyulmaması sadece iki molekül arasındaki etkileşimin ölçülmesi sayesinde diğer elektrokimyasal yöntemlere göre çok daha pratik bir şekilde tayinler yapılmaktadır.

Yukarıda da bahsedildiği gibi, biyosensör sistemlerinde biyolojik kaynaklı biyomoleküller; yani enzimler, DNA'lar, peptidler, RNA'lar gibi birçok biyolojik molekül kullanılabilmektedir. Projemizin en yenilikçi ve özgün yanı, hedef DNA'yı bağlayabilmek için DNA'daki belirli bir genetik diziyi (projemizdeki hedef alınacak dizi kanser gelişiminde rol oynayan spesifik bir mutasyondur), spesifik olarak bağlayacak bir protein kompleksi olan CRISPR-dCas9 protein kompleksinin biyotanıma ajanı olarak kullanılmasıdır(Li, Li, Wang ve Liu, 2019). Böylelikle, ön işlem yapmaya gerek olmadan, genetik diziyi taşıyan örnekteki DNA'lar spesifik olarak bu protein kompleksine bağlanacak ve ardından EIS yoluyla ölçümleri son derece duyarlı ve pratik olarak yapılacaktır.

2. Yöntem

Elektrokimyasal ölçüm sistemi olarak PalmSens3 potansiyostat, ölçüm arayüzü olarak PSTrace5.7 yazılımı kullanılacaktır. Elektrot sistemi olarak üçlü DRP-110GPHOX, grafen oksit

screen printed elektrotlar kullanılmıştır.

Hedef HPV-6 DNA Dizisi 5'ACGTGGCCTTGTGCGGTACA'3; https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE_TYPE=BlastSearch&LINK_LOC=blasthome

Bu genomik dizi içerisinde benzerlik göstermeyenler tine blast ile taranmıştır. Buna göre, bu benzerliğin dışında kalan bölgelerden seçilen 20 baz çiftlik DNA dizileri sırası ile blast kullanılarak benzerlik taramasına sokulmuş ve ACGTGGCCTTGTGCGGTACA dizisinin HPV-6 dışında benzerlik göstermediği görülmüştür. Buna göre, CRISPR-dCas9 teknolojisi olarak sgRNA dizaynında bu dizi hedef alınarak sgRNA dizaynı yapılmıştır.

sgRNA dizisi ise şu şekildedir:

5' ACGTGGCCTTGTGCGGTACA GUUUUAGAGCUAGAAAUAGCAAGUUAAAAUAAGGCUAGUCCGUUAUCAACUUGAAAAA GUGGCACCGAGUCGGUGCUUUU-3'

Sensör sistemi olacak kullanılacak temel elektrot olarak screen printed altın nanopartikül elektrotlar kullanılmıştır. Ölçüm sistemi yani potansiyostat olarak PalmSens 3 potansiyostat kullanılmıştır. Bu cihaz ile elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. EIS ölçümleri redoks probu çözeltisi: 5mM $Fe(CN)_6^{3-/4-}$, 100mM KCl içeren 50mM pH=7 fosfat tamponu çözeltisi. EIS Parametreleri: Redoks probu çözeltisi içerisinde, 180 mV DC, 10mV AC uygulanarak 2.000-0,05 Hz frekans aralığında spektrum alınmıştır.

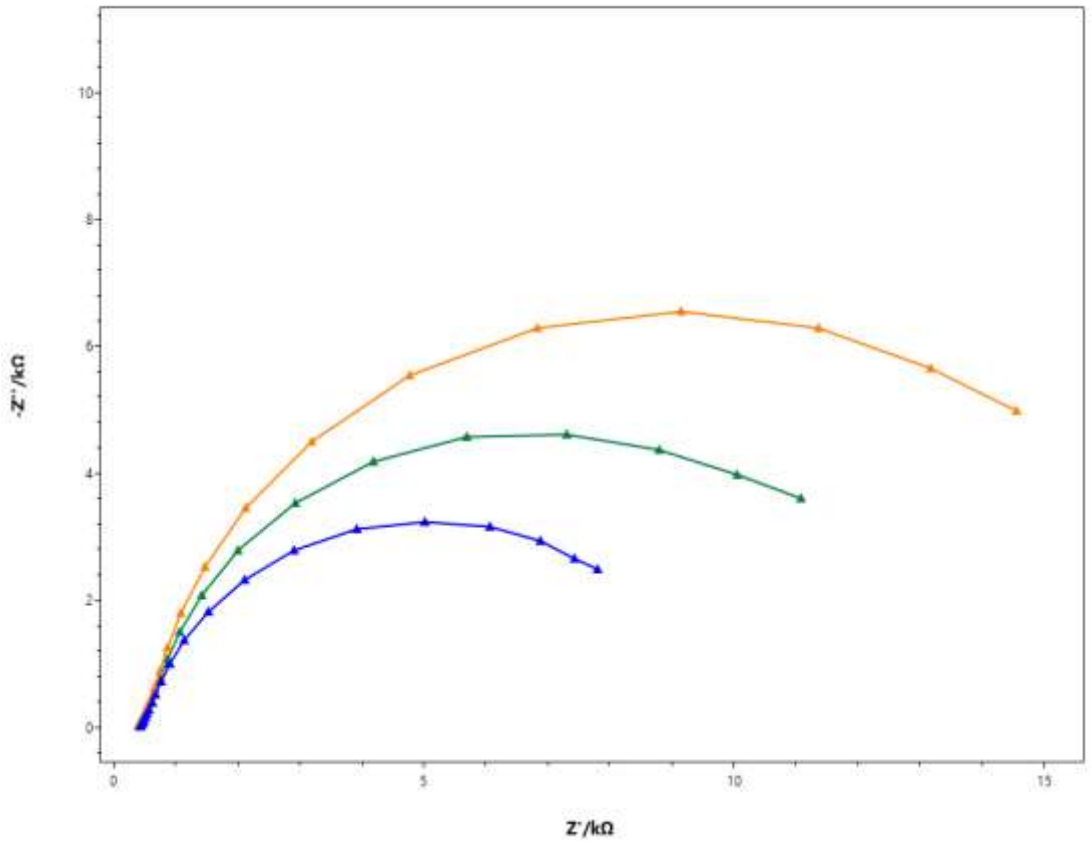
a. Grafen oksit elektrotların yüzeyi OH ve COOH grubunca zengin olduğundan, bu gruplar kovalent modifikasyon için çapraz bağlayıcı kimyasallar olan N-hidroksisüksinimid (NHS) ve N-(3-Dimetilaminopropil)-N′-etilendiaminkarbodiimid hidroklorür (EDC) ile modifiye edilmiştir. Elektrot yüzeyine 50 µL EDC/NHS çözeltisi damlatılarak 1 saat nemli ortamda oda sıcaklığında bekletildikten sonra elektrot yıkanmış, ardından azot gazı akışı altında kurutularak dCas9 immobilizasyonuna hazır hale getirilmiştir.
b. Sonrasında bu elektrotun üzerine 250 pikomol dCas9 proteini sonrasında da bu modifikasyonun üzerine de HPV-6 virüs DNA'sının tanınması amacıyla, 1 nanomol sgRNA ile modifiye edilmiştir.
c. Ardından, yüzeyin EIS ölçümleri alınarak sgRNA bağlanması elektrokimyasal olarak izlenmiştir. Böylelikle GPHOXE/dCas9-gRNA biyosensörü HPV-6 DNA'sı bağlanması için ölçüme hazır hale getirilmiştir.
d. Bu modifikasyondan sonra, hedef HPV-6 DNA'sı bu elektrot yüzeyine bağlandığında, elektrokimyasal impedans spektroskopisi ile bağlanma sinyali ölçülerek HPV-6 tayini gerçekleştirilmiştir.

3. Proje İş-Zaman Çizelgesi

	AYLAR									
İşin Tanımı	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**
Literatür Taraması	X									
HPV-6 biyosensörü modifikasyonlarının yapılması		X	X	X	X					
HPV-6 DNA'sının ölçülmesi ve seçicilik testleri						X	X	X	X	
Proje Raporu Yazımı										X

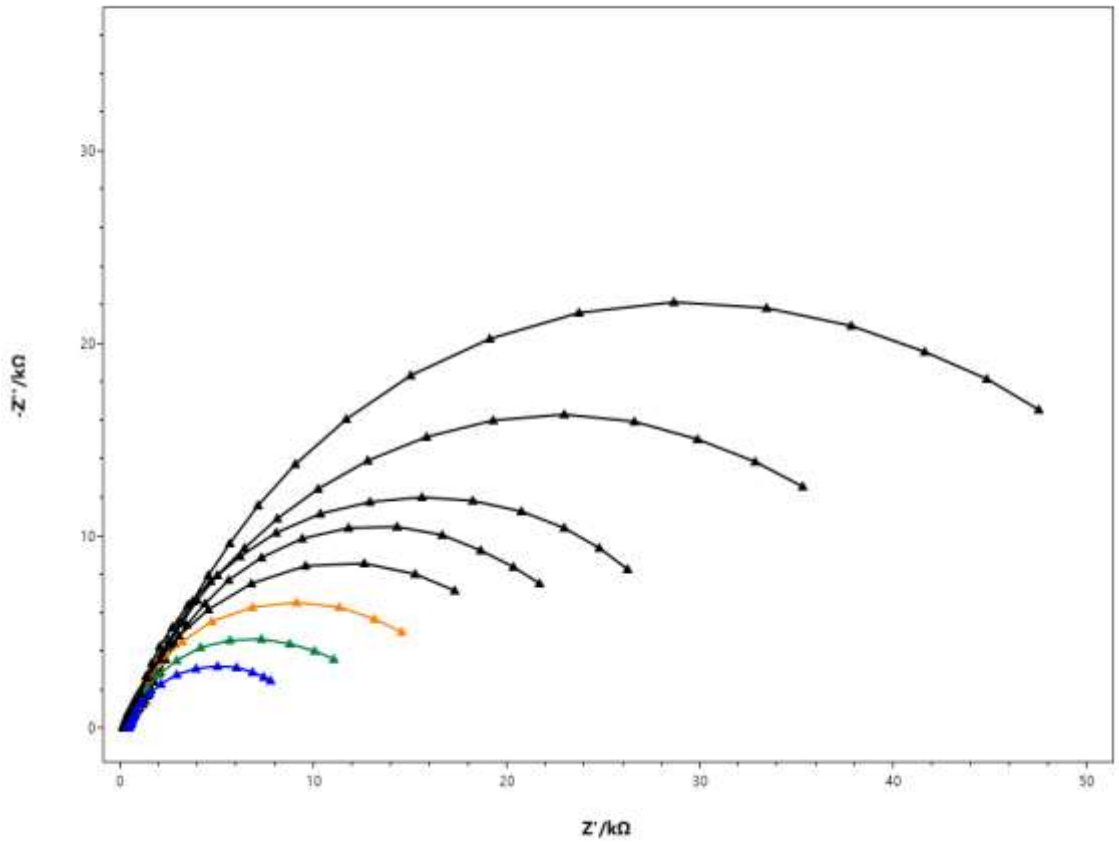
4. Bulgular

Grafen oksit elektrot üzerine immobilize edilen, dCas9 proteini ve bu proteinin hedef HPV DNA'sına bağlanması için gerekli olan sgRNA elektrot yüzeyine immobilizasyonu şekil 1'de gösterilmiştir (Şekil 1). Buna göre, yeşil olarak gösterilen impedans grafen oksit elektrotu (GPHOXE), mavi dCas9 ile modifiye edilmiş elektrotu (GPHOXE/dCas9), turuncu sgRNA'nın dCas9 elektrota bağlanması (GPHOXE/dCas9/sgRNA) ile elde edilen impedans spektrumlarını göstermektedir.

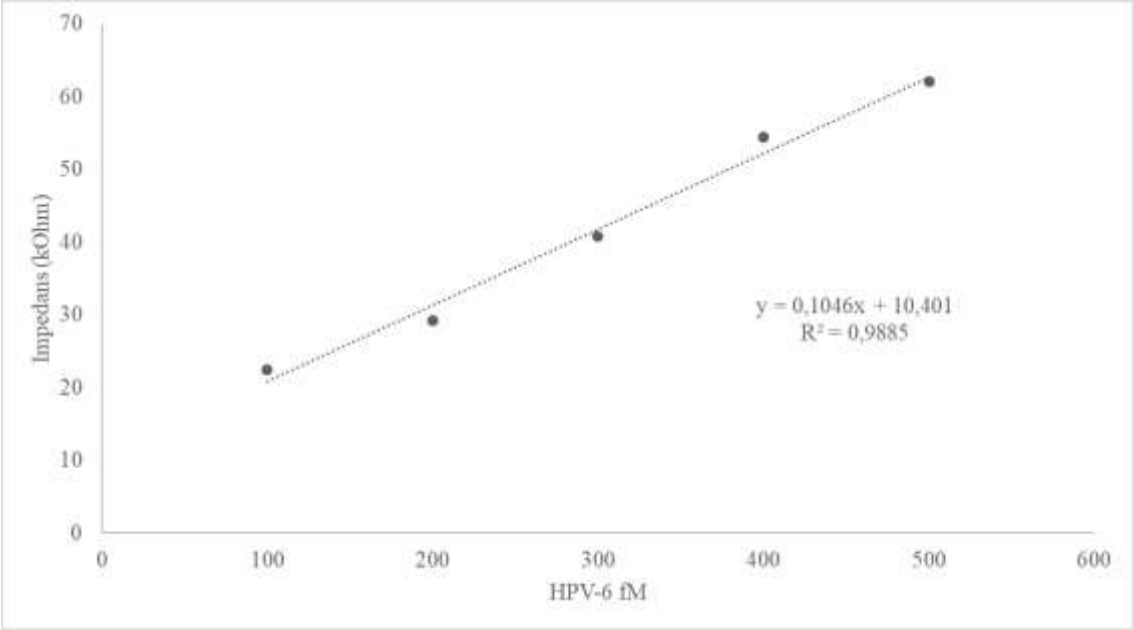


Şekil 1. HPV-6 biyosensörünün modifikasyon aşamalarının EIS ile gösterimi (Yeşil GPHOXE, mavi GPHOXE/dCas9, turuncu GPHOXE/dCas9/sgRNA)

Hedef DNA dizisi olan HPV-6 virüs DNA'sının yüzey immobilizasyonu sonrasında ölçülmesi için standart grafik çizilmiştir. Buna göre, 100 pM ile 500 pM arasında standart grafik oluşturulmuştur (Şekil 2A). Sonrasında ise bu impedans eğrileri hesaplanarak grafiğe geçirilmiştir. Grafikte R^2 değeri 0,9885 olarak bulunmuştur (Şekil 2B).



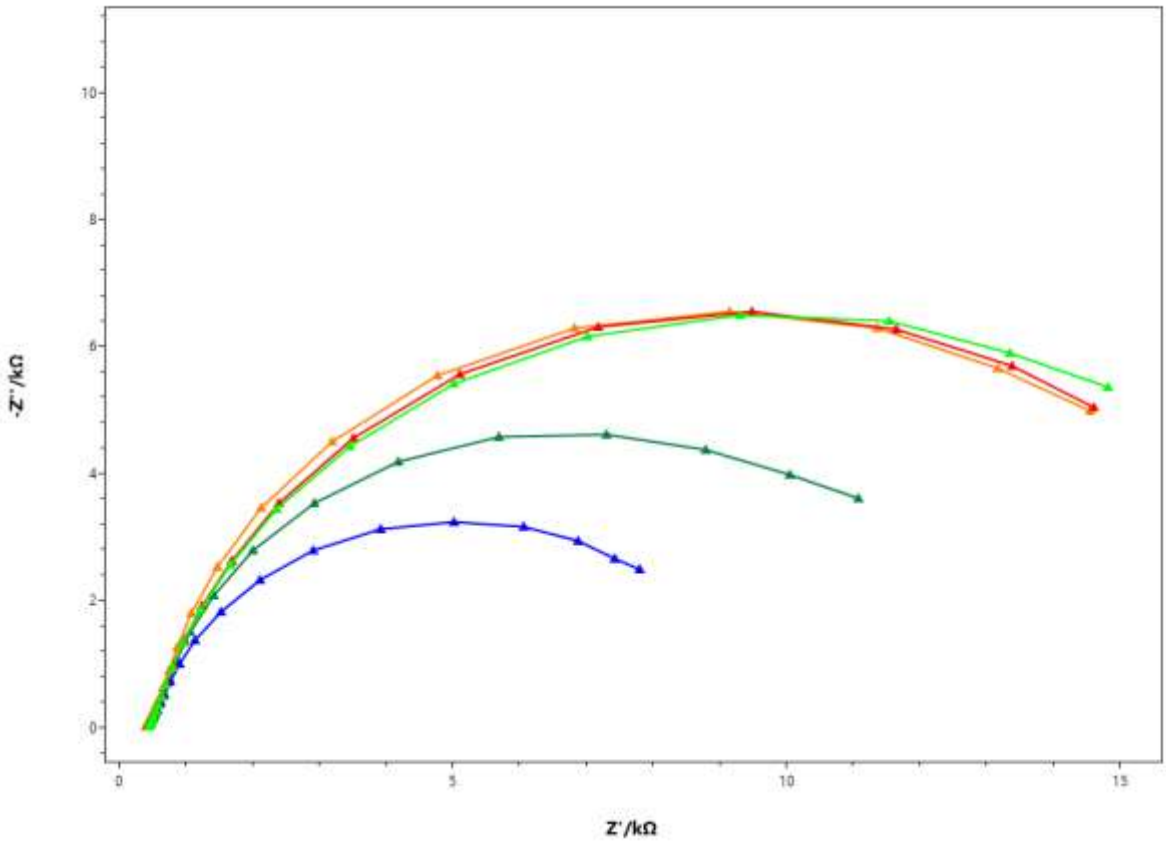
Şekil 2A. 100-500 fM arasındaki HPV-6 DNA'sının ölçülmesinin EIS ile izlenmesi (Yeşil GPHOXE, mavi GPHOXE/dCas9, turuncu GPHOXE/dCas9/sgRNA, siyah EIS verisi ise 100 fM'dan 500 fM'a artan HPV-6 DNA dizisi).



Şekil 2B. 100-500 fM arasındaki HPV-6 DNA'sının ölçülmesinin EIS verileri kullanılarak grafiğe dökülmesi.

HPV biyosensörü ile yapılan farklı DNA tipine sahip HPV türleri için HPV-11 ve HPV-18

DNA'ları biyosensör ile denenmiştir. Şekil 3'te görüldüğü gibi kırmızı ve yeşil impedans eğrileri sırasıyla HPV-11 ve HPV-18 DNA'larını göstermektedir. sgRNA ile aynı düzeyde impedans eğrisi gösteren dCas9 biyosensörü ile üst üste çakışmıştır. Hedef DNA dışında farklı DNA dizilerine sinyal oluşturulmamıştır.



Şekil 3. HPV-6 biyosensörü ile farklı virüs DNA'sının ölçülmesinin EIS ile izlenmesi (Yeşil GPHOXE, mavi GPHOXE/dCas9, turuncu GPHOXE/dCas9/sgRNA, yeşil EIS verisi HPV 18, kırmızı EIS ise HPV-11 impedanslarını göstermektedir).

5. Sonuç ve Tartışma

CRISPR sistemi günümüzde genetik modifikasyon amacıyla kullanılan bir DNA manipülasyon sistemidir. Bu çalışmada Cas9 proteinlerinin endonükleaz yani hedef DNA'yı kesme yetisi olmayan proteinler kullanılarak HPV-6 DNA'sı bağlanmıştır. Bu şekilde ölçüm gerçekleşmiştir.

Normal şartlar altında, hedef DNA dizisi PCR denilen metotlarla analiz edilirken 20 dakikada biyosensör ile ölçüm gerçekleştirilmiştir.

Şekil 1'de impedans eğrilerinde grafen oksit elektrottan sonra bir azalma meydana gelmiştir bu azalma ise dCas9 proteininin pozitif yüklenmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Bu şekilde negatif yüklü redoks probu yüzeye çekilerek daha fazla elektrokimyasal dönüşüm sonrasında elektron transfer direncini gölgeleyen elektronlar açığa çıkmıştır. Sonrasında ise sgRNA bağlanması ile impedans artmıştır. sgRNA üzerindeki negatif yüklü fosfat grupları bu redoks probunu ittirilerek impedansı artırmıştır.

Lineer ölçüm olarak ise 100 ile 500 fM arasında ölçüme olanak sağlamak ise son derece önemli olmakla birlikte, 0,98 düzeyinde bir linearite sistemin duyarlılığını göstermektedir.

Biyosensörün seçiciliğine bakıldığında ise hedef DNA dışında başka DNA'lara karşı bir sinyal oluşturmadığından son derece seçici ölçümler sunmuştur.

6. Öneriler

HPV'nin bulaşıcı ve proliferatif doğası nedeniyle, CA halk sağlığı için ciddi bir tehdit haline gelmiştir ve etkilenen hastalar sık nükslere eğilimlidir ve çoklu cerrahi prosedürlere maruz kalmaktadır. Bu hastalıkların tanısı için servikal sıvı alınarak, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile HPV-6 genomu taraması gerçekleştirilerek teşhis konabilmektedir. Hasta başı hızlı test tanısı koyabilmek son derece önem kazanmaktadır. Bu çalışmamızda ise 20 baz çiftlik sadece HPV-6'ya özgü DNA dizisinin belirlenmesi için elektrokimyasal bir biyosensör sistemi geliştirilmiştir. Bu geliştirme aşamasında biyotanıyıcı reseptör olarak son yıllarda önemli yer tutan CRISPR-Cas9 teknolojisi kullanılmıştır. Bu şekilde PCR ölçümüne alternatif bir ölçüm sistemi geliştirilmiştir.

Kaynaklar

Campuzano, S., Serafín, V., Gamella, M., Pedrero, M., Yáñez-Sedeño, P. ve Pingarrón, J. M. (2019). Opportunities, Challenges, and Prospects in Electrochemical Biosensing of Circulating Tumor DNA and its Specific Features. *Sensors*, *19*(17), 3762. doi:10.3390/s19173762

Ertuğrul, H. D. ve Uygun, Z. O. (2016). Impedimetric Biosensors for Label-Free and Enzymless Detection. *Intech*, *i*(tourism), 13. doi:http://dx.doi.org/10.5772/57353

Li, Y., Li, S., Wang, J. ve Liu, G. (2019, 1 Temmuz). CRISPR/Cas Systems towards Next-Generation Biosensing. *Trends in Biotechnology*. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.tibtech.2018.12.005

Sheikhzadeh, E., Chamsaz, M., Turner, A. P. F., Jager, E. W. H. ve Beni, V. (2016). Label-free impedimetric biosensor for Salmonella Typhimurium detection based on poly [pyrrole-co-3-carboxyl-pyrrole] copolymer supported aptamer. *Biosensors and Bioelectronics*, *80*, 194–200. doi:10.1016/j.bios.2016.01.057

Silva, B. V. M., Rodr??guez, B. A. G., Sales, G. F., Sotomayor, M. D. P. T. ve Dutra, R. F. (2016). An ultrasensitive human cardiac troponin T graphene screen-printed electrode based on electropolymerized-molecularly imprinted conducting polymer. *Biosensors and Bioelectronics*, *77*. doi:10.1016/j.bios.2015.10.068

Wei, Y. H., Pang, C. Y., You, B. J. ve Lee, H. C. (1996). Tandem duplications and large-scale deletions of mitochondrial DNA are early molecular events of human aging process. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *786*, 82–101. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8687046 adresinden erişildi.

OZON GAZININ KARBON FİLTRESİNDEN GEÇMESİ İLE SÜREKLİ ORTAM DEZENFEKSİYONUNUN SAĞLANMASI

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: CEYLİN KARAHAN
GÜLCE ERGİNER

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: FATMA MERVE ABAYT

İZMİR
2021

Özet

Çağımızın en büyük sorunu olan salgın hastalıkların gündelik yaşamı ve insan faaliyetlerini kısıtlaması, herkes için hem fiziksel hem de psikolojik açıdan büyük bir problem haline gelmiştir. İnsan faaliyetlerini bu gibi dönemlerde kolaylaştırması için geliştirilen dezenfeksiyon sistemlerinin, kullanışlı olmaları ve insan sağlığını riske atmamaları bakımından yetersiz olduğu görülmüştür. Bu gibi sorunlara çözüm bulmak amacıyla ozon gazı ile dezenfeksiyonu ve adsorpsiyon esnasında verimliliği artırmada büyük rol oynayan aktif karbonu birleştirerek sağlığa zararsız bir dezenfeksiyon düzeneği kuruldu. Ayrıca aktif karbon hem maliyetinin düşük olması hem de kolay bulunabilirliği nedeniyle tercih edildi. İki farklı bölüme ayrılabilen düzeneğin ilk kısmında, çiğ tavuk eti üzerinde ozon gazının dezenfeksiyon etkisi farklı süre dilimlerindeki renk değişimleriyle gözlemlendi. İkinci kısımda ise ozon gazının granül aktif karbon filtresinden geçerek sağlığa zarar verme riskinin ortadan kalktığı gaz dedektör tüpü ile yapılan ölçüm sonuçları ile kanıtlandı. Alınan ölçümlerde ozon jeneratöründen direkt olarak çıkan ozon gazı miktarı ölçüldüğü zaman 3.0 ppm'den yüksek bir değer vermesine rağmen karbon filtreden geçirilen ozon gazının ölçümü yaklaşık olarak 0 ppm değerinde alındı. Yapılan karbon filtrenin ozon gazını adsorbladığı alınan ölçümler ile gösterildi.

Anahtar kelimeler: Hava dezenfeksiyonu, Gaz adsorpsiyonu, Ozon gazı, Karbon filtresi

Amaç

Bu projede amaçladığımız salgın hastalıkların günlük yaşantımızı kısıtlamasını engellemek adına, kapalı mekanlarda soluduğumuz havada ve dokunduğumuz tüm yüzeylerde her an virüs ve bakterilerden arınmış; insan sağlığına zararlı olmayan hijyenik bir ortam yaratmaktır. Bu amaç üzerine daha önceden geliştirilen ozon jeneratörü ve karbon filtresi ile ilgili projeler, her ne kadar geçici bir şekilde hava temizliğini sağlasa da ortam dezenfeksiyonunu sürekli kılamamıştır. Bunun nedeni ozon gazının yüksek konsantrasyonlarda insan sağlığına verdiği büyük zararlar olmakla beraber, yeterli miktarda kullanılmamasının hijyen sürekliliğini sağlayamamasıdır. Sağlığa zararı dokunmayan ozon gazı koku eşiği 0.005-0.02 ppm aralığı olarak belirlenmiştir. Fakat en fazla 200 mg/h'e kadar ozon üretim kapasitesine sahip cihazların, bazı kapalı alanlar için yeterli olmaması ve ozon üretim kapasitesinin artırılması durumunda insan sağlığına ciddi zararlar vermesi sebebiyle süreklilik sağlanamamaktadır. Karbon filtresinin ise havadan küf, toz ve partikülleri ayırmak gibi bir özelliğinin bulunmaması nedeniyle dezenfeksiyon bakımından yeterli olamayacağı görülür. Oluşan bu problemlere çözüm bulmak için sürekli ortam dezenfeksiyonunu sağlayacak bir proje geliştirmeyi amaçladık. Bunun yanında ozon gazının dezenfekte etme özelliğini gözlemlemek için gıda üzerindeki etkisini de inceledik.

1. Giriş

1.1 Hava Dezenfeksiyonu

Bakteri, virüs gibi patojenlerin bulaşıp, kapalı alanlardaki havayı kirleterek insanda ciddi sağlık sorunlarına yol açması; özellikle de Sars ve Mers virüslerinin çok sayıda insanın ölümüne neden olması, bu salgın hastalıkların havadaki aerosollerle bulaşmasıyla beraber iç ortam havası dezenfeksiyonu daha da kritik bir noktaya taşınmıştır.(Ateş,2020) Çok eskilere dayanan, daha çok sağlık ve gıda sektöründe kullanılan kapalı ortam dezenfeksiyonu; günümüzdeki salgın hastalıkların artmasıyla beraber alışveriş merkezleri, benzin istasyonları gibi ortak yaşam alanlarına da taşınmaya başlamıştır. Kısacası insan faaliyetlerinin sürdürüldüğü kapalı ortak yaşam alanlarının, hiçbir sağlık tehlikesi altında olmadan rahatça kullanılabilmesi için düzenli ortam dezenfeksiyonu sağlanmalıdır. (Özyılmaz, 2015)

Hava dezenfeksiyonu, Mekanik hava filtreleri ve elektronik hava temizleyicileri partikül giderimi için kullanılan hava temizleme cihazları olarak ayrılabilir. Mekanik hava filtreleri, parçacıkları tutan farklı boyuttaki gözenekleri olan bir elyaflı veya metal filtreden havayı geçirirler. Ancak, yüksek konsantrasyonlarda bu partiküller hızla yere çökebildiklerinden iç ortamdan bu kirleticilerin mekanik filtrelerle giderimi mümkün değildir. Elektronik hava temizleyicileri, partiküllerin elektrostatik yıkayıcılar gibi elektrostatik güç ile tutumuna yönelik geliştirilen cihazlardır. Bu tür hava temizleyicilerin dezavantajı ise ozon ve ultra ince partikül üreterek akciğer hastalıklarına neden olabililirliğidir. Elektronik hava temizleyicileri başlıca: kimyasal aerosolizasyon (hidrojen peroksit), ozonlama veya ultraviyole (UVC) ışınlamadır. (Babaei ve ark, 2017)

1.2. Hava Dezenfeksiyon Yöntemleri

Hava dezenfeksiyonu, Mekanik hava filtreleri ve elektronik hava temizleyicileri partikül giderimi için kullanılan hava temizleme cihazları olarak ayrılabilir. Mekanik hava filtreleri, parçacıkları tutan farklı boyuttaki gözenekleri olan bir elyaflı veya metal filtreden havayı geçirirler. Ancak, yüksek konsantrasyonlarda bu partiküller hızla yere çökebildiklerinden iç ortamdan bu kirleticilerin mekanik filtrelerle giderimi mümkün değildir. Elektronik hava temizleyicileri, partiküllerin elektrostatik yıkayıcılar gibi elektrostatik güç ile tutumuna yönelik geliştirilen cihazlardır. Bu tür hava temizleyicilerin dezavantajı ise ozon ve ultra ince partikül üreterek akciğer hastalıklarına neden olabililirliğidir. İç ortam dezenfeksiyonu yöntemleri başlıca: hidrojen peroksit, ozonlama veya ultraviyole (UVC) ışınlamadır. (Özyılmaz, 2015)

1.2.1 Hidrojen Peroksit

Hidrojen peroksit uygulamaları aerosol ve buhar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yaygın kullanım şekli otomatik sistemlerdir. Operatörlere olan bağlılığı azaltmak ve insan hatası olasılığını en aza indirgemek için dezenfeksiyonun kritik olduğu alanlarda otomatik sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanılacak olan alanlara ve istenen dezenfeksiyon verimine bağlı olarak seçilmesi gereken sistemler farklılık göstermektedir. (Ateş, 2020)

Buhar hidrojen peroksit (VHP) sistemlerinde buharlaştırılmış hidrojen peroksit ve çözeltileri kullanılmaktadır. Dezenfeksiyonda oksijen gazı ve klordioksit kullanımından kaynaklanan yüzeylerde kalıntı, korozyon, toksisite ve kanserojen olma gibi teknik sorunlara birer alternatif olarak görülmektedir. H_2O_2 konsantrasyonunun detaylı olarak hesaplanıp yoğunlaşması önlendiği sürece VHP sistemi ortam dezenfeksiyonu için kullanılabilir hale gelir. Fakat bir diğer dezavantaji ise ortamın insana zarar vermeyecek konsantrasyona (<1ppm) düşene kadar havalandırılması gereksinimidir. (Ateş, 2020)

Aerosol hidrojen peroksit (aHP) sistemleri ortama farkı boyutlarda (büyük boyut olarak 8-10 μm, küçük boyut olarak 0,5μm) aerosol vermektedir. Bazı sistemler %35'lik hidrojen peroksit aerosolü kullanırken bazı sistemlerde gümüş içeren H2O2 çözeltisi kullanılmaktadır. Bu sistemler bazen "kuru sisli hidrojen peroksit" olarak bilinmektedir. aHP çoğu sistemde aktif havalandırmaya gerek olmaksızın doğal ayrışmaya bırakılır, ancak prosedürün hızlandırılması için aktif havalandırma kullanılabilir. aHP sisteminin kullanımı basittir, VHP ve UVC sistemlerine kıyasla nispeten daha ucuzdur. Fakat büyük alanları dekontamine etme kapasitesi sınırlı olduğundan birden fazla jeneratör gerekli olabilir. Ayrıca birkaç çalışmada, etken maddenin homojen dağılımının elde edilemediğini gösterilmektedir. Bunun nedeni ise aerosol formunda hidrojen peroksitin tek yönlü şekilde ortama verildiğinden parçacıkların yerçekiminden etkilenmesidir. (Ateş, 2020)

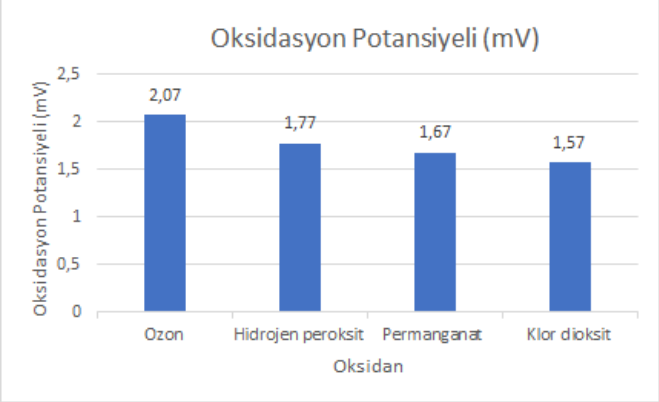
1.2.2 UV ile Dezenfeksiyon

UVC' lambaların kullanımı kolaydır. VHP sisteminde olduğu gibi kapı veya havalandırma deliklerinin kapatılmasını gerektirmez ve nispeten kısa bir çevrim süresine

sahiptir. UVC'nin mikroorganizmalar üstündeki etkisinden dolayı mikropkıran aralık olarak bilinmektedir. Yaygın hava yoluyla bulaşan virüs ve bakteriler, UV ile kolayca deaktive edilir. Mantarlar, küfler ve sporlar hava sıcaklığına ve neme bağlı olarak yüksek UV direncine sahip olması nedeniyle dezenfeksiyonda daha yüksek dozlara ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek risk grubundaki hastalarda UVMI öncesi %74 olan entübasyon ventilator kaynaklı zatürre oranının 6 ay içinde %55'e, 18 ay içinde ise %44'e düştüğünü ve antibiyotik kullanımının azaldığını bildirmişlerdir. (Sofuoğlu, 2020) UVC'nin dezavantajı ise yansıtmayan veya verimsiz bir şekilde yansıtan (cam gibi) yüzeylerin varlığı, sıcaklık ve nemdeki değişikliklerin ampullerin yaşını etkilemesidir. Ayrıca UV ışığının yoğunluğu, kaynağa olan mesafenin karesiyle birlikte dağılır, bu da tekli UVC cihazlarının tek odalarda daha büyük alanları dezenfekte etme kapasitesini sınırlar. (Ateş, 2020)

1.2.3 Ozon ile Dezenfeksiyon

Ozon, mikroorganizmaları etkili bir şekilde öldürebilen, iyi bilinen güçlü bir oksidanttır. Genellikle su dezenfeksiyonunda kullanılmakta olup hava dezenfeksiyonu için kullanımı yeni yeni gelişmeye başlamıştır. Ozon, klor ve hipoklorit gibi diğer yaygın dezenfektanlardan çok daha güçlü bir oksitleyicidir. Aynı zamanda ozon dezenfeksiyonu herhangi bir zararlı kalıntı üretmez ve kalan ozonun tamamı kısa sürede oksijene dönüşür. Ozon bu nedenle çevre dostu bir dezenfektan olarak kabul edilir. UV radyasyonu ve HEPA filtrenin aksine ozon, odanın her köşesine nüfuz edebilen bir gazdır, böylece tüm odayı etkili bir şekilde dezenfekte edebilir. Fakat ozon kullanımında en önemli ve kritik nokta 1 ppm'den daha yüksek konsantrasyona sahip ozon, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Ortam dezenfekte edildikten sonra yeterince havalandırılmadan içeriye insan alınması tavsiye edilmez (Ateş, 2020).



Şekil 1. Bazı oksidanlarınoksidasyon potansiyellerinin sütun grafikte gösterimi (Tatlı, 2017)

1.3 Patojenler

Havayolu ile bulaşan patojenlerle karşılaşma, insan hayatında kaçınılmazdır ve etkeni bulunduran bireyler hastalığın yayılmasında en önemli kaynaktır. Hava ile bulaşan etkenlerin boyu 5 µm veya daha küçük, damlacık ile bulaşanlarda ise boyut 5 µm'den büyüktür ve damlacık ile bulaş kaynağın çevresindeki 1 metrelik bölgede gerçekleşir. Havayolu ile bulaşan etkenler 20 metre uzağa gidebildiği için daha fazla kişiyi ve daha geniş alanı etkileyebilir. Havayolu ile bulaşan *Mycobacterium tuberculosis* dışındaki bakteriler; *Bordetella pertussis, Haemophilus influenzae* tip b, *Staphylococcus aureus, Neisseria meningitidis, Streptococcus pyogenes, Mycoplasma pneumoniae, Bacillus anthracis, Corynebacterium diphtheriae, Legionella pneumophila, Yersinia pestis*'tir. (Kayabaş, 2015)

1.3.1 Gıda Patojenleri

Dünyanın birçok yerinde gıda kaynaklı olarak kabul edilen bazı yeni patojenler tanımlanmıştır. Bu patojenler arasında *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium* definitivetype 104, *Helicobacter pylori* ve *Arcobacter butzleri* sayılabilir. Yeni ortaya çıkan ve tekrar önem kazanan gıda patojenlerinin epidemiyolojisinde; patojenlerdeki değişimler, ekonomik ve teknolojik gelişme, kirlilik, beslenme alışkanlıkları, sağlık sektöründeki yapılanmalar, demografik değişimler, seyahat ve göçlerin artışı, gıda, hayvansal gıda ve hayvan ticaretindeki artışlar önemli rol oynamaktadır. Yeni tanımlanmış veya zaman içerisinde değişim göstermiş patojenler, bazı gıdalarla ilişkilendirilmiştir. (Güner ve ark, 2012)

1.3.1.1 Salmonella spp. ve multidrug Salmonella typhimurium DT 104

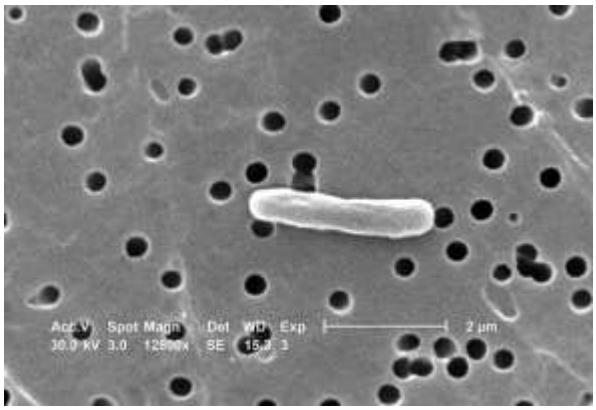
Salmonella spp. gelişmekte ve gelişmiş olan ülkelerde gıda enfeksiyonlarına sebep olan başlıca patojenlerdendir. *Salmonella* spp.'nin, çevrede oldukça yaygın olması et ve balık endüstrisi üretim tekniklerindeki eksiklikler ve hayvan yemlerinde yeterli mikrobiyel kontrolün olmaması; bu patojenin dünya gıda zincirindeki sürekliliğini desteklemektedir. (Güner ve ark, 2012)

1.3.1.2 *Escherichia coli* O157:H7

Escherichia coli O157:H7, 1982 yılında bu mikroorganizma ile kontamine az pişmiş etlerin tüketimi ile ilişkili olarak ortaya çıkan iki hemorajikkolitis salgınında, tüketilen gıdalardan ve hastalardan izole edildikten sonra gıda kaynaklı insan patojeni olarak kabul edilmiştir. Gelişmiş ülkelerde, son yıllarda, gıda kaynaklı zehirlenmelerde E. coli O157:H7 varlığı oldukça sıkça tespit edilmiş ve çok ciddi sağlık problemlerine (örn., hemorajikkolitis (HK), hemolitik üremik sendrom (HUS) ve trombotik trombosito penikpurpura (TTP)) yol açtığı bildirilmiştir. (Güner ve ark, 2012)



(a)



(b)

Şekil 2. (a) Salmonella spp. Ve multidrug Salmonella typhimurium mikroskop görüntüsü https://tr.wikipedia.org/wiki/Salmonella, (b) Escherichia coli mikroskop görüntüsü https://tr.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli.

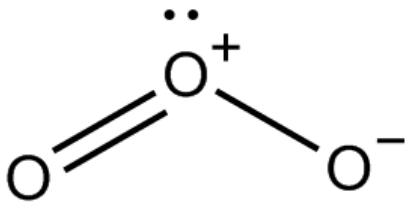
1.4 Ozon

Ozon (O_3), standart iki atom içeren oksijenden (O_2) farklı olarak üç atoma sahip oksijenin bir formu şeklindedir. Ozon, gaz halindeyken mavi, sıvı ve katı haldeyken opak mavi-siyah renktedir. Normal sıcaklık ve basınç altında oldukça kararsız bir gaz olan ozon, suda kısmen çözünürdür, keskin kokulu doğal bir gazdır. Ozon gazı bulunduğu ortama göre tekrar

oksijene dönüşmekte olup sıcaklıkla ters orantılıdır. Reaksiyona gireceği madde, bakteri ve virüs olmadığı için tamamen steril olmuş yerlerde bile bozularak oksijene dönüşür. Ozon gazı bu sebepten depolanamaz, uygulanacağı yerde üretilmeli ve zamanında uygulanmalıdır. (Kabaş, 2012)

Ozon kimyasal yapısı itibariyle radikal özelliği taşımamakla birlikte, florin ve persülfattan sonra, bilinen üçüncü en güçlü oksidan maddedir. Sadece virüs ve bakterileri öldürmekle kalmaz tüm mikroorganizmalar ve toksinlerini de okside edebilir. Bu nedenle ozon, gıdalara uygulanabilen en güçlü dezenfektanlardan biri olarak kabul edilir. Ozon gazının dezenfeksiyon etkisi, aynı şartlar altında klorunkinden 3125 defa daha fazladır. Spor, kist ve virüslere karşı klordan daha etkilidir Ozon gazının dezenfeksiyon etkisi, aynı şartlar altında klorunkinden 3125 defa daha fazladır. Spor, kist ve virüslere karşı klordan daha etkilidir. Ayrıca ozon, havada bulunan oksijenin parçalanması yoluyla elde edildiği için kararsız yapısı nedeniyle dezenfeksiyon görevini tamamladıktan sonra daima hammaddesi olan oksijene dönüşür. Ozon gazının dezenfeksiyon sonrasında artık ve kalıntı bırakmayan tek dezenfektan oluşu, özellikle gıda sanayinde kullanımını, diğer dezenfektanlara göre avantajlı kılmaktadır. (Özler ve ark, 2009)

$3O_2$+ 68,4 kcal→$2O_3$



Şekil 3. Ozon molekülünün yapısı https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ozone-structure.png

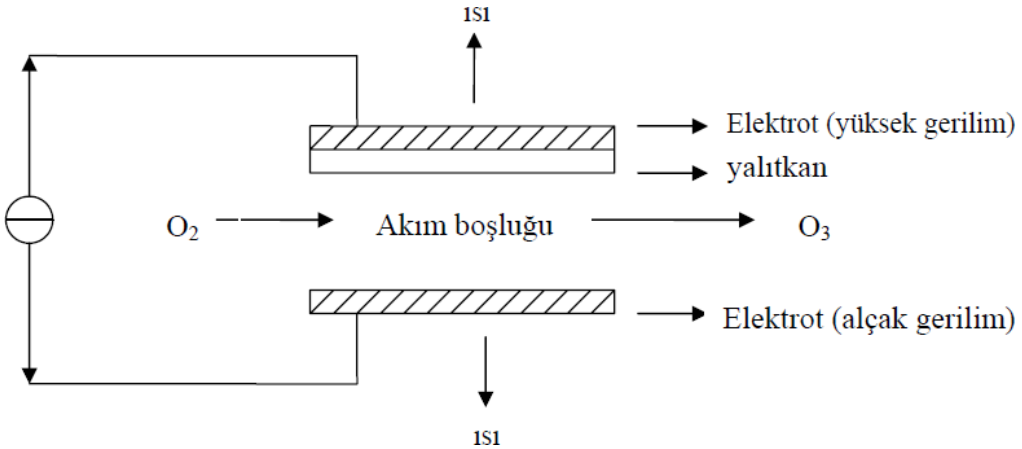
Alman Kimyacı Christian Friedrich Schönbein tarafından 1840 yılında keşfedilmiştir. Sonrasında ozon, keşfinden sonraki ilk yıllarda (1860) Monaco şehrinin su arıtma tesisinde dezenfeksiyon amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Stabil olmayan ozon gazı, iki atomlu atmosferde bulunan oksijenin (O_2) çok yüksek enerji taşıyan bir şeklidir. Ozon gazının doğada güneşten gelen mor ötesi ışınların atmosferdeki oksijeni parçalamasıyla ya da yıldırımın oksijeni parçalamasıyla beraber ayrılan oksijen atomlarının atmosferde rastgele bir araya gelmesiyle ozon (O_3) oluşur. Güneşin ultraviyole ışını ve yıldırım anında ortaya çıkan elektrik arkları ile oluşan ozon, güneşten gelen zararlı ultraviyole ışınları süzer, dünyanın etrafında koruyucu kalkan rolü ile canlıları güneşin radyasyon etkisinden korur. Atmosferde stratosfer tabakası içerisinde bulunan ozon, ultraviyole radyasyonunun etkisiyle bir taraftan oluşurken, öbür taraftan da yok edilmektedir. Bu işlem ultraviyole radyasyonun değişik frekanslarında meydana gelir. Ozon oluşumunun tepkimesi aşağıda gösterilmiştir. (Kabaş, 2012)



Şekil 4. Ozon gazının basitçe oluşum aşamlarıhttps://www.alperen.com.tr/ozon-nedir-nasil-olusur/

1.4.1. Ozon Jeneratörü

Ozon jeneratörü kısaca, kimyasal veya biyolojik kirleticiler ile reaksiyona girerek zararsız ürünlere dönüştürecek olan ozon üretimi için UV lamba veya elektriksel akım kullanan cihazdır. (Güllü, 2017). Ozon günümüzde ticari olarak şekil 2.1'de gösterilen "Korona Akım Metodu" ile oksijen moleküllerinin elektrik akımından geçirilmesi yoluyla üretilmektedir. Oksijenin elektrik akımından geçirilmesi sırasında oksijen molekülü parçalanarak reaktif serbest oksijen atomuna dönüşmektedir. Serbest oksijen atomları moleküler oksijenle karşılaştığında son derece kararsız olan ozon molekülü (O_3) oluşmaktadır. Ozon tekrar hızlı bir şekilde oksijene ve serbest oksijen atomlarına dönüşmektedir. Daha sonra yeniden diğer serbest oksijen atomları ile birleşebileceği gibi; serbest oksijen atomları moleküler oksijene de dönüşebilmektedir. Bu moleküller ortamdaki diğer reaktiflerle (patojenler) de reaksiyona girebilmektedir. Bu nedenle ozon son derece reaktif bir bileşen olarak tanımlanmaktadır. (Tatlı, 2017)



Şekil 5. Korona akım metodu ile ozon üretimi (Tatlı, 2017)

Korona akım yönteminde biri yüksek diğeri alçak akım elektrotu olmak üzere iki adet elektrot kullanılmaktadır. Bunlar seramik dielektrik alanı ve dar bir boşaltım aralığı ile ayrılmışlardır. Yeterli kinetik enerji olması durumunda elektrotlar oksijen molekülünü ayrıştırır ve her bir oksijen atomundan bir ozon molekülü oluşur. Jeneratörden hava geçirilmesi

durumunda %1-3 ozon üretilebilmektedir. Ozon gazı, kendiliğinden oksijen atomlarına parçalanması nedeniyle depolanamamaktadır. Yüksek enerjili bir molekül olan ozonun oda sıcaklığında yarılanma süresinin 20 dakika olduğu ve bu süre sonunda kalıntı bırakmadan oksijene parçalandığı belirtilmektedir. (Tatlı, 2017)

1.4.2 Ozonun İnsan Sağlığına Zararı

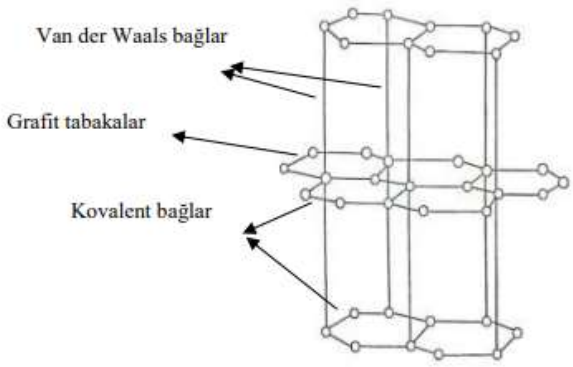
Ortamın hiçbir şekilde insan sağlığını tehdit etmeden solunulabilmesi için 20 dakika boyunca havanlandırılarak ozondan arınması gerekir. Çünkü ozonun; akciğerlerde tahrişe neden olarak, öksürüğe, geniz ve ve burun akması, astım ataklarına yol açabilen bir gaz olduğu için bu tür cihazların ortam havasını iyileştirirken ozon seviyesinin artışına neden olarak aynı zamanda hava kalitesini bozduğuna yönelik çalışma sonuçlarına literatürde rastlanmaktadır. (Güllü, 2017) Çok reaktif bir gaz olan ozon canlılar için toksiktir. Akciğer ve gözler ozonun toksik etkisine en hassas organlardır. Gözdeki irritasyonu ve akciğere etkileri konsantrasyon, sıcaklık, nem ve maruz kalınan süreye bağlı olarak değişir. Düşük konsantrasyonda ozon inhalasyonu, boğazda irritasyon ve buna bağlı öksürüğe neden olabilir. Yüksek konsantrasyonlardaki inhalasyon ise bronşiyal mukoza ve pnömosit hücresi hasarına bağlı akciğer ödemine kadar varabilir (Özler ve ark, 2009)

1.5 Karbon

Aktif karbon geçmişi çok eskilere dayanan, günümüzde adsorpsiyon amaçlı kullanımı her geçen gün artan bir madde olup, belirli bir kimyasal formülü bulunmamaktadır. Aktif karbonun bir adsorbent olarak geliştirilmesi, yüksek karbon içeriğine sahip maddelere uygulanan aktivasyon prosesi sonucunda iç yüzey alanı ve gözenek hacminin artırılması ile mümkün olmaktadır. Sahip olduğu yüksek iç yüzey alan, bu maddenin iyi bir adsorban olarak endüstride kullanımını cazip hale getirmektedir. Gıda, eczacılık, kimya, petrol, maden, nükleer, otomobil, atık gaz ve suların temizlenmesi gibi oldukça geniş bir aralıkta uygulama alanına sahiptir. Büyük yüzey alanı, yüksek yüzey reaktivitesi, uygun gözenek dağılımı, mekanik dayanıklılık aktif karbonda aranılan özelliklerdir. (Özdemir, 2009)

Aktif karbonun eşsiz bir adsorbent olarak kullanımı, genişletilmiş yüzey alanı, mikro gözenekli yapısı, yüksek adsorpsiyon kapasitesi ve yüzey reaktivitesi ile sağlanmakla beraber, aktif karbonların gözenek hacmi genellikle 0.2 ml/g'dan daha büyük ve iç yüzey alanı ise 400m2 'den (azot gazı kullanılarak BET yöntemine göre ölçülen yüzey alanı) daha yüksektir. Gözenek çapı ise 3 Å ile birkaç bin angstrom arasında değişmektedir. (Özdemir, 2009)

Aktif karbonun molekül ve kristal yapısını anlamak için bu maddenin yüzey kimyasını anlamak gerekmektedir. Aktif karbonla, karbon siyahı arasındaki fark karbon siyahının daha küçük iç yüzey alanına sahip olmasıdır. Aktif karbon yapısı hakkındaki birçok veri karbon siyahından elde edilmektedir. Karbon siyahı ve aktif karbonun temel birim yapısı saf grafitin yapısına benzemektedir. (Özdemir, 2009)



Şekil 6. Karbon kristallerinin yapısı (Geyik, 2019)

Aktif karbon bulunan ilk adsorbenttir ve hala endüstride geniş bir kullanım alanına sahiptir; ancak hazırlanması için uygun yöntemin geliştirilmesi ve gözenek yapısının anlaşılması yolundaki gelişmeler halen devam etmektedir. (Özdemir, 2009)

1.5.1. Aktif Karbon Türleri

Aktif karbonu sınıflandırırken yapısal özelliklerine bakarak sınıflandırma işlemi çok doğru bir işlem sayılmamaktadır. Çünkü aktif karbonların her bir yapısal özelliği kendilerine farklı özellikler katmakta ve farklı alanlarda tercih edilirken verimlilik parametrelerini değiştirmektedir. Aktif karbonlar genel olarak görünüşlerine göre ayrı bir değerlendirmeye alındığında, genel adsorplama kapasitelerine bakılabilmektedir. (Geyik, 2019)

1.5.1.1 Toz Aktif Karbon

Tanecik halinde bulunan ve 100 μm'den daha küçük boyutlara sahip ve ortalama yarı çap değerinin 15-25 μm aralığında bulunduğu aktif karbonlar toz aktif karbonlardır. Genelde baca gazı arıtımı ile sıvı faz uygulamalarında kullanılan bu aktif karbon türünün yüzey alanı oldukça geniş ve difüzyon mesafesi çok kısa bir aralıktadır. (Geyik, 2019)

1.5.1.2 Granül Aktif Karbon

Düzensiz partiküllere sahip olan granül aktif karbonlar, toz aktif karbonlarla kıyaslandığında çok daha büyük tanecik boyutuna sahiptir. Bunun yanında yüzey alanı da küçüktür. Gaz veya sıvı faz uygulamalarında kullanımı çok rahattır. (Geyik, 2019)

1.5.1.3 Silindir Aktif Karbon

Basınç altında sıkıştırılan ve 0,8-5 milimetre aralığında çapa sahip olan silindir görünümlü aktif karbonlara silindirik aktif karbonlar denilmektedir. Yüksek mekanik dayanım, düşükbasınç ve az miktarda toz içerdiğinden dolayı genellikle gaz fazı uygulamalarında tercih edilirler (Geyik, 2019)

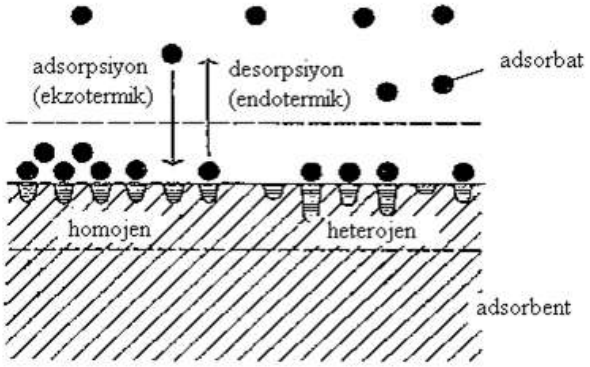
1.5.1.4 Küresel Aktif Karbon

Küresel aktif karbonlar; katranın naftalin ve tetralin içerisinde eritilmesi, ardından da kürelerin nafta çözücüsü ile temas ettirilip naftalinin ekstraktesinin gerçekleşmesiyle elde edilir. Gözenek yapıları belirgin hale gelmiş malzeme, % 30 oranındaki oksijen bulunduran

oksidasyon gazlarının ortamında 423-973 K sıcaklıklarına kadar ısıtılır. (Geyik, 2019)

1.6. Adsorpsiyon

Adsorpsiyon olayı ilk olarak kalsine edilmiş odun kömürü üzerine gazların tutunması ile fark edilmiş ve maddenin iç kısmına geçen molekülleri belirten absorpsiyon teriminden farklı olarak adsorpsiyon tanımı yapılmıştır. Buna göre adsorpsiyon; gaz, buhar ya da sıvı fazında veya herhangi bir çözeltide bulunan çözünmüş maddelere ait molekül, atom veya iyonların katı bir maddenin yüzeyinde tutunması olayına denir. (Karadağ, 2008)



Şekil 7. Adsorpsiyonun oluşumu (Uraz, 2015)

Adsorpsiyondaki fazlar, sıvı-sıvı, sıvı-katı, gaz-sıvı, gaz-katı olabilir. Katı yüzeyinde gerçekleşen adsorpsiyonlar, hem sıvı hem de gaz ortamlardaki kirleticileri giderebilmeleri bakımından büyük bir çevresel öneme sahiptirler. Yüksek oranda saflaştırma sağlamasından dolayı adsorpsiyon prosesi arıtımın en son basamağında sıklıkla kullanılmaktadır. Adsorpsiyonun temel mekanizması ayrılacak maddenin katıya duyduğu ilgiye bağlıdır. Sulu sistemlerde her iki özelliğin bir kombinasyonu önem taşır. Bu özellikleri etkileyen tüm faktörler, bu arada çözünürlük adsorpsiyon için önemlidir. (Savcı, 2005)

1.6.1 Aktif Karbonun Adsorpsiyon Uygulamaları

1.6.1.1 Sıvı Faz Uygulamaları

Renkli yapılar gibi molekül ağırlığı yüksek maddelerin adsorpsiyonu, sıvı faz uygulamaları sayesinde gerçekleşmektedir. Mikro gözenekler, boyutundan dolayı bu yapıdaki maddeleri kabul edemezler. Bu nedenle makro gözenekli aktif karbonlar ile adsorpsiyon işlemi gerçekleştirilir. İdeal aktif karbonun boyutu adsorbat maddenin büyüklüğünden daha fazla olmalıdır ve çok daha fazla sayıda gözeneklilik içermelidir. (Geyik, 2019)

1.6.1.2 Gaz Fazı Uygulamaları

Gaz fazında adsorpsiyon uygulamaları gerçekleştirilirken, sıvı fazda kullanılan adsorbentlere göre daha güçlü ve yüksek yoğunluk değerindeki rijit granül haldeki aktif karbonlar kullanılmaktadır. Sıvı fazda gerçekleşen adsorpsiyon işleminde verimliliğin artması için büyük gözeneklilik istenirken gaz fazı uygulamalarında tam tersi olan küçük gözeneklilik durumu istenmektedir. Küçük gözeneklilik, organik buharlar için seçicilik oluşturduğundan ve adsorpsiyon işleminde yüksek verim sağladığından dolayı gaz fazı uygulamalarında daha çok tercih edilmektedir. (Geyik, 2019)

1.6.2 Aktif Karbonun Diğer Adsorbentlere Karşı Avantajları

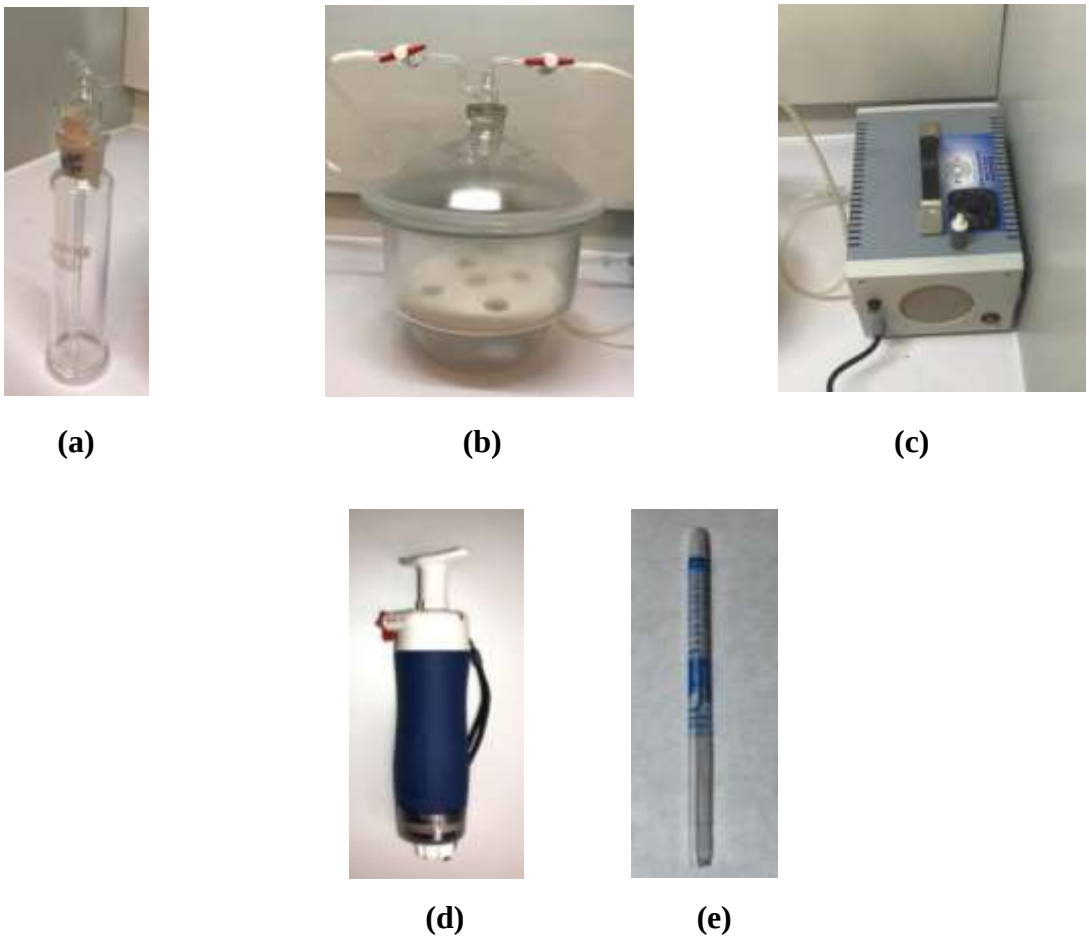
Aktif karbonlar; adsorpsiyon sırasında verimliliği arttırmada büyük önem gösterirken belirli parametreleri sayesinde adsorpsiyon işlemlerinde diğer adsorbentlere göre daha çok

tercih edilmektedirler. Bu parametreler; Aktif karbonlarda ayırma yahut saflaştırma işlemi gerçekleştirilmeden önce nem alımı işlemine ihtiyaç duyulmaması, Apolar veya düşükpolarlıközelliğigösterenmoleküllerde dahi adsorplama özelliği gösterebilmesi,Geniş iç yüzeye sahip olması, Gözenekliliği sayesinde çok iyi adsorbent özelliği göstermesi, gibidir. (Geyik, 2019)

2. Yöntem

2. 1. Materyaller

Desikatör, OPAL ozon jeneratörü, gaz yıkama şişesi, granül aktif karbon, Kitagawa gaz dedektör tüpü sistemi ve silikon boru kullanıldı.



(a) **(b)** **(c)**

(d) **(e)**

Şekil 6. (a) Gaz yıkama şişesi, (b) Desikatör, (c) Ozon jeneratörü (d) Gaz dedektör tüpü sistemi (e) Darbeye dayanıklı dedektör tüpü

2.2 Düzeneğin Hazırlanması

Deneyde aktif karbon kullanılırken, gazı daha iyi adsorbe etmesi nedeniyle granül aktif karbon tercih edildi. Aktif karbonu gaz yıkama şişesinin içine koyarak kendi karbon filtremizi oluşturduk. Şişenin yarısının dolu olmasının adsorbasyon açısından daha iyi sonuç verebileceğini düşünerek, 75 gr ölçülmüş granül aktif karbonu şişenin içerisine koyduk.





(a) **(b)**

Şekil 7. (a) Hasas terazide tartılmış 75 gram granül aktif karbon (b) Gaz yıkama şişenin içine doldurulmuş granül aktif karbon





(a) **(b)**

Şekil 8. (a) Gaz kaçağının engellenmesi ve deneyin tamamen doğru sonucu vermesi için materyallerin silikon boru takıldığı kısımların parafilm ile sarılması. (b) Çeker ocağın içindeki materyallerin, hava akışı ozon jeneratörü-desikatör-karbon filtresi olacak şekilde konumlandırılması ile düzeneğin oluşumu.

2.3. Deney Aşamaları

2.3.1 Ozon Gazı Dezenfeksiyonunun Tavuk Eti Üzerinde Gözlemlenmesi

Deney için Salmonella bakterisi barındıran çiğ tavuk beş parçaya ayrılıp bir tanesi karşılaştırma yapmak için alındı. Geriye kalan dört parça ise desikatörün içine yerleştirildi. Jeneratörde üretilen ozon gazını tavuk eti üzerindeki etkisinin farklı süre dilimleri boyunca görülebilmesi adına, desikatörün içinde duran dört tavuk birer saatlik aralıklarla incelendi.





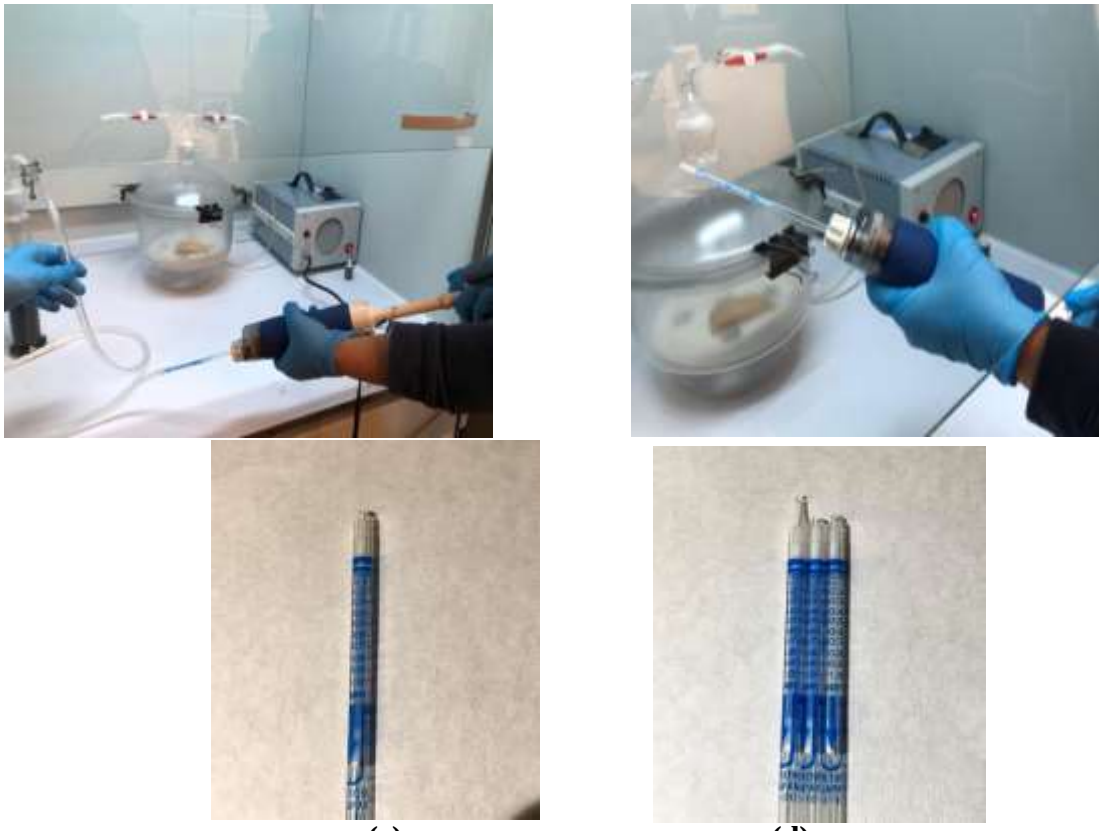
(a) **(b)**

Şekil 9. (a) Ozon jeneratörünün çalıştırılıp ozon gazının desikatörün içine verilmesi ve dört parça tavuğun ozon gazında bekletilmek üzere desikatöre yerleştirilmesi. (b) Farklı saat

aralıklarıyla bekletilmiş tavukların kaç saat ozonda bekletildiğine göre renk değişiminin incelenmesi.

2.3.2 Ozon Gazı Seviyesinin Ölçümü

Ozon gazının tavuklar üzerindeki etkisi gözlemledikten sonra desikatör vanası açıldı. Ozon gazı karbon filtresinden geçerek bir saat boyunca adsorbe olduktan sonra ozon seviyesinin ölçümü yapıldı. Karbon filtresinden çıkan ozonun ölçümü 0.025-0.5ppm aralığında gaz pompası altı defa (600mL) çekilerek alındı ve sonucun alınabilmesi için 6 dakika beklenildi. Çeker ocak ortamından aldığımız ozon gazının ölçümü 0.15-3.0ppm aralığında gaz pompası bir defa (300mL) çekilerek alındı ve sonucun alınabilmesi için 1 dakika beklenildi.



(c) **(d)**

Şekil 10.(a) Ozon jeneratörü çalışır durumdayken karbon filtresinden çıkan gazın ölçümü. (b) Çeker ocak ortamında toplanan ozon gazının ölçümü. (c) Deney sonucu elde edilen dedektör tüpü. (d) Tüplerin sıralamasının soldan sağa, örnek dedektör tüpü-deney sonucu elde edilen dedektör tüpü- çeker ocak ortamına verilen ozondan alınan dedektör tüpü olacak şekilde karşılaştırılması.

3. Proje İş-Zaman Çizelgesi

AYLAR										
İşin Tanımı	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Deney Çalışması							X	X	X	
Verilerin Toplanması ve Analizi								X	X	X
Proje Raporu Yazımı								X	X	X

4. Bulgular

Deney süresince vanası kapalı olan ve sürekli ozon gazı verilmeye devam edilen desikatörün içindeki tavukların renk değiştirdiği açıkça görülmüştür. Bu renk değişimleri tavukların ozon gazına maruz bırakılma süreleri ile doğru orantılı olmakla beraber, ozon gazının gıda bakterileri üzerindeki etkisinin gözlemlenmesini sağlamıştır.

Şekil 9 görsel (b)'de verilen tavuk parçalarının renk değişimleri ozonda bekletilme saatleri ile gösterilmiştir. Görseldeki ilk tavuk ozon gazına maruz kalmadığı için kırmızı ve pembemsi bir renkteyken, soldan sağa doğru tavuk parçalarının renkleri soluklaşmakta ve pembeden kahverengiye dönmektedir.



Şekil 11. Ozon gazına maruz kalmamış tavuk eti parçası ve ozon gazında 4 saat bekletilmiş tavuk eti parçasının karşılaştırılması.

Ozon dedektör tüpü, pompayı çekme sayısına göre farklı ölçüm aralıklarında değer vermektedir. Tüpün üzerinde gösterilen aralık 0.05-1.0 ppm olup esas pompa çekme miktarı üçtür ve sonuç için 3 dakika beklenir. Fakat farklı aralıklardaki değerleri ölçmek için pompa çekimi altı yada bir arasında değişmektedir. Eğer ozon seviyesi düşük bekleniyorsa ve geniş bir aralık isteniyorsa altı kez çekilerek sonuç için 6 dakika beklenir ve ardından iki ile çarpılır.

Deneyde karbon filtresinin yüksek derecede verilen ozon gazının adsorbe edeceği ve

ppm değerinin düşük olacağı beklendiğinden en düşük ölçüm aralığında (0.025-.05 ppm) ölçüm yapılması tercih edildi. Mavi renkte olan dedektör tüpü ölçüm sonucunun olduğu yere kadar beyaza döner. Buna rağmen karbon filtresinden geçen ozon gazının ölçümünü yapan tüp, örnek tüp ile karşılaştırıldığında belirgin bir değişiklik gözlemlenmedi. Alınan sonuç tüpünü ozonlu ortamdan alınan bir tüp ile karşılaştırıp farkı gözlemlemek için çeker ocak ortamına verilen ozondan da ölçüm alındı. Bu ölçüm için ozon seviyesinin yüksek olacağı tahmin edilerek 0.15-3.00 ppm aralığı tercih edildi. Alınan ölçümde mavi rengin beyaza döndüğü belirgin bir şekilde gözlemlendi.



Şekil 12. Dedektör tüplerinin sıralaması soldan sağa olacak şekilde; direkt olarak ozon jeneratöründen çıkan gazın gaz dedektörü ile yapılan ölçüm sonucu ve karbon filtresinden geçen gazın gaz dedektörü ile yapılan ölçüm sonucunun karşılaştırılması.

Ölçüm Aralığı	Pompa Çekimi	Bekleme Süresi
0.15-3.0ppm	1(100mL)	1 dakika
0.05-1.0ppm	3(300mL)	3 dakika
0.025-0.5ppm	6(600mL)	6 dakika

Tablo 1. Ozon dedektör tüpünün ölçüm aralıklarına göre pompa çekimi ve bekleme süreleri.

5. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada ilk olarak, ozon gazının dezenfeksiyon işlemini test etmek amaçlı çiğ tavuk eti üzerinde denemeler yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda farklı saat dilimlerinde ozon gazına maruz kalan çiğ tavuk etinin renginin zamanla değiştiği gözlemlenmiştir. Süre arttıkça çiğ tavuk etinin renginin koyulaşmaya başladığı ve kahverengiye döndüğü gözlemlenmiştir. Renk değişimi ozon gazının çiğ tavuk eti üzerinde etkisi olduğunun bir göstergesidir. Yapılan çalışmanın devamında çiğ tavuk etinde oluşan bakteriler üzerinde ne kadar etkili olduğu üzerine çalışmalar devam edecektir. Ozon gazı, gıda üzerindeki bakterileri öldürme etkisi dışında ortam dezenfeksiyonu için de sıkça kullanılmaktadır. Sağlığa zararı dokunmayan ozon gazı koku eşiği 0.005-0.02 ppm aralığı olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada ozon jeneratöründen direkt olarak çıkan gazın ölçümü dedektör tüp ile alındığında bu koku eşiğinin 3.0 ppm'den fazla olduğu görülmüştür. Sonrasında ozon jeneratöründen çıkan gazının ucuna bağlanan karbon filtreden geçirilen örnekten alınan ölçümlerde, ozon gazının alındığı dedektör tüpte gözle görülebilir herhangi bir değişim olmamıştır. Dedektör tüpünün ölçüm sıkalasının maviden beyaza dönmediği ve ozon gazının yaklaşık olarak 0 ppm değerinde olduğu görülmüştür. ozon gazının yapılan karbon filtre tarafından adsorblandığının göstergesidir.

6. Öneriler

Günümüzde yaşanan pandemi dolayısıyla hava dezenfeksiyonu gündemdeki olaylardan biri haline gelmiştir. Ozonun kullanıldığı hava dezenfeksiyon sistemlerinde ozon gazının insan sağlığına olan zararlarından dolayı süreklilik sağlanamamaktadır. Bu nedenle düzeneğimizde ozonu adsorblamak için granül karbon filtre kullandık. Önerimiz karbon filtresinde granül yerine toz aktif karbonun da kullanılabileceğidir. Yaptığımız çalışmada ozon gazının karbon filtresi içinde geçirdiği süreyi bir saat ile sınırlı tuttuk fakat daha farklı sürelerde de çalışmalar yapılabileceğine inanıyoruz. Buna ek olarak aktif karbon miktarı değiştirilerek de deney sonucunda farklılıklar gözlenebilir.

Ozon gazının gıda üzerindeki dezenfeksiyon etkisinin incelenmesi için yaptığımız gıda çalışmasında ise çiğ tavuk eti kullanmayı tercih ettik. Ozon gazı kullanılan benzer çalışmalarda başka besinler tercih edilebileceği gibi, besinlerin ozon gazına maruz bırakıldığı süre dilimleri de değiştirilebilir.

Kaynaklar

Ateş, A. E. (2020). İç Ortam Havası Dezenfeksiyonunda Ultraviyole, Ozon ve Hidrojen Peroksit Kullanımı. Research in Natural and EngineeringSciences. Editör: Doç. Dr. Mehmet Dalkılıç, Duvar Yayınları, (25-34).

Babaei, P., Öğün, E., ve Güllü, G.(2017, Kasım). Farklı Türdeki Hava Temizleme Cihazlarının Partikül Madde Ve Formaldehit Giderim Etkinliklerinin Kıyaslanması. VII. Ulusal Hava Kirliliği Ve Kontrolü Sempozyumu. Akdeniz Üniversitesi, Antalya. Erişim adresi:http://hkadtmk.org/Bildiriler/HKK-2017/Bildiriler/069.pdf

Geyik, S. (2019). Kamıştan (Phragmites australis) hızlı mikrodalga destekli piroliz işlemiyle aktif karbon üretimi ve karakterizasyonu (Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar

Güllü, G. (Nisan, 2017). İç Ortam Hava Kalitesi İyileştirme Cihazları, Performansları, Tarihsel Gelişimi ve Geleceği. İç Hava Kalitesi Sempozyumu, İzmir. Erişim

adresi:http://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2017/05/2017-105.pdf

Güner, A., Atasever, M., ve Aydemir Atasever, M. (2012). Yeni ortaya çıkan ve tekrar önem kazanan gıda kaynaklı bakteriyel patojenler. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18(5),889-898.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ozone-structure.png

https://tr.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli.

https://tr.wikipedia.org/wiki/Salmonella

https://www.alperen.com.tr/ozon-nedir-nasil-olusur/

Kabaş, Z. Y. (2012). Binalarda oluşan nem kaynaklı yüzeysel bozulmalarda ozonlama yönteminin kullanımının araştırılması (Doktora Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta

Karadağ, A. (2008). Endüstriyel Atık Sulardan Bazı Metal İyonlarının Biyoadsorbent Kullanarak Giderimi. (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir

Kayabaş, Ü. (2015). Solunum Yolu ile Bulaşan Enfeksiyonlar ve Korunma: Tüberküloz Dışı Diğer Bakteriyel Enfeksiyonlar, Turkiye Klinikleri J InfDis-Special Topics. 2015;8(1):11-4

Kölük Tatlı, Y.(2016) Ozonlama İşleminin Üç Farklı Grup Pestisitin Degradasyonu Üzerine Etkisi (Doktora Tezi), Ankara Üniveristesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Özdemir, B. (2009). Aktif Karbon Üretim Sürecinin Termogravimetrik Analiz İle İncelenmesi.(Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi/Enerji Enstitüsü, İstanbul

Özler, M., Öter, Ş., ve Korkmaz, A. (2009). Ozon Gazının Tıbbi Amaçlı Kullanılması. TAF PreventiveMedicineBulletin, *8*(1) : 59-64

Özyılmaz, Ü. (2015). Fitopatoloji Laboratuvarında Sterilizasyon Ve Dezenfeksiyon Yöntemleri. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, *12*(1), 129-138.

