

DOĞA VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİNDE GÜNCEL TARTIŞMALAR

8

HİKMET Y. ÇOĞUN
İSHAK PARLAR
HASAN ÜZMUŞ



Bütün Yayın Hakları Saklıdır

Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

ISBN:

1.Baskı

25 Haziran 2023

Doğa ve Mühendislik Bilimlerinde Güncel Tartışmalar 8

Türkçe ve İngilizce yayın hakları Bilgin Kültür Sanat Yayın Dağıtım Pazarlama Ltd. Şti.'e aittir. Fikir ve sanat eserleri yasası gereğince yazılı izin alınmadan kısmen ya da tamamen alıntı yapılamaz, hiçbir şekilde kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz.

Editörler

Hikmet Y. ÇOĞUN

İshak PARLAR

Hasan ÜZMUŞ

Yayınlayan

Engin DEVREZ

Bilgin Kültür Sanat Yayınları

Sertifika No: 20193

Selanik Cd. No: 68/10 06640 Kızılay / Ankara

Telefon: 0 (312) 419 85 67 – Fax: 0 (312) 419 85 68

<https://www.bilginyayinevi.com>



Contents

Periodontal Hastalıkların Tedavisinde Kullanılmak Üzere Kompozit Filmlerin Hazırlanması ve İncelenmesi	4
Fırat YILMAZ	4
Demet TOPALOĞLU YAZICI	4
Otizm Dostu Mekân Tasarımı: Sistemik Literatür Taraması.....	19
Nagehan SEVEN	19
H.İlkden TAZEBAY	19
Tekstilde Metaverse Uygulamaları	44
Selin GENÇAY.....	44
Gülden TURHAN	44
Et ve Et Ürünlerinde Doğal Koruyucular: Nisin ve Kitosan	50
Emel KAYNACI	50
İrem Serra PEKŞEN	50
Elma Bahçesinde Koruyucu Toprak İşlemenin Toprak Özelliklerine Etkisi	63
Muammer YALÇIN	63
Barış ALBAYRAK.....	63
Gülşah ÜĞLÜ TEKİN	63
Mehmet Cengiz ARSLANOĞLU	63
SAS Türbülans Modeli Performansının Bazı Dış Akış Durumları İçin Kıyaslamalı İncelenmesi	73
Erhan FIRAT	73
Mehmet SEYHAN	73
Mustafa SARIOĞLU	73
Arıların Oğul Vermesini Önleme Ve Hastalık Takip Siteminde Sensör Teknolojisi Ve Uygulama Şekli ..	89
Engin KILIÇ.....	89
M. Fatih ADIGÜZEL	89
Cetin BOZDEMİR.....	89
Murat BOZDEMİR	89
Eyüp Ömer ÖZYİĞİT	89

Periodontal Hastalıkların Tedavisinde Kullanılmak Üzere Kompozit Filmlerin Hazırlanması ve İncelenmesi

Fırat YILMAZ¹
Demet TOPALOĞLU YAZICI²

Giriş

Dişeti hastalıkları, ağız içerisindeki mikrobiyolojik değişiklikler sonucunda oluşan ve yaygın olarak görülen hastalıklardandır (Chakraborty vd., 2021: 1). Sırasıyla gingivitis ve periodontitis olarak adlandırılan iki aşamadan oluşan dişeti hastalıkları, dişlerin destek dokularını etkileyebilir ve dişetinde meydana gelen enfeksiyon, dişler ile dişeti arasındaki bağı ortadan kaldıracaktır (Newman vd., 2012: 163); (Niemiec, 2008: 72); (Jepsen ve Jepsen, 2016: 82). Bu gibi durumlar sonucunda diş kayıpları meydana gelebilmektedir (Sanchez-Perez ve Moya-Villaescusa, 2009: 554).

Dişeti hastalıklarının önlenmesindeki başlıca yöntem, ağız içi hijyenin sağlanmasıdır (Scannapieco ve Gershovich, 2020: 10). Ancak, alınan önlemlere rağmen dişeti hastalığının meydana geldiği durumlarda ise, tedavi amacıyla kullanılan yöntemler, geleneksel yöntemler ve bölgesel ilaç dağıtım sistemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ağız içi gargaralar ve diş macunlarının kullanımına dayanan geleneksel yöntemlerin bazı dezavantajlarının bulunması, bölgesel ilaç salım sistemlerinin geliştirilmesine olanak sağlamıştır (Sah vd., 2019: 186). İlaç dağıtım sistemi olarak; polimerik kompozitler, inorganik malzemeler ve ilaç konjugatları gibi pek çok malzeme kullanılabilir (Shariatnia, 2021: 1). Yaralı bölgenin rejenerasyonunu etkilemedikleri için özellikle doğal polimerlerin ilaç dağıtım sistemlerinde kullanımları yaygındır (Barat vd., 2007: 470). Doğal polimerler, bitkilerin ya da hayvanların yaşam döngülerinde üretilen, doğal olarak oluşan maddelerdir (Seidi vd., 2021: 1821). Doğal polimerler arasında ise, üstün özelliklerinden dolayı kitosan, diğer polimerlere göre ön plana çıkmaktadır ve biyomalzemelerde kullanımları yaygındır (Barat vd., 2007: 470). Ek olarak, üstün biyolojik özellikleri ve antimikrobiyal özelliğinden dolayı kitosan polimerinin ilaç dağıtım sistemleri ve medikal alanlarda kullanımı oldukça sık karşımıza çıkmaktadır (Abd-El Hack vd., 2020: 2736).

Bitkilerin; antioksidan, antiinflamatuvar, antimikrobiyal, antiülserojenik özellikleri ile birlikte yara iyileştirici etkileri de mevcuttur (Kala vd., 2015: 127). Örneğin, farklı amaçlarla birçok alanda kullanılabilen çay bitkisi polifenoller içermektedir. Polifenoller içerisinde bulunan kateşin maddesi sebebiyle çay; antimutajenik, antioksidan, antikolojenaz ve antimikrobiyal özellik göstermektedir. Bu bağlamda, çay bitkisi, göstermiş olduğu bu gibi özelliklerinden dolayı dişeti hastalıklarının tedavisinde etkilidir (Venkateswara vd., 2011: 20).

Bu çalışmada, dişeti hastalıklarının tedavisinde destek amacıyla kullanılacak, kitosan doğal polimeri temel alınarak bir ilaç salım sistemi geliştirilmiştir. Hazırlanan biyomalzeme içerisinde ülkemizin Karadeniz bölgesinde yer alan çay fabrikalarında, çayın işlenmesi sonucunda ortaya çıkan atık çay lifleri ve tozları kullanılmıştır. Bu sayede, çayın, antioksidan ve antibakteriyel özelliklerinin bulunmasından dolayı, malzemeye antibakteriyel etki konusunda katkı yapması ve mevcut atığın değerlendirilmesi açısından sürdürülebilirliğe katkı sağlanması hedeflenmiştir. Hazırlanan malzemenin içerisine amoksisilin yüklenerek ilaç salım

¹ Araştırma Görevlisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Kimya Mühendisliği, Orcid: 0000-0001-9634-4438, Mail:

² Profesör, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Kimya Mühendisliği, Orcid: 0000-0002-9409-7397, Mail:

sistemi hazırlanmıştır. Son olarak, ilaç salım sisteminin çeşitli analizler ile karakterizasyonu yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Yöntem

Materyaller

Bu çalışmada kullanılan malzemeler; kitosan (KTS) (Sigma-Aldrich), polietilen glikol (PEG) (Sigma-Aldrich), %100 saflıkta asetik asit (Sigma-Aldrich), gliserol (GLY), sodyum hidroksit (NaOH) (Sigma-Aldrich), sodyum klorür (NaCl) (Sigma-Aldrich), potasyum klorür (KCl) (Sigma-Aldrich), kalsiyum klorür dihidrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (Merck), magnezyum klorür heksahidrat ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (Merck), potasyum tiyosiyonat, sodyum bikarbonat (NaHCO_3) (Sigma-Aldrich), trisodyum sosfat (Na_3PO_4) ve amoksisilin (Ax) (Vetrenal) olarak sıralanabilir. Malzemeler içerisine katılan atık çay lifleri ve tozları ülkemizin Doğu Karadeniz Bölgesi'nden temin edilmiştir.

İlaç salım sisteminin hazırlanması

KTS % 1'lik asetik asit çözeltisi içerisinde 45°C 'de çözdürülmüş ve üzerine, KTS ile ağırlıkça a:b oranında olacak şekilde PEG içeren 45°C 'deki %1'lik asetik asit çözeltisi eklenmiş ve homojen oluncaya dek karıştırılmıştır. Homojen karışım 4000 rpm hızında santrifüj edilmiştir. Ardından, polimer ağırlığının %10'u kadar çay lifi deiyonize suda karıştırılarak, KTS-PEG karışımı üzerine eklenmiş ve homojenize oluncaya dek etkin karışma hızında karıştırılmıştır. Karışım homojen hale gelince, polimer çözeltisi üzerine toplam çözelti hacminin %c'si kadar GLY ilave edilmiş ve ortam sıcaklığında homojen oluncaya dek karışmaya bırakılmıştır. Hazır hale gelen malzeme, petri kaplarına dökülerek ortam sıcaklığında film oluşumu için kurumaya bırakılmıştır. Reçetede a, b ve c ile gösterilen malzeme miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 –Film Reçetelerinde Yer Alan Bileşen Miktarları (a:KTS, b:PEG, c:GLY)

Film	a	b	c
Film-1	1	1	10
Film-2	1	2	10
Film-3	1	1	20
Film-4	1	1	30

Ax içeren kompozit filmlerin hazırlanmasında ise yukarıda açıklanan reçeteden farklı olarak, deiyonize su içerisinde yeterli miktarda çözdürülen ilaç (Ax) polimer çözeltisi içerisine eklenmiştir.

Saliva çözeltisinin hazırlanması

Saliva çözeltisi; Na_3PO_4 , NaCl, KCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ve NaHCO_3 tuzları kullanılarak hazırlanmıştır. Karışım, ağırlıkça % 7,93 Na_3PO_4 , % 11,90 NaCl, % 51,59 KCl, % 15,89 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, % 0,79 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ve % 11,90 NaHCO_3 içerecek şekilde, her bir tuz ayrı ayrı deiyonize suda çözdürülüp sonrasında karıştırılmıştır (Sato vd., 2006: 1174). Çözeltinin pH değeri Thermo Scientific marka Orion 3-Star model portatif pH metre aracılığıyla ölçülmüş ve pH değeri 0,1 M HCl ve 0,1 M NaOH kullanılarak 6,8 değerine ayarlanmıştır. Son olarak, çözelti hacmi 1 litreye tamamlanarak, daha sonra kullanılmak üzere 4°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.

Fiziksel analiz

Kompozit filmler 1x1 cm² boyutunda kesilerek, her bir filmin üç özdeş örneği üzerinden, PRECISA marka Es320A modelli hassas terazi ile ağırlık ölçümleri ve her filmin en az 6 noktasından Absolute Digimatic markalı dijital kumpas ile kalınlık ölçümleri alınmış ve malzemelerin fiziksel analizi gerçekleştirilmiştir.

FTIR analizi

Kompozit filmlerin FTIR (Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi) spektrumları, Perkin Elmer marka Spektrum 100 model Fourier Transform Infrared Spektrometre cihazında 4000-600 cm⁻¹ dalga sayısı aralığında, 8 tarama yaptırılarak alınmıştır.

Mekanik analiz

Mekanik analiz, kompozit filmlere Esetron Moddental marka MIC-100 model mikro gerilim cihazında, 5 mm/dakika hareket hızında çekme gerilimi testi uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Şişme analizi

Kompozit filmler, 1x1 cm² boyutunda kesilerek, film örneklerinin 37°C sıcaklıkta deiyonize su ve saliva çözeltisi içerisinde şişme testleri yapılmıştır. Şişme testlerinde, örneklerin periyodik zaman aralıklarında PRECISA marka Es320A modelli hassas terazi yardımıyla ağırlık ölçümleri alınmıştır.

Asit-baz dayanıklılık analizi

Filmlerin asidik ve bazik çözeltilere karşı dayanıklılığının incelenmesi amacıyla, film örnekleri pH=2,5 olan asetik asit çözeltisi ve pH=10 olan NaOH çözeltisinde bekletilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Salım analizi

Kompozit filmlerin salım analizlerinin yapılabilmesi için öncelikle, film içerisine yüklenen Ax için stok çözeltisi hazırlanmış ve çözeltiler Thermo Scientific marka Genesys 10S model UV-VIS (ultraviyole görünür) spektrofotometre cihazında taratılarak, Ax için maksimum absorbans değerinin elde edildiği dalga boyu belirlenmiştir. Sonrasında, stok çözelti kullanılarak hazırlanan farklı derişimlerdeki çözeltilerin sırasıyla spektrofotometre cihazında okumaları yapılarak, salım analizlerinde kullanılmak üzere derişime karşı absorbans değeri çalışma doğrusu hazırlanmıştır.