Savcı, S. (2005). Basic Blue 41 Boyar Maddesinin Canlı Ve İnaktif Sucul Bitki Myrıophyllum Spıcatum Tarafından Adsorblanabilirliğinin İncelenmesi, (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana

Sofuoğlu,S. C., Aktakka ,S., Atmaca,İ., Ekren,O., Erdoğmuş,S., Karadeniz,Z. K., Oğuz,H., Toksoy,M.,(2020). Varlık N., Yalçın M. .Uvcİle Dezenfeksiyonun Biyofiziksel Temelleri Ve Havalandırma Sistemlerinde Biyoaerosol Kontrolü: Covid-19 İçin Bir Öneri. Çevrimiçi Önyayın: doi:10.13140/RG.2.2.15325.64488

Uraz, E. (2015). Çinkonun Bentonit İle Adsorpsiyon Özelliklerinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

COVID-19'UN DNA DÜZEYİNDE TAYİNİ İÇİN ELEKTROKİMYASAL GENOSENSÖR GELİŞTİRİLMESİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: IŞIK TETİK
KAAN KÜMÜŞTEKİN

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: FATMA MERVE ABAYT

İZMİR
2021

Özet

COVID-19 çok ciddi bir solunum yolu hastalığıdır. Tanı konması ise alınan örnek içerisindeki genomunun analizini gerçekleştiren Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ile mümkündür. Bu analiz ise günümüzde 4 saat sürmektedir. Bu nedenle gerçekleştirdiğimiz çalışmada PCR reaksiyonu yerine sadece COVID-19 hedef virüsünde bulunan DNA'nın tayini için empedans temelli bir biyosensör geliştirilmiştir. Bu genosensörde biyo tanıma ajanı olarak COVID-19 prob DNA'sı kullanılmıştır. COVID-19 DNA primeri ise https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi#alnHdr_1950483697 programı ile online olarak benzerlik taraması yapılarak belirlenmiştir. Bu çalışma ile prob DNA dizisi olarak 5'GACCCCAAAATCAGCGAAAT'3 olarak belirlenmiştir. Ölçümlerde elektrokimyasal empedans spektroskopisi (EIS) kullanılmıştır. Ölçümler 5mM Fe(CN)63-/4- redoks prob çözeltisinin içerisinde 100 mMKCl içerdiği 50mM pH=7 fosfat tamponu içerisinde gerçekleştirilmiştir. GNPE önce EIS karakterize edildikten sonra, prob DNA ile 1 gece boyunca +4OC'de inkübe edilmiştir. Ardından hedef COVID DNA'ları 5, 50 ve 200 pM olacak şekilde elektrot yüzeyindeki prob DNA'ya bağlanmaları yine EIS ile izlenmiştir. Genosensör sistemi 67 dakikada ölçüm yapabilme ve 5 ile 100 pikomolar (pM) düzeyleri arasında da hedef DNA'yı belirleyebilme olanağı sayesinde PCR tekniklerinden daha hızlı bir ölçüm olanağı sunarak yeni nesil bir ölçümün kapısını aralamıştır.

Anahtar kelimeler: biyosensör, genosensör, COVID-19, empedans

Amaç

COVID19 tanısı günümüzde önemli yer tutmaktadır. Bu nedenle COVID-19 tanısı için 20 baz çifti uzunluğundaki COVID-19 genomik dizisine uygun olarak seçilen karşıt DNA ile tayini için elektrokimyasal bir genosensör sistemi geliştirilmiştir.

1. Giriş

Ortaya çıkan ve yeniden önem kazanan patojenler, halk sağlığı için küresel zorluklardır.Koronavirüsler, insanlar, diğer memeliler ve kuşlar arasında geniş bir şekilde dağılan ve solunum, bağırsak, karaciğer ve nörolojik hastalıklara neden olan zarflı RNA virüsleridir.

Küresel Koronavirüs hastalığı salgını 2019 (COVID-19), dünya çapında halk sağlığı için büyük bir tehdit oluşturdu. COVID-19, ilk olarak Aralık 2019'da Çin'in Hubei Eyaleti, Wuhan şehrindeki bir deniz ürünleri pazarında maruz kalan hastalarda izole edilen ve tanımlanan Şiddetli Akut Solunum Sendromu Koronavirüs 2 (SARS-CoV-2) enfeksiyonunun sonucudur (Zhu et al., 2020). SARS-CoV(Drosten et al., 2003; Ksiazek et al., 2003) ve Orta Doğu Solunum Sendromu Koronavirüsü (MERS-CoV) (Zakiet al.,2012) ile ilgili bulgulara benzer şekilde, SARS-CoV-2'nin de birincil insan enfeksiyonlarını başlatmak için türleri geçtiğine inanılmaktadır ve insandan insana bulaşma yoluyla yayılmaktadır. COVID-19'un vaka ölüm oranı (%2-3 olarak tahmin edilmektedir) SARS (yaklaşık%10) ve MERS (yaklaşık%40) oranlarından daha düşük olsa da COVID-19 ile ilişkili pandemi çok daha şiddetli olmuştur. 15 Mart 2020 itibarıyla SARS-CoV-2, Çin'deki 34 il ve şehre hızla yayıldı; Beş kıtada, 144 ülke ve bölgede enfeksiyon bildirilmiştir (Dünya Sağlık Örgütü, 2020). COVID-19 salgını, hükümetler, bireyler ve bir bütün olarak toplum için önemli bir zorluk teşkil ediyor.

Koronavirüslerin dört ana alt grubu vardır (α, β, γ ve δ). İnsan patojenleri Cov-229E ve CoV-HKU1 dâhil olmak üzere a koronavirüs grubunun altı üyesi vardır. B koronavirüs grubu, insan patojenleri CoV-OC43, SARS-CoV ve MERS-CoV'uiçerir(King et al., 2012; Lefkowitz et al., 2012). SARS-CoV-2 aynı zamanda bir β koronavirüstür; genomik açık okuma çerçevesi 1ab (ORF1ab) içindeki yedi korunmuş alandaki amino asit sekansları, orijinal SARS-CoV'inki ile%94,6 özdeştir (Zhou et al., 2020).

Koronavirüsviryon partikülü tipik olarak yuvarlak veya çok biçimlidir. 120-160 nm çapında ölçer ve koronavirüslerin ortak bir özelliği olan üçlü Spike (S) proteininden oluşan taç şeklinde bir projeksiyon içerir. S proteini, enfeksiyon sırasında virüs bağlanmasına ve

membran füzyonuna aracılık eder (Kinget al., 2012). Karakteristik S proteinine ek olarak, Koronavirüs genomları genellikle Membran (M) proteini, Zarf (E) proteini ve Nükleokapsid (N) proteini dâhil olmak üzere üç ek yapısal proteini kodlar. Koronavirüs M proteini, 218-263 amino asit (aa), bir O- veya N ile modifiye edilmiş bir N-terminaline, glikan ve bir hidrofilik C-terminal kuyruğuna sahiptir. E proteini, 74–109 aa, virülansın teşvik edilmesinde rol oynayabilir; virion başına tipik olarak bu proteinin yaklaşık 20 kopyası vardır. Koronavirüs N proteini, 349 ila 470 aa, genomik RNA'nın nükleokapsid içine uygun şekilde katlanmasını kolaylaştıran, RNA'ya bağlı bir fosforile proteindir (Kinget al., 2012).

SARS-CoV-2 virionunun çapı 60-140 nm'dir ve pozitif duyarlı, tek sarmallı 29 891 bp RNA genomu (Zhouet al., 2020). Genom sekans hizalaması, SARS-CoV-2 ve SARS-CoV arasında %79,5 sekans özdeşliği ve Yunnaneyaleti, Çin (Chanet al., 2020) ikamet eden bir yarasadan (Rhinolophusaffinis) izole edilmiş RaTG12 virüsünün sekansı ile dikkate değer bir%93,1 özdeşlik ortaya çıkardı, (Zhouet al., 2020); bu son sonuçlar, SARS-CoV-2'nin bu yarasa türünde endemik olan bir virüsten kaynaklanabileceğini göstermektedir. Öncelikle pangolinden (Order,Pholidota; Family, Manidae) izole edilmiş bir Koronavirüsün S proteininde tanımlanan sekans eklentilerine dayanan karşılaştırmalı genomik analiz, bu memelilerin büyük olasılıkla çapraz tür aktarımı için ara konakçılar olduğunu öne sürdü (Liuet al., 2019; Zhanget al., 2020). Nihayetinde SARS-CoV için bulunana benzer şekilde, SARS-CoV-2 S proteininin hücre yüzeyi reseptörü olan anjiyotensin dönüştürücü enzim 2'ye (ACE2) bağlanması,insan akciğerindeki tip II pnömositlere(Gallagher ve Buchmeier, 2001)viral girişi başlatır. Bu nedenle, S proteini, SARS-CoV-2'nin ilk bulaşmasında ve devam eden enfeksiyonunda merkezi bir rol oynar. Fakat bu biyomolekül ölçümü spesifik olmamakla birlikte COVID tanısı konmasını da imkansızlaştırır.

Günümüzde COVID-19 tanısı konmasında kullanılan altın standart ise PCR testidir. PCR testi polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) adı verilen hedef DNA dizisinin çoğaltılarak ölçülmesi ile çalışan bir yöntemdir. Bu yöntemin doğruluğu günümüzde tartışılmaktadır. Bu nedenle hızlı ve etkili yeni nesil ölçüm sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla SARS-CoV-2 genomik dizisi üzerindeki belli bir DNA dizisi hedef olarak seçilerek yeni nesil bir elektrokimyasal genosensör geliştirilmiştir.

Elektrokimyasal nükleik asit biyosensör sistemlerinde elektrik sinyali, biyotanıma ajanı veanalit arasındaki etkileşim nedeniyle oluşur. Biyokimyasal reaksiyon sonucunda bir elektron oluşursa amperometrik ölçüm yapılabilir. Bir molekül oluşursa, potansiyometrik veya doğrudan afinite bazlı bağlanma ile tespit edilebilir, impedimetrik/kapasitif olarak ölçülebilir. Açığa çıkan molekül olmadığında, yalnızca afinite temelli biyosensör sistemleri amperometrik olarak tasarlanabilir. Bu tasarımda, biyomoleküller arasındaki etkileşim gerçekleştiğinde, ikincil bir molekül (etiket) bir elektrokimyasal sinyal oluşturabilir. Ölçümler, burada kullanılan etiketin elektrokimyasal aktivitesi aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Elektriksel iletkenlik, özellikle biyosensör sistemlerinde son derece önemli bir parametredir. Nükleik asitler ise yapıları nedeniyle ideal transistörler olarak düşünülebilir, iletken nano-bağlanabilir özellikler gösterirler ve birçok farklı şekilde bulunabilmeleri için elektrokimyasal biyosensörlerin kullanımında çok etkilidirler. DNA sarmalının 3.4-angstrom baz çifti vardır ve aromatik halka yapısı elektron akışını kolaylaştırır. Tabanlar arasındaki yakınlık olan bu yapı, grafitin Z-yönlü uzayına benzer ve iletkenlik sağlar. Dahası, DNA üzerindeki π elektronları da elektriksel iletkenliğe yardımcı olur. Yapısal değişkenlik nedeniyle elektrokimyasal iletkenliğe yardımcı olurlar.

Bu nedenle DNA kullanılarak üretilen biyosensör sistemleri direkt genomik bilgi verebildiğinden spesifik ve DNA biyotanıma ajanı olarak kullanılmak yerine genosensör olarak adlandırılmaktadır.

2. Yöntem

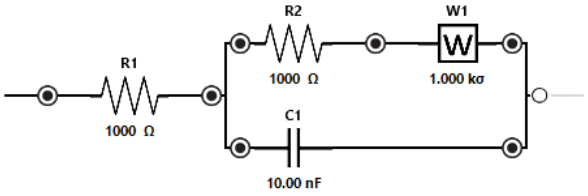
Çalışmada altın elektrotlar (AuE) (250AT, Dropsens, Spain)transducer olarak kullanılmışlardır. Palmsens 3 marka potansiyostat (Palmsens B.V., Hollanda) elektrokimyasal veri toplama amacıyla kullanılmıştır. COVID-19 primerssDNA'sı ve karşıt ssDNAMetabion (Almanya) firmasından temin edilmiştir. Diğer tüm sarf malzemeleri Merck (U.S.A.) firmasından

temin edilmiştir.

COVID-19 DNA primeri ise https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi#alnHdr_1950483697 programı ile çevrimiçi olarak benzerlik taraması yapılarak belirlenmiştir. Bu çalışma ile probDNA dizisi olarak 5'GACCCCAAAATCAGCGAAAT'3 olarak belirlenmiştir. Bu DNA dizisinin 3' ucundaki Timin nükleotidindeki fosfat grubu ucunda SH grubu olacak şekilde modifiyeli olarak satın alınmıştır.

Ölçümlerde elektrokimyasal empedans spektroskopisi (EIS) kullanılmıştır. Ölçümler 5mM $Fe(CN)_6^{3/4-}$ redoks prob çözeltisinin içerisinde 100 mMKCl içerdiği 50mM pH=7 fosfat tamponu içerisinde gerçekleştirilmiştir. AuE önce EIS karakterize edildikten sonra, prob DNA ile 1 gece boyunca +4°C'de inkübe edilmiştir. Ardından hedef COVID DNA'ları 5, 50 ve 200 pM olacak şekilde elektrot yüzeyindeki prob DNA'ya bağlanmaları yine EIS ile izlenmiştir.

Elektrokimyasal empedans spektroskopisi ölçümleri için Randless devre modeli kullanılarak EIS verileri ohm cinsinden hesaplanmıştır (Şekil 1). R1 redoks probu içerisinde ölçüm alındığında redoks probunun direncini, R2 biyosensör yüzey direncini, W1 Warburg yani kütle taşınım transferini, C1 ise yüzey kapasitansını göstermektedir.



Şekil 1. Randless devre modelinin gösterimi.

Optimizasyon işlemlerinde ise en düşük DNA konsantrasyonu olarak belirlediğimiz 5 pM uzunluğundaki ssDNA kullanılarak, ölçüm zamanı, tekrarlanabilirlik ve 200pM için farklı COVID-19 bölgesine karşı verdiği sinyalin ölçüm sonuçlarına etkisi ile seçicilik testleri gerçekleştirilmiştir.

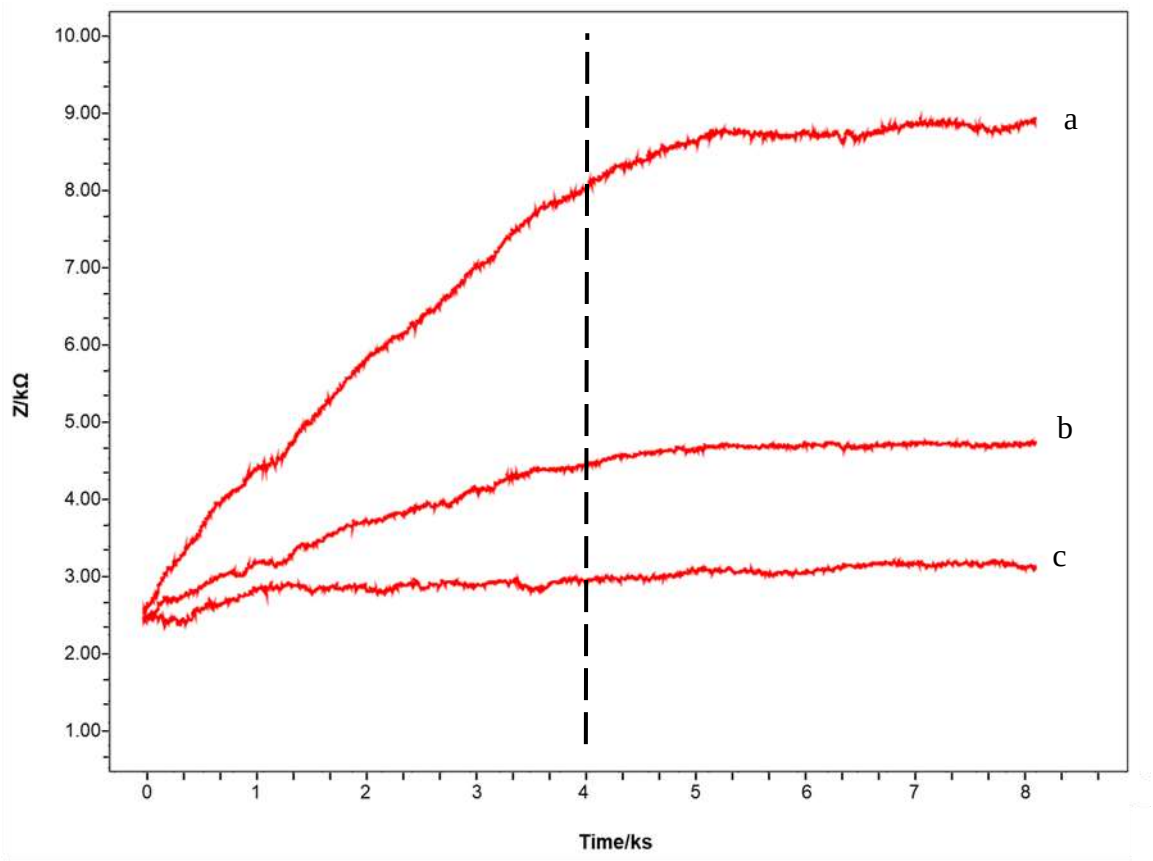
3. Proje İş-Zaman Çizelgesi

AYLAR										
İşin Tanımı	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**
Literatür Taraması	X	X	X							
Genosensörün modifikasyonlarının yapılması ve DNA ölçüm süresinin belirlenmesi				X	X	X	X			
Genosensörün COVID-19 DNA'sını belirlemesi								X		
Proje Raporu Yazımı									X	X

4. Bulgular

Geliştirilen biyosensör sisteminde kullanılan prob DNA altın nanopartikül elektrotların (GNPE) üzerine kendi kendine düzenlenen tek bakalar oluşturacak şekilde immobilize edilmiştir.

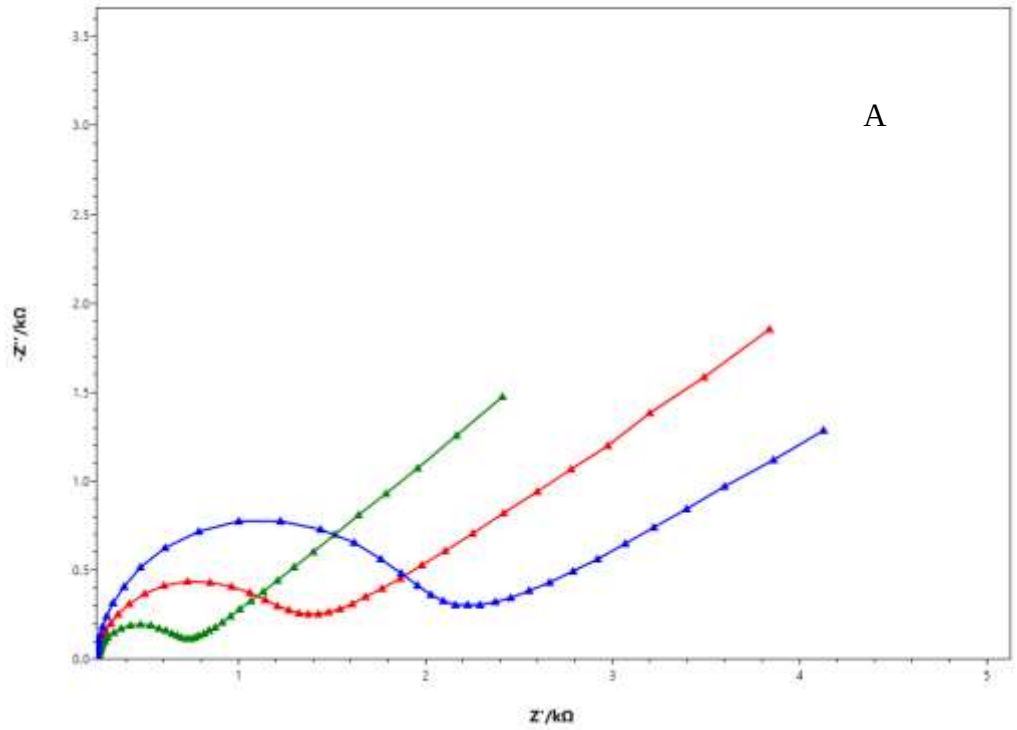
İmmobilizasyon sonrasındaki DNA miktarının belirlenmesi için gerekli olan ölçüm süresinin belirlenmesi amacıyla kronoempedans ölçümü gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



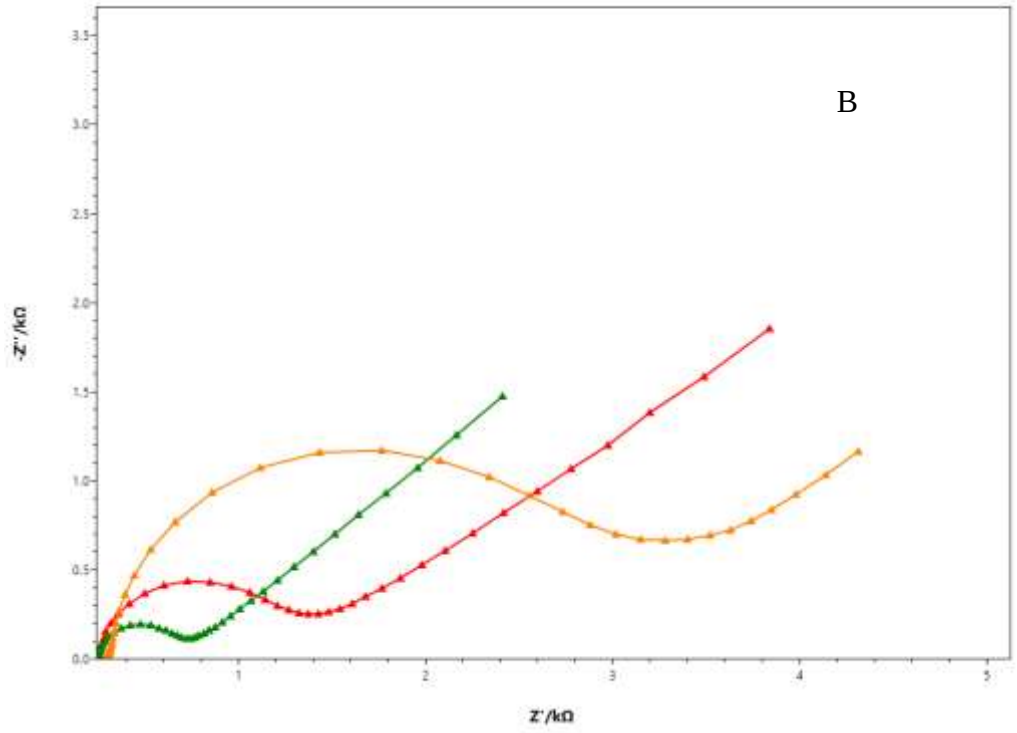
Şekil 2. Genosensörün kronoimpedimetrik DNA ölçümünün gösterimi (a; 200pMserum DNA içeren, b; 5 pMserum DNA içeren, c; serum DNA içermeyen)

Şekil 2'de görüldüğü gibi, tampon içerisinde alınan DNA ölçümünde içerisinde hedef DNA'nın bulunduğu serumlarda DNA konsantrasyonu arttıkça empedansta zamana bağlı bir artış meydana gelmiştir. Ölçüm süresi olarak 4000 saniye (67 Dak.) olarak belirlenmiştir.

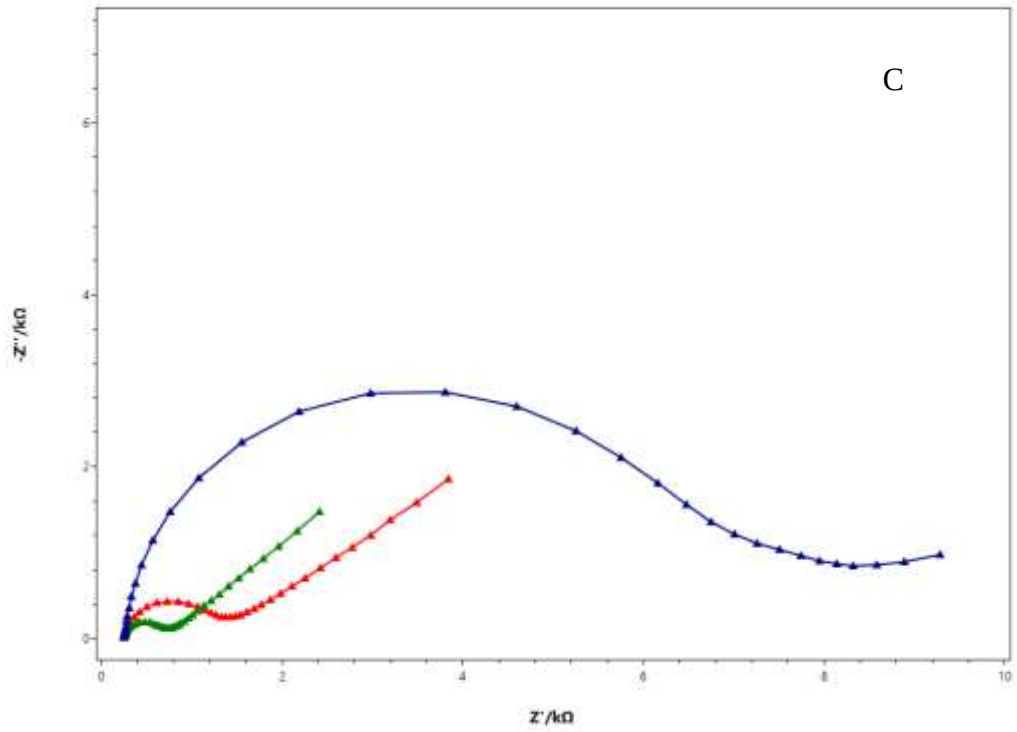
Sonrasında ise prob DNA'nın komplementeri ile eş oluşturduğunda ise EIS artışı gözlemlenmiştir (Şekil 3A, B ve C).



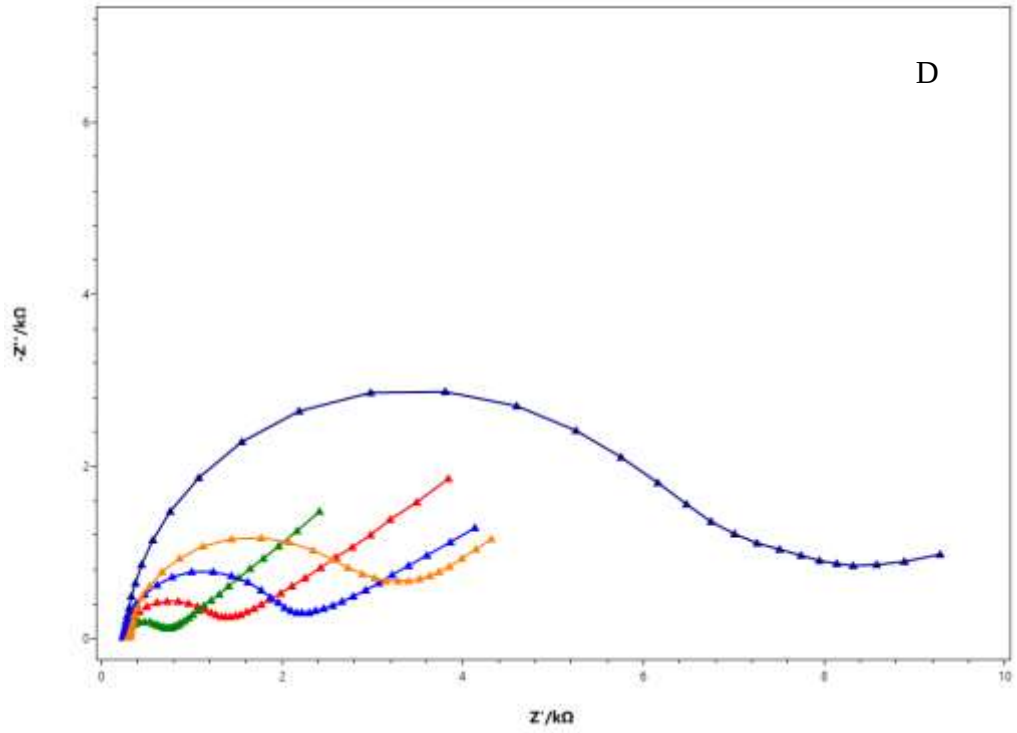
Şekil 3A. Biyosensörün modifikasyon tabakaları ve (5 pM) COVID19 ssDNA'sına verdiği empedans verileri (Yeşil EIS: GNPE, Kırmızı EIS: GNPE/probDNA, Mavi EIS: GNPE/probDNA/ssDNA$_{(20\ b\ COVID\text{-}19)}$).



Şekil 3B. Biyosensörün modifikasyon tabakaları ve (50 pM) COVID19 ssDNA'sına verdiği empedans verileri (Yeşil EIS: GNPE, Kırmızı EIS: GNPE/probDNA, Turuncu EIS: GNPE/probDNA/ssDNA$_{(50pMCOVID\text{-}19)}$).



Şekil 3C. Biyosensörün modifikasyon tabakaları ve 200 pM COVID19 ssDNA'sına verdiği empedans verileri (Yeşil EIS: GNPE, Kırmızı EIS: GNPE/probDNA, Lacivert EIS: GNPE/probDNA/ssDNA$_{(200pM\ COVID\text{-}19)}$).



Şekil 3D. Genosensörün modifikasyon tabakaları ve 5pM (Mavi), 50pM (Turuncu) ve 200pM (Lacivert) COVID19 ssDNA'sına verdiği empedans verilerinin bir diyagramda gösterimi (Yeşil EIS: GNPE, Kırmızı EIS: GNPE/probDNA).

Şekil 3 olarak gruplandırılan verilere bakıldığında genosensöre bağlanan baz çifti üzerindeki miktar arttıkça empedans eğrilerinde yani dirençte artış gözlenmiştir.

5. Sonuç ve Tartışma

Günümüzde genetik tanımlamalar, PCR ve PCR türevli tekniklerle gerçekleştirilebilmektir. COVID-19 tanısı konması için de hastadan alınan örnekler incelenmektedir. Bu inceleme süresi 4 saat ve üzerinde süreler almaktadır. Bu süreyi yaklaşık olarak 1 saate düşürebilen son derece basit ve uygulaması kolay bir genosensör sistemi geliştirilmiştir.

Geliştirilen genosensör ile farklı derişimlerdeki DNA düzeyleri impedimetrik olarak pikomolar düzeyinde ölçülmüştür.

Altın yüzeye prob DNA SH grubu üzerinden bağlanmıştır. Bu bağlanma empedanstaki artış olarak görülmektedir. Empedanstaki artışın sebebi ise yüzeye bağlanan prob DNA ile birlikte, DNA üzerindeki negatif yüklerin redoks probunu iterek daha az redoks probunun yüzeyde dönüşüme uğraması sonucu açığa çıkan elektronların yüzeyi geçerken karşılaştığı elektron transfer direnci artışı olarak görülmektedir.

Ölçüm süresi olarak zamana bağlı genosensör yüzeyine bağlanan ssDNA'ların oluşturduğu direnç zamana bağlı olarak artmıştır. Bu artış 4000 saniye boyunca sürmüş sonrasında ise sinyal daha yatay bir hal alarak bağlanma hızı yavaşlamıştır. COVID DNA'sı ölçümü için düzlemsel olarak artan bölüm olan yaklaşık 4000 saniyelik kısım seçilerek ölçüm süresi 67 dakika olarak belirlenmiştir. DNA'nın oda sıcaklığında çift zincir oluşturabildiği bu sürede bağlanma normal olarak düşünülmüştür.

Bu zaman zarfı belirlendikten sonra, 5pM, 50 pM ve 200 pMssDNA derişimlerinin belirlenmesi için empedans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 3 grubunda görüldüğü gibi, konsantrasyonla elde edilen empedans eğrilerinde artış görülmektedir. Geliştirilen genosensör 5 ile 200 pM arasında COVID19 DNA'sının ölçülmesini sağlamaktadır.

6. Öneriler

Teknolojideki gelişimlerin çok hızlı bir şekilde arttığı bu dönemde medikal uygulamaların da buna paralel olarak artışı hızlı olmaktadır. Günümüzde COVID-19 tanısı konmasında kullanılan altın standart ise PCR testidir. PCR testi polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) adı verilen hedef DNA dizisinin çoğaltılarak ölçülmesi ile çalışan bir yöntemdir. Bu yöntemin doğruluğu günümüzde tartışılmaktadır. Bu nedenle hızlı ve etkili yeni nesil ölçüm sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla SARS-CoV-2 genomik dizisi üzerindeki belli bir DNA dizisi hedef olarak seçilerek yeni nesil bir elektrokimyasal genosensör geliştirilmiştir. Bu genosensör ile PCR'dan daha hızlı ve düşük maliyetli bir yöntem geliştirilmiştir.

Kaynaklar

Chan, J. F., Yuan, S., Kok, K. H., To, K. K., Chu, H., Yang, J., Xing, F., Liu, J., Yip, C. C., Poon, R. W., Tsoi, H. W., Lo, S. K., Chan, K. H., Poon, V. K., Chan, W. M., Ip, J. D., Cai, J. P., Cheng, V. C., Chen, H., Hui, C. K., …, Yuen, K. Y. (2020). A familialcluster of pneumonia associated with the 2019 novel corona virus indicating person-to-persontransmission: a study of a familycluster. *Lancet,* 395(10223), 514–523. Çevrimiçi ön yayın: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30154-9

Drosten, C., Günther, S., Preiser, W., van der Werf, S., Brodt, H. R., Becker, S., Rabenau, H., Panning, M., Kolesnikova, L., Fouchier, R. A., Berger, A., Burguière, A. M., Cinatl, J., Eickmann, M., Escriou, N., Grywna, K., Kramme, S., Manuguerra, J. C., Müller, S., Rickerts, V., … Doerr, H. W. (2003). Identification of a novel corona virus in patients with severe acuterespiratorysyndrome. *The New Englandjournal of medicine*, *348*(20), 1967–1976. Çevrimiçi ön yayın: https://doi.org/10.1056/NEJMoa030747

Gallagher, T. M., and Buchmeier, M. J. (2001). Corona virus spike proteins in viral entry and pathogenesis. *Virology*, *279*(2), 371–374. Çevrimiçi ön yayın:https://doi.org/10.1006/viro.2000.0757

Jancovich, J.K., Chinchar, V.G., Hyatt, A., Miyazaki, T., Williams, T. And Zhang, Q.Y. (2012). VirusTaxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. In A.M.Q. King, M.J. Adams, E.B. Carstens, E.J. Lefkowitz (Eds.),*FamilyIridoviridae*(pp. 770-783). ElsevierAcademicPress.

Ksiazek, T. G., Erdman, D., Goldsmith, C. S., Zaki, S. R., Peret, T., Emery, S., Tong, S., Urbani, C., Comer, J. A., Lim, W., Rollin, P. E., Dowell, S. F., Ling, A. E., Humphrey, C. D., Shieh, W. J., Guarner, J., Paddock, C. D., Rota, P., Fields, B., DeRisi, J., … SARS WorkingGroup (2003). A novel corona virus associated with severe acute respiratory syndrome. *The New Englandjournal of medicine*, *348*(20), 1953–1966. Çevrimiçi ön yayın: https://doi.org/10.1056/NEJMoa030781

Lefkowitz, E. J., Dempsey, D. M., Hendrickson, R. C., Orton, R. J., Siddell, S. G., and Smith, D. B. (2018). Virus taxonomy: the database of the International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). *Nucleic acids research*, *46*(D1), D708–D717. Çevrimiçi ön yayın:https://doi.org/10.1093/nar/gkx932

Liu, P., Chen, W., and Chen, J. P. (2019). Viral Metagenomics Revealed Sendai Virusand Corona virus Infection of Malayan Pangolins (*Manisjavanica*). *Viruses*, *11*(11), 979. Çevrimiçi ön yayın: https://doi.org/10.3390/v11110979

World Health Organization. (n.d.). *Situationreports*. Retrieved March 16, 2020, from https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports. Erişim tarihi: 15.12.2020

Zaki, A. M., vanBoheemen, S., Bestebroer, T. M., Osterhaus, A. D., and Fouchier, R. A. (2012). Isolation of a novel corona virus from a man with pneumonia in Saudi Arabia. *The New Englandjournal of medicine*, *367*(19), 1814–1820. Çevrimiçi ön yayın:https://doi.org/10.1056/NEJMoa1211721

Zhang, T., Wu, Q., &Zhang, Z. (2020). Pangolin homology associated with 2019-nCoV. *bioRxiv,* Çevrimiçi ön yayın: https://doi.org/10.1101/2020.02.19.950253

Zhou, P., Yang, X. L., Wang, X. G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Si, H. R., Zhu, Y., Li, B., Huang, C. L., Chen, H. D., Chen, J., Luo, Y., Guo, H., Jiang, R. D., Liu, M. Q., Chen, Y., Shen, X. R., Wang, X., Zheng, X. S., Shi, Z. L. (2020). A pneumonia out break associated with a new corona virus of probable bat origin. *Nature*, *579*(7798), 270–273. Çevrimiçi ön yayın: https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7

Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., Zhao, X., Huang, B., Shi, W., Lu, R., Niu, P., Zhan, F., Ma, X., Wang, D., Xu, W., Wu, G., Gao, G. F., Tan, W., &China Novel Corona virus Investigating and Research Team (2020). A Novel Corona virus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *The New Englandjournal of medicine*, *382*(8), 727–733. Çevrimiçi ön yayın: https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017



POZİTİF TAM SAYILARIN VE BİLEŞIK KESİRLERİN İÇERDİKLERİ EN BÜYÜK HARMONİK SAYILARI VEREN ALGORİTMALAR

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: Ali Kayra BAYKAL
Zeynep AKARSU

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: Dr. Okan AÇIKSÖZ

İZMİR
2021

1. ÖZET

Bu projede öncelikle her pozitif tam sayının, harmonik serinin sonlu sayıda farklı elemanının toplamı olarak yazılabileceği, yani bir Mısır kesiri olduğu kanıtlanmış ve seriden sonlu sayıda eleman atılması halinde bile bu özelliğin kaybolmayacağı gösterilmiştir. Daha sonra, pozitif tam sayıların ve pozitif bileşik kesirlerin, içerdikleri en büyük harmonik sayıyı veren bir Mısır kesiri olarak ifade edilmeleri ile ilgili çeşitli sonuçlara ulaşılmıştır. Böyle bir parçalamanın yapılmasını sağlayan algoritmalar verilmiş ve algoritmaların karşılaşılabilecek farklı durumlardaki çalışmaları örneklerle açıklanmıştır. Son olarak da yazılan algoritmalar birer bilgisayar programına dönüştürülmüş ve çalıştırılmıştır (Ek 1, Şekil 7).

Elde edilen bulgular özetlenirse:

i) Bir a pozitif tam sayısı, içerdiği en büyük harmonik sayıyı verecek bir Mısır kesiri olarak yazıldığında, terim sayısı $2a-1$'den ve bu harmonik sayı da H_{2a-1} 'den büyük veya eşittir (Algoritma 1 (Şekil 1)).

ii) Bir a pozitif tam sayısı, içerdiği en büyük harmonik sayıyı verecek bir Mısır kesiri olarak yazılırken, $p \in \mathbb{Q}$ ve

$$p < \frac{1}{2a+n+1}$$

olmak üzere, sonlu adım sonra

$$a = H_{2a+n} + p$$

olacaktır. Yani, elde edilen toplamın terim sayısı $2a+n$'den büyük eşittir ve bu harmonik sayı H_{2a+n}'dir (Algoritma 2 (Şekil 2)).

iii) $\frac{a}{b}$ bir pozitif bileşik kesir ve b sayısının 1 den itibaren ardışık pozitif bölenleri sırasıyla $1, r_1, r_2, \dots, r_u$ olsun. Bu bileşik kesir, içerdiği en büyük harmonik sayıyı verecek bir Mısır kesiri olarak yazıldığında, terim sayısı r_u'dan ve bu harmonik sayı da H_{r_u}'dan büyük veya eşittir (Algoritma 3 (Şekil 3)).

iv) Bir $\frac{a}{b}$ pozitif bileşik kesiri, içerdiği en büyük harmonik sayıyı verecek bir Mısır kesiri olarak yazıldığında, terim sayısı $r_u + n$'den büyük eşittir ve bu harmonik sayı H_{r_u+n}'dir (Algoritma 4 (Şekil 4)).

Anahtar Kelimeler: Mısır kesiri, Harmonik sayı, Harmonik dizi, Harmonik seri, Algoritma.

2. AMAÇ

H_1 dışında hiç bir harmonik sayının bir tam sayıya eşit olmadığı bilinmektedir. Buradan yola çıkarak, öncelikle pozitif tam sayıların harmonik serinin sonlu sayıda farklı elemanının toplamı olarak yazılıp yazılamayacağının belirlenmesi ve eğer yazılabiliyorlarsa, yani Mısır kesiri cinsinden ifade edilebiliyorlarsa bu sayıları, serinin ilk teriminden başlayarak en fazla sayıda ardışık elemanını içerecek şekilde parçalayacak bir algoritma tasarlanması ve bu sayede de bir bilgisayar programı elde edilmesi amaçlanmıştır.

Yani diğer bir deyişle, bir a pozitif tam sayısının içerdiği en büyük harmonik sayı H_k olmak üzere, a'yı H_k ile farklı birim kesirlerin toplamı cinsinden ifade eden bir Mısır kesiri olarak parçalayabilen bir algoritma oluşturmak ve bunu bir bilgisayar programına dönüştürmek istenmiştir.

Sonrasında ise aynı sorulara pozitif bileşik kesirler için de yanıt aranmıştır.

3. GİRİŞ

Mısır kesirleri ve harmonik sayılar, matematiğin en uzun süredir üzerinde çalışılan konularından iki tanesidir. Bir Mısır kesiri, sonlu sayıda farklı pozitif birim kesirin toplamıdır. Her pozitif rasyonel sayı, farklı Mısır kesirleri ile ifade edilebilir (Shannon ve Leyendekkers, 2016). Örnek vermek gerekirse,

$$\frac{11}{12}=\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{6}$$

Ancak bu şekilde bir parçalama tek türlü değildir.

$$\frac{11}{12}=\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\frac{1}{5}+\frac{1}{12}+\frac{1}{20}$$

toplamı aynı kesir için bir diğer gösterim olarak verilebilir. Bu nedenle, zaman içerisinde farklı amaçlara yönelik farklı algoritmalar önerilmiş ve geliştirilmiştir. Eski Mısırlıların küçük tek asal paydalar söz konusu iken kullandıkları teknik,

$$\frac{2}{p}=\frac{1}{(\frac{p+1}{2})}+\frac{1}{(\frac{p+1}{2})p}$$

iken (Gillings ve Richard, 1964), Steward 1964 yılında tüm paydalar için,

$$\frac{1}{x}=\frac{1}{x+1}+\frac{1}{x(x+1)}$$

"ayırma algoritmasını" ortaya atmıştır (Beeckmans, 1993). Fibonacci'nin önerdiği algoritmalardan birisi olan "Greedy Algorithm" ise yukarıdaki örnek üzerinde şu şekilde çalışır; $\frac{11}{12}=\frac{1}{\frac{12}{11}}$ olarak yazılır, $\frac{12}{11}$'den büyük en küçük tam sayı 2 olduğundan, $\frac{11}{12}-\frac{1}{2}=\frac{5}{12}$. Daha sonra $\frac{5}{12}=\frac{1}{\frac{12}{5}}$ olarak yazılır, $\frac{12}{5}$'den büyük en küçük tam sayı 3 olduğundan $\frac{5}{12}-\frac{1}{3}=\frac{1}{12}$ olur. Bu durumda,

$$\frac{11}{12}=\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{12}$$

olarak elde edilir (Freitag, ve Phillips., 1999). Butler, Erdös (yıllar önce ölmüş idi) ve Graham yazar isimleri ile 2015 yılında yayınlanan makalede her doğal sayının, paydaları üç tane farklı asal sayının

çarpımı ile elde edilen birim kesirlerin toplamı olarak yazılabileceği kanıtlanmıştır (Butler ve ark., 2015). Hatta, bazı yayınlarda, birim kesirlerin farklı olma şartını kaldırıp yeni bir bakış açısı ile daha serbest bir parçalama üzerinde de durulmuştur (Takenouchi, 1921; Wagon, 1999).

Paydası büyük asal sayılar olan kesirleri parçalamak veya herhangi bir kesiri en az veya en çok sayıda birim kesirin toplamı olarak parçalayabilmek amacıyla algoritmalar oluşturmak da örnekler arasında verilebilir. Yıllar içinde birim kesirlerin paydaların tek, çift ve hatta negatif olması durumları bile incelenmiştir (Shiu, 2009).

Harmonik sayılar ise $n \geq 1$ için,

$$H_n = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n}$$

olarak tanımlandıklarından (Benjamin ve ark., 2002), Mısır kesirleri ile yakından ilişkilidir.

Uluslararası Matematik Olimpiyatlarına Amerikan milli takımını hazırlamak amacıyla kullanılan soruların en iyi 104 tanesinden oluşan "104 number theory problems: from the training of the USA IMO team" isimli çalışmanın 9. sorusu, m ve n birer pozitif tam sayı olmak üzere,

$$S(m,n) = \frac{1}{m} + \frac{1}{m+1} + \cdots + \frac{1}{m+n}$$

toplamının hiç bir zaman bir tam sayıya eşit olmadığının kanıtlanmasıdır (Andreescu ve ark., 2007). Literatürde $m = 1$ olmak üzere, bu toplamın bir tam sayıya en fazla ne kadar yaklaşabileceğinin, yani bir harmonik sayının kendisinden büyük en küçük tam sayı ile ilişkisinin ise incelenmediği görülmüş ve bu boşluğun doldurulmasına karar verilmiştir.

Bu projede, pozitif tam sayıların harmonik serinin sonlu sayıda farklı elemanının toplamı olarak yazılabileceği kanıtlandıktan sonra bir tam sayının, içerdiği en büyük harmonik sayıyı belirleyen bir Mısır kesiri olarak yazılabilmesi için tümüyle yeni bir algoritma oluşturmak ve bu algoritmayı bir bilgisayar programına çevirmek üzerinde durulmuştur. Ayrıca bu problem pozitif bileşik kesirler için de ele alınarak genişletilmiştir.

3.1. ÖN BİLGİLER

Tanım 3.1.1 (Mısır Kesiri): Bir Mısır kesiri, sonlu sayıda farklı pozitif birim kesirin toplamıdır. Her pozitif rasyonel sayı, Mısır kesirleri olarak ifade edilebilir (Shannon ve Leyendekkers, 2016).

Tanım 3.1.2 (Harmonik Seri): Ardışık elemanlarının arasındaki fark sabit olan dizilere "aritmetik dizi", aritmetik dizilerin çarpmaya göre terslerinden oluşan dizilere ise "harmonik dizi" adı verilir. Örneğin,

$1,3,5,7$ bir aritmetik dizi olduğundan $1, \frac{1}{3}, \frac{1}{5}, \frac{1}{7}$ bir harmonik dizidir.

Aynı şekilde,

$1,2,3,4$ bir aritmetik dizi olduğundan $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ bir harmonik dizidir.

Bu şekilde inşa edilmiş bir harmonik dizinin sonsuz tane elemanının toplamı ile elde edilen

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n} + \cdots$$

ifadesi sonsuza gider. Bu ıraksak seriye "harmonik seri" adı verilir (Schmuland, 2003).

Tanım 3.1.3. (Harmonik Sayı): $n \geq 1$ için n'inci harmonik sayı, ilk n pozitif tam sayının çarpmaya göre terslerinin toplamıdır ve H_n ile gösterilir.

$$H_n = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n}$$

harmonik serinin kısmi toplamı olarak da ifade edilebilir (Benjamin ve ark., 2002).

4. YÖNTEM

Öncelikle, yapılan literatür taraması sonucunda harmonik sayılar ile kendilerinden büyük en küçük tam sayılar arasındaki ilişkinin belirlenmediği tespit edilmiştir. Daha sonra, pozitif tam sayıların, içerdikleri en büyük harmonik sayıyı belirleyecek bir Mısır kesiri olarak ifade edilmeleri ile ilgili bazı fikirler ortaya atılmış, sonrasında ise çalışma alanı genişletilerek pozitif bileşik kesirler için de aynı fikirlerin geçerliliği sorgulanmıştır. Bu fikirler lemma ve teoremlere dönüştürüldükten sonra doğrudan ispat tekniği kullanılarak ispatlanmaya başlanmış, ispatlara yardımcı olması amacıyla da taslak algoritmalar oluşturulmuş ve geliştirilmiştir. Son olarak, algoritmalar kusursuz hale geldikten sonra bilgisayar programlarına dönüştürülüp çalışmaları test edilmiştir.

5. İŞ ZAMAN ÇİZELGESİ

	Aylar						
İşin Tanımı	**Ağust**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Hipotezin Ortaya		**X**					
Literatür Taraması	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Hipotezlerin Oluşturulması			**X**	**X**	**X**	**X**	
Proje Raporunun					**X**	**X**	**X**

Tablo 1. İş zaman çizelgesi

6. BULGULAR

Lemma 6.1: $n \geq 1$ bir tam sayı olsun. Her m pozitif tam sayısı için,

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3} + \cdots + \frac{1}{n_k} \;\; ve \;\; m < n_1 < n_2 < n_3 < \cdots < n_k$$

olacak şekilde $n_1, n_2, n_3, \ldots, n_k$ tam sayıları vardır.

İspat: $n = 1$ için yapmak yeterlidir, sonra eşitlik $\frac{1}{n}$ ile çarpılır.

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{m+i}$$

serisi ıraksak olduğundan,

$$\frac{1}{m+1} + \frac{1}{m+2} + \frac{1}{m+3} + \cdots + \frac{1}{m+r} \leq 1 < \frac{1}{m+1} + \frac{1}{m+2} + \frac{1}{m+3} + \cdots + \frac{1}{m+r+1}$$

olacak şekilde $r \geq 1$ tam sayısı vardır. Dolayısıyla, bir

$$0 \leq q < \frac{1}{m+r+1}$$

rasyonel sayısı için,

$$1 = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{m+2} + \frac{1}{m+3} + \cdots + \frac{1}{m+r} + q$$

olur. Her q rasyonel sayısı bir Mısır kesiri olduğundan,

$$q = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} + \cdots + \frac{1}{x_m} \; ve \; 1 < x_1 < x_2 < x_3 < \cdots < x_m$$

olarak yazılabilir. Ayrıca,

$$\frac{1}{x_1} \leq q < \frac{1}{m+r+1}$$

olduğundan,

$$x_1 > m + r + 1$$

$n_1 = m + 1,\ n_2 = m + 2,\ n_3 = m + 3,\ \ldots,\ n_r = m + r,\ n_{r+1} = x_1,\ \ldots,\ n_k = x_m$ için,

$$1 = \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3} + \cdots + \frac{1}{n_k} \;\; ve \;\; m < n_1 < n_2 < n_3 < \cdots < n_k$$

Teorem 6.2: A bir pozitif tam sayı olsun.

$$A = \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3} + \cdots + \frac{1}{n_k} \;\; ve \;\; n_1 < n_2 < n_3 < \cdots < n_k$$

olacak şekilde pozitif $n_1, n_2, n_3, \ldots, n_k$ tam sayıları vardır.

İspat: $H_n = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n}$ ve M bir pozitif tam sayı olsun, $\lim_{n\to\infty} H_n = \infty$ olduğundan, $H_k \leq M < H_{k+1}$ olacak şekilde H_k ve H_{k+1} harmonik sayıları vardır. Dolayısıyla bir $0 \leq q < \frac{1}{k+1}$ rasyonel sayısı için $M = H_k + q$ olur. Her q rasyonel sayısı bir Mısır kesiri olduğundan,

$$q = \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3} + \cdots + \frac{1}{n_t} \; (1)$$

olacak şekilde birbirinden farklı $n_1 < n_2 < n_3 < \cdots < n_t$ tam sayıları vardır.

Şimdi tümevarım kullanarak,

$$(2)\begin{cases} q=\frac{1}{x_1}+\frac{1}{x_2}+\frac{1}{x_3}+\cdots+\frac{1}{x_m}\ olacak\ şekilde, \\ k<x_1<x_2<x_3<\cdots<x_m\ tam\ sayıları\ bulunduğunu\ gösterelim. \end{cases}$$

(1)'de $t=1$ ise Lemma 6.1' den dolayı (2) doğrudur.

(2)'nin bir $t\geq 1$ için doğru olduğunu kabul edip $t+1$ için doğruluğunu ispatlayalım.

$$q=\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}+\frac{1}{n_3}+\cdots+\frac{1}{n_t}+\frac{1}{n_{t+1}}$$

olsun. Tümevarım hipotezinden,

$$\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}+\frac{1}{n_3}+\cdots+\frac{1}{n_t}=\frac{1}{y_1}+\frac{1}{y_2}+\frac{1}{y_3}+\cdots+\frac{1}{y_s}\ ve\ k<y_1<y_2<y_3<\cdots<y_s$$

olacak şekilde $y_1, y_2, y_3, \dots, y_s$ tam sayıları vardır. Lemma 6.1'den,

$$\frac{1}{n_{t+1}}=\frac{1}{z_1}+\frac{1}{z_2}+\frac{1}{z_3}+\cdots+\frac{1}{z_u}\ \ ve\ \ y_s<z_1<z_2<z_3<\cdots<z_u$$

olacak şekilde $z_1, z_2, z_3, \dots, z_u$ tam sayıları vardır. Buradan,

$$q=\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}+\frac{1}{n_3}+\cdots+\frac{1}{n_t}+\frac{1}{n_{t+1}}=\frac{1}{y_1}+\frac{1}{y_2}+\frac{1}{y_3}+\cdots+\frac{1}{y_s}+\frac{1}{z_1}+\frac{1}{z_2}+\frac{1}{z_3}+\cdots+\frac{1}{z_u}$$

$$k<y_1<y_2<y_3<\cdots<y_s<z_1<z_2<z_3<\cdots<z_u$$

bulunur ve tümevarım ile (2) ifadesinin doğru olduğu kanıtlanmış olur. Sonuç olarak,

$$M=H_k+q=1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\cdots+\frac{1}{k}+\frac{1}{x_1}+\frac{1}{x_2}+\frac{1}{x_3}+\cdots+\frac{1}{x_m}$$

ve

$$1<2<3<\cdots<k<x_1<x_2<x_3<\cdots<x_m$$

şeklinde yazılmış olur. Yani, her pozitif tam sayıyı içerdiği en büyük harmonik sayı ve farklı birim kesirlerin toplamı olan bir Mısır kesiri olarak ifade etmek mümkündür.

Teorem 6.3: $S_1=\left\{\frac{1}{n}\right\}_{n\geq 1}$ olsun ve S_2 dizisi, S_1'den sonlu sayıda eleman atılarak elde edilsin. Bu durumda, her A pozitif tam sayısı, $n'_{k_1}<n'_{k_2}<\cdots<n'_{k_u}$ ve $\frac{1}{n'_{k_i}}\in S_2$ olmak üzere, $A=\frac{1}{n'_{k_1}}+\frac{1}{n'_{k_2}}+\cdots+\frac{1}{n'_{k_u}}$ biçiminde yazılabilir.

İspat: $S_1=\left\{\frac{1}{n}\right\}_{n\geq 1}$ dizisinden sonlu $\frac{1}{m_1}, \frac{1}{m_2}, \dots, \frac{1}{m_k}$ elemanları atılarak elde edilen dizi $S_2=\left\{\frac{1}{n'_k}\right\}_{k\geq 1}$ olsun. Genelliği bozmadan, $\frac{1}{m_1}>\frac{1}{m_2}>\cdots\frac{1}{m_k}$ olduğunu kabul edebiliriz. A bir pozitif tam sayı olsun. Teorem 6.2'den $A=\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}+\cdots+\frac{1}{n_k}$ ve $n_1<n_2<\cdots<n_k$ olacak şekilde pozitif $n_1, n_2, \dots, n_k$ tam sayıları vardır. $\left\{\frac{1}{n_1}, \frac{1}{n_2}, \dots, \frac{1}{n_k}\right\}\cap\left\{\frac{1}{m_1}, \frac{1}{m_2}, \dots, \frac{1}{m_k}\right\}=\emptyset$ ise ispat tamamlanır. $\left\{\frac{1}{n_1}, \frac{1}{n_2}, \dots, \frac{1}{n_k}\right\}\cap\left\{\frac{1}{m_1}, \frac{1}{m_2}, \dots, \frac{1}{m_k}\right\}=\left\{\frac{1}{n_{i_1}}, \frac{1}{n_{i_2}}, \dots, \frac{1}{n_{i_s}}\right\}$ ve $n_{i_1}<n_{i_2}<\cdots<n_{i_s}$ olsun. Lemma 6.1'den $\frac{1}{n_{i_1}}+\frac{1}{n_{i_2}}+\cdots+\frac{1}{n_{i_s}}$ toplamı, $n_{i_1}<n_{i_2}<\cdots<n_{i_s}<n'_{k_1}<n'_{k_2}<\cdots<n'_{k_u}$ olmak üzere, $\frac{1}{n'_{k_1}}+\frac{1}{n'_{k_2}}+\cdots+\frac{1}{n'_{k_u}}$ olarak yazılabilir. Dolayısıyla, A pozitif tam sayısı, $n'_{k_1}<n'_{k_2}<\cdots<n'_{k_u}$ ve $\frac{1}{n'_{k_i}}\in S_2$ olmak üzere, $A=\frac{1}{n'_{k_1}}+\frac{1}{n'_{k_2}}+\cdots+\frac{1}{n'_{k_u}}$ biçiminde yazılmış olur.

Teorem 6.4: Bir a pozitif tam sayısının içerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla yazılan Mısır kesirinin terim sayısı $2a-1$'den ve bu harmonik sayı da H_{2a-1}'den büyük veya eşittir.

İspat: Terim sayısının $2a-1$'e eşit olduğu durum sadece $a=1$ için mevcuttur. $a=1$ için $H_{2a-1}=H_1=1=a$. Herhangi bir $a \in \mathbb{Z}^+$ için ispat Algoritma 1 (Şekil 1) yardımı ile yapılabilir:

ADIM 1: a sayısının 1 eksiği olarak bir b sayısı tanımla.

$$b=a-1$$

$b=0$ ise ADIM 9'a git, aksi taktirde devam et.

ADIM 2: b sayısını $2b$ tane $\frac{1}{2}$ nin toplamı olarak yaz.

$$b=\frac{2b}{2}=\frac{1}{2}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}+\cdots\frac{1}{2}$$

ADIM 3: İlk $\frac{1}{2}$ dışında kalanları sırasıyla $3,4,5,\ldots,(2b+1)$ sayıları ile genişlet.

$$b=\frac{1}{2}+\frac{3}{6}+\frac{4}{8}+\cdots+\frac{2b+1}{4b+2}$$

ADIM 4: Bu kesirlerin paylarını 2 ile bir doğal sayının toplamı olarak yaz.

$$b=\frac{1}{2}+\frac{2+1}{6}+\frac{2+2}{8}+\cdots+\frac{2+2b-1}{4b+2}$$

ADIM 5: Bu kesirleri birinin payı 2 olan iki kesirin toplamı olarak ayır ve harmonik serinin ardışık terimleri başa gelecek şekilde düzenle.

$$b=\frac{1}{2}+\frac{2}{6}+\frac{1}{6}+\frac{2}{8}+\frac{2}{8}+\cdots+\frac{2}{4b+2}+\frac{2b-1}{4b+2}$$

$$b=\frac{1}{2}+\frac{2}{6}+\frac{2}{8}+\cdots+\frac{2}{4b+2}+\frac{1}{6}+\frac{2}{8}+\cdots+\frac{2b-1}{4b+2}$$

$$b=\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\cdots+\frac{1}{2b+1}+\frac{1}{4}+\frac{1}{6}+\cdots+\frac{2b-1}{4b+2}$$

ADIM 6:

$$\frac{1}{4}+\frac{1}{6}+\cdots+\frac{2b-1}{4b+2}$$

toplamını A olarak adlandır.

$$b=\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\cdots+\frac{1}{2b+1}+A$$

ADIM 7: b için elde edilen ifadeyi $a=b+1$ eşitliğinde yerine yaz.

$$a=1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\cdots+\frac{1}{2b+1}+A$$

ADIM 8: a için elde edilen son eşitlikte b yerine $a-1$ yaz.

$$\boxed{a=1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\cdots+\frac{1}{2a-1}+A}$$

$$\boxed{a=H_{2a-1}+A}$$

ADIM 9: a sayısı için elde edilen ifadeyi ekrana yansıt ve programdan çık.

Şekil 1. Algoritma 1

Bu durumda, bir a pozitif tam sayısının içerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla yazılan Mısır kesirinin,

$$1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\cdots+\frac{1}{2a-1}$$

toplamını kesinlikle içerdiği, yani toplam terim sayısının kesinlikle $2a-1$'den ve de bu harmonik sayının H_{2a-1}'den büyük veya eşit olduğu Algoritma 1 (Şekil 1) yardımıyla kanıtlanmış oldu.

Açıklık için, A'nın farklı birim kesirlerin toplamı olarak yazılması ve elde edilecek olan harmonik sayının büyümesi durumu Teorem 6.6'nın ispatında ele alınmış, Algoritma 1'in tam hali olan Algoritma 2 (Şekil 2) bu ispatta verilmiştir.

Örnek 6.5: 2 sayısının içerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla yazılan Mısır kesirinin terim sayısının 3'ten ve bu harmonik sayının H_3'ten büyük ya da eşit olduğunu gösteriniz.

Algoritma 1 yardımıyla gösterilirse:

ADIM 1:

$$b=2-1=1$$

ADIM 2:

$$b=1=\frac{2}{2}=\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$$

ADIM 3:

$$1=\frac{1}{2}+\frac{3}{6}$$

ADIM 4:

$$1=\frac{1}{2}+\frac{2+1}{6}$$

ADIM 5 ve 6:

$$1=\frac{1}{2}+\frac{2}{6}+\frac{1}{6}=\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{6}$$

ADIM 7 ve 8:

$$\boxed{2=1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{6}}$$

ADIM 9:

$$\boxed{2=H_3+\frac{1}{6}}$$

Bu örnekte Algoritma 1 (Şekil 1) yardımıyla 2 sayısının içerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla yazılan Mısır kesirinin terim sayısının 3'ten ve bu harmonik sayının H_3'ten büyük veya eşit olduğu gösterilmiş oldu.

Teorem 6.6: Bir a pozitif tam sayısının içerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla bir Mısır kesiri yazılırken, $p \in \mathbb{Q}$ ve

$$p < \frac{1}{2a+n+1}$$

olmak üzere, sonlu adım sonra,

$$a = H_{2a+n} + p$$

olacaktır. Yani, bir a pozitif tam sayısının içerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla yazılan Mısır kesirinin terim sayısı $2a+n$'den büyük eşittir ve bu harmonik sayı H_{2a+n}'dir (Algoritma 2 (Şekil 2)).

İspat: Teoremi kanıtlamak için Algoritma 1 (Şekil 1) in genişletilmiş hali olan Algoritma 2 (Şekil 2) kullanılabilir:

ADIM 1: a sayısının 1 eksiği olarak bir b sayısı tanımla.

$$b = a - 1$$

$b = 0$ ise ADIM 12'ye git, aksi taktirde devam et.

ADIM 2: b sayısını $2b$ tane $\frac{1}{2}$ nin toplamı olarak yaz.

$$b = \frac{2b}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \cdots \frac{1}{2}$$

ADIM 3: İlk $\frac{1}{2}$ dışında kalanları sırasıyla $3, 4, 5, \ldots, (2b+1)$ sayıları ile genişlet.

$$b = \frac{1}{2} + \frac{3}{6} + \frac{4}{8} + \cdots + \frac{2b+1}{4b+2}$$

ADIM 4: Bu kesirlerin paylarını 2 ile bir doğal sayının toplamı olarak yaz.

$$b = \frac{1}{2} + \frac{2+1}{6} + \frac{2+2}{8} + \cdots + \frac{2+2b-1}{4b+2}$$

ADIM 5: Bu kesirleri birinin payı 2 olan iki kesirin toplamı olarak ayır ve harmonik serinin ardışık terimleri başa gelecek şekilde düzenle.

$$b = \frac{1}{2} + \frac{2}{6} + \frac{1}{6} + \frac{2}{8} + \frac{2}{8} + \cdots + \frac{2}{4b+2} + \frac{2b-1}{4b+2}$$

$$= \frac{1}{2} + \frac{2}{6} + \frac{2}{8} + \cdots + \frac{2}{4b+2} + \frac{1}{6} + \frac{2}{8} + \cdots + \frac{2b-1}{4b+2}$$

$$b = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \cdots + \frac{1}{2b+1} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \cdots + \frac{2b-1}{4b+2}$$

ADIM 6:

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \cdots + \frac{2b-1}{4b+2}$$

toplamını A olarak adlandır.

$$b = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \cdots + \frac{1}{2b+1} + A$$

ADIM 7: b için elde edilen ifadeyi $a = b + 1$ eşitliğinde yerine yaz.

$$a = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \cdots + \frac{1}{2b+1} + A$$

ADIM 8: a için elde edilen son eşitlikte b yerine $a - 1$ yaz.

$$\boxed{a = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \cdots + \frac{1}{2a-1} + A}$$

$$\boxed{a = H_{2a-1} + A}$$

ADIM 9: En son elde edilen harmonik sayı H_{2a+n} olmak üzere, $A < \frac{1}{2a+n+1}$ ise ADIM 12'ye git, aksi taktirde devam et.

ADIM 10: En son elde edilen harmonik sayı H_k olmak üzere, H_{k+1}'i elde etmek amacıyla A'nın içerdiği $\frac{f}{g} > \frac{1}{k+1}$ kesirlerini $k+1$ ile genişlet ve birinin payı q olan iki kesirin toplamı olarak yaz ve ADIM 9'a dön. Yani,

$$a = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{7}{6}$$

$$a = H_4 + \frac{7}{6}$$

gibi bir durum ortaya çıktığında $\frac{7}{6} \cong 1{,}16 > \frac{1}{5} = 0{,}2$ olduğundan,

$$a = H_4 + \frac{35}{30} = H_4 + \frac{6+29}{30} = H_4 + \frac{6}{30} + \frac{29}{30} = H_4 + \frac{1}{5} + \frac{29}{30}$$

$$a = H_5 + \frac{29}{30}$$

şeklinde düzenle ve ADIM 9'a dön.

ADIM 11: a sayısı iki tane $\frac{1}{q}$ birim kesirine sahip olduğu sürece, en son elde edilen harmonik sayı H_k olmak üzere, H_{k+1}'i elde etmek amacıyla birim kesirlerden birisini $k+1$ ile genişlet ve birinin payı q olan iki kesirin toplamı olarak yaz. Aksi taktirde ADIM 9'a dön. Yani,

$$a = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

$$a = H_4 + \frac{1}{4}$$

gibi bir durum ortaya çıktığında,

$$a = H_4 + \frac{5}{20} = H_4 + \frac{4+1}{20} = H_4 + \frac{4}{20} + \frac{1}{20} = H_4 + \frac{1}{5} + \frac{1}{20}$$

$$a = H_5 + \frac{1}{20}$$

şeklinde düzenle.

ADIM 12: a' nın içerdiği tüm kesirler farklı birim kesirler ise a için elde edilen ifadeyi ekrana yansıt ve programdan çık, aksi taktirde devam et.

ADIM 13: $A = \frac{h}{l} < \frac{1}{2a+n+1}$ kesirini kendisinden küçük en büyük birim kesir ile bir başka kesirin toplamı olarak yaz. Bunun için l'nin pozitif bölenlerinden h'dan küçük en büyük olanını bul. Bu sayı t olsun. Payı $t + h - t$ olarak parçaladıktan sonra kesiri $\frac{t}{l} + \frac{h-t}{l}$ toplamı olarak yaz ve ADIM 11'e dön. Yani,

$$a = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{13}{84}$$

gibi bir durum ortaya çıktığında,

$$\frac{13}{84} \cong 0{,}15 < \frac{1}{5} = 0{,}2$$

olduğundan,

$$a = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{12+1}{84} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{12}{84} + \frac{1}{84}$$

$$a = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{7} + \frac{1}{84}$$

şeklinde düzenle ve ADIM 11'e dön.

Şekil 2. Algoritma 2

Bu durumda, a pozitif tam sayısının içerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla yazılan Mısır kesirinin terim sayısının $2a+n$'den büyük ya da eşit olduğu ve bu harmonik sayının H_{2a+n} olduğu Algoritma 2 (Şekil 2) yardımıyla kanıtlanmış oldu. Burada,

$$a = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \cdots + \frac{1}{2a+n} + A$$

$$a = H_{2a+n} + A$$

ve

$$A < \frac{1}{2a+n+1}$$

olarak elde edilmiştir.

Örnek 6.7: İçerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla 3 sayısını bir Mısır kesiri olarak yazınız. Bu harmonik sayıyı ve Mısır kesirinin terim sayısını bulunuz.

Algoritma 2 (Şekil 2) yardımıyla gösterilirse:

ADIM 1:

$$b = 3 - 1 = 2$$

ADIM 2:

$$b = 2 = \frac{4}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$$

ADIM 3:

$$2 = \frac{1}{2} + \frac{3}{6} + \frac{4}{8} + \frac{5}{10}$$

ADIM 4:

$$2 = \frac{1}{2} + \frac{2+1}{6} + \frac{2+2}{8} + \frac{2+3}{10}$$

ADIM 5 ve 6:

$$2 = \frac{1}{2} + \frac{2}{6} + \frac{2}{8} + \frac{2}{10} + \frac{1}{6} + \frac{2}{8} + \frac{3}{10} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{3}{10}$$

ADIM 7 ve 8:

$$3 = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + A$$

ADIM 10 ve 11:

$$A = \frac{1}{4} + \frac{3}{10} = \frac{7}{28} + \frac{3}{10} = \frac{4+3}{28} + \frac{3}{10} = \frac{4}{28} + \frac{3}{10} + \frac{3}{28}$$

$$= \frac{1}{7} + \frac{3}{10} + \frac{3}{28} = \frac{1}{7} + \frac{24}{80} + \frac{3}{28} = \frac{1}{7} + \frac{10+14}{80} + \frac{3}{28}$$

$$= \frac{1}{7} + \frac{10}{80} + \frac{14}{80} + \frac{3}{28}$$

$$= \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{7}{40} + \frac{3}{28} = \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{63}{360} + \frac{3}{28} = \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{40+23}{360} + \frac{3}{28}$$

$$= \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{40}{360} + \frac{23}{360} + \frac{3}{28}$$

$$= \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{23}{360} + \frac{3}{28} = \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{3}{28} + \frac{23}{360}$$

$$= \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{30}{280} + \frac{23}{360}$$

$$= \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{28+2}{280} + \frac{23}{360} = \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{28}{280} + \frac{2}{280} + \frac{23}{360}$$

$$= \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{1}{10} + \frac{1}{140} + \frac{23}{360}$$

$$\frac{23}{360} \cong 0{,}006 < \frac{1}{11} \cong 0{,}09$$

olduğundan, artık harmonik serinin daha fazla ardışık terimi elde edilemez. Bu nedenle son kalan kesirden küçük en büyük birim kesir bulunarak işleme devam edilir. 360'ın bölenlerinden 23'ün içinde bulunan en büyüğü 20 olduğundan aşağıdaki şekilde devam edilir.

ADIM 13:

$$A = \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{1}{10} + \frac{1}{140} + \frac{20+3}{360}$$

$$= \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{1}{10} + \frac{1}{140} + \frac{20}{360} + \frac{3}{360}$$

$$= \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{1}{10} + \frac{1}{140} + \frac{1}{18} + \frac{1}{120}$$

$$A = \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{1}{10} + \frac{1}{18} + \frac{1}{120} + \frac{1}{140}$$

Son olarak, A için elde edilen bu ifade,

$$3 = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + A$$

eşitliğinde yerine yazılır.

ADIM 12:

$$\boxed{3 = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{1}{10} + \frac{1}{18} + \frac{1}{120} + \frac{1}{140}}$$

$$\boxed{3 = H_{10} + \frac{1}{18} + \frac{1}{120} + \frac{1}{140}}$$

3 sayısının içerdiği en büyük harmonik sayı H_{10} ve kullanılan Mısır kesirinin terim sayısı 13 oldu.

Teorem 6.8: b sayısının pozitif bölenleri küçükten büyüğe ardışık olarak $1, r_1, r_2, \dots, r_u$ olsun. Bir $\frac{a}{b}$ pozitif bileşik kesirinin içerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla yazılan Mısır kesirinin terim sayısı r_u'dan ve bu harmonik sayı da H_{r_u}'dan büyük veya eşittir.

İspat: Herhangi bir $\frac{a}{b}$ pozitif bileşik kesiri için ispat Algoritma 3 (Şekil 3) yardımı ile yapılabilir:

ADIM 1: $\frac{a}{b} = 1$ ise ADIM 5'e git. Aksi taktirde devam et.

ADIM 2: b sayısının pozitif bölenleri küçükten büyüğe ardışık olarak $1, r_1, r_2, \dots, r_u$ olsun. Kesirin payını, $\frac{b}{1} + \frac{b}{r_1} + \frac{b}{r_2} + \cdots + \frac{b}{r_u}$ toplamını kullanarak parçala ve artan sayıya B adını ver.

$$\frac{a}{b} = \frac{\frac{b}{1} + \frac{b}{r_1} + \frac{b}{r_2} + \cdots + \frac{b}{r_u} + B}{b}$$

ADIM 3: Kesiri kesirler toplamı olarak parçala.

$$\frac{a}{b} = \frac{1}{1} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \cdots + \frac{1}{r_u} + \frac{B}{b}$$

ADIM 4:

$$\frac{B}{b} = A$$

olarak adlandır.

$$\boxed{\frac{a}{b} = 1 + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \cdots + \frac{1}{r_u} + A}$$

$$\boxed{\frac{a}{b} = H_{r_u} + A}$$

ADIM 5: $\frac{a}{b}$ için elde edilen ifadeyi ekrana yansıt ve programdan çık.

Şekil 3. Algoritma 3

Teorem 6.9: b sayısının pozitif bölenleri küçükten büyüğe ardışık olarak $1, r_1, r_2, \dots, r_u$ olsun. Bir $\frac{a}{b}$ pozitif bileşik kesiri içerdiği en büyük harmonik sayı ve farklı birim kesirlerin toplamı olarak yazılırken, $p \in \mathbb{Q}$ ve

$$p < \frac{1}{r_u + n + 1}$$

olmak üzere, sonlu adım sonra,

$$a = H_{r_u+n} + p$$

olacaktır. Yani, bir a pozitif tam sayısı içerdiği en büyük harmonik sayı ve farklı birim kesirlerin toplamı olarak yazıldığında terim sayısı $r_u + n$'den büyük eşittir ve bu harmonik sayı H_{r_u+n} dir (Algoritma 4 (Şekil 4)).

İspat: Herhangi bir $\frac{a}{b}$ pozitif bileşik kesiri için ispat Algoritma 3'ün (Şekil 3) genişletilmiş hali olan Algoritma 4 (Şekil 4) yardımı ile yapılabilir:

ADIM 1: $\frac{a}{b} = 1$ ise ADIM 8'e git. Aksi taktirde devam et.

ADIM 2: b sayısının ardışık pozitif bölenleri küçükten büyüğe $1, r_1, r_2, \dots, r_u$ olsun. Kesirin payını, $\frac{b}{1} + \frac{b}{r_1} + \frac{b}{r_2} + \cdots + \frac{b}{r_u}$ toplamını kullanarak parçala ve artan sayıya B adını ver.

$$\frac{a}{b} = \frac{\frac{b}{1} + \frac{b}{r_1} + \frac{b}{r_2} + \cdots + \frac{b}{r_u} + B}{b}$$

ADIM 3 Kesiri kesirler toplamı olarak parçala.

$$\frac{a}{b} = \frac{1}{1} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \cdots + \frac{1}{r_u} + \frac{B}{b}$$

ADIM 4:

$$\frac{B}{b} = A$$

olarak adlandır.

$$\frac{a}{b} = 1 + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \cdots + \frac{1}{r_u} + A$$

ADIM 5: En son elde edilen harmonik sayı H_u olmak üzere, $A < \frac{1}{u+1}$ ise ADIM 8'e git, aksi taktirde devam et.

ADIM 6: En son elde edilen harmonik sayı H_k olmak üzere, H_{k+1}'i elde etmek amacıyla A'nın içerdiği $\frac{f}{g} > \frac{1}{k+1}$ kesirlerini $k+1$ ile genişlet ve birinin payı q olan iki kesirin toplamı olarak yaz ve ADIM 5'e dön. Yani,

$$\frac{a}{b} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{7}{6}$$

$$\frac{a}{b} = H_4 + \frac{7}{6}$$

gibi bir durum ortaya çıktığında,

$$\frac{a}{b} = H_4 + \frac{35}{30} = H_4 + \frac{6+29}{30} = H_4 + \frac{6}{30} + \frac{29}{30} = H_4 + \frac{1}{5} + \frac{29}{30}$$

$$\frac{a}{b} = H_5 + \frac{29}{30}$$

şeklinde düzenle.

ADIM 7: $\frac{a}{b}$ sayısı iki tane $\frac{1}{q}$ birim kesirine sahip olduğu sürece, en son elde edilen harmonik sayı H_k olmak üzere, H_{k+1}'i elde etmek amacıyla birim kesirlerden birisini $k+1$ ile genişlet ve birinin payı q olan iki kesirin toplamı olarak yaz. Aksi taktirde ADIM 5'e dön. Yani,

$$\frac{a}{b} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{a}{b} = H_4 + \frac{1}{4}$$

gibi bir durum ortaya çıktığında,

$$\frac{a}{b} = H_4 + \frac{5}{20} = H_4 + \frac{4+1}{20} = H_4 + \frac{4}{20} + \frac{1}{20} = H_4 + \frac{1}{5} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{a}{b} = H_5 + \frac{1}{20}$$

şeklinde düzenle.

ADIM 8: $\frac{a}{b}$' nın içerdiği tüm kesirler farklı birim kesirler ise $\frac{a}{b}$ için elde edilen ifadeyi ekrana yansıt ve programdan çık, aksi taktirde devam et.

ADIM 9: $A = \frac{h}{l} < \frac{1}{u+1}$ kesirini kendisinden küçük en büyük birim kesir ile bir başka kesirin toplamı olarak yaz. Bunun için l'nin pozitif bölenlerinden h'dan küçük en büyük olanını bul. Bu sayı t olsun. Payı $t + h - t$ olarak parçaladıktan sonra kesiri $\frac{t}{l} + \frac{h-t}{l}$ toplamı olarak yaz ve ADIM 7'ye dön. Yani,

$$\frac{a}{b} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{13}{84}$$

gibi bir durum ortaya çıktığında,

$$\frac{13}{84} \cong 0{,}15 < \frac{1}{5} = 0{,}2$$

olduğundan,

$$\frac{a}{b} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{12+1}{84} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{12}{84} + \frac{1}{84}$$

$$\frac{a}{b} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{7} + \frac{1}{84}$$

olarak düzenle ve ADIM 7'ye dön.

Şekil 4. Algoritma 4

Böylece, b sayısının ardışık pozitif bölenleri küçükten büyüğe $1, r_1, r_2, \dots, r_u$ olmak üzere, bir $\frac{a}{b}$ pozitif bileşik kesirinin içerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla yazılan Mısır kesirinin terim sayısının r_u'dan ve harmonik sayının da H_{r_u}'dan büyük veya eşit olduğu kanıtlanmış oldu.

Örnek 6.9: $\frac{47}{24}$ bileşik kesirini, içerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla bir Mısır kesiri olarak yazınız ve bu harmonik sayıyı bulunuz.

Algoritma 4 (Şekil 4) yardımıyla,

ADIM 1 ve 2:

$$\frac{47}{24} = \frac{\frac{24}{1} + \frac{24}{2} + \frac{24}{3} + 3}{24}$$

ADIM 3:

$$\frac{47}{24} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{3}{24}$$

$$\boxed{\frac{47}{24} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{8}}$$

Yani,

$$\boxed{\frac{47}{24} = H_3 + \frac{1}{8}}$$

şeklinde 4 terimli bir Mısır kesiri olarak elde edildi.

Örnek 6.10: $\frac{35}{12}$ bileşik kesirini, içerdiği en büyük harmonik sayıyı bulmak amacıyla bir Mısır kesiri olarak yazınız ve bu harmonik sayıyı bulunuz.

Algoritma 4 (Şekil 4) yardımıyla,

ADIM 1 ve 2:

$$\frac{35}{12}=\frac{\frac{12}{1}+\frac{12}{2}+\frac{12}{3}+\frac{12}{4}+10}{12}$$

ADIM 3:

$$\frac{35}{12}=\frac{1}{1}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\frac{10}{12}=1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\frac{5}{6}$$

ADIM 4:

$$\frac{5}{6}=A$$

olarak adlandırılsın. Yani,

$$\frac{35}{12}=1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+A$$

ADIM 6:

$$A=\frac{5}{6}=\frac{25}{30}=\frac{6+19}{30}=\frac{6}{30}+\frac{19}{30}$$
$$=\frac{1}{5}+\frac{19}{30}=\frac{1}{5}+\frac{114}{180}=\frac{1}{5}+\frac{30+84}{180}=\frac{1}{5}+\frac{30}{180}+\frac{84}{180}$$
$$=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{7}{15}=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{49}{105}=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{15+34}{105}$$
$$=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{15}{105}+\frac{34}{105}$$
$$=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{34}{105}=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{272}{840}$$
$$=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{105+167}{840}=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{105}{840}+\frac{167}{840}$$
$$=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{167}{840}=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1503}{7560}$$
$$=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{840+663}{7560}=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{840}{7560}+\frac{663}{7560}$$
$$=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{663}{7560}$$

ADIM 9:

$$\frac{663}{7560}\cong 0{,}08<\frac{1}{10}=0{,}1$$

olduğundan artık ardışık terimler yerine kalan sayının içerdiği en büyük birim kesir aranacak,

$$A=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{663}{7560}=\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{221}{2520}$$

$$= \frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{210+11}{2520} = \frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{210}{2520}+\frac{11}{2520}$$

$$= \frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{1}{12}+\frac{11}{2520} = \frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{1}{12}+\frac{10+1}{2520}$$

$$= \frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{1}{12}+\frac{10}{2520}+\frac{1}{2520}$$

$$A = \frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{1}{12}+\frac{1}{252}+\frac{1}{2520}$$

Son olarak, A için elde edilen bu ifade,

$$\frac{35}{12} = 1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+A$$

eşitliğinde yerine yazılır.

ADIM 8:

$$\boxed{\frac{35}{12} = 1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{1}{12}+\frac{1}{252}+\frac{1}{2520}}$$

$$\boxed{\frac{35}{12} = H_9+\frac{1}{12}+\frac{1}{252}+\frac{1}{2520}}$$

şeklinde 12 terimli bir Mısır kesiri olarak elde edildi.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Antik çağlarda tanımlandıkları ilk günden bu yana Mısır kesirleri ve harmonik sayılar üzerine sayısız çalışma yapılmıştır ve kesirleri özel amaçlar doğrultusunda parçalayan yeni algoritmalar aramak literatürde çok yaygındır. Paydası küçük ya da büyük asal sayılar olan kesirleri parçalamak veya herhangi bir kesiri en az ya da en çok sayıda birim kesirin toplamı olarak parçalayabilmek bu amaçlara örnek olarak verilebilir. Yıllar içinde birim kesirlerin paydaların tek, çift ve hatta negatif olması durumları bile incelenmiştir (Takenouchi, 1921; Gillings ve Richard, 1964; Beeckmans, 1993; Wagon, 1999; Shiu, 2009; Shannon ve Leyendekkers, 2016).

Harmonik sayılar da $n \geq 1$ için,

$$H_n = 1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\cdots+\frac{1}{n}$$

olarak tanımlandıklarından (Benjamin ve ark., 2002), Mısır kesirleri ile yakından ilişkilidir.

"104 number theory problems: from the training of the USA IMO team" isimli çalışmanın 9. sorusunda, m ve n birer pozitif tam sayı olmak üzere,

$$S(m,n) = \frac{1}{m}+\frac{1}{m+1}+\cdots+\frac{1}{m+n}$$

toplamının hiç bir zaman bir tam sayıya eşit olmadığının kanıtlanması istenmektedir (Andreescu ve ark., 2007).

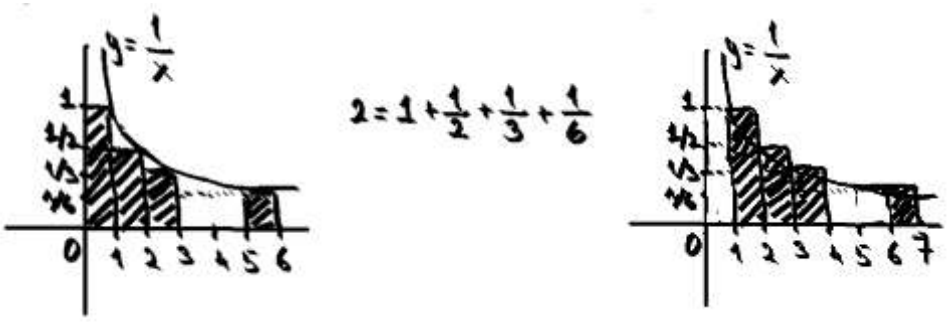
Bu projede, bu problemden yola çıkarak, pozitif tam sayıların harmonik serinin sonlu sayıda farklı elemanının toplamı olarak yazılabileceği kanıtlandıktan sonra pozitif tam sayıların ve pozitif bileşik kesirlerin, içerdikleri en büyük harmonik sayıların bulunması amacıyla özel bir Mısır kesiri olarak yazılmaları ile ilgili çeşitli varsayımlarda bulunulmuş, bu parçalamaların yapılması ve varsayımların kanıtlanmalarına yardımcı olması amacıyla yeni algoritmalar yazılmıştır. Elde edilen bulgular ile yazılan algoritmaların ilişkisi Şekil 5'teki gibi özetlenebilir (Şekil 5). Son olarak da oluşturulan algoritmalar birer bilgisayar programına çevrilmiştir. Bu programların çalışma şekilleri de Ek 1'de verilmiştir (Ek 1, Şekil 7).

	$\boldsymbol{a} \in \mathbb{Z}^+$	$\frac{\boldsymbol{a}}{\boldsymbol{b}} \in \mathbb{Q}^+$ **ve** $\boldsymbol{a} \geq \boldsymbol{b}$
ALGORİTMA 1 (Şekil 1)	$a = H_{2a-1} + A$	
ALGORİTMA 2 (Şekil 2)	$a = H_{2a+n} + p\ (p < \frac{1}{2a+n+1})$	
ALGORİTMA 3 (Şekil 3)		$\frac{a}{b} = H_{r_u} + A$ (r_u, b'nin ardışık pozitif bölenlerinin en büyüğü)
ALGORİTMA 4 (Şekil 4)		$\frac{a}{b} = H_{r_u+n} + p\ (p < \frac{1}{r_u+n+1})$

Şekil 5. Elde edilen bulgular ve algoritmaların ilişkisi

ÖNERİLER

- Şekil 6' da kolaylıkla görülebileceği gibi, projede önerilen parçalama algoritması, pozitif tam sayıların ve bileşik kesirlerin büyüklüklerini, kapalı bir aralık için $y = \frac{1}{x}$ eğrisi altında kalan bölgenin alanı ile ilişkilendirmeye ve bu alan cinsinden ifade etmeye yardımcı olmaktadır (Şekil 6). Böylelikle, bu çalışmadan yola çıkarak algoritmalarımızın yarattığı geometrik durum ile ilgili ilginç sonuçlar elde edilebileceğini düşünüyoruz.

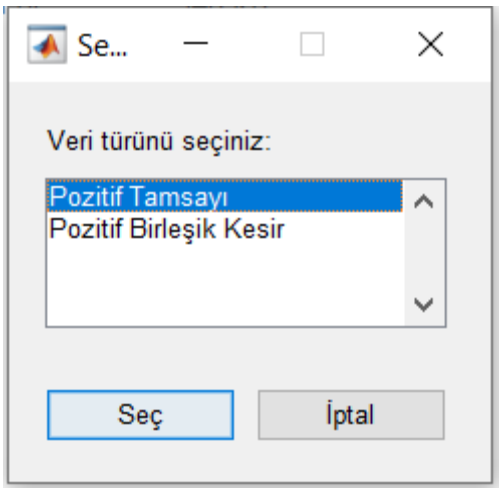


Şekil 6. Algoritma ve eğri altında kalan alan ilişkisi

- Önerdiğimiz algoritma yardımıyla pozitif tam sayıları parçalayıp içerdikleri en büyük harmonik sayıları elde etmek şifreleme programlarında etkili bir biçimde kullanılabilir.
- Algoritmalar daha da geliştirilerek literatürde antik çağlardan beri farklı durumlar için önerilen farklı algoritmalar ile önerildikleri durumlar özelinde performans kıyaslamasına tabi tutulabilir.

EKLER

Ek 1. Algoritma 2 (Şekil 2) ve Algoritma 4 (Şekil 4) İçin Yazılan Programların Çalışma Biçimleri



$$\frac{57}{20} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{1}{72} + \frac{1}{140}$$

$$\frac{57}{20} = H_9 + \frac{1}{72} + \frac{1}{140}$$

Terim Sayısı: 11

Elde Edilen En Büyük Harmonik Sayı: H_9

İşlem süresi : 0.16051 saniye

$$3 = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{252} + \frac{1}{2520}$$

$$3 = H_{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{252} + \frac{1}{2520}$$

Terim Sayısı: 13

Elde Edilen En Büyük Harmonik Sayı: H_{10}

İşlem süresi : 0.18581 saniye

$$\frac{113}{30} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{1}{10} + \frac{1}{11} + \frac{1}{12} + \frac{1}{13} + \frac{1}{14} + \frac{1}{15} + \frac{1}{16} + \frac{1}{17} + \frac{1}{18} + \frac{1}{19} + \frac{1}{20} + \frac{1}{21} + \frac{1}{22} + \frac{1}{23} + \frac{1}{33} + \frac{1}{494} + \frac{1}{21896} + \frac{1}{520030} + \frac{1}{4160240}$$

$$\frac{113}{30} = H_{23} + \frac{1}{33} + \frac{1}{494} + \frac{1}{21896} + \frac{1}{520030} + \frac{1}{4160240}$$

Terim Sayısı: 28

Elde Edilen En Büyük Harmonik Sayı: H_{23}

İşlem süresi : 0.17196 saniye

$$4 = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{1}{10} + \frac{1}{11} + \frac{1}{12} + \frac{1}{13} + \frac{1}{14} + \frac{1}{15} + \frac{1}{16} + \frac{1}{17} + \frac{1}{18} + \frac{1}{19} + \frac{1}{20} + \frac{1}{21} + \frac{1}{22} + \frac{1}{23} + \frac{1}{24} + \frac{1}{25} + \frac{1}{26} + \frac{1}{27} + \frac{1}{28} + \frac{1}{29} + \frac{1}{30} + \frac{1}{270} + \frac{1}{765} + \frac{1}{506920} + \frac{1}{319359600} + \frac{1}{232908956280}$$

$$4 = H_{30} + \frac{1}{270} + \frac{1}{765} + \frac{1}{506920} + \frac{1}{319359600} + \frac{1}{232908956280}$$

Terim Sayısı: 35

Elde Edilen En Büyük Harmonik Sayı: H_{30}

İşlem süresi : 6.8337 saniye

Şekil 7. Yazılan programın $\frac{57}{20}, 3, \frac{113}{30}, 4$ sayıları için çalışma biçimi

KAYNAKLAR

Andreescu, T., Andrica, D., & Feng, Z. (2007). *104 number theory problems: from the training of the USA IMO team*. Springer Science & Business Media. doi: 10.1007/978-0-8176-4561-8

Benjamin, A. T., Preston, G. O., & Quinn, J. J. (2002). A Stirling encounter with harmonic numbers. *Mathematics Magazine*, *75*(2), 95-103. doi:10.2307/3219141

Beeckmans, L. (1993). The splitting algorithm for Egyptian fractions. *Journal of number theory*, *43*(2), 173-185.

Butler, S., Erdös, P., & Graham, R. (2015). Egyptian Fractions with Each Denominator Having Three Distinct Prime Divisors. *Integers*, *15*, A51.

Freitag, H. T., & Phillips, G. M. (1999). Sylvester's algorithm and Fibonacci numbers. In *Applications of Fibonacci numbers* (pp. 155-163). Springer, Dordrecht. doi: 10.1007/978-94-011-4271-7_16

Gillings, Richard J. 1964. Mathematics in the Time of the Pharaohs. New York: Dover. Erişim adresi: Mathematics in the Time of the Pharaohs | Richard J. Gillings | download (b-ok.global)

Takenouchi, T. (1921). On an indeterminate equation. *Proceedings of the Physico-Mathematical Society of Japan. 3rd Series*, *3*(6), 78-92. doi:10.11429/ppmsj1919.3.6_78.

Schmuland, B. (2003). Random harmonic series. *The American mathematical monthly*, *110*(5), 407-416. doi: 10.1080/00029890.2003.11919978

Shannon, A. G., & Leyendekkers, J. V. (2016) UNIT FRACTIONS AND THE ERDÖS-STRAUS CONJECTURE. *Journal of Advances in Mathematics*, *12*(06).

Shiu, P. (2009). 93.20 Egyptian fraction representations of 1 with odd denominators. *The Mathematical Gazette*, *93*(527), 271-276.

Wagon, S. (1999). *Mathematica in action*. Springer Science & Business Media.

EULER TOTİENT FONKSİYONUNA DAYANAN TERİMLER TOPLAMI VE ARDIŞIK KUVVETLER TOPLAMI ARASINDAKİ BÖLÜNEBİLİRLİK KOŞULLARI

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: Arda ÖZTÜRK
Yağmur GÜLTEKİN
Yağız OĞUZ

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: Dr. Okan AÇIKSÖZ

İZMİR
2021

1. ÖZET

n bir pozitif tam sayı olmak üzere,

$$(1+2+3+\cdots+n) \mid (1^k+2^k+3^k+\cdots+n^k)$$

önermesi tüm k pozitif tek tam sayıları için doğrudur. Bu projede, öncelikle $\varphi(n)$ Euler totient fonksiyonu ve $k \in \mathbb{N}$ olmak üzere, $\varphi_k(n)$ kavramı, 1'den n'e kadar n ile aralarında asal olan tam sayıların k'nıncı kuvvetlerinin toplamı olarak tanıtılmış, daha sonra bahsi geçen önermeden yola çıkarak,

$$\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$$

önermesi k pozitif tek tam sayıları için incelenmiş ve aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

- t bir pozitif tam sayı olmak üzere, $n = 2^t$ ise her k pozitif tek tam sayısı için önerme doğrudur. Yani, $t \in \mathbb{Z}^+$ olmak üzere, k pozitif tek tam sayıları için, $\varphi_1(2^t) \mid \varphi_k(2^t)$ dir,
- n bir pozitif tam sayı olmak üzere, $k = 3$ için önerme doğrudur. Yani, $n \in \mathbb{Z}^+$ için $\varphi_1(n) \mid \varphi_3(n)$ dir,
- n bir pozitif tam sayı olmak üzere, $k = 5$ için önerme doğrudur ancak ve ancak aşağıdaki şartlardan herhangi biri sağlanır**:**

i) $3 \mid n$

ii) $3 \nmid n$ ve n'in asal çarpanlarının en az biri $mod\ 3$'te 1'e denk ve $(-1)^r p_1.p_2 \dots p_r$ $mod\ 3$'te 2'ye denk.

iii) $3 \nmid n$ ve n in asal çarpanlarının her biri $mod\ 3$'te 2'ye denk.

Yani, $n \in \mathbb{Z}^+$ için $\varphi_1(n) \mid \varphi_5(n)$ ancak ve ancak yukarıdaki şartlardan herhangi biri sağlanır.

Anahtar Kelimeler: Euler totient fonksiyonu, Ardışık kuvvetler toplamı, Bölünebilme, Möbius fonksiyonu, Drichlet çarpımı.

2. AMAÇ

n bir pozitif tam sayı olmak üzere, $\varphi(n)$ Euler totient fonksiyonu ve $k \in \mathbb{N}$ olsun. 1'den n'e kadar n ile aralarında asal olan tam sayıların k'nıncı kuvvetlerinin toplamı $\varphi_k(n)$ ile gösterilsin. Bu projede,

$$\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$$

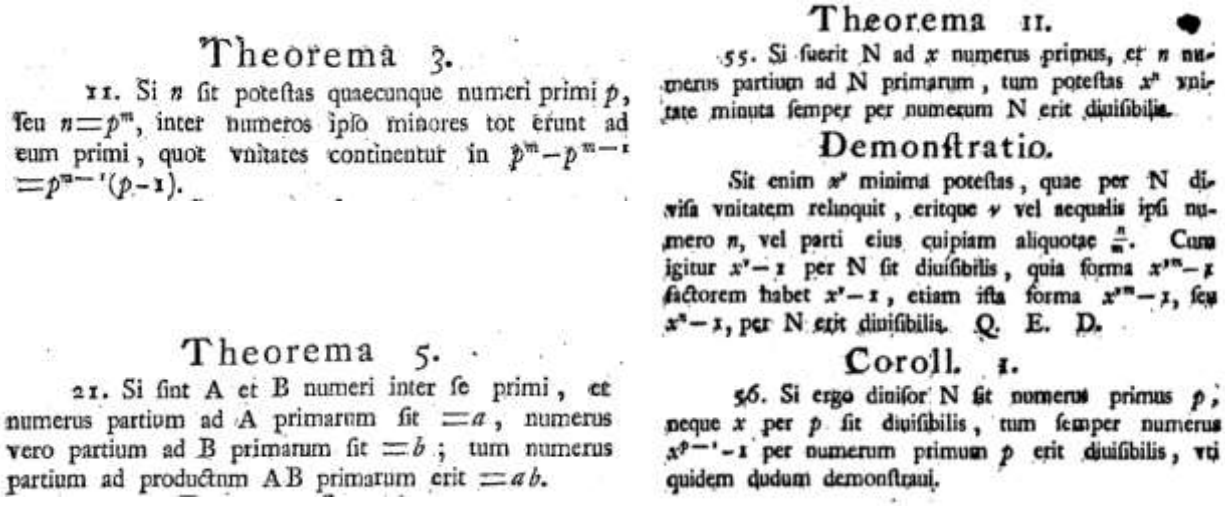
önermesinin tüm k pozitif tek tam sayıları için doğru olmasını sağlayacak n'lerin tespit edilmesi, n'ler için bir kısıtlama olmadığında hangi k pozitif tek tam sayıları için önermenin doğru olacağının incelenmesi ve bölünebilmenin özel şartlar altında sağlandığı pozitif k tek tam sayılarında bu şartların belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. GİRİŞ

İsveçli matematikçi Gustaf Eneström, Jahresbericht de Deutschen Mathematiker-Vereinigung dergisinin 1913 yılında yapılan basımında Euler'in çalışmaları üzerine yaptığı "Die Schriften Eulers chronologisch nach den Jahren geordnet, in denen sie verfasst worden sind" ("The Writings of Euler, ordered by the year in which he wrote them") isimli kapsamlı araştırmayı bilim dünyasıyla paylaşmıştır (Eneström, 1913). Eneström bu araştırmasında, Euler'in çalışmaları arasından kitaplar, makaleler ve özellikle önemli bulduğu mektupları içeren 866 tanesini başlarına E harfi koyarak E1, E2, E3,…, E866 şeklinde numaralandırmıştır. Bu numaralara "Eneström sayıları" adı verilir ve Euler'in çalışmalarını hızlı bir biçimde ayırt edebilmek için kullanılır.

Euler, Fermat'ın özellikle asallık testlerinde kullanılan ve ispatını yapmadığı küçük teoremini kanıtlamak ile çok ilgilenmiştir. Toplamda üç farklı şekilde kanıtlayacağı teoremi ilk olarak 1736 yılında yazdığı ve 1741 yılında yayınlanan Eneström koduyla E54 numaralı "Theorematum quorundam ad numeros primos spectantium demonstratio" ("A proof of certain theorems regarding prime numbers") isimli makalesinde tümevarım ile kanıtlamıştır (Euler, 1741).

Yıllar içerisinde de bu teoreme ilgisi artarak devam etmiş ve nihayet 1763 yılında Eneström koduyla E271 numaralı çalışması olan "Theorемata arithmetica nova methodo demonstrate" ("Demonstration of a new method in the theory of arithmetic") isimli çalışmasının 11 numaralı teoreminde Fermat'ın teoremini sadece asal kuvvetler için değil sağlandığı en küçük kuvveti bulmak amacıyla incelerken bugün Euler-Fermat Teoremi olarak bildiğimiz teoremi ortaya atmıştır (Euler, 1763), (Şekil 1 b)). Aynı çalışmasının 3 ve 5 numaralı teoremlerinde ise Teorem 11'i ispatlamak amacıyla adı daha konulmamış yeni bir kavram olan Euler totient fonksiyonunun temel özelliklerini vermiş ve sonrasında bunu bazen "totidem (tam olarak bu miktarda)" bazen de "tot (çok fazla)" kelimeleri ile ifade etmiştir (Euler, 1763), (Şekil 1 a)).



Theorema 3.

11. Si n sit potestas quaecunque numeri primi p, seu $n=p^m$, inter numeros ipso minores tot erunt ad eum primi, quot unitates continentur in $p^m-p^{m-1}=p^{m-1}(p-1)$.

Theorema 5.

21. Si sint A et B numeri inter se primi, et numerus partium ad A primarum sit $=a$, numerus vero partium ad B primarum sit $=b$; tum numerus partium ad productum AB primarum erit $=ab$.

a)

Theorema 11.

55. Si fuerit N ad x numerus primus, et n numerus partium ad N primarum, tum potestas x^n unitate minuta semper per numerum N erit divisibilis.

Demonstratio.

Sit enim x^ν minima potestas, quae per N divisa unitatem reliquit, eritque ν vel aequalis ipsi numero n, vel parti eius cuipiam aliquotae $\frac{n}{m}$. Cum igitur $x^\nu-1$ per N sit divisibilis, quia forma $x^{\nu m}-1$ factorem habet $x^\nu-1$, etiam ista forma $x^{\nu m}-1$, seu x^n-1, per N erit divisibilis. Q. E. D.

Coroll. 1.

56. Si ergo divisor N sit numerus primus p, neque x per p sit divisibilis, tum semper numerus $x^{p-1}-1$ per numerum primum p erit divisibilis, uti quidem dudum demonstraui.

b)

Şekil 1. Euler totient fonksiyonunun ortaya çıkışı ve Euler-Fermat Teoremi (Euler, 1763)

Euler, 1784 yılındaki Eneström koduyla E564 numaralı eseri olan "Speculationes circa quasdam insignes proprietates numerorum" ("Speculations on some characteristic properties of numbers") isimli çalışmasında ise bu kavramı bugün Farey dizisi olarak anılan kesirlerin sayısını belirlemekte kullanmış ve π harfi ile göstermiştir (Euler, 1784). Carl Friedrich Gauss, 1801 yılında aynı zamanda tezi olan "*Disquisitiones Arithmeticae"*("Arithmetical Investigations") isimli sayılar teorisi kitabının 38. makalesinde bu kavramı temsil etmek için ileride literatürde daha yaygın olarak yer alacak olan φ sembolizasyonunu kullanmıştır (Gauss, 1801). 1879 yılında J.J.Sylvester, Euler'in ve Gauss'un daha çok bir sembol olarak kullandıkları kavramı ilk kez bir fonksiyon olarak ele almıştır ve Euler totient fonksiyonu sonunda bugün bilindiği haline dönüşmesini tamamlamıştır (Sylvester, 1879).

Euler'in totient fonksiyonu, asal sayılarla ve tam sayıların sıralamasıyla derin bir ilişkisi olan çok önemli bir fonksiyondur. Bu nedenle ortaya atıldığı ilk günden beri asal ve tam sayılarla ilgili pek çok temel problemin $\varphi(n)$ versiyonlarının incelenmesi literatürde yaygın olarak görülmektedir. Bunu ilk yapan zaten Fermat'ın küçük teoreminin $\varphi(n)$ versiyonunu ortaya atarak Euler'in kendisi olmuştur (Euler, 1763). Gauss' un Wilson'un teoremini genellediği çalışması (Gauss, 1801) ve 1'den n'e kadar olan tam sayıların ardışık kuvvetler toplamının $\varphi(n)$ versiyonlarının ilk ikisinin verildiği, üçüncüsünün de okuyucuya bırakıldığı Apostol' un "Introduction to analytic number theory" adlı kitabı örneklerden yalnızca bir kaçıdır (Apostol, 1976).

Uluslararası Matematik Olimpiyatlarına Amerikan milli takımını hazırlamak amacıyla kullanılan soruların en iyi 104 tanesinden oluşan "104 number theory problems: from the

training of the USA IMO team" isimli çalışmanın 25. sorusu, k bir pozitif tek tam sayı olmak üzere, her n pozitif tam sayısı için

$$(1 + 2 + 3 + \cdots + n) \mid (1^k + 2^k + 3^k + \cdots + n^k)$$

olduğunun kanıtlanmasıdır (Andreescu ve ark., 2007). Literatürde bu tarz bir problemin Euler totient fonksiyonu $\varphi(n)$ versiyonunun incelenmediği görülmüş ve bu boşluğun doldurulmasına karar verilmiştir.

n bir pozitif tam sayı olmak üzere, $\varphi(n)$ Euler totient fonksiyonu ve $k \in \mathbb{N}$ olsun. 1'den n'e kadar n ile aralarında asal olan tam sayıların k'nıncı kuvvetlerinin toplamı $\varphi_k(n)$ ile gösterilsin. Bu projede,

$$\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$$

önermesinin tüm k pozitif tek tam sayıları için doğru olmasını sağlayacak n'lerin tespit edilmesi, n'ler için bir kısıtlama olmadığında hangi k pozitif tek tam sayıları için önermenin doğru olacağının incelenmesi ve bölünebilmenin özel şartlar altında sağlandığı pozitif tek k tam sayılarında bu şartların belirlenmesi üzerinde durulmuştur.

3.1. ÖN BİLGİLER

Tanım 3.1.1 (Aritmetik Fonksiyon): Tanım kümesi pozitif tam sayılar olan reel veya karmaşık değerli fonksiyonlara "aritmetik fonksiyonlar" denir (Dineva, 2005).

Tanım 3.1.2 (Çarpımsal Fonksiyon): Sıfırdan farklı bir f aritmetik fonksiyonu "çarpımsal fonksiyon" olarak adlandırılır ancak ve ancak *m* ile *n* aralarında asal iken $f(m.n) = f(m).f(n)$ dir (Apostol, 1976).

Tanım 3.1.3 (Euler Totient Fonksiyonu): "Euler totient" ya da bilinen diğer adıyla "Euler fi fonksiyonu", verilen bir pozitif n tam sayısını 1 den n'e kadar, n ile aralarında asal olan tam sayıların sayısına eşleyen çarpımsal bir fonksiyondur. Genellikle $\varphi(n)$ veya $\phi(n)$ ile gösterilir (Burton, 2010).

$n \geq 1$ için Euler totient foksiyonu $\varphi(n)$ aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$\varphi(n) = \sum_{\substack{k=1 \\ (n,k)=1}}^{n} 1$$

Birkaç örnek ile bu fonksiyonun çalışmasını açıklamak gerekirse;

φ(1) = 1 (1'e kadar 1 ile aralarında asal olan tam sayı 1),

φ(8) = 4 (8'e kadar 8 ile aralarında asal olan tam sayılar 1, 3, 5, 7),

φ(9) = 6 (9'a kadar 9 ile aralarında asal olan tam sayılar 1, 2, 4, 5, 7, 8).

Şekil 2'de ilk 15 pozitif n tam sayısı için $\varphi(n)$ fonksiyonunun aldığı değerler verilmiştir (Şekil 2).

n	$\varphi(n)$
1	1
2	1
3	2
4	2
5	4
6	2
7	6
8	4
9	6
10	4
11	10
12	4
13	12
14	6
15	8

Şekil 2. İlk 15 pozitif n tam sayısı için $\varphi(n)$ değerleri

$\varphi(n)$ totient fonksiyonun aşağıda belirtilen bazı önemli özellikleri Şekil 2 üzerinden kolaylıkla görülebilir (Şekil 2);

i) n bir asal sayı ise $\varphi(n) = n - 1$ (sarı ile boyalı olan satırlar),

$$\varphi(2) = 1, \quad \varphi(3) = 2, \quad \varphi(5) = 4, \quad \varphi(7) = 6, \quad \varphi(11) = 10, \quad \varphi(13) = 12$$

ii) $\varphi(n)$ çarpımsal bir fonksiyondur (kavuniçi ile boyalı olan satırlar),

$$\varphi(10) = \varphi(2).\varphi(5) = 1.4 = 4, \quad \varphi(14) = \varphi(2).\varphi(7) = 1.6 = 6,$$
$$\varphi(15) = \varphi(3).\varphi(5) = 2.4 = 8$$

iii) p bir asal sayı olmak üzere, $\varphi(p^k) = p^k - p^{k-1}$ (mavi ile boyalı olan satırlar).

$$\varphi(8) = \varphi(2^3) = 2^3 - 2^2 = 4, \quad \varphi(9) = \varphi(3^2) = 3^2 - 3^1 = 6$$

Notasyon 3.1.4: k bir doğal sayı ve $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{\varphi_0(n)}$ sayıları, 1'den n'e kadar n ile aralarında asal olan tam sayılar olsun, anlaşılabilirlik için proje boyunca $\varphi_k(n)$ gösterimi,

$$\boxed{\varphi_k(n) = \sum_{i=1}^{\varphi_0(n)} {a_i}^k}$$

için kullanılacaktır. Açıklamak gerekirse,

$$\varphi_0(n) = \sum_{i=1}^{\varphi_0(n)} {a_i}^0 = {a_1}^0 + {a_2}^0 + {a_3}^0 + \dots + (a_{\varphi_0(n)})^0 = 1 + 1 + 1 + \cdots + 1$$

Yani, $\varphi_0(n)$, 1'den n'e kadar n ile aralarında asal olan tam sayıların sayısını verir. $\varphi_0(n)$ Euler totient fonksiyonudur.

$$\varphi_1(n) = \sum_{i=1}^{\varphi_0(n)} {a_i}^1 = {a_1}^1 + {a_2}^1 + {a_3}^1 + \dots + (a_{\varphi_0(n)})^1$$

$\varphi_1(n)$, 1'den n'e kadar n ile aralarında asal olan tam sayıların toplamını verir.

$$\varphi_2(n) = \sum_{i=1}^{\varphi_0(n)} {a_i}^2 = {a_1}^2 + {a_2}^2 + {a_3}^2 + \dots + (a_{\varphi_0(n)})^2$$

$\varphi_2(n)$ ise 1'den n'e kadar n ile aralarında asal olan tam sayıların kareleri toplamını verir.

$$\varphi_3(n) = \sum_{i=1}^{\varphi_0(n)} {a_i}^3 = {a_1}^3 + {a_2}^3 + {a_3}^3 + \dots + (a_{\varphi_0(n)})^3$$

$\varphi_3(n)$, 1'den n'e kadar n ile aralarında asal olan tam sayıların küpleri toplamını verir v.b.

Teorem 3.1.5: $n \geq 1$ için,

$$\varphi_0(n) = n \prod_{\substack{p \mid n \\ p\ asal}} \left(1 - \frac{1}{p}\right)$$

sağlanır (Apostol, 1976).

Teorem 3.1.6: $n > 1$ olmak üzere, $\varphi_1(n), \varphi_2(n)\ ve\ \varphi_3(n)$ için aşağıdaki eşitlikler sağlanır (Apostol, 1976):

$$\boxed{\varphi_1(n) = n.\frac{\varphi_0(n)}{2}}$$

$$\boxed{\varphi_2(n) = \frac{1}{3}n^2\varphi_0(n) + \frac{n}{6}\prod_{\substack{p \mid n \\ p\ asal}} (1 - p)}$$

$$\varphi_3(n) = \frac{n^3}{4}\varphi_0(n) + \frac{n^2}{4}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p)$$

Teorem 3.1.7 (Euler-Fermat Teoremi): $m \geq 1$ ve a ile m aralarında asal tam sayılar olsun.

$$a^{\varphi(m)} \equiv 1(mod\ m)$$

olur (Apostol, 1976).

Tanım 3.1.8 (Möbius Fonksiyonu): Pozitif bir n tam sayısı $n = (p_1)^{a_1} \dots (p_k)^{a_k}$ olarak asal çarpanlarına ayrılsın. Möbius fonksiyonu μ şu şekilde tanımlanır (Burton, 2010):

$$\mu(n) = \begin{cases} 1, & n = 1 \\ (-1)^k, & a_1 = a_2 = \cdots = a_k = 1 \\ 0, & aksi\ taktirde \end{cases}$$

Teorem 3.1.9: $n \geq 1$ için,

$$\sum_{d|n}\mu(d) = \begin{cases} 1, & n = 1 \\ 0, & n > 1 \end{cases}$$

sağlanır. Dolayısıyla,

$$\varphi_0(n) = \sum_{d|n}\mu(d)\frac{n}{d}$$

olur (Apostol, 1976).

Tanım 3.1.10 (Dirichlet Çarpımı): f ve g iki aritmetik fonksiyon olsun. Bunların dirichlet çarpımları da bir aritmetik fonksiyondur ve aşağıdaki gibi tanımlanır (Apostol, 1976):

$$(f * g)(n) = \sum_{d|n} f(d)g(\frac{n}{d})$$

Burada toplam sembolü n'in tüm pozitif bölenleri için çalışır. Dolayısıyla denk olarak,

$$(f * g)(n) = \sum_{d_1 d_2 = n} f(d_1)g(d_2)$$

şeklinde de ifade edilebilir.

Teorem 3.1.11: $f(x)$, $[0,1]$ aralığındaki tüm x rasyonel sayıları için tanımlı olsun.

$$F(n) = \sum_{k=1}^{n} f(\frac{k}{n})$$

$$F^*(n) = \sum_{\substack{m=1 \\ (m,n)=1}}^{n} f(\frac{m}{n})$$

şeklinde tanımlanır ve

$$F^*(n) = \mu(n) * F(n)$$

olur. Yani, F^*, μ ve F'nin Dirichlet çarpımıdır (Apostol, 1976).

Notasyon 3.1.12: $f(x) = x^k$ olmak üzere,

$$F(n) = \sum_{m=1}^{n} f\left(\frac{m}{n}\right) = \sum_{m=1}^{n} \left(\frac{m}{n}\right)^k$$

olur. Proje boyunca anlaşılabilirlik için bu fonksiyon $F_k(n)$ olarak gösterilecektir. Yani,

$$\boxed{F_k(n) = \sum_{m=1}^{n} \left(\frac{m}{n}\right)^k}$$

anlamına gelecektir.

Teorem 3.1.13: $n > 1$ tam sayısının asal çarpanlarına ayrılmış hali $n = {p_1}^{k_1}.{p_2}^{k_2} \dots {p_r}^{k_r}$ olsun. Eğer f bir çarpımsal fonksiyon ise

$$\sum_{d|n} \mu(d) f(d) = \prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (1 - f(p))$$

sağlanır (Burton, 2010).

4. YÖNTEM

İlk olarak, n bir pozitif tam sayı olmak üzere, k pozitif tek tam sayıları için doğruluğu kanıtlanan, **"**$(1 + 2 + 3 + \cdots + n) \mid (1^k + 2^k + 3^k + \cdots + n^k)$" orijinal önermesi k pozitif çift tam sayıları için de incelenmiş ve hangi durumlarda doğru olacağı belirlenmiştir. Sonrasında, $\varphi(n)$ Euler totient fonksiyonu için bu önerme ele alındığında k pozitif tam sayılarına bağlı durumlar hakkında öngörü sahibi olabilmek için küçük k ve n değerleri denenmiştir. Karşıt örnek bulunup yanlışlığı kesinleşenler elenerek inceleme dışı bırakılmış, adapte olunan değerler kısıtlanmıştır. Bu eleme neticesinde yine k pozitif tek tam sayıları üzerinde çalışmanın doğru olacağına karar verilmiştir. Sezgisel olan elde edilen çıkarımların yazılan küçük bir bilgisayar programı yardımıyla doğruluğu test edildikten sonra ise elde kalan varsayımların doğruluğu veya yanlışlığı doğrudan ispat tekniği kullanılarak yapılmıştır.

5. İŞ ZAMAN ÇİZELGESİ

Aylar							
İşin Tanımı	**Ağust**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Hipotezin Ortaya		X					
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X
Hipotezlerin Olusturulması			X	X	X	X	
Proje Raporunun					X	X	X

Tablo 1. İş zaman çizelgesi

6. BULGULAR

Teorem 6.1: t bir pozitif tam sayı olmak üzere, $n = 2^t$ ise her k pozitif tek tam sayısı için,

$$\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$$

sağlanır.

İspat:

- $t = 1$ için:

$$\varphi_1(2) = 2.\frac{\varphi_0(2)}{2} = 1$$

olduğundan tüm k tek doğal sayıları için $\varphi_1(n)$, $\varphi_k(n)$'i böler.

- $t > 1$ için: 1'den n'e kadar n ile aralarında asal olan sayılar $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{\varphi_0(n)}$ olsun.

$$\varphi_k(n) = \sum_{i=1}^{\varphi_0(n)} {a_i}^k = \sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} ({a_i}^k + (n - a_i)^k)$$

$$= \sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} (a_i + n - a_i).({a_i}^{k-1} - {a_i}^{k-2}(n - a_i) + \cdots + (n - a_i)^{k-1})$$

$$= \sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} n\,.({a_i}^{k-1} - {a_i}^{k-2}(n - a_i) + \cdots + (n - a_i)^{k-1})$$

$$= n.\sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} ({a_i}^{k-1} - {a_i}^{k-2}(n - a_i) + \cdots + (n - a_i)^{k-1})$$

$$\sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} ({a_i}^{k-1} - {a_i}^{k-2}(n - a_i) + \cdots + (n - a_i)^{k-1}) = A$$

olarak adlandırılsın.

$$A \equiv \sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} \left({a_i}^{k-1} + {a_i}^{k-2}(a_i) + \cdots + (a_i)^{k-1}\right) \ (mod n)$$

$$\equiv \sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} \left({a_i}^{k-1} + {a_i}^{k-1} + \cdots + {a_i}^{k-1}\right) \ (mod n)$$

$$\equiv \sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} \frac{\varphi_0(n)}{2} {a_i}^{k-1} \ (mod n)$$

$$A \equiv \frac{\varphi_0(n)}{2} \sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} {a_i}^{k-1} \ (mod n)$$

Öyleyse,

$$A = (\frac{\varphi_0(n)}{2} \sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} {a_i}^{k-1}) + n.m \ (m \in \mathbb{Z})$$

yerine yazıldığında,

$$\varphi_k(n) = \ n.((\frac{\varphi_0(n)}{2} \sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} {a_i}^{k-1}) + n.m) \ (m \in \mathbb{Z})$$

$$\varphi_k(n) = (n.\frac{\varphi_0(n)}{2} \sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} {a_i}^{k-1}) + n^2.m \ (m \in \mathbb{Z})$$

$$\varphi_k(n) = (\varphi_1(n) \sum_{i=1}^{\frac{\varphi_0(n)}{2}} {a_i}^{k-1}) + n^2.m \ (m \in \mathbb{Z})$$

Bu durumda $\varphi_1(n) \mid n^2.m$ olduğunu göstermek yeterli olacaktır.

$$\varphi_1(n) = \varphi_1(2^t) = 2^t.\frac{\varphi_0(2^t)}{2} = 2^{t-1}.(2^t - 2^{t-1}) = 2^{t-1}.2^{t-1} = 2^{2t-2}$$

ve $n^2.m = 2^{2t}.m$ olduğundan ispat tamamlanmış olur.

Yani, t bir pozitif tam sayı olmak üzere, $n = 2^t$ ise her k tek pozitif tam sayısı için

$$\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$$

sağlanır.

Teorem 6.2: Her n pozitif tam sayısı için,

$$\varphi_1(n) \mid \varphi_3(n)$$

İspat:

$$\boxed{\varphi_1(n) = n.\frac{\varphi_0(n)}{2}}$$

ve $a \leq n$ pozitif tam sayıları için $ebob(a,n) = 1$ olmak üzere,

$$\varphi_3(n) = \sum_{a=1}^{n} a^3$$

olduğundan,

$$n.\frac{\varphi_0(n)}{2} \mid \sum_{a=1}^{n} a^3$$

Yani,

$$n.\varphi_0(n) \mid 2.\sum_{a=1}^{n} a^3$$

olduğunu göstermek yeterli olacaktır.

$$\begin{aligned}
2.\sum_{a=1}^{n} a^3 &= \sum_{a=1}^{n} a^3 + \sum_{a=1}^{n} (n-a)^3 \\
&= \sum_{a=1}^{n} (a^3 + (n-a)^3) \\
&= \sum_{a=1}^{n} (n^3 - 3n^2a + 3na^2) \\
&= \sum_{a=1}^{n} n^3 - \sum_{a=1}^{n} 3n^2a + \sum_{a=1}^{n} 3na^2 \\
&= n^3 \sum_{a=1}^{n} a^0 - 3n^2 \sum_{a=1}^{n} a^1 + 3n \sum_{a=1}^{n} a^2 \\
&= n^3\varphi_0(n) - 3n^2\varphi_1(n) + 3n\varphi_2(n)
\end{aligned}$$

$\boxed{\varphi_1(n) = n\frac{\varphi_0(n)}{2}}$ ve $\boxed{\varphi_2(n) = \frac{1}{3}n^2\varphi_0(n) + \frac{n}{6}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (1-p)}$

eşitlikte yerine yazıldığında,

$$2.\sum_{a=1}^{n} a^3 = n^3\varphi_0(n) - 3n^3\frac{\varphi_0(n)}{2} + 3n(\frac{1}{3}n^2\varphi_0(n) + \frac{n}{6}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (1-p))$$

$$= n^3\varphi_0(n) - 3n^3\frac{\varphi_0(n)}{2} + n^3\varphi_0(n) + \frac{n^2}{2}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (1-p)$$

$$2.\sum_{a=1}^{n} a^3 = n^3\frac{\varphi_0(n)}{2} + \frac{n^2}{2}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p)$$

Bu durumda artık,

$$n.\varphi_0(n) \mid (n^3\frac{\varphi_0(n)}{2} + \frac{n^2}{2}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p))$$

olduğunun, yani,

$$\varphi_0(n) \mid (n^2\frac{\varphi_0(n)}{2} + \frac{n}{2}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p))$$

olduğunun gösterilmesinin yeterli olduğu anlaşılır.

$$\varphi_0(n) = n\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}\left(1-\frac{1}{p}\right)$$

eşitliğinden,

$$\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p) = \prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} -p\left(1-\frac{1}{p}\right) = \prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(-p).\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}\left(1-\frac{1}{p}\right)$$

olarak yazıldığında ve

$$\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(-p) = A$$

olarak adlandırıldığında,

$$\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p) = A.\frac{\varphi_0(n)}{n}$$

elde edilir. Böylece,

$$n^2\frac{\varphi_0(n)}{2} + \frac{n}{2}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p) = n^2\frac{\varphi_0(n)}{2} + \frac{n}{2}(A.\frac{\varphi_0(n)}{n})$$

$$= \varphi_0(n)\left(\frac{n^2}{2} + \frac{A}{2}\right)$$

$$= \varphi_0(n)\left(\frac{n^2+A}{2}\right)$$

olur. İspatta gelinen nokta,

$$\varphi_0(n) \mid \varphi_0(n)\left(\frac{n^2+A}{2}\right)$$

olduğunun gösterilmesidir. Dolayısıyla artık sadece,

$$\frac{n^2+A}{2}$$

ifadesinin bir tamsayı olduğunun gösterilmesi yeterli olacaktır.

n tek ise A tek ve n çift ise A çift olduğundan $n^2 + A$ daima çifttir. İspat böylece tamamlanmış olur. Her n pozitif tam sayısı için,

$$\varphi_1(n) \mid \varphi_3(n)$$

dir.

Bir alternatif ispat ise

$$\boxed{\varphi_3(n) = \frac{n^3}{4}\varphi_0(n) + \frac{n^2}{4}\prod_{\substack{p \mid n \\ p\ asal}}(1-p)}$$

eşitliği yardımıyla yapılabilir.

$$\prod_{\substack{p \mid n \\ p\ asal}}(1-p) = A.\frac{\varphi_0(n)}{n}$$

bu eşitlikte yerine yazıldığında,

$$\varphi_3(n) = \frac{n^3}{4}\varphi_0(n) + \frac{n}{4}\varphi_0(n)A = \frac{n.\varphi_0(n)}{2}(\frac{n^2+A}{2})$$

elde edilir.

Bu ifadede n tek ise A tek, n çift ise A çift olacağından $n^2 + A$ daima çifttir ve 2'ye kalansız bölünür. Dolayısıyla, $\varphi_1(n) \mid \varphi_3(n)$ farklı bir şekilde yeniden ispatlanmış olur.

Lemma 6.3:

$$\boxed{F_k(n) = \frac{1}{n^k}\sum_{m=1}^{n} m^k}$$

olmak üzere,

$$\frac{\varphi_k(n)}{n^k} = \mu(n) * F_k(n)$$

dir.

İspat: m ile n aralarında asal ve

$$\sum_{d \mid n}\mu(d) = \begin{cases} 1, & n = 1 \\ 0, & n > 1 \end{cases}$$

olmak üzere,

$$\frac{\varphi_k(n)}{n^k} = \sum_{m=1}^{n}(\frac{m}{n})^k = \sum_{m=1}^{n}(\frac{m}{n})^k \sum_{d \mid (m,n)}\mu(d) = \sum_{m=1}^{n}(\frac{m}{n})^k \sum_{\substack{d \mid m \\ d \mid n}}\mu(d)$$

toplama sembollerinin yerleri değiştirildiğinde,

$$\frac{\varphi_k(n)}{n^k} = \sum_{d \mid n}\mu(d)\sum_{\substack{m=1 \\ d \mid m}}^{n}(\frac{m}{n})^k$$

$$m = ed \leq n$$

olduğundan,

$$e \leq \frac{n}{d}$$

Öyleyse,

$$\frac{\varphi_k(n)}{n^k} = \sum_{d|n} \mu(d) \sum_{e=1}^{\frac{n}{d}} (\frac{ed}{n})^k = \sum_{d|n} \mu(d) \sum_{e=1}^{\frac{n}{d}} (\frac{e}{\frac{n}{d}})^k = \sum_{d|n} \mu(d) F_k\left(\frac{n}{d}\right)$$

Yani,

$$\frac{\varphi_k(n)}{n^k} = \mu(n) * F_k(n)$$

Teorem 6.4: $n > 1$ olmak üzere, $\varphi_5(n)$ için aşağıdaki eşitlik sağlanır:

$$\boxed{\varphi_5(n) = \frac{n^5}{6}\varphi_0(n) + \frac{5n^3}{12}\varphi_0(n) \prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (-p) - \frac{n^2}{12} \prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (1 - p^3)}$$

İspat:

Lemma 6.3'den

$$\frac{\varphi_k(n)}{n^k} = \mu(n) * F_k(n)$$

olduğundan,

$$\frac{\varphi_5(n)}{n^5} = \sum_{d|n} \mu\left(\frac{n}{d}\right) F_5(d)$$

ve

$$\boxed{F_k(n) = \frac{1}{n^k} \sum_{m=1}^{n} m^k}$$

eşitliğinden,

$$F_5(n) = \frac{1}{n^5} \sum_{m=1}^{n} m^5 = \frac{\frac{1}{6}n^6 + \frac{1}{2}\,n^5 + \frac{5}{12}n^4 - \frac{1}{12}n^2}{n^5} = \frac{n}{6} + \frac{1}{2} + \frac{5}{12n} - \frac{1}{12n^3}$$

olduğundan da,

$$\frac{\varphi_5(n)}{n^5} = \sum_{d|n} \mu\left(\frac{n}{d}\right) (\frac{d}{6} + \frac{1}{2} + \frac{5}{12d} - \frac{1}{12d^3})$$

$$= \frac{1}{6}\sum_{d|n} \mu\left(\frac{n}{d}\right) d + \frac{1}{2}\sum_{d|n} \mu\left(\frac{n}{d}\right) + \frac{5}{12}\sum_{d|n} \mu\left(\frac{n}{d}\right)\frac{1}{d} - \frac{1}{12}\sum_{d|n} \mu\left(\frac{n}{d}\right)\frac{1}{d^3}$$

eşitliğinden,

$$\frac{\varphi_5(n)}{n^5} = \frac{1}{6}\sum_{d|n}\mu(d)\frac{n}{d} + \frac{1}{2}\sum_{d|n}\mu(d) + \frac{5}{12}\sum_{d|n}\mu(d)\frac{d}{n} - \frac{1}{12}\sum_{d|n}\mu(d)\frac{d^3}{n^3}$$

$$= \frac{1}{6}\varphi_0(n) + 0 + \frac{5}{12}\sum_{d|n}\mu(d)\frac{d}{n} - \frac{1}{12}\sum_{d|n}\mu(d)\frac{d^3}{n^3}$$

Böylece,

$$\varphi_5(n) = \frac{n^5}{6}\varphi_0(n) + \frac{5n^4}{12}\sum_{d|n}\mu(d)\,d - \frac{n^2}{12}\sum_{d|n}\mu(d)\,d^3$$

$$= \frac{n^5}{6}\varphi_0(n) + \frac{5n^4}{12}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p) - \frac{n^2}{12}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p^3)$$

$$\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p) = \frac{\varphi_0(n)}{n}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(-p)$$

olduğundan,

$$\varphi_5(n) = \frac{n^5}{6}\varphi_0(n) + \frac{5n^4}{12}\frac{\varphi_0(n)}{n}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(-p) - \frac{n^2}{12}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p^3)$$

Dolayısıyla,

$$\boxed{\varphi_5(n) = \frac{n^5}{6}\varphi_0(n) + \frac{5n^3}{12}\varphi_0(n)\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(-p) - \frac{n^2}{12}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p^3)}$$

formülü elde edilir.

Teorem 6.5: n bir pozitif tam sayı olmak üzere $\varphi_1(n) \mid \varphi_5(n)$ ancak ve ancak aşağıdaki şartlardan herhangi biri sağlanır.

i) $3 \mid n$

ii) $3 \nmid n$ ve n in asal çarpanlarından en az biri $mod\ 3$'te 1'e denk ve $(-1)^r p_1.p_2 \dots p_r$ $mod\ 3$'te 2'ye denk.

iii) $3 \nmid n$ ve n in asal çarpanlarının her biri $mod\ 3$'te 2'ye denk.

İspat: $n = 1$ için ispat açıktır. $n > 1$ için Teorem 6.4' de elde edilen,

$$\boxed{\varphi_5(n) = \frac{n^5}{6}\varphi_0(n) + \frac{5n^3}{12}\varphi_0(n)\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(-p) - \frac{n^2}{12}\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}}(1-p^3)}$$

eşitliği,

$$\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (1-p^3) = \prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (1-p)(1+p+p^2) = \frac{\varphi_0(n)}{n} \prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (-p)(1+p+p^2)$$

alınarak yeniden düzenlendiğinde,

$$\varphi_5(n) = \frac{n^5}{6}\varphi_0(n) + \frac{5n^3}{12}\varphi_0(n) \prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (-p) - \frac{n}{12}\varphi_0(n) \prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (-p)(1+p+p^2)$$

olarak elde edilir.

$$\prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (-p) = A \ \ ve \ \ \prod_{\substack{p|n \\ p\ asal}} (-p)(1+p+p^2) = B$$

olsun.

$$\varphi_5(n) = \frac{n^5}{6}\varphi_0(n) + \frac{5n^3}{12}\varphi_0(n)A - \frac{n}{12}\varphi_0(n)B$$

$$= \frac{n\varphi_0(n)}{2}\left(\frac{n^4}{3} + \frac{5n^2A}{6} - \frac{B}{6}\right)$$

$$= \frac{n\varphi_0(n)}{2}\left(\frac{2n^4 + 5n^2A - B}{6}\right)$$

$$2n^4 + 5n^2A - B = \gamma(n)$$

olarak adlandırılsın. Bu durumda,

$$\varphi_5(n) = \frac{n\varphi_0(n)}{2} \cdot \frac{\gamma(n)}{6}$$

olur.

Öyleyse, $\varphi_1(n) \mid \varphi_5(n)$ olduğunu kanıtlamak için

$$\frac{\gamma(n)}{6} \in \mathbb{Z}$$

olduğunu göstermek yeterli olacaktır. Yani, $2 \mid \gamma(n)$ ve $3 \mid \gamma(n)$ olduğu gösterilmeli.

$$\gamma(n) = 2n^4 + 5n^2A - B$$

- $2 \mid \gamma(n)$ durumu n tek de olsa çift de olsa $\gamma(n)$ daima çift olacağından sağlanır.
- $3 \mid \gamma(n)$ durumu incelenirken $3 \mid n$ ise $3 \mid \gamma(n)$ olacağı açık olduğundan $3 \nmid n$ olduğu kabul edilecek ve $\gamma(n)$ mod 3'te ele alınacaktır. Euler-Fermat teoreminden,

$$n^4 \equiv n^2 \equiv 1(mod\ 3)$$

Böylece, $\gamma(n) \equiv -1 - A - B(mod\ 3)$ yani , $-\gamma(n) \equiv 1 + A + B(mod\ 3)$ olur.

$p \equiv 1(mod\ 3)$ ise $1 + p + p^2 \equiv 0(mod\ 3)$ ve $p \equiv 2(mod\ 3)$ ise $1 + p + p^2 \equiv 1(mod\ 3)$

Tüm bunlardan ötürü, eğer $3l + 1$ şeklinde yazılabilen bir p asalı mevcutsa,

$$-\gamma(n) \equiv 1 + A(mod\ 3)$$

eğer bu şekilde yazılabilen herhangi bir p asalı mevcut değilse,

$$-\gamma(n) \equiv 1 + 2A(mod\ 3)$$

olur. İkinci durumda $B \equiv A(mod\ 3)$ dır.

n'in asal çarpanlarına ayrılmış hali $n = {p_1}^{a_1}.{p_2}^{a_2} \dots {p_r}^{a_r}$ olmak üzere, elde edilen bulgular özetlenirse:

1. **DURUM (3 | $\boldsymbol{n}$):** $\varphi_1(n) \mid \varphi_5(n)$
2. **DURUM (3 ∤ $\boldsymbol{n}$ ve $\boldsymbol{n}$ in asal çarpanlarından en az biri $\boldsymbol{mod}$ 3'te 1'e denk):**

$p_1 \equiv 1(mod\ 3)$ olsun. Bu durumda,

$$A \equiv (-1)^r p_1.p_2 \dots p_r \equiv 1(mod\ 3): \varphi_1(n) \nmid \varphi_5(n)$$
$$A \equiv (-1)^r p_1.p_2 \dots p_r \equiv 2(mod\ 3): \varphi_1(n) \mid \varphi_5(n)$$

Bölünebilmenin sağlanmadığı duruma bir örnek verilirse, $n = 91 \equiv 1(mod\ 3)$, $91 = 13 \times 7$ ve $13 \equiv 1(mod\ 3)$, $7 \equiv 1(mod\ 3)$ ve $A \equiv 1\ (mod\ 3)$. Öyleyse $\varphi_1(91) \nmid \varphi_5(91)$ dir. Elde edilen bu sonucun doğruluğu yazılan bir bilgisayar programı yardımı ile Ek 1'de gösterilmiştir (Ek 1, Şekil 4).

3. **DURUM ($\boldsymbol{n}$ in asal çarpanlarının her biri $\boldsymbol{mod}$ 3'te 2'ye denk):**

Bu durumda,

$$A \equiv (-1)^r p_1.p_2 \dots p_r \equiv (-1)^r 2^r \equiv (-1)^{2r} \equiv 1(mod\ 3)$$

Buradan,

$$2A \equiv 2(mod\ 3)$$
$$-\gamma(n) \equiv 1 + 2A \equiv 0(mod\ 3)$$

Böylece, $\varphi_1(n) \mid \varphi_5(n)$ elde edildi ve ispat tamamlandı.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Tanımlandığı günden beri asal ve tam sayılarla ilgili pek çok temel problemin $\varphi(n)$ Euler totient fonksiyonu versiyonunun incelenmesi literatürde yaygındır. İlk olarak Euler'in bu tanımı yapma sebebi zaten Fermat'ın küçük teoreminin bir genellemesini elde etmektir (Euler, 1763). Gauss' un Wilson'un teoremini genellediği çalışması (Gauss, 1801) ve 1'den n'e kadar olan tam sayıların ardışık kuvvetler toplamının $\varphi(n)$ versiyonlarının ilk üçünün elde edildiği Apostol' un "Introduction to analytic number theory" kitabı da örnek olarak verilebilir (Apostol, 1976).

"104 number theory problems: from the training of the USA IMO team" isimli çalışmanın 25. sorusu, k bir pozitif tek tam sayı olmak üzere, her n pozitif tam sayısı için,

$$(1 + 2 + 3 + \dots + n) \mid (1^k + 2^k + 3^k + \dots + n^k)$$

olduğunun kanıtlanmasıdır (Andreescu ve ark., 2007).

Bu projede bu problemin Euler totient fonksiyonu $\varphi(n)$ versiyonu incelenmiş ve Şekil 3' deki sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 3). Daha açık ifade edilirse;

n bir pozitif tam sayı olmak üzere, $\varphi(n)$ Euler totient fonksiyonu ve $k \in \mathbb{N}$ olsun. 1'den n'e kadar n ile aralarında asal olan tam sayıların k'nıncı kuvvetlerinin toplamı $\varphi_k(n)$ ile gösterilsin.

$$\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$$

önermesinin k ve n pozitif tam sayılarına bağlı doğruluk incelemesi Şekil 3' deki gibi özetlenebilir (Şekil 3).

k değerleri	n değerleri	Elde edilen önerme veya karşıt örnek
1	Tüm n pozitif tam sayıları	$\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$
2	Bazı n pozitif tam sayıları	$\varphi_1(3) \nmid \varphi_k(3)$ (Ek 1, Şekil 5)
3	Tüm n pozitif tam sayıları	$\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$
4	Bazı n pozitif tam sayıları	$\varphi_1(5) \nmid \varphi_k(5)$ (Ek 1, Şekil 6)
5	$3 \mid n$ veya $3 \nmid n$ için n'in asal çarpanlarından herhangi biri $mod\ 3$'te 1'e denk ve $(-1)^r p_1.p_2 \dots p_r$ mod 3'te 2'ye denk veya n'in asal çarpanlarının her biri $mod\ 3$'te 2'ye denk.	$\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$
Tüm k pozitif tek tam sayıları	$n = 2^t$ $(t \in \mathbb{N}^+)$	$\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$

Şekil 3. Elde edilen tüm bulgular

ÖNERİLER

- Projede elde ettiğimiz,

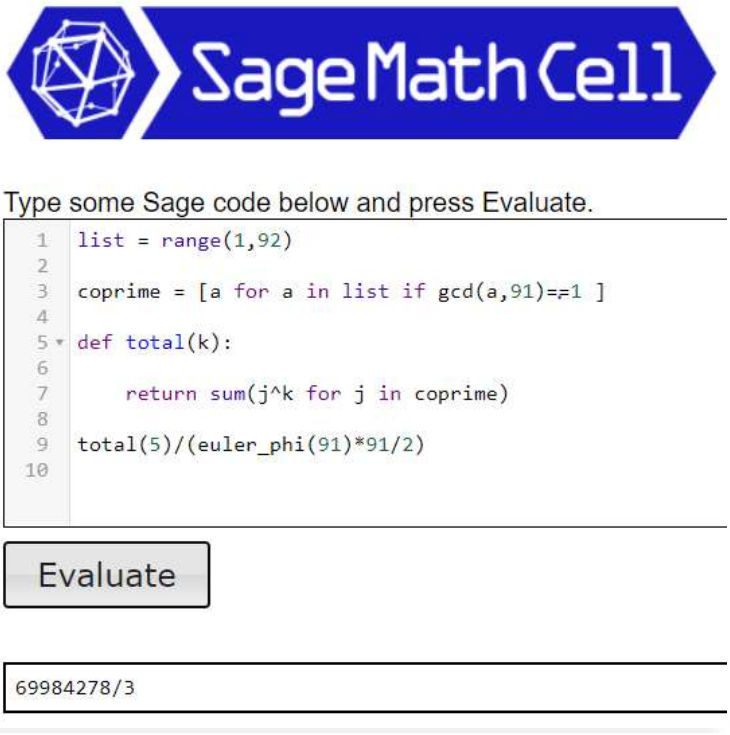
$$\varphi_5(n) = \frac{n^5}{6}\varphi_0(n) + \frac{5n^3}{12}\varphi_0(n) \prod_{\substack{p \mid n \\ p\ asal}} (-p) - \frac{n^2}{12} \prod_{\substack{p \mid n \\ p\ asal}} (1 - p^3)$$

formülünde olduğu gibi $\varphi_6(n), \varphi_7(n), \dots$ değerlerinin $\varphi_0(n)$'e bağlı formülizasyonu yapılarak daha büyük k pozitif tek tam sayıları için $\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$ önermesi incelenebilir.

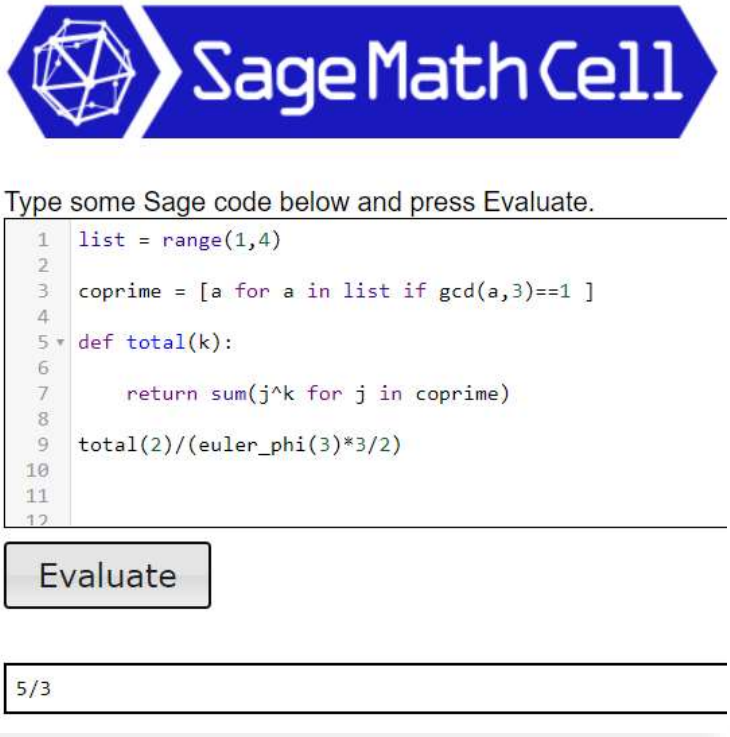
- Literatürde yer alan asal sayılar ve bölünebilme ile ilgili temel problemler elde ettiğimiz bulgular doğrultusunda yeniden ele alınabilir.
- $\varphi(n)$ Euler totient fonksiyonunun ilkel kökler yardımıyla RSA şifreleme sisteminde kullanıldığı bilinmektedir. Projede elde edilen $\varphi_1(n) \mid \varphi_k(n)$ durumlarının zor kırılan şifrelemeler yapılmasına yardımcı olabileceğini düşünüyoruz.

EKLER

Ek 1. $\varphi_1(n)$ | $\varphi_k(n)$ $(k, n \in \mathbb{Z}^+)$ Kontrolü İçin Yazılan Programın Kodu ve Karşıt Örnek Tespiti İçin Çalışma Biçimi

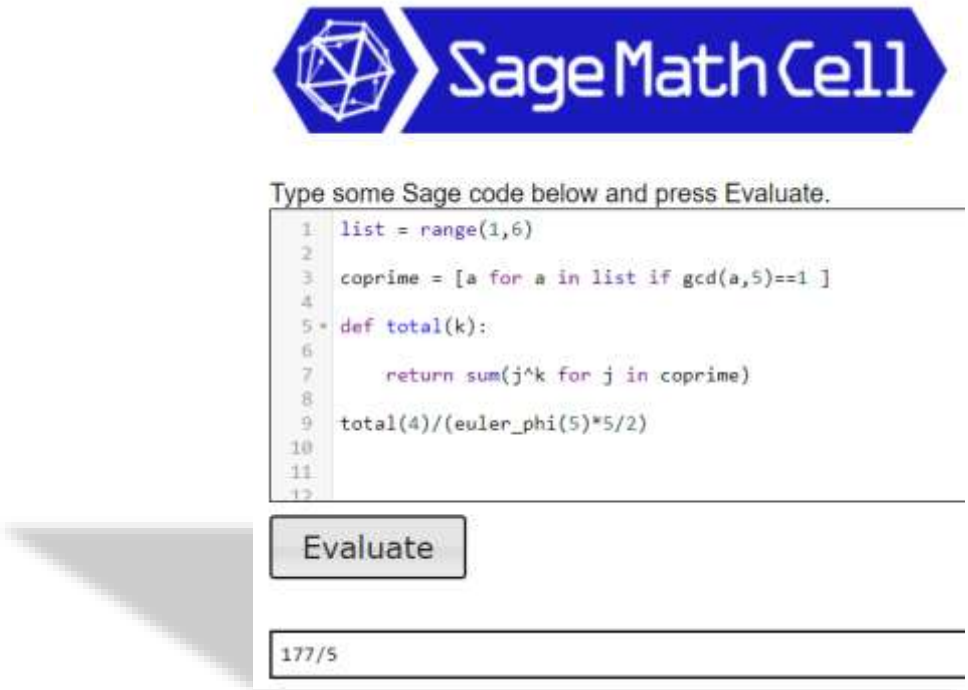
- 

Şekil 4. $k = 5$ ve $n = 91$ için program ve sonucu

- 

Şekil 5. $k = 2$ ve $n = 3$ için program ve sonucu

•



Şekil 6. $k = 4$ ve $n = 5$ için program ve sonucu

KAYNAKLAR

Andreescu, T., Andrica, D., & Feng, Z. (2007). *104 number theory problems: from the training of the USA IMO team*. Springer Science & Business Media. doi: 10.1007/978-0-8176-4561-8

Apostol, T. M. (1976). Undergraduate Texts in Mathematics. In *Introduction to Analytic Number Theory*. Springer-Verlag, New York Inc, U.S.A. Erişim adresi: https://www.springer.com/gp/book/9780387901633

Burton, D. M. (2010). *Elementary number theory*. Tata McGraw-Hill Education. Erişim adresi: https://cdchester.co.uk/wp-content/uploads/2018/02/david-m-burton-elementary-number-theory-mcgraw-hill-education-2010.pdf

Dineva, R. (2005). The Euler Totient, the Möbius and the Divisor Functions. *Mount Holyoke College*. Erişim adresi: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.161.5162&rep=rep1&type=pdf

Eneström, G. (1913). *Die Schriften Eulers chronologisch nach den Jahren geordnet in denen sie verfaßt worden sind*. Teubner. Erişim adresi: http://eulerarchive.maa.org/resources/enestrom/index.html

Euler, L. (1741). Theorematum quorundam ad numeros primos spectantium demonstratio. *Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae*, 141-146. Erişim adresi: https://scholarlycommons.pacific.edu/euler-works/54/

Euler, L. (1763) Theoremata arithmetica nova methodo demonstrata (Demonstration of a new method in the Theory of Arithmetic). *Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae*, *8*, 74-104. Erişim adresi: https://scholarlycommons.pacific.edu/euler-works/271/

Euler, L. (1784). Speculationes circa quasdam insignes proprietates numerorum. *Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 18-30. Erişim adresi: https://scholarlycommons.pacific.edu/euler-works/564/

Gauss, C. F. (1801). *Disquisitiones Arithmeticae auctore D. Carolo Friderico Gauss*. in commissis apud Gerh. Fleischer, jun. Erişim adresi: https://www.springer.com/gp/book/9780387962542

Sylvester, J. J. (1879). On certain ternary cubic-form equations. *American Journal of Mathematics*, *2*(4), 357-393. doi: 10.2307/2369490

COVİD – 19 İLE BENZER BELİRTİLERİ OLAN DİĞER HASTALIKLARIN KARŞILAŞTIRILMASINDA KABA KÜME YAKLAŞIMI

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: FATMA IRMAK TÜRKDOĞAN
YİĞİT SANCAR

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: Şebnem ÇELİK

İZMİR
2021

1. ÖZET

Gelişen teknoloji ve artan dünya nüfusu ile beraber hızlanan veri trafiğinde elde bulunan büyük boyuttaki verilerin işlenmesi, analizi ve verimli bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, bilgisayarlara insanlara ait veriler ve deneyimler işlenerek çalışabilme yeteneği kazandırılmıştır. Bu da büyük veri tabanlarının analizi, günlük hayata uygulanabilmesi ve doğru kararların verilmesi aşamasında büyük avantajlar kazandırmaktadır. Bunlar için doğru matematiksel modellerin oluşturulması oldukça önemlidir.

Bu projede kesin olmayan yapıların analizini gerçekleştirmeye yarayan Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) ve yaklaşımlı (kaba) kümeler (Rough Sets) üzerinde durulmuş, bu teorilerle ilgili bazı önemli kavramlar verildikten sonra aralarındaki ilişkilere yer verilmiştir. Sonrasında ise 2020 yılı başından beri dünya üzerindeki her insanın aklına gelen “Covid – 19 muyum grip miyim yoksa bu bir soğuk algınlığı mı?” sorusuna bulanık mantık ve yaklaşımlı kümeler kullanılarak nasıl bir cevap verilebilir sorusu üzerinde durulmuş, zaman ve enerji kaybını en az düzeyde tutarak doğru teşhisin nasıl konulabileceği üzerinde çalışılmıştır. Bu bağlamda benzer semptomlar gösteren hastalıklar ele alınmış ve semptomların görülme sıklıklarına yer verilerek hastanın hangi hastalığı taşıdığı sorusuna, hangi belirtilerin öne çıktığına dayanarak yanıt bulunmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bulanık Mantık, Yaklaşımlı (Kaba) Kümeler, Bulanık Esnek Kümeler, Covid – 19

2. AMAÇ

Bu projede, Covid – 19 ile benzer semptomları olan hastalıklarına sahip olan hastaları, semptomların yaygın olma, daha az yaygın olma veya yaygın olmama durumlarına göre, hangi hastalığı taşıyor olabileceklerini ve tedaviye hangi belirtiye öncelik verilerek başlanılması gerektiğinin bulanık ve yaklaşımlı kümeler kullanılarak tespit edilmesi, böylelikle gerekli tedavinin zaman ve efor harcamadan uygulanması amaçlanmıştır.

3. GİRİŞ

Bilgisayarların ve yapay zekanın öne çıktığı yaşadığımız yüzyılda belirsizlik kavramı matematik ve diğer bilim dalları için oldukça önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Belirsiz durumlardan kaçınılmasını savunan klasik mantıktan, bilimde bundan kaçmanın mümkün olmadığını savunan görüşe doğru bir geçiş olduğu görülmektedir. Bu nedenle başta matematikçiler olmak üzere bilim insanları belirsizlik kavramını açıklayabilmek adına çeşitli teoriler ortaya atmışlardır. Bu teorilerin başında bulanık kümeler (fuzzy sets) (Zadeh, L., 1965),

yaklaşımlı kümeler (rough sets) (Pawlak, Z., 1982) ve esnek kümeler (soft sets) (Molodtsov, D., 1999) gelmektedir.

1930' larda ünlü filozof Max Black tarafından belirsizliği açıklayıcı öncü kavramlar geliştirilmiş olsa bile, bugün 1965'te Zadeh tarafından yayınlanan makale (Zadeh, L., 1965) modern anlamda belirsizlik kavramının değerlendirilmesinde önemli bir nokta olarak kabul edilir. Zadeh, bu makalede, kesin olmayan sınırlara sahip nesnelerin oluşturduğu bulanık küme teorisini ortaya koymuştur (Aktaş ve Çağman, 2005).

Bu projede, belirsiz kavramların matematiksel olarak ifade edilebilmesine olanak sağlayan bulanık kümeler teorisi ve yaklaşımlı kümeler teorisi kavramları çalışılmış, insanlık tarihinde geçmişten beri tehdit oluşturan salgın hastalıklardan biri haline gelen Covid – 19 ve benzer semptomlara sahip diğer hastalıkların ayırt edilmesinde bulanık esnek küme yaklaşımı kullanılmıştır.

3.1 BULANIK MANTIK

Günlük hayatta rastgele kullandığımız birçok terim genellikle bulanık bir yapıya sahiptir. Bir şeyi tanımlarken, bir olayı açıklarken, komut verirken ve daha birçok durumda kullandığımız sözel veya sayısal ifadeler bulanıklık içerir. Bu terimlere örnek olarak; yaşlı, genç, uzun, kısa, sıcak, soğuk, ılık, bulutlu, parçalı bulutlu, güneşli, hızlı, yavaş, çok, az, biraz, fazla, çok az, çok fazla gibi daha pek çok sözel terim gösterilebilir. Biz insanlar bir olayı anlatıp, bir durum karşısında karar verirken bu tür kesinlik ifade etmeyen terimler kullanırız. Kişinin yaş durumuna göre ona yaşlı, orta yaşlı, genç, çok yaşlı veya çok genç deriz. Yolun kayganlık ve rampa durumuna göre arabanın gaz veya fren pedalına biraz daha yavaş veya biraz daha hızlı basarız. Çalıştığımız odanın ışığı yetersiz ise onu biraz artırır, yeterinden fazla ise biraz azaltırız. Bütün bunlar insan beyninin belirsiz ve kesinlik içermeyen durumlarda nasıl davrandığına ve olayları nasıl değerlendirip, tanımlayıp, komut verdiğine dair birer örnektir.

Bulanık mantığın Mamdani ve arkadaşları tarafından denetim sistemlerine ilk uygulanmasından sonra, bu alanda olukça önemli adımlar atılmaya başlanmıştır (Mamdani, 1974). Öyle ki denetim sistemleri bulanık mantığın en fazla uygulandığı alan olarak günümüze kadar gelmiştir. Klasik denetim sistemlerindekinin aksine, sistemlerin matematiksel modeline gerek duymadan, sadece istenilen çıkışı verecek şekilde girişe uygulanan işaret ayarlandığından, bulanık denetimin işlemesi tıpkı usta bir insanın o sistemi denetlemesine benzer. Yani bulanık mantık ve bulanık küme işlemleri kullanılarak makinelerin insanlar gibi kararlar vermesi sağlanabilmektedir. Bulanık mantığın bu uyumluluğunun yapay sinir ağları veya genetik algoritmalarla desteklenmesi sonucu nöral-bulanık (İngilizce literatürde bu konu artificial neural networks and fuzzy logic, neuro-fuzzy, ve neural fuzzy terimlerinden birisi ile

ifade edilmektedir) sistemler, veya genetik-bulanık sistemler ortaya çıkmıştır. Böylece akıllı (intelligent) sistemler de hızlı bir gelişme kaydetmeye başlamıştır.

Bulanık mantık, doğrusal ve doğrusal olmayan sistemlerin denetiminde kullanılan alternatif bir yaklaşım olarak ait olduğu yeri almıştır. Gerçek hayattaki sistemlerin hemen hiçbiri doğrusal değildir. Alışılagelen tasarım yöntemleri doğrusallaştırma yaparken farklı yöntemler kullanırlar. Örneğin; doğrusal, parçalı doğrusal ve el altı tabloları kullanarak karmaşıklık, maliyet ve sistem performansını olumsuz yönde etkileyen faktörler giderilmeye çalışılır. Doğrusal yaklaşım teknikleri aslında basittir, ancak denetim sisteminin performansı üzerinde olumsuz etkileri vardır. Parçalı doğrusallaştırma tekniği daha iyi işler, fakat uygulanması daha zordur. Çünkü, genellikle birkaç doğrusal denetleyici tasarımı gerektirir. El altı tabloları denetim performansını artırabilir, fakat bu tablolara ulaşıp ayarlamak zordur. Ayrıca çok girişli karmaşık sistemlerde fazla bellek gerektirdiğinden, el altı tabloları pratik değildir.

Gerçek dünyaya daha yakın olduğundan, bulanık mantık doğrusal olmayan denetim için alternatif bir yaklaşım olarak karşımıza çıkar. Sistemlerin doğrusal olmayan karakteristikleri kurallar, üyelik fonksiyonları ve sonuca varma işlemi ile temsil edilir. Bulanık mantık yaklaşımının kullanılmasıyla sistem performansı artar, uygulama basitleşir ve mali giderler azalır. Gerçek sisteme daha yakın olan, daha doğal bir kural tabanı kullanılarak doğrusal olamayan denetim alışılagelmiş yöntemlere göre daha iyi biçimde gerçekleştirilebilir. Bu durumda sistem performansı mükemmel bir şekilde iyileştirilip daha etkili ve duyarlı bir denetim elde edilebilir. Çoğu kontrol uygulamaları çok girişli olup çok sayıda parametrenin tasarlanıp, ayarlanmasını gerektirirler. Bu da uygulamayı zorlaştırıcı ve zaman alıcı bir işlemdir. Oysa bulanık mantık tabanlı bir denetleyicinin kuralları, doğrusal olmayan özellikleri de dikkate alarak, çok sayıdaki girişi tekli if ..... then .... sözel ifadeleriyle birleştirip uygulamayı basitleştirir. Ayrıca, bulanık mantık kullanılarak, çıkış büyüklüğü VE (AND) gibi işlemcilerle birbirine bağlanmış iki veya daha fazla girişin bir fonksiyonu olarak ifade edilebilir. Girişlerle çıkış arasındaki bu ilişki kurallardan oluşan bir tablo ile de gösterilebilir. Bu kural tablosu, el altı tablolarla karıştırılmamalıdır. Her bir giriş değişkeni için gerekli tanım sayısına bağımlı olan el altı tablolarına karşın, bulanık yaklaşım önemli ölçüde az giriş gerektirir. Ayrıca kurallar daha kolay geliştirilip, programa daha basitçe entegre edilip, daha kolay ayarlanabilirler.

Karmaşıklık ve belirsizlik içeren büyüklükler, bulanık sayılar olarak da isimlendirilebilen ve bulanık kümeleri karakterize eden üyelik fonksiyonları ile tanımlanırlar. Bulanık sayılar, yine bulanık bir ortamda insan düşünce ve karar verme mekanizmasına benzer şekilde if ... then .... else .... biçimindeki önerme ve kural yürütme işlemlerine tabi tutularak yine bulanık bir sonuca varılır. Nasıl ki insan karşılaştığı bir problemi çözerken kafasındaki bilgi bankasını kullanıp, bu bilgiler ışığında sonuca gidiyorsa, bulanık mantık esaslarına göre işlem yapan bir sistem de kendisine daha önceden öğretilen bilgileri kullanarak, yeni durum hakkında bir sonuca varır. Bu durum insan makina iletişimine yeni bir boyut kazandırmıştır (Altaş, İ., 1999).

Tanım 3.1.1 Bulanık Kümeler

X boştan farklı bir küme ve I = [0,1] $\subseteq$ P olsun.

$\mu_A : X \rightarrow$ [0,1] fonksiyonu tarafından karakterize edilen;

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \subset X \times I$$

kümesine X de bir bulanık küme denir. $\forall x \in X$ için $\mu_A(x)$ değerine x in A ya ait olma derecesi denir. $\mu_A(x)$ in 1 e yaklaşması x in A ya daha fazla ait olması anlamına gelmektedir (Zadeh, 1965).

Klasik küme teorisinde A bir küme ise üyelik fonksiyonu $\mu_A(x)$, $x \in A$ olduğundan 1, $x \notin A$ olduğunda 0 olmak üzere iki değer almaktadır. Bu şekilde üyelik fonksiyonu sadece 0 ve 1 değerini alan kümelere adi küme veya basit küme denir.

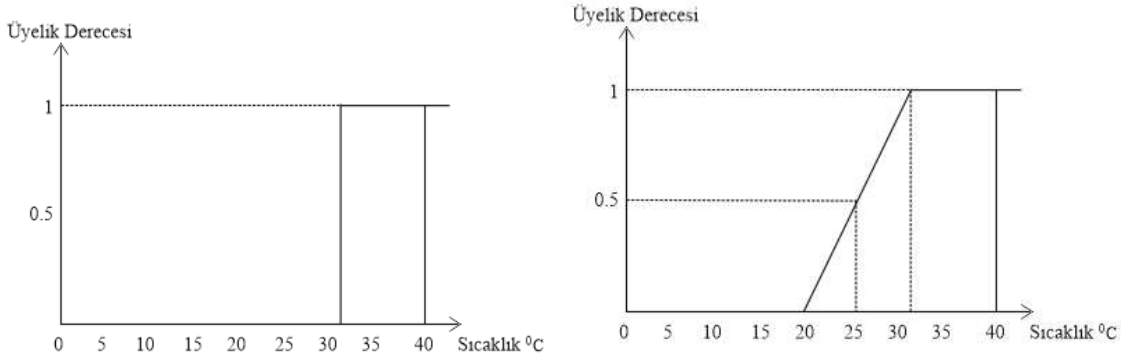
$\mu_A : X \rightarrow$ [0,1] fonksiyonu $\forall x \in X$ için $\mu_A(x) = 1$ olarak tanımlanırsa X kümesi, X = {(x, 1) | $x \in X$} bulanık kümesi olarak yazılabilir.