Salım analizleri için, filmlerden 1x1 cm² ebatında kesilen örnekler saliva çözeltisi içerisine bırakılmış ve periyodik zaman aralıklarında çözelti içerisinden alınan miktarlar UV cihazında okutularak absorbans değerleri elde edilmiştir. Örneklerin içerisinde bulunduğu çözeltilerden, UV okumaları için alınan her çözelti miktarı için, çözelti içerisine, alınan örnek çözelti ile eş değer miktarda saliva çözeltisi ilavesi yapılmıştır. UV okumaları sonucunda elde edilen absorbans değerleri, çalışma doğrusu kullanılarak derişim değerlerine çevrilmiş ve malzemelerin salım profili belirlenmiştir. Son olarak, elde edilen salım verileri, Higuchi ve Korsmeyer-Peppas kinetik modellerine uyarlanarak, malzemelerin salım verilerinin kinetik modellere uygunluğu değerlendirilmiştir.

Sem analizi

Filmlerin SEM (taramalı elektron mikroskobu) analizi ESOGÜ Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezinde (ARUM) yapılmıştır. Filmlerin SEM görüntüleri, Hitachi marka Regulus 8230 model SEM cihazı kullanılarak, 10 kV çözünürlük değerinde ve farklı büyütme oranlarında alınmıştır.

Termal analiz

Filmlerin termal analizi ODTÜ Merkezi Laboratuvarında yapılmıştır. Analiz, Perkin Elmer marka Pyris 1 model termogravimetrik analiz cihazı kullanılarak, 5°C/dak ısıtma hızında, hava ortamında, 15-240°C sıcaklık değerleri arasında yapılmıştır. Analiz sonucunda TGA (termogravimetrik analiz) ve DTA (diferansiyel termal analiz) termogramları elde edilmiştir.

Bulgular

Fiziksel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Hazırlanan ve ilaç salım sistemi olarak kullanılacak olan kompozit filmlere ait üç farklı bölgeden kesilen örneklerin ağırlıklarının ortalama değerleri ve en az 6 noktadan alınan kalınlıkların ortalama değerleri Tablo 2 'de gösterilmiştir.

Tablo 2 – Filmlerin Fiziksel Analiz Sonuçları

Film	Ağırlık (g)	Kalınlık (mm)
Film-1	0,082	0,45
Film-2	0,034	0,30
Film-3	0,093	0,65
Film-4	0,055	0,38

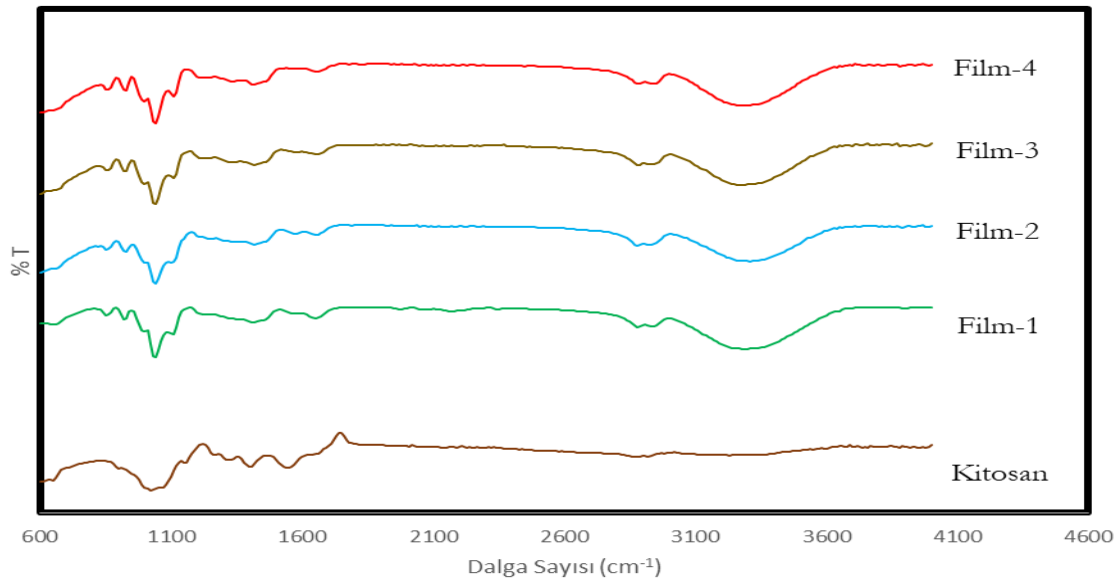
Filmlerin her biri petri kaplarına eşit miktarda dökülmüştür. Ancak, Tablo 2'de yer alan verilerin, her bir film için farklılık gösterdiği görülmektedir. Kalınlık ve ağırlık değerlerinin her bir film için farklılık göstermesi, filmlerin kuruma koşulları özdeş olduğu için, reçetelerinde yer alan bileşenlerin oranlarının farklılık göstermesi ile açıklanabilir. Ek olarak, filmler özdeş koşullarda kurumaya bırakıldıktan sonra, her bir film örneğinin kuruma sürelerinin değişiklik gösterdiği görülmüştür. Bu bağlamda, malzemelerin içerdikleri bileşen oranlarının değişmesinin, filmlerin kuruma karakteristiğini etkilediği ve bundan dolayı ağırlık ve kalınlık değerlerinin farklılık gösterdiği yorumu yapılabilir. Film 1 ve 3 arasındaki farklılık Film 3 yapısındaki GLY bileşeninin Film 1'e göre fazla olmasıdır. Değerlerin Film 3'te artmış olması, bu bileşenin nem tutma kapasitesinin yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ayrıca, örneklerin ağırlık ve kalınlık ölçümlerinden yola çıkarak filmlerde ağırlığın, kalınlık arttıkça arttığı ifade edilebilir. Film 2'de diğer polimer bileşeninin miktarının artmasına rağmen ağırlık ve kalınlık değerlerinin düştüğü görülmüş ve bu durum polimerler arası etkileşimin güçlü olması ile açıklanabilir.

FTIR analizi sonuçlarının değerlendirilmesi

Hazırlanan dişeti filmlerinin FTIR spektrumlarının daha iyi yorumlanabilmesi için saf KTS'ye ait bir film hazırlanmış olup, kompozit filmler ile birlikte FTIR spektrumları alınmıştır. Filmlere ait FTIR spektrumları Şekil 1'de verilmiştir.

Filmlere ait FTIR spektrumları incelendiğinde, filmlerin tümünde saf KTS filminden farklı olarak 860 ve 930 cm^{-1} bandında iki adet pik mevcuttur. 860 ve 930 cm^{-1} bandındaki pikler PEG varlığından kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır (Kolhe ve Kannan, 2003: 176). Filmlerde 1070 ve 1100 cm^{-1} bandında görülen pikler, saf KTS filmde de görülmektedir ve KTS'nin yapısındaki karbon-oksijen bağı (C-O) gerilim titreşimlerini göstermektedir (Zeng vd., 2004: 177). Filmlerde 1420 cm^{-1} bandında görülen pik, doymamış karbon-karbon çift bağına (C=C) ait titreşimleri göstermektedir (Ganji ve Abdekhodaie, 2008: 438).

KTS filmde 1590 cm^{-1} bandında görülen pik, kompozit filmlerde görülmemektedir. 1590 cm^{-1} bandında mevcut olan pik, serbest amin fonksiyonuna işaret etmektedir ve KTS'nin çapraz bağlanması sırasında bu pikin yoğunluğu değişmektedir (Rao vd., 2012: 923). Buradan yola çıkarak, 1590 cm^{-1} bandında kompozit filmlerde piklerin görülmemesi, KTS polimerinin PEG ile başarılı bir şekilde çapraz bağlandığını göstermektedir. Hem KTS hem de kompozit filmlerin spektrumlarında 1650 cm^{-1} bandında görülen pikler asetamit gruplarının karbon-oksijen çift bağı (C=O) gerilimlerinden kaynaklı oluşmaktadır (Corazzari vd., 2014: 7); (Sun, 2008: 2868).



Şekil 1 Kompozit Filmlerin FTIR Spektrumları

Filmlerde 2890-2950 cm^{-1} bandında mevcut olan pikler, PEG yapısındaki CH_2 (metil) varlığını gösterir (Rajeswari vd., 2016: 124). Kompozit filmlerde yer alan ancak saf KTS filmde yer almayan 3000-3600 cm^{-1} bandındaki geniş pik, OH (hidroksil) ve NH (amin) titreşimlerinden kaynaklanmaktadır (Zeng vd., 2004: 177). Bu durum, KTS filminin tamamen kurduğunu ve bundan dolayı sudan kaynaklanan OH gerilmelerinin spektrumda yer almadığını göstermektedir. Filmlerde ise, bu aralıkta mevcut olan geniş pikin, malzemelerin yapısında su bulunmasından dolayı mevcut olduğu söylenebilir.

Mekanik analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Kompozit filmlerden sırasıyla 1:3 en ve boy oranında dikdörtgen şeklinde kesilen örneklerin çekme testi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3 – Filmlerin Mekanik Analiz Sonuçları

Film	Kopma Kuvveti (N)	Uzama Miktarı (μm)
Film-1	1,6	2083
Film-2	1,3	2050
Film-3	2,1	3200
Film-4	2,1	1000

Analiz sonuçlarına göre, kompozit filmlerdeki en yüksek kopma kuvveti değeri 3 ve 4 numaralı filmlerde gözlenmiştir. Kopmada uzama miktarına bakılacak olursa, 3 numaralı film, 4 numaralı filme göre 3,2 kat daha fazla uzama göstermiştir. Ek olarak, 3 numaralı filme ait kopmada uzama miktarı diğer filmlere göre daha yüksektir. Bu nedenle, mekanik dayanımı en iyi film, 3 numaralı film olarak belirlenmiş ve sonraki karakterizasyon çalışmalarında kullanılmak üzere 3 numaralı film içerisine Ax yüklemesi yapılmıştır.

Şişme analizi sonuçlarının değerlendirilmesi

Film-3+Ax filminin şişme analizi, 96 saatlik süreçte incelenmiş olup, belirli zaman aralıklarında alınan ağırlık ölçümlerinden yola çıkılarak örneklerin şişme dereceleri hesaplanmıştır. Film örnekleri deiyonize su içerisinde şişme göstermemiştir. Bu durum, film yapısında bulunan KTS ve PEG polimerlerinin iyi derecede çapraz bağlanması ve bu nedenden dolayı da, çapraz bağlanan polimer zincirleri arasında su moleküllerinin entegre olamamasıyla açıklanabilir (Mottaghi vd., 2021: 6-7). Tablo 4'te, Film 3 örneklerinin saliva çözeltisi içerisinde zamana bağlı olarak şişme derecelerinin ortalama değerleri gösterilmiştir. Örneklerin şişme dereceleri t=0 anındaki ağırlıkları ile herhangi bir t anında ölçülen ağırlık arasındaki fark değerinin, örneğin t=0 anındaki (başlangıç) ağırlığına oranının yüzdesi şeklinde hesaplanmıştır.

Tablo 4'te verilen analiz sonuçlarına göre, Film 3+Ax ilk 24 saatlik süreçte şişme göstermemiştir. Polimerler arasında çapraz bağlanma derecesinin artması, polimer zincirleri arasındaki boşluğu azaltır. Bu nedenle, malzeme yeterince genişlemeyerek, malzemenin zincirleri arasında su tutma eğilimi azalır (Mottaghi vd., 2021: 6-7). Bu bilgi ışığında, filmde ilk gün şişme meydana gelmemesi, KTS ve PEG polimerleri arasındaki çapraz bağlanma derecesinin yüksek olduğunu gösterir. Film 3+Ax'te maksimum şişme derecesine 72. saatte ulaşılmış olup, şişme derecesi %18,14 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4 – Film 3+Ax Filminin Şişme Analizi Sonucu

t (saat)	Şişme Derecesi (%)
0	0,00
24	0,00
72	18,14
96	10,76

Asit-baz dayanıklılık analizi

Gündelik hayatta tüketilen besinler farklı pH değerlerine sahiptirler ve bu besinlerin pH değerleri yaklaşık 2,5-10 değerleri arasında değişmektedir (Malik vd., 2014: 330-331); (McGlynn, 2016: 1). Bu kapsamda, hazırlanmış olan kompozit film, gün içerisinde tüketilen çeşitli besin maddeleri ile temas halinde olabilecektir. Bu nedenle, hazırlanan filmin, besinlerin pH değerlerine göre asidik ve bazik ortamlardaki tepkisini incelemek amacıyla pH=2,5 (CH₃COOH) ve pH=10 (NaOH) çözeltileri hazırlanmış ve Ax yüklemesi yapılmış 3 numaralı film örneklerinin bu çözeltiler içerisindeki davranışları incelenmiştir.

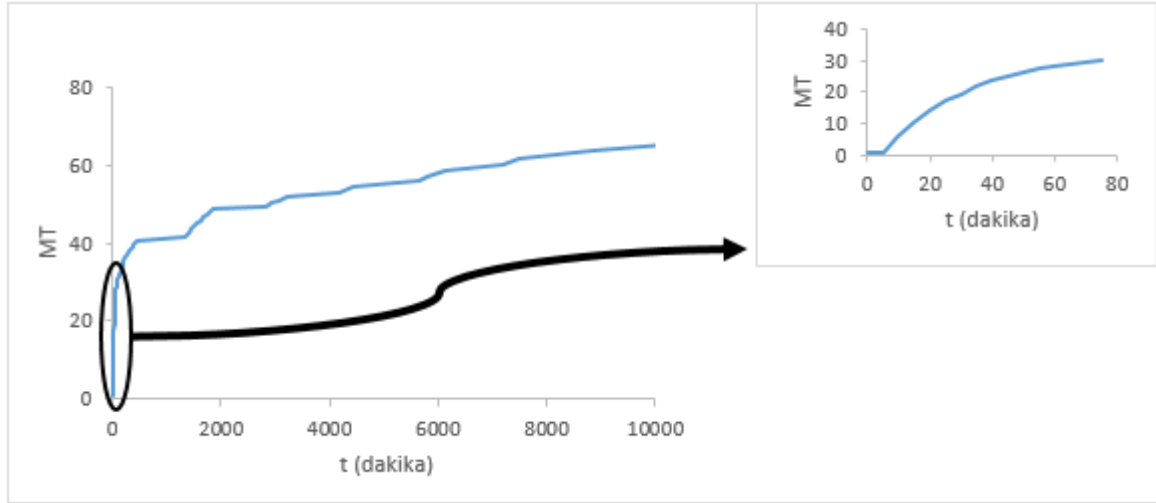
Analiz sonuçları, filmin, hem asidik hem de bazik ortamda, yaklaşık beş günlük analiz sürecinde yapısal değişiklik meydana gelmeksizin bütünlüğünü koruduğunu ve filmin beş güne kadar dayanıklı olduğunu göstermiştir. Analiz sırasında, asidik ortamdaki film örneklerinde ilk yarım saat içerisinde şişme meydana gelmiştir. Bazik ortamda ise, ilk gün film örneklerinde şişme gözlenmemiş olup, birinci gün sonunda filmlerde asidik ortamdakine kıyasla daha az olacak şekilde şişme meydana gelmiştir.

Salım analizi sonuçlarının değerlendirilmesi

Film 3+Ax'in saliva çözeltilisi içerisinde salım analizi yapılmış olup, periyodik zaman aralıklarında alınan ölçüm değerleri, çalışma doğrusu aracılığıyla derişim değerlerine dönüştürülmüştür ve bu yolla kompozit filmin salım profili çıkarılmıştır. Film örneklerinin ortalama salım verilerinden elde edilen salım profili Şekil 2'de verilmiştir.

Filmin salım profili incelendiğinde, salımın yedi günlük süreç boyunca kontrollü bir şekilde devam ettiği görülmektedir. Ancak salımın, yedinci gün itibarıyla durmadığı ve devam ettiği salım profilinden anlaşılmaktadır. Salımın, bitmediği halde, analizin yedinci gün sonunda durdurulmasının sebebi, filmde kesilen ve eş zamanlı olarak salım analizleri gerçekleştirilen özdeş üç farklı film örneğinden bir tanesinde fiziksel parçalanma meydana gelmiş olmasıdır. Polimerik yapıda meydana gelen parçalanma, salım değerlerini etkileyebileceği için salım analizi yedinci gün sonunda durdurulmuştur.

Salım profili geniş zaman aralığı içerdiğinden ve ilk gün sınırlarında sık ölçüm alınmasından kaynaklı olarak Şekil 2 üzerinde, salımın ilk dakikalarda çok hızlı gerçekleştiği yanılgısı ortaya çıkabilir. Bu nedenle, salımın ilk dakikalarını içeren salım profili Şekil 2 üzerinde ayrıca gösterilmiştir. Salımın ilk dakikalarında elde edilen veriler, t=0 anından itibaren filmin kontrollü bir şekilde salım yaptığını, ani bir salım meydana gelmediğini ve değerlerin denge değerine yaklaşma eğiliminde olduğunu göstermektedir.



Şekil 2 Film 3+Ax'in Salım Profili

Salım profili çıkarılan Film 3+Ax'in salım verileri Higuchi ve Korsmeyer-Peppas kinetik salım modellerine uygulanarak değerlendirilmiştir. Higuchi kinetik salım modeli, merhemlerden cilde ilaç salımını açıklamada kullanılan ve oral uygulamalarda da kullanılabilen bir matematiksel modeldir (Siepmann ve Peppas, 2011: 8). Denklem (1), Higuchi kinetik modeline ait denklemdir ve denklemden yer alan M_t , merhem filminden herhangi bir t anında salınan kümülatif ilaç miktarını; K_H , Higuchi sabitini ve t , zamanı ifade eder (Siepmann ve Peppas, 2011: 8).

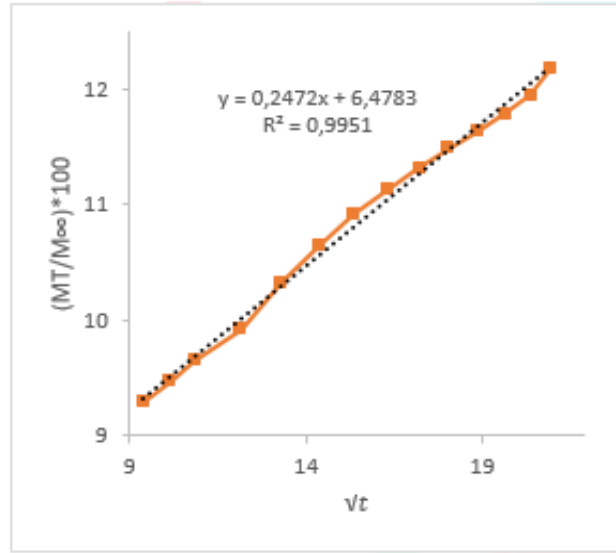
$$M_t = K_H * \sqrt{t} \quad (\text{Denklem 1})$$

Şişme özelliği gösteren polimerik sistemlerden gerçekleşen ilaç salımları, Fick difüzyon yasası ya da Higuchi kinetik modeline uymayabilir. Bu gibi sistemler için Korsmeyer-Peppas matematiksel modeli geliştirilmiştir (Siepmann ve Peppas, 2011: 10). Denklem (2), Korsmeyer-Peppas kinetik modeline ait denklemdir ve denklemden yer alan M_t , herhangi bir t anında çözünen ilaç miktarını; M_∞ , $t=\infty$ 'da çözülmüş olacak ilaç miktarını; K_{KP} ve n sırasıyla Korsmeyer-Peppas sabitini ve üstel sabiti; t ise zamanı göstermektedir (Mir vd., 2023: 3); (Siepmann ve Peppas, 2011: 11)

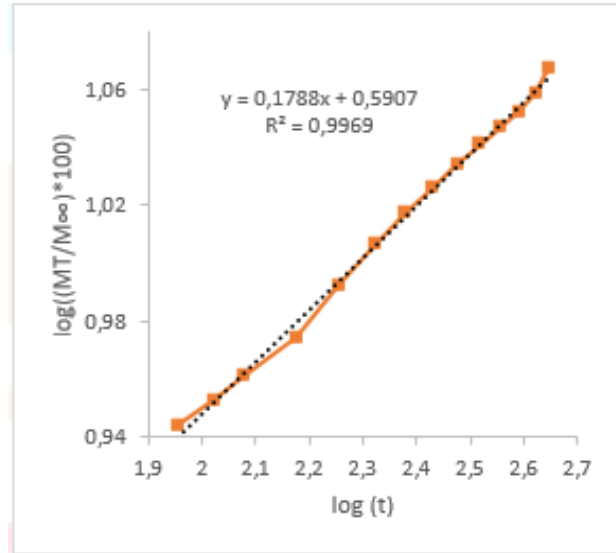
$$\frac{M_t}{M_\infty} = K_{KP} * t^n \quad (\text{Denklem 2})$$

Şekil 3 ve Şekil 4'te filme ait verilerin kinetik modellere uygulanması sonucunda elde edilen grafikler verilmiştir.

Salım verileri Higuchi kinetik modeline uygulandığında R^2 (regresyon katsayısı) değeri 0,9951 olarak elde edilmiştir. Bu değer, verilerin kinetik modele %99'un üzerinde uyduğunu gösterdiği için oldukça anlamlıdır. Ayrıca Higuchi katsayısı değeri 0,2472 olarak hesaplanmıştır. Malzeme-ilâç sistemlerinde, düşük K_H değeriyle gerçekleşen salım daha kontrollüdür (Martin-Illana vd., 2019: 19). Buradan hareketle filminden salımın kontrollü bir şekilde gerçekleştiği yorumu yapılabilir.



Şekil 3 Salım Verilerinin Higuchi Kinetik Modeline Uygulanması



Şekil 4 Salım Verilerinin Korsmeyer-Peppas Kinetik Modeline Uygulanması

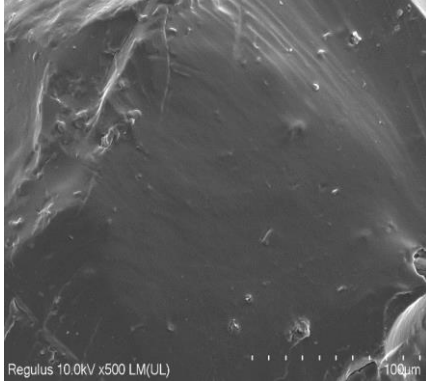
Öte yandan, salım verileri Korsmeyer-Peppas kinetik modeline uygulandığında R² değeri 0,9969 olarak elde edilmiştir. Korsmeyer-Peppas kinetik modeline uyarlanan salım verileri, tıpkı Higuchi kinetik modelinde olduğu gibi %99'un üzerinde uygunluk göstermiştir. Ancak, R² değerleri göz önüne alındığında, salım verilerinin, daha büyük R² değerinin elde edildiği Korsmeyer-Peppas kinetik modeline daha uygun olduğu söylenebilir. Ek olarak, Korsmeyer-Peppas kinetik modeline ait K_{KP} değeri 3,8967, n değeri ise 0,1788 olarak hesaplanmıştır. Korsmeyer-Peppas kinetik modelinde, n < 0,5 olması, gerçekleşen salımın Fick difüzyon yasasına uyduğunu gösterir. Buradan hareketle, salım verilerinin Korsmeyer-Peppas kinetik modeline uygulanması sonucunda elde edilen n değerinin 0,1788 olması, salımın Fick difüzyon yasasına uygun olarak gerçekleştiğini gösterir (Siepmann ve Peppas, 2011: 11)

Sem analizi sonuçlarının değerlendirilmesi

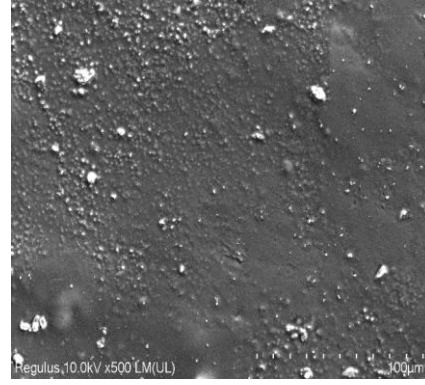
Film 3 ve Film 3+Ax kompozitlerinin, yapılarında bulunan bileşenlerin dağılımları hakkında fikir edinmek ve yüzey morfolojilerini incelemek için SEM görüntüleri alınmıştır.

Şekil 5'te verilen Film 3'e ait SEM görüntüsü incelendiğinde, filmin pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğu görülebilir. Film yüzeyinin pürüzsüz olması, film içerisinde yer alan

bileşenlerin homojen bir şekilde dağıldığını göstermektedir (Srividhya vd., 2017: 2279). Öte yandan, Şekil 6'da gösterilen, Ax içeren Film 3 örneğine ait SEM görüntüsü incelendiğinde, yüzeyde beyaz noktacıklar görülmektedir. Antibiyotik içeren polimerik kompozitlerin SEM görüntülerindeki beyaz noktalar, antibiyotik bileşenini temsil eder (Sinha vd., 2012: 804). Dolayısıyla, Ax içeren filme ait SEM görüntüsündeki beyaz noktalar Ax'i temsil etmektedir ve SEM görüntüsü ile kompozit film içerisindeki Ax varlığı doğrulanmıştır.