$\mu_\emptyset : X \rightarrow$ [0,1] fonksiyonu $\forall x \in X$ için $\mu_\emptyset(x) = 0$ olarak tanımlanırsa boş küme, Ø = {(x, 0) | $x \in X$} bulanık kümesi olarak yazılabilir.

Üyelik fonksiyonu μ olan X de bir A bulanık kümeye kısaca X in μ bulanık alt kümesi denir ve $\mu = \{(x, \mu(x) | x \in X\}$ olarak yazılır (Zihni, O., 2016).

Örnek 3.1.2:

Grafik 1 (a)' da gösterildiği gibi kesin küme teorisinde 32^0 de hava sıcak sayılmakta ancak $31,5^0$ de sıcak sayılmamaktadır. Grafik 1(b)' de gösterilen bulanık küme teorisinde ise 32^0 sıcaklık, sıcaklık kümesinde maksimum üyelik derecesine sahiptir. 25^0 klasik küme teorisine göre sıcak sayılmazken, bulanık küme teorisine göre bu değerin sıcaklık kümesine üyeliği 0.5 tir, yani 25^0 tam sıcak değil ama soğuk da değildir.



(a) **(b)**

Grafik 1. Sıcaklık için kesin küme (a) ve bulanık küme (b)

3.2 ESNEK KÜMELER VE BULANIK ESNEK KÜMELER

Esnek küme teorisi, ilk defa Molodtsov (Moldotsov, D.A., 1999) tarafından, bazı belirsizlikleri matematiksel modellemek için tanımlanmıştır. Daha sonraki dönemlerde bu teori bulanık kümelerin yardımıyla bilgisayar, işletme, ekonomi, sağlık, elektrik-elektronik, felsefe, sosyoloji gibi alanlarında karar verme problemleri belirsizlik içeren pek çok alanlarda uygulanmıştır (Cagman, N., Enginoglu, S., 2010).

Tanım 3.2.1. U ve E boştan farklı iki küme, E bütün parametrelerin kümesi, $A \subseteq E$ ve P(U), U nun kuvvet kümesi olsun. Her $x \notin A$ için $f_A(x) = \varphi$ olmak üzere,

$$f_A : E \rightarrow P(U)$$

fonksiyonuna U üzerinde bir esnek küme denir. U üzerinde bir f_A esnek kümesi, sıralı ikililerin bir kümesi olarak aşağıdaki şekilde temsil edilebilir;

$$f_A = \{(x, f_A(x)) : x \in E, f_A(x) \in P(U)\}$$

(Yılmaz ve Eraslan, 2012).

Tanım 3.2.2. U göz önüne alınan elemanların kümesi, E, bu elemanları niteleyen tüm parametrelerin kümesi, X bu parametreler kümesi üzerinde $\mu_X : E \rightarrow [0,1]$ fonksiyonu ile verilen bir bulanık küme, $\gamma_X(x)$ her $x \in X$ için U nun üzerindeki bir bulanık küme ve F (U) ise U üzerindeki tüm bulanık kümelerin kümesi olsun. Her $x \notin X$ için $\gamma_X(x) = \emptyset$ olmak üzere

$$\gamma_X : E \rightarrow F(U)$$

fonksiyonuna U üzerinde bulanık parametreli bulanık esnek küme denir. U üzerinde tanımlı bir γ_X bulanık parametreli bulanık esnek kümesi ise;

$$\gamma_X = \{(\mu_X(x)/x, \gamma_X(x)) : x \in E, \gamma_X(x) \in F(U), \mu_X(x) \in [0,1]\}$$

şeklindedir (Yılmaz ve Eraslan, 2012).

Örnek 3.2.3: Bir araba alınmak istensin. (F, E) satın alırken göz önünde bulundurulacak olan arabaların özelliklerini tanımlayan esnek küme,

$A = \{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6\}$ belirli özelliklerdeki 6 adet arabayı,

$E = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$ parametreler kümesi, e_i (i = 1, 2, 3, 4, 5} "pahalı", "vitesli", "otomatik", "ucuz", "siyah" parametrelerini göstersin.

$F: E \rightarrow P(U)$ dönüşümü için,

$F(e_1)$ ={ A_3, A_4, A_5}, $F(e_2)$ = { A_1, A_3}, $F(e_3)$ = { A_5, A_2}, $F(e_4)$= { A_1, A_6}, $F(e_5)$= { A_2, A_6} olsun.

Bu durumda;

(F, E) = {(pahalı arabalar, {A_3, A_4, A_5}), (vitesli arabalar, {A_1, A_3}), (otomatik arabalar, {A_5, A_2}), (ucuz arabalar, {A_1, A_6}), (siyah arabalar, {A_2, A_6}) şeklinde tanımlanır.

3.3 KABA KÜMELER

1982 yılında ilk olarak Pawlak tarafından önerilen kaba kümeler, kesin olmayan ve tamamlanmamış verilerden bilgi elde etmek için kullanılan bir matematiksel yöntem olmakla birlikte büyük veri tabanlarından bilgi keşfini sağlayan önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. (Pawlak, 1991, 1995). Kaba küme teorisi genellikle; verilerin indirgenmesi, bağımlılıklarının keşfi, verilerin öneminin tahmini, verilerden karar (kontrol) algoritmalarının oluşturulması, verilerin yaklaşık sınıflaması, verilerdeki benzerlik ve farklılıkların keşfi, verilerdeki örüntülerin keşfi, neden-sonuç ilişkilerinin bulunmasını kapsayan süreçleri içermektedir (Pawlak, Slowinski, 1994; Aydoğan, Gencer, 2007).

"Geniş bir uygulama alanı olan kaba kümeler tıptan finansa kadar geniş bir uygulama alanı bulmakla birlikte yapay zeka tekniklerinden çelişki çözümlemesi, örüntü algılaması, resim çözümlemesi, özellik çıkarımı, sınıflandırma ve kural indirgeme, makine öğrenmesi tekniklerine uygulanabilmektedir. Bu tekniklerin literatürdeki uygulama biçimlerine örnekler ise, tıp alanında Wang ve arkadaşları (2011), uyku hastalığının teşhisinde kullanılan faktörleri, kaba kümeler ile değerlendirerek bir teşhis sistemi geliştirmişlerdir. Son ve arkadaşları (2012), erken kalp krizi teşhisi için kaba kümeler yardımı ile karar verme modeli geliştirmişlerdir. Hassanian (2007), göğüs kanserinin teşhisinde bulanık kaba küme yaklaşımını kullanarak bütünleşik şema geliştirmişlerdir. Finansal yönden ise, Chen ve Cheng (2012), değişen Pazar koşulları ve çevre analizinde bulanık küme teorisini kullanmışlardır. Beynon ve Deel (2001) şirketlerin iflas tahminini kaba küme teorisi yardımıyla geliştirmişlerdir. Yao ve Herbert, finansal zaman serilerinin analizinde kaba kümeleri kullanmışlardır. Chen ve Cheng (2013) dünya çapında banka endüstrisi için kredi derecelendirmesinde kaba kümeler yardımı ile hibrid modeller ile karar verme mekanizması geliştirmişlerdir.

Yapay zekânın bir alt dalı olan bulanık mantık içerisinde, kaba kümelerin verilerin değerlendirilmesinde ayrı bir yeri vardır. Çelişki çözümlemede, alternatif kural azaltma metotları dikkate alınarak hedef durumun analiz edilmesinde Huang ve arkadaşları (2013) kaba kümeleri kullanmışlardır. Xu ve Kilgour (2013) renkli grafiklerin hibrid atamalarında, çelişki çözümlemesi ile bulanık kaba küme yaklaşımını tercih etmişlerdir. Kaba kümeler ile resim çözümleme uygulamalarına örnek ise, Ramana ve arkadaşları (2011) de yaklaşık küme teorisi yaklaşımı ile görsel resim benzerliğini analiz eden bir yapı önermişlerdir. Özellik çıkarımına örnek olarak, Salamo ve Lopez-Sanchez (2011) durum tabanlı çıkarsama

sınıflandırıcısı için kaba küme teorisini kullanarak özellik çıkarsama işlemini gerçekleştirmiştir. Turgay ve arkadaşları (2017) kaba küme kavramını guguk kuşu algoritması ile birlikte modellemişlerdir. Derrac ve arkadaşları (2012) bulanık kaba küme teorisini kullanarak özellik seçiminde anlık seçme sürecini kuvvetlendirici bir algoritma ile önermişlerdir.

Kaba küme teorisi aynı zamanda bazı sezgisel algoritmalar ile birlikte kullanıldığı literatürde görülmektedir. Bunlardan bazıları yasak arama ile birlikte özellik seçimi ve kredi seçimi, sürü optimizasyonu ile birlikte özellik seçimi Changseok B, Wei-Chang Y, Yuk Ying C, Sin-Long L. 2010, karınca kolonisi ve kaba kümeler ile birlikte optimizasyonu (Yumin ve arkadaşları 2010) olarak ele alınmıştır" (Aktaran: Turgay ve Torkul, 2018).

Tanım 3.3.1 Bulanık kaba küme kavramında, nicel-sayısal değere sahip veri kümelerinin, üyelik fonksiyonu ve sözel (dilsel) terimlerle gösterimindeki yalınlığı ve anlaşılırlığı ile insanların muhakeme yeteneğine olan benzerliğinden dolayı tercih edilmektedir. Bunun yanı sıra analiz sürecindeki verilerin esnek yapıda analiz edilmesi ve eksik bilginin insan muhakeme yapısını örnek alınarak değerlendirmesinden dolayı büyük veri analizinde kullanılabilmektedir. Kaba küme teorisi, hatasız bilginin, yüksek doğruluk derecesi ile tercih edilmesi amacıyla bulanık kümelerin tamamlayıcı bir özelliği olarak ortaya çıkmıştır. Uygulamalarda da görülebileceği gibi veri ve veri tabanı uygulamaları sonucunda oldukça gerçekçi sonuçların elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Kaba küme analizinin asıl amacı, kavramların yaklaşık değerlerinin analiz edilmesi ve indirgenmesi sürecinde sisteme ait karar kurallarının elde edilmesidir.

Kaba küme teorisinde veriler, nitelik ve öznitelik değerlerinin gösterildiği bir tablo halinde gösterilmesi, eğitim verilerinin belirli kriterler doğrultusunda bölümlere ayrılması ve eşitlik sınıfının kullanılması sürecidir. Öğrenme işleminde, düşük (alt) ve yüksek (üst) yaklaşım olmak üzere iki ayrı bölgede analiz işlemi gerçekleştirilir. Kaba küme teorisinin temelini oluşturan bu kavramlardan düşük yaklaşım ile kesin kurallar elde edilirken, yüksek (üst) yaklaşım yardımıyla mümkün olabilecek olası kurallar elde edilmektedir. Kaba küme teorisi ile geniş veri kümelerinin bozunması, dağıtılmış ve çok etmenli sistemlerde veri madenciliği ve parçasal veri hesaplama için yeni yaklaşımlar geliştirilmiştir.

Kaba kümelemeye ait temel kavramlar aşağıdaki gibidir.

- Bilgi: Karar Sistemleri (Tablolar)
- Farkındalık
- Yaklaşık Kümeleme
- İndirgemeler ve Çekirdek Kavramı
- Kaba Üyelik
- Öznitelik Bağımlılığı

(Turgay ve Torkul , 2018).

Tanım 3.3.2 Yaklaşımlı kümeler

Yaklaşımlı küme teorisi, klasik küme teorisini bir genişlemişidir. Bu kümede bir evrensel kümenin bir alt kümesi, alt ve üst yaklaşımları olarak adlandırılan sıralı ikili kümeleri ile tanımlanır. Pawlak' ın yaklaşımlı kümelerinde temel araç bir denklik bağıntıdır. Alt ve üst yaklaşımlar denklik sınıfları ile inşa edilir. Verilen bir kümenin alt yaklaşımı, kümenin alt kümeleri olan bütün denklik sınıflarının birleşimidir (Aktaş ve Çağman, 2005).

Pawlak tarafından ortaya konulan yaklaşımlı küme teorisine bütün dünyada bilim adamları tarafından büyük bir ilgi gösterilmiştir (Pawlak, Z., 1982).

Tanım 3.3.2.1 U objelerin bir kümesi ve X de U nun bir alt kümesi, R(x) bir x elemanının denklik sınıfını göstermek üzere yaklaşımların ve tanımları aşağıdaki gibi verilebilir.

X için P alt yaklaşımı: $\underline{P(x)} = \bigcup \{p \in U: R_p \subseteq R_X\}$

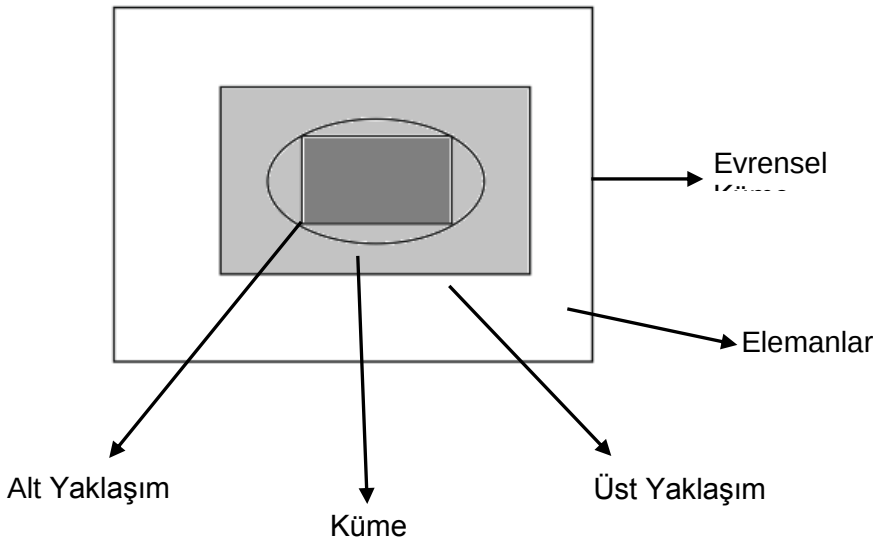
X için P üst yaklaşımı: $\overline{P(x)} = \bigcup \{p \in U: R_p \cap R_X \neq \emptyset\}$

Ayrıca yaklaşımın doğruluğu aşağıdaki ifade ile hesaplanır.

$$\alpha(X) = \frac{|\underline{P(X)}|}{|\overline{P(X)}|}, \quad 0 \leq \alpha(X) \leq 1$$

(ALZahrani, S., 2020).

Buna göre bir kümenin alt yaklaşımı tamamen küme tarafından kapsanan denklik sınıflarından, bir kümenin üst yaklaşımı ise kümeyle arakesitleri boştan farklı olan denklik sınıflarının birleşiminden oluşmaktadır. Bunlar Şekil 1 de açık bir şekilde görülmektedir.



Şekil 1. Kaba Küme Yaklaşımı

Tanım 3.3.2.2 $\forall$ B $\subseteq$ A ve $R_B \subseteq$ A x A bağıntısı için, | . | B kümesinin eleman sayısını göstermek üzere benzerlik derecesi;

$$x\ R_B\ y = \frac{\left|\sum_{i=1}^{4} (a(x_i)=b(y_i))\right|}{4}$$

(ALZahrani, S., 2020).

Bu bilgiler doğrultusunda klasik küme, bulanık küme ve yaklaşımlı küme tanımlarını karşılaştırırsak, klasik küme bir gösterim ve sezgisel veya aksiyomlarla tanımlanır, bulanık kümeler, ileri düzeyde matematik yapılar, sayılar ve fonksiyonlar içeren, üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanır; yaklaşımlı kümeler ise yaklaşımlarla tanımlanır. Görüldüğü gibi yaklaşımlı küme teorisi bulanık küme teorisinde olduğu gibi klasik küme teorisine bir alternatifi değil aksine onun bir parçasıdır (Aktaş ve Çağman, 2005).

Örnek 3.3.3 $U = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}$ objelerin kümesi, $A = \{a_1, a_2, a_3\}$ değişkenlerin kümesi ve V_1 = {1,2,3}, V_2 = {1,2}, V_3 = {1,2,3,4} kümeleri de her bir değişkenin aldığı değerlerin kümesini göstersin. Yukarda verilen 10 obje için elde edilen üç sonuç Tablo 1' deki gibi verilir.

U	a_1	a_2	a_3
x_1	2	1	3
x_2	3	2	1
x_3	2	1	3
x_4	2	2	3
x_5	1	1	4
x_6	1	1	2
x_7	3	2	1
x_8	1	1	4
x_9	2	1	3
x_{10}	3	2	1

Tablo 1. Veri grubunun aldığı değerler

Tablo 1' e göre; $fa_1(x) = V_1$, $fa_2(x) = V_2$ ve $fa_3(x) = V_3$ olarak elde edilir. R(x), x elemanının denklik sınıfını göstermek üzere P (x_i) = {x_j: x_j, x_i ile aynı ölçüme sahip, 1≤ i, j≤10} şeklinde tanımlansın. Buna göre:

$$P(x_1) = P(x_3) = P(x_9) = \{x_1, x_3, x_9\}$$

$$P(x_2) = P(x_7) = P(x_{10}) = \{x_2, x_7, x_{10}\}$$

$$P(x_4) = \{x_4\}$$

$$P(x_5) = P(x_8) = \{x_5, x_8\}$$

$$R(x_6) = \{x_6\}$$

şeklinde hesaplanır. Bu denklik sınıflarından yararlanarak U nun $X = \{x_1, x_3, x_4, x_5, x_9\}$ alt kümesi için;

Alt yaklaşımı $\underline{P(x)} = \{x_1, x_3, x_4, x_9\}$

Üst yaklaşımı $\overline{P(x)} = \{x_1, x_3, x_4, x_5, x_8, x_9\}$ olarak bulunur.

4. YÖNTEM

Bu projede, yaklaşımlı kümeler kullanılarak aynı belirtileri taşıyan hastalıklarda hangi tedavi yönteminin öncelikli olarak seçilmesi gerektiği konusu araştırılmıştır. Bunun için öncelikle hastalık belirtileri saptanmış, bu belirtilere sahip olan ya da olmayan bir veri grubu oluşturulmuş, sahip oldukları belirtiler derecelendirilmiş, benzerlik dereceleri hesaplanarak alt ve üst yaklaşımlı kümeler oluşturulmuştur.

5. PROJE İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

AYLAR						
İŞİN TANIMI	**AĞUSTOS**	**EYLÜL**	**EKİM**	**KASIM**	**ARALIK**	**OCAK**
ÇALIŞILACAK KONUNUN VE PROBLEMİN BELİRLENMESİ	**X**					
LİTERATÜR TARAMASI	**X**	**X**	**X**	**X**		
VERİLERİN TOPLANMASI VE ANALİZİ				**X**	**X**	
PROJE RAPORU YAZIMI					**X**	**X**

Tablo 2. İş-zaman çizelgesi

6. BULGULAR

Bu bölümde T.C Sağlık bakanlığı tarafından yayınlanan broşürdeki (Tablo 3) Covid – 19, grip, soğuk algınlığı ve mevsimsel alerjilerdeki görülen belirtilerden ateş (kısaca A ile

gösterilmiştir), baş ağrısı (kısaca BA ile gösterilmiştir), bitkinlik (kısaca B ile gösterilmiştir), boğaz ağrısı (kısaca BO ile gösterilmiştir), burun akıntısı (kısaca BU ile gösterilmiştir), nefes darlığı (kısaca N ile gösterilmiştir), öksürük (kısaca Ö ile gösterilmiştir) ve vücut ağrısı (kısaca V ile gösterilmiştir) ele alınmıştır.



Tablo 3. Covid – 19, Soğuk Algınlığı ve Mevsimsel Alerjilerin Belirtileri Arasındaki Farklar (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020)

10 kişilik bir hasta grubu olduğu düşünülmüş ve bu hastalarda görülen belirtilerin derecesi 0 = yok veya az, 1 = orta, 2 = yüksek olarak alınmış ve Tablo 4 oluşturulmuştur. Bahsedilen belirtiler 4 durumda incelenmiştir.

Tablo 4' e göre belirtileri aynı olan hastalar kümesi R_H olarak oluşturulmuştur.

$R_H = \{\{H_1, H_5\}, \{H_2, H_6\}, \{H_3\}, \{H_4\}, \{H_7\}, \{H_8\}, \{H_9\}, \{H_{10}\}\}$

1. Durum: Sadece bir belirtinin görülmesi

Ateş belirtisi olan hastalar, dereceye göre aşağıdaki gibi kümelere ayrılmıştır.

Ateşi az olan veya olmayan hastaların kümesi: $A_0 = \{H_7\}$

Orta düzeyde ateşi olanların kümesi : $A_1 = \{H_2, H_4, H_6, H_8\}$

Yüksek ateşi olanların kümesi : $A_2 = \{H_1, H_3, H_5, H_9, H_{10}\}$

Ateş için alt yaklaşım kümeleri:

$\underline{A_0} = \{H_7\}$, $\underline{A_1} = \{H_2, H_4, H_6, H_8\}$, $\underline{A_2} = \{H_1, H_3, H_5, H_9, H_{10}\}$

Buna göre; $\underline{P(A)} = \underline{A_0} \cup \underline{A_1} \cup \underline{A_2} = \{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_7, H_8, H_9, H_{10}\}$

Ateş için üst yaklaşım kümeleri:

$\overline{A_0} = \{H_7\}$, $\overline{A_1} = \{H_2, H_4, H_6, H_8\}$, $\overline{A_2} = \{H_1, H_3, H_5, H_9, H_{10}\}$

Bu kümelerin birleşimi olan üst yaklaşımların kümesi ise; $\overline{P(A)} = \overline{A_0} \cup \overline{A_1} \cup \overline{A_2} = \{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_7, H_8, H_9, H_{10}\}$ dur.

Bütün bu bilgilerden yola çıkarak korelasyon derecesi hesaplandığında:

$$\frac{|\underline{P(A)}|}{|\overline{P(A)}|} = \frac{10}{10} = \%100 = 1 \text{ olarak bulunur.}$$

Diğer belirtiler içinde hesaplandığında korelasyon derecesi %100 olarak bulunmuştur. Bu durumda sadece bir belirti, karar vermek için yeterli değildir.

	Ateş (A)	Baş Ağrısı (BA)	Bitkinlik (B)	Boğaz Ağrısı (BO)	Burun Akıntısı (BU)	Nefes Darlığı (N)	Öksürük (Ö)	Vücut Ağrısı (V)
H_1	2	1	2	1	0	2	2	1
H_2	1	2	0	2	2	2	1	0
H_3	2	2	2	1	1	0	2	2
H_4	1	0	2	1	1	2	0	0
H_5	2	1	2	1	0	2	2	1
H_6	1	2	0	2	2	2	1	0
H_7	0	1	2	1	2	0	1	1
H_8	1	2	1	2	2	2	1	0
H_9	2	1	2	0	0	1	2	1
H_{10}	2	2	1	1	0	1	2	1

Tablo 4. Hastaların Mevcut Hastalık Belirtilerinin Dereceleri

2. Durum: İki belirtinin görülmesi

Tablo 4' den ateş ve baş ağrısı belirtilerinin denklik sınıfı oluşturulmuştur.

$R_{ABA} = \{\{H_1, H_5, H_9\}, \{H_3, H_{10}\}, \{H_2, H_6, H_8\}, \{H_4\}, \{H_7\}\}$

$\underline{P(ABA)} = \{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_7, H_8, H_9, H_{10}\}$,

$\overline{P(ABA)} = \{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_7, H_8, H_9, H_{10}\}$

Bütün bu bilgilerden yola çıkarak korelasyon derecesi hesaplanıldığında:

$$\frac{|P(ABA)|}{|\overline{P(ABA)}|} = \frac{10}{10} = \%100 = 1 \text{ olarak bulunur.}$$

Diğer belirtiler içinde hesaplanıldığında hastaların oluşturduğu sınıfların alt ve üst yaklaşımlarının korelasyon derecesi %100 olarak bulunmuştur.

3. Durum:

Bu durum incelenirken, hastalar arasındaki benzerlik dereceleri Tanım 3.3.2.2 **t**eki $\frac{\left|\sum_{i=1}^{4} (a(x_i)=b(y_i))\right|}{4}$ formülü değiştirilerek kullanılmıştır. Formülde belirtildiği gibi iki hastanın benzer olan belirtilerinin sayısı, toplam belirti sayısına bölünerek $\frac{\left|\sum_{i=1}^{8} (a(x_i)=b(y_i))\right|}{8}$ şeklinde uygulanmış ve Tablo 5 oluşturulmuştur.

	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7	H_8	H_9	H_{10}
H_1	1	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	1	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$
H_2	$\frac{1}{8}$	1	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$	1	$\frac{1}{4}$	0	0	$\frac{1}{8}$
H_3	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$	1	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$
H_4	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	1	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$
H_5	1	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	1	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$
H_6	0	1	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$	0	$\frac{1}{8}$
H_7	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$
H_8	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{4}$	1	0	$\frac{1}{4}$
H_9	$\frac{3}{4}$	0	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$	0	$\frac{3}{8}$	0	1	$\frac{5}{8}$
H_{10}	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	1

Tablo 5. Hastaların Benzerlik Dereceleri

Hastaların sınıfları $\frac{1}{8}$ benzerliğine göre aşağıdaki gibi oluşturulmuş, aşağıdaki durumlar incelenmiştir.

$R_{H\sim(1/8)}$ = {{H_2, H_8}, {H_1, H_3, H_5, H_{10}}, {H_2, H_6, H_8}, {H_9, H_{10}}, {H_3, H_5, H_{10}}, {H_1, H_3, H_5}, {H_4}, {H_2, H_4, H_6}}

1. Durum:

Tablo 4. ten ateş belirtisi için R_A denklik sınıfını oluşturan üç küme A_0 = {H_7}, A_1 = {H_1, H_4, H_8}, A_2 = {H_1, H_3, H_5, H_9, H_{10}} idi. Bu defa $R_{H\sim(1/8)}$ hasta kümesi temel alınarak oluşturulan alt ve üst küme yaklaşımları:

$\underline{A_0} = \emptyset$, $\underline{A_1}$ = {H_4}, $\underline{A_2}$ = {H_1, H_3, H_5, H_9, H_{10}}

$\overline{A_0} = \emptyset$, $\overline{A_1}$ = {H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_8, H_{10}}, $\overline{A_2}$ = {H_1, H_3, H_5, H_9, H_{10}}

$\underline{P(A)} = \underline{A_0} \cup \underline{A_1} \cup \underline{A_2}$ = {H_1, H_3, H_4, H_5, H_9, H_{10}}

$\overline{P(A)} = \overline{A_0} \cup \overline{A_1} \cup \overline{A_2}$ = {H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_8, H_{10}} olarak bulunmuştur. Bu kez korelasyon derecesi $\frac{1}{8}$ benzerliğine göre hesaplanıldığında;

$\frac{|\underline{P(A)}|}{|\overline{P(A)}|} = \frac{6}{8} = \%75$ olarak bulunmuştur. Aynı şekilde diğer belirtiler için de korelasyon dereceleri hesaplanmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Baş ağrısı (BA) %44,
Bitkinlik (B) %44,
Boğaz Ağrısı (BO) %88,
Burun Akıntısı (BU) %67,
Nefes Darlığı (N) %67,
Öksürük (Ö) %100,
Vücut Ağrısı (V) %100

2. Durum:

Bu durumda ateş ve baş ağrısı belirtilerinin denklik sınıfı olan R_{ABA} = {{H_1, H_5, H_9}, {H_3, H_{10}}, {H_2, H_6, H_8}, {H_4}, {H_7}} ele alınmış ve $\frac{1}{8}$ benzerliğine göre alt ve üst küme yaklaşımları oluşturulmuş; $\underline{P(ABA)}$ = {H_2, H_6, H_8, H_4}, $\overline{P(ABA)}$ = {H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_8, H_9, H_{10}} ve korelasyon derecesi

$\frac{|\underline{P(ABA)}|}{|\overline{P(ABA)}|} = \frac{4}{9} = \%44$ olarak hesaplanmıştır. Benzer hesaplama ile korelasyon dereceleri:

Ateş ve Bitkinlik (AB) için %50,
Ateş ve Boğaz ağrısı için (ABO) %89,
Ateş ve Burun akıntısı (ABU) için %67,
Ateş ve Nefes Darlığı (AN) için %67,
Ateş ve Öksürük (AÖ) için %100,
Ateş ve Vücut Ağrıları (AV) için %67 olarak hesaplanmıştır.

3. Durum:

Bu durumda ateş, baş ağrısı ve bitkinlik belirtilerinin denklik sınıfı olan R_{ABAB} = {{H_1, H_5, H_9}, {H_2, H_6}, {H_3}, {H_4}, {H_7}, {H_8}, {H_{10}}} ele alınmış ve $\frac{1}{8}$ benzerliğine göre alt ve üst küme yaklaşımları oluşturulmuş; $\underline{P(ABAB)}$ = {H_4}, $\overline{P(ABAB)}$ = {H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_8, H_9, H_{10}} ve korelasyon derecesi

$\frac{|\underline{P(ABAB)}|}{|\overline{P(ABAB)}|} = \frac{1}{9} = \%11$ olarak hesaplanmıştır.

Benzer hesaplama ile korelasyon dereceleri:

Ateş, Baş ağrısı ve Boğaz ağrısı belirtileri için:

R_{ABABO} = {{H_1, H_5}, {H_2, H_6, H_8}, {H_3, H_{10}}, {H_4}, {H_7}, {H_9}}

$\underline{P(ABABO)}$ = {H_2, H_6, H_8, H_4}, $\overline{P(ABABO)}$ = {H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_8, H_9, H_{10}}

$\frac{|\underline{P(ABABO)}|}{|\overline{P(ABABO)}|} = \frac{4}{9} = \%44$

Ateş, Baş Ağrısı ve Burun Akıntısı için:

R_{ABABU} = {{H_1, H_5, H_9}, {H_2, H_6, H_8}, {H_3}, {H_4}, {H_7}, {H_{10}}}

$\underline{P(ABABU)}$ = {H_2, H_6, H_8, H_4}, $\overline{P(ABABO)}$ = {H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_8, H_9, H_{10}}

$\frac{|\underline{P(ABABU)}|}{|\overline{P(ABABU)}|} = \frac{4}{9} = \%44$

Ateş, Baş Ağrısı ve Nefes Darlığı için:

R_{ABAN} = {{H_1, H_5}, {H_2, H_6, H_8}, {H_3}, {H_4}, {H_7}, {H_9}, {H_{10}}}

$\underline{P(ABAN)} = \{H_2, H_6, H_8, H_4\}$, $\overline{P(ABAN)} = \{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_8, H_9, H_{10}\}$

$$\frac{|\underline{P(ABAN)}|}{|\overline{P(ABAN)}|} = \frac{4}{9} = \%44$$

Ateş, Baş Ağrısı ve Öksürük için:

$R_{ABAÖ} = \{\{H_1, H_5, H_9\}, \{H_2, H_6, H_8\}, \{H_3, H_{10}\}, \{H_4\}, \{H_7\}\}$

$\underline{P(ABAÖ)} = \{H_2, H_6, H_8, H_4\}$, $\overline{P(ABAÖ)} = \{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_8, H_9, H_{10}\}$

$$\frac{|\underline{P(ABAÖ)}|}{|\overline{P(ABAÖ)}|} = \frac{4}{9} = \%44$$

Ateş, Baş Ağrısı ve Vücut Ağrıları için:

$R_{ABAV} = \{\{H_1, H_5, H_9\}, \{H_2, H_6, H_8\}, \{H_3\}, \{H_4\}, \{H_7\}, \{H_{10}\}\}$

$\underline{P(ABAV)} = \{H_2, H_6, H_8, H_4\}$, $\overline{P(ABAV)} = \{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_8, H_9, H_{10}\}$

$$\frac{|\underline{P(ABAV)}|}{|\overline{P(ABAV)}|} = \frac{4}{9} = \%44$$

olarak hesaplanmıştır.

4. Durum:

Bu durumda da dört belirti için denklik sınıfları ve korelasyon dereceleri bulunmuştur.

Ateş, Baş Ağrısı, Bitkinlik ve Boğaz Ağrısı için:

$R_{ABABBO} = \{\{H_1, H_5\}, \{H_2, H_6\}, \{H_3\}, \{H_4\}, \{H_7\}, \{H_8\}, \{H_9\}, \{H_{10}\}\}$

$\underline{P(ABABBO)} = \{H_4\}$, $\overline{P(ABAV)} = \{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_8, H_9, H_{10}\}$

$$\frac{|\underline{P(ABABBO)}|}{|\overline{P(ABABBO)}|} = \frac{1}{9} = \%11$$

Ateş, Baş Ağrısı, Bitkinlik ve Burun Akıntısı (ABABBU) için %11

Ateş, Baş Ağrısı, Bitkinlik ve Nefes Darlığı (ABABN) için %11

Ateş, Baş Ağrısı, Bitkinlik ve Öksürük (ABABÖ) için %11

Ateş, Baş Ağrısı, Bitkinlik ve Vücut Ağrıları (ABABV) için %11 olarak korelasyon sayıları hesaplanmıştır.

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapılan hesaplamalar sonucunda Tablo 4' de verilen hastalar ve gösterdikleri belirtilerden yola çıkılarak Ateş ve Öksürük semptomlarının yaygın belirti olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç bahsedilen hasta grubu için bu belirtilerin yaygın olarak görüldüğü Covid – 19 (Tablo 3) üzerine yoğunlaşılmasını, böylelikle hem zaman, hem para, hem de insan gücünün doğru kullanılmasını sağlayacaktır.

8. ÖNERİLER

Bu projede kaba kümelerin alt ve üst küme yaklaşımları kullanılmıştır. Projenin ileriki aşamalarında yapılabilecekler:

- Bulanık esnek kümeler ve matris işlemleri kullanılarak her hastanın hangi hastalığa sahip olduğu belirlenebilir. Bu işlemler kullanılarak bir bilgisayar programı yazılabilir ve dinamik bir yaklaşım oluşturulabilir.
- Hastalık çeşitleri ve belirtileri arttırılarak daha kesin bir sonuca ulaşılabileceğini düşünmekteyiz.
- Benzer mantık ve yaklaşımla şu an ülkemizde ve tüm dünya uygulanan Covid-19 aşıları ve semptomları ele alınarak hangi aşının hangi semptomu daha fazla gösterdiği tespit edilerek doktorlar tarafından daha uygun olan aşıyı belirleme ve aşıları semptomlara göre kıyaslama ile ilgili bir çalışma da yapılarak bu çalışmanın da bilgisayar programı yazılabilir.

KAYNAKLAR

Aktaş, H. ve Çağman N. (2005) Bulanık ve Yaklaşımlı Kümeler, Çankaya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Journal of Arts and Sciences Sayı: 3, sf 16,17,18

Altaş, İ., (1999) Bulanık Mantık: Bulanıklılık Kavramı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

ALZahrani, S. (2020) Use of some Topological Concepts in the study of some COVID−19 Symptoms, EUROPEAN JOURNAL OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS Vol. 13, No. 4, 852-860. Department of Mathematics, Faculty of Science, Taif University, Taif, Saudi Arabia, Published by New York Business Global

Cagman, N. ve Enginoglu, S. (2010) Soft set theory and uni-int decision making, European Journal of Operational Research, 207, 848-855.

Kaufmann, A. ve Gupta, M.M. (1991). Introduction to Fuzzy Arithmetic Theory and Applications,Van Nostrand Rienhold

Mamdani, E.H. (1974) Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant, Proc.Iee, Vol.121, No.12, 1585-1588.

Molodtsov, D. (1999). Soft set theory-first results, Computers Malath. Applic. 37, 19-31.

Pawlak, Z. (1982). Rough sets, Int. J. of Information and Computer Sciences, 11, 5. 341-356.

Turgay S. ve Torkul O,. (2018) KABA KÜMELEME, sf 2,3. Erişim tarihi: 19.01.2021 Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/322385404_KABA_KUMELEME

T.C. Sağlık Bakanlığı Covıd-19 Bilgilendirme Sayfası, Yayınlar, Afişler, Halka Yönelik (2020) Erişim Adresi: https://covid19.saglik.gov.tr/Eklenti/38845/0/covid19belirtilerarasindakifarklarafisa4pdf.

pdf?_tag1=99B315EB87B0CD457EEB56A6A33F5AB6474591CE Erişim Tarihi: 21.12.2020

Yılmaz Ş. ve Eraslan S. (2012) Bulanık parametreli bulanık esnek kümeler ve Riesz toplanabilirliliğinin bir karar verme problemine uygulaması, 28. Erişim tarihi: 19.01.2021 Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/311559

Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets, Information and Control 8. 338-353

Zihni, O., (2016) Bulanık Esnek Kümelerin Tıp Tanısında Uygulamaları Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK YOLUNDA NABZIMIN GÜCÜ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: ARDA BELEN
YAREN ÖZKAYA

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: AYŞE SEREZ

İZMİR
2021

ÖZET

Dünya nüfusu her saniye artış gösteriyor. Bu artış enerji gereksinimini de arttırıyor. Enerji çeşitleri arasında en çok gereksinim ise elektrik enerjisidir. Elektrik enerjisinde tasarrufa gidilmezse; gün ve gün kaynaklar hızla yok olabilir.

Covid-19 salgını sebebiyle evlerde geçirilen zamanın artış gösterdiği söylenebilir. Bu süreçten evde harcanan enerji etkilenirken elektrik enerjisi tüketiminde de artışların olduğu görülebilir. Bu projenin amacı bir sürdürülebilir kalkınma planı olarak elektrik enerjisi tasarrufu sağlamaktır. Yapılan gözlemler sonucu uyumadan önce ışıkların söndürülmediği ya da bu konuda ciddi zorluk yaşandığı görülmüştür denilebilir. Günlük hayatta yaşanan bu zorluğu çözmek adına uyku haline geçen bireyin bazal metabolizmasının düşmesi sonucu nabzındaki değişimi algılayan nabız ölçüm cihazı ile evin elektrik devresi arasında bir bağlantı kurmak planlanmıştır. Bu plan dâhilinde Ardunio-Kodlama seti yardımı ve bununla uyumlu nabız ölçüm cihazı sayesinde evin elektrik devresi ile eşleştirme gerçekleştirilmiştir. Projede uyku haline geçen bireyin nabzının algılanması sayesinde elektrik devresinden akım geçişi kesilmiş ve böylece gereksiz enerji sarfiyatının önüne geçilerek enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Daha çevreci bir yaklaşımla nabız gibi bir biyolojik veriden yararlanılarak tasarlanan bu proje sürdürülebilir bir yaşam için gereksiz enerji tüketiminin önüne geçilebileceğini vurgulamaktadır denilebilir. Canlıların nabız verileri ile elektrik enerjisi tüketiminin azalacağı da öngörülebilir.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilirlik, Elektrik Enerjisi Tasarrufu, Bazal Metabolizma, Nabız, Ardunio, Kodlama.

Projenin Amacı

Çevrenin korunması çevre ile günlük yaşam faaliyetlerimiz arasında denge kurulması ile ilişkilidir. Bu dengenin kurulması günlük yaşam faaliyetlerimizin çevreci yaklaşımlara sahip olması ile mümkündür. Bu projede küresel bağlamda sürdürülebilirlik için uyku halindeki nabzımız ile elektrik devresi arasında bağlantı kurarak gereksiz elektrik enerjisi tüketiminin önüne geçmek ve doğal çevreyi korumak amaçlanmıştır.

1. GİRİŞ

1.1 Sürdürülebilirlik

Brundtland raporunda açıkça belirtilen sürdürülebilirlik kavramı güncel koşullarda sahip olunan tüm mevcudiyetin ilerideki nesillerin ihtiyaçları da göz önüne alınarak gelecek kuşakları tehlikeye atmamak üzere değerlendirilmesi yönündedir. Bu da günümüz insanına düşen bir görev olarak belirtilmiştir. Soubbotina'nın (2004) raporunda ise geçmiş, şimdi ve gelecek nesiller arasında eşitliği gözeterek sahip olunan koşulların korunması gerektiği vurgulanmıştır. Sonuç olarak sürdürülebilirlik, kaynakların kontrollü ve doğru kullanılarak bütün kuşaklar için eşit kaynakları savunan ve bu süreçte bireyin bilinçli bir şekilde katılımını destekleyen amaca sahip bir vizyondur (Viederman, 1994).

1.2 Sürdürülebilir Kalkınma Temel İlkeleri Nelerdir?

1992 yılında yayınlanan Rio de Janerio Çevre ve Kalkınma Bildirisi'ne göre (Birleşmiş Milletler, 1992);

- Herkes doğayla uyum içinde, sağlıklı ve üretken bir yaşam sürme hakkına sahiptir.
- Şimdiki ve gelecek kuşaklar bu hakka eşit derecede sahiptir.
- Çevrenin korunması, kalkınma sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak görülmelidir.
- Her ülke, sınırlarının ötesindeki çevreyi etkilemeden kendi kaynaklarını kullanma hakkına sahiptir.
- Kirleten, çevreye verdiği zararı karşılamak zorundadır.
- Ekonomik etkinlikler, çevrenin korunması için koruyucu önlem alma ilkesiyle birleştirilir.
- Devletler çevrenin korunması için iş birliği yapmalıdır.

- Dünyanın farklı bölgelerindeki yoksulluğun ve yaşam standartlarındaki eşitsizliğin azaltılması, sürdürülebilir kalkınmanın ayrılmaz bir parçasıdır.
- Devletler, sürdürülebilir olmayan üretim ve tüketim modellerini kısıtlamalı, ortadan kaldırmalı ve uygun nüfus politikaları geliştirmelidir.
- Çevre sorunlarını çözmenin en etkin yolu buna tüm tarafların katılımıdır.
- Devletler karar alma sürecinde toplumun bilinçli katılımını geliştirmeli ve desteklemelidir.
- Devletler çevrenin korunması için etkin yasalar geliştirmeli ve bunları uygulamaya koymalıdır.
- Çevrenin korunmasına tüm toplumsal gruplar katılmalıdır.
- Barış, kalkınma ve çevrenin korunması birbiriyle bağlantılı ve ayrılmaz bir bütündür.

1.3 Elektrik Enerjisi Tasarrufu

İş yapabilme yeteneği olarak enerji günlük ve toplumsal tüm ihtiyaçlar için temel oluşturmaktadır (Fidancı ve Yükçü, 2018). Günümüzde enerjiye kaynak oluşturan fosil yakıtlardır. Fosil yakıtlar da tükenebilir kaynaklardır. Kullanımın, artan nüfus ya da ihtiyaçlar dâhilinde hızla artması ise tükenme durumu ile karşı karşıya getirmektedir. Bu konuda davranışların bilinçli ve tutumlu olması yerinde olacaktır. Zira fosil enerji kaynaklarının artıklarının karbon ayak izini arttırdığı da bir gerçektir. Fosil yakıtlara alternatif olarak bilim insanlarının yenilenebilir enerji kaynaklarını alternatif olarak sundukları görülebilir. Her ne kadar yenilenebilir enerji kaynakları bir çözüm olsa da yeterli olmayabilir. Özellikle 1973 ve 1974 yıllarında ortaya çıkan enerji krizi enerji tasarrufunu da gündeme getirmiştir. Gerek bireysel, gerekse toplumsal olarak ele alınabilecek bir konu olarak enerji tasarrufu için en temel nokta tüketimin azaltılması olmuştur (Erten, 2000). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde elektrik enerjisi ihtiyacı artmaktadır denilebildiği gibi elektrik enerjisi kullanımının da azaltılması ile elektrik enerjisinden tasarruf edilmesi gerektiği söylenebilir.

1.4 Uyku

Uyku; canlıların bilincini yitirmesi durumu olmasının yanında, yalnızca bedenin istirahat etmesine yardımcı olan bir eylem değil, organizmayı hayata tekrar hazırlayan aktif bir yenilenme dönemidir. Gece ve gündüz arasındaki olağan akışta kendiliğinden bir ritme sahip olan hatta sirkadiyen ritm de denilen uyku hali; herhangi bir uyaranla bozulabilir. Ancak yeni bir güne vücudu hazırlayan, temel yaşamsal beceriler için gerekli olan bu hayati aktivite uyku insanlar için de önemlidir (Karadağ, 2007).

Uyku, NREM ve REM uykusu dönemlerinden oluşan aktif bir süreçtir. NREM uykusu I, II, II ve IV. evrelere bölünmüştür. Evre III ve IV esnasındaki kortikal aktivitenin senkronizasyonu SWS olarak bilinmektedir (Penev, 2007). REM uykusunun EEG şekilleri yüksek frekans ve düşük voltaj dalga şekilleri gösteren uyanıklık hali ile benzerdir. NREM ve REM uykusu bir gecede yaklaşık 90 dakikalık döngülerle oluşmaktadır. Gecenin ilk yarısında NREM uykusu baskın, ikinci yarısında REM uykusu baskındır (Sharma ve Kavuru, 2010). Uykunun endokrin ve metabolik fonksiyonlar üzerindeki rolü yaklaşık olarak 40 yıl önce rapor edilmiştir (Morselli ve ark., 2012) ve uyku süresinin bu fonksiyonlar üzerinde etkili olduğu açıktır (Copinschi, 2005). Günümüzde uyku süresinin beslenme ve metabolizma üzerine etkilerinin araştırıldığı birçok çalışma bulunmaktadır (Crispim ve ark., 2007).

1.5 Uyku Anında Nabız

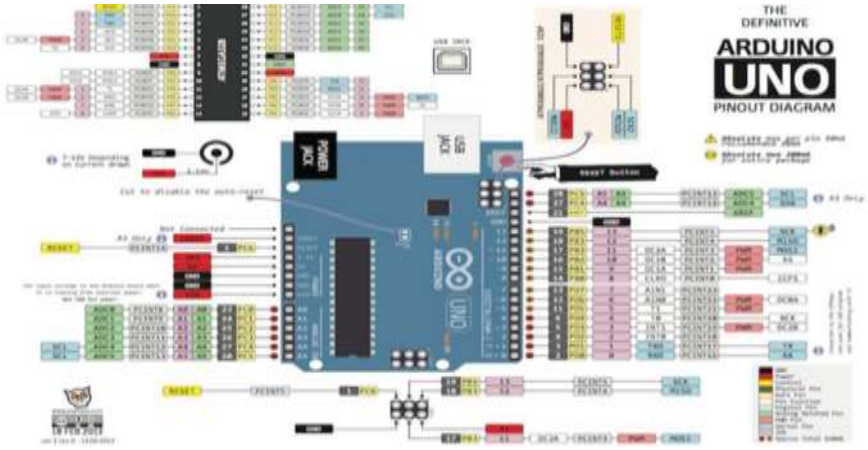
Diürnal ritim ile kan basıncı ve kalp atım hızı uyku esnasında uyanık olunan duruma kıyasla düşük düzeyde görülür. Uykuya geçildiğinde kan basıncı ve kalp atım hızı kademeli olarak ağır ağır düşer. Uyanana yani uyku durumu ortadan kalkana kadar da bu durum devam eder. Ortalama bir insan kalbi dakikada 80 atar iken uyku anında yine ortalama bir insan kalbi 60 atar (Kario ve ark.,2000).

1.6 Ardunio Uno

Arduino Uno üzerinde atmega328 tabanlı mikro denetleyicisi, USB bağlantı portu, güç regülatörü, 16MHz kristal osilatörü gibi bileşenleri bulunur. Arduino üzerindeki seri-USB dönüştürücü sayesinde USB portu üzerinden bilgisayar üzerinden kodlama yapmayı sağlar. Arduino Uno, programlama ile ilgilenen insanlar için oldukça yaygın kullanılan bir programlama kartıdır. Bu projede Arduino Uno kartı kullanılmıştır çünkü programlamanın beyni görevini bu kart üstlenmektedir. Nabız ölçüm sensörü ile bağlantı kurulması, elektrik devresinin panele dahil edilip nabız ile birlikte verilerin değerlendirilerek elektrik akımının kesilmesi gibi işlemlerin hepsi Arduni Uno kartı üzerinden yürütülmektedir (Daştan, 2019). Kullanılan Arduino Uno kartı Şekil 1'de, Ardunio Uno devre şeması Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Arduino Uno Kartı.



Şekil 2: Arduino Uno Devre Şeması.

1.7 Nabız Ölçüm Sensörü

Pulse Nabız Ölçer, parmak ucunuza veya kulağınıza sabitleyerek kolayca nabzınızı ölçmeye yarayan bir sensördür. Bu sensörü 3V veya 5V ile beslemek mümkündür. Üzerinde bulunan gürültü engelleme özellikli devre sayesinde temiz ve stabil bir ölçüm alabilirsiniz.

Pulse Nabız Ölçer'in çalışma prensibi şu şekildedir: Sensör parmak ucunuza veya kulağınıza gönderdiği ışığın ne kadarının yansıdığı bilgisini ölçerek sinyal pini üzerinden 0 ile 1023 arasında analog bir değer verir. Bu değer nabız atışı sırasında yükselir ve daha sonra tekrar düşer. Arduino'ya yazacağımız kod bu değişimleri kullanarak dakikadaki nabız sayımızı ölçer.

2. YÖNTEM

2.1 Kullanılan Materyaller

Ardunio Uno (Orijinal Ardunio Uno R3, İtalya)

Pulse Nabız Ölçer (Robotistan,Türkiye)

Elektrik Devre Elemanları (Robotistan, Türkiye)

Portatif Ev Maketi (Aydpromosyon, Türkiye)

2.2 Ardunio ile Nabız Sensörü Entegrasyonu

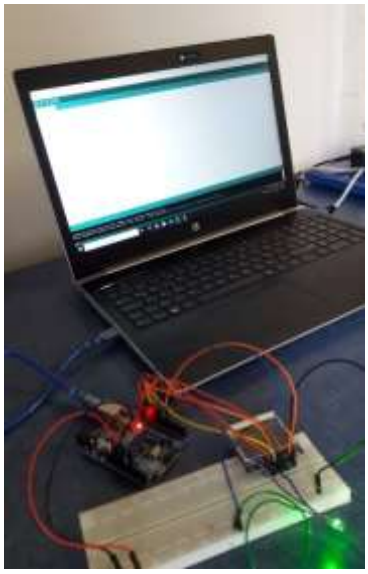
Ardunio bilgisayara bağlanmış ve nabız sensörü için gerekli olan kod uygulama üzerinden işlenmiştir. Örnek bir veri kişinin parmağına geçirdiği nabız sensörü sayesinde alınmıştır. Bu nabız değeri 70-80 arasında değişkenlik gösteren bir değer olmuştur. Bunun için yazılan kod aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3).

```
#include <LCD5110_Basic.h>

//5110 ekranımız için gerekli kütüphaneyi ekliyoruz.
LCD5110 myGLCD(8, 9, 10, 11, 12); // Ekran objemizi bağlamış olduğumuz pinleri belirterek oluşturuyoruz
#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS true    // Pulse kütüphanesinin daha doğru ölçüm yapabilmesi için bu ayarı etkinleştiriyoruz
#include <PulseSensorPlayground.h> //Yazının başında bilgisayarımıza kurmuş olduğumuz Pulse Playground kütüphanesini ekliyoruz.
int nabiz; //İçinde dakikadaki nabzı tutacağımız değişkeni oluşturuyoruz.
int lcd_ledi = 6; //5110 ekranımızın arka plan aydınlatmasının bağlı olduğu pini belirliyoruz.
extern uint8_t SmallFont[];
extern uint8_t BigNumbers[]; //5110 ekranımızda yazacağımız yazı için gerekli fontları ekliyoruz.
const int PulseWire = 0; // Pulse sensörümüzü bağlamış olduğumuz Analog pinini belirliyoruz.
const int LED13 = 13; // Arduino üzerindeki ledin nabzımızla birlikte yanıp sönmesi için bu değişkeni 13 numaralı pin olarak ayarlıyoruz.
int Threshold = 580; // Yazının başında belirlemiş olduğumuz eşik değerini bu değişkene atıyoruz.
PulseSensorPlayground pulseSensor; //SensörümüzÜ kodumuzda kullanabilmek için onu obje olarak oluşturuyoruz.
void setup() {
  Serial.begin(9600);  //Bilgisayarımızla olan seri iletişimi başlatıyoruz.
  pulseSensor.analogInput(PulseWire); //Pulse sensörünün bağlı olduğu pini belirliyoruz.
  pulseSensor.blinkOnPulse(LED13);       //arduino üzerindeki ledin nabzımızla yanıp sönmesini istediğimizi söylüyoruz.
  pulseSensor.setThreshold(Threshold); //Değişkene atamış olduğumuz eşik değerini uyguluyoruz.
  // put your setup code here, to run once:
  digitalWrite(lcd_ledi, HIGH); //5110 ekranın arka plan aydınlatmasına güç veriyoruz.
  myGLCD.InitLCD(); //5110 ekranımızı başlatıyoruz.
  myGLCD.setContrast(58); //5110 ekranımızın kontrastını belirliyoruz.
  myGLCD.setFont(SmallFont); //Bizezdan yazacağımız yazıların küçük fontla yazılmasını sağlıyoruz.
  //myGLCD.drawBitmap(0,0, cmon, 84, 48);
  myGLCD.print("Dakikadaki", CENTER, 0);
  myGLCD.print("Nabzınız:", CENTER, 15); //Ekrana dakikadaki nabzınız yazdırıyoruz.
  myGLCD.setFont(BigNumbers); //Bizezdan yazacağımız yazıların bÜyÜk sayı fontuyla yazılmasını sağlıyoruz.
  myGLCD.printNumI(0, CENTER, 25); //Dakikadaki nabzınız yazısının altına 0 yazıyoruz.
  if (pulseSensor.begin()) {
    Serial.println("Pulse sensörü objesini yarattık.");
  } //Pulse sensörü başarıyla başlatılırsa bilgisayara mesaj gönderioyoruz.

}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  if (pulseSensor.sawStartOfBeat()) { //Eğer nabız algılarsak
    nabiz = pulseSensor.getBeatsPerMinute(); //Dakikadaki nabzı nabiz değişkenine kaydediyoruz.
    myGLCD.clrScr(); //5110 ekranı temizliyoruz.
    myGLCD.setFont(SmallFont); //Bizezdan yazacağımız yazıların küçük fontla yazılmasını sağlıyoruz.
    myGLCD.print("Dakikadaki", CENTER, 0);
    myGLCD.print("Nabzınız:", CENTER, 15); //Ekrana dakikadaki nabzınız yazdırıyoruz.
    myGLCD.setFont(BigNumbers); //Bizezdan yazacağımız yazıların bÜyÜk sayı fontuyla yazılmasını sağlıyoruz.
    myGLCD.printNumI( nabiz, CENTER, 25); //Dakikadaki nabzınız yazısının altına dakikadki nabzı değerini yazıyoruz.
    Serial.println("Nabız attı. ");
    Serial.print("BPM: ");
```

Şekil 3. Nabız Sensörünün Ardunio Uno ile Eşleştirilmesi İçin Yazılan Kod.

2.3 Ardunio ile Basit Elektrik Devresi Kurulumu

Ardunio bilgisayara bağlanmış ve iletken kablolar ile led ampul basit elektrik devre elemanları olarak kurulmak üzere pil görevi gören ardunio panelinin üzerinden uzantılarla portatif ev modelinin içini aydınlatacak düzeyde kurulmuştur. Kurulan devre aşağıdaki fotoğrafta görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Ardunio Uno'nun Bilgisayara Bağlanması ve Elektrik Devre Elemanlarının Kurulumu

2.4 Bazal Metabolizmanın Hesaplanması ve Uyku Anındaki Nabzın Alınması

Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri: Beden ağırlığı 0,1 kg hassaslıkta bir elektronik terazi ile ölçülürken, boy uzunluğu 0,01 cm hassaslıkta dijital boy ölçer aletiyle ölçüldü. Beden Kitle Endeksi: Beden Kitle indeksine göre değerlendirilmiştir. Beden Ağırlığı (kg) / Boy Uzunluğu (m)² formülü kullanılmıştır (Güneş, 2005).

Bazal Metabolizma Oranı: Harris-Benedict denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. 66.743+13.752 x Ağırlık (kg)+5.003*Boy (cm)-6.755 x Yaş (yıl) (Pekcan,2000).

Nabız değerleri belirlenirken kişinin uyku süresi ve kişisel özellikleri gibi değişkenler de sorgulanmış ve bazal metabolizma hesaplamaları için kullanılmıştır.

Bazal metabolizmasındaki olası değişiklikler uyku anındaki nabzı etkileme durumuna karşın dikkate alınmıştır da denilebilir. Ardından uyku anındaki nabız alınmış ve veriler Ardunio kodlama programı ile elektrik bağlantısını kesebilmek için ayrı ayrı girilmiştir.

2.4 Nabız Verilerine Göre Elektrik Devresi Akımının Kesilmesi

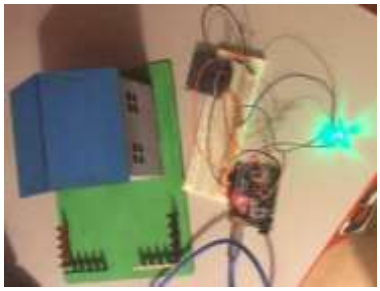
Ortalama olarak 1,4'te bahsedildiği üzere uyanık olunan sürede dakikada 80 olan nabız, uyku halinde değeri dakikada 60'tır. Buradan yola çıkarak nabız değeri 60 olduğunda devredeki elektrik akımının kesilmesi üzerine kodlama yapılmıştır. Yazılan kod aşağıda verilmiştir (Şekil 5).

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);  //Bilgisayrımızla olan seri iletişimi başlatıyoruz.
  pulseSensor.analogInput(PulseWire); //Pulse sensörünün bağlıu olduğu pini belirliyoruz.
  pulseSensor.blinkOnPulse(LED13);       //arduino üzerindeki ledin nabzımızla yanıp sönmesini istediğimizi söylüyoruz.
  pulseSensor.setThreshold(Threshold); //Değişkene atamış olduğumuz eşik değerini uyguluyoruz.
  // put your setup code here, to run once:
  digitalWrite(lcd_ledi, HIGH); //5110 ekranın arka plan aydınlatmasına güç veriyoruz.
  myGLCD.InitLCD(); //5110 ekranımızı başlatıyoruz.
  myGLCD.setContrast(58); //5110 ekranımızın kontrastını belirliyoruz.
  myGLCD.setFont(SmallFont); //Birazdan yazacağımız yazıların küçük fontla yazılmasını sağlıyoruz.
  //myGLCD.drawBitmap(0,0, cmon, 84, 48);
  myGLCD.print("Dakikadaki", CENTER, 0);
  myGLCD.print("Nabziniz:", CENTER, 15); //Ekrana dakikadaki nabzınız yazdırıyoruz.
  myGLCD.setFont(BigNumbers); //Birazdan yazacağımız yazıların büyük sayı fontuyla yazılmasını sağlıyoruz.
  myGLCD.printNumI(0, CENTER, 25); //Dakikadaki nabzınız yazısının altına 0 yazıyoruz.
  if (pulseSensor.begin()) {
    Serial.println("Pulse sensörü objesini yarattık.");
  } //Pulse sensörü başarıyla başlatılırsa bilgisayara mesaj gönderioyoruz.