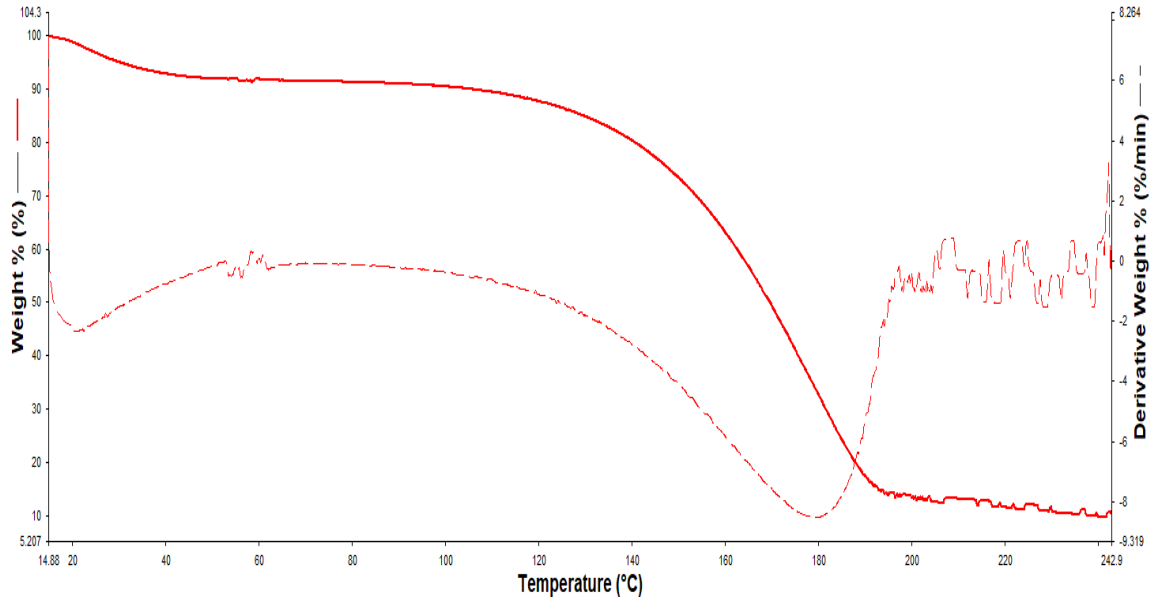
Şekil 5 Film 3'ün SEM Görüntüsü



Şekil 6 Ax Yüklü Film 3'ün SEM Görüntüsü

Termal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Ağız içerisinde kullanımını hedeflemiş olduğumuz kompozit filmler, gündelik hayatta tüketilecek olan sıcak ve soğuk besinler ve içecekler nedeniyle sıcağa ya da soğuğa maruz kalacaklardır. Bu kapsamda, ağız içerisindeki sıcaklık değişimleri ile ilgili yayın taraması yapılmıştır. Tarama sonucunda, taranan yayınlar içerisinde, sıcaklıklar ile ilgili ekstremum değerler referans alınmıştır. Ağız içerisinde, beslenme sırasında ulaşılabilecek minimum ve maksimum sıcaklık değerlerinin sırasıyla 0°C ve 70°C olduğu bildirilmiştir (Barclay vd., 2005: 886). Bu bağlamda, bu sıcaklık aralığında, hazırlanan kompozit filmlerin termal stabiliteleri oldukça önemlidir. Ax yüklü film 3 örneğine ait TGA ve DTA termogramları Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7 Ax Yüklü Film 3 Örneğine Ait TG ve DTA Termogramları

Film örneğinin termal analiz sonucu incelendiğinde, termal bozunmanın iki aşamada gerçekleştiği görülmektedir. İlk aşama, 17-121°C sıcaklıkları arasında kademeli olarak gerçekleşmektedir ve toplamda % 12,04 oranda kütle kaybı olmaktadır. Bu sıcaklık değerleri arasında, malzeme içerisinde adsorplanmış su moleküllerinin yavaş bir şekilde yapıdan uzaklaştığı yorumu yapılabilir (Kumar ve Koh, 2012, 6105). Malzemeye ait ikinci basamak kütle kaybı 121-193°C sıcaklık değerleri arasında hızlı bir şekilde gerçekleşmekte olup, bu değerler arasında toplamda %72,46 oranında kütle kaybı meydana gelmiştir. İkinci basamakta yüksek oranda kütle kaybının meydana gelmesi, malzemenin bu sıcaklık değerleri arasında yapısal olarak bozunmaya başladığını göstermektedir. Öte yandan, ağız içerisinde ulaşılabilir maksimum sıcaklık değeri olan 70°C'deki kütle kaybı değeri ise %8,58'dir. Dolayısıyla, filmde hem ağız içerisinde ulaşılabilir maksimum sıcaklık değeri olan 70°C'de %8,58 oranında düşük bir kütle kaybı yaşanması, hem de ağız içerisinde ulaşılabilir maksimum sıcaklık değeri olan 70°C'nin, malzemenin temel bozunmasının başladığı 121°C'den uzak bir sıcaklık değeri olması sebebiyle, hazırlanan filmin, ağız içi uygulamalarda termal açıdan kararlı olacağı yorumu yapılabilir (Kumar ve Koh, 2012, 6112).

Sonuç

Bu çalışmada, dişeti hastalıklarının tedavisine destek olması amacıyla hazırlanmış olan kompozit filmlere çeşitli testler uygulanarak, malzemeler karakterize edilmişlerdir. Çalışmamızda toplamda dört adet kompozit film sentezi yapılmıştır. Bu filmler; temel reçete ile hazırlanan Film 1 ve Film 1'e ikame olarak, reçetede yer alan bazı bileşenlerin oranlarının değiştirilmesi yoluyla hazırlanan sırasıyla Film 2, Film 3 ve Film 4 olarak isimlendirilen malzemelerdir. Hazırlanan filmlere, öncelikle fiziksel analiz ve ardından FTIR analizi yapılmıştır. FTIR spektrumları, reçetede yer alan KTS ve PEG polimerlerinin iyi derecede çapraz bağlandığını göstermiştir. Mekanik analizi yapılan filmlerden, mekanik dayanımı en iyi olan malzeme Film 3 olarak belirlenmiş ve sonraki karakterizasyon çalışmaları Film 3 üzerinden gerçekleştirilmiştir. Ax yüklü Film 3 örneklerine uygulanan şişme testi sonucunda, Film 3 örneğinin deiyonize su içerisinde 96 saatlik analiz süresince şişme göstermediği belirlenmiştir. Saliva çözeltilisinde ise, film örneklerinin ilk gün şişme göstermemiş olduğu ve analiz süresince maksimum şişme oranının %18,14 olduğu belirlenmiştir. Film 3 örneklerine

uygulanan asit-baz dayanıklılık testleri sonucunda, örneklerin hem asit hem de baz çözeltisi içerisinde beş gün boyunca yapısal bütünlüklerini korudukları görülmüştür. Ax içeren Film 3 örneklerine salım analizi uygulanarak, örneklerin yapısal bütünlükleri bozulmadan, bir hafta boyunca kontrollü salım gerçekleştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ek olarak, salım verileri Higuchi ve Korsmeyer-Peppas kinetik modellerine uygulanarak, verilerin kinetik modellere uygunlukları değerlendirilmiştir. Örneklerin salım verilerinin Korsmeyer-Peppas kinetik modeline daha uygun olduğu ve salımın, Korsmeyer-Peppas kinetik modelinde yer alan üstel sabitin değerinden yola çıkılarak Fick difüzyon yasasına uyduğu belirlenmiştir. SEM görüntüleri alınan film örneklerinde, yüzeylerin pürüzsüz olduğu görülmüş ve bu nedenle filmlerdeki bileşenlerin homojen bir şekilde dağıldığı yorumu yapılmıştır. Son olarak, termal analizi yapılan filmlerin ağız içerisindeki sıcaklık değişimlerine karşı termal açıdan kararlı oldukları belirlenmiştir.

Kaynakça

- Chakraborty, P., Chowdhury, R., Bhakta, A., Mukhopahyay, P., Ghosh, S. (2021, kasım-aralık). Microbiology of periodontal disease in adolescents with Type 1 diabetes. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 15, 6, 102333. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2021.102333>
- Newman, M. G., Takei, H., Klokkevold, P. R., Carranza, F. A. (2012). *Carranza's clinical periodontology (11. Edition)*. St. Louis Mo: Elsevier Saunders.
- Niemiec, B.A. (2008, mayıs). Periodontal disease. *Topics in Companion Animal Medicine*, 23, 2, 72-80. doi: <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.02.003>
- Jepsen, K., Jepsen, S. (2016, haziran). Antibiotics/antimicrobials: systemic and local administration in the therapy of mild to moderately advanced periodontitis. *Periodontology 2000*, 71, 1, 82–112. doi: <https://doi.org/10.1111/prd.12121>
- Sanchez-Perez, A., Moya-Villaescusa, M.J. (2009, eylül). Periodontal disease affecting tooth furcations. A review of the treatments available, *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 14, 10, 554–557. doi: <https://doi.org/10.4317/medoral.14.e554>
- Scannapieco, F.A., Gershovich, E. (2020, ocak). The prevention of periodontal disease-An overview. *Periodontology 2000*, 84, 1, 9–13. doi: <https://doi.org/10.1111/prd.12330>
- Sah, A.K., Dewangan, M., Suresh, P.K. (2019, haziran). Potential of chitosan-based carrier for periodontal drug delivery. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 178, 185-198. doi: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.02.044>
- Shariatinia, Z. (2021, aralık). Big family of nano- and microscale drug delivery systems ranging from inorganic materials to polymeric and stimuli-responsive carriers as well as drug-conjugates. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 66, 102790. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2021.102790>
- Barat, R., Srinatha, A., Pandit, J., Anupurba, S., Mittal, N. (2007, aralık). Chitosan inserts for periodontitis: influence of drug loading, plasticizer and crosslinking on in vitro metronidazole release. *Acta Pharm.*, 57, 4, 469–477. doi: <https://doi.org/10.2478/v10007-007-0037-1>
- Seidi, F., Yazdi, M.K., Jouyandeh, M., Dominic, M., Naeim, H., Nezhad, M.N., Bagheri, B., Habibzadeh, S., Zarrintaj, P., Saeb, M.R., Mozafari, M. (2021, temmuz). Chitosan-based blends for biomedical applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 183, 1818-1850. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.05.003>
- Abd. El Hack, M.E., El Saadony, M.T., Shafi, M.E., Zaberemawi, N.M., Arif, M., Batiha, G.E., Khafaga, A.F., Abd El-Hakim, Y.M., Al Sagheer, A.A. (2020, aralık). Antimicrobial and antioxidant properties of chitosan and its derivatives and their applications: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 2726-2744. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08.153>
- Kala, B., Gunjan, C., Disha, N., Shobha, P. (2015, temmuz-ağustos). Treatment of periodontal disease–A herbal approach. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 33, 2, 27, 126-136.
- Venkateswara, B., Sirisha, K., Chava, V. (2011, ocak-mart). Green tea extract for periodontal health. *J Indian Soc Periodontol*, 15, 1, 18–22. doi: <https://doi.org/10.4103%2F0972-124X.82258>