}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  if (pulseSensor.sawStartOfBeat()) { //Eğer nabız algılarsak
    nabiz = pulseSensor.getBeatsPerMinute(); //Dakikadaki nabzı nabiz değişkenine kaydediyoruz.
    myGLCD.clrScr(); //5110 ekranı temizliyoruz.
    myGLCD.setFont(SmallFont); //Birazdan yazacağımız yazıların küçük fontla yazılmasını sağlıyoruz.
    myGLCD.print("Dakikadaki", CENTER, 0);
    myGLCD.print("Nabziniz:", CENTER, 15); //Ekrana dakikadaki nabzınız yazdırıyoruz.
    myGLCD.setFont(BigNumbers); //Birazdan yazacağımız yazıların büyük sayı fontuyla yazılmasını sağlıyoruz.
    myGLCD.printNumI( nabiz, CENTER, 25); //Dakikadaki nabzınız yazısının altına dakikadki nabzı değerini yazıyoruz.
    Serial.println("Nabız attı. ");
    Serial.print("BPM: ");
    Serial.println(nabiz); //Dakıkdaki nabız değerini aynıo zamanda bilgisayarımıza da gönderiyoruz.
  }
    delay(20); //20 milisaniye bekletiyoruyuz.
  if(nabiz>60)
  digitalWrite(5, HIGH);
  else
    digitalWrite(5, LOW);
```

Şekil 5. Nabız Değerine Göre Elektrik Akımının Kesilmesine İlişkin Yazılan Kod

Şekil 6' da gösterildiği üzere nabız değeri 60'ın üstünde olduğu durumda devreden elektrik akımı geçmeye devam ettiği için devre kapalıdır ışık yanmaya devam etmiştir. Şekil 7'de ise nabız değeri 60'ın altına düştüğü durumda devreden elektrik akımı geçmediği için devre açıktır ve ışık söner. (Maket evin penceresinden görülen kırmızı ışık Ardunio Uno'un

kendi ışığıdır. Devreye bağlanan ve nabız düşünce sönen led'in ışığı değildir. Led ışığı yeşil renktedir.)



Şekil 6. Nabız Değeri 60'ın Üzerinde Olduğunda Devre Kapalı-Işık Yanıyor



Şekil 7. Nabız Değeri 60'ın Altında Olduğunda Devre Açık-Işık Sönük

3. PROJE İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

Aylar						
İşin tanımı	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**
Literatür taraması	**X**	**X**	**X**	**X**		
Laboratuvar ve Arazi Çalışması			**X**	**X**	**X**	
Verilerin toplanması ve analizi			**X**	**X**	**X**	
Proje raporu				**X**	**X**	**X**

4. BULGULAR

Uykuya geçildiğinde nabızdaki anlamlı düşüş verileri değerlendirilerek elektrik devresinden akım geçişi durdurulmuştur. Elektrik kullanım süresi kısaltılarak elektrik tasarrufu sağlanmıştır. Bu projenin bulgusu uykuya geçildiğinde ortalama 80 olan nabız değeri 60'a düştüğünde elektrik devresi açılmış, devreden elektrik akımı geçişi önlenmiştir. Alınan nabız değerleri ve bu nabız değerlerine göre devreden geçen elektrik akımının geçişine ilişkin tablo 1 aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Alınan Nabız Değeri ve Elektrik Akımı (Var/Yok)

Alınan Nabız Değeri	Elektrik Akımı (Var/Yok)
84	**Var**
80	**Var**
78	**Var**
72	**Var**
65	**Var**
63	**Var**
60	**Yok**
58	**Yok**
57	**Yok**

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Elektrik enerjisi en çok ihtiyaç duyduğumuz enerji çeşitlerinden biridir. Elektrik enerjisinin tüketiminin azaltılması ile çevreye katkı sunulabilir. Daha önceki verilerin de gösterdiği gibi enerji verimliliği ve karbon verimliliğine destek sunan projelere ihtiyaç fazladır. Hatta çeşitli fonlar ile çevreci projeler desteklenmektedir. Enerji tasarrufu konusunda bilinçlenmenin gerekliliği tartışılmaz bir gerçektir. Bu konuda önlem alınmazsa gelecek kuşaklar günümüz kuşağıyla aynı enerjiye sahip olamayacak. Enerjinin, özellikle en çok kullanım alanı olan elektrik enerjisinin tasarrufu bu bağlamda önem kazanmaktadır. Enerjinin sürdürülebilirliği için alınabilecek tüm önlemler derhal alınmalıdır. (Newell ve diğerleri 2006, 563- 564).

Uyanıkken harcanan elektrik enerjisine ek olarak bir de uykuya geçtiğimizde harcamaya devam ediliyor. Bazen ihtiyaç olmasa bile sırf uykuya geçildiği için söndürülmeden yanmaya ve harcanmaya devam eden elektrikli ev aletleri ya da en yaygını lambalar oluyor. Ani bastıran uyku anlarında dahi, kısa süreli bile olsa elektrik akımının kesilmesi elektrik enerjisi tasarrufunu sağlayacaktır. Proje her ne kadar uzun süreli uyku hali için tasarlanmış da olsa kısa vadede de etkileri görülebilir.

“Gereksizse söndür!” sloganından yola çıkarak hazırlanan bu proje çevre dostu sürdürülebilir enerji vurgusu yapan bir projedir. Sürdürülebilirlik yolunda nabzının gücünü kullananların sayısı arttıkça gecelerimiz belki karanlık ama geleceğimiz aydınlık olacaktır.

6. ÖNERİLER

Uyku durumundaki nabız verileri işlenerek basit bir elektrik devresinden akım geçişini durdurabileceğimizi bulduk. Buradan yola çıkarak home-kit uygulamaları ile desteklenebilirse elektrik enerjisi ile çalışan ev araç gereçlerinin dâhil tüm elektrikli araçların ihtiyaca bağlı olarak

uyku durumuna geçildiğinde düşen nabız verilerini kullanarak elektrik akımının bahsi geçen araçlar için de kesilebileceğini öngörülebilir.

Bu projedeki verileri kullanacak diğer araştırmacıların bazal metabolizma değeri farklı örneklemlerde ve farklı bireylerde değişkenlik gösterebileceğinin farkında olmaları gerekir. Bu sebeple bu projede yer alan çalışma örneğine ek olarak kod yazım aşamasında bireye özgü verilerin yeniden işlenerek kodlanması gerekecektir.

Bu projedeki veriler kullanılarak akıllı saatlerle elektrik devresine sahip araçlar entegre edilebilir. Böylece yaygın kullanımı gittikçe artan akıllı saatlerle çevreci bir yaklaşım da sergilenmiş olabilir.

KAYNAKLAR

Birleşmiş Milletler (1992). Çevre ve Kalkınma Konferansı Raporu. Rio de Janeiro, 3-14 Haziran 1992. Erişim tarihi: 22.10.2020. Erişim adresi: http://arsiv.uclg-mewa.org/doc/rio-20_z2Oua.pdf

Copinschi, G. (2005). Metabolic and endocrine effects of sleep deprivation. Essent Psychopharmacol. 6(6), 341-7.

Crispim, C.A., Zalcman I., Dattilo, M. (2007). The influence of sleep and sleep loss upon food intake and metabolism. Nutrition Research Reviews. 20,195-212. **Çevrim** içi ön yayın.doi:10.1017/S0954422407810651

Daştan, B. (2019). *Bulanık mantık yöntemi ile otonom bot güç optimizasyonu.* (Master's thesis). İstanbul Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Erten, S. (2000). "Emvirische Unter-suchungen zu Bedingungen der Umwelt-erziehung - Ein interkultureller Vergleich auf der Grundlage der Theorie des geplanten Verhaltens". Marburg, Tectum Verlag.

Fidancı, N. ve Yükçü, S. (2018). Karbon maliyetlerinin yönetiminde sürdürülebilirlik felsefesi yaklaşımı: lisanssız elektrik üretimi örneği. Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 20 (Özel Sayı), 230-247. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/mbdd/issue/42789/51712

Güneş, Z. (2005). Spor ve Beslenme, Ankara: Nobel Yayınları, Ekim

Karadağ, M. (2007). Uyku Bozuklukları Sınıflaması (ICSD-2). Akciğer Arşivi; 8, 88-91.

Kario, K., Schwartz, J.E., Pickering, T.G. (2000). Changes of nocturnal blood pressure dipping status in hypertensives by nighttime dosing of adrenergic blocker, doxazosin: results from the HALT study. Hypertension,35(3), 787-94. Çevrim içi ön yayın. doi:10.1161/01.hyp.35.3.787

Keeble, B.R. (1988). Brundland Raporu. Medicine and War, 4(1),17-25. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1080/07488008808408783

Morselli, L.L., Guyon, A., Spiegel, K. (2012). Sleep and metabolic function. Pflugers Arch.463(1),139-160.Çevrim içi ön yayın.doi:10.1007/s00424-011-1053-z

Newell, R. G., Jaffe, A. B. ve Stavins, R. N. (2006). “The Effects Of Economic And Policy İncentives On Carbon Mitigation Technologies”, Energy Economics, 28, 563- 578.

Pekcan, G., Yıldız E., Kara Ö. (2000). Klinikte ve Sahada Beslenme Durumunun Saptanması El Kitabı, Ankara: Novartis Yayınları.

Penev, P.D. (2007). Sleep deprivation and energy metabolism: to sleep, perchance to eat? Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes. 14(5), 374-81.

Sharma, S. ve Kavuru, M. (2010). Sleep and metabolism: an overview. International Journal of Endocrinology. Article ID 270832.

Soubbotina, T. P. (2004). Beyond economic growth an ıntroduction to sustainable development 2nd edition, USA: World Bank.

Viederman, S. (1994). The economics of sustainability: challenges. The Economics of Sustainability Workshop, Fundacao Joaquim Nabuco, Recife, Brazi

KARANLIĞIN MASUMİYET SAÇAN MEŞALELERİ: CEZAEVİNDE ANNELERİYLE KALAN ÇOCUKLAR

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: EYLÜL ÇELİK
ZEYNEP GÜL

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: SİMGE KORKUT

İZMİR
2021

Özet

Topluma göre çocuk, hayatı farkında değildir. Dile yerleşmiş "çocuk gibi olmak", "çocukluk etmek" gibi deyimler henüz ayakları yere basmamış, saf bireyleri tasvir etmek için kullanılır. Çocukların tozpembe bir dünyada yaşadıkları, hayatın zorluklarıyla hiç karşılaşmadıkları zannedilir. Çoğu için bu düşünce doğrudur, yetişkinliklerine ulaşana kadar hayatın o acı yüzünü görmezler. Ancak cezaevinde anneleriyle kalan çocuklar bu "çoğu" kategorisine girmezler. Her gününü mahkûmiyetle geçirmek zorunda kalan bu masumlar çok küçük yaşlarda olgunlaşmakta ve her gün hayatın getirdiği türlü türlü zorluklara göğüs germek zorunda kalmaktadırlar.

Anneleriyle cezaevinde kalan 0-6 yaş grubundaki çocuklar masumiyetle mahkûmiyetin yarattığı çelişkinin arasında yaşamaktadırlar. Cezaevi koşulları bir yetişkinin barınması için bile zorlayıcı iken bir çocuk için çok farklı sorunlar doğurabilmektedir. Üstelik böylesine zor bir hayatın içinde doğmaya mahkûm olan bu çocuklar suçsuz olmalarına rağmen suçun içinde büyümek zorunda bırakılmakta ve böylece gelecekte yüksek risk grubu haline gelmektedir. Anneleriyle kalan çocuklar hakkında yasalarla çeşitli düzenlemeler yapılmasına rağmen sıkıntıların yaşandığı gözlenmiştir. Yasaların yeterince detay içermemesi uygulamaların kurum inisiyatifine kalmasına neden olmuştur. Hayata yenik başlamış bu çocuklara yönelik çeşitli düzenlemeler incelenmiş ve yaşanılan sıkıntılar belirlenmiştir. Sonrasında ise cezaevinde anneleriyle kalan çocukların gelişim düzeyleri sağlıklı ortamda büyüyen çocuklarınkiyle karşılaştırılmıştır. Yaşanılan sıkıntıların çocukların gelişimini büyük ölçüde etkilediği görülmüştür.

Çocuklar, yarınlar; yarınlar ise geleceğimizdir. Cezaevlerindeki bu masum çocukların uygun şartlarda büyümelerini sağlamak tam da bu noktada hayati bir önem kazanmaktadır. Çözüme giden yolda toplum bilincinin önemi göz önüne alınarak toplumun bu konudaki bilgisini ölçen bir anket yapılmış ve elde edilen veriler doğrultusunda saptamalar yapılmıştır. Proje kapsamında toplanan bilgiler ışığında bahsedilen soruna yönelik çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ceza İnfaz Kurumu, anneleriyle cezaevinde kalan çocuklar, fiziksel ve ruhsal gelişim, erken çocukluk dönemi, cezaevi şartları.

Amaç

"Çocuklar, göremeyeceğimiz bir geleceğe gönderdiğimiz canlı mesajlardır." demiştir John Kennedy. Bugünün çocukları, geleceğin yetişkinleri, gelecekteki dünyanın mimarlarıdır. Bu küçük mimarların sağlıklı bir şekilde gelişimini tamamlamasını sağlamak, bugünün yetişkinlerinin en kutsal görevidir.

Anayasanın 2. maddesinde belirtildiği gibi Türkiye Cumhuriyeti sosyal bir devlettir. Sosyal devlet anlayışını benimsemiş bir ülke, maddi durumu ve koşulları fark etmeksizin her bireyin uygun şartlarda yaşaması için gerekli standartları sağlamakla görevlidir. Çocuğun üstün yararını ilke edinmiş Birleşmiş Milletler Çocuk Hakları Sözleşmesi'ne imzasını atmış Türkiye, ülkemizin en değerli potansiyellerinden olan cezaevinde anneleriyle kalan çocukları bulundukları karanlıktan kurtarmak için elinden geleni yapmalıdır.

Feride Çiçekçioğlu'nun gerçek hayattan esinlenilmiş aynı isimli kitabından sinemaya uyarlanan 1989 yapımı "Uçurtmayı Vurmasınlar" filmi cezaevinde anneleriyle kalan çocukları konu alan ses getirmiş bir filmdir. Film, Barış adlı beş yaşındaki bir çocuğun annesiyle cezaevinde yaşadığı hayatı ve cezaevi koşullarının küçük bir çocuk üzerinde yarattığı büyük etkiyi anlatmaktadır. Bu eser aynı zamanda cezaevinde anneleriyle kalan çocukların kreşlere ve anaokullarına erişimini düzenleyen protokole adını vermiştir. Film, 62. Akademi Ödülleri'nde Türkiye'nin "Yabancı Dilde En İyi Film" dalında aday adayı seçilmiştir (Uçurtmayı Vurmasınlar, 1989).Filmin afişine ve fragmanına ekler bölümünde yer verilmiştir (ek 1).

Küçük adımlar devasa etkiler yaratma gücüne sahiptir. Bu durumun en güzel örneği gerçek hayattan uyarlanan "Özgürlük Yazarları" filmidir. Film 1994'te Long Beach'teki Erin Gruwell adlı bir edebiyat öğretmeninin suç ve çete kültürü içinde büyümüş, herkes tarafından

umutsuz vaka olarak görülen bir grup öğrencinin hayatını değiştirmesini anlatmaktadır. Bu çocuklar Erin Gruwell'in çabalarıyla suça sürüklenmede risk grubu iken topluma kazandırılmışlardır. Bahsedilen film cezaevindeki masumlara yönelik çalışmaların çocukların geleceklerinde ne denli büyük bir etki yaratabileceğini bir kez daha göstermektedir. Filmin afişi ve fragmanı ekler bölümünde bulunmaktadır (ek 2).

Toplumun cezaevinde anneleriyle kalan çocukların yaşamları hakkında bilinçlendirilmesi yaşanılan sorunun çözülmesine önemli bir adımdır. Bernard Shaw'ın şu sözü hiçbir zaman unutulmamalıdır: "Dünyada değişiklik yapmakla başarılı olan insanlar, değişikliğe kendilerinden başlayanlardır." Bilinçlenerek değişmiş her insan, çözüme bir adım daha yaklaşmaktır. Cezaevinde anneleriyle kalan çocuklar diğer çocuklara göre çok daha hassas bir durumdadırlar ve bu, meselenin çözülmesini daha da önemli hale gelmektedir. Ülkemizin geleceği çocukların düzgün bireyler olarak yetişmesi ve topluma kazandırılması devletin devamlılığı için bir gerekliliktir ve bir devlet meselesi olarak ele alınmalıdır.

Bu projenin yapılmasındaki nedenler: Ülkenin geleceğini bu kadar ilgilendiren bir konuda yeterince kaynağın bulunmadığının gözlemlenmesi, bu konuyu ilgilendiren yasaların uygulanmasının kurumdan kuruma değişiklik göstermesi ve bu durumun çeşitli sorunlar doğurması, cezaevinde annesiyle kalan çocuklardan toplumun büyük bir bölümünün habersiz olduğunun tespit edilmesi olmuştur. Projenin amacı yasaları değiştirmek değil, iyileştirilmesi ve her kurumda aynı şekilde uygulanmasını sağlamaktır. Bu projede sunulan çözüm önerilerinin cezaevinde anneleriyle kalan çocuklara daha huzurlu bir büyüme ortamı oluşturması ve kalplerinde bir umut ışığı yakması umulmaktadır.

1. GİRİŞ

" O, yük değil, kaderin bir cezası masuma
Yazık, günahı nedir, bilmeyen şu mahkûma" (Mehmet Akif Ersoy, Küfe)

Dizeleri hayata yenik başlayan küçücük masum bebeklerin ne de çetin bir hayata sahip olduklarının kısa bir özeti şeklindedir. Annelerinin kucaklarında ya da daha doğmadan cezaevlerinin soğuk duvarlarıyla tanışan bu masumlar, ne yazık ki bir nevi annelerinin cezalarını çekmektedir. Çocukların ruhsal ve fiziksel gelişimlerinin çok küçük yaşlarda başladığı ve çeşitli eğitimlerden geçerek sağlıklı bir birey haline geldikleri düşünüldüğünde cezaevi koşullarının buna uygun olmadığı açıktır. Peki, bu durumda olan çocukların yaşam koşulları nedir, gelişimleri esnasında nasıl bir prosedür uygulanmaktadır bu konuların ana başlıkları aşağıda belirtilmiştir.

3.1. Türkiye'de Anneleri Cezaevine Girmiş 0-6 Yaş Grubu Çocuklar:

Türkiye'de anneleri cezaevine girmiş 0-6 yaş arası çocuklar için üç farklı seçenek vardır:

1. Çocuklar, eğer dışarıda onlara bakabilecek birileri varsa onlarla kalmaktadırlar.
2. Eğer kalacak kimseleri yoksa anneleriyle birlikte cezaevinde kalmaktadırlar. (Şunu da belirtmek gerekir ki annelerin çocuklarını yanlarında tutma talepleri değerlendirilirken annelerin ruh sağlığının iyi olduğu ve çocuklarına bir tehlike oluşturmayacağı teyit edilir.)
3. Annelerinin çocuklarını kabul etmemeleri durumunda devlet koruması altında olan çocuk yuvalarına yerleştirilmektedirler.

Bununla birlikte, dışarıda çocuklarına bakacak birileri olmasına rağmen anneler çocuklarının emzirme çağında olması ve güvenlik nedenlerinden dolayı cezaevinin çocuklara hiç de uygun olmayan koşullarına rağmen çocuklarının yanında kalmalarını istemektedir (Evrensel gazetesi, 2017).

Ceza ve Tevkifevleri Genel Müdürlüğünün 14 Kasım 2018 tarihli Türkiye Büyük Millet Meclisi İnsan Haklarını İnceleme Komisyonu Tutanak Dergisi verilerine göre cezaevinde annesiyle kalan 0-6 yaş grubu çocukların sayısı 743'tür. Bu sayının 543'ü 0-3, 200'ü de 4 ve 6 yaş arasındaki gruplardan oluşmaktadır (Türkiye Büyük Millet Meclisi İnsan Haklarını İnceleme Komisyonu Tutanak dergisi, 2018). Hak İnisiyatifi Derneği'nin bir açıklamasında ise

2019 yılı Kasım ayı itibarıyla resmi olmayan rakamlara göre cezaevlerindeki çocuk sayısının 780'e ulaştığı aktarıldı (Evrensel gazetesi, 2019).

Ülkemizde anneleriyle birlikte hapishanede kalan 0-6 yaş grubundaki çocuklarla ilgili çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Aşağıda bu konunun temel prensiplerini belirleyen maddelere yer verilmiştir.

3.2. Cezaevlerinin Fiziksel Koşulları ve Kreşler, Gündüz Bakımevleri ve Oyun Alanlarının Mevcudiyeti

Hükümlünün bakıma muhtaç çocuklarının barındırılması

Madde 65- (1) Anaları hükümlü olup da dışarıda korumasına bırakılacak kimsesi bulunmayan sıfır-altı yaş grubundaki çocuklar, analarının yanında kalabilirler. Bu çocuklar gündüzleri ceza infaz kurumu bünyesindeki veya Sosyal Hizmetler ve Çocuk Esirgeme Kurumu veya diğer kurum ve kuruluşlara ait kreş ve gündüz bakımevlerinde barındırılırlar (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2004).

Kadın Ceza İnfaz Kurumları bünyesinde kreşler, gündüz bakımevleri ve oyun alanları bulundururken kadın koğuşları bulunduran cezaevlerinin bünyesinde oyun alanları, gündüz bakımevleri ve kreşler bulunmamaktadır. Bünyesinde oyun alanı, gündüz bakımevi ve kreş bulunmayan kurumlarda anneleriyle kalan çocuklar dışarıdaki kreşlerden ve gündüz bakımevlerinden faydalanmaktadır. Ancak uygulamada kreşlere ve gündüz bakımevlerine erişim sadece sayılı hapishanede sağlanmaktadır. Ayrıca anneler tercih etmezlerse çocuklarını kreşlere ve gündüz bakımevlerine göndermeyebiliyorlar. Bu nedenlerden dolayı çocuklar yaşıtlarıyla vakit geçiremedikleri için bir birey olarak gelişirken büyük sıkıntılarla karşılaşmaktadırlar. Bu durumu gösteren bir yazı oğlu ile hapishaneye giren Y.Ç.'nin cezaevinde yaşadığı zorlukları yazdığı şu satırlardır:

"En temel ihtiyaçlardan birisi de zihinsel gelişimin sağlanması için, yaşıtlarıyla yan yana gelebilme, oyuncaklarla oynayabilmesi ama az sayıda örnek dışında hapishanelerde oyun parkı, kreş gibi alanlar yok. Aynı şekilde oyuncaklar konusunda da kısıtlamalar söz konusu. Çocukları kreşe gitmiş kadın mahpuslar çocukların akranlarıyla zaman geçirmesinin çocuklarda olumlu bir etki yarattığını belirtmiştir. Bu da aslında çocukların kreşlere, oyun alanlarına, gündüz bakımevlerine gitmesinin sosyal gelişimlerinde çok büyük bir rol oynadığını kanıtlar niteliktedir. Bazı hapishanelerde kadınlar, güvenlik gerekçesiyle hemen hiç oyuncak alınmadığını belirtiyorlar ." (Türkiye Barolar Birliği İnsan Hakları Merkezi, 2017:73)

Tablo 1'de cezaevinde annesiyle kalan çocukların kreş, anaokulu ve bakım evlerinden yararlanma durumları gösterilmektedir.

Ceza İnfaz Kurumu	Kreş, Ana Okulu, Bakım Evinden Yararlanıp Yararlanmadığı			Toplam
	Evet-Kurum Dışı	Evet-Kurum İçi	Hayır	
Bakırköy Kadın Kapalı Ceza İnfaz Kurumu		6	38	44
Bozkurt Kadın Açık ve Çocuk Eğitimevi Ceza İnfaz Kurumu		3	31	34
İzmir Kadın Kapalı Ceza İnfaz Kurumu		5	29	34
Tarsus Kadın Kapalı Ceza İnfaz Kurumu			33	33
Sincan Kadın Kapalı Ceza İnfaz Kurumu		20	10	30
Kocaeli Açık Ceza İnfaz Kurumu		5	20	25
Gaziantep E Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu			21	21
Gebze Kadın Kapalı Ceza İnfaz Kurumu		7	10	17
Sivas Açık Ceza İnfaz Kurumu		15		15
Antalya L Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu			14	14
Karataş Kadın Açık Ceza İnfaz Kurumu		5	7	12
Urla Kadın Açık Ceza İnfaz Kurumu			11	11
Konya E Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu			10	10
Yenişehir Kadın Kapalı Ceza İnfaz Kurumu		6	4	10
Çorum L Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu			9	9
Diyarbakır E Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu			9	9
Elazığ E Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu			8	8
Keskin T Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu		1	7	8
Siverek T Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu			8	8
Tekirdağ 1 Nolu T Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu			8	8
Diğer (61) Ceza İnfaz Kurumu	16	5	148	169
GENEL TOPLAM	16	78	435	529

Tablo 1. (Adalet Bakanlığı Ceza ve Tevkifevleri Genel Müdürlüğü, 2016 Yılı Birim Faaliyet Raporu, Ankara, 2017, s.83.)

Ayrıca kreş ve gündüz bakımevlerinden sadece 3-6 yaş aralığındaki çocukların yararlanabilmesi ciddi bir sorundur. Kreşlerde yeterli oyuncak olduğu gerekçesiyle koğuşlara peluş oyuncaklar haricinde oyuncak sokulmasına izin verilmemektedir. Bu nedenle özellikle oyun alanı bulunmayan ceza infaz kurumlarında anneleriyle kalan 0-3 yaş çocuklar, kreşe gidemediği için oyuncaksız büyümekte ve bu durum da gelişimlerinde problem yaratmaktadır (Evrensel gazetesi, 2017).0-6 yaş arası dönem bir bireyin gelişimi için hayati öneme sahiptir ve çocukların 0-3 yaş arasındaki gelişimleri de özellikle bu yaş aralığında çok hızlı olduğundan ihmal edilmemelidir. Ayrıca koğuşların fiziki şartları uygun olmadığı için, mesela yerlerde halı bulunmamaktadır, çocuklar gelişimleri için önemli olan bu meraklı dönemlerini hareket edemeden ve keşfedemeden geçirmek zorunda kalmaktadırlar.

3.3. Beslenme

Madde 65 (2) Analarının yanında kalan çocuklara, yaş ve durumlarına ve ihtiyaçlarına göre yiyecek ve içecek verilir.

Madde 72 (4) Kurumda annesiyle birlikte kalan çocuklara ve süt emziren annelere durumlarına uygun gıda verilir (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2004).

Beslenme, her şeyden önce yaşamın devamı için temel bir ihtiyaç, bir zorunluluktur. Özellikle küçük yaştaki çocukların beslenmesi ise yapısal gelişimleri adına son derece büyük bir önem arz etmektedir. Yukarıdaki yönergelerde görüldüğü üzere çocukların ihtiyaçlarına ve yaşlarına göre yiyeceklerin temin edileceği belirtilmiş ancak yiyeceklerin türleri ve içerikleriyle ilgili bir bilgi verilmemiştir. Bu durum pek çok hapishanede anneleriyle kalan çocukların besin ihtiyaçlarının uygun bir şekilde giderilememesine, verilen besinlerin içeriğinin ve miktarının cezaevi personelinin inisiyatifine kalmasına neden olmaktadır. Ancak bu tür bir sistem, çocukların ihtiyacının şansa bırakılması anlamına gelmektedir. Uzmanlar bu durumu, devletin, çocuğun sağlıklı gelişiminin sağlanması görevini ihmali olarak yorumlamaktadır (Artar, 2012).

Mahkûmların günlük 1 somun ekmek hakkı bulunmaktadır ve çocuklu anneler için de aynı durumun geçerli olması besin yetersizliğine kanıt teşkil eden bir diğer sorundur. Bu durum sadece ekmek için de geçerli değil. Balık, börek, tatlı vb. sayılı her şeyde çocukların sayılmadığı net bir şekilde görülmektedir (Türkiye Barolar Birliği İnsan Hakları Merkezi, 2017:74). Bu nedenle anne mahkûmlar kendi paylarını çocuklarıyla paylaşmak durumunda kalmaktadır. Yapılan bir araştırmaya göre ise çocuklara, kalori hesapları yetişkinlere yönelik yapılan yemeklerin yanında yaşları dikkate alınmaksızın yalnız bir miktar süt verildiği belirtilmiştir. Çocuklar için farklı alternatifler bulunmamaktadır ve anneler çocuklarının yeterli ve dengeli beslenmeleri konusunda son derecede kaygılanmaktadır.

Besin yetersizliğinin yanında çocuklara ağızlarına uygun çatal-kaşık temin edilmemekte ve çocuklar yetişkinlere verilen keskin, ince, büyük metal çatal-kaşıklarla eziyet çekerek yemek yemek zorunda kalmaktadırlar. Görüldüğü üzere bu konudaki uygulamalar çocukların yaşına uygun özellikler taşımamakta, tamamen yetişkinlere yönelik kurallar küçükler için de geçerli sayılmaktadır. Bunun yanında anneleriyle kalan bebeklerin ise en büyük ihtiyaçları olan mama ve bez gereksinimleri konusunda cezaevlerinin büyük bir çoğunluğunun yetersiz kaldığı bilinmektedir. Bu tür olanakların kısıtlı olması ile ilgili yapılan bir röportajda bebekli bir anne şunu dile getirmektedir:

"...İki gün boyunca bebek bezi istememe rağmen vermediler. Ailem bez getirdiğinde de bana iletmediler. Kuruma bir dilekçe yazdım ve bebek bezi istedim. Sürekli 'getireceğiz' yanıtı aldım fakat getirmediler. İki gün sonra genel arama yapıldığında çocuğun altını değiştiriyordum. Kendimce bir yöntem bulmuştum; bebeğimin altına çöp poşetiyle kendi zıbınını bağlıyordum. O şekilde çözüm bulduğumu gören memur şaşırdı ve 'Ne yapıyorsun?'

dedi. Ben de 'Bez vermediğiniz için bu şekilde çocuğumun altını değiştiriyorum' dedim. Üzüldüğü için hemen araya girdi ve bana bez getirdi."

Adalet Bakanlığı tarafından cezaevindeki çocuklar için iaşe bedeli 7,5 TL olarak belirlenmiştir. Günlük üç öğün yemek dışında her türlü temel gereksinimlerini bu parayla karşılamak zorunda oldukları göz önüne alınırsa bu miktarın ne kadar yetersiz olduğu açıkça görülmektedir.

3.4. Anne ile İletişim

Madde 65- (3) Üç yaşını doldurmuş çocuklar, hâkim kararıyla çocuk yuvalarına veya yetiştirme yurtlarına yerleştirilebilirler. Bu çocukların belirlenecek bir program ve usule göre zaman zaman analarıyla temasları sağlanır (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2004).

Cezaevinde büyümüş çocukların anneleriyle aralarındaki ilişki normal şartlarda olması gerekenle karşılaştırıldığında çok daha derin ve anlamlıdır. Bu noktada aradaki bu bağı kaybetmek istemeyen çocuklar ve aynı şekilde annelerinin genellikle 3 yaşından sonra da birlikte cezaevinde kalmayı tercih ettikleri görülmektedir. Bu yaştan itibaren ilgili kurumlarda barındırılmaya başlanan çocuklar hakkındaki fıkranın son cümlesi incelendiğinde belirli ve kesin bir zaman diliminden veya sıklıktan söz edilmediği anlaşılmaktadır. Ancak uygulamada çocukların anneleriyle ayda yaklaşık bir-iki kez ve bayram günlerinde görüştürüldükleri bilinmektedir. Yine de unutulmamalıdır ki bu konuda kesin yasaların olmaması görüşme sayısının kurumların inisiyatifine kalmasına neden olabilmektedir.

3.5. Psikolojik- Fiziksel- Kronik Rahatsızlıkları olan Çocuklar

MADDE 127- (1) Hükümlülerin nakilleri 5275 sayılı Kanunun 53 ilâ 58' inci maddeleri hükümlerine göre gerçekleştirilir. Bu nakiller sırasında; f) Analarının yanında kalmakta olan çocukların sağlık nedeniyle kurum dışına sevk edilmesi hâlinde, cezaevi tabibi tarafından verilen raporda anasının kendisine refakati zorunlu görülmüşse refakat edebilir. Çocuğun sağlık giderleri 102.nci madde hükümlerine göre karşılanır (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2020).

Cezaevinde anneleriyle kalan çocukların bir sağlık sorunu yaşaması durumunda mesai saatleri içinde o kurumda bulunan doktora görünmesi, mesai saatleri dışında ise hastanelere sevki mümkündür. Kurum doktorunun gerekli görmesi durumunda da çocuklar devlet hastanelerine, sağlık ocaklarına veya üniversite hastanelerine sevk edilebilmektedir. Sağlık hizmetlerine erişimin ilkelerinin yasalarla belirlenmesine rağmen uygulamada sıkıntılar yaşandığı bilinmektedir. "Mağdurlar için Adalet Topluluğu" nun 21 Ocak 2019 tarihli raporunda mahpus anneler ve yakınlarından oluşan 3776 katılımcıyla görüşme yapılmış ve bu katılımcıların yüzde 57,5'i sağlık hizmetlerine erişimin düzenli olarak sağlanamadığını, yüzde 73'ü ise revirlerde yeterli hekimin bulunmadığını belirtmiştir. Katılımcıların yüzde 68'i acil durumlarda zamanında müdahale edilemediğini belirtmiştir. Aşağıda bir mahpusun bu konuda yaşadığı bir sıkıntıya yer verilmiştir:

"O dönem benim çocuğumun ciddi sağlık sorunları vardı. Cezaevine girdikten birkaç ay sonra çocuğumun bir akşam ateşi çıktı. Fenalaştı. Şu anda da göz kayması var o durumdan dolayı. Ateşi 42 derece falan. Görevliyi çağırdık ölçtü. 'Tamam' diyor 'su koyun, buz koyun düşer'. Ben de bilmiyorum şoktayım, cezaevine daha yeni gelmişim. Birkaç saat geçti. En son artık dayanamadım. Çocuğumun ateşi o kadar yüksek ki havale geçiriyor" (Kadın Mahpus 2). (Uçungan, 2019: 125)

Yukarıda yer alan madde 127'de de görülebileceği gibi çocukların kurum dışına sevki durumunda annelerinin onlara refakati belli şartlara bağlanmıştır. Aynı zamanda çocukların hastaneye nakillerinin mahpusların nakillerinde kullanılan "ring" araçlarıyla yapılması çocukların mahpus olarak nitelendirilmesine neden olmaktadır. Annelerin çocuklarına her

zaman refakat edememesi ve çocukların ring aracında seyahat etmeleri şüphesiz ki çocukların psikolojik gelişimlerini olumsuz etkilemektedir. Aslında bir nevi çocuğun fiziksel sağlığı korunmaya çalışılırken ruhsal sağlığının olumsuz etkilendiği gözlemlenebilir.

Ayrıca koğuşlarda hijyen ve ısınmada sıkıntılar yaşanması, koğuşların fiziksel şartlarının çocukların oynamasına ve hareket etmesine uygun olmaması ve çocukların uzun süreler sınırlı alanlarda bulunmaları, güneş ışığına ve temiz havaya erişimlerinin sınırlı olması, ceza infaz kuruluşlarındaki uyaran eksikliği çocukların fiziksel ve ruhsal gelişimini olumsuz etkilemektedir. Uyaran eksikliğinin çocuğun ruhsal sağlığına etkisi bir mahpus tarafından belirtilmiştir: "Çocuğum simetri hastalığı gibi bir şey yaşadı. Bir yerde neyi nasıl görürse aynı şekilde bırakıyordu. 'İlle de böyle olacak' diyordu. Diyelim ki ben kalorifer peteğin üzerine biberonu koydum, her gün aynı şekilde alıp oraya koyuyordu. Bu süreç tekrarlandıktan sonra psikologa gittim, anlattım. Sonra bana 'çok mu düzenlisin' dedi. Ben de 'hayır çok düzenli değilim' dedim. Psikolog sonra 'oda çok küçük, sınırlı alan, çocuk sürekli aynı şeyleri görüyor' dedi. 'Odayı dağıt bakalım' dedi. Zaten odada dağıtacak bir şey yoktu. Yalnızca birkaç parça oyuncak vardı. Ben dağıtmaya çalıştım, bir süre sonra geçti." (Kadın Mahpus 1) (Uçungan, 2019: 125)

Ceza İnfaz Kurumlarında psikologlar bulunmaktadır ve cezaevlerinde anneleriyle kalan çocuklar bu psikologlarla görüşme yapabilmektedirler. Proje ile ilgili yapılan görüşmelerde cezaevlerinde çocuklara yönelik psikolojik etkinliklerin, terapilerin vs, yapılabildiğine ulaşılmıştır [İ. Gül (kişisel iletişim, 04.01.2021)].

Cezaevinde anneleriyle kalıp kronik hastalığı olan çocukları da unutmamak gerekmektedir. Bir mahpus kendisiyle kalan üç yaşındaki böbrek hastası çocuğunun koğuş ortamında çok sık hastalandığını dile getirmiştir. Cezaevinde anneleriyle kalan çocuklardan biri olan otizm hastası Poyraz Ali için de hapishane koşulları çok büyük zorluklar yaratmaktadır (Evrensel Gazetesi, 2016). Bir başka mahpus ise çocuğunun doğuştan kafa derisinin altında tümör bulunduğundan ağır rahatsız olduğunu, çocuğunun üç ayda bir doktora götürüldüğünü ancak cezaevi şartlarında sadece şurupla tedavi edildiğini ve çocuğun yüzündeki lekelerin ve şişliklerin arttığını belirtmiştir. Bu zor şartlarda yaşayan normal çocuklardan çok daha hassas olan çocuklar için gelişimlerine uygun bir ortam yaratmak hayati bir önem taşımaktadır.

3.6. Çevreyle İletişim ve Sosyal İlişkiler

Cezaevi koşulları bir çocuğun gelişim standartlarına uygun olarak büyümesi açısından gerekli uyaranlar konusunda yetersiz bir kurumdur. Özellikle 0- 6 yaş grubu çocukların ebeveynlerini bir rol model olarak gördükleri ve onların tutumlarına benzer davranışlar gösterme çabasında bulundukları bilinmektedir. Bu noktada çocuğun ebeveyninin sahip olduğu niteliklerin çocuğun bilişsel yapısında kalıcı bir etki bırakacağından söz edilebilir. Cezaevlerinde yaşanan kargaşalar, suçluların uygunsuz ve kötü örnek oluşturan davranışları çocuklara yanlış bir algı olarak aktarılmaktadır. Bilinen bir diğer kaçınılmaz durum da küçüklerin ilk öğrendiği kelimelerin küfür ve argolardan oluşmasıdır. Böyle sıkıntılı koşullarda büyüyen çocukların gerek ruhsal gerekse bilişsel yapısında bozukluklar olduğu görülmektedir.

Ülkemizde erkek cezaevleriyle karşılaştırıldığında kadın cezaevi sayısının azlığı ve yetersizliği açıkça gözler önüne serilmektedir. Kadın cezaevlerinde yapılan yardım ve desteğin ihmali ve yetersizliği mahkûmların ihtiyaçlarının gerektiği kadar karşılanamamasına neden olmaktadır. Ayrıca aynı sebepten ötürü kadın mahkûmlar ve çocukları akrabalarıyla görüşmek için il dışına çıkmak zorunda kalmaktadır ve bu da pek sık mümkün olmamaktadır. Bu durum çocukların akrabalarıyla olan ilişkilerinin gelişmesinde engel oluşturmaktadır. Annesinin yanında kalan çocuk, aile üyeleriyle ilişkilerini mahpusların tabi olduğu "3 kapalı 1 açık" görüşle sürdürmektedir. "3 kapalı 1 açık" görüşte haftalık bir görüş hakları

bulunmaktadır ve bu görüşlerden biri açık, bir masada karşılıklı oturarak, üçü kapalı, arada bir cam bulunup telefonla konuşarak, gerçekleşmektedir. Aynı zamanda proje ile ilgili yapılan görüşmelerde babanın çocuğu belirli bir süre için cezaevi dışına yanına alabildiği öğrenilmiştir. Bu uygulama çocuğun babasıyla olan ilişkisini güçlendirebilmesi adına önemli bir adımdır. Cezaevlerinde annesiyle kalan çocuklar çoğunlukla ayrı koğuşlarda tutulmaktadır ve bu durum çocukların yaşıtlarıyla zaman geçirme hakkını elinden almaktadır. Yönetmelikte söylenen 3-6 yaş aralığının kreş ve anaokulu eğitiminden yararlandığı yönündedir fakat bu seçenek de çoğu cezaevinde bulunmamaktadır. 0-3 yaş aralığındaki bebekler ve çocuklar ise tamamen kadınlarla çevrili bir ortamda yetişmekte, herhangi bir eğitim alma şansları bulunmamaktadır. Hal böyleyken bir de koğuşlarda kapasitenin yaklaşık 3 katı kadar mahkûmun barındırıldığı göz önüne alınırsa bu vaziyet daha da vahim bir hal almaktadır. Böylece yaşıtlarıyla arkadaşlık kurmak, paylaşmak ve sosyalleşmek gibi kavramlardan tamamen bihaber olan çocukların cezaevinden ayrıldıktan sonraki yaşamlarında da büyük zorluklar çektikleri tespit edilmiştir.

Koğuşlarda çocuklu anneler, çocuklarının gürültü yaratması gibi nedenlerle genelde uyarılmaktadır. Diğer hükümlülerin rahatsız edilmemesi adına anneler genelde çocuklarını susturmaya çalışmaktadır fakat bu sürecin devamında çocuğun konuşma yetisi yeterince gelişememektedir. Bu nedenle çocuklar ileri yaşlarda da genelde kendilerini ifade etmekte zorlanmaktadır.

Cezaevinde annesiyle kalan çocukların eksiklerini hissettikleri bir diğer önemli durum ise baba modelinin bulunmamasıdır. Doğumundan beri böyle bir ortamda yaşayan çocukların çevrelerinin tamamen suça eğilimli kadınlardan oluştuğu düşünülürse çocuğu destekleyecek bir baba kavramının yokluğu belirleyici olmaktadır. Çocukların herkes için ortak olarak belirlenen havalandırma saatleri dışında açık havaya çıkma imkânları bulunmamakta ve enerjilerini atamayan küçükler ışığın aralıksız hiç kapanmadığı bir ortamda uyutulmaya çalışılmaktadır. Kapalı cezaevlerinde bahçenin dört duvar arasında olması ve yerlerin beton olması çocukların açık havadaki zamanlarını daha da verimsiz hale getirmektedir. Bu durum ise zaten doğadan son derece uzak bırakılan çocukların en çok aktif olmaları, koşup oynamaları gereken dönemlerinde çokça kısıtlanmalarına neden olmaktadır. Dış dünyanın kişiliğin gelişiminde yadsınamaz bir rolü bulunmaktadır ve her türlü uyaran da özellikle çocukların yapısal, bilişsel ve ruhsal gelişimlerinde ciddi bir önem arz etmektedir. Hayatları boyunca bir tane bile hayvanla karşılaşmayan küçüklerin cezaevinden ayrıldıktan sonra kedi ve köpeklerden korktukları, çevredeki her türlü varlığa karşı önyargıyla yaklaştıkları bilinmektedir.

Çocukların cezaevi personellerini ve mahkûmları taklit etmesi de sık sık karşılaşılan bir durumdur. Erkek çocukların eline bir sopa alıp gardiyanları taklit etmesi, kadınları taklit edip ağda ve makyaj yapmaya çalışması ciddi bir cinsel kimlik sorunu doğurmaktadır (İnsan Hakları ve Mazlumlar İçin Dayanışma Derneği, 2020: 20). Altınbaş Üniversitesi Sosyal Hizmet Bölümü görevlisi Fulya Giray Sözen; cezaevindeki çocukların mahkûmlardan ne derece etkilendiğini ve bu durumun ciddiyetini şöyle belirtiyor: “Çocukların –özellikle erkek çocukların- beden dilleri değişimiyle sıklıkla karşılaşıyorduk. Beden dilleri, erkek gardiyanları taklit eder hâle gelmişti. Çocuğun elinde bir tane diş fırçası var, onu cop gibi kullanarak elini arkasında tutuyor ya da gardiyanların özgüvenini taklit edercesine daha özgüvenli ve görkemli bir yürüyüşe bürünüyorlar.” (Ceza İnfaz Sisteminde Sivil Toplum Derneği, 2020)

Anne-çocuk ilişkisi, bireyin aile olgusuna bakış açısını belirleyen, iletişimin temellerinin atıldığı yapıdır ve bu bağın karşılıklı güven üzerine kurulması şarttır. Hükümlü annelerin de kendilerine moral ve motivasyon sağlamaları adına Sevgi Evlerine bırakmak yerine çocuklarını yanlarına almayı tercih ettikleri görülmektedir. Buna rağmen çocuklarını cezaevinin zor şartlarında barındırmaları nedeniyle annelerin kendilerini bu durumdan sorumlu ve suçlu hissettikleri ve pişmanlık duydukları da yapılan röportajlarda aktarılmıştır. Bahsedildiği üzere hükümlü annelerin çocukları annenin yanında kalabileceği gibi varsa bir akrabalarıyla kalma gibi bir alternatifleri de bulunmaktadır. Çocuğu cezaevinin ağır koşullarından uzaklaştırması yönünden bu tercih daha çok çocuğun yararına gibi görünmektedir fakat bu durum görüldüğü kadarıyla anne-çocuk ilişkisinde ciddi sıkıntılar yaratabilmektedir.

Ceza hukukunun en mühim ilkelerinden biri olan suç ve cezanın şahsiliği ilkesine göre kişi sadece kendi işlediği suçun cezasını çekmekle yükümlüdür fakat sözü edilen durumda çocuklar da anneleriyle beraber aynı suça tabii tutulmaktadır. Bu hususu destekleyen bir diğer kavram da çocuğun üstün yararı prensibidir. Bu prensibe göre çocuğun bulunduğu vaziyet ne olursa olsun en üst düzeyde faydası gözetilmeli ve çocuğa en uygun imkânlar yaratılmaya çalışılmalıdır. Fakat bilindiği üzere annesiyle cezaevinde kalan çocuklar için bir yatak/beşik bile bulunmamaktadır, çocuklara yönelik bir beslenme mümkün olmamakta ve çoğu zaman çocukların sağlık durumlarına yeterince özen gösterilmediği bilinmektedir. Görüldüğü üzere ortaya çıkan hak ihlalleri genellikle çocukların ihmalinden kaynaklanmaktadır ve çocuklar bir birey olarak görülmemektedir. Oysa çocuk toplumun geleceğidir ve içinde çocuk bulunan tüm meseleler bir gelecek sorunu olarak ele alınmalıdır (İnsan Hakları ve Mazlumlar İçin Dayanışma Derneği, 2020).

3.7. Güvenlik

Cezaevleri gerek çevresel şartlar gerekse buradaki bireylerin kişisel özellikleri bakımından bir çocuğun yaşamına uygun alanlar değildir. Her ne kadar destekleyici kurum ve kuruluşlar bulunsa da her şekilde burada zaman geçirmiş küçük yaştaki çocuklarda kalıcı bir travma etkisi bırakma ihtimali yüksektir.

Cezaevlerine giriş ve çıkışlarda hükümlülerin x-ray cihazlarından geçirildiği bilinmektedir. Bu durum çocuklar için de geçerli olup üstlerindeki en küçük bir eşyadan dolayı her öttüğünde tekrar cihazdan geçmeleri gerekmektedir. Bu durumla ilgili yaşanan bir olayda kadın bir mahpus bir kız çocuğunun önünde x-ray da öttüğü gerekçesiyle soyunmak ve çarşafa sarınmak zorunda kalıyor ve ardından görülüyor ki küçük kız da üstündekileri çıkarmaya başlıyor. Böyle bir tablodan çocukların psikolojik olarak çok ciddi bir şekilde etkilendiği tüm gerçekliğiyle gözlemlenmektedir. Bu tür manzaralara tanıklık etmek yetişkin bir insan için bile zorken küçük bir çocuk için çok farklı şekillerde algılanmaya ve anlaşılmaya açıktır.

Cezaevlerinde çocuklarıyla beraber kalan annelerin çektiği sıkıntılardan biri de çocuklara karşı alınan tavırdır. Her cezaevinde aynı durum geçerli olmasa da çoğunlukla mahkûmlar yanlarında bulunan çocukların gürültülerinden veya mızmızlanmalarından rahatsız olmakta ve bunu annelerinin yüzüne vurmaktan çekinmemektedirler. Hal böyleyken anneler tarafından çocuklar ne kadar uyarılırsa uyarılsın, karşısındakinin bir çocuk olduğu gerçeği değişmeyecektir. Anneler ise bu sebeple çocuklarına bir zarar verilmesinden korkmaktadır çünkü yaşanan çeşitli vakalar onları sürekli tetikte ve şüpheli olmaya itmektedir. Yapılan bir incelemede bir anne mahpusun anlattığı kadarıyla; koğuşlarındaki başka bir kadın mahpus tarafından çocuğunun eline çatal batırıldığı öğrenilmiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere her ne kadar kapalı ve sınırları belli bir alanda olsa da çocuklar ve anneleri için koğuşlarda tamamen güvenli ve huzurlu bir ortam yaratılması mümkün değildir.

Üzerinde durulması gereken bir diğer sıkıntı da gardiyanların ve cezaevi çalışanlarının çocukların üzerinde yarattığı travmatik etkidir. Hükümlü annelerle ve yakınlarıyla yapılan Mağdurlar İçin Adalet Topluluğu adlı araştırmadan ulaşılan bilgilere göre; katılımcıların yüzde 84'ü hapishanelerin fiziki koşullarını insan yaşamına uygun bulmadıklarını, yüzde 67,8'i ise hapishane personelinin mahpuslara insani muamele yapmadığını düşündüğünü söylemektedir. Ceza İnfaz Kurumu çalışanları çocuklara da genellikle birer mahkum gözüyle bakmaktadır ve bu durum çocukların çalışanlardan korkmalarına, onlardan çekinmelerine sebep olmaktadır. Hatta bazı röportajlarda öğrenildiği kadarıyla bu etkilenme durumu çocuklarda kalıcı bir etki bırakabilmekte, sadece cezaevinde kalmayıp çocuk cezaevinden çıktıktan sonraki hayatına da yansıyabilmektedir. Cezaevinden çıkmış anne bir mahpus bu durumu şu sözlerle aktarmaktadır: "Çocuğum ile alışveriş merkezine gittiğimizde güvenlik görevlisi gördüğünde korkuyor. Psikolojik destek almamıza rağmen aşamadığımız konulardan biridir. Üniformalı bir kişiyi gördüğünde ve o kişi yaklaştığında çok korkuyor. Hayatındaki büyük travmalarından biri…"(Kadın Mahpus 2)(Uçungan, 2019: 130). Öte yandan zamansız ve sıkça gerçekleştirilen aramalar ve

sayımlar da çocukların psikolojik bakımdan zarar görmesine, zaten eksik olan huzur ve güven duygularını tamamen yitirmelerine neden olmaktadır.

4.YÖNTEM

Proje kapsamında giriş kısmında cezaevlerinin fiziksel koşullarından ve bunların çocuklar üzerindeki etkisinden bahsedilmiştir. Bu kısımda ise yapılan araştırmalar doğrultusunda elde edilen karşılaştırmalar ve bunların değerlendirilmesi yer almaktadır.

4.1. Anneleriyle Cezaevinde Kalan Çocukların Gelişimsel Süreçlerinin Sağlıklı Ortamda Büyüyen Çocuklarınkiyle Karşılaştırılması

Erken çocukluk dönemi, insanda 0-8 yaş[1] arasını kapsayan ve yaşamın temellerinin atıldığı bir zaman dilimidir. Araştırmalar göstermektedir ki bir insan birçok gelişim alanında yaşamı boyunca katedeceği mesafenin yarısını erken çocukluk döneminde almaktadır. Bu nedenden dolayı kişinin ileriki yaşamına ilişkin birçok yapıtaşı bahsedilen dönemde oluşmakta ve şekillenmektedir. Erken çocukluk döneminde çocuğun gelişimi, eğitimi ve bakımıyla ilgili yaşadığı problemler sadece bu dönemi değil bireyin tüm yaşamındaki gelişimini ve eğitimini etkilemektedir.

Bir bireyin kişiliğini sahip olduğu genetik yapının mı yoksa çevresel faktörlerin mi oluşturduğu uzun yıllardır tartışılan bir konudur. Hangisinin bir bireyin kişiliğini daha çok etkilediğine dair bir fikir birliği olmamakla birlikte hem genetik yapının hem de çevresel faktörlerin kişiliğimizi önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir. Çevrenin kişilik oluşumunda aslında ne kadar önemli olduğu farelerle gerçekleştirilen bir deneyde ortaya konmuştur (Boston University, 2010). Farelerin yavrularıyla ilgilenme şekilleri onları yalamaktır. Gelişimlerinin ilk haftasında anneleri tarafından ilgilenilen yavruların ileride mutlu, sakin ve ilgili bireyler haline geldiği; gelişimlerinin ilk haftasında anneleri tarafından ilgilenilmeyen yavruların ise ileride stresli, ilgisiz ve hastalıklara daha yatkın bireyler haline geldikleri gözlenmiştir. Bu farklılığın sebebi ise ilgilenilen yavrularda glukokortikoid reseptör geninin aktif hale gelmesi, ilgilenilmeyen yavrularda ise bu genin inaktif halde kalmasıdır. Aslında bu deneyden de anlaşılabileceği gibi çevresel faktörler genlerin etkinleşmesinde ve aktifleşmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Burada ulaşılan prensiplerin insanlar için de geçerli olması erken çocukluk döneminde çevresel faktörlerin ne kadar önemli olduğunu bir kez daha gözler önüne sermektedir.

Anlaşılacağı üzere kişinin bu süreçte edindiği kazanımlar kişiliğin ve düşünce yapısının oluşumunda son derece belirleyici olmaktadır. Bu kritik periyot boyunca çocuklar yeterli uyaran alamadıklarında beynin kalıcı olarak köreleceği, en üst potansiyeline ulaşamayacağı araştırmalarla ortaya konmuştur (Ceza İnfaz Sisteminde Sivil Toplum Derneği, 2016). Bu sebeple belirtilen dönemdeki çocuklara verilen ilgi ve eğitimin çocuğun tüm yaşamını doğrudan etkileyeceği bilinciyle hareket edilmeli ve buna uygun ve seçici tutumlar hassasiyetle sergilenmelidir. Bu noktada çocuğun bulunduğu ortam ve çevre gibi unsurların zihinsel ve bedensel gelişimine etkisi de kaçınılmazdır.

Hükümlü annelerin belli bir kısmı cezaevine girerken çocuğunu da yanına almaktadır ve bu durum gayet normal karşılanmaktadır. Bir başka deyişle çocuğun üstün yararının gözetilmesi gerekçesiyle böyle bir imkan tanınmaktadır çünkü küçük çocukların en büyük ihtiyaçlarının anne ilgisi ve sevgisi olduğu üzerinde uzlaşılmış bir olgudur. Hükümlü annenin cezaevi ortamında olsa dahi çocuğuyla birlikte olmasının ve onun bakımını üstlenmesinin kuşkusuz çocuk üzerinde olumlu tesirleri olacaktır fakat bambaşka suçlardan hüküm giymiş onlarca insanla aynı ortamda yaşamını sürdürmek ve zor şartlara maruz kalmak çocuğa yapılan bir haksızlık olarak da görülmektedir. Özellikle küçük yaşta zihinde oluşan algıların ileriki yıllarda mantaliteye ve fikir dünyasına yansıyacağı dikkate alınırsa çocuğun gelişim evrelerinin son derece ciddi bir boyutunun bulunduğu anlaşılmaktadır.

[1] Bazı kaynaklarda erken çocukluk dönemi 0-6 yaş aralığı olarak da alınabilmektedir (Bertan, Haznedaroğlu, Koln, Yurdakök ve Güçiz, 2009: 1)

Tablo 3: Araştırmaya alınan çocukların Ankara Gelişim Tarama Envanterine göre gelişim düzeyleri

AGTE gelişim düzeyleri	Cezaevinde kalmayan		Cezaevinde annesi ile kalan	
	n	%	n	%
Dil-bilişsel gelişim				
Takvim yaşı ile uyumlu	18	45	18	47,5
Takvim yaşı ile %20 gecikme arasında	9	22,5	9	22,5
%20 gecikme	-	-	3	7,5
%20 ile %30 arasında gecikme	-	-	1	2,5
%30 gecikme	-	-	1	2,5
%30'dan fazla gecikme	-	-	1	2,5
Takvim yaşının üzerinde	13	32,5	6	15
İnce motor gelişim				
Takvim yaşı ile uyumlu	24	60	26	65
Takvim yaşı ile %20 gecikme arasında	8	20	6	15
%20 gecikme	1	2,5	4	10
%20 ile %30 arasında gecikme	-	-	-	-
%30 gecikme	-	-	-	-
%30'dan fazla gecikme	-	-	2	5
Takvim yaşının üzerinde	7	17,5	2	5
Kaba motor gelişim				
Takvim yaşı ile uyumlu	26	65	21	52,5
Takvim yaşı ile %20 gecikme arasında	3	7,5	6	12,5
%20 gecikme	1	2,5	-	-
%20 ile %30 arasında gecikme	-	-	-	-
%30 gecikme	-	-	2	5
%30'dan fazla gecikme	3	7,5	4	10
Takvim yaşının üzerinde	7	17,5	8	20
Sosyal-duygusal gelişim				
Takvim yaşı ile uyumlu	18	45	19	47,5
Takvim yaşı ile %20 gecikme arasında	6	15	8	20
%20 gecikme	2	5	1	2,5
%20 ile %30 arasında gecikme	-	-	-	-
%30 gecikme	-	-	1	2,5
%30'dan fazla gecikme	-	-	1	2,5
Takvim yaşının üzerinde	14	35	10	25
Genel gelişim				
%50	17	42,5	16	40
%50'nin üzerinde	17	42,5	9	22,5
%50'nin altında	6	15	15	37,5

AGTE: Ankara Gelişim Tarama Envanteri

Tablo 2. (Durualp E, Şahinöz A, Sağın Küçük N, Çuhacı Çakır B, Kara Uzun A. Cezaevinde Annesi ile Birlikte Kalan Çocukların Gelişimlerinin Karşılaştırılmalı Olarak Değerlendirilmesi*. J Ankara Univ Fac Med 2019;72:66-75.)

Cezaevi ortamında büyüyen çocukların gelişimlerinin sağlıklı ortamlarda büyüyen çocukların gelişimiyle karşılaştırılması pek çok araştırmanın konusu olmuş ve çarpıcı verilere ulaşılmıştır. İlgili başlıkta kadın kapalı ceza infaz kurumundaki çocuklar ve bir çocuk hastanesinin sağlam çocuk polikliniğine başvuran 0-6 yaşları arasındaki sağlıklı çocuklarla bir inceleme yapılmış ve Tablo 2' deki sonuçlara rastlanmıştır.

Tablo 2 incelendiğinde cezaevinde anneleriyle kalan çocukların farklı gelişim alanlarında standart gelişim düzeylerinden daha geride kaldıkları gözlemlenmektedir. Genel gelişimde cezaevinde anneleriyle kalan çocuklarla cezaevinde kalmayan çocuklar arasında çarpıcı bir fark görülmektedir. Gelişimi %50'nin altında kalan çocuk oranı cezaevinde %37,5 iken bu oran cezaevi dışında %15'e düşmektedir. Genel gelişimi %50 olan çocuk oranı cezaevinde %40 iken cezaevi dışında %42,5'tur. Gelişimi %50'nin üzerinde olan çocuk oranı ise cezaevinde %22,5 iken cezaevi dışında bu oran %42,5'a çıkmaktadır.

Çocukların genel gelişimindeki bu gözle görülebilir farklar bize cezaevinde annesiyle kalan çocukların ortamının iyileştirilmesinin hayati bir önem taşıdığını bir kez daha hatırlatmaktadır. Özellikle cezaevinde kalan çocukların gelişimlerinde yaşanan gecikmelerin sayıca çok daha fazla olduğu tespit edilmektedir. Genel olarak cezaevinde yaşayanların gelişimi diğer çocuklarınkiyle karşılaştırıldığında her bir gelişim alanında negatif bir fark ortaya çıkmaktadır. Verilen oranlar çocuğun gelişiminde çevre niteliğinin anlamlı bir faktör oluşturduğunu gözler önüne sermektedir. Bu veriler ışığında, cezaevinde anne gözetiminde olsa da çocukların gerek motor gerekse dil-bilişsel ve sosyal-duygusal alanlarda daha büyük gelişimsel sıkıntılar yaşadıkları sonucuna ulaşılmaktadır.

Cezaevlerinde kalan kadınların çocuklarının yaşam koşullarının incelendiği ve bu çocukların sağlıklı bir gelişim sürecinden geçmeleri adına yapılabilecek olanların belirlendiği bu projede kamuoyu yaratmak adına Google form üzerinden bir anket hazırlanmıştır. Bu ankette toplumun bu konuya, yaşanan sorunlara ne kadar vâkıf olduğu araştırılmıştır.

5. İŞ- ZAMAN ÇİZELGESİ

Aylar							
İşin Tanımı	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür Taraması		X	X	X			
Veri Toplanması	X	X	X	X	X	X	X
Anket Uygulanması						X	
Proje Raporunun Yazılması					X	X	X

Tablo 3. İş zaman çizelgesi

6. BULGULAR

Toplumun bu konuda ne kadar bilgi sahibi olduğunu, bu konudaki düşüncelerinin ne olduğunu ve farkındalıklarının olup olmadığını tespit etmek amacıyla 12 soruluk bir anket hazırlanmıştır. 337 katılımcının verdiği cevaplar doğrultusunda aşağıdaki verilere ulaşılmıştır.



Grafik 1.

Grafik 1'de belirtilen soruya 320 katılımcı evet cevabını, 17 katılımcı hayır cevabını vermiştir. Katılımcılara cevaplarının sebepleri sorulduğunda benzer cevaplarla karşılaşılmıştır. Evet cevabını veren katılımcılar çocukluk deneyimlerinin insanı hayatı boyunca etkilediğini, çocuğun çevresindeki kişileri iyi kötü ayırt edemeden rol model aldığını, yetiştirme ortamının karakterin gelişiminde etkili olduğunu, çocuğun büyüdüğü ortamı yansıttığını belirtmişlerdir.

Evet cevabını veren bazı katılımcılar ise çevrenin uyguladığı baskının çocuğu kötü davranışlara ittiğini ifade etmişlerdir. Aşağıda bazı katılımcıların yanıtlarına yer verilmiştir:

"Çocuk karşısında diğer insanlar ayna gibidir. Onlarda ne görürse onu uygular. Ayrıca kötü alışkanlıkları teşvik eden, alkışlayan bir sosyal çevrede yaşamanın çocuklar için daha cezbedici olduğunu ve onları yanlış alışkanlıklara yönelttiğini düşünüyorum."

"Bireyler nasıl bir çevrede yetişirse o çevrenin özelliklerini taşır. Arkadaş ortamı ve yetiştirilme tarzı bireyin suça meyilli olmasının büyük etkenlerinden olduğunu düşünüyorum. Tıpkı farklı iklimlerde yaşayan aynı tür canlıların farklı özellik göstermesi gibi."

"Yetişme tarzı ve kişinin önündeki gerek aile gerekse çevredeki kötü örnekler davranış biçimini belirler. Suç işlenilen bir ailede büyüyen kişi suçu zihninde normalleştirir ve suç işlemekten çekinmez. Ayrıca bulunduğumuz çevrenin de davranış üzerine etkisi büyüktür."

“Sosyal statü gözetmeksizin, aile terbiyesi ve yetiştirme tarzı ne kadar kaliteliyse, çocuk ilkokul çağından belli bir yaşa gelene kadar sürekli etkinliklerle meşgul olursa, çocuğun suça itilme veya ortak olma şansı o kadar düşük olur.”

Hayır cevabını veren katılımcılar ise aile ve çevrenin çocuk üzerinde dolaylı bir etki yarattığını, bireyin kendi iradesiyle seçim yaptığını yani suçun bireysel bir olgu olduğunu ve kişiliğin bireyin gelişiminde daha önemli bir etken olduğunu belirtmişlerdir. Hayır cevabını veren katılımcılardan bazılarının açıklamaları aşağıdaki gibidir:

“Dolaylı etkisi olabilir, doğrudan etkisi olması demek her hırsızın çocuğunun da hırsız olması demek çünkü.”

“Dolaylı yoldan etkileyeceğini düşünüyorum. Herkesin kendi seçimini yapabileceğine inanıyorum. Bir annenin günahı çocuğunun günahı olmadığı gibi çocuğun işlediği suçların da doğrudan sorumlusu aile olamaz bence.”

“Doğru eğitim sistemi ile çocuğa nerede doğarsa doğsun ileride kendi yaşamında seçim yapma şansı olduğu öğretilebilir.”

Katılımcıların büyük bir çoğunluğu kendi hayat deneyimleri ve düşünceleri doğrultusunda aile ve çevrenin suça etkisi olduğunu savunmuşlardır. Bilimsel araştırmalar bu düşünceyi destekler niteliktedir.



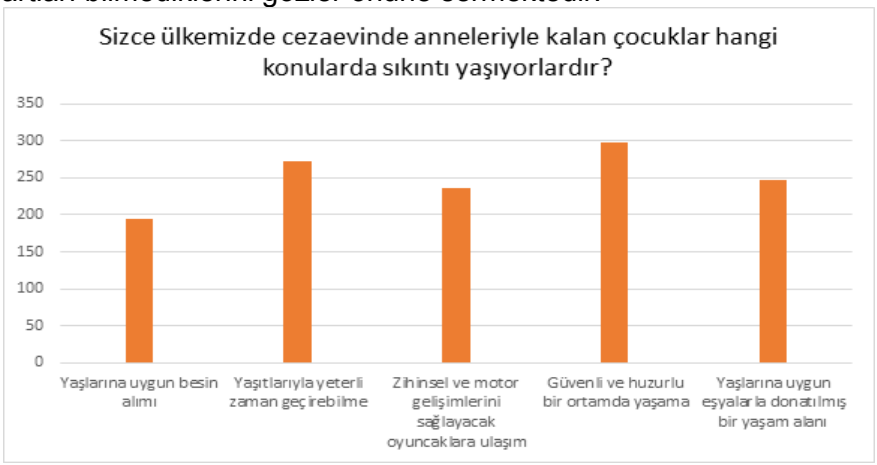
Grafik 2.



Grafik 3.

Katılımcılara çocukların cezaevinde anneleriyle kalabileceğini bilip bilmedikleri sorulduğunda grafik 2’de görülebileceği üzere 270’i evet, 67’si ise hayır cevabını vermiştir. Ancak katılımcılara uygulanan prosedür hakkında bir bilgileri olup olmadığı sorulduğunda grafik 3’te görülebileceği gibi katılımcıların 29’u evet, 308’i hayır cevabını vermiştir.

Bu veriler karşılaştırıldığında cezaevinde anneleriyle kalan çocuklar hakkında toplumda farkındalık oluşmaya başladığına ulaşılmaktadır. Ancak grafik 3’ ten ulaşılan sayılar bu farkındalığa rağmen insanların büyük bir çoğunluğunun çocuklara uygulanan prosedürü bilmediğini göstermektedir. Bu durum insanların büyük bir bölümünün konu hakkında yüzeysel bilgiye sahip olduklarını ve cezaevinde anneleriyle kalan çocukların yaşadıkları şartları bilmediklerini gözler önüne sermektedir.



Grafik 4.

Katılımcılara cezaevinde anneleriyle kalan çocukların hangi konularda sıkıntı yaşadıkları sorulduğunda grafikte 4'te görüldüğü üzere katılımcıların 194'ü yaşlarına uygun besin alımını, 272'si yaşıtlarıyla yeterli zaman geçirebilmeyi, 237'si zihinsel ve motor gelişimlerini sağlayacak oyuncaklara ulaşımı, 297'si güvenli ve huzurlu bir ortamda yaşamayı, 247'si yaşlarına uygun eşyalarla donatılmış bir yaşam alanında yaşamı işaretlemişlerdir.

Katılımcıların %70' inden fazlası çocukların yaşlarına uygun besin alımı dışındaki konularda sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir fakat besin alımını işaretleyenlerin oranı %50' lerde kalmıştır. Bu durum toplumun cezaevindeki çocukların besin alımı gibi temel bir gereksinimde sıkıntı yaşamadıklarını düşündüğü göstermektedir. Ancak önceden de belirtildiği gibi çocukların yaşlarına uygun besin alımı konusunda da büyük sıkıntılar yaşandığı bilinmektedir.



Grafik 5.



Grafik 6.

Katılımcılara bu konuyla alakalı medyada herhangi bir içerikle karşılaşıp karşılaşmadıkları sorulduğunda grafik 5'te gösterildiği gibi katılımcıların 168'i evet, 169'u hayır cevabını vermiştir. Bu sayıların çok yakın olması medyada bu konuyla ilgili içeriklerin bulunduğunu ancak yeterli olmadığını göstermektedir.

Uçurtmayı Vurmasınlar romanından uyarlanan filmde, bahsedilen durumun bire bir yaşandığı bir hikaye anlatılmaktadır. Cezaevinde doğan Barış adlı bir çocuğun yaşadığı zor koşullarda yetiştirildiği süreçte karşılaştığı olaylara yer verilirken Türkiye'deki cezaevi şartları da gözler önüne serilmektedir. Bu film, aynı zamanda cezaevinde anneleriyle kalan çocukların kreşe erişimini sağlayan protokole ismini vermiştir. Protokolün filmle aynı isme sahip olması, filmin zamanında bir etki yarattığını da kanıtlamaktadır. Bu durum sosyal bilincin ne kadar önemli olduğunu bir kez daha gözler önüne sermektedir. Her ne kadar derin ve üzerinde tartışılması gereken bir başlığa sahip olsa da belirtilen konuyu ele alan eser sayısı halkın bilinçlenmesi ve toplumda bir yankı uyandırması için yeterli değildir.

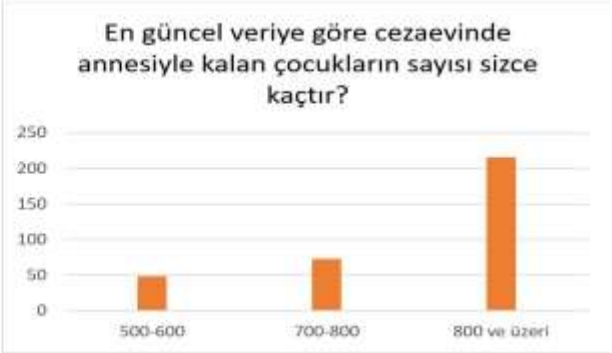
Katılımcılara çevrelerinde bu durumu yaşayan kişilerle karşılaşıp karşılaşılmadığı sorulduğunda ise katılımcıların 9'u evet, 328'i hayır cevabını vermiştir. Bu sayılar arasındaki büyük fark grafik 6'da net bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Katılımcılardan birinin bu soruya yaptığı açıklama şu şekildedir:

"Avukat olduğum için bu tür durumlarla karşılaştım. Çocuklar kafesteki kuşlar misali sadece kısıtlı dünyaları oluyor. Diğer tüm uyaranlara kapalı bir hayatları oluyor."

Bu durumu yaşayan insanlarla karşılaşan kişi sayısının azlığı toplumu cezaevinde anneleriyle kalan çocuklar konusunda bilinçlendirme görevinin medyaya düştüğünü gözler önüne sermektedir.



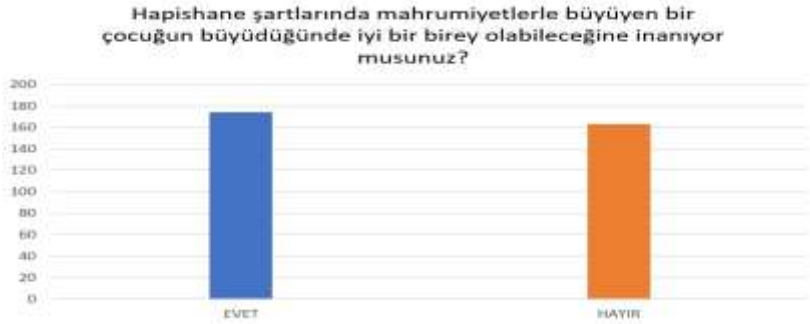
Grafik 7.



Grafik 8.

Katılımcılara böyle bir durumu kendileri yaşasalardı hangisini tercih edecekleri sorulduğunda 181 kişi annesiyle cezaevinde kalmayı, 22 kişi Sevgi Evinde yaşamayı, 133 kişi ise herhangi bir akrabasıyla kalmayı tercih edeceğini belirtmiştir. Grafik 7'de gösterilen bu veriler katılımcıların büyük bir çoğunluğunun cezaevindeki zor şartlara rağmen anneleriyle birlikte olmayı seçeceklerini göstermektedir. Sayının fazlalığı insanlar için anne-çocuk bağının ne kadar önemli olduğunu bir kez daha hatırlatmaktadır. Sevgi Evinde yaşamayı tercih edenlerin gözle görülür derecede az olması insanların çoğunlukla tanıdık yüzlerle bir arada olmayı yeğlediğini ortaya koymaktadır.

Grafik 8' de görüldüğü üzere katılımcılardan cezaevinde anneleriyle kalan çocukların sayısı tahmin edilmesi istendiğinde 48 kişi 500-600, 73 kişi 700-800, 216 kişi ise 800 ve üzeri çocuğun bulunduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir. Çoğu katılımcının bu çocukların sayısının 800 ve üzerinde olduğunu düşünmesi grafik 7'de ulaşılan bulgularla örtüşmektedir. İnsanların annelerin ve çocukların birlikte olmak isteyeceklerini tercih edeceklerini ve aslında böyle bir durumda kendi tercihlerinin de bu yönde olacağını gözler önüne sermektedir. Bu sonuçlar cezaevi şartlarının çocuklar için iyileştirilmesini daha hayati hale getirmektedir.



Grafik 9.

Katılımcılara cezaevinde yetişen bir çocuğun büyüdüğünde iyi bir birey olabileceğini düşünüp düşünmedikleri sorulmuş ve grafik 9' daki veriler elde edilmiştir. Buna göre katılımcıların 174'ü soruya evet yanıtını verirken 163' ü hayır demiştir. Verilen birbirine son derece yakın olması insanların bu konuda ortak bir görüşte uzlaşamadıklarını gözler önüne sermektedir.

Erken çocukluk döneminin bireyin kişilik oluşumundaki önemi göz önüne alındığında suçun içinde büyümüş olan bu çocukların suça sürüklenmede risk grubu oldukları bilinmektedir. Bir sivil toplum kuruluşu temsilcisi, cezaevinde çocuğuyla birlikte kalan bir kadınla karşılaştığını ve bu kadının da küçükken annesiyle birlikte cezaevinde kaldığını söylediğini dile getirmiştir (Uçungan, 2019: 136). Bu durumun bir döngü şeklinde ilerlediği görülmektedir. Oysa çocuk toplumun geleceğidir ve içinde çocuk bulunan tüm meseleler bir gelecek sorunu olarak ele alınmalıdır (İnsan Hakları ve Mazlumlar İçin Dayanışma Derneği, 2020).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Projenin bu bölümünde cezaevinde anneleriyle kalan çocukların karşılaştıkları sorunların çözümüne yönelik önerilerde bulunulmuştur. Şunu belirtmekte fayda vardır ki bahsedilen çözüm önerilerindeki amaç, yasalarda yapılan düzenlemelerin kurumların inisiyatifine bağlı kalmaksızın tüm kurumlarda belli bir standartta uygulanmasını sağlamaktır. Belirtilen amaçlar doğrultusunda bu bölümde yer verilen çözüm önerileri ilgili kurumlara sunulmaktadır:

Dünyada çocuklu kadın mahpuslar için yaygın uygulamalar anne-çocuk üniteleri ve anne-çocuk evleridir. Anne-çocuk üniteleri cezaevi alanında diğer mahpuslardan farklı bir bölümde bulunurken anne-çocuk evleri cezaevi kampüsü dışında bulunan kurumlardır. Anne-çocuk üniteleri anne ve çocuğun beraber kalabileceği odalar şeklinde tasarlanmıştır. Bu üniteler bünyelerinde kreş, oyun alanı gibi çocuğun üstün yararını gözeten yapılar bulundurmaktadır. Anne-çocuk evleri Danimarka'daki Family House ve Halfway House kurumlarında (Uçungan, 2019) olduğu gibi birden çok anne-çocuğun birlikte kalabileceği büyük bir yurt şeklinde olabilmektedir (ek 3). Aynı zamanda müstakil evler veya kampüs şeklindeki bir birim olarak da uygulanabilmektedir. Kanada, İngiltere, İspanya, Almanya, Polonya gibi çeşitli ülkelerde küçük farklılıklar göstermekle birlikte anne-çocuk üniteleri ve evleri bulunmaktadır (ek 4). Ülkemizde ilk defa Eylül 2020'de Sincan Kadın Kapalı Ceza İnfaz Kurumu bünyesinde anne-çocuk üniteleri uygulamaya konmuştur (ek 5). Diyarbakır Kadın Kapalı Ceza İnfaz Kurumunda da bu ünitenin açılmasının planlandığı belirtilmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Adalet Bakanlığı Basın ve Halkla İlişkiler Müşavirliği, 2020). Anne-çocuk üniteleri ve evleri çocuğun gelişimini destekleyici olarak düzenlendiklerinden dolayı bu uygulamaların yaygınlaşması çocukların sağlıklı bireyler olarak büyüyebilmeleri için önemli bir adım olacaktır. Anne-çocuk üniteleri gibi anne-çocuk evleri de ülkemizde hayata geçirilirse mahpus anneleriyle kalan çocukların bir ev ortamında büyüyormuş gibi hissetmesi sağlanabilir. Türkiye'nin yedi bölgesinde ihtiyaca göre bir veya iki tane anne-çocuk üniteleri ya da evleri kurulması önerilmektedir. Bu yapıların kurulacakları şehir seçilirken bölgedeki diğer şehirlere ulaşımının kolaylığı göz önüne alınmalıdır. Anne-çocuk evleri ve ünitelerinin Adalet Bakanlığı tarafından çocuklarıyla kalan kadın mahpusların sayısının fazla olduğu belirtilen Gebze, Kocaeli, Bursa, Eskişehir, İzmir ve Denizli illerinde (Tüvana Okuma İstekli Çocuk Eğitim Vakfı, 2015) açılmasına öncelik verilmesi bir başka öneri olarak sunulmaktadır.

5275 Sayılı Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun'un 110. Maddesinin 2. Fıkrasında dile getirilen şartlara uygun olduğu takdirde,

a) Kadın, çocuk veya altmış beş yaşını bitirmiş kişilerin mahkûm oldukları toplam bir yıl,

b) Yetmiş yaşını bitirmiş kişilerin mahkûm oldukları toplam iki yıl,

c) Yetmiş beş yaşını bitirmiş kişilerin mahkûm oldukları toplam dört yıl, veya daha az süreli hapis cezasının konutunda çektirilmesine infaz hâkimi tarafından karar verilebilir. Ev hapsi, kişilerin cezalarını konutlarında çektiği ve cezalarının takibinin elektronik kelepçe yoluyla yapıldığı bir sistemdir (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2004). Kadınlar için ev hapsi uygulaması belirli şartlarda uygulanabilse de çocuklu kadınların hassas durumuna rağmen onlara yönelik ayrı bir düzenleme bulunmamaktadır. Ayrı bir yasal düzenlemenin cezaevinde kalan çocuklu anneler için uygulamaya konulmasının çocuğun gelişimi ve bakımı açısından gerekli koşulların yaratılmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Çocuklu kadın mahpusların cezalarının mümkün olduğu kadar cezaevi dışındaki yöntemlerle infaz edilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu tür bir uygulama çocuğun büyüme ortamının evi olmasına, yani mümkün olan en yeterli koşullarda annesiyle sağlıklı bir iletişim kurarak fiziksel ve ruhsal gelişimini tamamlamasına olanak tanımaktadır.

Adalet Bakanlığı bünyesinde merkezde annesiyle cezaevinde kalan çocuklara yönelik gerekli düzenlemeleri ve denetimleri gerçekleştiren bir birim açılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu birime psikolog, sosyolog, çocuk gelişim uzmanı, diyetisyen ve gerekli eğitimi almış uzmanın atamasının yapılması önerilenler arasındadır. Bu birim Türkiye'deki her kurumda standart bir biçimde çocuklara ve annelere yönelik düzenli psikolojik desteğin uygulanmasını ve takibini sağlar. Aynı zamanda çocukların gelişimini desteklemek amacıyla annelere ve kurum görevlilerine çocuk gelişimi hakkında ilgili

eğitimlerin verilmesini düzenler. Çocukların fiziksel gelişiminin sağlıklı ilerleyebilmesi adına bu birimdeki diyetisyenler çocukların yaş gruplarına göre günlük besin alımını planlar ve belirtilen besinler her kurumda tedarik edilir. Anneleriyle kalan çocukların suçlu olmadıkları gerçeğinin bilinciyle hareket edilerek belirli aralıklarla piknik, sinema günü, gezi gibi etkinlikleri düzenler ve her kurumda bu etkinliklerin gerekli uzmanların eşliğinde uygun şartlarda gerçekleştirilmesini sağlar. Kararlaştırılan uygulamaların gerçekleşip gerçekleşmediğini takip etmek amacıyla Türkiye'deki bütün kurumları belirli aralıklarla denetler. Böyle bir birim, çocukların fiziksel ve ruhsal gelişiminin sağlıklı bir şekilde ilerlemesi için hayati bir ihtiyaçtır.

Cezaevindeki annelerin haftada bir kez on dakikalık telefonla görüş hakkı bulunmaktadır ve çocuklu anneler için de aynı durum geçerli olmakta, çocukların annelerinin izinleri dışında telefonla görüşme imkanı bulunmamaktadır. Anne isterse kendi izin saatleri süresince çocuğun görüşmesine izin verebilmektedir fakat verilen on dakikalık izin bu durumu kısıtlamaktadır. Cezaevinde barındırıldığı süre boyunca çocuğun üstün yararının gözetilmesi ilkesine dayanarak belirtilen şartlarda mühim değişikliklere ihtiyaç duyulmaktadır. Sağlıklı iletişim ve konuşma becerisinin büyük oranda 0-6 yaş aralığında geliştiği bilinmektedir ve bu sebeple çocuğun cezaevi ortamı dışındaki bireylerle iletişimi son derece önem arz etmektedir. Bu bağlamda çocuğun bir mahkum olmadığı göz önüne alınarak diğer aile bireyleriyle ve akrabalarıyla iletişimi hakkındaki kurallar esnetilmeli, çocuk suçlu muamelesi görmemelidir. Çocuklar annelere verilen sınırlı haklar doğrultusunda kısıtlanmamalı ve mümkün olduğunca normal standartlarda yetişmesi sağlanmalıdır.

Madde 16- (4) Hapis cezasının infazı, gebe olan veya doğurduğu tarihten itibaren bir yıl altı ay geçmemiş bulunan kadınlar hakkında geri bırakılır. Çocuk ölmüş veya anasından başka birine verilmiş olursa, doğumdan itibaren iki ay geçince ceza infaz olunur.[2]

Daha önce de belirtildiği üzere çocukların gelişiminin erken çocukluk döneminde en hızlı 0-3 yaş arasında gerçekleştiği bilinmektedir. Ayrıca anne sütünün çocuğun gelişiminde elzem olduğu ve Dünya Sağlık Örgütünün (2011) en az iki yaşına kadar bebeğin anne sütü almasını tavsiye ettiği göz önüne alınarak infazın ertelenme süresinin uzatılmasına gidilmesi önerilmektedir.

Beslenme tüm canlılar için şüphesiz en temel gereksinimlerden biridir. Çocuklar için beslenme ise büyüme ve gelişimin kaynağı olduğundan çok daha hayati bir boyuta sahiptir. Bebekler için bakıldığında ayrı olarak mama ve bez ihtiyacı ön plana çıkmaktadır. Cezaevlerinde anneleriyle kalan çocuklar için mama ve bez tedarik edilse de miktarları her zaman yeterli olmamaktadır. Mama ve bezin yeterli olmadığı durumlarda maddi durumu yeterli olan anneler çocukları için bez ve mama alabilmekte ancak maddi durumu yeterli olmayan anneler çocuklarının bu ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır. Özellikle maddi durumu yeterli olmayan anneler için bu sorunun çözülmesi gerekmektedir. Bir çocuğun temel ihtiyaçlarının karşılanıp karşılanmaması annenin maddi durumuna bağlı olmamalıdır. Sivil toplum kuruluşları cezaevlerine mama ve bez desteği sağlamaktadır. Sivil toplum kuruluşlarının yardımın daha sistemli hale gelmesi çocukların mama ve bez dışındaki ihtiyaçlarının da daha düzenli bir şekilde karşılanabilmesi amacıyla önerilmektedir. Öncesinde merkezde kurulması önerilen, çocuklarla ilgilenmesi plananan bir birimin bu yardımları düzenleyebileceği düşünülmektedir. Bu birimin çocukların ihtiyaçlarını belirleyerek yayınladığı listeye göre sivil toplum kuruluşlarınca ilgili birime gerekli yardımlar ulaştırılabilir ve buradan çeşitli infaz kurumlarındaki ihtiyaç sahiplerine iletimi sağlanabilir. Ayrıca devlet tarafından gerekli şartları sağlayan çocuk sahiplerine verilen mama ve bez desteğine (Mynet Finans, 2020) cezaevinde kalan maddi durumu yetersiz annelerin de başvurmalarının sağlanması ve bu annelere yardım konusunda öncelik verilmesi önerilmektedir.

Önceden de bahsedildiği gibi çocukların zihinsel gelişiminin sağlıklı bir şekilde sağlanmasında çevrenin önemi büyüktür. Çocuklar çevresindeki insanları taklit ederek öğrenirler. Cezaevlerinde konuşulan konular ve argolu dil çocukların dilini ve davranışlarını şekillendirmektedir. İşte bu nedenden dolayı çocuklu kadın mahpusların diğer mahpuslardan

[2] 14/4/2020 tarihli ve 7242 sayılı Kanunun 19'uncu maddesiyle, bu fıkranın birinci cümlesine "itibaren" ibaresinden sonra gelmek üzere "bir yıl" ibaresi eklenmiştir (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2004).

ayrı koğuşlara veya odalara konulması hayati önem taşımaktadır. Her infaz kurumunda, imkanlar dahilinde, çocuklu mahpusların aynı odalarda veya koğuşlarda toplanması önerilmektedir. Eğer kapasite gereği çocuklu mahpusların yanına başka mahpuslar konulması gerekirse hamile mahpusların tercih edilmesi sunulan çözüm önerileri arasındadır. Kadın Kapalı İnfaz Kurumlarının odalı yapısı bu önerinin uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Ancak Kapalı İnfaz Kurumlarında kadınlar genellikle koğuşlarda kaldıklarından bu iş zorlaşmaktadır. Bu kurumlarda bazen bir koğuş yerine birkaç oda da bulunabilmektedir. Birkaç odaya bölünmüş koğuşlarda bu uygulamanın daha sağlıklı yürüyeceği düşünüldüğünden koğuşların odalara bölünmesi önerisi sunulmaktadır.

Ceza Kurumlarında bulunan eşya düzeni çocukların gelişimi için uygun değildir. 0-6 yaş aralığı çocukların keşfederek öğrendikleri bir zamandır. Bu dönemdeki çocuklar hareket ederek, emekleyerek, yürüyerek fiziksel gelişimlerini sağlarlar. Cezaevlerindeki koğuşları ve odaları çocukların gelişimi için daha uygun bir yer haline getirmek adına birkaç çözüm önerisi sunulacaktır. Bunlardan biri çocuklu mahpusların kaldığı koğuşların ve odaların zeminine halı serilmesidir. Bu şekilde çocuk yumuşak bir yüzeyde hareket etme olanağına sahip olacaktır. Bir diğer öneri eşyaların sivri uçlarına köşe koruyucusu takılmasıdır. Bu küçük aparat çocukların bu hareketli dönemlerinde yaralanmalarını önleyecektir. Bir başka öneri çocuklu annelerin bulunduğu koğuşlarda uygun oyuncakların bulundurulmasıdır. Oyuncaklar çocukların gelişimi için en önemli araçlardandır. Öncesinde de yer verildiği gibi birçok çocuk anneleriyle aynı yatakta yatmak zorunda kalmaktadır. Bu nedenle çocuklara yaşlarına uygun yatak ve beşik tedarik edilmesi önerilmektedir.

Cezaevlerinde annesiyle kalan 0-3 yaş arası çocuklar gündüz cezaevleri içindeki kreşlere gidebilmektedir fakat her cezaevinde bu imkan sağlanamamaktadır. Bünyesinde kreş bulunmayan cezaevlerindeki çocuklar böyle durumlarda kurum dışındaki kreşlere gönderilmektedir. Çocuğun gün içinde zamanını cezaeviyle bağlantısı bulunmayan çocuklarla geçirmesi diğer çocuklar tarafından dışlanmasına, psikolojik olarak olumsuz etkilenmesine ve bunun sonucunda davranış bozukluklarına sebep olabilmektedir. Bu noktada cezaevinde annesiyle kalan çocukların yaşadıkları il bazında açılacak bir kreşte bir araya getirilmesi bahsi geçen masum çocukların cezaevi ortamından uzakta yaşıtlarıyla birlikte uyum içinde vakit geçirmesini sağlayacak ve belirtilen kreş programının daha sistemli bir şekilde işlemesini mümkün kılacaktır. Özellikle cezaevinin dört duvarı arasında açık havadan yeterince yararlanamayan çocuklar için böylesi yapılandırılmış bir kurumun çok yararlı olacağı öngörülmektedir. Bunun yanında kreş saatleri dışında cezaevinde çocukların vakit geçirmesi için bir oyun alanı bulunması ise özellikle 0-3 yaş arasındaki çocuklar için son derece büyük bir önem taşımaktadır fakat her cezaevi bu tür çocuklara yönelik oyun alanlarına sahip değildir. Buradan yola çıkarak bünyesinde çocuk odası ya da oyun alanı bulundurmayan kurumlarda bu ihtiyacın en kısa sürede giderilmesi yapılabilecek öneriler arasındadır.

ÖNERİLER

Bu proje Covid-19 süreci dışında normal şartlarda uygulanabilmesi için hazırlanmıştır. Tutukevlerinde de benzer sorunlar yaşandığı bilinmekle birlikte bu projede Ceza İnfaz Kurumları üzerinden gidilmiştir.

Cezaevinde anneleriyle birlikte kalan 0-6 yaş grubu çocukların fiziksel ve ruhsal gelişimlerinin daha sağlıklı bir ortamda sağlanması amacıyla oluşturulan bu proje, Covid-19 sebebiyle zorunlu kısıtlamalara uğramış ve görüşme talebi doğrultusunda izin talebinde bulunulan Tevkifevleri Müdürlüğünden olumlu yanıt alınamamıştır.

Bu proje var olan koşulların direkt olarak gözlenmesi ve eksiklerin bu doğrultuda geliştirilmesi sonrasında yapılacak idâri ve mimâri düzenlemeler sonrasında kullanılmaya tamamen açık olacaktır.

KAYNAKLAR

Anne Çocuk Ünitesi Haftaya Faaliyete Geçecek (2020). Türkiye Cumhuriyeti Adalet Bakanlığı Basın ve Halkla İlişkiler Müşavirliği. Erişim Tarihi: 27.01.2021 Erişim Adresi: https://basin.adalet.gov.tr/anne-cocuk-unitesi-haftaya-faaliyete-gececek#

Artar, F. (2012). Mahkûmiyetin mahrum çocukları: ceza infaz kurumlarında anneleriyle yaşayan çocukların yaşam şartları ve ihtiyaçları. Çocuk İhtiyaçları Sempozyumu Bildiriler Kitabı (154-164). Mutlu Çocuklar Derneği. Erişim Tarihi: 24.12.2020 Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/322577887_MAHKUMIYETIN_MAHRUM_COCUKLARI_CEZA_INFAZ_KURUMLARINDA_ANNELERIYLE_YASAYAN_COCUKLARIN_YASAM_SARTLARI_VE_IHTIYACLARI

Bertan, M., Haznedaroğlu, D., Koln, P., Yurdakök, K. ve Güçiz, B. D. (2009). Studies on early childhood development in Turkey (2000-2007). Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 52: 1-8. Erişim Tarihi: 28.01.2021 Erişim Adresi: http://www.cshd.org.tr/uploads/pdf_CSH_322.pdf

"Çocuk Hakları" Çerçevesinde Cezaevinde Büyüyen Çocuklar Raporu (2020). İnsan Hakları ve Mazlumlar İçin Dayanışma Derneği. Erişim Tarihi: 29.11.2020 Erişim Adresi: https://istanbul.mazlumder.org/tr/main/yayinlar/yurt-ici-raporlar/3/cocuk-haklari-cercevesinde-cezaevinde-buyuyen/1206

Çörtü, F., Cezaevlerinde Anneleriyle Birlikte Yaşayan Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Gelişim Özellikleriyle S.H.Ç.E.K. Yetiştirme Yurtlarında Yaşayan Aynı Dönem Çocukların Gelişim Özelliklerinin Karşılaştırılması Türkiye Büyük Millet Meclisi İnsan Haklarını İnceleme Komisyonu Tutanak Dergisi, dönem: 27, 2'nci toplantı, 14 Kasım 2018 Çarşamba. Yasama yılı: 2. Erişim Tarihi: 03.01.2021 Erişim Adresi:https://www.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2216 Devletten çocuk sahibi ailelere destek! İki yıl boyunca aylık ödeme (2020). Mynet Finans. Erişim Tarihi: 28/01/2021 Erişim Adresi: https://finans.mynet.com/haber/detay/ekonomi/devletten-cocuk-sahibi-ailelere-destek-2-yil-boyunca-aylik-odeme/392537/

2015-2016 cezaevleri raporu (2017). Türkiye Barolar Birliği İnsan Hakları Merkezi, Ankara. Erişim Tarihi: 02.01.2021 Erişim Adresi: https://www.raporlar.org/2015-2016-cezaevleri-raporu-tbb/

2324 Sayılı Ceza İnfaz Kurumlarının Yönetimi ile Ceza Ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun (2020). Mevzuat Bilgi Sistemi. Erişim Tarihi: 07.01.2021 Erişim Adresi: https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/21.5.2324.pdf

5275 Sayılı Cezaevi ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun (2004). Mevzuat Bilgi Sistemi. Erişim Tarihi: 24.12.2020 Erişim Adresi: https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5275&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5

560 Çocuk Annesiyle Birlikte Cezaevinde Kalıyor (2017). Evrensel gazetesi. Erişim Tarihi: 02.01.2021 Erişim Adresi: https://www.evrensel.net/haber/320621/560-cocuk-annesiyle-birlikte-cezaevinde-kaliyor

Çocuklarımız için “özgürlüğüm” (2015). Tüvana Okuma İstekli Çocuk Eğitim Vakfı. Erişim Tarihi: 28.01.2021 Erişim Adresi: https://www.tocev.org.tr/Home/Page?cid=207&title=%C3%87ocuklar%C4%B1m%C4%B1z%20%C4%B0%C3%A7in%20%E2%80%9C%C3%96zg%C3%BCrl%C3%BC%C4%9F%C3%BCm%E2%80%9D&fp=4244982309

Çocukların Yeri Evleridir, Cezaevi Değil (2019). Hak İnisiyatifi Derneği. Erişim Tarihi: 10.01.2021 Erişim Adresi : https://hakinisiyatifi.org/cocuklarin-yeri-evleridir-cezaevleri-degil.html

Erken Çocukluk Dönemi Üzerine (2015). Tedmem. Erişim Tarihi: 12.01.2021 Erişim Adresi: https://tedmem.org/mem-notlari/degerlendirme/erken-cocukluk-donemi-uzerine

Exclusive breastfeeding for six months best for babies everywhere (2011). World Health Organization. Erişim Tarihi: 25.01.2021 Erişim Adresi: https://www.who.int/news/item/15-01-2011-exclusive-breastfeeding-for-six-months-best-for-babies-everywhere#:~:text=WHO%20recommends%20mothers%20worldwide%20to,of%20two%20years%20or%20beyond

Freedom Writers Foundation. About. Erişim Tarihi: 02.02.2021 Erişim Adresi: http://www.freedomwritersfoundation.org/about/

Hak İnisiyatifi: Cezaevindeki Çocukların Sayısı 780’e Ulaştı (2019). Evrensel gazetesi. Erişim Tarihi: 03.01.2021 Erişim Adresi: https://www.evrensel.net/haber/392188/hak-inisiyatifi-cezaevindeki-cocuklarin-sayisi-780e-ulasti

Licking Rat Pups: The Genetics of Nurture (2010). Boston University, the nerve blog. Erişim Tarihi: 13.01.2021 Erişim Adresi: https://sites.bu.edu/ombs/2010/11/11/licking-rat-pups-the-genetics-of-nurture/

Nature vs. Nurture, Twin Study Overview - Dealing with Schizophrenia. Erişim Tarihi: 13.01.2021 Erişim Adresi: http://www.pages.drexel.edu/~rm35/

Ortak Açıklama: Hapishanelerde Anneleriyle Beraber Tutulan 0-6 Yaş Çocuklar Ve Anneleri İçin Özgürlük Talep Ediyoruz (2016). Hapiste Çocuk. Ceza İnfaz Sisteminde Sivil Toplum Derneği. Erişim Tarihi: 13.01.2021 Erişim Adresi: https://hapistecocuk.wordpress.com/2016/04/18/ortak-aciklama-hapishanelerde-anneleriyle-beraber-tutulan-0-6-yas-cocuklar-ve-anneleri-icin-ozgurluk-talep-ediyoruz/

Tunçeli, H. İ. ve Zembat, R. (2017). Erken çocukluk döneminde gelişimin değerlendirilmesi ve önemi. Eğitim kuram ve uygulama araştırmaları dergisi, Cilt 3, Sayı 3, 01-12. Erişim Tarihi: 12.01.2021 Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/339966

Uçungan, M. (2019). Hapishanelerde annelerinin yanında kalan çocuklar: Türkiye örneği. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul. Erişim Tarihi: 30.11.2020 Erişim Adresi: https://katalog.marmara.edu.tr/veriler/yordambt/cokluortam/027DD94A-85A6-6947-AB8B-6EBF50AA92EA/10269262.pdf

Uçurtmayı Hâlâ Vuruyorlar! (2016). Evrensel gazetesi. Erişim Tarihi: 07.01.2021 Erişim Adresi:
https://www.evrensel.net/haber/281779/ucurtmayi-h-l-vuruyorlar

Uçurtmayı Vurmasınlar (1989) filmi. Erişim Tarihi: 05.02.2021 Erişim Adresi:
https://www.imdb.com/title/tt0098573/

Uzmanlar Anneleriyle Hapishanelerde Tutulan Çocukların Şartlarını Gündeme Getirdi (2020).
Hapiste Çocuk. Ceza İnfaz Sisteminde Sivil Toplum Derneği. Erişim Tarihi: 09.01.2021 ErişimAdresi:https://hapistecocuk.wordpress.com/2020/07/16/uzmanlar-anneleriyle-hapishanelerde-tutulan-cocuklarin-sartlarini-gundeme-getir/

TÜRK EVLERİNDEKİ VE AİLE YAPISINDAKİ DEĞİŞİMİN İZMİR DÜZLEMİNDE İNCELENMESİ: GEÇMİŞE ÖZLEM ''ÜRET-EN EVLER7''

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: ŞEYMA SEZEN

CEYLİN YALNIZ

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: HATİCE BÜYÜKİBA

İZMİR
2021

Özet