- Sato, Y., Sato, T., Niwa, M., Aoki, H. (2006, kasım). Precipitation of octacalcium phosphates on artificial enamel in artificial saliva. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 17, 11, 1173-1177. doi: <https://doi.org/10.1007/s10856-006-0545-4>
- Kolhe, P., Kannan, R.M. (2003, ocak). Improvement in ductility of chitosan through blending and copolymerization with PEG: FTIR investigation of molecular interactions”, *Biomacromolecules* 2003, 4, 1, 173–180. doi: <https://doi.org/10.1021/bm025689+>
- Zeng, M., Fang, Z., Xu, C. (2004, şubat). Effect of compatibility on the structure of the microporous membrane prepared by selective dissolution of chitosan/synthetic polymer blend membrane. *Journal of Membrane Science*, 230, 1, 175–181. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.memsci.2003.11.020>
- Ganji, F., Abdekhodaie, M.J. (2008, kasım). Synthesis and characterization of a new thermosensitive chitosan–PEG diblock copolymer. *Carbohydrate Polymers*, 74, 435–441. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.03.017>
- Rao, K.S.V.K., Reddy, P.R., Lee, Y.I. Kim, C. (2012,). Synthesis and characterization of chitosan-PEG-Ag nanocomposites for antimicrobial application. *Carbohydrate Polymers*, 87, 1, 920-925. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.07.028>
- Corazzari, I., Nistico R., Turci F., Faga M.G., Franzoso F., Tabasso S., Magnacca G. (2014, aralık). Advanced physico-chemical characterization of chitosan by means of TGA coupled on-line with FTIR and GCMS: Thermal degradation and water adsorption capacity. *Polymer Degradation and Stability*, 112, 1-9. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2014.12.006>
- Sun, G., Zhang, X.Z., Chu, C.C. (2008, ağustos). Effect of the molecular weight of polyethylene glycol (PEG) on the properties of chitosan-PEG-poly(N-isopropylacrylamide) hydrogels. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 19, 8, 2865–2872. doi: <https://doi.org/10.1007/s10856-008-3410-9>
- Rajeswari, A., Amalraj, A., Pius, A. (2016, şubat). Adsorption studies for the removal of nitrate using chitosan/PEG and chitosan/PVA polymer composites. *Journal of Water Process Engineering*, 9, 123-134. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2015.12.002>
- Mottaghi, H., Mohammadi, Z., Abbasi, M., Tahouni, N., Panjeshahi, M.H. (2021, nisan). Experimental investigation of crude oil removal from water using polymer adsorbent. *Journal of Water Process Engineering*, 40, 101959. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.101959>
- Malik, R., Beniwal, B.S., Om, H., Arora R. (2014, ocak). Antacid properties of milk and milk products in comparison to other foods and commonly available antacid pharmacological preparations. *Indian Journal of Dairy Science*, 67, 4, 328-332.
- McGlynn, W. (Temmuz 2016). *The importance of food pH in commercial canning operations*. Erişim Tarihi: 28.04.2023, <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/print-publications/fapc-food-and-agricultural-products-center/the-importance-of-food-ph-in-commercial-canning-operations-fapc-118.pdf>
- Siepmann, J., Peppas, N.A. (2011, ekim). Higuchi equation: Derivation, applications, use and misuse. *International Journal of Pharmaceutics*, 418, 1, 6-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2011.03.051>
- Mir, A., Kumar, A., Riaz, U. (2023, şubat). Synthesis and characterization of conducting polymer/alginate composite hydrogels: Effect of conducting polymer loading on the release behaviour of metformin drug. *Journal of Molecular Liquids*, 372, 121193. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2022.121193>

Martín-Illana, A., Cazorla-Luna, R., Notario-Pérez, F., Bedoyoda, L. M., Ruiz-Caro, R., Veiga, M. D. (2019, ocak). Freeze-dried bioadhesive vaginal bigels for controlled release of Tenofovir. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 127, 15, 38-51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2018.10.013>

Srividhya, A., Sangeetha, K., Gomathi, T., Sudha, P.N. (2017, şubat). Preparation and characterization of chitosan (Cn)/polyethylene glycol (PEG) binary blend for heavy metal chromium removal. *Sudha International Journal of Novel Trends In Pharmaceutical Sciences*, 7, 1, 2277 – 2782.

Sinha, M., Banik, R.M., Haldar, C., Maiti, P. (2012, kasım). Development of ciprofloxacin hydrochloride loaded poly(ethylene glycol)/chitosan scaffold as wound dressing. *Journal of Porous Materials* 2013, 20, 4, 799–807. doi: <https://doi.org/10.1007/s10934-012-9655-1>

Barclay, C. W., Spence, D., Laird, W. R. E. (2005, kasım). Intra-oral temperatures during function. *Journal of Oral Rehabilitation*, 32, 12, 886-894. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2005.01509.x>

Kumar, S., Koh, J. (2012, mayıs). Physicochemical, optical and biological activity of chitosan-chromone derivative for biomedical applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 5, 6102-6116. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms13056102>

Otizm Dostu Mekân Tasarımı: Sistematik Literatür Taraması

Nagehan SEVEN¹
H.İlkden TAZEBAY²

1.Giriş

(alıntılayan Ghazali vd, 2019:19)' e göre Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB), sosyal etkileşimi sözlü olan veya olmayan iletişimi bozan karmaşık nörogelişimsel bir bozukluktur (aktaran Chaim,2016; Altenmüller Lewis,2017). Tekrarlayan davranışlar, sosyal etkileşimde yaşanan sıkıntılar ve gecikmiş iletişim becerileri ile bir bozukluk olan OSB, mimari tasarım rehberlerinden ihtiyaç ve uygulama konusunda uzun süre dışlanmıştı (Mostafa M. 2008:190). Otizm teşhisi almış kişilerin oranı rakamsal olarak ifade edilse de bu sendromdan etkilenen kişi sayısı daha da fazla olmaktadır. Çünkü otizm teşhisi konmuş bir çocuğun ailesi ve aile bireylerinin yaşam boyunca karşılaştıkları güçlükler bu bireylerin bakım, eğitim, terapi gibi durumları da göz önüne alındığında daha da karmaşık bir hal almaktadır (Öktem, 2009:3).

Otizmlili bireylerin farklı beyin yapıları olduğu bu sebeple de okulların, kamusal alanların, hastanelerin, havaalanları vb. ortamların “otizm dostu” olmamasından dolayı toplumsal yaşama dahil olamadığını ve pek çok zorluklarla karşı karşıya kaldığı belirtilmiştir (Elafifi ve Farid, 2020:48). Teşhisin erken yaşlarda konularak, erken müdahale olarak görülen eğitim ile OSB’li çocukların sosyal hayata katılımlarının sağlandığı pek çok çalışmada ifade edilmiştir. Bu sebeple yapılan çalışmaların OSB olan çocuklara eğitim veren kurumlarda ihtiyaçlara göre tasarlanmış eğitim kurumlarının giderek arttığı görülmektedir. OSB olan çocukların yaşam kalitesinin artırılmasında oldukça önemli olan bu eğitim kurumlarının, bireylerin ihtiyaçlarına yönelik tasarlanmaları eğitim konusunda başarıyı destekleyen bir unsurdur.

OSB olan bireylerin iletişim, duygusal ve sosyal yönden ihtiyaçlarının giderildiği ve desteklendiği mekânlar “otizm dostu mekan” olarak tanımlanılır. Bir mekânın, veya aktivitenin otizm dostu olabilmesi için hem mekanların hem de zihinlerin değiştirilmesi gerekir. Otizmlili bireyler duyu bütünleme ve duysal aşırı yüklenmede sorun yaşadıklarından dolayı, duyuların ön plana çıktığı tasarımların yapılması ilk basamak olabilir ancak bir mekânın otizm dostu olması için yeterli değildir. Otizm Spektrum Bozukluğu’na sahip olan kişilerin yaşadığı zorluklar, sosyal beceri, iletişim sorunları ve tekrarlayan davranışlarda görüldüğü için otizm dostu bir mekân oluştururken çevrenin öngörülebilir şekilde tasarlanması, mekanlar arası geçişte görsel desteklerin sunulması ve sosyal entegrasyon ve iletişimi destekleyen araç gereç kullanımının sağlanması gerekmektedir (Anonim 2021,paragraf 3).

¹ Doktora öğrencisi, Ankara Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Orcid: 0000-0002-6239-9382

² Prof.Dr., Ankara Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Orcid: 0000-0002-8286-6574

Otizm dostu mekan için ortaya konan kriterler ve standartlar literatürde çeşitli şekillerde verilmiştir. (Kinnaer, 2016:183), yaptığı çalışmada otizm dostu tasarım için literatürde sıklıkla rastlanan tema ve kriterleri; duyuşsal erişilebilirlik, zihinsel erişilebilirlik, bağımsızlık ve özgüven şeklinde vermiştir.

(Grancich, 2014:7), ise otizm dostu çevresel tasarım standartları ve otizm dostu mekanın sahip olduğu özellikleri; düşük uyarım, öngörülebilirlik-tutarlılık, geri çekilme alanları, geniş sirkülasyon, doğal ışık veya titreşen ışıklardan kaçınma, düşük gürültü seviyesi ve göz alıcı aşırı ilgi çekici renklerin en aza indirilmesi şeklinde tanımlamıştır. Benzer şekilde (Simpson, 2016:paragraf 12), bir mekanın otizm dostu olması için gereken özelliklerin duyuşsal (görsel, işitsel, koku alma, beden farkındalığı), iletişim sistemleri, kaçış alanları, farkındalık olarak ifade etmiştir. Otizm dostu mekan tasarımı için bir başka kaynakta ise kriterler akustik, aydınlatma, rahatlık, hava kalitesi, malzeme ve güvenlidir (Shell, Anonim 2021:paragraf 4).

Bu çalışmada amaç mekan ve OSB arasındaki ilişkinin araştırılmasında, ilgili literatürde sıklıkla yer alan anahtar kelimeleri OSB ve mekân arasındaki ilişkinin kurulmasında kullanılan teorilerin belirlenmesinin yanısıra, OSB olan bireyler için mekan tasarımı konusunun yaşam, eğitim, dinlenme gibi farklı fiziksel mekânların sıklıkla hangilerinde çalışıldığının belirlenmesidir.

2.Yöntem

Bu çalışmada, sistematik literatür taraması ve meta analizi uluslararası literatürde yer alan PRISMA Bildirimi kontrol listesine göre yapılmıştır. Sistematik literatür taraması, (Cagle, 2020:126) tarafından bildirildiğine göre, elde edilen bilgileri toplamak, konularına göre gruplara ayırıp incelemek amacı ile kullanılan bir yöntem bilimidir (Siddaway, 2014). Bu yöntemin temel amacı, araştırma soruları oluşturularak belirlenen kriterlere uygun çalışmaları bulmaktır (Cagle 2020:126). Sistematik literatür taraması belirli bir yöntem ile yapıldığından çok daha kapsamlıdır (Karaçam 2013:27). tarafından bildirildiğine göre kullanılan metotlar çalışmada verilir, çalışmalar seçilirken kriterler açıkça belirtilmiştir (Moule ve Goodman, 2009; Hemingway ve Brereton 2009).

Çalışmada yer alan PRISMA şeması, literatürdeki sistematik literatür taraması çalışmalarından (Moher vd. , 2009:paragraf 14) yararlanılarak oluşturulmuştur (Feldt, Mujtaba, Mattsson, ve Petersen, 2008;Saitta, Devan, Boland ve Perry, 2019; Kıyan, 2019; Serbest Yenidünya ve Limoncu, 2020:274). Meta analizi yine benzer çalışmalardan yararlanılarak (Jensen ve Allen, 1996) sistematik literatür taraması uygulanmıştır(Sánchez, Cabrera, ve Pulgar, 2020:paragraf 10). Sistematik literatür taraması 02.04.2022-07.05.2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Süre sınırlaması konulmamıştır.

Sistematik literatür taraması yapılan makaleler ve bu makalelerin referans aldıkları sistematik literatür incelendiğinde şu aşamalar ortaya çıkmaktadır; (Petersen vd., 2008:2-5, Karaçam 2013:28-30, Saitta vd. 2019:12-13, Kıyan, 2019:761-762, Serbest Yenidünya ve Limoncu , 2020:273-274, Yılmaz ve Tüfekçi, 2020:1047-1048) 1.Araştırma sorusu belirleme 2. Araştırma yapılacak veri tabanını belirleme 3. Anahtar kelime belirleme 4. Literatür uygunluk kriterleri 5. PRISMA yöntemi 6. Meta analizi şeklindedir.

Çalışmada araştırma soruları, OSB olan bireyler için mekân tasarımında kullanılan kelimeler, tasarlanan mekânlar ve mekân algısının belirlenmesi için sorular oluşturulmuştur.