Geçmişten bugüne insanlar barınma ihtiyaçlarını karşılamak adına ‘’ev’’ e ihtiyaç duysalar da ona yüklenen anlam ve evin misyonu zaman içinde değişmiştir. Oysa insanın kimliğinin olması gibi evlerin, mahallerin, oradaki yaşamın da kimliği vardır. 20. yüzyılın başında gündelik yaşamın birçok alanında kendisini hissettiren modernizm ‘’geleneksel’’den kopma olarak algılanmış ve uygulanmıştır. Bu kopuş; gelenekseldeki Türk evlerinde, aile yaşamı, komşuluk ilişkileri ve mahalle hayatında da gözlemlenmiştir. Türk kültürüne özgü bir kimlik taşıyan ev kavramı modernizmle ‘’tüketim nesnesi’’ne dönüşmüştür. Bireysel zevkler, şık mekânlar yaratma isteği ve bu bağlamdaki reklam sloganları (‘’En iyisini hak ediyorsun.’’, ‘’Bu evlerle hayallerinize yaklaşın.’’) gibi etkenler ‘’ev’’ kavramını barınma alanı, aileyi bir arada tutan yapı olmanın çok ötesine taşıyarak birey için bir kimlik hatta toplumsal statü ifadesine dönüştürmüştür. İnsanlar geleneksel evler ile beraber geleneksel aile yapılarını da yavaş yavaş kaybetmişlerdir ve toplumda eskiye/ anılara bir özlem baş göstermiştir.

Çalışmamızda, gelenekselden modernizme uzanan köprüde modern olmanın gelenekselden kopma olarak algılanışının ‘’ev ve aile yaşamına, Türk evlerinin iç ve dış mimarisine, mahalle kültürüne’’ etkilerine odaklanılmıştır. Kültürel, ekonomik, sosyal boyutlardaki değişimle evlerimizin ve aile yaşamlarımızın geçmişteki anlamını büyük ölçüde yitirdiğinin İzmir düzleminde yapılan anket, gözlem, fotoğraflama çalışmalarıyla altı çizilmiştir. İnsanların geçmişe olan özlemleri, genç kuşağın soyut kültür mirası olan geleneksel Türk evlerine, aile ve mahalle yaşamına uzak duruşları anket çalışmalarıyla belgelenmiştir. Araştırmalar neticesinde çözüm önerisi olarak tasarımını kendimizin yaptığı ve bir iç mimarın desteğiyle üç boyutlu görsele aktarılan ‘’Üret-en Evler7’’ mimari tasarımıyla geleneksel ile modernizmin bir arada yürütülebileceğinin somut bir göstergesi ortaya konmuştur. Ve bu çalışmanın alanında örnek teşkil edeceği üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Modernizm, Gelenek, Ev ve aile yaşamı, İzmir evleri, Mahalle kültürü.

Amaç

Modernizm olgusu sadece sanat ve estetik kavramları ile anlatılamasa da modernizmi destekleyen teknolojik alandaki değişimler **‘’sanatsal bakış, estetik zevk’’** gibi kavramları milenyum sonrasında insan hayatının pek çok alanına yerleştirmiştir. Modernizm, her toplum tarafından farklı şekilde algılanmış ve uygulanmıştır. Türkiye’de özellikle 1950’li yıllardan sonra gördüğümüz çarpık kentleşme ve hızlı nüfus artışı; geleneksel, yüksek tavanlı, geniş ailelerin bir arada yaşadığı ev tiplerini modern, tek tip ve minimal yapılara; kalabalık aileler de yerini çekirdek ailelere bırakmıştır. Yani üreten bir toplum iken daha büyük alanlarda ve daha kalabalık hanelerde yaşayan insanımız, tüketen bir toplum yapısına dönüşmeyle beraber küçük alanlarda, sözde konforu ve doğayla uyumlu yaşamayı öncüleyen evlerde yaşar hâle gelmiştir. Modernist yapılar tasarımcı ve en uygun yaşam üzerine odaklanmıştır. Sosyal yapıdaki değişimin en büyük dinamiklerinden olan ‘’köyden kente yaşanan göç’’ beraberinde *kentlerde hızlı bir nüfus artışını* aynı zamanda *çarpık yapılaşmayı* getirmiştir. Bu bakımdan göç, bir yer değiştirmenin çok ötesinde toplumda büyük değişiklikler yaratan bir olgu olarak ele alınmalıdır. **Geleneksel evlerin, özgün sahiplerini göç ve modernizmle beraber yitirmesi ve evlerin yeni sahiplerinin farklı kültürel ve ekonomik düzeye sahip olması (ki burada bir kültürel yozlaşma ve ekonomik düzeyde düşüş de gözlemlenmektedir.) tarihsel birikimin bir göstergesi olan bu yapıların özünü koruyamamasına neden olmuştur.** Yaratan tarafından inşa edilen doğal çevre, insan eliyle inşa edilen fiziki çevre ve bu iki çevrenin içindeki ‘’ev’’ adı verilen yaşam alanı, bu yaşam alanındaki geleneksel aile yapısı ve aile yapılarının oluşturduğu mahalle alanı bir toplumun kültürel alandaki önemli miraslarındandır.

Geçmiş dönemlerde bir toplumun dinî yaşama biçimi, dünya görüşü, aile yapısı gibi pek çok faktör ‘’ev’’ üzerinden analiz edilebilmekteydi. Ancak üretim araçlarının yerini tüketim araçlarına bırakması, yoğun olarak iç göçlerle birlikte kültürel farklılıkların oluşması ve tek tip çekirdek aile yaşamı ‘’Türk evlerini’’ geleneksel mimarinin bir kültür taşıyıcısı olmaktan uzaklaştırmıştır. **Peki, dede ve ninelerden anne babalara, anne babalardan**

çocuklara aktarılacak Türk aile yaşam biçimi ve bu yaşam biçimini şekillendiren evler; bugün kültürel dokunun neresindedir? Aile bağlarının güçlü olduğu, beraber yenilip içilen kalabalık sofraların kurulduğu, büyük aileler içerisinde küçük çekirdeklerin yaratıldığı ve sebze, meyve, salça, yoğurt hatta yelek, atkı gibi pek çok şeyin üretildiği **''eski mahalle kültürüne'' dönüş mümkün olmayacak mıdır?** Çağa ayak uydurmak demek, **kültürel mirastan kopmak mıdır?** Bu soruların cevabını verecek ve bunun için harekete geçecek olan yine bizleriz. Amacımız evin, içinde yaşayan insanlarla canlı bir yapı olduğu gerçeğinin altını bir kez daha çizmektir. **Değerlerimizdeki aile yaşantısının devamlılığı sağlanırsa şüphesiz çağa ayak uyduran yani bireylerin ihtiyaçlarını karşılayarak aslını koruyan evler inşa etmek bir hayal olmayacaktır. Unutulmamalıdır ki değerleri korumak kültüre ve o kültürün içinden çıktığı topluma bir nevi sahip çıkmaktır.**

1. GİRİŞ

''Kimlik kavramı'' bireyi temsil eden bir olgu gibi görülse de esasında göç, dil, din, ırk, milliyet gibi pek çok unsurla beraber toplumsal bir olguya dönüşmüştür. Kimsin, kimlerdensin, nerelisin, nerede yaşıyorsun; bir insanı tanırken yöneltilen ilk sırada gelen sorulardır. İnsanın kimliği şüphesiz ki doğup büyüdüğü ev ve aile ortamında şekillenmeye başlar. **Bir bireyi özgün kılan yetiştirilme tarzı ve karakteristik özellikleridir, bunun gibi evlerin, aile yapılarının ve mahallelerin de kendilerine has bir görünümü, özgünlüğü vardır. Bu özgünlük her evi, aile ve mahalle yaşamını bir millete özgü kılmıştır.** Ancak dünyada Sanayi Devrimi, küreselleşme; Türkiye'de ise bu faktörlerin yanına ekleyeceğimiz göç, kentleşme ve modernizm; özgün mimarinin ve **geleneksel evlerin çözülmesine, birbirine benzer yapıların, bu yapılar içerisindeki aile bağlarının zayıflamasına ve mahalle kültürü ile esnaf dayanışmasının geçmişte kalmasına sebep olmuştur.**

''Eski demek, değerli demektir. Eski olan her şey, eski evler, eski vazolar değerliydi aynı zamanda.'' diyen Heinrich Böll, eskiyi uzaklaşılması gereken bir kavram, evi ise tek yapı ölçeğinde tanımlayan nesne anlayışına karşı çıkmaktadır. *Gelenekselliği yaşatabilmek için* üzerinde durulması gereken asıl nokta *''sürdürülebilirlik''* ilkesidir (Böll, 1972). Modernizmle birlikte başlayan süreç bir nevi inşa ettiği yapılarla ''basit ve zekice tasarlanmış bir mağaza'' yaratmıştır. Amaç, tüketen topluma ürünü en iyi şekilde sunmaktır. Her satılan ürün yani ''konut'' tüketiciye bir katma değer olarak dönmektedir, **dolayısıyla satıcı bir ürün değil bir ''yaşama biçimi'' satmaktadır.** Habitat[1], özellikle orta kesimden yeni evlilere, evlerini ilk kez kurarken bir yaşam sunmayı (esasında benzerleri olan) vaat ediyordu (Aras, 2014).

Jameson'un tanımıyla kültürel tüketim ve sosyal yaşam arasında sıkı bir ilişki vardır. Tekstil, mobilya, konut gibi tüm ürünler her ölçekte artistik deneyimlerin, estetik tasarımların ve reklamların, yüksek modernizmin sunduğu ölçüde değişime bağlı bir hâle gelmiştir (Aras, 2014). Buradan şu yoruma gitmek de mümkündür: **''Evinde konforu hisset.''** , **''Şehrin modern yaşamını evinize taşıdık.''** , **''İste! Senin olsun.''** , **''Güvenle satın al, başarı ile sat.''**, **''Bu ev, size hayal ettiğinizden fazlasını sunuyor.''** gibi söylemler; özgürlüğü sınırsız, hata yapma lüksünü ve beklentileri üst düzey kılıyor ayrıca ev ile birlikte içindeki aile yaşantısını da metalaştırıyor.[2] Literatürdeki araştırmalar, bu alanda yapılan çalışmaların geleneksel Türk evlerini aslına uygun olarak restore etme fikri ile sınırlandırıldığını göstermiştir. Çalışmamız ise geleneksel ve modernizmin bir arada yürütülebileceği fikri üzerinde durmuştur. Kültürel mirası Türk evleri ile sınırlandırmamış, bu mirasın soyut boyutuna geleneksel aile yapısı, esnaf dayanışması, komşuluk ilişkileri ve mahalle kültürünü de almış ve kültürü korumanın var olan tüm değerlere sahip çıkarak geleceğe aktarma olduğunun altını ''Üret-en Evler7'' tasarımıyla altını çizmiştir.

[1] habitat: (insan için) bir yere yerleşme, yaşanılır bir çevrede oturma

[2] meta: satılmak amacıyla üretilen, alınan satılan ticaret malı.

1.1 Türk Toplumunda ‘’Ev ve Aile’’ Kavramının Tarihçesine Kısa Bir Bakış

Ev, öteden beri Türk toplumu için bir kabuk ve ailenin sürekliliğini ifade eden bir dışa vurumdur. Evi sığınılan bir kabuk ve ailenin devamlılığı olarak algılama anlayışı modernizmle birlikte körelmiştir.

Geleneksel Türk evi adıyla tanımladığımız yapılar, Osmanlı Devleti’nde inşa edilmiş konut yapılardır. Osmanlının sınırları içinde kalan özellikle Anadolu coğrafyasında bu yapı tipinin örneklerini görmek mümkündür. Toplumun yaşayışına ilişkin en fazla mimari miras stoğu geleneksel Türk evlerinde olmakla birlikte en fazla kayıp ve yıkımın da yeni bu yapılarda olduğu görülmektedir (Çelebi Karakök, 2017).

Toplayıcılık ve avcılık kültüründen yerleşik düzene geçildiği ilk zamanlar ev daha ziyade güvenli barınma alanı olarak kabul görürken zaman içinde dinlenilebilen, ailenin tüm gereksinimlerini karşılayan ve aileyi bir arada tutan bir değerler bütününe dönüşmüştür. *Üreten toplum yapısı da eve yüklenen bu anlamları desteklemiştir.* **Anadolu’nun pek çok yerinde eve yüklenen bu anlamları görmek mümkün olmakla birlikte büyük şehirlerdeki yaşam alanı, modernizm ve sonrasında ‘’ev, aile, mahalle’’ kavramının gelenekteki yapısının değişmesine sahne olmuştur.**

Modernizm, bir yandan bireyselliğin ve konforun yavaş yavaş ön plana çıkmaya başladığı yeni kimlikler oluştururken bir yandan da gelenekselin dışına çıkma isteğini körüklemiş ve reklam endüstrisinin sunduğu yeniliklerle birlikte yeni bir ev ve aile yaşamını sunmaya başlamıştır (Aras, 2014).

1.1.1 Türk Geleneksel Mimarisindeki ‘’Ev’’ Kavramı

Türk evi, tarih boyunca Türklerin inşa ettikleri ve yaşadıkları ev tipi olarak tanımlanabilir. Türklerin tarihte bilindikleri ilk zamanlardan bu yana mekânları çok değişmiş, çok sayıda devlet kurmuşlar ve farklı kültürlerle kaynaşmışlardır. Bu nedenle Türk evleri de Türk aile yaşamı da coğrafya, iklim ve kültür gibi etkenlere göre değişiklik göstermiştir (Çelebi Karakök, 2017).

Evlerin ve ev içindeki Türk aile yaşamının korunması kültürel mirasın geleceğe aktarımıdır. Bir nevi evler ve aile yaşamları yörenin dilinin elle tutulabilir, gözle görünebilir olana aktarımıdır. Bir milletin ekonomisini, ülke şartlarını, tarımını, kültürünü, felsefesini ve geleneklerini inşa ettiği evlerde ve ev içi yaşamında görmek mümkündür. Söz konusu Türk mimarisinde ise batıda ahşap, doğuda taş anlayışı bu evlerin ana malzemesini özetler niteliktedir. Taş veya ahşap işçiliğinin yanı sıra çatılarda geniş saçaklar kullanma, pencerelerin bulunulan bölgeye göre şekillenmesi evler üzerindeki en önemli etkenin coğrafya olduğunu göstermektedir.

Kültürel yapıda geniş bir mozaiği oluşturan ‘’ev’’ kavramı, yanlış yapılan müdahalelerle özgün işlevini ve yapısını kaybetmiştir. Dış mimaride meydana gelen değişimler, evlerin bulundukları coğrafyaya göre şekillenme faktörünü de göz ardı etmiş ve geleneksel yaşamda evlerin çok amaçlı olarak kullanılan bölümlerinin sahip olduğu donatılar, değişime uğrayarak özelleşen, aile üyelerini bireysel bir yaşama hapseden mekânlara (yatak odası, oturma odası, çalışma odası, çocuk odası…) dönüşmüştür (Özyılmaz ve Sahil, 2017).

1.1.2 Modernizmdeki ‘’Ev’’ Kavramının ve Sosyal Dönüşümün Türk Aile Yapısına ve Toplum Yaşamına Yansımaları

Osmanlı İmparatorluğu yüzyıllarca Doğu medeniyetinin en büyük temsilcisi olmasına rağmen, Tanzimat Fermanı’nın ilanından sonra daha belirgin olmak üzere, Batı medeniyeti dairesine yaklaşmaya başlar (Karabulut, 2016). Kültür ile medeniyet arasında sıkı bir ilişki vardır. Aslında her kültürün kendine göre bir medeniyeti vardır. Bir bakıma “Kültürün kaçınılmaz akıbetidir[3] medeniyet.” ‘’Karabulut çevirmiştir ki’’ (Meriç, 2004). 17. yüzyıla kadar ilim ve teknolojide ileri seviyede olan Osmanlı, bu yüzyılın sonlarına doğru kan kaybına

[3] akıbet: Bir iş veya durumun sonu, sonuç.

uğramaya başlar. Osmanlının bu olumsuz sürece girmesinden sonra ülkede değişimlerin görülmesi kaçınılmaz olur. Böylece Osmanlıda Batı kültür ve medeniyetinin etkileri 19. yüzyıldan sonra hayatın hemen her safhasında[4] kendisini gösterir (Karabulut, 2016).

Modernleşme çabaları devam ederken *evlerde/konaklarda kullanılan eşyalar* tamamen *Batı zevkine* göre tanzim edilir. [5]Fransız modası özellikle İstanbul'da aile yaşamı da dâhil toplumun her alanına girer (Karabulut, 2016). "Avrupai tarz yaşam arzusu ve muaşeret [6]kurallarının değişimi, azınlıklardan başlayarak toplumun üst katmanlarından halka doğru yayılır ''Karabulut çevirmiştir ki'' (Özer, 2005).

Tanzimat'la başlayıp günümüze ulaşan bu sosyal dönüşüm, hızlı tüketme ve sosyal yaşam içindeki döngüye adapte olmayı da beraberinde getirmiştir. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte de çeşitlilik, ev ve mobilya tasarımlarında markalaşma arzusu artmış bu da tüketimin, yaşanılan evin ve içindeki aile yaşamının sosyal sınıflar arasındaki farkı ortaya koyan bir durum olmasına yol açmıştır.

1.2 Bir Kültürel Miras Olarak Türk Evleri, Türk Aile Yaşamı ve Türk Mahalle Hayatı

Satın alma odaklı ve nesne üretimini ilk sıraya koyan tüketim kültürü, bireysel zevkleri ön plana çıkardığı gibi sınıflar arasındaki ayrımların da netleşmesine yol açmıştır. ''Aile'' kavramı yerini yavaş yavaş ''ben'' kavramına bırakmıştır.

David Ogilvy'nin[7] dediği gibi bireysel bağımsızlık bütünün (ailenin) dinamiğinden öte bir konuma yerleşmiştir (Aras, 2014). Geçmiş dönemlerde Türk aile yapısı ve mahalle hayatı özellikle Osmanlı Dönemi'nde dinin ve geleneklerin yönlendirici özelliğine göre varlığını devam ettirmiştir. 17. yüzyılın sonlarına doğru -ülkenin diğer kurumlarında olduğu gibi- ev, aile ve mahalle hayatı da bir değişim içerisine girmiştir. Toplumun Batı'ya açılan penceresi sayılan bazı mekânlar (İstanbul Beyoğlu, Boğaziçi gibi) sinemasıyla, tiyatrosuyla, Batı tarzı otelleriyle ve meyhaneleriyle tam bir Batı şehrini andırmıştır. Ülkeye gelen diplomat, iş insanı ve diğer yabancıların Türk ailesi üzerinde büyük bir etki yarattığı görülmüştür. Büyük şehirlerdeki aydın ve zengin ailelerin değişime kolaylıkla uyum sağladığı görülürken geriye kalan ailelerin bu dönemdeki yenileşmeye hemen uyum sağladığı söylenememektedir. Nitekim Türk ülkesinde yeni hayat tarzı yavaş yavaş yayılmaya devam etmiştir (Karabulut, 2016).

Sosyal hayatta meydana gelen değişiminin etkisiyle kalabalık aile yaşamı ve ev kültürü ''anılarda kalan ev ve aile yaşamına'' dönüşmüştür. Bu dönüşüm mahalle hayatında da esnaf kültüründen AVM kültürüne, süpermarket zincirine seyir şeklinde gerçekleşmiştir. Değişim, aidiyet [8]duygusunda da bir körelmeye yol açmıştır. Tasarımcı, modernist zihniyet her şeyi çok hızlı değiştirdiği gibi kültürün de bu değişimden etkilenmesine yol açmış ve aidiyet duygusu sorgulanır hâle gelmiştir. 60'lı ve 70'li yılların bayram alışverişleri, kalabalık sofraları, dedelerin ve ninelerin köşebaşı sohbetleri; 90'lı yıllarda Türk dizilerine de yansıyan (İkinci Bahar, Mahallenin Muhtarları, Bizimkiler, Süper Baba) ve altı ısrarla çizilen **aile kavramı, mahalle hayatı, esnaf dayanışması, zor durumda olan komşunun yanında olma merhameti hayatlarımızdan yavaş yavaş eksilmiştir.** Mevlâna Celâleddin-i Rumî'nin ''yedi öğüdü'', tasavvufî inanışta çok anlamını karşılayan yedi rakamı manevî değerlerin hatırlanmasında önemli bir role sahiptir.

Türk evleri, Türk mahalle hayatı ve gelenekte yer alan değerler dünya kültürü içinde de özgün ve zengin bir yere sahiptir. **Niteliksel bakımdan yetkin olmakla beraber tarihsel bir derinliği de vardır. Gelecek nesillere kendi zengin kültürümüzü tanıtmak manevî bir görevdir** (Göğebakan, 2015).

[4] safha: evre.
[5] tanzim etmek: sıralamak, düzenlemek.
[6] muaşeret: birbiriyle toplumsal ilişkiler içinde bulunma.
[7] David Ogilvy: İngiltere doğumlu bir reklamcı olup reklamcılığın en önemli ismidir.
[8] aidiyet: bir yere, bir topluma, bir aileye mensup olma.

2.YÖNTEM

2.1 90'lı Yıllarda Hayatımıza Giren İkinci Bahar, Mahallenin Muhtarları, Bizimkiler ve Süper Baba Dizilerindeki Ev ve Aile Kavramının İncelenmesi ve Günümüzde Reklam Sloganlarında Altı Çizilen Ev Kavramı

(DİZİ-1) İkinci Bahar: İstanbul Samatya'da çekilen ve 3 sezon süren dizi 1998 yılında ulusal bir kanalda yayımlanmıştır. Bir kebap ustası ve eşini kaybetmiş olan bir kadının beş çocuk ile hayat karşısında verdikleri mücadele anlatılır (Şekil 1).



Şekil 1. İkinci Bahar Dizisinden Bir Kare (Hürriyet Haber, 2017).

(DİZİ-2) Mahallenin Muhtarları: 1992'de ulusal bir kanalda yayımlanmaya başlayan dizi, 10 sezon sürerek Türk dizilerinin en uzun soluklularından biri olmuştur. Dizi, Kahveci Temel ile Muhtar kızı Fadime'nin aşkı üzerinden mahalle insanının hayatını anlatır (Şekil 2).



Şekil 2. Mahallenin Muhtarları Dizisinin Başrol Oyuncuları Temel, Fadime ve Muhtar (Hürriyet Haber, 2017).

(DİZİ-3) Bizimkiler: Türk televizyon tarihinin en uzun soluklu işlerinden biri olan dizi, 1989 yılında yayımlanmaya başlamış ve 15 sezon sürmüştür. Bir apartman dairesinde her biri ayrı hayat süren komşuların hikâyesi ana kahramanlar yönetici Sabri Bey ve kapıcı Cafer üzerinden anlatılır (Şekil 3).



Şekil 3. Bizimkiler Dizi Afişi (Hürriyet Haber, 2017).

(DİZİ-4) Süper Baba: Dizi, 1993-1997 yılları arasında ulusal bir kanalda yayımlanmıştır. Dizide eşinden ayrılmış, üç çocuklu Fiko lakaplı Fikret Bey'in aile içi ilişkileri üzerinden Çengelköy halkı ve esnafının gündelik yaşamı anlatılır (Şekil 4).



Şekil 4. Süper Baba Lakaplı Fikret Bey ve Üç Çocuğu (Hürriyet Haber,2017).

<u>Proje İçin Tespit Edilen Reklam Filmleri ve Filmlerde Geçen Sloganlar</u>

Reklam Filmi-1: ''Eve Gidelim'' sloganı ile yola çıkan IKEA reklam filmi (IKEA reklamı, 2018).

Reklam Filmi-2: ''Dünyanın Dört Bir Yanında Ev Demek İstikbal Demek'' sloganıyla izleyici ile buluşan reklam filmi (İstikbal Mobilya reklamı, 2018).

Reklam Filmi-3: ''Hayat Senin İstediğin Gibi Olsun'' sloganıyla dikkat çeken reklam filmi (SİYO İnşaat reklamı, 2019).

Reklam Filmi-4: ''Bu Değil, Bu da Değil, Bu Hiç Değil, Ben Farklı Bir Şey İstiyorum.'' sloganıyla ses getiren inşaat reklamı (Ali Ağaoğlu Maslak İnşaat reklamı, 2017).

Reklam Filmi-5: ''Bazı Anlar Vardır Aşkı Hatırlatır.'' sloganıyla hafızalara kazınan reklam filmi (ENZA Mobilya reklamı, 2018).
Reklam Filmi-6: ''Senin İçin Dünyayı Aydınlatırım Hayatım.'' sloganıyla yola çıkan reklam filmi (Pırlanta Erciyes İnşaat reklamı, 2018).

2.2 İzmir Düzleminde Geleneksel Yapıyı Korumakla Birlikte Zamana Direnmekte Zorlanan Eşrefpaşa, Halil Rıfatpaşa ve Buca Evleri ile Modernist Mimarinin Örneği Mavişehir Evlerinin Karşılaştırılarak Fotoğraflanması

Projenin bu kısmında geleneksel dokuyu yansıtan, zamana direnmekte zorlanan İzmir'in Halil Rıfatpaşa, Eşrefpaşa ve Buca ilçelerindeki evler fotoğraflanmıştır. Bu fotoğraflar eskitilerek kullanılmıştır (Şekil 5, 6, 7).



Şekil 5. Eşrefpaşa Evi



Şekil 6. Buca Evi



Şekil 7. Halil Rıfatpaşa Evi

- Buna ek olarak modern mimarinin örneklerini gördüğümüz İzmir'in Mavişehir ilçesindeki evler fotoğraflanmıştır (Şekil 8, 9, 10).



Şekil 8. Mavişehir Emlak Bankası Evleri



Şekil 9. Mavişehir Soyak Evleri



Şekil 10. Mavişehir Soyak Oxygen Evleri

2.3 İzmir Düzleminde Farklı Yaş ve Meslek Gruplarından 190 Kişiye ''Ev, Aile ve Mahalle Yaşamı'' Konusundaki Görüşlerini Ölçen Anket Uygulaması

Projenin bu ayağında farklı yaş ve meslek gruplarından 190 kişiye 30 sorudan oluşan bir anket Google Drive[9] üzerinden uygulanmıştır.

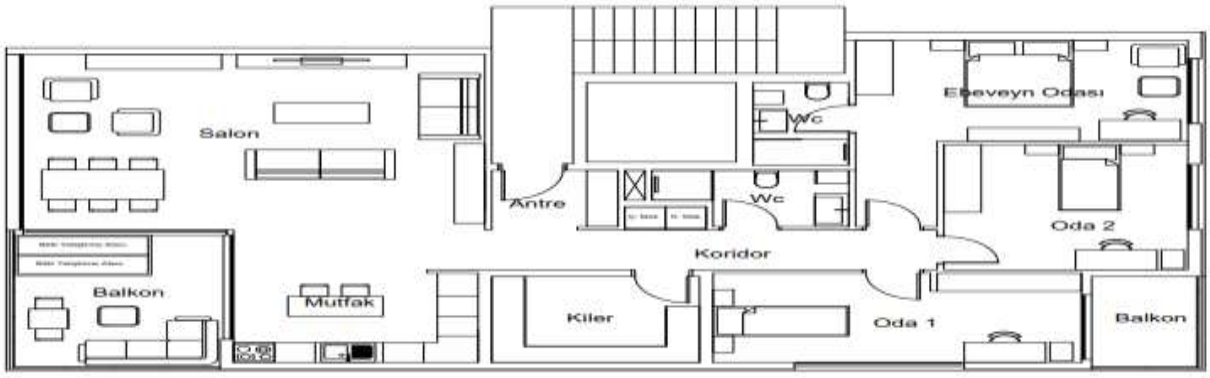
[9] Anket linki: https://docs.google.com/forms/d/1L2kEommkRCJ4dObCvtArc2ODDw-vxnKRSJhEI0haxWU/edit

1, 2, 11, 13, 21, 23, 24, 26, 27 ve 29. sorular ***evet, hayır*** yanıtları üzerinden değerlendirilmiştir. Bu sorularda; sosyal değişimin Türk ev ve aile yaşamı üzerindeki etkileri, bireylerin Türk ev ve aile yaşamındaki değişime dair düşündükleri, kentsel dönüşümün şehir hayatı üzerindeki yansımaları, modernizm ve gelenek ilişkisinin ev ve aile yaşamına yansımaları, geçmişteki ev, aile hayatı, mahalle ve esnaf kültürü karşısında bireylerin görüşleri ölçülüp incelenmiştir (Ek 1).

3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 25 ve 30. sorular ***katılıyorum, katılmıyorum*** üzerinden değerlendirilmiştir. Bu sorularda; şehir hayatındaki insanların doğal yaşam karşısındaki düşünceleri, ‘’ev ve aile’’ kavramının tarih içindeki değişimi, ‘’ev, aile ve mahalle’’ kavramının birey ve toplum için ne ifade ettiği incelenmiştir (Ek 1).

2.4 Aile Yaşamının Devamlılığını Önemseyen, Gelenekten Motifler Taşıyan, Çağa Ayak Uyduran ‘’Üret-en Evler7’’ Tasarım Fikri

Projenin bu kısmında ‘’üreten toplum yapısına’’ geri dönmeyi amaçlayan ‘’Üret-en Evler7’’ tasarım fikri üzerinde durulmuştur. Bu tasarım bize aittir ve bir iç mimarla birlikte üç boyutlu görsele aktarılmıştır. Çalışmanın özgünlüğünü sembolize etmektedir. Tasarım fikri geliştirilirken **ev içinde aile üyeleri için ortak alanlar oluşturma**, az ve kullanışlı eşyalar ile döşeyerek huzuru ön plana çıkarma, **kaybedilen komşuluk ilişkileri ve mahalle kültürünü canlandırma** amaçları ön planda tutulmuştur. Bu amaçlara, **geleneksel değerleri genç kuşaklara aktarma** ve geleneksel mimaride ev içi yaşamda var olan çiçek yetiştirme, hayvanları besleme, kalabalık aile ile kaliteli zaman geçirme değerleri de eklenmiştir. Ev içi tasarımı esas alan bu yapıda; geleneksel Türk evlerinin özgünlüğü, dış yapısı korunarak iç yapıları değişime ayak uydurmuştur (Şekil 11).



Şekil 11. Üret-en Evler7 Taslak Planı

3. İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

AYLAR								
İşin Tanımı	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**
Literatür Taraması		X	X	X	X			
Verilerin Toplanması ve Analizi			X	X	X	X	X	
Proje Raporu Yazımı				X	X	X	X	X
Mimari Tasarım ve Üç Boyutlu Görsel Çizimi					X	X	X	

Tablo 1. İş Zaman çizelgesi

4. BULGULAR

4.1 Proje Kapsamında Ele Alınan Dizilerde Ev ve Aile Yaşamı Adına Tespit Edilen Ortak Noktalar ve Günümüzde Reklam Sloganlarında Ev ve Aile Yaşantısı Adına Varılan Bulgular

Projenin yöntem kısmında ele alınan dizilerin **''geleneksel ev yapısı, aile yaşamı, mahalle hayatı ve esnaf dayanışması''** bağlamında incelenmesi neticesinde şu yargılar ortaya çıkarılmıştır:

İKİNCİ BAHAR: İstanbul Samatya ilçesini anlatan bu dizi, Ali Haydar Bey ve Hanım karakteri üzerinden insanların ikinci baharlarında yakaladıkları mutlulukları anlatmasının yanı sıra Türk ev ve aile yapısına dair ortaya koyduğu değerlerle dikkat çekmektedir. Dizide evler az eşyalıdır, aile üyelerinin birlikte daha çok zaman geçirecekleri salonlar büyüktür. Evler gösterişten ziyade ailenin sırlarının paylaşıldığı, sevincin de üzüntünün de aynı sofrada konuşulduğu yerlerdir. Esnaflar, mahalle hayatı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İnsanlar alışverişlerini mahallenin manavından, kasabından yapmaktadırlar. Ali Haydar ve düşmanı olarak görülen Vakkas bile Ali Haydar'ın kebapçısının yanmasının ardından birbirlerine yardım ellerini uzatmışlardır. Pahalı araçların, güvenlikli sitelerin, AVM'lerin ve akıllı ev sistemlerinin olmadığı bir ev ve mahalle kültürü bu dizide izleyicilerle buluşmuştur. ''Aile olmak ne güzeldir.'' mesajını vermektedir (Şekil 1).

MAHALLENİN MUHTARLARI: İstanbul'un sakin ilçelerinden biri olan Maltepe'nin tarihî evlerini ve mahalle hayatını ortaya koyan bu dizi 90'lı yılların unutulmaz yapımlarından biri olmuştur. Mahalle kültürünü ortaya koyan dizinin en önemli mekânlarından biri olan Temel'in kahvehanesi esnaf dayanışmasının somut bir örneğidir (Tarih içerisinde Osmanlı devlet yapısındaki Ahilik[10] teşkilatını anımsatmaktadır) . İnşaat sektöründe meydana gelen sıçramalar nedeniyle sonraki yıllarda dizinin çevrildiği ilçede modern ve yüksek yapılar yükselse de dizi; geniş salonlu, balkonlu, ailenin her üyesinin keyifle vakit geçirdiği evleri örneklendirmiştir. Dizi, eski İstanbul'a ait çizgiler taşımaktadır (Şekil 2).

BİZİMKİLER: Farklı kültürel yapılardan insanların bir arada huzurla yaşadığı bir apartman yapısını ortaya koyan dizi, İstanbul Kadıköy semtinde çevrilmiştir. Apartman dairesindeki evler, oturan ailelerin sosyal ve kültürel yapılarını yansıtmakla beraber bu evlerin ve aile yaşamlarının ortak özelliği gösterişten uzak durmalarıdır (Şekil 3).

SÜPER BABA: İstanbul'un Çengelköy semtinde çevrilen dizinin en önemli özelliği, dönemin İstanbul'una dair tarihî mekânları izleyicinin gözleri önüne sermesidir. Sadullah Paşa Yalısı, Abdullah Ağa Yalısı, Aya Yorgi Kilisesi, Tarihî Çınaraltı Çay Bahçesi dizideki önemli mekânlardır. Dizide Nihat'ın Kahvesi olarak bilinen bu mekân 800 yıllık bir çınara ev sahipliği yapmaktadır. Dizi; aile içi ilişkiler, mahalle hayatı içinde esnafın birbirine desteği, doğaya sahip çıkma ve eski alışkanlıkların dede ve nineler aracılığıyla genç kuşaklara aktarımı açısından iyi bir örnek teşkil etmektedir. Dizide dede ''Sürmeneli Yakup Dede'' karakteri çocuklara yatmadan masallar okumakta ve çocuklar babaları ile bahçelerini ekip biçmektedir (Şekil 4).

- Yöntem kısmında ele alınan **Reklam-1**, evi dış dünyanın kargaşasından uzak sığınılan bir mekân olarak anlatmaktadır. **Reklam-2**, kültürel değerler, toplumların aile yapıları gibi değişkenleri hesaba katmadan dünyanın her yerindeki insanlara aynı ev ve mobilya konforunu sunmaktadır. **Reklam-3 ve 4**, ailelere hayallerini satmakta, **Reklam-5** ise evin ve mobilyalarının insanıyla yaşadığı gerçeğini vurgulamaktadır. **Reklam-6** lüks, ihtişamlı ve güvenlikli site konforunu ilgi çekici kılmaktadır. Reklam 2, 3, 4 ve 6'da pahalı evler, o evlerin otoparklarını süsleyen pahalı arabalar, çocukların eğlence alanları olarak görülen kapalı ve açık havuzlar vardır. **Reklamlardaki yaşam, güvenliğin giderek azaldığı düşünülen dünyada insanın ancak güvenlik kameraları, site görevlileri ve alarm sistemlerinin olduğu evlerinde kendilerini güvende hissedebileceği mesajını**

[10] Ahilik: Osmanlıda, Anadolu'da yaşayan Müslüman-Türkmen-Alevi-Bektaşi halkın sanat, ticaret ve ekonomi gibi çeşitli meslek alanlarında yetiştirilmelerini sağlayan, onları hem ahlaki hem ekonomik yönden yetiştiren ve iyi insan meziyetlerini esas alan düzenlemedir.

vermektedir. Evleri süsleyen pahalı mobilyalardır ve bu mobilyalarla döşeli evlerde mutlu bir aile tablosu çizenlerse estetik görünümleriyle ön planda olan kadınlar ve kaslı erkeklerdir. Bu reklamlarda aileyi bir arada tutan dedeler, nineler yoktur. Evlerin bulunduğu alanın tarihî veya doğal dokusu önemsizleştirilmiştir, şehir merkezine araba ile yarım saat uzaklıktadırlar. Hemen hepsinin bulunduğu yerde bir AVM ve süpermarket zinciri olmakla beraber, esnaf kültürü ve komşuluk ilişkilerine hiç değinilmemiştir. Reklam 1 ve 5 ise bu filmlerin aksine **evi aile üyelerini bir arada tutan bir yapı olarak** göstermekte ve mobilyaların da ailenin dokunuşuyla önemli hâle geldiğini anlatmaktadır.

4.2 İzmir Düzleminde İncelenen Geleneksel ve Modern Yapıların Fotoğraflanması Neticesinde Elde Edilen Karşılaştırma Sonuçları

Yöntem bölümünde incelenen evlerin yapısı, aile yaşamı ve mahalle hayatı hakkındaki izlenimlere fotoğraflama çalışmaları, bu konudaki araştırma makaleleri ve buralarda yaşayan, yaşamış olan insanlarla sohbet neticesinde ulaşılmıştır.

Geleneksel Mimarinin Yansıması Eşrefpaşa, Halil Rıfatpaşa ve Buca Evleri

EVLER	MİMARİ ÖZELLİKLERİ	AİLE VE MAHALLE HAYATINA DAİR İZLENİMLER
EŞREFPAŞA EVLERİ	Eşrefpaşa farklı kültürel yapıları bünyesinde barındıran bir ilçe olarak dikkat çekmektedir İlçedeki evler Müslüman, Yahudi, Rum ve Levanten[11] ev ve aile yapılarının birer yansımasıdır. Geniş avlulu bu evler, aile mahremiyetini göz önünde bulunduracak şekilde tasarlanmıştır. İki katlı inşa edilen bu evlere giriş bahçe kapısından yapılmakta böylece eve girer girmez görünen evin içi değil dış cephesi yani avlu olmaktadır (Şekil 5).	Evlere dair en önemli izlenimlerden biri, pek çoğunun girişinde bir ''maşallah'' yazısının olmasıdır. Evler, kişisel ihtiyaçları göz önünde bulunduracak şekilde az eşyalı olarak tasarlanmıştır. Evlerin girişindeki bahçe süslemeleri ve artık kullanılmayan kuyular da gelenekselin birer yansımasıdır. Kadınların eve girişte yer alan avlu vesilesiyle perde kapamadan ev içinde rahatça dolaşmaları, çocukların avlu bahçesinde oyun oynayabilmeleri, kapı önünde sohbet etmelerle komşuluk ilişkilerinin canlılığını koruması evlere dair dikkat çeken özelliklerdir.
BUCA EVLERİ	Buca, Osmanlı İmparatorluğu'nda hayvancılık faaliyetlerinin yürütüldüğü bir yer olarak dikkat çekmiştir. Buca, İzmir'in tarihî mekânlarından biri olup kültürel değerleri geleceğe aktarma noktasında önem teşkil etmektedir. Bölgedeki evler, Rum ve Levanten mimarisinin özelliklerini yansıtmaktadır. İç ve dış cephedeki bezemeler, cumbalar, geniş holler ve ev içindeki eşyaların saklama alanı olarak kullanıldığı nişler bu ilçedeki yapıların özellikleridir (Şekil 6).	Buca tarihî dokusuyla insanlara huzurlu, sakin ve geleneksele dayalı bir yaşam sunmaktadır. Hol, salon gibi alanların geniş olması, cumba kültürü ailelere keyifle zaman geçirebilecekleri alanlar sunmaktadır. Buca, AVM'lerin olmadığı bir ilçedir. Ve Buca Çarşısı, esnaf dayanışmasının somut bir örneğidir (90'lı yılların dizilerinde ve Ahilik yapısında olduğu gibi). Buca Gölet, bölgenin doğal bir alanıdır. Evler, tarihî dokularını korumaktadır. Çocukların rahatça oynayabileceği alanlar ve geniş bahçeler mevcuttur.

[11] levanten: Osmanlı İmparatorluğu Dönemi'nde genelde İstanbul ve İzmir'de yaşayan- Cumhuriyet Dönemi'nde az kalmakla birlikte- İtalyan ve Fransız azınlıklara verilen isimdir.

HALİL RIFATPAŞA EVLERİ	Halil Rıfatpaşa İzmir'in tarihî yapılara ev sahipliği yapan mekânlarından biridir. Konutlar genellikle iki ya da üç katlıdır. Konutlarda depo, kiler gibi günlük kullanım alanları mevcuttur. Bu mekânlardaki yapılar da İzmir'in diğer tarihî mekânlarında olduğu gibi mahremiyet esası üzerine tasarlanmıştır (Şekil 7).	Geniş saçaklı bu evler İzmir'in yağmur alan bir şehir olma esasına dayalı olarak tasarlanmıştır. Evlerdeki kiler ve mutfaklar aile bireylerin kendi ürünlerini yapma ve saklama anlayışları üzerine tasarlanmıştır. AVM'lerin olmadığı bu ilçede alışveriş mahalle içindeki esnaftan yapılmaktadır. Bahçe önlerindeki çiçekler, hayvanlar için ayrılan alanlar da buradaki mahalle kültürünün diğer dikkat çeken yanlarıdır.

Tablo 2. Eşrefpaşa, Halil Rıfatpaşa ve Buca Evlerine, Aile Yaşamlarına ve Mahalle Kültürüne Dair Özellikler

Modern Mimarinin Yansıması Mavişehir Evleri

EVLER	MİMARİ ÖZELLİKLERİ	AİLE VE MAHALLE HAYATINA DAİR İZLENİMLER
MAVİŞEHİR EVLERİ	İzmir'in Karşıyaka ilçesine bağlı olan Mavişehir modern konutların yükseldiği bir alandır. Çok yüksek katlı, güvenlikli, geniş otoparklı olma bu yapıların genel özellikleridir. Bölge, AVM'lerin İzmir'de en yoğun olduğu yerlerden biridir. Pek çok sitenin içinde spor salonları, cafe gibi alanlar da mevcuttur. Bölgenin altının bataklık olması sebebiyle bölge, yüksek katlı binalardan ziyade daha az katlı binalara uygundur. Site yaşamı üzerine kurulu bir alandır (Şekil 8, 9, 10).	Mavişehir, İzmir'in tarihî dokudan uzak bir alanıdır. İlçenin alt yapısının bataklık olduğu düşünüldüğünde çok yüksek katlı binalara uygun olmamakla birlikte binalar bu doğal koşullar düşünülerek tasarlanmıştır. Türk kültüründe yeri olmayan Fransız tipi balkonlar dikkat çekmektedir. Klasik mahalle hayatının görülmediği yerleşim alanında aile üyeleri ihtiyaçlarını korunaklı sitelerinden veya AVM'lerden karşılamaktadır. Bölgenin doğal yaşama olan özlemini insan eliyle inşa edilmiş yapay alanlar (Sasalı Doğal Yaşam Parkı, Bostanlı İskele çevresi gibi) karşılamaktadır.

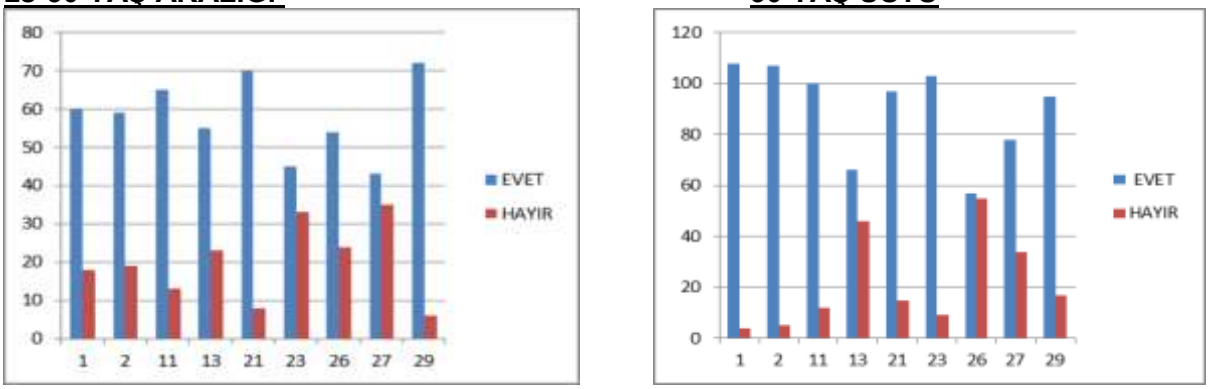
Tablo 3. Mavişehir Evlerine, Aile Yaşamlarına ve Mahalle Kültürüne Dair Özellikler

4.3 Proje Kapsamında İzmir Düzleminde 190 Kişiye Uygulanan Anketten Elde Edilen Verilerin Analiz Edilmesi

Şekil 12(a) ve (b)deki sorular evet, hayır yanıtları üzerinden değerlendirilmiştir (Şekil 12 (a) ve (b)). **''Geleneksel Türk Evleri, Aile Yaşamı ve Mahalle Hayatı''na** dair izlenimleri ölçümlemek amacıyla yaş ve meslek değişkenleri göz önünde bulundurularak farklı veya yakın kültürel değerlere, ev ve aile yaşantısına sahip olan 190 kişiye uygulanan anketin birinci basamağındaki sorular; 1, 2, 11, 13, 21, 23, 26, 27 ve 29 şeklinde gruplandırılmıştır. 1. soru yaşanılan alanın insan psikolojisi üzerindeki etkisini sorgulamaktadır. 15-30 yaş aralığından ve farklı meslek gruplarından ankete katılan 78 kişiden 60 kişi bu soruya evet, 18 kişi hayır cevabını vermiştir. 30 yaş üstü ve farklı meslek gruplarından ankete katılan 112 kişiden 108 kişi bu soruya evet 4 kişi hayır yanıtını vermiştir. 2. soru insanların yaşam alanlarını psikolojilerine göre düzenleyip düzenlemediklerini sorgulamaktadır. 15-30 yaş aralığından ve farklı meslek gruplarından ankete katılan 78 kişiden 59 kişi bu soruya evet, 19 kişi hayır cevabını vermiştir. 30 yaş üstü ve farklı meslek gruplarından ankete katılan 112 kişiden 107 kişi bu soruya evet 5 kişi hayır yanıtını vermiştir. 11. soru kentsel dönüşümün

geleneksel değerleri yok edip etmediğine dair düşüncelerini sorgulamaktadır. 15-30 yaş aralığından ve farklı meslek gruplarından ankete katılan 78 kişiden 65 kişi bu soruya evet, 13 kişi hayır cevabını vermiştir. 30 yaş üstü ve farklı meslek gruplarından ankete katılan 112 kişiden 100 kişi bu soruya evet 12 kişi hayır yanıtını vermiştir. 13. soru modernizm ve gelenekselin yaşam alanlarında bir arada yürütülüp yürütülemeyeceğini sorgulamaktadır. 15-30 yaş aralığından 55 kişi bu soruya evet 23 kişi hayır yanıtını vermiştir. 30 yaş üstü 112 kişiden ise 66 kişi bu soruya evet 46 kişi hayır yanıtını vermiştir. 21. soru yeni bir ev tipi olan ''Üret-en Evler7'' adının ankete katılanlar üzerindeki etkisini sorgulamıştır. 15-30 yaş aralığındaki 70 kişi bu soruya evet 8 kişi hayır derken 30 yaş üstü 112 kişiden 97 kişi aynı soruya evet 15 kişi hayır yanıtını vermiştir. 23. soru insanların evlerini rahat eşyalarla döşemek ve şehir karmaşasından uzaklaşmak isteyip istemediklerini sorgulamaktadır. 15-30 yaş aralığındaki 45 kişi bu soruya evet 33 kişi hayır cevabını vermiştir. Aynı soruya 30 yaş üstü 103 kişi evet 9 kişi hayır yanıtını vermiştir. 26.soru evlerinde bir hayvan besleyip beslemediklerini sormaktadır. 15-30 yaş aralığındaki katılımcılardan 54 kişi bu soruya evet 24 kişi hayır yanıtını vermiştir. 30 yaş üstü 57 kişi aynı soruya evet 55 kişi hayır yanıtını vermiştir. 27. soru insanların evlerinde süsleme veya beslenme amaçlı bitki yetiştirip yetiştirmediklerini sorgulamaktadır. 15-30 yaş aralığındaki 43 kişi bu soruya evet 35 kişi hayır derken 30 yaş üstü katılımcılardan 78 kişi evet 34 kişi hayır cevabını vermiştir. 29.soru modern hayatın bir gereği olarak insanların evlerinde daha az vakit geçirdiklerini sorgulamaktadır. 15-30 yaş aralığındaki 72 kişi bu soruya evet 6 kişi hayır derken 30 yaş üstü katılımcılardan 95 kişi evet 17 kişi hayır yanıtını vermiştir. **Öğretmen (akademisyenler de bu grupta değerlendirilmiştir.), mühendis, mimar, sağlık çalışanı, öğrenci, ev hanımı ve emeklilerin ağırlıklı olarak katıldığı ankette mühendis ve mimarlar evlerin dış görünümleri ile daha çok ilgilenmektedir, emekli ve ev hanımları çoğunlukla 45 yaş üstü kişiler ise ev içi yaşam noktasında aile üyelerinin birlikte vakit geçirmelerini ve geleneksel değerleri korumayı daha çok önemsemektedir.**

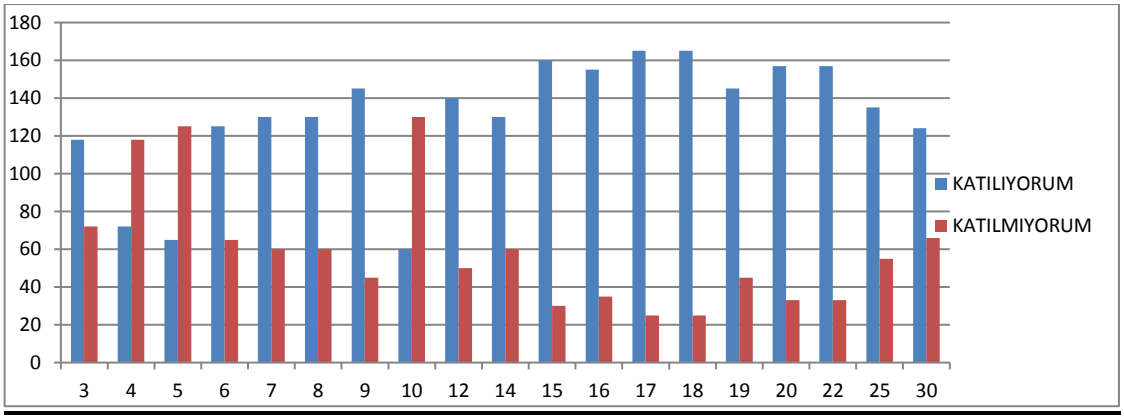
15-30 YAŞ ARALIĞI **30 YAŞ ÜSTÜ**



Şekil 12 (a) ve (b). 1, 2, 11, 13, 21, 23, 26, 27 ve 29. sorular *evet ve hayır* yanıtları üzerinden değerlendirilmiştir.

Şekil 13'teki sorular, *katılıyorum ve katılmıyorum* yanıtları üzerinden değerlendirilmiştir (Şekil 13). 3. soruda Türk mimarisinin zaman içinde olumsuz yönde değişim gösterdiği sorgulanmış, ankete katılan 190 kişiden 118 kişi buna katılıyorum, 72 kişi katılmıyorum derken 4.soru Türk mimarisinin olumlu yönde değiştiğini sorgulamış; 72 kişi buna katılıyorum 118 kişi katılmıyorum cevabını vermiştir. 5. soru Türk insanının geleneksel değerlerini koruyabildiğini sorgulamış 65 kişi buna katılıyorum, 125 kişi katılmıyorum derken 6. soru Türk insanının geleneksel değerlerini koruyamadığını sorgulamış 125 kişi buna katılıyorum, 65 kişi katılmıyorum cevabını vermiştir. 7. soru üreten toplum yapısından tüketen toplum yapısına döndüğümüzü vurgulamış 130 kişi buna katılıyorum, 60 kişi katılmıyorum derken 8.soru üreten toplum yapısının daha büyük evlerde yaşadığını vurgulamış 130 kişi buna katılıyorum 60 kişi katılmıyorum cevabını vermiştir. 9. soru tüketen toplum yapısının daha küçük ev ve alanlara sığdığını sorgulamış 145 kişi buna

katılıyorum 45 kişi katılmıyorum cevabını vermiştir. 10. soru ankete katılanların ''turşu kurma, salça yapma, sebze kurutma, reçel yapma, ekmek yapma, örgü örme, yoğurt yapma'' gibi büyüklerden öğrenilen en az bir öğretiyi devam ettirip ettirmediklerini sorgulamış 60 kişi buna katılıyorum 130 kişi katılmıyorum yanıtını vermiştir. 12. soru sosyal hayatın değişimi mimari yapıyı değiştirir tespitini vurgulamış 140 kişi buna katılıyorum 50 kişi katılmıyorum cevabını vermiştir. 14. soru aile üyelerinin modernizmle birlikte eskisi kadar vakit geçirmedikleri tespitinde bulunmuş 130 kişi buna katılıyorum 60 kişi katılmıyorum demiştir. 15. soru evin aile üyelerini bir arada tutan geleneksel bir yapı olduğunu vurgulamış 160 kişi buna katılıyorum 30 kişi katılmıyorum demiştir. 16.soru monoton hayatın evlerimizde geçirdiğimiz zaman dilimini azalttığını sorgulamış 155 kişi buna katılıyorum 35 kişi katılmıyorum demiştir. 17. soru ve 18. soru evin aile üyelerini bir arada tutacak bir yapı olarak tasarlanması ve şehir hayatında da doğal yaşama dair unsurlar olması gerekip gerekmediğini vurgulamış 165 kişi bu sorulara katılıyorum 25 kişi katılmıyorum yanıtını vermiştir. 20 ve 22. sorular unutulan komşuluk ilişkilerinin, esnaf dayanışmasının ve mahalle kültürünün canlandırılıp canlandırılmak istenmediğini sorgulamış 157 kişi buna katılıyorum 33 kişi katılmıyorum yanıtını vermiştir. 25. soru çarpık kentleşmenin bizi geleneksel mimari yapıdan uzaklaştırdığını vurgulamış 135 kişi buna katılıyorum 55 kişi katılmıyorum cevabını vermiştir. 30. soru ev içinde aile üyelerinin yaşamını yansıtan fotoğraflar kullanmanın önemini dile getirmiş 124 kişi buna katılıyorum 66 kişi katılmıyorum yanıtını vermiştir. **Öğretmen (akademisyenler de bu grupta değerlendirilmiştir.), mühendis, mimar, sağlık çalışanı, öğrenci, ev hanımı ve emeklilerin ağırlıklı olarak katıldığı ankette iş yükü ağır olan mühendis, mimar ve sağlık çalışanları şehir hayatı içerisinde doğal yaşama özlem duymakta ve evi daha ziyade dinlenme, yatıp uyuma alanı olarak görmektedir. Emekli olan 65 yaş üstü bireyler ağırlıklı olarak Türk ev ve aile yapısının zaman içinde olumsuz yönde değişim gösterdiğine katılmıştır. Öğrencilerin yani 15-25 yaş arasının ev içinde geçirdikleri zaman dilimi diğerlerine göre daha azdır. Öğretmenler (ağırlıklı kadınlar) ve ev hanımları (45 yaş üstü) evi, aile üyelerini bir arada tutan bir yapı olarak görmektedir ve bu kişilerin ev içinde geçirdikleri zaman daha fazladır. Yine bu grup gelenekseldeki ev içi yaşama, kalabalık aile hayatına, komşuluk ilişkilerine ve mahalle kültürüne özlem duymaktadır.**

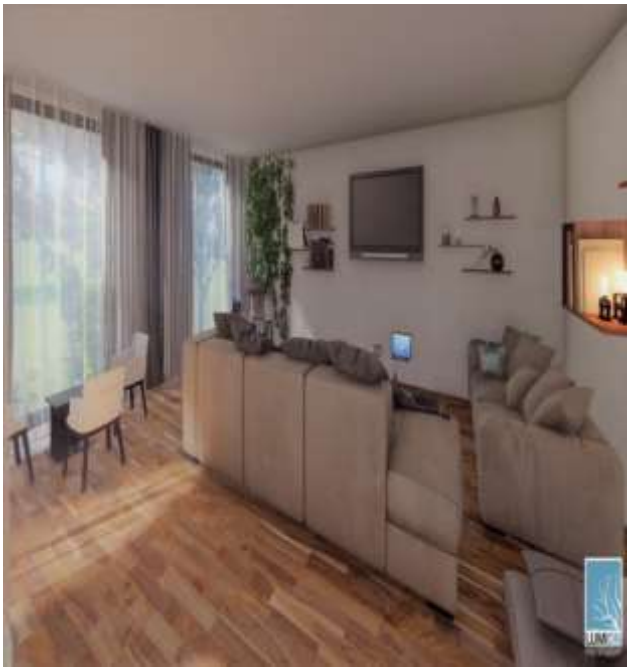


Şekil 13. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 25 ve 30.sorular *katılıyorum ve katılmıyorum* yanıtları üzerinden değerlendirilmiştir.

4.4 Aile Yaşamının Devamlılığını Önemseyen, Gelenekten Motifler Taşıyan, Çağa Ayak Uyduran ''Üret-en Evler 7'' nin Üç Boyutlu Görsellerle Anlatımı

Geleneksel yapı, değişen ihtiyaç ve isteklere cevap veremediği gerekçesiyle terk edilmiştir. Bireyin kimlik arayışının merkezi olan modernizm; değişen ev, aile ve mahalle yaşamının da sebebi olarak görülmüştür. **Kullan, zamanı geçince at** felsefesinin ev ve aile

yaşantısına yansıması gözlemlenen ve tespit edilen bir durumdur. Projenin bu aşamasında **tasarladığımız ve iç mimar desteğiyle hayata geçirdiğimiz ''Üret-en Evler7''** modernizme ayak uydurmanın geleneği terk etme, gelenekselin eski ve yıpranmış şeklinde tanımlanmasına ve kabul görmesine karşıdır. Üret-en Evler7, iç mimarisinde hem geleneksel hem de modernist motifler taşımaktadır. Geleneksel Türk evlerinin içi bu tasarım doğrultusunda yenilenir. Bu evler, tarihî dokuya sahip ilçelerde yükselir. Üret-en Evler7, kaybedilen ve kaybedilmekte olan aile bağları, mahalle kültürü ve komşuluk ilişkilerini sembolize etmektedir. Ev içindeki en önemli alanlardan biri olan balkondaki ***sebze yetiştirme köşesi*** ve kurulan turşuların, yapılan yoğurt, reçel, kefir, salça gibi *ürünlerin depolanacağı* ***kiler*** **''tüketenden üreten toplum yapısına''** geçişin isteği ve göstergesidir (Tablo 4).

ÜRET-EN EVLER7	ÜÇ BOYUTLU GÖRSELLER VE TASARLANMA AMAÇLARI
 **Şekil 15.** Üret-en Evler7 ''Salon''	Salonda pencereler yere kadar tasarlanmıştır. Buradaki amaç mekânın mümkün olduğunca aydınlık ve ferah olmasıdır. Yemek masası ahşap ve dikdörtgen olup pencere önüne konulmuştur. Böylece aile üyeleri yemek esnasında daha çok vakit geçirip keyifli bir şekilde sohbet edebilecektir. Yapı niş kullanımına uygun olarak tasarlanmıştır. Niş kullanımı geleneksel yapıdaki evlerde de (Eşrefpaşa, Halil Rıfatpaşa) mevcuttur. Nişler alanı daraltmamak adına kitaplık olarak kullanılmıştır. Kitaplık önünde yere minderler atılmış ve yerden bir aydınlatma kullanılmıştır. Aile üyeleri yemek sonrası bu alanda kitap okuyabilecek, çocuklara uyku öncesi masallar okunabilecektir. Salonun bir köşesi şehir hayatında doğal ortamı yaşatma gayesi ile bitki yetiştirme alanı olarak tasarlanmıştır. Salonun boş bir duvarı bireylere, bir aile olduklarını hatırlatan aile fotoğraflarının konması adına boş bırakılmıştır. Televizyon belli saatlerde aile büyüklerinin izni ile açılacaktır. Yüksek enerji verimliliği, nefes alması ve yüksek oksijen sağlaması sebebiyle geleneksel, tarihî evlerde sıkça kullanılan ahşap bu salonda da ana malzemeyi oluşturmaktadır.



Şekil 16. Üret-en Evler7 ‘’Mutfak’’

Mutfakta yukarı alandaki raf kullanımı azaltılmıştır(yaşlı aile üyelerinin ve daha kısa boylu olanların kullanımı önemsenerek). Geleneksel ev mimarisinde olduğu gibi mutfak mermer evye ve ahşap raflardan tasarlanmıştır. Mutfak beslenme kurallarının, aile içi ilişkilerin bir yansıması olarak tasarlanmıştır. Buzdolabı, fırın gibi beyaz eşyalar ahşap dolapların içine gizlenmiştir. Ahşabın sıcak dokusu yansıtılmak istenmiştir. Mutfak üretme, besin sağlama, pişirme ve keyifle vakit geçirme alanı olmalıdır. Ailenin kahvaltıda bir arada olması adına cam kenarına bir yemek masası konmuştur. 7 biçiminde tasarlanan mutfak ile Mevlana’nın yedi öğüdü yansıtılmak istenmiştir. İnsan ihtiyacı kadar tüketecek, fazlasını saklayacak ya da paylaşacaktır. Ayrıca bu alan deprem gibi bir doğal afet karşısında da sığınma alanıdır.



Şekil 17. Üret-en Evler7 ‘’Yatak Odası’’

Yatak odasında yatak yerden yüksek (temizleme kolaylığı sunması adına) ve ahşap olarak tasarlanmıştır. Giyinme dolabı ebeveynlerin tüm eşyalarını alması adına tasarlanmış ve en alt raflarına keçeden kutular (bu kutular aile üyeleri tarafından elde veya dikiş makinesinde dikilerek üretilecektir, bu şekilde anne ve babalar eski parçaları atmama, kullanışlı hâle getirme gibi bir öğretiyi çocuklarına aktarabilir.) konmuştur. Yatmadan önce anne ve babaların kitap okuyabilmeleri adına duvara monte kitaplıklar kullanılmıştır. Eskilerin deyimi ile yatak odasına iş getirilmez bu sebeple burada herhangi bir çalışma alanı kullanılmamış, alan sadece yatma ve giyinme ihtiyacını karşılaması adına tasarlanmıştır.

 **Şekil 18.** Üret-en Evler7 ‘’Çalışma Odası’’	Evin tüm odaları gibi aydınlıktır. Taşıyıcı olmayan pek çok kolon yıkılarak yerden kazanılmıştır. Girinti ve nişler burada eşya saklama alanı olarak kullanılmış ve aile üyelerinin müzik, film gibi hobilerini gerçekleştirecekleri bir alan olarak tasarlanmıştır. Ayrıca bilgisayar masası açılır kapanır özelliği ile yazıp çizme alanı olarak da kullanılmaktadır. Mümkün olduğunca az eşya vardır ve hepsi bir amaca hizmet etmektedir. Cam kenarındaki ufak masa da **‘’kırk yıl hatırı olan Türk kahvesinin’’** içilmesi için oluşturulmuş bir alandır.
 **Şekil 19.** Üret-en Evler7 ‘’Çocuk Odası’’	Çocuk odasındaki yatak ikili şekilde olup çocukların boy ölçülerine göre uzayıp kısalabilen tarzda tasarlanmıştır. Nedeni eşyaların tüketim malzemesine dönüşmesine engel olmak ve aile içi ekonomiye (eski kültürde olduğu gibi) katkıda bulunmaktır. Yine niş ve ahşap raflar kullanılarak çocukların kıyafet, kitap gibi eşyaları alandan kazanılacak şekilde depolanmıştır. Boş bir duvar, çocukların ev içinde eğlenip enerjilerini atmaları adına tırmanma duvarı olarak tasarlanmıştır (eski mahalle kültüründe olduğu gibi çocuklar arkadaşları ile oynamalıdır. Bu alan bir paylaşım alanıdır).
 **Şekil 20.** Üret-en Evler7 ‘’Balkon’’	Evin en önemli bölümüdür. Balkonun büyüklüğüne göre bir masa konmuştur. Aydınlatma amacıyla renkli lambalar ahşap kütüklere asılmıştır. Yer zemini ayakların kaymaması adına pürüzlüdür. Barbekü veya ailenin tercihine göre elektrikli, raylı sistemli bir ocak tasarlanmıştır. Oturma amaçlı renkli minderler, evin büyükleri ve kadınları için bir örgü örme alanı oluşturulmuştur. *Nane, maydanoz, fide domates, fasulye, limon gibi ürünler yetiştirmek adına sebze yetiştirme alanı oluşturulmuştur* (amaç ev içi üretime dikkat çekmek ve kültürde var olan üretilen toplum kimliğine geri dönmektir). (Balkondan önce cumba kültürü vardı sosyal değişim balkon kültürünü doğurdu bugünse balkon diye nitelendirilemeyecek çıkıntılar var.) Komşular bu alanda rahatça vakit geçirebilir.

 **Şekil 21.** Üret-en Evler7 ‘’Kiler’’	Evin depolama alanıdır. Bu alan büyük tasarlanmış olmakla birlikte farklı alanlarda ahşap raf, keçe ve bez sepet kullanılarak düzgün bir depolama yapılabilir(daha küçük alanlarda). Aile üyeleri tarafından yapılan turşu, salça, pekmez, yoğurt, kefir gibi ürünler; kurutulmuş sebze ve meyveler güneş ışığı görmeyen bu alanda saklanacaktır. **(Kiler, sosyal ve kültürel yapının geçmişteki devamlılığının bir göstergesidir. Üreten toplum yapısını oluşturan aileler kışlık ve yazlık erzaklarını üreterek bu alanlarda depolama yapabilir.)** Bu alanın tavanı, duvarı sağlık açısından ahşap ile kaplanmıştır. Komşu, ihtiyaç duyduğunda kiler, yardıma koşacaktır.

Tablo 4. ‘’Üret-en Evler7’’ Salon, Mutfak, Yatak Odası, Çalışma Odası, Çocuk Odası, Balkon ve Kilere Dair Görseller

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Kültürel miras sadece somut ürünlerden oluşmamaktadır. Gelenekler, dil ve tarih bilinci, halk edebiyatı gibi **soyut ürünler de kültürün taşıyıcısı konumundadır.** Soyut ürünler, içinden çıktığı toplumun bir veya birkaç dönemini ve pek çok yöresini temsil etmektedir. Çalışmanın temelini oluşturan **Türk aile yapısı** ve **geleneksel mahalle hayatı** soyut ürünler, **geleneksel Türk evlerine dair motifler** ise somut ürün olarak değerlendirilmektedir. Türk evlerinin geleneksel yapısı, bu evlerdeki geleneksel aile yapısı ve kaybedilmiş mahalle kültürü topluma birlik ve dayanışmayı hatırlatan, ortak geçmişe sahip olmanın gücüne vurgu yapan, gelenekteki zenginliği ve çeşitliliği vurgulayan ögelerdir. Bunlar kaybedilmeden korunarak geçmişten geleceğe aktarılmalıdır, dahası bu toplumsal bir sorumluluktur.

1950’li yıllardan sonra hızlı kentleşme, köyden kente göçle beraber şehirlerin, ev ve aile yaşamlarının gelenekteki görünümlerinden uzaklaştığı somut bir gerçektir. Değişen sosyal yapı gereksinim ve istekleri hızla artan ev kullanıcılarının, isteklerine yanıt alamadıkları geleneksel evleri terk etmelerine yol açmıştır (Özyılmaz ve Sahil, 2017). Bu terk ediş evlerin özgünlüğüne, aile yapısındaki bağlılığa ve mahalle dayanışmasına büyük ölçüde zarar vermiştir. Kentsel dönüşümle birlikte yeni ve modern yapıların, İzmir düzleminde yapılan gözlem ve fotoğraflama çalışmalarıyla tarihî dokudan uzak yerleşim alanlarında yükseldiği görülmüştür. **Tarihî dokuyu koruyan Eşrefpaşa, Halil Rıfatpaşa, Buca (belli yerleşim alanları) daha az nüfusa ev sahipliği yapan, ulaşım sıkıntısının boy gösterdiği, şehir merkezinden uzak alanlar hâline dönüşmüştür** (Tablo 2). Köyden kente göç, bu tarihî yerleri gecekonduların ve çarpık kentleşmenin görüldüğü alanlar yapmıştır. Bu durum oldukça iç acıtıcıdır. Camii, Türk hamamı, saray, kale, kilise gibi korunması gereken, **kültürel miras kapsamına giren yapılardan biri de geleneksel Türk evleridir.** Ve en az onlar kadar bir zamanlar bu evlerde hüküm sürmüş **aile yaşamları, aile üyeleri arasındaki bağın önemi, esnaf dayanışması ve mahalle insanının birbirine duyduğu sevgi ve saygı da korunmalı, gençlere ve çocuklara anlatılmalıdır.** Günümüzde ‘’ev’’ kavramı bir sosyal statüye ve kimlik savaşına dönüşmüştür. İzmir Mavişehir yerleşke örneğinde olduğu gibi modern yapılar, güvenlikli siteler, otoparklı villalar seçkinliğin, zenginliğin, saygın bir yaşamın göstergesi konumuna gelmiştir (Tablo 3). Maddi durumu yetersiz, daha kalabalık olan aileler ise kültürel mirasın önemli bir bölümünü oluşturan geleneksel yapıların yükseldiği yerlerde bir hayat kurmuştur. Göç, geleneksel yapıda değişime (olumsuz yönde) sebep olmuştur. Bireyler kendi kültürel ve sosyal kimliklerini, isteklerini evlerin

iç ve dış donanımlarına yansıtmışlar ve özgünlük ilkesi ev ve aile yaşamında yavaş yavaş kendini yitirmiştir. Sahipleri tarafından farklı sebeplerden terk edilen evler, yeni sahiplerinin ellerinde **düşük bütçeli birer barınma alanına dönüşmüş**, tarihî doku da yerini kırsal hayatın egemenliğine bırakmıştır.

Günümüz dizi sektörü de Türk ev ve aile yapısında meydana gelen bu değişimi destekler niteliktedir ve kaybedilen değerleri önemsizleştirmektedir. Bu diziler, gecekondu ve lüks yaşam ikileminde geçmekte ve hitap ettiği kitleye belli bir hayatı kanalize etmektedir. Lüks sitelerde geçen yaşamlar tarihî ve doğal dokuyu korumak adına çaba sarf etmeyen gecekondu kültürü için ''hayalini kurdukları'' bir yaşam sunmaktadır. Zengin- fakir aşklarının yaşandığı, iş ve aile hayatındaki entrikaların göz önüne serildiği bu dizilerde (Yasak Elma, Sol Yanım, Aşk-ı Memnu, Med Cezir gibi) düşük bütçeli aileler, büyük şehirlerin (İstanbul, İzmir gibi) **tarihî dokusundan uzaklaşmış semtlerinde gecekondu hayatı sürmekte, modern ve gösterişli yapılar ise ''Şehir merkezine arabayla 10 dk. uzaklıktayız.'' sloganlarıyla kulaklarımızda çınlayan yeni yerleşim alanlarında bizleri karşılamaktadır.** Mahalle dayanışması ve komşuluk ilişkileri yerini zengin fakir uçurumunun giderek arttığı bir sosyal statü kavgasına bırakmıştır**(Çukur dizisi mahalle dayanışmasını vurgulasa da bunu şiddet boyutuna indirgemesi kabul edilemez) .** Projenin yöntem bölümünde ele alınan ''İkinci Bahar, Mahallenin Muhtarları, Bizimkiler ve Süper Baba'' dizilerinin ortak noktası ise şehirlerin geleneksel yapısına, kültür ve tarih açısından önemli semtlerine sahip çıkmak; ailenin sofraya bir arada oturmasının birlikte zaman geçirmesinin altını çizmek, esnaf ve mahalle dayanışmasının güzel birer örneğini ortaya koyarak gençler ve çocuklar için sosyal statü ve kimlik kavgasından uzak huzurlu bir yaşamın güzelliğini sunmaktır.

İnşaat, emlak ve mobilya sektöründeki firmalar ve bu firmaların büyük bütçeler ayırarak hazırladıkları reklam filmleri **''Hayallerinizi gelin birlikte gerçekleştirelim. Bir ev değil bir yaşam satın alıyorsunuz.''** gibi insanlara, ailelere ev yaşamının, komşuluk ilişkilerinin parayla satın alınabileceği mesajını vermektedir. Oysa bunlar kültürün soyut ögelerini oluşturan manevî unsurlardır. Bununla beraber ''Bazı anlar vardır. Size aşkı hatırlatır.'' içeriğindeki reklamların sayısını artırmak gerekir. Amaç yine ürünü satmak olsa da kullanılan bir eşyanın, içinde yaşanılan evin insanlara sevgi, umut, fedakârlık, dayanışma, birlik ve beraberlik gibi duyguları anımsatacağının altını çizmek titizlikle üzerinde durduğunuz **''ev, aile yaşamı, geleneksel doku, mahalle ve komşuluk ilişkileri''** alınıp satılabilecek birer meta değildir görüşünü destekler niteliktedir. Peki, geleneksel ev yapısına, aile yaşamına, mahalle kültürüne sahip çıkmak adına ne yapılacaktır? Projemiz bu kapsamda farklı yaş ve meslek gruplarından 190 kişiye uygulanan anketten de yola çıkarak birtakım çözümler üzerinde durmaktadır (Tablo 5).

Yöntem kısmında uygulanan anketten elde edilen veriler
➢ Ankete katılanların büyük bir kısmı, yaşanılan alanların insan psikolojisini etkilediğini bireylerin de kendi yaşantılarına uygun alanlarda yaşamak istediklerini göstermektedir. Ankete katılanlar modernizmle gelenekselin bir arada yürütülebileceğine inanmaktadır. Ancak bu inancın aksine günümüz inşaat sektörü, şehirleşme anlayışı, ev içi ürünler ailelere steril ve tasarım bir yaşam sunmaktadır. **İki ve üç katlı, cumbalı, geniş saçaklı evleri restore etme buraları genç kuşağın yaşam alanı hâline dönüştürme anlayışı söz konusu değildir. Deyim yerinde ise eski yerleşim alanları kendi kaderine terk edilmiştir.**
➢ Ankete katılanların büyük bir kısmı **Türk toplumunun zaman içerisinde üretici kimliğini kaybettiğini düşünmektedir.** Kadınların da çalışma hayatında aktif yer alması (ki bu desteklenmektedir, burada önemli olan aile içi iş bölümüdür.) , geniş aile yapılarının terk edilmesi (nine, dedelerle bir arada yaşama) evlerin içinde genellikle bu kişiler tarafından üstlenilen **salça yapma, yoğurt yapma, kefir yapma, nane kurutma, turşu yapma, örgü örme gibi eylemlerin de terk edilmesine yol açmıştır.** İnsanlar kutu kutu evlerde, kutu kutu yaşamlar sürmekte ***''al, kullan, at''*** felsefesiyle büyük markaların tüketim çılgınlığına kapıldıkları bir hayat sürmektedirler. Artık evlere ve kullanılan eşyalara da birer tüketim nesnesi olarak yaklaşmaktadırlar. Oysa ankete katılanlar nine ve dedelerden gelen bu tip alışkanlıkların devam etmesi gerektiğini söylemiş, evlerinde bunları depolayabilecekleri bir

alanın olmasını memnuniyetle karşılayacaklarını ifade etmişlerdir. Ufak gibi görünen bu tip alışkanlıklar aile üyelerini dolayısıyla da o üyelerden oluşan **Türk toplumunu ''üreten kimliğine'' kavuşturmaya yardımcı olacaktır. Eşyanın, evlerin de bir ruhu olduğuna eskiyince terk edilmemeleri gerektiğine duyulan inanç artacaktır.**
➢ Ankete katılanların büyük bir kısmı ''ev''in aile üyelerini bir arada tutan bir yapı olduğuna inanmaktadır. Evde aile üyeleri birlikte daha çok zaman geçirmeli, ev içinde insana gelenekseli yansıtacak motifler kullanılmalıdır. Katılanların bir kısmı evlerinde evcil hayvan beslemekte veya süsleme amaçlı bitki yetiştirmektedir. Ancak özellikle apartman dairesinde bu canlılara uygun bir yaşam alanı sunmakta zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Şehir hayatının insanları yorduğu, gündelik hayatın içinde evlerde geçirilen zaman diliminin azaldığı, **aile üyelerinin ortak kullanım alanlarından ziyade bireysel kullanım alanlarında (yatak odası, çocuk odası) daha çok vakit geçirdikleri** katılımcıların ortak noktada buluştuğu anket sorularıdır.
➢ **''Üret-en Evler7''** adı, ankete katılanların hemen hemen hepsinde bir merak uyandırmıştır. Neden 7 rakamı? Yedi ve kırk rakamları pek çok kültürde ve dinde sıkça geçen motiflerdir. **''Üret-en Evler7''de mutfak ve balkon 7 şeklinde tasarlanmış,** salondaki oturma alanı 7 şeklinde düzenlenmiştir. Bunun nedeni evi kullanan aile üyelerinin maneviyatlarını baktıkça hatırlamalarını sağlamaktır. Eski Türk evlerinde kapı girişlerinde insanları karşılayan **''maşallah ve besleme'' yazılarına bir atıf olarak bu evler de Mevlana'nın 7 öğretisi ile sakinlerini karşılamaktadır.** Aile üyelerinin birlikte daha çok zaman geçirmeleri adına ortak kullanım alanları mümkün olduğunca büyük (salon, balkon, mutfak), bireysel kullanım alanları (yatak odası, çalışma odası, çocuk odası) daha küçük tasarlanmıştır. Taşıyıcı kolonlar dışındaki duvarların yıkılması, yatak odası ve banyo dışında kapıya ihtiyaç duyulmaması da yaşanılan evin aile üyelerini bir arada tutan ruhu olan bir yapı olduğunun altını çizmek içindir. Yatak odası ve banyo ise eski Türk evlerinde olduğu gibi mahremiyet alanı olarak bırakılmıştır.

Tablo 5. Anketten elde edilen verilerin sonuç ve tartışma bölümüne katkısı incelenmiştir.

Proje, çarpık kentleşme ve köyden kente göç karşısında geleneksel Türk ev ve aile yapısının devamlılığının altını çizmektedir. ''Üret-en Evler7'' ***modernizmden gelen rahatı, konforu gelenekselden gelen mahremiyeti, aile üyelerinin birlikteliğini, üretmek gerektiğini vurgulamaktadır*** (Ek 2). Ev ve içindeki eşyalar birer meta değildir. Günümüz mobilya ve inşaat sektörü aileye hep ***''daha iyisi var, senin istediğin bu değil, bu hiç değil''*** algısını sunsa da eskilerin deyimiyle bugünün yarını da vardır. Hiçbir alanda insan çok tüketmemelidir. İhtiyacı kadarını almak, ihtiyaç fazlasını komşularla paylaşmak, ev ortamında doğal ürünler üretmek, balkonda küçük de olsa bir alanda ekip biçmek çocukları toprakla tanıştırmak önemlidir. Bu evler Eşrefpaşa, Halil Rıfatpaşa, Buca gibi tarihî dokulara sahip evlerin geleneksel yapısını, mahalle hayatını mümkün olduğunca koruyacak şekilde tasarlanmıştır(Bu yerleşim alanlarındaki evler ve mahalle kültürü korunacak evlerin içi üret-en evler7 şeklinde tasarlanacaktır.). Az eşya kullanımı, lüksten kaçma bu evlerin pek çok bütçeye hitap edeceğini göstermektedir. Modern yapıların yükseldiği alanlardaki aileler de sembolik bir anlam taşıyan ''üret-en evler7'' ile kaybettikleri kültürel kimliklerine, AVM'ler nedeniyle unuttukları mahalle hayatına ve üretmenin güzelliğine kavuşacaklardır. **Çünkü çağa ayak uydurmak demek kültürel mirastan kopmak demek değildir.** Paylaşma, sıcak komşuluk ilişkileri, kanaatkârlık, tevazu, pişirilen yemeği komşuya da sunmak, zor durumdaki esnafa yardım etmek, kadının da erkeğin de pek çok işi yardımlaşarak yapması, gösterişten uzak bir ev ve aile hayatı bizim kültürümüzde asıl olandır (Pandemi süreci bize komşuluk ilişkilerinin, esnaf dayanışmasının, aile bağlarının ve ''ev'' kavramının önemini bir kez daha hatırlatmıştır.). Kitle iletişim araçları, MEB anlatıları (sosyal bilimler ve edebiyat ders kitapları) bizden diyebileceğimiz bu ev, aile ve mahalle yaşamlarını anlatmalıdır.

6. ÖNERİLER

- Proje, modernizm üzerinden ailelere dayatılan **''al, tüket, at''** çılgınlığının geleneksel ev ve aile yaşamından uzaklaşmaya sebep olduğunu ve bunun soyut olan kültürel mirasları korumada önemli bir tehlike oluşturduğunun altını çizmektedir. Proje kapsamında tasarlanan ***''Üret-en Evler7''*** bu ülkenin manevî ve millî değerlerine sahip çıkmak isteyen pek çok üreticiye ve kuruluşa (belediyeler, inşaat, emlak ve mobilya sektörleri gibi) yol gösterici olacaktır. Yaşam alanları için şehir merkezinden uzakta yeni siteler kurmak yerine tarihî dokuya sahip ilçeleri kalkındırmak, buradaki evleri aile üyelerinin yaşamları için tasarlamak önemlidir. Devlet ile iş birliği yapan firmalar doğru yönlendirmeler ile yatırımlarını bu alanlara çevirebilir. Yaratılan farkındalıkla evler inşa edilirken mümkün olduğunca özgün yapıları korunacaktır. AVM kültürüne insanları yönlendirmek yerine yaşam alanlarında esnafa (manava, bakkala, eczacıya, kasaba...) yer ayırmak onlara mesleklerini icra eden alanlar sunmak kaybolmaya yüz tutmuş (kaybolmuş) esnaf dayanışmasını geri getirmeye yardımcı olacaktır. Güvenlikli, akıllı ev sistemlerinden bir parça uzaklaşmak özlenen doğal hayata dönüşü sağlayacaktır.
- Bir diğer önerimiz tasarlanan ***''üret-en evler7''*** yeni yaşam alanlarını insanlara sunma noktasındadır. İnşaat, mobilya ve emlak sektöründeki firmalar reklamlarını çok para kazanma, hayalleri satma felsefesinin dışına çıkarmalıdır. **''Aile ile birlikte geçirilen zaman kıymetlidir.'' ''Evlerin ruhu vardır, terk etme, yenile.'' ''Gelenek sana atalarından mirastır, koru ve yaşat''** felsefesi üzerine kurmalıdırlar. Günümüz dizileri de evleri sosyal statü ve kimlik göstergesi olarak kullanmaktan vazgeçmelidir. Eski yapılarda, mahalle aralarında yaşamak fakirlik, yüksek katlı binalarda steril bir yaşam sürmek de zenginlik göstergesi olmamalıdır (Gönül Dağı dizisi 90'lı yılları anımsatması, aile, dostluk ve komşuluk ilişkilerinin altını çizmesi, geleneksel Türk evlerini ve köy kültürünü yansıtması bakımından iyi bir örnektir.). Aile üyelerinin birlikte vakit geçirdiği, salça yaptığı, balkonlarında sebze yetiştirdiği, büyüklerin torunlarına masallar okuduğu ev reklamları yapılırsa ve dizilerde bu sahnelere daha çok yer verilirse bu durum unuttuğumuz ve sahip çıkmamız gereken kültürel değerleri hatırlamamıza yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

Akbaş Uğurlu, Ö. (2018). Postmodernite Tecrübesi, Tüketim Kültürü ve Satın Alma Hiyerarşisi Üzerine Bir Değerlendirme. Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2 (2), 145-159. Çevrim içi ön yayın: doi: 10.30692/sisad.440142

Aras, L. (2014). Bir Mimarlık Bilinmeyeni: Postmodern Gündelik Yaşamda 'Konut' Tükendi mi?. Megaron Dergisi, 9 (2), 103-112. Erişim Tarihi: 09.09.2020 Erişim Adresi: https://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON-63835-ARTICLE-ARAS.pdf

Aydemir, M. (2006). Yetinen Toplumdan Tüketen Topluma; Türkiye'de Modern Tüketim Kültürü'nün Tarihsel ve Toplumsal Gelişim Seyri. Selçuk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi, 0 (16), 201-214. Erişim Tarihi: 07.10.2020 Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/sefad/issue/16459/171730

Bayır, M. (2019). Küresel Tüketim Toplumu ve Küreselleştirici Araçları. NOSYON: Uluslararası Toplum ve Kültür Çalışmaları Dergisi, (2), 11-33. Erişim Tarihi: 25.09.2020 Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/nosyon/issue/55455/759985

Baykal, Z. , Denli, N. (2017). İdealize Edilen Yeni Yaşamın Tanıdık Yüzü: Korunaklı-Güvenlikli Konut Sitelerinin Reklam Filmleri Üzerine Bir İçerik Analizi. Sosyoloji Araştırmaları Dergisi, 20 (2), 49-88. Çevrim içi ön yayın: doi:10.18490/sosars.345506

Doğan, S. (2018). Fiziksel Duvarlar, Sembolik Sınırlar ve Yamalı Bir Şehir Olarak İstanbul. İDEALKENT, 3 (6), 154-171. Erişim Tarihi: 11.10.2020 Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/460797

Doksanlarda Soluksuz İzlediğimiz Otuz Efsane Dizi. (2017, Ağustos 4). (Hürriyet Haber). https://www.hurriyet.com.tr/galeri-90larda-soluksuz-izledigimiz-30-efsane-dizi-40414931

ENZA Mobilya Reklamı (2018). Bazı Anlar Vardır Aşkı Hatırlatır. Erişim Tarihi: 12.11.2020 Erişim Adresi: https://www.youtube.com/watch?v=PYqu9DhPt4g&t=12s

Gezer, H. (2013). Geleneksel Safranbolu Evlerinin Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12 (23), 13-31. Erişim Tarihi: 30.08.2020 Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/199612

Göğebakan, Y. (2015). Karakteristik Bir Değer Olan Geleneksel Türk Evi'nin Oluşumunu Belirleyen Unsurlar ve Bu Evlerin Genel Özellikleri. İnönü Üniversitesi Kültür ve Sanat Dergisi, 1 (1), 41-55. Çevrim içi ön yayın: doi: 10.22252/ijca.105015

IKEA Reklamı (2018). Eve Gidelim IKEA. Erişim Tarihi: 11.11.2020 Erişim Adresi: https://www.youtube.com/watch?v=Ar6RAFPBLhk

İstikbal Reklamı (2018). Dünyanın Dört Bir Yanında Ev Demek İstikbal Demek. Erişim Tarihi: 12.11.2020 Erişim Adresi: https://www.youtube.com/watch?v=Tlea0SMMqAQ

Karabulut, M. (2016). Osmanlı İmparatorluğu'nda 19. Yüzyılda Değişim Süreci, Sosyal ve Kültürel Durum. MECMUA: Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, (2), 49-65. Erişim Tarihi: 02.11.2020 Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/274309

Karakök Çelebi, E. (2017). Bir Geleneksel Türk Evini Geleceğe Aktarmak: Erdoğan Kalay Evi ve Koruma Önerileri. Osmanlı Mirası Araştırmaları Dergisi (OMAD), (10), 85-110. Erişim Tarihi: 03.08.2020 Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/321725314_BIR_GELENEKSEL_TURK_EVINI_GELECEGE_AKTARMAK_ERDOGAN_KALAY_EVI_VE_KORUMA_ONERILERI

Kürüm, M. Türk Ev Mimarisinde Tire Evleri. Ege Mimarlık Dergisi, Ege'de Konut. 56-59. Erişim Tarihi: 18.12.2020 Erişim Adresi: http://egemimarlik.org/15/16.pdf

Yariş, S. (2020). Geleneksel Türk Evi Mimarisindeki Diyarbakır Evlerinin Yeri Üzerine Bir Değerlendirme. Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi, (68), 313-340. Çevrim içi ön yayın: doi: 10.14222/Turkiyat4319

Özkaya G, H. (2019). İstanbul'da On Yedinci Yüzyıl Evlerinde Yaşama Mekânları. YILLIK: Annual of Istanbul Studies 1: 45-59. Erişim tarihi: 17.08.2020 Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/904712

Özyılmaz, H. , Sahil, S. (2017). Sosyal Yapı Değişiminin Mimari Yapıya Yansıması: Diyarbakır Örneği. Megaron Dergisi, 12(4), 531-544. Erişim Tarihi: 27.08.2020 Erişim Adresi: https://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON-96636-ARTICLE_(THESIS)-OZYILMAZ.pdf

Pérouse, F, J. , Danış, A, D. (2005). Zenginliğin Mekânda Yeni Yansımaları: İstanbul'da Güvenlikli Siteler. Fransız Anadolu Araştırma Enstitüsü Toplum ve Bilim Dergisi, (104), 92-122. Erişim Tarihi: 17.09.2020 Erişim Adresi: https://www.academia.edu/12464421/Zenginli%C4%9Fin_mek%C3%A2nda_yeni_yans%C4%B1malar%C4%B1_%C4%B0stanbul_da_g%C3%BCvenlikli_siteler

Ragon, M. (2010). Modern Mimarlık ve Şehircilik Tarihi. (1.Baskı) içinde (271-285), (684-690). İstanbul: Kabalcı Yayınevi.

SİYO Reklamı (2019). Hayat Senin İstediğin Gibi Olsun. Erişim Tarihi: 12.11.2020 Erişim Adresi: https://www.youtube.com/watch?v=UEW7xRvKmrI

Tan, B. , Arabacıoğlu, P, F. (2020). Tarihi Çerçevede Mimari Tasarım: İstanbul Yenileme Alanları. Megaron Dergisi, 15 (2), 204-216. Erişim Tarihi: 24.12.2020 Erişim Adresi: https://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON-05935-ARTICLE_(THESIS)-TAN.pdf

Topay, G. , Erdem, R. (2019). Türkiye'de Tüketim Kültürünün Gelişimine Dair Kavramsal Bir İnceleme. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (35), 162-183. Erişim Tarihi: 04.11.2020 Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/sbe/issue/49505/603390

Tuztaşı, U. , Aşkun Yüce, İ. (2013). ''Türk Evi'' İdealleştirmesinde ''Osmanlı Evi'' ve ''Anadolu Evi'' Kavramlarının Ortaklıklarına İlişkin İşlevsel Açıklamalar. Bilig Dergisi, (66), 273-296. Erişim Tarihi: 05.10.2020 Erişim Adresi: https://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423872966.pdf

Yrd. Doç. Dr. Kayserili, A. , Yrd. Doç. Dr. Kocaman, S. (2014). Türkiye'de Modern Konut Kültürü. [Adobe Flash Player Sürümü] Erişim Tarihi: 08.10.2020 Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/275350670_Turkiye'de_Modern_Konut_Kulturu_Modern_Housing_Culture_in_Turkey

HALL ETKİSİ SENSÖRLER KULLANILARAK KONTROL CİHAZI TASARIMI

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: ASLI TURAN

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: ULAŞ GÜREL

İZMİR
2021

Özet

Giyilebilir teknoloji, herhangi bir parçası ya da tamamı kullanıcı tarafından giyilebilen teknolojilerdir. Hayatımızın birçok alanında bulunan giyilebilir teknoloji üç sektörde yoğunlaşmıştır. Bunlar sağlık, tekstil ve tüketici elektroniğidir. Bu projede tasarlanan kontrol cihazı da tüketici elektroniği aletlerine bir örnektir.

Özellikle pandemi döneminde bilgisayarlar, hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Bu projede uzun saatler boyunca bilgisayar kullanımından kaynaklı ortaya çıkması muhtemel bilek ağrıları ve yine yoğun bilek kullanımından ortaya çıkan karpal tünel sendromunu engellemeye yönelik fare teknolojisi çalışılmıştır. Ayrıca proje kapsamında tasarlanan farenin çeşitli nedenlerden ötürü hareket engeli olan bireylerin de bilgisayar kullanımını kolaylaştıracağı da düşünülmektedir.

Araştırmanın ilk aşamasında tek bir Hall etkisi sensörle, sensörün satüre olmadığı bölgeler bulunmaya çalışılmıştır. 10 mm uzaklığa kadar hem satüre olmadığı görülmüş hem de fare tasarımı için uygun bir uzaklık olduğuna karar verilmiştir. Daha sonra dört adet 49E model Hall etkisi sensörü karşılıklı olarak yerleştirilmiş ve manyetik alan ölçülerek mıknatısın konumu bulunmaya çalışılmıştır.

Elde edilen verilerle bir kontrol cihazı tasarlanmış, tasarlanan bu kontrol cihazı ergonomik bir giyilebilir fareye dönüştürülmüştür. Tasarımda fare pedi içerisinde dört adet karşılıklı yerleştirilmiş ve bir adet mıknatıslı yüzük yapılmıştır. 10x10 mm^2 lik alanda hareket ettirilen mıknatısın konumu ekrana büyütülerek yansıtılmıştır. Ayrıca elde edilen kontrol cihazı özelleştirilerek birçok aletin kontrolüne uygun hale getirilebileceği düşünülmektedir. Buna tekerlekli sandalyeler ve ameliyat robotları birer örnektir.

Anahtar kelimeler: Hall etkisi, giyilebilir fare teknolojileri, mıknatıs, karpal tünel sendromu.

Amaç

Projenin amacı, Hall etkisi sensör teknolojisini kullanarak düşük maliyetli giyilebilir fare tasarlamaktır. Tasarlanan farenin bilgisayar kullanan herkes tarafından kullanılabilir olması ve özellikle ergonomi sorunlarından kaynaklı bilek ağrıları yaşayanlar ile engelliler tarafından kullanılması hedeflenmiştir.

1. GİRİŞ

1.1. Giyilebilir Teknoloji

Teknoloji tarih öncesi çağlardan beri gelişmekte olan bir olgudur. Ancak bu olgu özellikle son yüzyıllarda farklı bir hal almış, daha hızlı bir şekilde değişmeye ve gelişmeye başlamıştır. Giyilebilir teknoloji de bu son yüzyıllarda ortaya çıkan hızla değişen teknolojinin bir ürünüdür. Bunlar sağlık, tekstil ve tüketici elektronik aletleridir (Çiçek, 2015). Giyilebilir teknoloji kullanıcının vücuduna giydiği teknolojilerdir. Dolayısıyla da giyilebilir fare teknolojileri kullanıcının genellikle eline giydiği fare teknolojileridir (Nugroho, 2013).

1.1.1. Giyilebilir Fare Teknolojileri

Günümüzde üç butonlu, bir altlık üzerinde hareket ettirilerek bilgisayar ekranı üzerindeki imleci kontrol edebilen farelerin kullanımı hala yaygındır. Bu tür fareler ucuz ve herkes tarafından kolayca erişilebilir olduğundan avantajlı olsa da el ve bilek ağrılarına yol açabilmekte, kullanımı sırasında bilek ve dirsek eklemlerini hareket ettirmek gerekmektedir. Ayrıca avuç içinin geniş yüzeyle teması gerektiğinden hijyen açısından sakıncalı olabilmektedir. Son yıllarda bu sorunların giderilebilmesi için giyilebilir imleç kontrol cihazları geliştirilmiştir (Manda, 2017).

1.2. Karpal Tünel Sendromu

Karpal tünel sendromu, yoğun kullanılan ellerde medyan sinirin üzerine sürekli baskıdan dolayı oluşur. Bu sinir Şekil-1 de gösterildiği gibi karpal tünelde bulunur ve kollardan avuç içine açılır. Görevi serçe parmak dışındaki parmakların avuç içine bakan kısmına his vermektir. Dolayısıyla medyan siniri sıkışan biri bu dört parmağında acı, ağrı ve uyuşukluk hisseder. Bu sendrom kadınlarda daha fazla görülmekte olup kişinin bileğini sürekli olarak bükmesi gereken durumlar tarafından tetiklenir. Fare ve klavye kullanımı da buna birer örnektir (Katz ve Simmons, 2002).

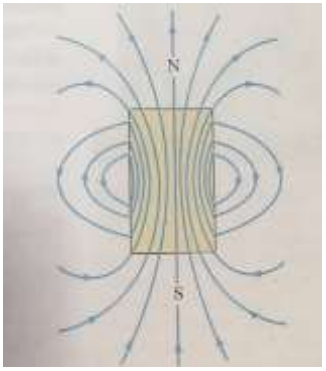


Şekil-1. Karpal Tünel ve Medyan Siniri (Altınel, 2021)

1.3 Manyetik Alan

Metallerde elektronlar serbest halde bulunur ve bir mıknatısın yaklaşmasıyla yükler belirli bir yönde hareket eder. Bu etkiye manyetik alan denir (Hu, 2021). Şekil 2'de manyetik alanın modellenmesi gösterilmektedir. Modellemede manyetik alan yönü hep aynı olduğundan çizgiler hiçbir zaman kesişemezler (Serway ve Beichner 2009).

Manyetik alan vektörel bir büyüklüktür ve standart uluslararası birim sistemine (SI) göre birimi Tesla (T)'dır. Ancak Gauss da sıkça kullanılmaktadır (Williams ve ark., 2011).



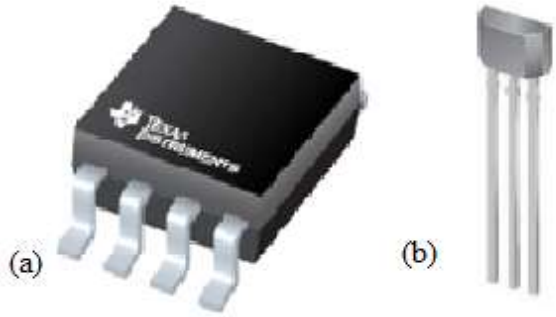
Şekil-2. Manyetik Alanın Modellenmesi (Serway ve Beichner, 2009)

1.4. Hall Etkisi

İçinden sürekli akım geçen bir plaka herhangi bir manyetik alanın içine girdiğinde artı ve eksi yükler manyetik akı çizgileri tarafından uygulanan kuvvetle levhanın iki tarafına doğru sapar. Bu şekilde bir potansiyel fark olur. Buna Hall etkisi denir (Popovic, 2003).

1.4.1. Hall Etkisi Sensör

Hall etkisi sensörler E. Hall'ın bulduğu etkiyle çalışır. Hall etkisi sensör P tipi yarı iletken malzemeden oluşur. Bu sensörler Hall etkisini ölçen bir sensör olup literatürde sıkça araştırılmış ve çok yaygın bir biçimde kullanılmıştır (Popovic, 2003). Şekil-3'te Hall Etkisi sensör çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil-3. Hall Etkisi Sensör Çeşitleri: a: Texas Instrument (2021), b: SEC Electronic (2021).

1.4.1.1 Hassasiyet

Hall etkisi sensörlerin besleme voltajları ile hassasiyetleri orantılıdır. Bu oran sensörler arasında farklılık gösterebilir. Sıfır manyetik alanda besleme voltajının yarısı çıkışta ölçülür. Örneğin besleme voltajı 5 V, 0 manyetik alanda yaklaşık 2,5 V çıkış voltajına sahip ve hassasiyetleri ise 2,5 mV/G olan sensörlerde her bir gauss manyetik alan artışı için 2,5 mV voltaj değişimi çıkışta görülecektir (Gilbert ve Dewey, 2013).

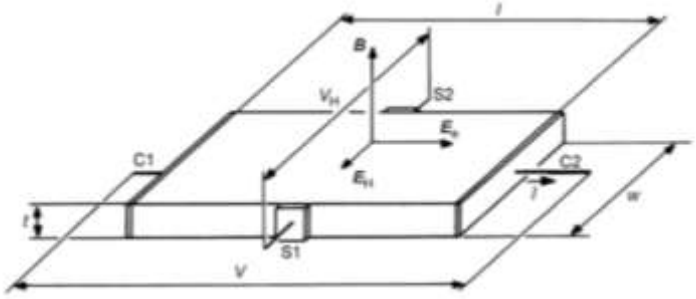
1.4.1.2. Bias Voltajı

Bias voltajı Hall etkisi sensörün sıfır manyetik alanda ölçtüğü Hall voltaj değeridir (Ramsden, 2011).

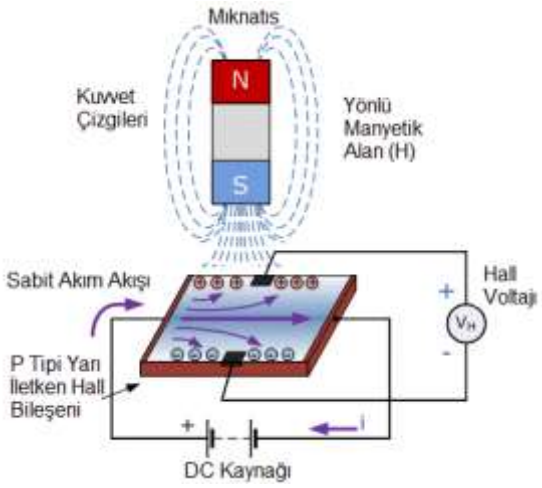
1.4.2. Hall Plakası

Hall'ın keşfettiği etkiye Hall etkisi, deney süresinde kullandığı düzeneğe Hall plakası denmekle beraber bugün kullandığımız sensörlere benzerler. Farklı terminolojilerde farklı kullanımları olan Hall etkisi sensörler temelde benzer prensiplere sahiptir (Popovic, 2003).

Basit bir Hall plakasında iletken bir plaka, çevresinde ise dört adet elektrikli kontak vardır. Bias akımı iki kontak aracılığıyla çalışır, bunlara akım kontakları denir. Diğer iki kontak da voltaj kontakları ya da duyu kontakları olarak adlandırılır. Eğer bir manyetik alan oluşursa duyu kontakları arasında voltaj oluşur. Bu voltaj Hall voltajı olarak adlandırılır. Şekil-4'te görülen Hall plakası çiziminde C_1 ve C_2 akım kontakları S_1 ve S_2 ise duyu kontaklarıdır. Şekil-5'te Hall etkisi sensörlerin çalışma ilkesi modellenlenmiştir (Popovic, 2003).



Şekil-4. Hall Plakası Çizimi (Popovic, 2003)



Şekil-5. Hall Etkisi Sensörün Çalışma İlkesi (Mekatronik Platformu, 2020).

2.YÖNTEM

2.1. Deneyde Kullanılan Malzemeler

Bu projede 15 mm çapında, 5 mm kalınlığında ve 5 mm çapında, 5 mm kalınlığında iki neodyum mıknatıs, bağlantı kabloları ve dört adet besleme voltajı 5 V, 0 manyetik alanda yaklaşık 2,5 V çıkış voltajına sahip ve hassasiyetleri ise 2,5 mV/G olan 49E model Hall etkisi sensör kullanılmıştır. Bir gövde ve üç bacaktan oluşan bu sensörün sol bacağı voltaj girişi, orta bacağı topraklama, sağ bacağı da sensörün okuduğu değerler içindir.

2.2. Deneyde Kullanılan Cihazlar

Bu projenin deney aşamasında kullanılan cihazlar, kablolarda temassızlık olup olmadığını ölçmek için UNI-T UT139C model multimetre, ölçüm sonuçlarının daha hatasız olabilmesi için mikroskoptur. Ayrıca Hall etkisi sensörle yapılan ölçümlerde ölçüm sonuçlarındaki hatayı en aza indirebilmek Arduino Uno ve yazılan fare kodunu çalıştırabilmek için Arduino Leonardo kullanılmıştır. Deneyde kullanılan cihazlardan bazıları Şekil-6'da gösterilmiştir.



Şekil-6. Deneyde Kullanılan Multimetre, Arduino Uno ve Leonardo

2.3. Deney Sürecince Kullanılan Programlar

Deney süresince Arduino' ya bağlı Hall etkisi sensörlerin okuduğu değerleri ölçebilmek için Arduino programı, programdan okunan değerleri tablo ve grafik haline getirmek için Microsoft Excel programı kullanılmıştır. Fare tasarımını yapabilmek için Creo Parametrics programı kullanılmıştır. Rapordaki deney düzeneklerinin çizimleri AutoCAD adlı uygulamada hazırlanmıştır.

2.4. Hall Etkisi Sensörler İçin Uygun Uzaklığı Bulma

Projenin ilk aşamasında Hall etkisi sensör incelenmiş, mıknatıs yaklaştırılıp uzaklaştırıldığında sensörlerin düzgün çalıştığı aralıklar bulunmak istemiştir. Bunun için mikroskobun mercek kısmına Tablo 1'de özellikleri verilen mıknatıs yerleştirilmiştir. Daha sonra sensörü, mıknatısla merkezleri çakışacak şekilde mikroskobun tablasına yerleştirmiş ve elde edilen veriler kaydedilmiştir.

Tablo-1'deki özelliklere göre mıknatısın belirli uzaklıkta manyetik alan özellikleri hesaplanarak ölçümlerle teorinin karşılaştırılması yapılmak istenmiştir. Bu hesaplamalar için Denklem-1 ve Denklem-2 kullanılmıştır.

$$B_z(z) = \frac{\mu_0 M}{2}\left(\frac{z + l/2}{\sqrt{r^2 + (z + l/2)^2}} - \frac{z - l/2}{\sqrt{r^2 + (z - l/2)^2}}\right)$$

Denklem-1. Lorentzian yaklaşımının denklemi (Öztürk ve Yariçi, 2019).

Teori ve ölçümü karşılaştırma aşamasında Denklem-2 kullanılmıştır. Verilen denklemde B Hall etkisi sensörün yüzeyine dik manyetik alan bileşeni, k hassasiyet 2,5 V ise 0 manyetik alanda gösterdiği değerdir.

$$V = k * B + 2{,}5V$$

Denklem 2- Hall Etkisi Sensörlerde Okunan Voltaj Değeri Denklemi (Öztürk ve Yariçi, 2019)

Tablo-1: Mıknatıs Özellikleri-1

Mıknatıs Manyetizasyonu	1000000 A/m
Mıknatıs Yarıçapı	7,5 mm
Mıknatıs Boyu	5 mm

2.4.1. Tek Bir Hall Etkisi Sensördeki Satüre Olmadığı Bölgeleri Bulma

İkinci aşamada, Şekil-7'de gösterilen tek sensör ve mıknatıs içeren Hall etkisi sensörü ile hazırlanan deney düzeneği sağa ve sola kaydırılmış ve elde edilen veriler kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler doğrultusunda sensörün satüre olmadığı optimum aralık bulunmuştur.



Şekil-7. Tek Sensör ve Mıknatıs İçeren Hall Etkisi Sensörü Deney Düzeneği

2.4.2. Dört Hall Etkisi Sensörün Aynı Anda Satüre Olmadan Çalıştığı Uzaklığı Bulma

Bu aşamada, önceki adımda elde ettiğimiz verilerden yararlanarak karşılıklı iki sensör için optimum uzaklık belirlenmiş, fare tasarımına da uygulanabilir bir uzaklık olmasına özen gösterilmiştir. Bunun için optimum uzaklık 1 cm olarak alınmıştır.

2.4.3 Dört Hall Etkisi Sensörü Optimum Uzaklıkta Test Etme

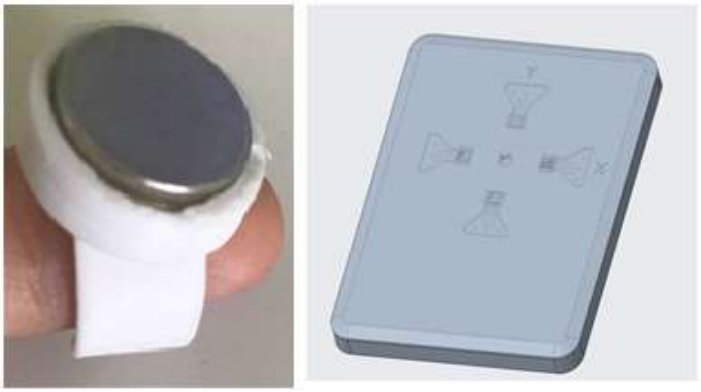
Bu aşamada, bir önceki aşamada 1 cm olarak belirlen optimum uzaklıkta sensörler karşılıklı yerleştirilirmiş ve elde edilen veriler tablo haline getirilip grafiğe dökülmüştür. Şekil-8'de dört sensör ve mıknatıs içeren Hall etkisi sensörü ile hazırlanan deney düzeneği gösterilmiştir.



Şekil-8. Dört Sensör ve Mıknatıs İçeren Hall Etkisi Sensörü ile Hazırlanan Deney Düzeneği

2.5. Creo Parametrics Programı Üzerinden Fare Tasarımı Yapma

Elde edilen veriler kullanılarak Creo Parametrics programında içinde dört adet Hall etkisi bulunduran ve Şekil-9'da gösterildiği gibi bir zemin ve parmağa takılabilmesi için bir adet yüzük tasarlanmıştır. Bu aşamada kullanıcı rahatlığı esas alınmıştır.



Şekil-9. Zemin ve Yüzük Tasarımı

2.6. 3D Yazıcıdan Fare Parçalarını Çıkartma ve Birleştirme

Bu aşamada önceki adımda tasarlanan parçalar 3D yazıcıda çıkarılmıştır. Daha sonra parçalar birleştirilmiştir. Birleştirildikten sonraki hali Şekil-10'da verilmiştir.



Şekil-10. Tasarlanan Yüzük ve Fare Prototipi

2.7. Yeni Fare Prototipi ile Ölçümler Alma

Bir önceki aşamada yapılan fare prototipinin yeni özellikleri göz önünde bulundurularak 4 mm aralıklarla tekrar ölçüm alınmıştır. Elde edilen sonuçlar tekrar bir grafiğe dökülüp karşılaştırılmış ve kontrol edilmiştir. Bu aşamada kullanılan kod Şekil-11'de verilmiştir.