(Karaçam 2013:31) tarafından ifade edildiğine göre araştırmanın konusunu destekleyen en az bir veri tabanı seçimi yapılmalıdır. Veri tabanları içerdiği konu özelliklerini örneğin; biyoloji, sosyal bilimler, fizik bilimleri ve sağlık bilimleri olarak kullanıcılarına bildirir. Bu ayırım dikkate alınarak veri tabanı seçimi yapılmalıdır. Araştırma yapılacak veri tabanları ile ilgili bir değerlendirme yapılmıştır. Ulaşılan veri tabanlarında en çok tercih edilen Web of Science, Science Direct, Pubmed, Scopus, Embase, Google Scholar, gibi veri tabanları olduğu görülmüştür. Bu nedenle konu içeriği bakımından bu çalışmada Science Direct, Pubmed, Google Scholar, Web of Science, Scopus veri tabanları kullanılmıştır. Benzer çalışmalarda yer alan anahtar kelimelerde dikkate alınarak, bazı konular ve bu konular kapsamında aranacak anahtar kelimeler belirlenmiştir. Öne çıkan konular, otizm, bilişsel teoriler, duyuşsal tasarım, mekânsal tasarım, otizm dostu mekân, tasarım ilkeleri, tasarım elemanları olarak belirlenmiştir. Bu konular kapsamında belirlenen anahtar kelimelerden iki konuda, konuyu dağıtmamak için tasarım ilkeleri ve otizm, tasarım elemanları ve otizm, olmak üzere iki anahtar kelime ile tarama yapılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan araştırma sorusu ve meta analizi soruları, arama motorları, konular ve anahtar kelimeler, dahil etme ve hariç tutma kriterleri Tablo 1’de belirtilmiştir. Anahtar kelimeler ile yapılan tarama sonucu ulaşılan yayınların başlık, özet ve anahtar kelimeleri incelenerek araştırma sorusuna yanıt vermeyen konu ile ilgisi olmayan yayınlar elenmiştir. Çalışmanın aşamaları Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Çalışmanın aşamaları

ARAŞTIRMA SORUSU	Mekân ve OSB arasındaki ilişki nedir?	
META ANALİZİ SORULARI	1. OSB olan bireyler için mekân tasarımında hangi anahtar kelimeler kullanılmıştır? 2. OSB olan bireyler için hangi mekânlar tasarlanmıştır? 3.OSB olan bireylerin mekân algısını hangi teoriler ile açıklanmıştır?	
ARAMA MOTORLARI	Science Direct, Pubmed, Google Scholar, Web of Science, Scopus	
KONULAR VE ANAHTAR KELİMELERİ	Konular	Anahtar Kelimeler
	Otizm	Otizm
	Bilişsel Teoriler	Duyuşsal Duyarlılık, Zihin Kuramı, Yürütücü İşlev, Biliş Teorisi
	Duyuşsal Tasarım	Duyu Bütünleme, Duyuşsal Tasarım, Duyuşsal Bahçe
	Mekânsal Tasarım	Tasarım Ölçütleri, Mekânsal Gereksinimler, Öğrenme Ortamları
	Otizm Dostu Mekân	OSB tasarım rehberi, Otizm dostu tasarım, Otizm dostu mekân

	Tasarım İlkeleri	Tasarım İlkeleri
	Tasarım Elemanları	Tasarım elemanları
PRISMA YÖNTEMİ	211 adet yayın belirlenmiştir.	
DAHİL ETME VE HARİÇ TUTMA KRİTERLERİ	Dahil Etme Kriterleri	Hariç Tutma Kriterleri
	Kitap bildiri makale, tez gibi farklı yayınları içerebilir. İngilizce ve Türkçe dilinde yazılmış olmalıdır. Yayının tam metnine ulaşılmalıdır. Araştırma Sorusuna yanıt olabilecek nitelikte olmalıdır. Yayın yılında sınırlama yapılmayacaktır.	Konu ile doğrudan alakalı olmayan yayınlar çıkarılacaktır (Tıp alanında, Psikoloji alanında vb.) Tam metine ulaşamayan yayınlar elenecektir. İngilizce ve Türkçe haricinde başka dilde yazılmış tam metinler alınmayacaktır. (İngilizce özeti olup başka dilde yayınlanan yayınlar gibi)
META ANALİZİ	PRISMA sonucu kalan 69 yayından 36 tanesi meta analizi sorularına yanıt vermediği için elenmiştir. Sonuç olarak 33 adet yayın meta analizinde kullanılmıştır.	
META ANALİZİ SONUÇLARI	29 adet anahtar kelime, tasarlanan mekânlar ve OSB-mekân algısını açıklayan teoriler listelenmiştir.	
<p>SONUÇ: OSB için mekân tasarımında ilgili literatürde sıklıkla yer alan anahtar kelimelerin belirlenmesi</p> <p>OSB ve mekân arasındaki ilişkinin kurulmasında kullanılan teorilerin belirlenmesi</p> <p>OSB olan bireyler için mekan tasarımı konusunun yaşam, eğitim, dinlenme gibi farklı fiziksel mekânların sıklıkla hangilerinde çalışıldığının belirlenmesi</p>		

2.1.PRISMA Yöntemi

Bu yöntem, özellikle tıp alanında en güncel veriyi elde etmek için kullanılan QUAROM yöntemi geliştirilerek oluşturulmuştur (Moher vd. 2009:874). Bu yöntemle çalışmalar değerlendirilerek, sistematik olarak değerlendirme ve raporlama imkanı sunmasından dolayı araştırmacılara yardımcı olacağı ifade edilmektedir (Anonima, 2023; paragraf 1). Bu nedenle uluslararası literatürde, sistematik derleme ve meta-analiz araştırmaları yapılırken araştırma sonucunu PRISMA Bildirimi (PRISMA Statement: Checklist of items to include when reporting a systematic review or meta-analysis) kontrol listesine göre sunulması önerilmektedir (Karaçam, 2013:29) . Bu çalışmada sunulan PRISMA şeması, literatürdeki benzer çalışmalardan yararlanılarak oluşturulmuş ve Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. PRISMA şeması (Moher vd. 2009, paragraf 14, Yenidünya ve Limoncu 2020:274’den değiştirilerek alınmıştır.)

BELİRLEME	Veri tabanı ile araması belirlenen yayınlar (n=211)	Elle yapılan araştırma sonucu eklenen yayınlar (n=8)
	Tekrar eden yayınların çıkarılması (n=34)	
TARAMA	İncelenen yayınlar (n= 185)	Hariç tutulan yayınlar(n=91)
UYGUNLUK	Uygunluk kriterlerinde değerlendirilen tam metin yayınlar (n=94)	Uygunluk kriterlerinde hariç tutulan yayınlar (n=25)
KAPSAM	Meta Analizde değerlendirilen yayınlar (n=69)	Meta Analizde çıkarılan tam metin yayınlar (n=36)
	Meta Analizde yer alan yayınlar (n=33)	

2.2.Meta Analizi

(Akdemir, ve Karakuş, 2016:57) belirttiğine göre meta analizi belirli bir konuda bütün çalışmaların bulgularının analiz edilerek yorumlama sürecidir (Lipsey ve Wilson, 2000;2). (Sánchez vd. 2020:3)’nin bahsettiğine göre meta sentez yaklaşımı ile ilgili bir yöntem bilimi modeli bulunmakta (Noblit ve Hare 1988) ve bu modeldeki adımlar araştırma sorusu, sistematik gözden geçirme, dikkatli okuma ve yeniden okuma, çalışmaların nasıl ilişkili olduğunu belirleme, çalışmaları birbirine çevirme, çevirilerin sentezlenmesi ve son olarak sentezin ifade edilmesi şeklinde bahsedilmiştir.

Bu çalışmada, PRISMA yönteminin aşamaları ve meta analizi uygulanmıştır. Temel araştırma sorusuna uygun yanıtlar almak üzere oluşturulan meta analizi soruları:

1. OSB olan bireyler için mekân tasarımında hangi anahtar kelimeler kullanılmıştır?
2. OSB olan bireyler için hangi mekânlar tasarlanmıştır?
3. OSB olan bireylerin mekân algısını hangi teoriler ile açıklanmıştır? Şeklinde oluşturulmuştur (Tablo 1).

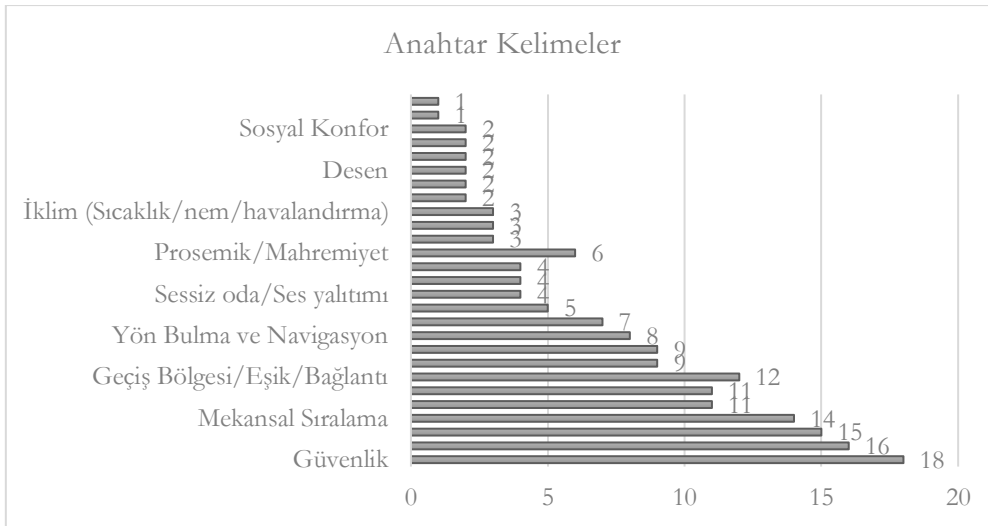
PRISMA şemasındaki aşamalar gerçekleştirilmiş, meta analizinde incelenmek üzere kalan (n=69) yayının tamamı incelenerek, meta analizinde kullanılacak kriterleri içermeyen yayınlar (n=36) elenmiştir. Bu kriterler meta analiz sorularının hiçbirine yanıt vermeyen yayınlardır. Sonuç olarak meta analizinde kullanılmak üzere 33 adet yayın kalmıştır.

3.3. Bulgular

PRISMA ve meta analizi yöntemi ile elde edilen (n:33) yayın, meta analizi soruları ile analiz edilmiştir. Meta analiz sorularının sonuçları şu şekildedir:

1. OSB olan bireyler için mekân tasarımında hangi anahtar kelimeler kullanılmıştır?

Meta analizi sonucunda taranan makaleden (n=33), güvenlik (n=18), akustik (n=16), aydınlatma (n=15), mekânsal sıralama (n=14), geçiş bölgesi/eşik/bağlantı (n=12), renk (n=11), kaçış alanı (n=11), duyu bölümlenme (n=9), uyarım kontrolü (n=9), Yön bulma ve navigasyon (n=8), öngörülebilirlik/tutarlılık (n=7), sınırlar/mekânsal bölümlenme/çevreleme (n=5), sessiz oda/ses yalıtımı (n=4), terapi bahçesi/duyu bahçesi (n=4), özel materyaller kullanma (n=4), prosemik/mahremiyet (n=6), erişim (n=3), koku(n=3), iklim(sıcaklık/nem/havalandırma) (n=3), mekânsal kalite (n=2), doku (n=2), desen (n=2), mobilyanın fiziksel dağılımı (n=2), estetik ve konfor (n=2), sosyal konfor (n=2), algı(n=2) gözlemeleme (n=1), şekil ve form (n=1) olmak üzere 29 adet anahtar kelime belirlenmiştir (Grafik 1).



Grafik 1. Meta analizi sonucunda OSB olan bireyler için mekân tasarımında ön plana çıkan anahtar kelimeler

Tarama sonucunda elde edilen anahtar kelimeler ve referansları Tablo 3’de verilmektedir. Sistematik literatür taramasında özellikle vurgulanan anahtar kelimelerden birkaçı şu şekilde açıklanabilir:

Güvenlik: Sistematik literatür taramasında OSB olan bireyler için mekân tasarımında en çok vurgulanan anahtar kelime güvenliktir. (aktaran Mokhov, 2016:30)'ya göre yürütme işlemindeki bozukluklar, çevreyi algılamadaki farklılıklar tehlikelere karşı savunmasız hale gelmelerine sebep olmaktadır (alıntılıyan Kenworthy vd, 2008; Happe ve Frith, 2006). Ayrıca kendilerine zarar verme eğiliminde olmaları, sallanma gibi hareketlerinde çevrelerinden gelebilecek tehlikeler için duyuşsal uyarımın farkında olmayabilirler. Bu sebeple tüm mekânların kullanılan malzemelerin, mobilyaların, demirbaşların, özenli ve dikkatli seçilmesi sivri yüzeylere bariyerlerin yapılması gibi pek çok güvenlik hususu dikkate alınmalıdır (Mostafa M. , 2018:311).

Akustik: Çalışmada, ön plana çıkan ikinci anahtar kelime akustiktir. Anahtar kelimelerdeki sessiz oda/ses yalıtımı da bu kapsamda yer almaktadır. Akustik, duvar boşluklarını, ses yalıtımı ve ses emici malzemeler kullanarak yankıyı, ses oluşturan elemanların (aydınlatma), arka plandan gelen gürültü kaynaklarının azaltılmasını içerir. Ancak bu kriter ortamdaki bütün sesi yok etme olarak algılanmalıdır. Mekânlarda seslerin farklı seviyelerde kontrollü bir şekilde verilerek ortama uyum sağlanması önermektedir. Böylelikle akustik olarak dış dünyada yönetilemeyen mekânlarda bu becerilerinde geliştirilmesi sağlanmalıdır (Mostafa M. , 2018: 309).

Aydınlatma: Işık OSB olan bireyleri rahatsız eden bir faktördür. Bu sebeple doğal ve yapay ışığın OSB olan bireylere göre ayarlanabilir olması gerekir. Tasarımcı aydınlatma seviyeleri ile aktif veya sakin alanlar oluşturabilir. Ayrıca ışık kaynağının gürültü üretmemesine de dikkat edilmelidir. Öğrenme ortamlarında, doğal ışıktan faydalanılmak isteniliyorsa güneş ışığını kırıcı camlar kullanılmalıdır (Ghazali R. S., 2018:148-149).