```
const int HallU= A0; //Turuncu
const int HallR= A1; //Beyaz
const int HallD= A3; //Yeşil
const int HallL= A4; //Sarı

void setup() {
Serial.begin(9600);
pinMode(HallU,INPUT);
pinMode(HallR,INPUT);
pinMode(HallD,INPUT);
pinMode(HallL,INPUT);
}

 void loop() {
  Serial.println(" U      R      D      L    ");
  Serial.print((analogRead(HallU)));
  Serial.print("    ");
  Serial.print((analogRead(HallR)));
  Serial.print("    ");
  Serial.print((analogRead(HallD)));
  Serial.print("    ");
  Serial.println((analogRead(HallL)));
  delay(500);
}
```

Şekil-11. Tasarımın Kontrol Kodu

2.8. Arduino Programı Üzerinde Fare Kodunu Yazma

Elde edilen veriler kontrol edildikten sonra fare için uygun bir kod geliştirilmiş, kod yazılırken fare üzerindeki 10x10 mm^2 lik alanın bilgisayar ekranına aktarılması sağlanmıştır. Kullanıcının parmakla kontrol ettiği farenin konum değişimine göre ekrandaki imlecin konum değiştirilmesi sağlanmıştır. Fare imlecinin ekrandaki yerini belirlemekte kullanılan ve tıklama işlemini yapmamızı sağlayan kod Şekil-12'de verilmiştir.

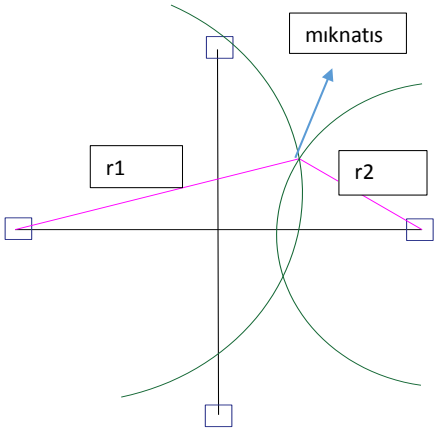
```
#include <Mouse.h>

int Hu = 0;
int Hr = 0;
int Hd = 0;
int Hl = 0;
int Hu0 = 0;
int Hr0 = 0;
int Hd0 = 0;
int Hl0 = 0;
const float RH = 10;
const int Xfactor = 700/RH;
const int Yfactor = 450/RH;
const int Dfactor = 50;
float Ru = 0;
float Rr = 0;
float Rd = 0;
float Rl = 0;
float Xr = 0;
float Yu = 0;
float X = 0;
float Y = 0;
float X0 = 0;
float Y0 = 0;
int dX = 0;
int dY = 0;
int Moverepeat = 0;
int Xdir = 1;
int Ydir = 1;
int Xmoveblock = Xdir * 127;
int Ymoveblock = Ydir * 127;
int Xmoveresidual = 0;
int Ymoveresidual = 0;

void setup() {
  Mouse.begin();

}

void loop() {
  Hu0 = Hu;
  Hr0 = Hr;
  Hd0 = Hd;
  Hl0 = Hl;
  Hu = analogRead(A1) - 494;
  Hr = analogRead(A2) - 538;
  Hd = analogRead(A3) - 513;
  Hl = analogRead(A4) - 519;
  if ( Hu < Hu0 && Hr < Hr0 && Hd < Hd0 && Hl < Hl0){
    Mouse.click();
    goto SON;
  }
  Ru = abs((10 * (10 - Hu) / (92 - 10)) + 10);
  Rr = abs((10 * (10 - Hr) / (96 - 10)) + 10);
  Rd = abs((10 * (16 - Hd) / (101 - 16)) + 10);
  Rl = abs((10 * (11 - Hl) / (100 - 10)) + 10);
  Xr = ((Rr * Rr - Rl * Rl) / RH + RH) / 2;
  Yu = ((Ru * Ru - Rd * Rd) / RH + RH) / 2;
  X0 = X;
  Y0 = Y;
  X = RH / 2 - Xr;
  Y = RH / 2 - Yu;
  dX = Xfactor * (X - X0);
  dY = Yfactor * (Y - Y0);
  Xdir = dX / abs(dX);
  Ydir = -1 * dY / abs(dY);
  dX = abs(dX);
  dY = abs(dY);
  if (dX >= dY) {
    Moverepeat = dX / 127;
    Xmoveblock = Xdir * 127;
    Ymoveblock = Ydir * (dY/dX) * 127;
    Xmoveresidual = Xdir * (dX - Moverepeat * Xmoveblock) ;
    Ymoveresidual = Ydir * (dY - Moverepeat * Ymoveblock) ;
    for (int i = 1; i <= Moverepeat; i++) Mouse.move (Xmoveblock, Ymoveblock, 0);
    Mouse.move (Xmoveresidual, Ymoveresidual, 0);
    }
  if (dX < dY) {
    Moverepeat = dY / 127;
    Xmoveblock = Xdir * (dX/dY) * 127;
    Ymoveblock = Ydir * 127;
    Xmoveresidual = Xdir * (dX - Moverepeat * Xmoveblock) ;

  if (dX < dY) {
    Moverepeat = dY / 127;
    Xmoveblock = Xdir * (dX/dY) * 127;
    Ymoveblock = Ydir * 127;
    Xmoveresidual = Xdir * (dX - Moverepeat * Xmoveblock) ;
    Ymoveresidual = Ydir * (dY - Moverepeat * Ymoveblock) ;
    for (int i = 1; i <= Moverepeat; i++) Mouse.move (Xmoveblock, Ymoveblock, 0);
    Mouse.move (Xmoveresidual, Ymoveresidual, 0);
  }
  SON:
  delay(Dfactor);
```

Şekil-12. Farenin Kontrol ve Tıklama Kodu

Şekil-12'de verilen kod ile öncelikle mıknatısın Hall etkisi sensörlere olan uzaklığı (r_1 ve

r_2) hesaplanmış, daha sonra bulunan bu değerlerle koordinat düzlemi üzerinde x ve y değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlerin bir önceki değerlerle ilişkisi incelenmiş ve birbiriyle karşılaştırıldığında mıknatısın nasıl hareket ettiği bulunmuştur.

Kod araştırmanın yapıldığı bilgisayarın ekran boyutlarına göre hazırlanmıştır. Boyutları 1600x900 mm olan bilgisayar ekranı koordinat sistemi gibi düşünülmüş, fare pedinin üzerindeki 10x10 mm^2'lik koordinat sisteminin büyütülerek aktarılması sağlanmıştır. Şekil-13'te verilen AutoCAD programı ile yapılan çizimde de görüldüğü üzere mıknatısın aynı eksen üzerindeki sensörlere uzaklığından oluşan r_1 ve r_2 yarıçaplı çemberlerin iki kesişim noktasından birinde olduğu bulunmuştur. Hangi kesişim noktasında olduğunu bulmak için de üçüncü bir sensörde okunan değer dikkate alınmıştır.



Şekil-13. AutoCAD Programında Çizilen Fare Algoritması

3. PROJE İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

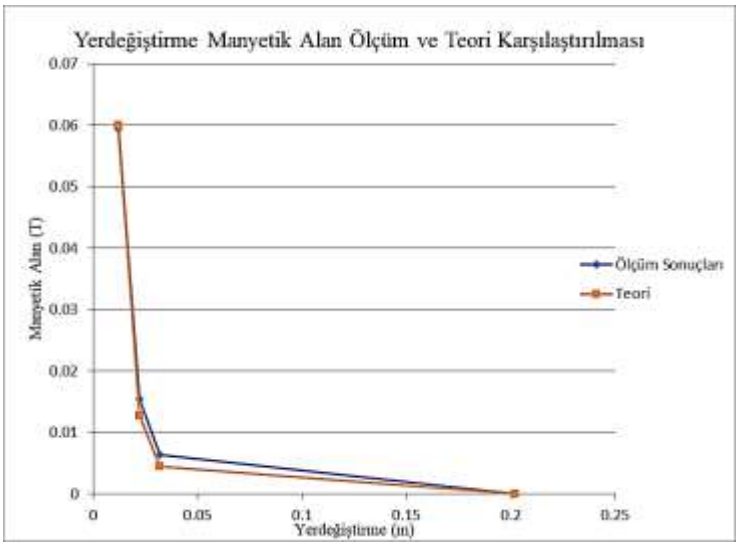
Tablo-2: Proje İş-Zaman Çizelgesi

İşin tanımı	Aylar							
	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat
Literatür taraması	X	X	X	X	X	X	X	
Veri toplanması			X	X	X	X	X	
Laboratuvar çalışması				X	X	X	X	
Proje raporu yazımı					X	X	X	X

4. BULGULAR

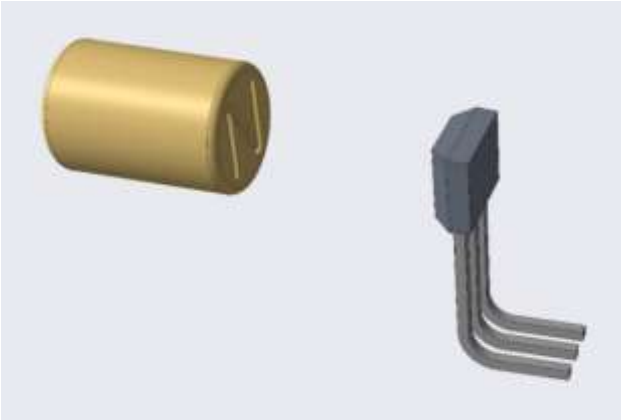
4.1. Elde Edilen Grafikler

Şekil-7'deki düzenek ile elde edilen ilk ölçüm sonuçları ile Denklem-1'in karşılaştırılması Şekil-14'te verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere ölçüm sonuçları ve formülle elde edilen veriler tutarlıdır.

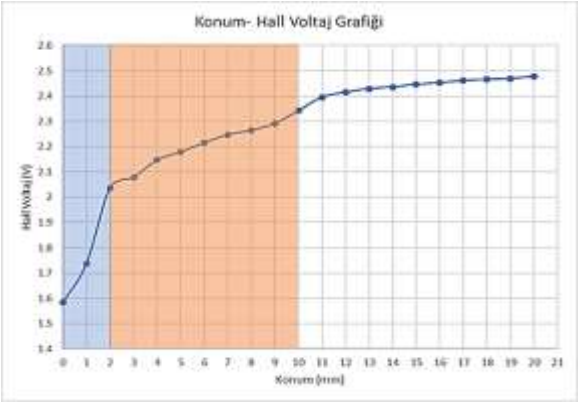


Şekil-14. Yerdeğiştirme ve Manyetik Alan Ölçüm ve Teori Karşılaştırılması

Şekil-7'de gösterilen ve Şekil-15'teki gibi Creo Parametrics programı ile modellenen tek sensör ve mıknatıs içeren Hall etkisi sensörü deney düzeneği üzerinde 1 mm aralıkla alınan ölçümler sonucunda Şekil-16'teki grafik elde edilmiştir. Grafikte işaretlenen mavi bölge en hassas bölge olmasına rağmen pratikte uygulanması zor olduğundan kırmızı ile gösterilen bölgenin (10 mm uzaklığın) en uygun olduğuna karar verilmiştir.

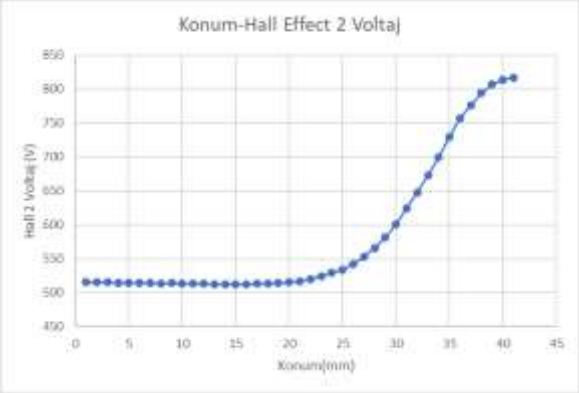


Şekil-15. Tek Sensör ve Mıknatıs İçeren Hall Etkisi Sensörü ile Hazırlanan Deney Düzeneğinin Modellemesi

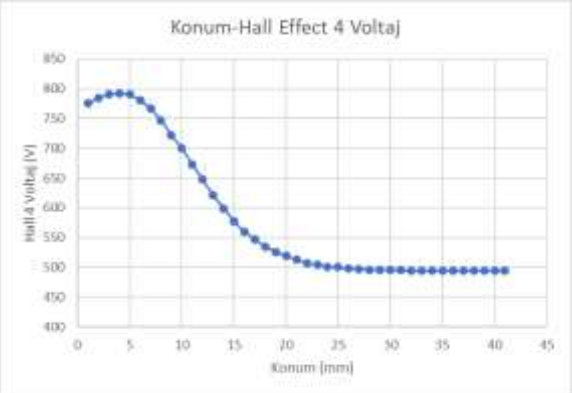


Şekil-16. Hall Etkisi Sensör ile Elde Edilen Konum-Voltaj Grafiği

Birbirinden 26 mm ve 40 mm uzakta olan iki Hall etkisi sensör çifti arasında bir mıknatıs hareket ettirilmiş, 40 mm uzaklıktaki çiftten Şekil-17 ve Şekil-18'deki konum-voltaj grafikleri elde edilmiştir. Bu grafiklerden yola çıkarak satüre olmadığı bölgeler bulunmuştur. Bu grafikte 15 milimetreden sonra Hall etkisi sensörlerin satüre olduğu ve 10 mm uzaklığa kadar sensörün düzgün çalıştığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle tasarlanacak farede karşılıklı iki Hall etkisi sensör arası 10 mm olmasına karar verilmiştir.

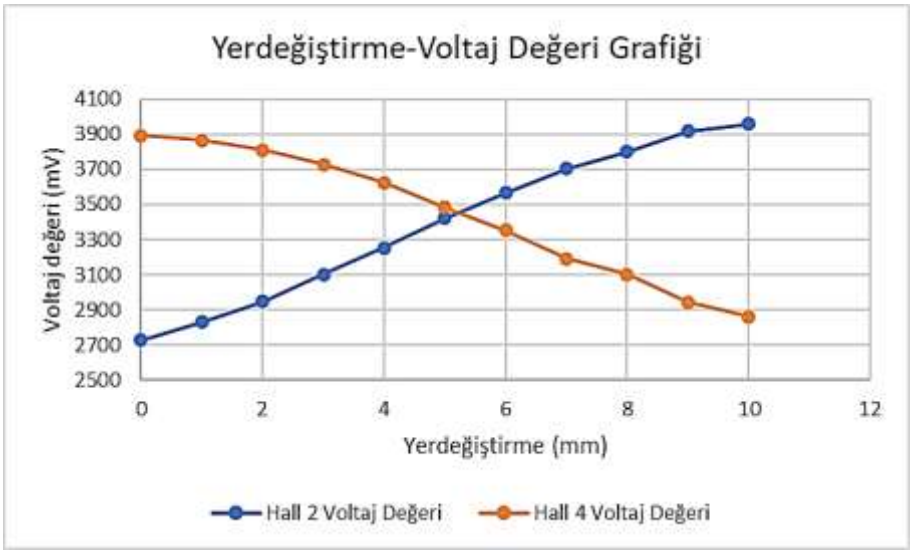


Şekil-17. Hall 2 Konum-Voltaj Grafiği



Şekil-18. Hall 4 Konum-Voltaj Grafiği

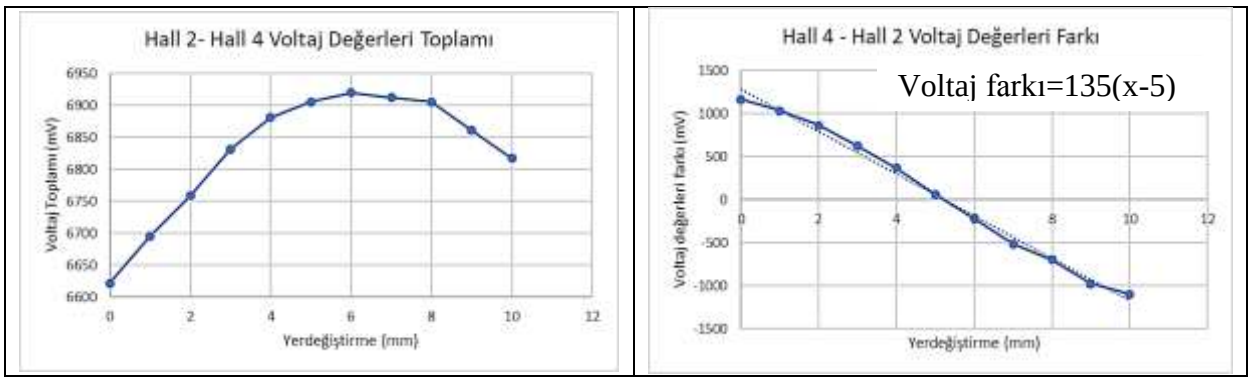
Daha sonra sensörler birbirine 10 mm uzaklıkta yerleştirilmiş ve ölçüm alınmıştır. Alınan ölçümler sonucunda elde edilen veriler toplam, fark grafikleri ve hassasiyet değerinin bulunabilmesi için mV değerine dönüştürülmüştür. Elde edilen veriler Şekil-19'da gösterildiği üzere satüre olmamıştır.



Şekil-19. Hall Etkisi Yerdeğiştirme-Voltaj Değişimi

Şekil-19'daki verilerden yararlanarak toplam ve fark grafikleri elde edilmiştir. Bu grafiklerden görüldüğü gibi iki sensörün toplam değeri yer değiştirmesinin karesiyle orantılı iken farkları ise doğrudan yer değiştirmesi ile orantılıdır. Bu durumun sebebi bir sensör değeri artarken diğerinin azalması sonucundandır. Bu grafik iki sensör arasında mıknatısın hareketinin basit bir doğrusal fonksiyon ile elde edilebileceğini göstermektedir. Bu durum sensör doğrulaştırma için kullanılabilecek alternatif bir yöntem olarak görülebilir. Sonuç olarak mıknatısın düzlem üzerindeki iki boyutlu konumu iki sensör yardımıyla belirlenebilmektedir. Ancak bu çalışmada hedeflenen, mıknatıs konumunun sadece iki boyutta değil de üç boyutta belirlenmesi olduğundan 4 sensörlü ölçümlere geçilmiştir.

Hall etkisi sensörler arası mesafe azaldıkça Şekil-20'deki toplam grafiğin eğimi artar. Dolayısıyla hassasiyet artar. 10 mm mesafede yerleştirilmiş sensörlerde 135 mV/mm hassasiyet elde edilmiştir. Hassasiyetin artmasıyla Hall etkisi sensörlerden ölçülen Hall voltajı daha kısa mesafede daha çok artar.



Şekil-20. Hall 2 ve Hall 4 Toplam- Fark Grafikleri

4.2. Örnek Tasarım ile Elde Edilen Grafikler

Mıknatısın boyutunun tasarlanan fareye göre çok büyük olmasından dolayı Tablo-3'te özellikleri verilen yeni bir mıknatısla çalışılmıştır. Bu şekilde hem kontrol kolaylaşmış hem de tek bir sensör için satüre olduğu bölge azaldığından fare daha düzgün çalışmıştır. Yeni mıknatıs için tasarlanan yüzük Şekil 21'de verilmiştir.

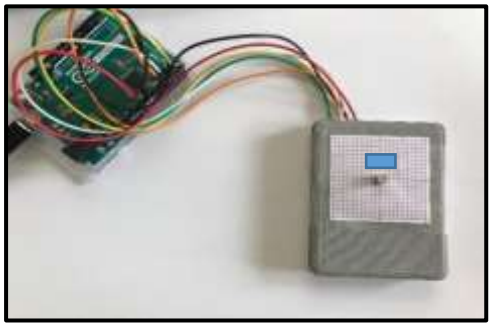
Tablo-3: Mıknatıs Özellikleri

Mıknatıs Yarıçapı	2.5 mm
Mıknatıs Boyu	5 mm

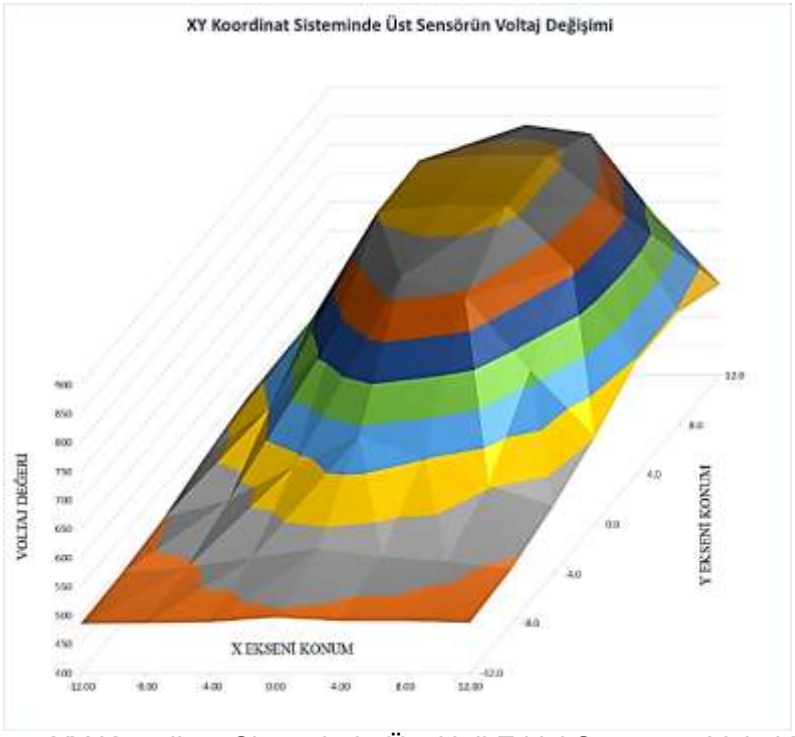


Şekil-21. Yeni Yüzük Tasarımı

Tasarımın üzerine merkezleri çakışacak şekilde bir koordinat düzlemi eklenmiş ve bu koordinat sistemi baz alınılarak 4 milimetrede bir ölçüm alınmıştır. Deney düzeneği Şekil-22'de ve mavi işaretli yerdeki sensörün, üst sensörün, ölçüm sonuçları Şekil-23'te verilmiştir.



Şekil-22. Yeni Fare Düzeneği



Şekil-23. XY Koordinat Sisteminde Üst Hall Etkisi Sensörün Voltaj Değişimi

Farenin voltaj değerleri kontrol edildikten sonra mıknatıs ve imlecin ilişkisi incelenmiştir. Mıknatıs 1 mm kaydırıldığında fare imlecinin ekran genişliğinin onda biri kadar değişime uğradığı gözlenmiştir.

Fare göreceli bir koordinat sistemi sayesinde çalışmaktadır. Başlatıldığı anda bulunduğu noktayı orjin noktası alır ve 10x10 mm^2'lik fare pedini ekrana büyüterek aktarır. Bu yüzden fare ekran büyüklüğüne göre ayarlanmalıdır. Şekil-24'te fare kullanılırken çekilen fotoğraflar verilmiştir.

Şekil-12'de verilen fare kodu Arduino programında yazılmıştır ve okunan voltaj değerinin dijitalleştirilmiş hâllerinin değişimlerinden yola çıkarak koordinat sistemindeki yeri bulunmaktadır.



Şekil-23. Fare Kullanılırken Çekilen Fotoğraflar

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Giyilebilir fare yapmak amacı ile başlanan proje başarı ile tamamlanmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Bu çalışmada, Hall etkisi sensörlerin çok hassas cihazlar olduğu, az miktardaki yer değiştirmeyi dahi algılayabildikleri görülmüştür. Bu nedenle birçok kumanda cihazı için uygun bir sensör olduğuna karar verilmiştir.
- Her sensör mıknatıs uzaklığına bağlı doğrusal olmayan bir çıkış verirken iki sensör arasında hareket ettirilen bir mıknatısın iki sensör farkı sonucunda doğrusal bir çıkış verebileceği alternatif bir yöntem bulunmuştur. İncelenen kaynaklarda bu doğrusallaştırma işleminin önemli olduğu görülmüştür. (Lopez-Martin ve Carlosena, 2013)
- Hall etkisi sensörler incelendikten sonra yakın bölgede daha hassas ölçüm yapabildiği gözlemlenmiş ve bu yüzden farenin tasarımında sensörlerin birbirlerine olan uzaklığının 10 mm olmasına karar verilmiştir.
- Deney aşamasındaki sonuçlardan yola çıkılarak bir fare tasarımı için kullanılması gereken Hall etkisi sensörü sayısının dört olduğuna karar verilmiştir. Bu sensörlerin karşılıklı yerleştirilmesi ile en verimli düzeneğin oluşturulacağı düşünülmektedir.
- Başta kullanılan mıknatısın çapının çok büyük olduğuna karar verildikten sonra tasarımda birtakım değişiklikler yapılmış ve bunun sonucunda 5 mm çapında ve 5 mm kalınlığındaki mıknatısın hem farenin düzgün çalışabilmesi hem de yüzüğün ergonomisi açısından en uygun ebatlar olduğuna karar verilmiştir.
- Hall etkisi sensörler manyetik alanı ölçer. Demir, nikel, kobalt gibi ferromanyetik malzemeler manyetik alanı etkiler. Dolayısıyla farenin yapımında ferromanyetik malzemelerin kullanılmamaması gerekmektedir.
- Literatürdeki çalışmalardan yola çıkarak (Lopez -Martin ve Carlosena, 2013) yapılan ölçüm türünün ve tasarımın amaca en uygun yöntem olduğu ortaya çıkmıştır.
- Literatürdeki benzer çalışmalardan yola çıkarak (Sreekantan ve Carlosena, 2013) doğrusallaştırma işleminde dört sensör kullanılarak mıknatısın iki değil üç boyuttaki konum ölçümüne imkân sağlanmış, böylece tasarlanan kontrol cihazına tıklama gibi özellikler eklenmesine olanak tanınmıştır.
- Fare tasarımı ile elin, kendi doğasına aykırı bükülmesine engel olunmuş böylece birtakım hastalık ve sendromlara karşı engelleyici bir rol oynayan yeni nesil bir fare tasarımı yapılmıştır.
- Bu tasarımda küçük parmak hareketleriyle fare kontrol edildiğinden çeşitli nedenlerden ötürü sadece parmağını oynatabilen bireylerin de bilgisayar kullanmasına olanak sağlamıştır.
- Özellikle pandemi sürecinde hayatın bilgisayar başına taşınması sebebiyle ortaya çıkabilecek bilek ağrıları da engellenmiştir.
- Bu projede konforlu ve düşük maliyetli giyilebilir bir fare yapmak amaçlanmıştır ve amaca ulaşılmıştır.

6. ÖNERİLER

- Bu araştırmada elde edilen bulgularla ve tasarım temel prensipleri kullanılarak, pek çok farklı kontrol aleti tasarlanabilir.
- Elde edilen verilerden yararlanılarak elektrikli tekerlekli sandalyeleri kontrol etmek için kontrol cihazları tasarlanabilir. Bu şekilde çeşitli nedenlerden dolayı kas kontrolü zaafiyeti gösteren insanlar bu yüzük sayesinde tekerlekli sandalyelerini kontrol edebileceklerdir.
- Sanayide kullanılmak üzere, istenirse bir iş kolunun kumanda edilmesinde benzer bir tasarıma sahip farklı bir kumanda aleti tasarlanabilir.
- Uzaktan kumandalı arabaları ve droneları kontrol edebilecek daha spesifik tasarımlar yapılabilir. Böylece tek bir kumanda aletiyle aracın hızı ve yönü kolayca ayarlanabilir.
- Aynı zamanda daha hassaslaştırılmış bir kumanda aleti robotik cerrahide

kullanılabilir. Robotik cerrahide robot kontrolünün hasta üzerinde çok kritik bir etkisi olduğundan bu tasarım kullanılarak bir ameliyat robotu kontrol edilebilir.

KAYNAKLAR

Altınel, L. (2021). Karpal Tünel Sendromu nedir? Nasıl tedavi edilir? Erişim tarihi: 03.01.2021. Erişim adresi: https://www.leventaltinel.com/karpal-tunel-sendromu-nedir-nasil-tedavi-edilir/

Çiçek, M. (2015). Wearable technologies and its future applications. International Journal of Electrical, Electronics and Data Communication. *3*(4), 45-50. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Mesut_Cicek2/publication/275580004_WEARABLE_TECHNOLOGIES_AND_ITS_FUTURE_APPLICATIONS/links/553f7de60cf2574dcf6296f1.pdf

Gilbert, J. ve Dewey, R. (2013). Linear hall-effect sensor ics. *Allegro MicroSystems LLC*. Erişim adresi: http://educypedia.karadimov.info/library/an27702.pdf

Hu, F. T., (2021). How the Magnetic Field Works. Erişim adresi: http://franklinhu.com/HowMagneticFieldWorks.pdf

Katz, J. N. ve Simmons, B. P. (2002). Carpal tunnel syndrome. New England Journal of Medicine. Çevrimiçi ön yayın. DOI: 10.1056/NEJMcp013018

Lopez-Martin, A. J. ve Carlosena, A. (2013, Şubat). Sensor signal linearization techniques: a comparative analysis. 2013 IEEE 4th Latin American Symposium on Circuits and Systems, Cusco. Çevrimiçi ön yayın. DOI: 10.1109/LASCAS.2013.6519013

Manda, O. R., (2017). Miniaturization of Computer Mouse as a Wearable Device. (Yayımlanmış doktora tezi). Teksas Devlet Üniversitesi/ENSTİTÜ, Teksas.

Mekatronik Platformu (2020). Hall etkisi sensörün çalışma ilkesi nasıldır? Erişim tarihi: 28.12.2020. Erişim adresi: https://www.mekatronikmuhendisligi.com/hall-etkisi-sensoru-nedir.html#:~:text=Bir%20Hall%20etkisi%20sens%C3%B6r%C3%BCnden%20gelen,verilen%20bir%20%C3%A7%C4%B1k%C4%B1%C5%9F%20voltaj%C4%B1%20%C3%BCretir.

Nugroho, J. (2013). A conceptual framework for designing wearable technology. (Yayımlanmış doktora tezi). Sydney Teknoloji Üniversitesi/enstitü, Sydney.

Öztürk, Y. ve Yariçi, I. (2019). Research on a novel magnetic tilt sensor designed using Hall elements and ferrofluid. Journal of Electrical Engineering. *70*(5), 406-411. Erişim adresi: https://content.sciendo.com/view/journals/jee/70/5/article-p406.xml

Popovic, R. S., (2003). Hall effect devices. [Önizleme] Erişim adresi: https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=005uBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=popovic&ots=oOLIxtAlc1&sig=lv4BjIGK3f7Pe2qFtP50YnW1Cqc&redir_esc=y#v=onepage&q=popovic&f=false

Ramsden, E., (2011). Hall-effect sensors: theory and application. [Önizleme] Erişim tarihi: https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=R8VAjMitH1QC&oi=fnd&pg=PP1&dq=ramsden&ots=XyJKMdKq2v&sig=c5kJ0afFHurh_xSZ4JgWAQEvueQ&redir_esc=y#v=onepage&q=ramsden&f=false

SEC Electronic (2021). Hall Etkisi Sensör Çeşitleri nelerdir? Erişim tarihi: 01.01.2021. Erişim adresi: https://www.sunrom.com/get/324700

Serway, R. A ve Beichner, R.J. (2009). Manyetik Alanlar. Çeviri Editörü: Prof. Dr. Kemal Çolakoğlu, Fen ve Mühendislik için fizik: Elektrik ve Manyetizma-Işık ve optik 2 içinde (905-906). Ankara: Palme Yayıncılık

Sreekantan, A. C. ve George, B. (2013). A linearizing digitizer for differential sensors with polynomial characteristics. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. Çevrimiçi ön yayın. DOI: 10.1109/TIM.2013.2286892

Texas Instrument (2021). Hall Etkisi Sensör Çeşitleri nelerdir? Erişim tarihi: 31.01.2021. Erişim adresi: https://www.ti.com/product/TMAG5170-Q1#design-development [Fotoğraf] Erişim tarihi: 31.01.2021

Williams, D., Mandal, N. G. ve Sharma, A. (2011). Electricity and magnetism. Anaesthesia & Intensive Care Medicine. Erişim adresi: https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2011.06.015

OTONOM SÜRÜŞ YAPABİLEN YAPAY ZEKA DONANIMLI ARAZİ ŞARTLARINA UYGUN MAYIN TARAMA ARACI

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: NAZİF BARTU ZORLU
EGE SÜMER

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: EMRE DEĞİRMENCİ

İZMİR
2021

Özet

Gerek savaş alanlarında gerek arazi bölgelerinde her sene binlerce yetişkin ve çocuk mayınlar nedeniyle hayatlarını kaybetmektedir. Uluslararası Kara Mayınları Yasaklama Kampanyası'na göre her sene tahmini 15.000-20.000 insan kara mayınları nedeniyle ya sakat kalmakta ya da ölmektedir. Kara mayınları veya patlamamış mühimmatlar, Çocuk Hakları Sözleşmesi'nin bir çocuğun yaşama hakkı, güvenli bir ortamda oynaması, eğitim gibi neredeyse bütün haklarını ihlal etmektedir. Bu veriler doğrultusunda mayın tarama araçlarının yetersiz kaldığı öngörülmektedir. Yapılan öngörü göz önüne alınarak, cihazın çeşitli araç gereçler ile geliştirilmesi doğrultusunda yaşanan can kayıplarının aza indirgenmesi amaçlanmaktadır.

Bu cihazda mayın tarama özelliğine askeri devriye görevlerinde destek olması için otonom sürüş destekli insan takip modu bulunmaktadır. Cihazın tasarımında yer alan Rocker-Bogie sistemi ile dağlık, engebeli arazi şartlarında kolay hareket etmesi sağlanmaktadır. Cihazda bulunan depolama alanı sayesinde askerlerin eşya taşımasına yardım sağlanmaktadır. Otonom sürüşlü harekete ek olarak, kumanda ile düşük gecikme ile cihazın hareketi kontrol edilebilmektedir. İçerisinde bulunan iki kamera sayesinde hem çevresindeki nesneleri hem de insanı tarayıp otonom sürüş yapabilmektedir. Aynı zamanda cihazın üstündeki GPS modülü sayesinde cihaz belirlenen konuma hareket edebilmektedir.

Cihaza yapılan sürüş testleri sonucu aracın istenilen yüksekliklerde hareketi sağlanmaktadır. Bu da cihazın fazla engebeli alanlarda hareketinin sağlanabileceği anlamına gelmektedir. Aynı zamanda yapılan tasarım sayesinde cihazın kumanda, telefon gibi istenilen hacim ve ağırlıktaki cisimleri taşıyabildiği gözlemlenmektedir. Cihazın kumanda ile düşük gecikmede hareket ettiği tespit edilmiş; otonom sürüşte de insan takip işlemlerinin yapılabildiği sonucuna ulaşılmaktadır. Cihaz üzerinde bulunan mayın dedektörü sayesinde yüksek orana sahip taramalar gerçekleşmektedir. Sistemde algılama ve gözlem için kullanılan kameralardan istenilen oranda netlik ve algılama sağlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Otonom sürüş, yapay zeka, uzaktan kontrol, insansız araç, mayın tarama

AMAÇ

Bu projenin amacı can kaybı ve engelliliğe neden olan mayınların tespit edilmesinde yardımcı olacak yapay zekadan yararlanarak otonom bir cihaz tasarlamaktır. Bu cihaz, engebeli bölgeleri aşabilmeli, kendi başına navigasyon işlemini başarabilmeli, yer altında bulunan mayınları yüksek tutarlılıkta tespit edebilmeli, ve donanımsal açıdan farklı görev şartlarına uyum sağlayabilecek performansa sahip olmalıdır. Araç, otonom operasyon kabiliyeti ile mayın tarama ve devriye görevlerinde insanın veya insanların hayatını riske atmamayı sağlamalıdır.

1. GİRİŞ

1.1 Yapay Zeka

Yapay Zeka, bir bilgisayarın kendi zekasını kullanarak çevresindeki olaylara karar vermesini sağlayan bir sistemdir. Bu sistem insan hayatında büyük bir yer kaplamaktadır. Özellikle akıllı telefonlarda, arabalarda, akıllı televizyonlarda ve bilgisayarlarda çeşitli yapay zekalar aktif şekilde kullanılmaktadır. Yapay zeka donanımına sahip teknolojik sistemler insanlara kıyasla aynı anda daha fazla işlemi daha kısa sürede gerçekleştirebilmektedirler. Aynı zamanda yapay zekaların eğitilme biçimlerine bağlı olarak olaylarda kesine yakın oranda karar verebilmektedir (Pirim, 2006).

1.1.1 Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi, algoritmalar yoluyla bilgisayarların belirli veriler doğrultusunda öğrenmesini sağlayan bir sistemdir. Öğrenim aktivitesiyle beraber bilgisayarlar problemlere kendi verileri doğrultusunda karar verilmektedir. Çalışma mantığına bakılırsa, belirli bir veri makineye gösterilmektedir. Bu verileri alan makine verileri kendi algoritmaları doğrultusunda

veriyi analiz edip öğrenmekte, farklı verileri de birbirinden ayırt etmektedir. Sonuç olarak da ayırt ettikten sonra karar verir ve ortaya bir sonuç çıkarmaktadır (Kaynar ve ark., 2016).

1.1.2 Görüntü İşleme

Görüntü işleme teknikleri ile sayısal görüntü verileri kullanılarak iyileştirilmiş veya daha farklı görüntüler elde edilebilmektedir. Nesne tanıma işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. Görüntü işleme bir dizi işlemlerden oluşmaktadır. Bu işlemler görüntünün yakalanması ile başlamaktadır, amaca yönelik farklı tekniklerin kullanılması ile devam etmektedir. İçerisinde matematik ve bilgisayar bilimini barındıran bu işlemler; tasarım, imalat, güvenlik, tıp, elektronik, makine, mimari gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Samtaş ve Gülesin, 2011).

1.1.3 Otonom Sürüş

Otonom araçlar, çevresinde bulunan cisimlerin hareketini ve konumunu algılayarak hareketini gerçekleştiren sistemlerdir. Otonom araçlar otomatik pilot sürüşünü, aracın üzerinde bulunan sensörler ile birlikte etrafındaki araç gibi nesnelerin konumlarını tespit ederek yapmaktadır. Bu sayede sensörler aracılığıyla gelen veriler doğrultusunda aracın yapacağı hareketler belirlenmektedir. Üzerinde bulunan kameralar ile birlikte çevrede bulunan cisimleri algılamaktadır (Lexus, 2021).

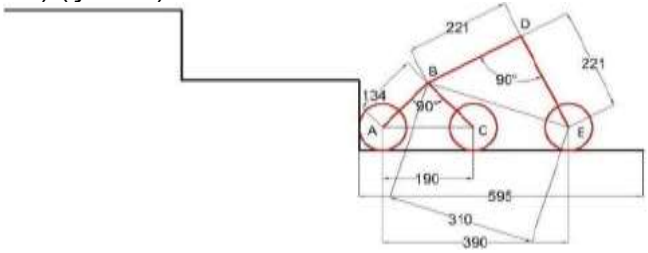
1.2 Mayın Tarama-Arama

Gerek savaş alanlarında gerek arazi bölgelerinde her sene binlerce yetişkin ve çocuk mayınlar nedeniyle hayatlarını kaybetmektedir. Uluslararası Kara Mayınları Yasaklama Kampanyası'na göre her sene tahmini 15.000-20.000 insan kara mayınları nedeniyle ya sakat kalmakta ya da ölmektedir. Kara mayınları veya patlamamış mühimmatlar, Çocuk Hakları Sözleşmesi'nin bir çocuğun yaşama hakkı, güvenli bir ortamda oynaması, eğitim gibi neredeyse bütün haklarını ihlal etmektedir (UNICEF, 2004).

Mayın tarama veya arama yapabilmek için bobin gerekmektedir. Özellikle mayın taramada veya aramada kullanılan bobinler daire şekline sahiptir. Bobini yapmak için daire şeklinden çıkarılan plastik veya benzeri, dedektörün etkilenip yanlış saptama yapmasını önleyici şasi yapılmıştır. Bu daire şeklindeki şasinin dış katmanı tek damarlı tel yardımıyla kaplanmıştır. Yapılan bobin ne kadar çok tek damarlı tel ile kaplanırsa alınan sonuçlar daha doğru ve mayın dedektörünün dedekte edebildiği derinlik artmış olacaktır. Tek damarlı tellerden geçen elektrik daire şeklindeki bobinin ortasında elektrik alanı yaratacaktır. Eğer bu elektrik alanına etki eden cisim metal veya elektrik iletkenliği olan bir madde ise düzenekte kullanılan geliştirici kartı bobin yardımıyla maddeyi saptayacak ve buzzerlar veya hoparlörler yardımıyla kullanıcıya ses yoluyla aktaracaktır (Arısoy, ve ark., 2017).

1.3 Rocker-Bogie Sistemi

Rocker-Bogie sistemi özellikle Mars rover görevlerinde kullanılmaktadır. Rocker-Bogie mekanizmasını üretirken önemli olan faktör aracın ölçüleri ve ayaklarının açısıdır. Aracın uzunluğu ve ölçüleri ihtiyaca göre değişebilmektedir. Rocker-Bogie'nin asıl hedefi 150 mm yükseklikteki cisimlerin (odun, taş, vs.) üzerinden rahatlıkla geçebilmektir. Rocker-Bogieler'in başka ana hedeflerinden biri de yaklaşık 45°'lik açılardaki yüzeylere tırmanabilmesidir (Chinchkar ve ark., 2017) (Şekil 1).



Şekil 1. Rocker-Bogie Sistemi (Chinchkar ve ark., 2017).

2.YÖNTEM

Cihaz üzerinde birbirinden farklı görevlere sahip 4 tane sistem bulunmaktadır. Bunlar Kamera sistemi, Araç Hareket sistemi, Mayın Tarama sistemi Rocker-Bogie sistemi, Enerji Depolama sistemidir.

2.1 Kullanılan Donanım

2.1.1 Jetson Nano

Jetson Nano, özellikle yapay zeka ve makine öğrenmesine (machine learning) odaklanan bir geliştirme kartıdır (Şekil 2). Jetson Nano üzerinde internet bağlantısı için ve ekran veya cihaz bağlantıları için portlar bulunmaktadır. Jetson Nano içerisinde 128 Çekirdekli Nvidia Maxwell grafik işleme ünitesi, Quad-Core ARM A57 1.43 GHz hızında işlemci ve 2GB 64-bit LPDDR4 25.6 GB/s hızında bellek bulunmaktadır. Sistem içerisine TensorRT gibi çeşitli kütüphaneler kullanılabilmektedir. Raspberry Pi gibi geliştirme kartları daha çok robotik alanda yapılan projelerde kullanılırken Jetson Nano daha çok grafik ve yapay zeka üzerine yapılan projelerde kullanılmaktadır. Jetson Nano üzerinde bulunan grafik işleme ünitesi sayesinde yapay zeka işlemleri 73 kata kadar daha hızlı tamamlanır (Nvidia, 2021).



Şekil 2. Jetson Nano (Open Zeka, 2021)

2.1.2 Arduino Uno

Arduino Uno Atmel ATMEGA328P mikro denetleyicisine sahip mikrodenetleyici karttır. Kart üzerinde 14 adet dijital giriş / çıkış pini (6 adeti PWM (Pulse Width Modulation Sinyal Genişlik Modülasyonu), 6 adet analog giriş pini, 16 MHz saat hızı için osilator, bir adet USB bağlantısı, bir adet DC güç girişi, bir adet ICSP bağlantı başlığı ve bir adet reset düğmesi bulunmaktadır. 32 KB kapasiteli bir flash belleğe sahiptir (Arduino, 2021) (Şekil, 3).



Şekil 3. Arduino Uno (Arduino, 2021)

2.1.3 Electronic Speed Control (Elektronik Hız Kontrol) Modülü (ESC Modülü)

ESC modülü, aracın hızlanmasını ve yavaşlamasını kontrol eden ve aracın motorlarına giden voltajı azaltıp yükselten bir sürücüdür (Şekil 4).



Şekil 4. ESC Modülü (Promodel, 2021)

2.1.4 GPS Modülü

Cihazda GPS modülü olarak U-Blox Neo-6M-0-001 modülü kullanılmıştır (Şekil 5). Bu modül bağımsız olarak GPS alıcısı olmakla beraber u-blox 6 konumlandırma motorunu kullanır. Aynı zamanda bu modül kompakt bir mimariye sahip olup yer anlamında kısıtlı mimariye sahip alanlarda kullanılabilmektedir. Bu cihazın çalışması için Adafruit Circuit Python GPS kütüphanesi kullanılmıştır.



Şekil 5. U-Blox Neo-6M-0-001(Inductive Twig, 2021)

2.1.5 DC Ayarlı Voltaj Düşürücü-Yükseltici

Dc ayarlı voltaj düşürücü-yükseltici, araca giden voltaj ayarını azaltabilmektedir veya yükseltebilmektedir. Bu projede LM2596 regülatörü kullanılmıştır (Şekil 6). Kullanılan regülatör enerji depolama sisteminden gelen 12 voltu 5 volta düşürmüştür. Böylelikle Arduinolar gerekli voltajda çalıştırılmıştır.



Şekil 6. LM2596 Regülatörü (Direnç, 2021)

2.1.6 Flysky FS-i6 2.4ghz Kumanda Ve FS-İA6B 6 Kanal Receiver

Araç ile iletişimin kolay olabilmesi için Flysky firmasının FS-iA 2.4GHZ 6 kanal vericisi kullanılmıştır. Kumandanın yazılımında yapılan değişiklikler ve eklenen yeni yazılımlarla vericisi 10 kanala çıkarılmıştır (Şekil 7). Fakat kumanda projede 6 kanala ayarlanarak kullanılmıştır.

Kumanda ile aracın iletişimini sağlamak için Flysky FS-i6 kumandasının kutu içeriğinden çıkan FS-İA6B 6 kanallı alıcı kullanılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Flysky FS-İ6 ve 6 Kanallı Alıcı (F1 Depo, 2021)

2.1.7 Logitech C920 HD Pro Kamera

Sistemin içerisinde yüksek çözünürlüklü Logitech C920 HD Pro Webcam kullanılmıştır (Şekil 8). Bu kamera ile birlikte 1080p 30 FPS çözünürlükte görüntü alınabilmektedir. Aynı zamanda esnek standı sayesinde kameranın araca monte edilmesi kolayca gerçekleşmektedir.



Şekil 8. Logitech C920 HD Pro Webcam (Amazon.com, 2021)

2.1.8 Pan Tilt - Jetson Nano IMX219 8 MP Gece Görüşlü Kamera

Sistemde, çevre gözlemlemek için Jetson Nano IMX219 8 MP Gece Görüşlü Kamera kullanılmaktadır. Gece vakti gözlem yapabilmesi için kameraya bağlı 2 parça halinde kızılötesi led ışık bulunmaktadır. Bu özelliğe ek olarak kamera diyagonal olarak 160°'lik görüş açısına sahiptir. Jetson Nano IMX219 8 MP Gece Görüşlü Kamera cihazda pan- tilt sistemi ile birlikte kullanılmaktadır. Pan-tilt sistemi ile birlikte kameranın yönü kolayca değiştirebilmektir. Jetson Nano IMX219 8 MP gece görüşlü kamera ve Pan-tilt sisteminin resimleri şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. 8MP IMX219-160IR Gece Görüşlü Kamera ve Pan-tilt Sistemi

2.1.9 Fırçasız DC Motorlar

Araçta 6 adet 12V 100RPM Dc motor kullanılmıştır (Şekil 10). Motorun çapı 37mm olup ağırlığı 175 gramdır. Motor dakikada 100 devir yapmaktadır.



Şekil 10. 12V 100 RPM Redüktörlü DC Motor (Robotzade, 2021)

2.1.10 Servo Motorlar

Cihazda 6 adet MG996 RC servo motoru kullanılmıştır (Şekil 11). Bu motorlar 270°'ye kadar dönme açısına sahiptirler.



Şekil 11. MG996 RC Servo (Robotzade, 2021)

2.1.11 Motor Sürücüsü

Cihazda motor sürücüsü olarak L298N kullanılmıştır (Şekil 12). L298N başka herhangi bir cihaza bağlı olmayarak kendi başına 2 motoru kullanabilmektedir. Aynı zamanda her kanala 2 amper akım verebilmektedir.



Şekil 12. L298N Voltaj Regulatörlü Çift Motor Sürücü (Robotistan, 2021)

2.2 Kullanılan Yazılımlar ve Kütüphaneler

Sistemin çalıştırılmasında hem cihazın kontrolü açısından hem de cihazın çalışması için yazılım kitleri ve kütüphaneler kullanılmıştır.

2.2.1 Nvidia Jetpack

Nvidia JetPack yazılım kiti, yapay zeka donanımlı uygulamaların yaratılması için kullanılan en kapsamlı kitlerinden biridir. JetPack yazılım kiti, derin öğrenme, bilgisayar görüşü ve hızlandırılmış hesaplama ve multimedya için CUDA-X ile hızlandırılmış kütüphaneler, Linux işletim sistemi ile en güncel sürüm Linux paketini (L4T) içermektedir (Nvidia Developer, 2020). Cihazda sistemin kolay kullanılabilir ve yüksek hızda çalışması açısından JetPack 4.5, sistem kurulumunun yapılması sırasında cihaza kurulmuştur. Aynı zamanda sistemde görüntü işlemek için kullanılan TensorRT kütüphanesini de içermektedir.

2.2.2 Jetson-GPIO kütüphanesi

Jetson-GPIO kütüphanesi, cihazda kullanılan Jetson Nano'nun üzerinde bulunan pinlerin çalışması ve bu pinlerin görevlerinin daha rahat belirlenebilmesi için geliştirilen bir kütüphanedir. Cihazda bu pinler üzerinden motorların hareketi gibi işlemler sağlanmaktadır.

2.2.3 Gstreamer

Gstreamer, ses ve görüntü aktarımını sağlayan bir çerçevedir. Özellikle gerçek zamanlı yayın ve görüntüleme işlemi yapan uygulamalarda kullanılmaktadır. Sistemde cihazın görüntüleme ve algılama işlemlerinin kontrolü açısından önem taşımaktadır. Kullanılan bu çerçeve sayesinde kişisel dizüstü bilgisayar üzerinden cihazın uzaktan elde ettiği görüntüler görüntülenebilmektedir. Gstreamer çerçevesinin çalışması için hem cihaz tarafında hem de kontrol edilecek olan bilgisayar tarafında gerekli kodlar girilmektedir (Şekil 13 ve 14).

```
gst-launch-1.0 udpsrc port=5000 ! application/x-rtp, encoding-name=H265, payload=96 ! rtph265depay ! h265parse ! queue ! avdec_h265 ! autovideosink sync=false async=false -e
```

Şekil 13. Windows Bilgisayar Gstreamer Çalıştırma Kodu

```
gst-launch-1.0 -e nvarguscamerasrc ! 'video/x-raw(memory:NVMM), width=1920, height=1080, format=NV12, framerate=30/1' ! nvv4l2h265enc bitrate=8000000 ! rtph265pay mtu=1400 ! udpsink host=192.168.2.177 port=5000 sync=false async=false
```

Şekil 14. Jetson Nano Gstreamer Çalıştırma Kodu

2.2.4 TensorRT

Nvidia TensorRT kütüphanesi CUDA (Compute Unified Device Architecture/Hesap Birleşik Cihaz Mimarisi) yüksek performanslı sonuç sağlayan bir C++ kütüphanesidir. Tensorflow, Caffe, PyTorch, MXNet gibi eğitilebilen sistemler ile tamamlayıcı biçimde çalışan bir şekilde tasarlanmıştır (Nvidia, 2021). Nvidia TensorRT kütüphanesi sayesinde sistem optimize ve az gecikme süresi ile çalışmaktadır. Bu sayede derin öğrenmeye dayalı görüntü işlemleri kolaylıkla gerçekleşebilmektedir.

2.2.5 SSD MobileNet V2

SSD-Mobilenet V2, cisim algılama işlemlerini kolaylıkla gerçekleştirebilen bir modeldir. İçerisinde 90'a yakın sayıda önceden eğitilmiş sınıflar bulunmaktadır. Cihazda algılamaların yapılması açısından önem taşımaktadır. Sistemde cisim algılama ve bu doğrultuda insan takip işlemlerinin yapılması için TensorRT ile kullanılmıştır. Bu sayede cihaz 90'a yakın cismi tanıyabilmektedir.

2.2.6 Adafruit Circuit Python GPS Kütüphanesi

Adafruit Circuit Python GPS kütüphanesi, Raspberry Pi ve Jetson Nano gibi geliştirici kartlarında UART Seri iletişim protokolünü kullanan GPS modüllerinden veri almak için tasarlanmıştır. Jetson Nano'ya bağlı bulunan U-Blox Neo-6M-0-001 adlı GPS modülünün çalışması için kullanılmaktadır.

2.3 Kamera Sistemi

Cihazda Jetson Nano IMX219 8 MP gece görüşlü kamera ve Logitech C920 HD Pro web kamerası olmak üzere iki kamera kullanılmıştır. IMX219 sensörlü kızılötesi gece görüş kamerası, pan-tilt sistemi ile birlikte kullanılıp çevre gözleme amacı ile kullanılmaktadır. Pan-tilt sistemi kumanda ile uzaktan kontrol edilebilir olmakla beraber daha geniş bir görüş açısının sağlanması hedeflenmektedir. Logitech kamera sistemde önemli bir rol oynayan cisim algılama ve otonom sürüş işlemlerinin yapılmasında kullanılmaktadır.

2.4 Araç Hareket Sistemi

Araç hareket sisteminde ESC modülü, 6 adet 12V 100RPM Dc motor (6 tekerlek için) ve Arduino kullanılmıştır. Kullanılan bu sistem alıcı yardımıyla kumandaya iletilmektedir. Kumandadan araca verilen komutlar sırasıyla alıcıya, Arduino, ESC Modülü ardından tekerleklere aktarılır ve araç hareket etmektedir. Araca eklenilen 6 adet MG996 servo motorları sayesinde araç kendi ekseni etrafında ve 90˚'lik açıda dönebilmektedir. Ayrıca motorların ve servoların doğru voltu aldığından emin olmak ve kumanda tarafından verilen komutları düzenlemek için bir tane L298 motor sürücü kartı kullanılmaktadır. Yazılan Arduino kodlarının hepsi ekte belirtilmektedir (Şekil 15 ve 16).

```
#include <Servo.h> // Servo.h kütüphanesi yüklenir

Servo servo1;  // Servoları kontrol etmek için objeler
Servo servo2;  // oluşturulur.
Servo servo3;
Servo servo4;
Servo servo5;
Servo servo6;

int dataFromCh1 = 0;  // Alıcı verisini kaydetmek için gereken süre
int dataFromCh2 = 0;  // (1000-2000 ms arasında tepki zamanı)

void setup() {
  pinMode(5, INPUT); // Pinler 5 ve 6 giriş pini olarak ayarlanır.
  pinMode(6, INPUT);/
  servo1.attach(9); // Servo objeleri bağlı olduğu pinlere bağlanır.
  servo2.attach(10);
  servo3.attach(11);
  servo4.attach(12);
  servo5.attach(13);
  servo6.attach(14);
  Serial.begin (9600); // Seri bağlantı kurulur.
}
```

Şekil 15. Araç Arduino Hareket Modu Kodları (1)

```
void loop() {
  dataFromCh1 = pulseIn(5, HIGH, 25000); // Kanalların değerleri okunur.
  dataFromCh2 = pulseIn(6, HIGH, 25000);
  Serial.print("Direksyon kanalı 1:");
  Serial.println(dataFromCh1);        // 1. kanalın değeri yazılır
```

```
  Serial.print("Mod seçimi kanalı 2:");
  Serial.println(dataFromCh2);        // 2. kanalın değeri yazılır.

    if (dataFromCh2 >= 1500) { // İlk modda servolar ters yönlere döner.
       int possitionOfservo = map(dataFromCh1, 1000, 2000, 0, 180);

       servo1.write(possitionOfservo); // Servoların değerleri atanır.
       servo2.write(possitionOfservo);
       servo3.write(90); // Ortadaki servolar 90 derecede bırakılır.
       servo4.write(90);
       servo5.write(-possitionOfservo);
       servo6.write(-possitionOfservo);
       }
    else { // 2. modda tüm servolar aynı yöne döner.
       int possitionOfservo = map(dataFromCh1, 1000, 2000, 0, 180);

       servo1.write(possitionOfservo); // Servo değerleri atanır.
       servo2.write(possitionOfservo);
       servo3.write(possitionOfservo);
       servo4.write(possitionOfservo);
       servo5.write(possitionOfservo);
       servo6.write(possitionOfservo);
    }
}
```

Şekil 16. Araç Arduino Hareket Modu Kodları (2)

2.4.1 Otonom Sürüş Sistemi

Otonom sürüş sisteminin çalışma mantığına bakıldığında ilk olarak Jetson.GPIO gibi gerekli kütüphaneler kodun içerisine yüklenir. Bu adımdan sonra giriş cihazları yaratılmaktadır. Bu cihazlar sisteme veri gönderir. Tarama ve tanıma işlemlerinin gerçekleşmesi için gerekli cisim tarama kodu, Ssd Mobilenet V2 modeli ile birleştirilip kullanıma hazır hale getirilmektedir. Bundan sonra pinlerin çıkış değerleri belirlenir. Bu sistemin kodları Şekil 17, 18, 19, 20, 21 ve 22'de gösterilmiştir. Şekil 23'te Ssd Mobilenet V2'nin nasıl çalıştığı gösterilmiştir.

```
import jetson.inference
import jetson.utils
import math
import RPi.GPIO as GPIO
import time                # Kütüphaneler yüklenir
import argparse
import sys
EN1 = 33
IN1 = 35
IN2 = 37         # Jetson üzerindeki pin numaraları
EN2 23
IN3 = 19
IN4 =21

net = jetson.inference.detectNet("ssd-mobilenet-v2", threshold =0.5)
camera = jetson.utils.gstCamera(1280, 720, "/dev/video0")

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(EN1, GPIO.OUT, initial=GPIO.LOW)
GPIO.setup(IN1, GPIO.OUT, initial=GPIO.LOW)
GPIO.setup(IN2, GPIO.OUT, initial=GPIO.LOW)   # Pinlerin başlangıç değerleri ayarlanır
GPIO.setup(EN2, GPIO.OUT, initial=GPIO.LOW)
GPIO.setup(IN3, GPIO.OUT, initial=GPIO.LOW)
GPIO.setup(IN4, GPIO.OUT, initial=GPIO.LOW)
```

Şekil 17. Otonom Sürüş Kodu (1)

```
GPIO.output(EN1, GPIO.HIGH)
GPIO.output(IN1, GPIO.LOW)
GPIO.output(IN2, GPIO.LOW)     #EN1 ve EN2 pinlerine çıkış
GPIO.output(EN2, GPIO.HIGH)
GPIO.output(IN3, GPIO.LOW)
GPIO.output(IN4, GPIO.LOW)
time.sleep(1)
```

Şekil 18. Otonom Sürüş Kodu (2)

```
def forward():
    GPIO.output(IN1, GPIO.HIGH)
    GPIO.output(IN3, GPIO.HIGH)
    GPIO.output(IN2, GPIO.LOW)
    GPIO.output(IN4, GPIO.LOW)
                        #Komutlar ayarlanır
def backwards():
    GPIO.output(IN1, GPIO.LOW)
    GPIO.output(IN3, GPIO.LOW)
    GPIO.output(IN2, GPIO.HIGH)
    GPIO.output(IN4, GPIO.HIGH)
```

Şekil 19. Otonom Sürüş Kodu (3)

```
def stop():
    GPIO.output(IN1, GPIO.LOW)
    GPIO.output(IN3, GPIO.LOW)
```

```
    GPIO.output(IN2, GPIO.LOW)
    GPIO.output(IN4, GPIO.LOW)

def right():
    GPIO.output(IN1, GPIO.HIGH)
    GPIO.output(IN3, GPIO.LOW)
    GPIO.output(IN2, GPIO.HIGH)
    GPIO.output(IN4, GPIO.LOW)

def left():
    GPIO.output(IN1, GPIO.LOW)
    GPIO.output(IN3, GPIO.HIGH)
    GPIO.output(IN2, GPIO.LOW)
    GPIO.output(IN4, GPIO.HIGH)
```

Şekil 20. Otonom Sürüş Kodu (4)

Bu adımdan sonra belirlenen pinler üzerinden motorlar yardımıyla cihazın hareket etmesi sağlanmaktadır.

```
while True:
    img, width, height = camera.CaptureRGBA()
    detections = net.Detect(img, width, height)
```

Şekil 21. Otonom Sürüş Kodu (5)

```
for detection in detections:
    first_person = detections[0].ClassID
    location =detections[0].Center[0]
    right_value = detections[0].Right  # Taramaların Değerleri
    left_value = detections[0].Left
    width = detections[0].Width

    if detections[0].ClassID == 1:
        print(detections[0])
        if right_value == 1100:
            right()
        elif 620<location<660:      # Motorların hareketi
            forward()
        elif left_value <= 160:
            left()
        else:
            stop()
```

Şekil 22. Otonom Sürüş Kodu (6)



Şekil 23. İnsan Tespiti

2.4.2 GPS ile Hareket

Cihaz üzerinde bulunan GPS modülü sayesinde verilen koordinatlar doğrultusunda hareket sağlayabilmektedir. GPS modülünün kullanılması için Adafruit_CircuitPython_GPS kütüphanesi kullanılmıştır. Şekil 24 ve 25'te koordinatların kayıt edilmesi için gereken gps_datalogging.py kodu verilmiştir.

```
import board
import busio
import adafruit_gps
```

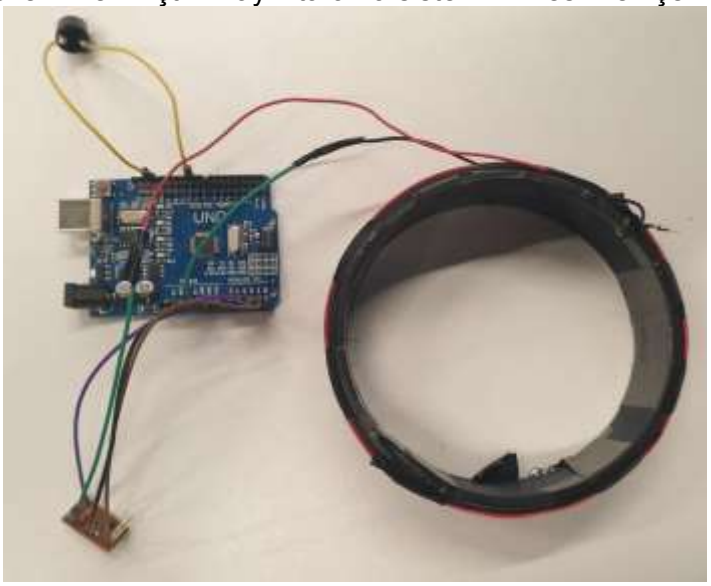
Şekil 24. GPS Veri Kaydetme Kodu (1)

```
LOG_FILE = "gps.txt"
LOG_MODE = "ab"
#Varsayılan hızda GPS bağlantısı için seri bağlantı yapılır
uart = busio.UART(board.TX, board.RX, baudrate=9600, timeout=10)

# GPS modülü örneği yaratılır
gps = adafruit_gps.GPS(uart)  # UART/pyserial
# GPS modülünden gelen veriler sonuç dosyasına yazılır
with open(LOG_FILE, LOG_MODE) as outfile:
    while True:
        sentence = gps.readline()
        if not sentence:
            continue
        print(str(sentence, "ascii").strip())
        outfile.write(sentence)
        outfile.flush()
```

Şekil 25. GPS Veri Kaydetme Kodu (2)

2.5 Mayın Tarama Sistemi

Mayın tarama sistemi için; 36 metre uzunluğunda bakır tek damarlı kablo (bobin yapımı için 3 kez sarılmıştır), 1 tane yüksek sesli buzzer, 1 tane 220 ohm direnç, 1 tane 330 ohm direnç, 1 tane 10nf seramik kondansatör, 1 tane 1n4148 diyot kullanılmıştır ardından bu bileşenler PCB'ye lehimlenmiştir. Mayin tarama sisteminin resimleri şekil 26'da verilmiştir.



Şekil 26. Mayın Tarama Sistemi

2.6 Enerji Depolama Sistemi

Araçta toplamda 9 adet Panasonic NCR18650B 3,7v 3400mAh Lityum-İyon şarjlı batarya bulunmaktadır.. 9 tane Panasonic NCR18650B 3,7v 3400mAh li-ion şarjlı pili 3x3x3 şeklinde dizilerek. 12 V 10200mA Lityum-İyon batarya paketi yapılmıştır. Batarya ve bataryaların dizilişleri şekil 27'de verilmiştir.



Şekil 27. Panasonic NCR18650B 3,7v 3400mAh Li-Ion Şarjlı Pil (Tumsarf, 2021) ve Pillerinin 3x3x3 Dizilimi

2.7 Tasarım

Aracın çizimleri Shapr 3D ve Fusion 360 programlarıyla yapılmıştır. Yapılan bu çizimler ardından Zaxe X1+ adlı 3D yazıcıda çıkarılmış ve çıkarılan parçalar birbirine vida ve somunlar vasıtasıyla montajlanmıştır. Aracın tasarımlarıyla ilgili resimler kronolojik olarak şekil 28, 29, 30, 31 ve 32'de gösterilmiştir.

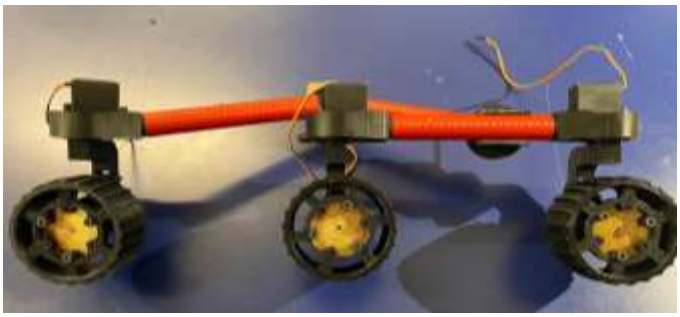


Şekil 28. DC Motor Bağlantısı



Şekil 29. Aracın Bir Bacağı

Dc Motorun tekerleklerle ve aracın bacağına bağlanacak uzantısıyla olan bağlantısı Şekil 28'de belirtilmiştir. Aracın bir bacağındaki 130 mm, 150 mm ve 180 mm boruların bağlantısı Şekil 29'da belirtilmiştir.



Şekil 30. Aracın Şekil 28 ve Şekil 29'daki Komponentlerle Bağlantısı



Şekil 31. Aracın Son Hali



Şekil 32. Aracın Son Hali

2.7.1 Rocker-Bogie Sistemi

Rocker-Bogie sistemi yaklaşık 140 mm yükseklikteki yere tırmanabileceği ve 180 mm aşağıya inebileceği görülmüş ve raporlanmıştır (Şekil 33).



Şekil 33. Rocker Bogie Sistemi

3. İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

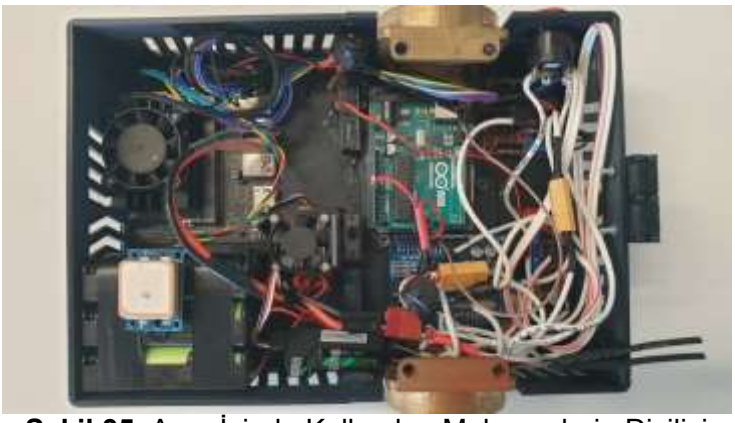
İşin Tanımı	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	
Araç Tasarımı ve Geliştirilmesi		X	X	X	X	X	
Proje Raporu Yazımı			X	X	X	X	X

4. BULGULAR

Aracın, dış tasarımı Şekil 34'te. İç tasarımı ve parça konumlandırması Şekil 35'te verilmiştir.



Şekil 34. Aracın Dış Tasarımının Son Hali



Şekil 35. Arac İçinde Kullanılan Malzemelerin Dizilişi

4.1 Kamera Sistemi

Cihaz, yüksek verimlilikteki H265 codec bileşeni ve Gstreamer kütüphanesinin düşük gecikmeli modüllerini kullanarak pan-tilt sistemi ile gece görüşlü kameradan ve sabit takip kamerasından gerçek zamanlı görüntü aktarımı sağlar. Gece görüşü kamerası pan-tilt sistemi sayesinde 270°'lik görüş açısına ulaşabilir.

4.2 Araç Hareket Sistemi

Araç, maksimum 1 metre/saniyede ilerler ve normal ve önerilen gidiş hızı 0,4 metre/saniyedir. Doğru kodlar ile geliştirilirse internet üzerinden erişimi ile kesin sonuçlar alınır. Rocker-Bogie sistemi, maksimum 100 mm yüksekliğindeki yere kolaylıkla çıkabilir ve 200 mm alcaktaki yere kolaylıkla indebildiği görülmüştür.

4.3 Otonom Sürüş Sistemi

Otonom sürüş sisteminde kullanılan Nvidia Jetson Nano, Ssd Mobilenet V2 modeli kullanılması ile birçok farklı cisimde yüksek oranda doğrulukla tanıma yapılmaktadır. Özellikle insanı tanıma oranı, genel olarak yapılan testlerde 90% üzeri olduğu görülmüştür. Bununla birlikte insan taramasında yüzde maske olmasına rağmen aynı oranı korumayı başarmaktadır.

4.4 Mayın Tarama Sistemi

Mayın tarama sistemi 2.5 metre aşağısında yer alan metal cismi görebildiği tespit edilmiştir. Mayın tarama sisteminde kullanılan buzzerın ses seviyesi desibelmetre ile ölçülmüş ve 70 dB (desibel) olduğu bulunmuştur.

4.5 Enerji Depolama Sistemi

Enerji depolama sisteminde kullanılan Lityum-İyon batarya paketi 12V gerilimde olup 10.2Ah akım kapasitesi sayesinde kullanıcılara yaklaşık 45 dakika aktif kullanım süresi tanımaktadır. Jetson Nano geliştirici kitinin tam performansta çalışabilmesi için seçilen LM2596S voltaj regülatörü sağlıklı 5V3A çıkışı sağlamıştır. Gerilimi aynı şekilde 5V olan 6 adet SG596 ve 2 adet SG90 servo motor ve FS-İA6B uzun menzilli alıcı, kullanılan elektronik hız kontrolcüsünün 5V'luk çıkışı tarafından beslenmektedir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen proje sayesinde mayın tarama işlemi insanlar yerine otonom sürüş yapabilen yapay zeka donanımlı zorlu arazi şartlarında kolaylıkla kullanabilecek mayın tarama sistemine sahip bir araç yapacaktır. Askeri personel, devriye görevlerinde rutin kontrol yapılan yolda veya arazide bir farklılık gözlemlerse geliştirilen aracı farklılık gözlemlenen yere uzaktan takip için gönderebilir. Cihazda bulunan GPS modülü sayesinde mayın tespitinin yer ve tehlike değerleri uzaktan erişilebilir. Ayrıca geliştirilen arac sadece mayın tarama ve imha etmek için değil aynı zamanda devriye görevlerinde destek olması için de kullanılabilmektedir. Otonom sürüş ve makine öğrenmesi yapay zeka altyapısı sayesinde bir kişiyi veya bir cismi rahatlıkla takip edebilmektedir. Rocker-bogie sistemi sayesinde dağlık arazilerde rahatlıkla kullanılmaktadır. Bu da askerin hem dağlık hem de düz arazideki hareket kapasitesini artırmaktadır.. Sistemde kullanılan Jetson Nano geliştirici kiti sayesinde aracın karşısına çıkan bir cisim veya insanın ayrımı yapılabilmekte ve kaçınma veya takip hareketleri uygulanabilmektedir.

6. ÖNERİLER

- Nvidia Jetson Nano ve motorlar ile sağlanan farklı cisimlerden kaçınma hareketi daha da detaylandırılarak daha doğru bir sürüş deneyimi sağlanabilir.
- Motorların RPM seviyesi arttırılarak daha fazla tork sayısı alınabilir. Bu sayede cihazın engebeli arazilerde hareketi daha kolay bir hale getirilebilir.
- Kullanılan PLA plastik maddesi yerine daha dayanıklı olan metal, çelik veya karbon fiber gibi komponentler kullanılarak aracın dayanıklılığı ve ömrü arttırılabilir.
- İçinde bulunan Ssd Mobilenet V2 modeline ek olarak daha fazla cismin Jetson Nano'ya öğretilmesi ile daha fazla sayıda cismin tanınması gerçekleştirilebilir.
- Ekranlı kontrolcü kullanılarak aracın daha kolay ve daha kullanılabilir kontrolü sağlanabilir. Üzerindeki ekran sayesinde özellikle GPS ile hareket daha kolay hale gelebilir.

KAYNAKLAR

Amazon.com (2021). Erişim tarihi: 12.01.2021. Erişim adresi: https://www.amazon.com.tr/960-001055-Logitech-C920-V-U0028-Webcam/dp/B000J6EY70/ref=asc_df_B000J6EY70/?tag=googleshoptr-21&linkCode=df0&hvadid=424434186370&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=3913425909

987458415&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1012783&hvtargid=pla-892609892374&psc=1

Arduino (2021). Erişim tarihi: 1.02.2021. Erişim adresi: https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3

Arısoy, M. V., Küçüksille, E. U., ve Arısoy, A. (2017). Kara mayınlarının tespiti için askeri eğitim simülasyonu tasarımı: Bir araştırma ve ön çalışma. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(1), 75-90. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.25092/baunfbed.321034

Chinchkar, D., Gajghate, S., Panchal, R., Shetenawar, R., ve Mulik, P. (2017). Design of Rocker Bogie Mechanism. International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology, 4(1), 46-50. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.17148/IARJSET/NCDMETE.2017.13

Direnç (2021). Erişim tarihi: 02.02.2021. Erişim adresi: https://www.direnc.net/ledli-lm2596-dc-dc-ayarlanabilir-voltaj-dusurucu-guc-modulu?language=tr&h=4843c752

F1 Depo (2021). Erişim tarihi: 02.02.2021. Erişim adresi: https://www.f1depo.com/Flysky-6-kanal-24ghz-Kumanda-Fly-sky-FS-i6,PR-2045.html

Inductive Twig (2021) Erişim tarihi: 15.01.2021. Erişim adresi: https://inductivetwig.com/products/ublox-neo-6m-gps-receiver-with-antenna

Kaynar, O., Yıldız, M., Görmez, Y., ve Albayrak, A. (2016). Makine öğrenmesi yöntemleri ile Duygu Analizi. In International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP'16) (pp. 17-18). Erişim tarihi: 3.11.2020. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Yasin-Goermez/publication/311136507_Makine_Ogrenmesi_Yontemleri_ile_Duygu_Analizi_-_Sentiment_Analysis_with_Machine_Learning_Techniques/links/583eaaac08ae8e63e617b96e/Makine-Oegrenmesi-Yoentemleri-ile-Duygu-Analizi-Sentiment-Analysis-with-Machine-Learning-Techniques.pdf

Lexus (2021). Otonom Araçlar Nasıl Çalışır? Otonom Araç Teknolojisi. Erişim tarihi: 10.01.2021. Erişim adresi: https://www.lexus.com.tr/discover-lexus/lexus-otomobilleri-hakkinda-hersey/otonom-araclar-nasil-calisir-otonom-arac-teknolojisi?lexReferrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F#section-1

Nvidia (2021)a. Jetson Nano Teknik Özellikler. Erişim tarihi: 10.01.2021. Erişim adresi: https://www.nvidia.com/tr-tr/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-nano/education-projects/

Nvidia (2021)b. TensorRT. Erişim tarihi: 10.01.2021. Erişim adresi: https://docs.nvidia.com/deeplearning/tensorrt/developer-guide/index.html

Nvidia Developer (2021). JetPack SDK. Erişim tarihi: 03.01.2021. Erişim adresi: https://developer.nvidia.com/embedded/jetpack

Open Zeka (2021). Erişim tarihi: 11.02.2021. Erişim adresi: https://openzeka.com/urun/nvidia-jetson-nano-2gb-developer-kit/

Pirim, A. G. H. (2006). Yapay zeka. Journal of Yaşar University, 1(1), 81-93. Erişim tarihi: 04.10.2020. Erişim adresi : https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/179113

Promodel (2021) Erişim tarihi: 24.01.2021. Erişim adresi: https://www.promodelhobby.com/urun/fircali-80a-320a-rc-esc-7-2v-16v-fanli-2s-4s

Robotistan (2021) Erişim tarihi: 26.01.2021. Erişim adresi: https://www.robotistan.com/l298n-voltaj-regulatorlu-cift-motor-surucu-karti?language=tr&h=333c963a

Robotzade (2021)a. Erişim tarihi: 5.01.2021. Erişim adresi: https://www.robotzade.com/12V-100-RPM-Reduktorlu-DC-Motor,PR-1580.html?gclid=Cj0KCQiA-

rj9BRCAARIsANB_4ADO_eFuIaqW_4OSvWL9j30PLqJuJJHZ1VTMpcDH9ia_4UndMFbWWDAaAreTEALw_wcB

Robotzade (2021)b. Erişim tarihi: 5.01.2021. Erişim adresi: https://www.robotzade.com/Tower-Pro-MG996-RC-Servo-Motor-Dijital,PR-1145.html

Samtaş, G. ve Gülesin, M. (2011). Sayısal görüntü işleme ve farklı alanlardaki uygulamaları. Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges), 2(1), 85-97. Erişim tarihi: 11.12.2020. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/62619

Tumsarf (2021). Erişim tarihi: 15.01.2021. Erişim adresi: https://www.tumsarf.com/panasonic-ncr18650b-3400mah-pil.html

UNICEF (2004). Children and Landmines: A Deadly Legacy. Erişim tarihi: 11.10.2020. Erişim adresi: https://www.unicef.org/french/protection/files/Landmines_Factsheet_04_LTR_HD.pdf

TIP EĞİTİMİNDE KULLANILMAK ÜZERE SANAL GERÇEKLİK ORTAMININ GELİŞTİRİLMESİ

HAZIRLAYAN ÖĞRENCİLER: UZAY KANBEROĞLU
CAN POSTACI

DANIŞMAN ÖĞRETMEN: MERT BÜYÜKDEDE

İZMİR
2021

Özet

Koronavirüs Hastalığı (Covid-19) pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de hayatı ciddi derecede etkilemekte, kısa ve uzun vadede kalıcı olma ihtimali oldukça yüksek değişimlere neden olmaktadır. Bu süreçte, toplumsal olarak her türlü etkilerin yanında özellikle değişen öğretim yöntemleri ile eğitimsel sorunlara çözümler bulunmaya çalışılmaktadır. 2019/2020 bahar büyük bir bölümü ve 2020/2021 güz yarıyılının tamamı uzaktan eğitim yoluyla yürütüldüğü gerçeği dikkate alındığında yüz yüze eğitimin, alınan tedbirler kapsamında durmak zorunda olduğu görülmektedir. Bu durum, özellikle tıp eğitimi gibi uygulamalı derslerin yürütülmesinde bir zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu projede tıp eğitiminde kullanılmak üzere öğrencilerin gerçek hayat deneyimi yaşamalarına imkân sağlayan bir sanal gerçeklik uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama tıp öğrencileri için ameliyathane ortamına girmeden bu deneyimi yaşamalarına imkân sağlamaktadır. Sanal gerçeklik ortamı Unity ve Visual Studio platformu kullanılarak hazırlanmıştır. Geliştirilen uygulama, mobil cihazlar için Android ve bilgisayarlar için Windows işletim sistemi ile uyumludur. Sanal gerçeklik uygulaması belirlenen ölçütler kapsamında test işlemi gerçekleştirilmiş olup başarılı bir sonuç elde edilmiştir. Yapılan çalışmanın özellikle uygulamalı dersler kapsamında sanal gerçeklik uygulamalarının bir ders materyali olarak eğitim programlara dahil edilmesinde farkındalık oluşturacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Sanal Gerçeklik, Tıp Eğitimi, Uzaktan Eğitim.

Amaç

Bu projenin amacı tıp eğitiminde kullanılmak üzere bir sanal gerçeklik uygulamasının geliştirilmesidir. Teknolojik tasarım, 3 boyutlu materyal ve yazılım geliştirme kavramı temel alınarak hazırlanan çalışmada, uygulamalı derslerin uzaktan yürütülebilmesi aynı zamanda öğrencilerin gerçek hayat deneyimlerine en yakın bir şekilde kazanım elde edebileceği bir sanal gerçeklik uygulaması tasarlanmıştır. Yapılan sanal gerçeklik uygulaması diğer projelerden farkını açık kaynaklı bir platformda gerçekleştirilmiş olması ve Google cardboard gibi düşük maliyetli bir materyal ile kullanılabiliyor olması şeklinde ortaya koymaktadır. Projenin özellikle diğer bir yenilikçi özelliği yaşadığımız pandemi süresince boyunca olumsuz anlamda etkilenen eğitim alanına getireceği yenilik ve yapılabilir olmasıdır. Ayrıca projemizin yapılma amaçlarından biri de benzer uygulamaları tasarlayan ve geliştiren araştırmacılara ürün geliştirme maliyetinin düşük olmasını sağlamaya yönelik bir farkındalık oluşturmaktır.

Projenin diğer bir özgün amacı, sanal gerçeklik uygulamalarının eğitim alanındaki faydasını öne sunmak ve öğrencilerin eğitimlerine olan katkısını arttırmaktır. Projede; bilimsel araştırma modellerinden ve internetteki açık kaynaklı projeler ile ilgili literatür taraması yapılarak ulaşılan yerli ve yabancı kaynaklardan yararlanılmıştır. Bulunan örnekler bağlamında araştırma yaparak, gözlem tekniği uygulanmış ve elde edilen bulgular sonucunda bir sanal gerçeklik uygulaması ortaya konulmuştur. Sanal gerçeklik uygulaması ile de tıp alanındaki araç gereçlerin tanıtılması amaçlanmıştır.

1. Giriş

1.1. Eğitimin Günümüzdeki Mevcut Durumu

2019 yılı sonunda başlayan COVID-19 salgını kısa süre içinde tüm ülkelerde görülünce 2020 yılı Şubat ayı ile birlikte tedbirler alınmaya başlanmıştır. Seyahat kısıtlaması, maske kullanımı, hijyen ve sosyal mesafe tedbirlerine rağmen kontrol altına alınamayan salgından ötürü son olarak sokağa çıkma yasağı uygulanmıştır. İzolasyon amaçlı bu önlemler yaşamın tüm alanlarını olduğu gibi eğitimi de etkilemiş, her düzeydeki eğitim kurumları ve üniversitelere devamın da kesintiye uğramasına neden olmuştur (Taha, 2020). Salgının yayılımı durdurulamayınca örgün eğitimden vazgeçilerek uzaktan eğitim sistemine geçiş kararı alınmış ve bu kararın tüm eğitim kurumlarında uygulanması istenmiştir. Kararın ardından kısa bir zaman içinde, Milli Eğitim Bakanlığı'nın EBA sistemi ve yükseköğretim kurumlarının kendi uzaktan eğitim sistemleri üzerinden tüm dersler uzaktan eğitim modeliyle yürütülmüştür. Bu sayede Yükseköğretim kurumları 2019-2020 eğitim-öğretim yılı bahar döneminin 6 haftasını örgün, 8 haftasını ise uzaktan eğitim yöntemiyle tamamlayabilmiştir (Kahraman, 2020). Genel

olarak dünya çapında bakıldığında eğitimin kesintiye uğramasından etkilenen 1,5 milyar öğrencinin olduğu tahmin edilmektedir (Taha, 2020).

Bununla birlikte uzaktan eğitim sisteminde daha önceden teorik ve bilgisayar tabanlı uygulamalı dersler yürütüldüğü için uygulamalı derslerin uzaktan eğitim modeliyle yürütülmesinde sorunlar yaşanıldığı görülmektedir. Özellikle laboratuvar, atölye ve stüdyo içerikli derslere sahip olan fakültelerde (Tıp, Mühendislik, Fen, Mimarlık, Konservatuar ve Güzel Sanatlar alanları) laboratuvar ve atölye alt yapısı gerektiren uygulamalı derslerin uzaktan eğitim modeliyle sürdürülmesinde öğrencilerin zorluklarla karşılaştığı görülmektedir (Kahraman, 2020).

1 Ekim 2020 tarihi itibari ile 126 Üniversite uzaktan eğitime geçmiştir. Bu uzaktan eğitim sırasında final sınavlarını yüz yüze yapılması karar verilmiştir. Bazı Üniversiteler öğrenci kabulü takdirinde form doldurarak laboratuvara giriş hakkı tanımış olsa bile bunu kabul eden az olduğu görülmekte ve öğrencilerin laboratuvarlar ortamlarında bulunmalarının bir risk faktörü olduğu düşünülmüştür. Bu risk faktörünü ortadan kaldırmak için farklı eğitim materyallerine ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Covid-19 pandemisinin uzun bir süre daha haytamızda olacağı düşünüldüğünde özellikle uygulamalı dersler için eğitim materyallerinin geliştirilmesi bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır (Sun, Lin ve Wang, 2010).

Günümüzde öğrencilerin bilgiye kolaylıkla ulaşabilmeleri ve öğrenme sürecinde etkin olabilmeleri için öğretim kalitesini etkileyen öğrenme ortamları oldukça önemlidir. Doğru şekilde yapılandırılmış eğitim ortamları, öğrencilere zengin öğrenme yaşantıları sunarak bilgiyi doğru şekilde yapılandırma imkânı tanımaktadır. Öğrenmenin gerçekleşeceği ortamın amacına ulaşacak şekilde planlanıp programlanmasına, uygun yöntem ve tekniklerin kullanılmasına, gerekli materyallerin bulunmasına ihtiyaç vardır (Karaman, 2011).

1.2. Sanal Gerçeklik ve Eğitim

Yenilikçi yaklaşımlar ile eğitimde teknoloji kullanımını inceleyen çalışmaların dikkat çeken konularından birisi de sanal gerçeklik teknolojisidir. Zaman içerisinde bilgi teknolojilerindeki ilerlemeler sanal gerçeklik teknolojisinin kullanılabilir duruma gelmesini sağlamıştır.

Sanal gerçeklik, kullanıcının sanal bir benzetim ortamında, gerçek ortamdan bilişsel olarak ayrılarak, bulunma, dolaşma ve nesnelerle etkileşime girebildiği ve gerçek dünyada duygusal reaksiyonlar verdiği ortam olarak ifade edilmektedir (Kayapa, 2010). Kullanıcı, sanal ortamdayken fiziksel ortam ile sanal ortamda bulunduğunu aynı anda algılamaktadır. Bu çift taraflı bulunma hissini açıklamak için kuşatılma, katılım ve bulunma gibi terimler kullanılmaktadır. Bulunma hissi, kullanıcının sanal ortam içerisinde hissetmesi ve bulunmasıdır (Bostan, 2007).

Sanal gerçeklik teknolojisinin genç ve erken gelişimi sebebiyle, Oculus Rift, Samsung Gear VR, Google Cardboard gibi birçok bütçeye hitap eden, farklı taşınabilirlik ve çeşitli sanal gerçeklik deneyimi sunan platformlar ortaya çıktığı görülmektedir. Sanal gerçeklik ile birlikte görüntüleme ve tasarlama amaçlı yazılımlar da hızla gelişmektedir. Yerli üretimler için Unity 3D, Unreal Engine gibi popüler yazılımlar hem masaüstü hem taşınabilir platformlar için en iyi seçenek haline gelmektedir. WebGL ve 3B Javascript gibi açık kaynak temelli yazılımlar, masaüstü ve taşınabilir cihazlar da web tarayıcıları üzerinden sanal gerçeklik teknolojisini sunarak Web teknolojisinin de sanal gerçeklik teknolojisi alanında geri kalmadığını göstermektedir (Parisi, 2015).

Eğitim aracı olarak sanal gerçekliğin kullanılması, öğrencilerin sanal ortamlarda araştırma yapmaları ve bilgi ile etkileşime girmelerini sağladığı için öğrenmeye teşvik etmekte ve bu sayede de öğrencilerin ilgilerini ve anlamalarını artırarak yaratıcı öğrenme sürecine katkı sağladığı görülmektedir (Arıcı, 2013). Sanal gerçeklik uygulamaları yurtdışında özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çokça kullanıldığı görülmektedir. Ne yazık ki, ülkemizde bu uygulamaların oldukça az sayıda olduğu bilinmektedir. Bu noktada ülkemizde sanal gerçeklik uygulamalarının geliştirilmesi de önemli bir eksiklik olarak göze çarpmaktadır. Şimdilik sadece özel eğitim kurumlarında/şirketlerinde bazı uygulamaların geliştirildiği ve bir materyal olarak kullanıldığı görülmektedir. Sanal gerçekliğe şimdi bu virüs sırasında ne kadar

daha çok ihtiyaç olduğu anlaşıldı. Ülkemizde bu dönemde yapılan çalışmalara bakıldığında ilk göze çarpan TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesinin K12 sistemi için tam kapsamlı bir Sanal Gerçeklik platformu hazırladığı görülmektedir. Fakat bu sistemde içerisinde ne yazık ki Tıp ve diğer fiziksel pratik gerektiren bilim dalları yer almamaktadır. Tıp eğitimi çerçevesinden bakıldığında sanal gerçeklik teknolojisinin ilk sağlık hizmeti uygulamaları, tıp personelinin karmaşık tıbbi verileri görselleştirme ihtiyacı nedeniyle 1990'ların başında başlamıştır. Zamanla cerrahide, sağlık personellerinin sağlık sorunlarını teşhis etmesinde, tıp ve sağlık hizmetlerindeki diğer meslek gruplarının eğitiminde, hastaların rehabilitasyonunda ve egzersiz yaptırılması gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır (Riva, 2002).

Tıp ve cerrahi uygulamalar, Sanal gerçeklik uygulamalarının son yıllarda gittikçe daha fazla ilgi gördüğü alanlardan biridir. Uzmanların bilgi ve deneyimlerinden, çok daha az gelişmiş yerleşim bölgelerindeki insanların yararlanabilmesi amacıyla İngiltere'nin Ipswich kentinde bir uzaktan tedavi programı gerçekleştirilmiştir. Sanal gerçeklik, burada vücut dokularına ilişkin üç boyutlu görüntülerin "remote sensör"ler aracılığıyla taşınmasına yardımcı olmuştur. Kimi uygulamalarda sanal gerçeklik bir terapi aracı olarak da kullanılmıştır. Sanal gerçeklik teknolojisi yardımıyla konuşturulan karikatür tiplemeleri, etkileşimli ve katılımcı bir yapı sağlayarak, hastalarla doğrudan diyalog kurmaya yardımcı olmuştur. Tıp eğitiminde kullanılan sanal gerçeklik, öğrencilerin sanal bir kadavra üzerinde sayısız denemeler yapabilmesini sağlamıştır. Ayrıca doktorlar hayati operasyonları, önce sanal bir ortamda tecrübe ederek tedavi sürecinin hastaya olan etkilerini daha iyi anlayabilmektedir (Bayraktar ve Kaleli, 2007).

Mühendislik, uygulamalı bilimler, teknoloji ve tıp eğitiminin özellikleri, uygulamalı laboratuvar çalışmaları ile bilgi ve beceri gelişiminin arttırılmasını gerekli kılmaktadır. Fiziksel laboratuvarlar; nüfus artışı, ortam yetersizliği, materyal çeşitlerinin sınırlı sayıda olması, objektif değerlendirme araçlarına sahip olamama, kuruluşunun yüksek maliyetli olması gibi olumsuz etmenlere sahiptir. Gelişen teknolojilere uyum sağlamak için gerekli fiziksel ortamların sağlanmasının zorluklarını aşmak amacı ile günümüzde sanal laboratuvarların gerçeklik hissini artırarak geliştirilmesi ihtiyacı doğmaktadır (Sun, Lin ve Wang, 2010).

Özellikle pandemi ve doğal afetler gibi dönemlerde eğitim faaliyetlerinin verimli bir şekilde yürütülmesi için sanal gerçeklik uygulamalarının ders programlarında yer alması oldukça önemlidir. Günümüzde pandemi durumunu deneyimlediğimiz göz önüne alındığında eğitimde kullanılmak üzere bir sanal gerçeklik uygulamasını geliştirmek için bir karar alınmıştır. Bu doğrultuda sanal gerçeklik uygulamasını yapabilmek için bu konuda deneyimli yazılım mühendisinden online olarak teorik dersler alınmıştır. Ardından sanal gerçeklik uygulamasını geliştirmek için kullanılacak programlar belirlenmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen testler neticesinde geliştirilen sanal gerçeklik uygulamasının başarılı bir şekilde çalıştığı tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmanın amacı sanal gerçekliği kullanarak uzaktan eğitim süresince ve bundan sonraki dönemlerde uzaktan eğitimin devam etmesi gibi durumlarda, Tıp öğrencilerine gerçek ortam hissiyatını verebilecek bir sanal gerçeklik ortamını sunmaktır. Piyasada var olan bazı sanal gerçeklik uygulamalarının özellikle eğitim alanı ile ilgili olanlar oldukça yüksek maliyetlidir. Projemizde, öğrencilere sanal gerçeklik deneyimini olabildiğince az maliyetli ve olabildiğince ulaşılabilirliği yüksek bir şekilde sunmayı hedeflemekteyiz. Böylece her öğrencinin hiçbir zorluk yaşamadan bu imkanlardan faydalanabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda sanal gerçeklik uygulamasının geliştirilmesi ile ilgili kapsamlı bir literatür çalışması gerçekleştirilmiş olup yurtiçinde ve yurtdışında yapılan çalışmalara ulaşılmaya çalışılmıştır. Yapılan çalışmalar özet halinde aşağıdaki bölümde rapor olarak sunulmuştur.

Crouch (2014) tarafından yapılan araştırmada "Portal 2" isimli sanal gerçeklik oyunu tasarlanmıştır. Çalışmada, öğrencilerin Newton Yasalarını anlamalarına ve bilim eğitimine olan tutumlarına etkisi incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, sanal gerçeklik oyunu Portal 2'nin Newton Yasalarının anlaşılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış sağladığı görülmüştür.

Cardwell, ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan çalışma, Lincoln Üniversitesi'nde Adli Bilimi okuyan öğrencilere, olay yeri inceleme tekniklerinin öğretilmesinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanılmasını kapsamaktadır. Araştırmada olay yeri inceleme eğitimi için VR:CSI isimli sanal gerçeklik uygulaması kullanılmıştır. VR:CSI sanal gerçeklik uygulamasının

geliştirilmesi ve Adli Bilim öğrencilerinin sistemin uygulanabilirliğine ilişkin analiz ve sonuçları sunulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre sanal gerçekliğin, etkileşimli öğrenme ve eğitsel deneyim sunmada etkili bir mekanizma olabileceği ifade edilmiştir.

Keskitalo (2012) tarafından yapılan çalışmada sağlık eğitimi için simülasyonların öneminden bahsedilmiş ve buna rağmen sağlık eğitiminde sanal gerçekliğin ve simülasyon tabanlı öğrenme ortamlarının çok az bilindiği belirtilmiştir. Araştırmada sağlık eğitimi alan öğrencilerin bu tür ortamlarda eğitim ve öğretim ile ilgili beklentilerini tanımlamak amaçlanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin eğitmenlerden beklentileri ve akademik benlik algıları da ölçülmüştür. Araştırma sonucunda genel olarak, öğrencilerin sanal gerçeklik ve simülasyon tabanlı öğrenme ortamlarına yönelik yüksek beklentide oldukları bulunmuştur.

Kaufmann ve Meyer (2009), fizik eğitimi için sürükleyici bir sanal gerçeklik uygulaması geliştirmiştir. Fiziksel deneyleri doğru bir şekilde simüle etmek için geliştirdikleri sanal gerçeklik uygulamasında öğrenciler kendi deneylerini aktif olarak inşa edebilmekte ve onları inceleyebilmektedir. Sanal gerçeklik uygulamasındaki deneylerden önce, deneyler sırasında ve deneylerden sonra kuvvet, kütle ve diğer özelliklerin analiz edilebilmesi için sanal gerçeklik ortamında çeşitli araçlar sunulmuştur. Çalışmada fizik eğitiminde yeni teknolojilerin kaliteli bir şekilde nasıl birleştirileceğine dair örnek bir uygulama geliştirildiği de ifade edilmektedir.

Çoruh (2011) tarafından yürütülen araştırmada, sanal gerçeklik uygulamaları bir öğrenme modeli olarak kullanılmış ve kullanılan sanal gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılık puanlarına etkisi incelenmiştir. Araştırmada, sanal gerçeklik uygulamaları Mimarlık ve Güzel Sanalar Fakültelerinde sanat tarihi dersi kapsamında geliştirilmiştir. Uygulamaların geliştirilmesinde Süleymaniye Külliyesi'nin fotoğrafları, 3B modelleri, panoramik ve etkileşimli görselleri ve 3B oyun motoru kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları, sanal gerçeklik uygulamalarının kullanıldığı yöntemin başarı ve kalıcılık puanlarının geleneksel yöntemden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Taçgın (2017) tarafından yapılan araştırmada, hemşirelik öğrencilerine ameliyat öncesi süreçlerle ilgili kavramların öğretilmesini sağlayarak, bilişsel bilgi ve psikomotor beceri kazandırmak amacıyla bir sanal gerçeklik ortamının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Sanal gerçeklik ortamı tasarlanırken öğrenme teori ve yaklaşımları dikkate alınmıştır. Aynı zamanda bir öğretim tasarımı modeli önerisinde bulunulan araştırma, nitel ve nicel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma araştırma deseni ile yürütülmüştür. Araştırmada katılımcıların simülasyon etkililiği değerlendirme puanlarının yüksek olduğu sonucu bulunmuştur. Araştırmanın bulguları, geliştirilen sanal gerçeklik ortamının etkili bir ürün olduğunu ve sanal gerçeklik ile öğrenirken katılımcıların kendilerini güvende ve rahat hissettiklerini göstermektedir. Ayrıca öğrenenlerin ilgisini çeken sanal gerçeklik öğretim ortamlarının geliştirilmesinin gerekliliği belirtilmiştir.

Özkurt (2003) tıp eğitiminde kullanılmak üzere beyin ameliyatlarında eğitim, planlama, teşhis ve tedavi amaçlı bir sanal gerçeklik prototipi geliştirmiştir. MEDRV sistemi olarak adlandırılan sanal gerçeklik geliştirme çalışmasında sistem parametrelerinin belirlenmesi amacıyla tasarlanmış prototip bulunmaktadır. Bu prototip Yapılan tasarım sonucu alınan sonuçlar konu ile ilgili tıbbi personele aktarılmıştır. Sistemin kullandığı metot ve sistemin çalışma şekline, genel cerrahların ve beyin cerrahlarının olumlu tepkisine rağmen, kullanılan tıbbi ekipmanlarla arayüz ve kalibrasyon ve fiziksel geri besleme konularında henüz geliştirilmeye gereksinim duyduğunu belirtmiştir. Ancak tıp eğitiminde özellikle anatomik detayların etkileşimli olarak öğrenilmesi aşamasında, teşhis sırasında herhangi bir anatomik bozukluğun en uygun şekilde tespit edilmesinde, tedavi ve ameliyat sonrası iyileşmenin ayrıntılı olarak gözlenmesi işleminde ve uzak alanlarla bağlantı sağlanması durumunda uzaktan tıp alanında bilgi alışverişinde yararlı olacağını rapor etmiştir.

2. Yöntem

Bu bölümde tıp eğitiminde kullanılmak üzere geliştirilen bir sanal gerçeklik uygulamasının çalışma yöntemine ilişkin bilgilere yer verilecektir. Geliştirilen Sanal çerçeveden bakıldığında, sanal gerçeklik ortamının/sahnesinin hazırlanması ve sanal gerçeklik ortamının içeriğinin hazırlanması şeklinde iki başlık altında toplanmıştır. Projede, bilimsel araştırma modellerinden ve internetteki açık kaynaklı projeler ile ilgili literatür taraması yapılarak ulaşılan yerli ve

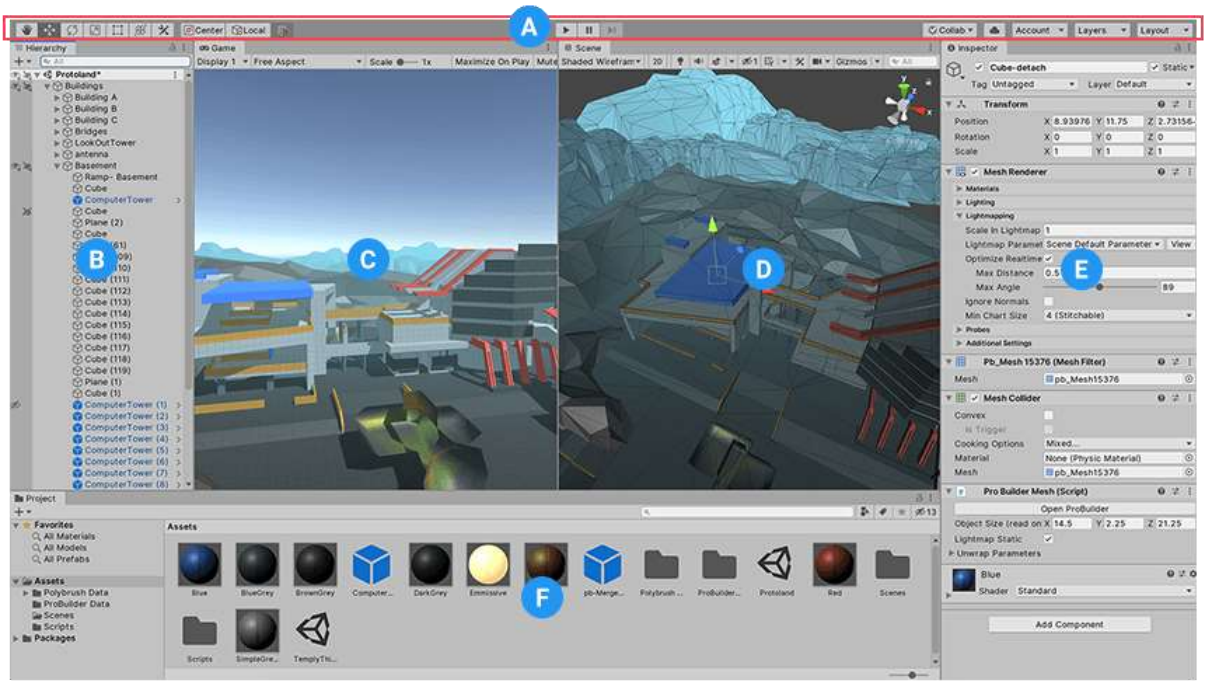
yabancı kaynaklardan yararlanılmıştır. Bulunan örnekler bağlamında araştırma yaparak, gözlem tekniği uygulanmış ve elde edilen bulgular sonucunda bir sanal gerçeklik uygulaması ortaya konulmuştur. Sanal gerçeklik uygulaması ile de tıp alanındaki araç gereçlerin tanıtılması amaçlanmıştır.

2.1. Sanal Gerçeklik Ortamının/Sahnesinin Tasarlanması

Sanal gerçeklik ortamımız Unity (versiyon 2019.4.13f1) kullanılarak hazırlanmıştır. Uygulamamız Android ve Windows için uyumludur. Kullandığımız oyun motoru Unity, öncelikli olarak bilgisayarlar, konsollar ve mobil cihazlar için video oyunları ve simülasyonlar geliştirebileceğiniz, Unity Technologies tarafından geliştirilmiş çapraz platform bir oyun motorudur.

2.1.1. Sanal gerçeklik ortamının geliştirilmesi için kullanılan programlar

Sanal gerçeklik ortamının geliştirilmesinde Unity, programdaki bazı kodların derlenmesi için de Visual Studio kullanılmıştır (C#).

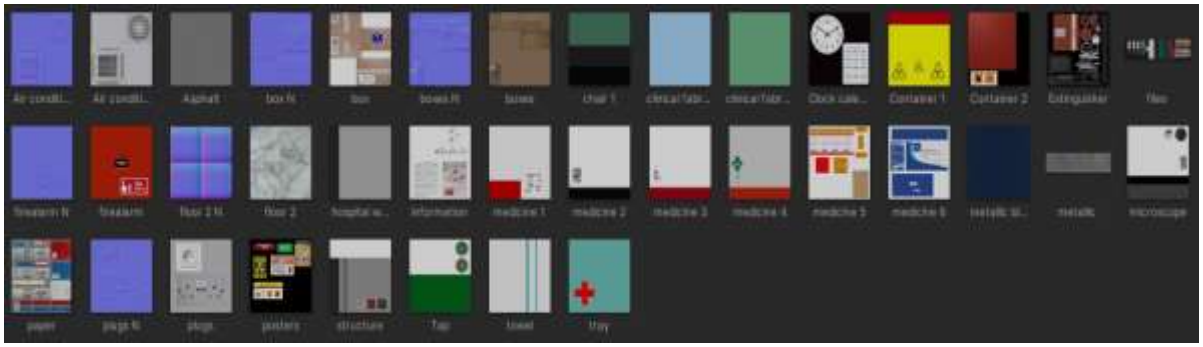


Şekil 1. Unity Ara yüzü

A) **Araç Kutusu:** Ortada başlat durdur ve adım kontrolü tuşları solda ise sahne görüntüsü için kullanılan basit araç gereçler vardır.
B) **Hiyerarşi Penceresi:** Sahnenin içindeki tüm oyun objelerini içerir.
C) **Oyun Görüntüsü:** Sahnenizin sahne kamerası gözünden nasıl gözükeceğini simüle eder. Araç kutusundan başla butonuna basıldığında simülasyon başlar.
D) **Sahne Görüntüsü:** Sahneyi 3D veya 2D perspektifinden düzenlemeye yarar.
E) **İnceleme Penceresi:** Seçili oyun objesinin özelliklerini göstermeye ve düzenlemeye yarar.
F) **Proje Penceresi:** Projenin içine aktarılmış Assetlerin gösterildiği penceredir.



Şekil 2. Unity programında geliştirilen laboratuar ortamının görüntüsü



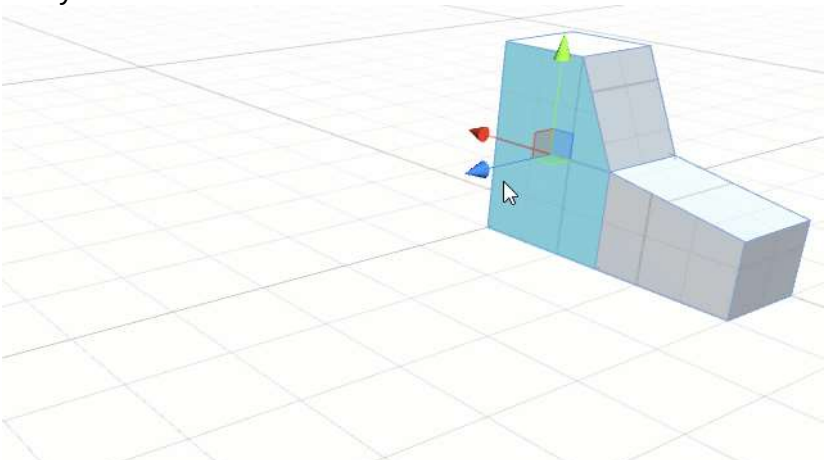
Şekil 3. sahnenin içindeki objelerin kaplamalarının görüntüsü.

```
using System;
using UnityEngine;

0 başvuru
public class RotateMoveCamera : MonoBehaviour
{
    public GameObject Camera = null;
    public float minX = -360.0f;
    public float maxX = 360.0f;

    public float minY = -45.0f;
    public float maxY = 45.0f;

    public float sensX = 100.0f;
    public float sensY = 100.0f;

    float rotationY = 0.0f;
    float rotationX = 0.0f;

    float MouseX;
    float MouseY;

    0 başvuru
    void Update()
    {
        var x = Input.GetAxis("Mouse X");
        var y = Input.GetAxis("Mouse Y");
        if (x != MouseX || y != MouseY)
        {
            rotationX += x * sensX * Time.deltaTime;
            rotationY += y * sensY * Time.deltaTime;
            rotationY = Mathf.Clamp(rotationY, minY, maxY);
            MouseX = x;
            MouseY = y;
            Camera.transform.localEulerAngles = new Vector3(-rotationY, rotationX, 0);
        }
        if (Input.GetKey(KeyCode.W))
        { // W tuşuna basıldığında
            transform.Translate(new Vector3(0, 0, 0.1f)); //değiştirir transform.Translate -pozisyon- (yeni vektör(bu koordinatları kullanarak)
        }
        else {
            if (Input.GetKey(KeyCode.S))
            { // S tuşuna Basıldığında
                transform.Translate(new Vector3(0, 0, -0.1f)); //değiştirir transform.Translate -pozisyon- (yeni vektör(bu koordinatları kullanarak)
            }
        }
        if (Input.GetKey(KeyCode.D))
        { // D tuşuna Basıldığında
            transform.Translate(new Vector3(0.1f, 0, 0)); //değiştirir transform.Translate -pozisyon- (yeni vektör(bu koordinatları kullanarak)
        }
        else {
            if (Input.GetKey(KeyCode.A))
            { //A tuşuna basıldığında
                transform.Translate(new Vector3(-0.1f, 0, 0)); //değiştirir transform.Translate -pozisyon- (yeni vektör(bu koordinatları kullanarak)
            }
        }
        }
}
```

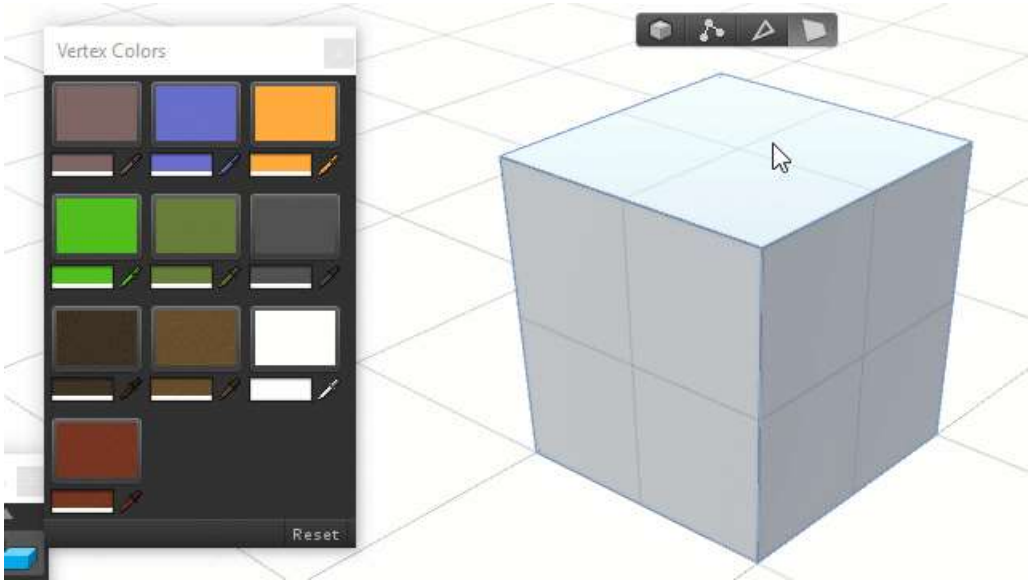
Şekil 4. Bilgisayar için kontroller.

2.1.2. Sanal gerçeklik ortamında kullanılan içeriklerin tasarlanması

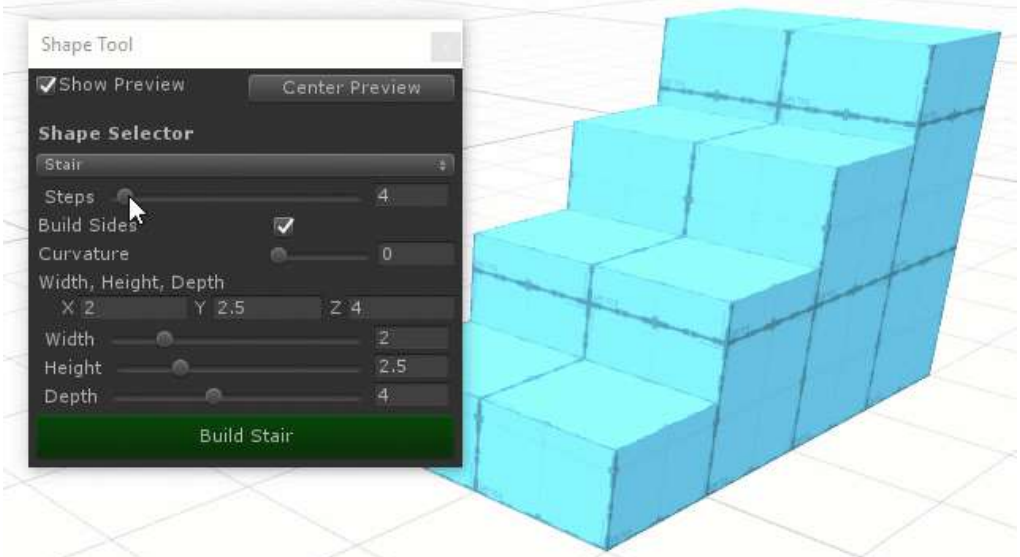
Sanal gerçeklik ortamında kullanılan bazı 3D materyallerin tasarlanmasında ProBuilder kullanılmıştır (Unity ProBuilder hakkında detaylı bilgi için link kaynakçada belirtilmiştir.). Çoğu 3D materyaller Unity Asset Store da mevcuttur.



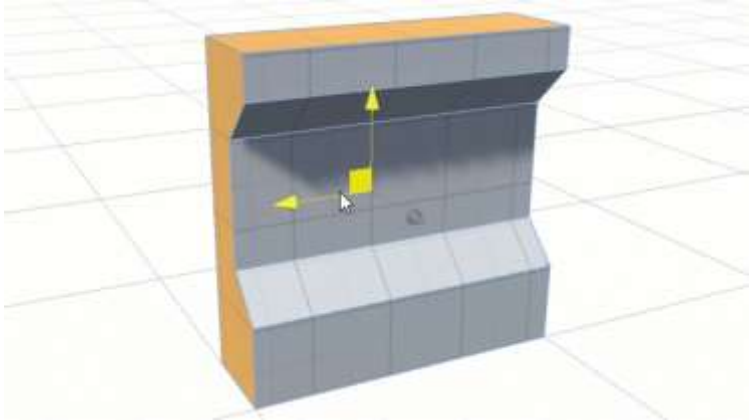
Şekil 5. ProBuilder ile oluşturulmuş boyutu ve şekli ayarlanabilir bir duvar



Şekil 6. ProBuilder ile renklendirilecek bir küp



Şekil 7. ProBuilder ile oluşturulmuş yükseklik, basamak sayısı, genişlik ve derinliği ayarlanabilen bir merdiven



Şekil 8. ProBuilder ile (okların açısını değiştirerek) ayarlanabilen objenin görüntüsü.

3. Proje İş-Zaman Çizelgesi

Sanal gerçeklik uygulamasının geliştirilmesine yönelik proje iş-zaman çizelgesi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

İşin Tanımı	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat
Literatür Taraması	X	X	X	X		
Sanal Gerçeklik ortamının(sahne) hazırlanması			X	X	X	
Sanal Gerçeklik ortamında kullanılacak 3D materyallerin hazırlanması					X	X
Sanal Gerçeklik ortamının test edilmesi					X	X
Proje Raporu Yazımı					X	X

4. Bulgular

Bu bölümde test sürecinden başarı ile geçen sanal gerçeklik uygulamasının içeriğinde yer alan fonksiyonların çalışması için geliştirilen yazılım kodlarına ilişkin bilgiler verilecektir.

4.1. Sanal gerçeklik uygulamasında yer alan içeriklere yönelik yazılımın kodları

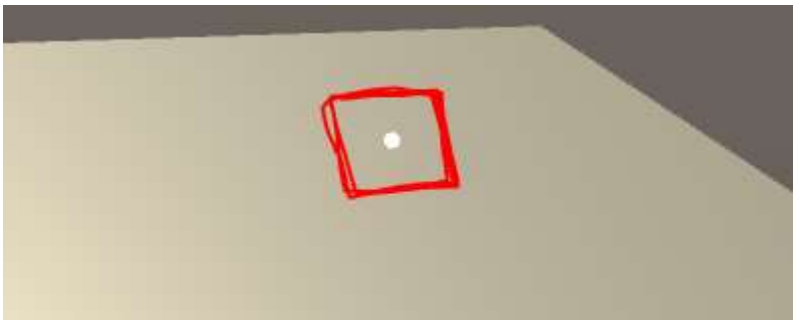
Karakterimizi Google Cardboard ile kontrol etmek için VRLookWalk adında bir kod oluşturduk. Bu kod 30 derece ve daha küçük bir açı ile yere bakıldığında karakterimizin ileri doğru hareket etmesini sağlamaktadır. Hareket hızı kod içerisinden değiştirilebilir.

Karakterin çevre ile etkileşimini sağlamak için GvrReticlePointer adında Google VR sdk sının içinde bulunan kodlardan faydalanılarak yeni kodlar geliştirilmiştir.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

0 başvuru
public class VRLookWalk : MonoBehaviour
{

    public Transform vrCamera;
    public float toggleAngle = 30.0f;
    public float speed = 3.0f;
    public bool moveForward;

    private CharacterController cc;

    // Use this for initialization
    0 başvuru
    void Start()
    {
        cc = GetComponent<CharacterController>();
    }

    // Update is called once per frame
    0 başvuru
    void Update()
    {
        if (vrCamera.eulerAngles.x >= toggleAngle && vrCamera.eulerAngles.x < 90.0f)
        {
            moveForward = true;
        }
        else
        {
            moveForward = false;
        }

        if (moveForward)
        {
            Vector3 forward = vrCamera.TransformDirection(Vector3.forward);

            cc.SimpleMove(forward * speed);
        }
    }
}
```

Şekil 9. VRLookWalk

Yere doğru 30 derece bakıldığında karakterin ileri doğru haraket etmesini sağlar. Karakterin hızı ve derce isteğe göre ayarlanabilir.



Şekil 10. ReticlePointer

Ekranımızda gözüken pointerdır, çevre ile etkileşimi kolaylaştırmak için yapılmıştır. Objeye doğrultulduğunda objenin isminin ve bilgisinin çıkmasını tetiklemektedir.

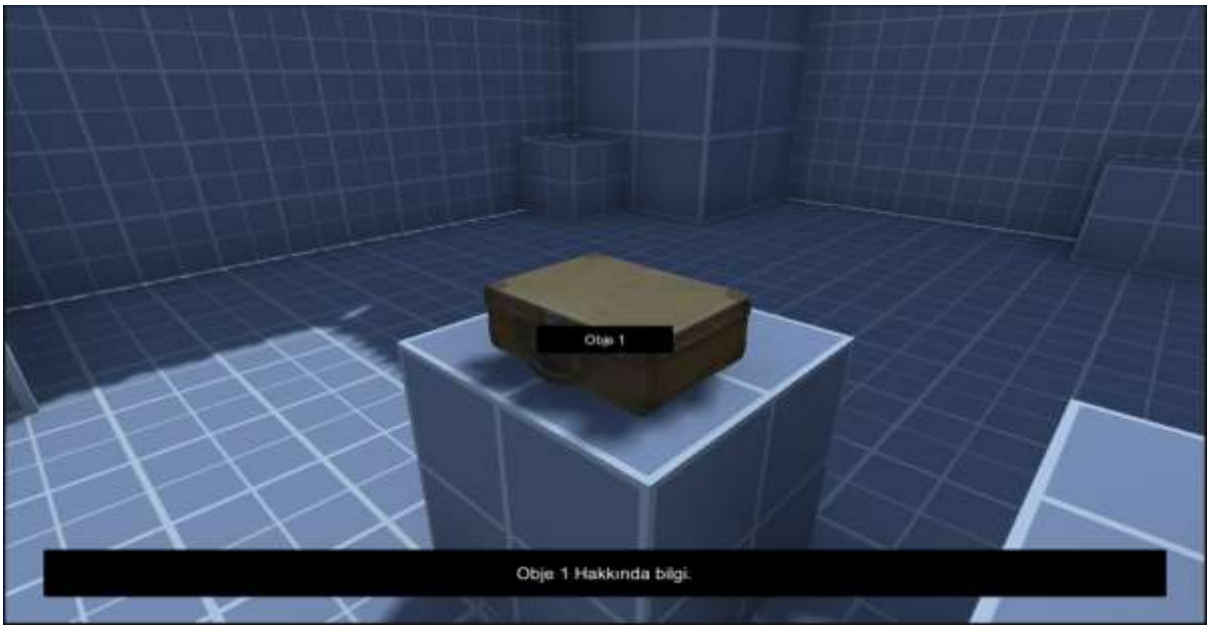
4.2. Sanal gerçeklik uygulamasının genel görünümü

Uygulamamızın apk'sının fotoğrafı aşağıdaki görseldeki gibidir. Google Cardboard aracılığı ile android cihazlarda kullanılabilmektedir. Uygulamamızın çalışması için Cardboard ve Google VR Hizmetlerinin yüklü olması gerekmektedir. Uygulamamız Android 5.0 ve üstü

sürümler için uygundur.



Şekil 11. Uygulama apk simgesi



Şekil 12. Obje inceleme sistemi örnek görüntüsü



Şekil 13. Laboratuvar Ortamı Görüntüsü



Şekil 14. Laboratuvar Ortamı Tepeden Görüntüsü

5. Sonuç ve Tartışma

Çalışmada, Tıp eğitiminde kullanılmak üzere bir sanal gerçeklik uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama, belirlenen parametreler doğrultusunda test edilerek hem bilgisayar hem de mobil cihazlar ile uyumlu bir şekilde çalıştığı tespit edilmiştir. Sanal gerçeklik uygulamasının çalışması için gerekli olan görüntüleme cihazı Google platformunun kullanıcılara sunduğu Cardboard gözlük kullanılmıştır. Cardboard gözlükleri, sanal gerçeklik gibi ileri teknoloji gerektiren uygulamalarda kullanılabilecek en düşük maliyetli ekipmanlardır. Projemizin amacında da belirtildiği üzere geliştirilen uygulama, olabildiğince düşük maliyetli ve açık kaynaklı olup herkesin ulaşabilmesi en öncelikli hedeflerinden bir tanesidir.

Sanal gerçeklik uygulamasının içeriğine bakıldığında, tıp eğitiminin en temel ders içeriklerinden olan tıp eğitim laboratuvarının tanıtılması için sanal gerçeklik sahnesi ve eğitimde yer alacak olan gerekli materyallerin hazırlandığı görülmektedir. Özellikle yaklaşık bir yıldır hayatımızdaki birçok alanı etkileyen Covid-19 pandemisi nedeniyle okulların kapatıldığı ve eğitimin uzaktan eğitim şeklinde yürütüldüğü düşünüldüğünde geliştirilen uygulamanın tıp öğrencilerine önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Tıp eğitimi içeriğinde yer alan uygulamalı derslerin, gerçeklik hissiyatı sağlanarak sanal gerçeklik uygulamaları ile uzaktan eğitimin devam etmesine kolaylık sağlayacağı oldukça açıktır. Geliştirilen uygulamanın ara yüzünün tamamen açık kaynaklı bir geliştirme programı olan Unity ile hazırlanması, uygulama geliştiricilere ve araştırmacılara sanal gerçeklik ortamlarının hazırlanması konusunda bir farkındalık oluşturması beklenmektedir.

Yapılan çalışma ile ilgili literatür taraması yapıldığında eğitim alanında ve tıp eğitimi alanında sanal gerçeklik uygulamalarının geliştirildiği görülmektedir. Özellikle Fen ve Mühendislik için geliştirilen uygulamaların tıp eğitimi için geliştirilen uygulamalardan sayıca daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Özellikle tıp eğitimi için geliştirilen sanal gerçeklik uygulamalarının maliyelerinin kullanılan ekipmanlar ve programlar neticesinde oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Öztürk, 2003; Keskitalo, 2012). Çalışmamızda tüm tıp öğrencilerinin kolaylıkla ulaşabileceği ve düşük maliyetli bir uygulamanın geliştirilmesi göz önüne alındığında, bu alandaki alanyazına önemli bir katkı sağlayacağı beklenmektedir. Bu durum ayrıca çalışmamızın özgünlüğünü de ortaya koyma noktasına oldukça önemlidir. Ayrıca sanal gerçeklik uygulamalarının, Z kuşağı diye tanımlanan teknoloji içine doğmuş öğrencilerin derse motive ve ilgi durumunu arttıracağı düşünülmektedir. Çalışma süresince elde edinilen bilgiler ve ilgili literatür taraması neticesinde sanal gerçeklik uygulamalarının eğitim alanında

kullanılmaya başladığının ve git gide öneminin artacağı ön görülmektedir.

Öneriler

Çalışma sonucunda, elde edilen bilgi ve tecrübeler neticesinde birtakım öneriler aşağıda sunulmuştur.

- Sanal gerçeklik uygulaması/yazılım geliştiricilere tıp eğitiminde kullanılmak üzere birçok alt alanda bu uygulamaların açık kaynak ve uygun maliyetli bir şekilde yapılması önerilebilir.
- Tıp eğitimi programlarını düzenleyen ve geliştiren eğitim programcıların ders müfredatı içeriğinde sanal gerçeklik uygulamalarına yer verilmesinin sağlanması beklenmektedir.
- Sanal gerçeklik uygulamalarının çalışmasını sağlayacak görüntüleme cihazlarının uygun bir maliyetle geliştirilmesi araştırmacılara önerilebilir.

Kaynaklar

Arıcı, V. A. (2013). Fen eğitiminde sanal gerçeklik programları üzerine bir çalışma: "Güneş sistemi ve ötesi: Uzay bilmecesi" ünitesi örneği. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü. Aydın.

Bayraktar, E. ve Kaleli, F. (2007). Sanal gerçeklik ve uygulama alanları. *Akademik Bilişim*, 1-6, Erişim tarihi:17.11.2020, https://ab.org.tr/ab07/kitap/bayraktar_kaleli_AB07.pdf.

Bostan, B. (2007). Sanal Gerçeklikte Etkileşim. (Yayınlanmamış doktora tezi), Marmara Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Cardwell, A, Murray, J., Croxton, R., ve Nurse, B. (2017). The use of virtual reality in education and learning: *A case study for teaching crime scene investigation*. Edulearn Proceedings, 3005-3015. Erişim adresi: https://cpb-eu-w2.wpmucdn.com/blogs.lincoln.ac.uk/dist/f/767/files/2017/09/EDULearn17_Murray_Cardwell_CSI_Final.pdf

Crouch, I. D. (2014). On the effect of virtual reality on student understanding of and interest in physics. (Unpublished master's thesis), Michigan Technological University, US.

Çoruh, L. (2011). Sanal tarihi dersinde bir öğrenme modeli olarak sanal gerçeklik uygulamasının etkililiğinin değerlendirilmesi. (Erciyes Üniversitesi Mimarlık ve Güzel Sanatlar Fakültesi örneği uygulaması). (Yayımlanmamış doktora tezi), Gazi Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kahraman, M. (2020). COVID-19 Salgınının Uygulamalı Derslere Etkisi ve Bu Derslerin Uzaktan Eğitimle Yürütülmesi: Temel Tasarım Dersi Örneği. *Medeniyet Sanat Dergisi*, *6* (1), 44-56 . Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.46641/medeniyetsanat.741737.

Karaman, Ö., (2011). İlköğretim Okullarında şiddetin Yaygınlığı: Okul iklimi, Okul Kültürü ve Fiziksel Özellikler, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Kaufmann, H., ve Meyer, B. (2009). Physics education in virtual reality: An example [Special issue]. Themes in Science and Technology Education: *Virtual Reality in Education,* 117- 130. Erişim tarihi:13.12.2020, https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1131317.pdf.

Kayapa, N. (2010). Gerçek ve Sanal Gerçeklik Ortamları Arasındaki Algısal Farklılıklarda Görselleştirmeye İlişkin Özelliklerin Araştırılması. (Yayınlanmamış doktora tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi /Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Keskitalo, T. (2012). Students' expectations of the learning process in virtual reality and simulation-based learning environments. *Australasian Journal of Educational*

*Technology, 28(*5), 841-856. Erişim tarihi:14.12.2020,https://eric.ed.gov/?id=EJ984712.

Özkurt, A. (2003). “MEDVR: Tıpta Bir Geliştirilmiş Gerçeklik Uygulaması ve Başarıyı Etkileyen Faktörler”, *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, *5*(3), 55-68. Erişim tarihi:14.12.2020, https://dergipark.org.tr/tr/pub/deumffmd/issue/40878/493554

Parisi, T. (2015). Learning Virtual Reality (1st ed.) CA: O’Reilly Media Inc.

Riva, G., (2002). Virtual reality for health care: the status of research. *Cyberpsychology & Behavior, 5*(3), 219-225. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1089/109493102760147213.

Sun, K. T., Lin, C. L., & Wang, S. M. (2010). A 3-D virtual reality model of the sun and the moon for e-learning at elementary schools. *International Journal of Science and Mathematics Education, 8*(4), 689-710. Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.1007/s10763-009-9181-z

Taçgın, Z. (2017). Ameliyathanede kullanılan cerrahi setlerin öğretimine yönelik bir sanal gerçeklik simülasyonunun geliştirilmesi ve değerlendirilmesi. (Yayımlanmamış doktora tezi), Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Taha, M. (2020) Curriculum delivery in Medical Education during an emergency: A guide based on the responses to the COVID-19 pandemic, mededpublish, Çevrimiçi ön yayın. doi: 10.15694/mep.2020.000069.1

EGE
1988
ÖZEL EGE LİSESİ

Bilim ve liderlik Okulu

(232) 375 28 28 www.egelisesi.k12.tr Özel Ege Lisesi
119/1 Sokak No:3 35050 Bornova-İzmir/TÜRKİYE info@egelisesi.k12.tr