Mekânsal Sıralama: OSB olan bireylerin rutine ve öngörüye bağıllığı sebebiyle, mekânların belirli bir düzen içinde duyuşsal işlemin mantıksal olarak düzenlenmesi gerekir. Bir aktiviteden diğere geçişlerde bir dizilim sağlanması, tek yönlü sirkülasyonların tercih edilmesi, gün boyunca yapılan aktivitelerin aksamasını ve dikkat dağınıklığını engelleyebilir (Altenmüller-Lewis, 2017:2221).

Kaçış Alanı: Genel olarak küçük, kapalı OSB olan çocuklarda bir çöküş halinde rahatlatma ortamı sağlayan ve duyuşsal uyarılardan muhafaza edilen alanlardır. Sosyal yaşamdan uzaklaşıp kendi kendine kalabilecek ve kendini sakinleştirip dinlendirecek bir bölgedir. Bazen bir oda ya da oda içerisinde ayrılmış bir bölüm olabilir (Grancich, 2014:99).

Geçiş Bölgesi/Eşik/Bağlantı: Bireylerin etkinliklerini gerçekleştirirken faaliyet alanları arasında görsel bir ilişki kurarak farklı mekânlara geçerken oluşturulan ve güvenliği sağlayan alanlardır. Farklı boyutlarda ve uyarılarda kullanılan malzemeler, görsel, işitsel, dokulu olarak kullanılan engeller mekân geçişlerinde kullanılan etkili yöntemlerdir (Elafifi ve Farid, 2020:53).

Duyuşsal Bölümleme: Otizm için tasarım yapılırken, mekânların duyuşsal seviyelere ve niteliklere göre düzenlenmesi gerekir. Bu anahtar kelime aynı duyuşsal seviyeye sahip alanların düşük, orta ve yüksek şeklinde ayarlanarak farklı ortamlar oluşturmayı hedeflemektedir. Bu bölgelemeyi gerçekleştirirken, mekânsal sıralama, geçiş bölgesi/eşik/bağlantı gibi diğere anahtar kelimelerle iş birliği içinde olunmalıdır (Mostafa M., 2014:148).

Tablo 3. Sistematik Literatür Taraması sonucu ortaya çıkan anahtar kelimeler ve referansları

Anahtar Kelime	Adet	Referanslar	Anahtar Kelime	Adet	Referanslar
GÜVENLİK	18	Ghazali vd.2018(1) Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Mostafa M. 2014(3) Norouzi, N., Garza, C.M 2021 (4) Ghazali vd.2019(5) Deochand, N. vd.2015(6) Mcallister, K Maguire, B.2012 (7) McAllister, K., Sloan, S.2016 (8) Clouse, JR vd.2020(9) Mostafa M. 2018(10) Day K. Martel A. 2021(11) Altenmüller-Lewis U. 2017(12) Martin, C.S.2016(13) Mokhov, A. 2014(14) Mostafa M.2010(15) Hadeer Abd-El-Razak Barakat vd. 2019(16) Mostafa M.2021(17) AU Ghazali vd. 2021(18)	AKUSTİK	16	Ueno, K. Vd.2019(19) Ghazali vd.2019(5) Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Mostafa M. 2014(3) Clouse, JR vd.2020(9) Mostafa M. 2018(10) Day K. Martel A. 2021(11) Altenmüller-Lewis U. 2017 (12) Patel T. Vd.2022(20) Nazri, N.A., Ismail, Z. 2016(21) Martin, C.S.2016(13) Mostafa M.2010(15) Zhi, T.X., 2020(22) Ghazali vd.2018(1) Mostafa M.2021(17) AU Ghazali vd. 2021(18)
		Ghazali vd.2018(1) Ghazali vd.2019(5)			Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Mostafa M. 2014(3)

<p style="text-align: center;">AYDINLATMA</p>	<p style="text-align: center;">15</p>	<p>Hariwidagdo, A., Sahroni, T.R.2019(23) Altenmüller-Lewis U. 2017 (12) Patel T. vd.2022(20) Nazri, N.A., Ismail, Z. 2016(21) Martin, C.S.2016(13) Mostafa M.2010(15) Hadeer Abd-El-Razak Barakat vd. 2019(16) AU Ghazali vd. 2018(24) Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Grancich D.2014(25) Gaines K.S. vd. 2014(26) AU Ghazali vd. 2021(18) Day K. Martel A. 2021(11)</p>	<p style="text-align: center;">MEKANSAL SIRALAMA</p>	<p style="text-align: center;">14</p>	<p>Norouzi, N., Garza, C.M 2021(4) Mcallister, K Maguire, B.2012(7) Clouse, JR vd.2020(9) Mostafa M. 2018(10) Day K. Martel A. 2021(11) Altenmüller-Lewis U. 2017(12) Martin, C.S.2016(13) Mostafa M.2021(17) Mostafa M.2010(15) AU Ghazali vd. 2021(18) Hariwidagdo, A., Sahroni, T.R.2019(23) Tola vd. 2021(27)</p>
<p style="text-align: center;">RENK</p>	<p style="text-align: center;">11</p>	<p>Ghazali vd.2018(1) Norouzi, N., Garza, C.M 2021(4) Hariwidagdo, A., Sahroni, T.R.2019(23) Altenmüller-Lewis U. 2017(12) Patel T. vd.2022(20) Martin, C.S.2016(13) Mostafa M.2010(15)</p>	<p style="text-align: center;">KAÇIŞ ALANI</p>	<p style="text-align: center;">11</p>	<p>Ueno, K. Vd.2019(19) Mostafa M. 2014(3) Clouse, JR vd.2020(9) Mostafa M.2010 (15) Mostafa M. 2018(10) Day K. Martel A. 20218(11) Altenmüller-Lewis U. 2017 (12) Grancich D.2014 (25) Hadeer Abd-El-Razak Barakat vd. 2019 (16)</p>

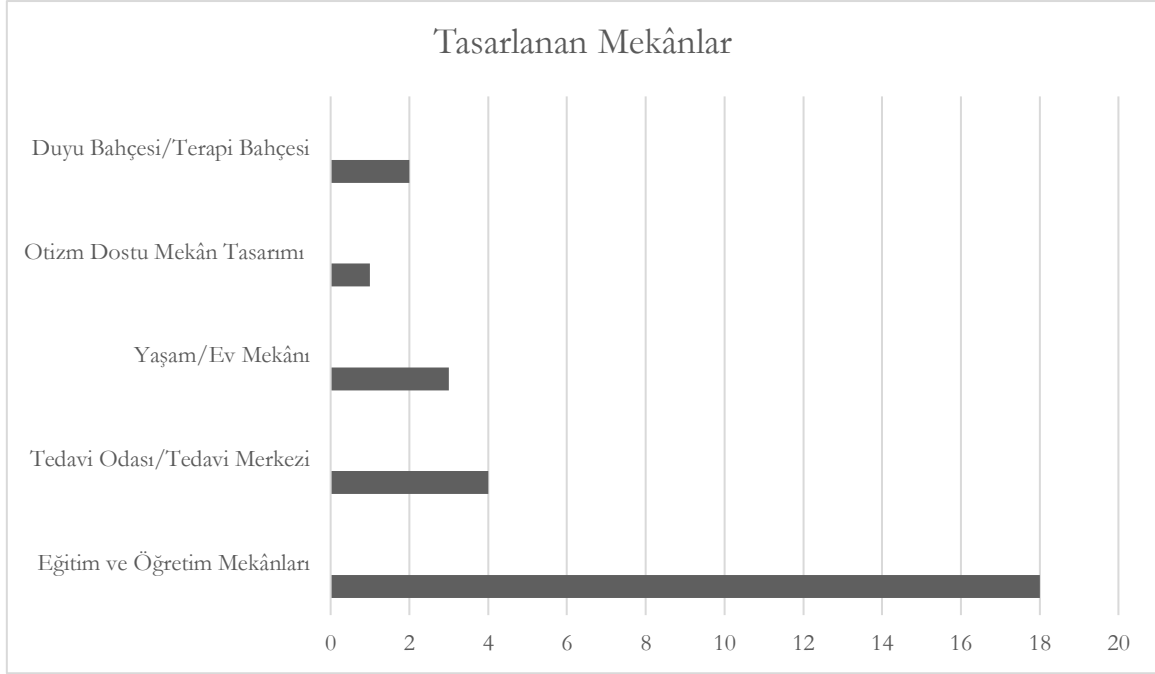
		Hadeer Abd-El-Razak Barakat vd. 2019(16) Nazri, N.A., Ismail, Z. 2016(21) AU Ghazali vd. 2018(24) Gaines K.S. vd. 2014(26)			Mostafa M.2021 (17) AU Ghazali vd. 2021(18)
GEÇİŞ BÖLGESİ/EŞİK/BAĞLANTI	12	Mcallister, K Maguire, B.2012(7) Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Mostafa M. 2014(3) Tola vd. 2021(27) Ghazali vd.2019(5) Clouse, JR vd.2020(9) Mostafa M. 2018(10) Day K. Martel A. 2021(11) Altenmüller-Lewis U. 2017 (12) Mostafa M.2021 (17) Gaines K.S. vd. 2014 (26) AU Ghazali vd. 2021(18)	DUYUSAL BÖLÜMLEME	9	Mostafa M. 2014(3) Clouse, JR vd.2020(9) Mostafa M. 2018(10) Day K. Martel A. 2021(11) Altenmüller-Lewis U. 2017 (12) Mostafa M.2010 (15) Mostafa M.2021 (17) AU Ghazali vd. 2021(18) To P.2020 (28)
UYARIM KONTROLÜ	9	Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Altenmüller-Lewis U. 2017(12) Tola vd. 2021(27) Ghazali vd.2019(5) Grancich D.2014 (25) Mokhov A. 2014(14) Mostafa M.2010 (15) Hadeer Abd-El-Razak Barakat vd. 2019 (16) Gaines K.S. vd. 2014 (26)	YÖN BULMA VE NAVİGASYON	8	Ghazali vd.2018 (1) Tola vd. 2021(27) Ghazali vd.2019(59) Altenmüller-Lewis U. 2017 (12) Martin, C.S.2016 (13) Mostafa M.2010 (15) AU Ghazali vd. 2018 (24) To P.2020 (28)

ÖNGÖRÜLEBİLİRLİK/TUTARLILIK	7	Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Tola vd. 2021(27) Day K. Martel A. 2021(11) Grancich D.2014 (25) Norouzi, N., Garza, C.M 2021(4) Nazri, N.A., Ismail, Z. 2016 (21) Mokhov A. 2014(14)	SINIRLAR/MEKÂNSAL BÖLGELEME/ÇEVRELEME	5	Ghazali vd.2018 (1) Mostafa M. 2014(3) Clouse, JR vd.2020(9) Mostafa M. 2018(10) Mostafa M.2010 (15)
SESSİZ ODA/SES YALITIMI	4	Hadeer Abd-El-Razak Barakat vd. 2019 (16) Ueno, K. Vd.2019(19) Ghazali vd.2018 (1) Tola vd. 2021(27)	TERAPİ BAHÇESİ/DUYU BAHÇESİ	4	Ghazali vd.2018 (1) Ghazali vd.2019 (5) Hadeer Abd-El-Razak Barakat vd. 2019 (16) Hazerana H. 2012 (29)
PROSEMİK/MAHREMİYET	6	Mcallister, K Maguire, B.2012(7) Norouzi, N., Garza, C.M 2021(4) Day K. Martel A. 2021(11) Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Tola vd. 2021(27) Grancich D.2014 (25)	ÖZEL MATERYALLER KULLANMA	4	Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Norouzi, N., Garza, C.M 2021(4) Mokhov A. 2014(14) Gaines K.S. vd. 2014 (26)
ERİŞİM	3	Ghazali vd.2018 (1) Mcallister, K Maguire, B.2012(7) Gaines K.S. vd. 2014 (26)	KOKU	3	Ghazali vd.2018 (1) Ghazali vd.2019(5) Gaines K.S. vd. 2014 (26)

İKLİM (SICAKLIK/NEM/HAVALANDIRMA)	3	Mostafa M.2010 (15) Day K. Martel A. 2021(11) Martin, C.S.2016 (13)	MEKANSAL KALİTE	2	Mostafa M.2010 (15) Norouzi, N., Garza, C.M 2021(4)
DOKU	2	Ghazali vd.2019(5) Gaines K.S. vd. 2014 (26)	DESEN	2	Martin, C.S.2016 (13) Mostafa M.2010 (15)
MOBİLYA FİZİKSEL DAĞILIMI	2	Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Patel T. vd.2022(20)	ESTETİK VE KONFOR	2	Deochand, N.vd.2015 (6) Mcallister, K Maguire, B.2012(7)
SOSYAL KONFOR	2	Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Mokhov A. 2014(14)	ALGI	2	De Jaegher, H. 2013 (30) Pearson vd.2013 (31)
GÖZLEMLEME	1	Day K. Martel A. 2021(11)	ŞEKİL VE FORM	1	Patel T. vd.2022(20)

2. OSB'li bireyler için hangi mekânlar tasarlanmıştır?

İncelenen makalelerde (n:33) OSB'li bireyler için ön plana çıkan mekânlar; eğitim ve öğretim mekanları tasarımı (n=18), tedavi odası/tedavi merkezi (n=4), yaşam/ev mekânı tasarımı (n=3), otizm dostu mekân tasarımı (n=1), duyu bahçesi/terapi bahçesi tasarımı (n=2) olarak geçtiği görülmektedir.



Grafik 2. OSB olan bireyler için tasarlanan mekânlar

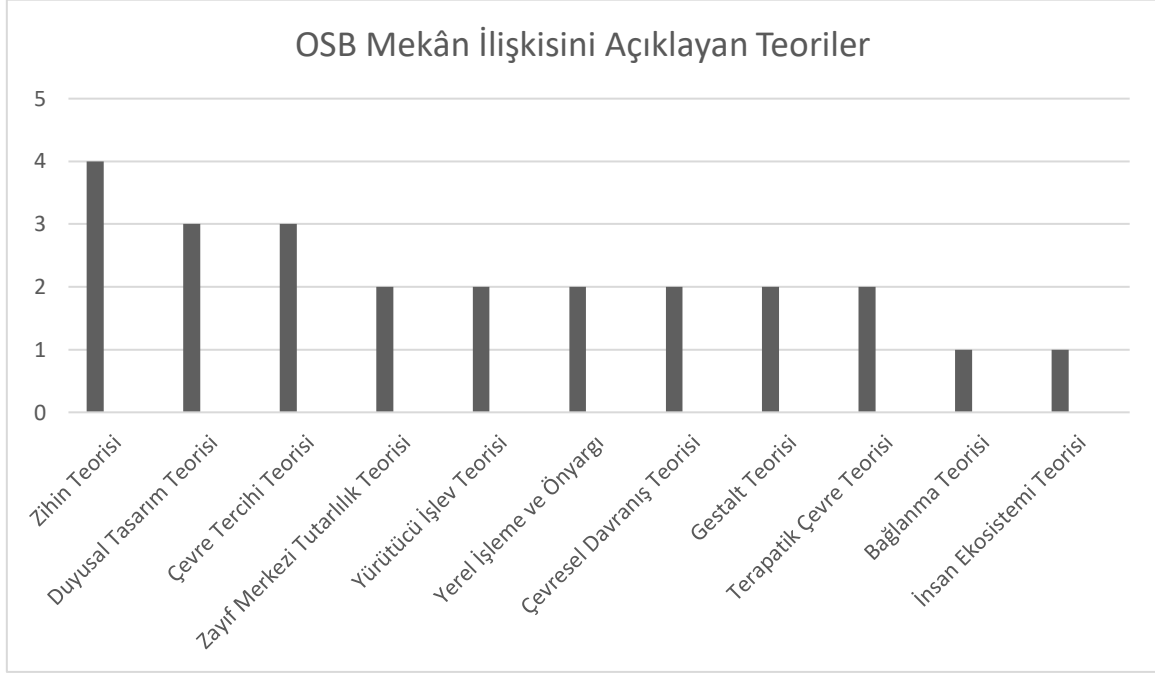
Tablo 4'de OSB olan bireyler için tasarlanan mekanlar ve referansları verilmektedir. Bu kısımda eğitim ve öğretim mekanlarının tasarımına ağırlık verildiği tespit edilmiştir. Eğitim ve öğretim mekanlarında ise yapılan tasarımlarda, özel eğitim okulu tasarımı (n=5), sınıf tasarımı (n=4), öğrenme ortamı tasarımı (n=5), eğitim ortamı tasarımı (n=1), meslek eğitim merkezi tasarımı (n=1), hayvan destekli eğitim ortamı tasarımı (n=1), üniversite tasarımı (n=1) şeklinde çalışıldığı görülmektedir. Literatürde sıklıkla bahsedilen Learning Enviroment (LE) öğrenme ortamına da değinmek gerekir. Bu kavram, öğrenmeyi gerçekleştirebilmek için kullanılan farklı fiziksel mekânlar ve kültürler olarak tanımlanabilir. Bir okul, okulun dış mekanı gibi farklı mekânlarda öğrenme eylemi gerçekleşebildiği için, sınıf kavramına bir alternatif olarak günümüzde kullanılmaktadır. Bu terim aynı zamanda bulunulan ortamın kültürünü, ortak değerlerini inanç sistemini, birbiriyle olan davranışlarını, kurduğu ilişkileri aynı zamanda öğreticinin öğrenmeyi kolaylaştırmak için nasıl bir ortam düzenlediğini de ifade eder (Anonima, 2014:paragraf 1).

Tablo 4. OSB olan bireyler için tasarlanan mekanlar ve referansları

Mekân	Adet	Referans
EĞİTİM-ÖĞRETİM MEKÂNLARI TASARIMI		
ÖZEL EĞİTİM OKULU TASARIMI	5	Ueno, K. Vd.2019 (19) McAllister, K., Sloan, S.2016 (8) Gaines K.S. vd. 2014 (26) Mostafa M. 2018 (10) Altenmüller-Lewis U. 2017(12)
SINIF TASARIMI	4	Ueno, K. Vd.2019 (19) Mcallister, K Maguire, B.2012(7) Patel T. Vd.2022(20) Martin, C.S.2016 (13)
ÖĞRENME ORTAMI TASARIMI	5	Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Ghazali vd.2019(5) Nazri, N.A., Ismail, Z. 2016 (21) Mokhov A. 2014(14) AU Ghazali vd. 2021(18)
EĞİTİM ORTAMI TASARIMI	1	Mostafa M. 2014(3)
MESLEK EĞİTİM MERKEZİ TASARIMI	1	Clouse, JR vd.2020(9)
HAYVAN DESTEKLİ EĞİTİM ORTAMI TASARIMI	1	Zhi, T.X., 2020(22)
ÜNİVERSİTE TASARIMI	1	Mostafa M.2021(17)
TEDAVİ MERKEZİ/TEDAVİ ODASI TASARIMI	4	Norouzi, N., Garza, C.M 2021(4) Deochand, N. vd.2015(6) Hadeer Abd-El-Razak Barakat vd. 2019 (16) To P.2020 (28)
YAŞAM/EV MEKÂNI TASARIMI	3	Day K. Martel A. 2021(11) Gaines K.S. vd. 2014 (26) Mostafa M.2010 (15)
OTİZM DOSTU MEKÂN TASARIMI	1	Grancich D.2014(25)
DUYU BAHÇESİ/TERAPİ BAHÇESİ TASARIMI	2	Hadeer Abd-El-Razak Barakat vd. 2019 (16) Hazerana H. 2012 (29)

3.OSB olan bireylerin mekân algısını hangi teoriler ile açıklanmıştır?

Zihin Teorisi(n=4), Duyusal Tasarım Teorisi (n=3), Çevre Tercihi Teorisi(n=3), Zayıf Merkezi Tutarlılık Teorisi (n=2), Yürütücü İşlev Teorisi(n=2), Yerel İşletme ve Önyargı Teorisi (n=2), Terapatik Çevre Teorisi (n=2), Gestalt Teorisi (n=2), Çevresel Davranış Teorisi(n=2), Bağlanma Teorisi (n=1), İnsan Ekosistemi Teorisi (n=1), teorilerin OSB-Mekân ilişkisini açıklarken ön plana çıktığı görülmüştür (Grafik 3).



Grafik 3. OSB mekân ilişkisini açıklayan teoriler

OSB olan bireylerin mekânı algılayış biçimi tasarımcıların dikkat etmesi gereken bir konudur. OSB olan bireylerin nörotipik bireylerin mekân algısından farklılık gösterdiği bu nedenle de mekânda var olan duysal ve bilişsel girdilerden rahatsız olduğu ve farklı davranışlar sergilemesine yol açtığı pek çok çalışmada ifade edilmiştir. Tablo 5’de tarama sonucu ortaya çıkan teoriler ve referansları verilmektedir. Taramada ön plana çıkan dolayısıyla tasarımcıların göz ardı edemeyeceği bazı teoriler şu şekilde açıklanabilir;

Zihin Teorisi: (aktaran Kadak ve Meral , 2019:6-7)’ a göre kendisinde ve başka bireylerde zihinsel durumları anlama becerisi olarak ifade edilmektedir. OSB olan çocuklarda meydana gelen sosyal iletişim bozukluklarının, zihinde bu işlevin gerçekleşmediği için meydana geldiği düşünülmektedir(alıntılanan Apperly IA, 2012: Philip RCM,2012). (aktaran Değirmencioğlu, 2008:7) kendinden başka insanların niyetlerini anlamının, davranışlarını yorumlamanın ve kavramanın temelini oluşturur (alıntılanan: Rowe, Bullock, Polkey ve Morris 2001).

Duyusal Tasarım Teorisi: (Mostafa 2008)’ de yapmış olduğu çalışmada, çevreden gelen duysal girdilerin (ses, ışık, görüntü, koku, doku) OSB olan bireylerin faaliyetlerini engellediğini ifade etmiştir. Çalışmasında duysal tasarım matrisi oluşturmuş ve bir okulda mimari ortamlara müdahale ederek bu duysal öğelerin OSB olan çocuklar üzerinde etkilerini araştırmıştır. OSB olan bireylerin duysal ihtiyaçları göz önüne alınarak fiziksel çevreyi uygun

bir şekilde değiştirerek, bu bireylerin davranışlarının olumlu bir şekilde değişeceğini ifade etmektedir (Mostafa, 2020:486).

Zayıf Merkezi Tutarlılık Teorisi:(aktaran Yarar, 2018:13)'e göre bir resmin tamamını görmek için küçük parçaları bir araya getirememeye becerisini ifade eder(alıntılanan Frith 1989). Yine (aktaran Yarar, 2018:13)'e göre bu teori OSB olan bireylerde görülen, rutin üzerinde ısrarcı olma, az sayıda sahip olunan kelime dağarcığı veya özel yeteneklere sahip olma gibi özelliklere açıklama getirmeyi amaçlamıştır(alıntılanan: Happe, Vital 2009).

Yürütücü İşlev Teorisi: (aktaran: Yarar, 2018:12), yaratıcılık, plan yapma, çalışma sonucu oluşan bellek gibi bir dizi bilişsel özellikleri ifade eden genel bir teoridir. Literatürde özellikle planlama ve ketleme özellikleri ile ilişkisi çok öncelerden verilmiştir (alıntılanan:Hughes, Russell, & Robbins, 1994; Ozonoff, Pennington, & Rogers, 1991). (aktaran: Yarar, 2018:12), ayrıca OSB'nin tekrarlayıcı davranış, ilgi alanları ve kısıtlı davranış ile ilgili semptomlarında açıklamada başarılı olduğu ifade edilmiştir(aktaran: Turner, 1997).

Yerel İşleme ve Ön Yargı Teorisi: Nörotipik bireyler çevresini yerel işleme yolu ile yorumlama yeteneğine sahiptir (Elafifi & Farid, 2020:50). (aktaran Elafifi & Farid, 2020:50) Ancak OSB olan bireyler çevrelerinden gelen bilgiyi ayrıntılı bir şekilde yorumlarlar(alıntılanan Welsh & Pennington, 1988). Bu teorinin OSB ile ilişkisini savunan araştırmacılar, hiper veya hipo-uyarılma, yani çevreden gelen uyarılara aşırı derecede hassasiyet gösterme ve isteklerin sınırlandırılması gibi özelliklerin de bu teori ile açıklanabileceğini ileri sürmektedir (Elafifi & Farid, 2020:50).

Çevre Tercihi Teorisi: Bu teori kişilerin basit ve sıkıcı ortamlardan ziyade ilgi çekici ve kapsayıcı mekanları tercih ettiğini ileri sürer. Bu teori OSB için mekan tasarımında önemli olduğu ifade edilmektedir. Çünkü ilgi çekici ortamlar, OSB olan bireyler için becerilerin ve yeteneklerin ön plana çıkmasını dolayısıyla kişinin kendisine olan özgüvenin artırmasına yardımcı olur(Gaines vd, 2016:47-48).

Çevresel Davranış Teorisi: Bireylerin çevreleri arasındaki ilişkiyi tanımlayan bir kavramdır. Kurt Lewin tarafından bireylerin davranışlarının çevreye etkisini tanımlayan bir kavram olarak formüle edilmiş çevresel davranış teorisi, Lawton tarafından geliştirilerek, bireyin çevreye olan bakış açısında önemli olduğunu savundu (Norouzi ve Garza, 2021: 149, Gaines vd.2016:47).

Gestalt Teorisi: Kişilerin çevreden gelen uyarıları nasıl sistemleştirdiğini anlamak için kullanılır. Çevrenin algılanması görme, dokunma, koku, ses, gibi duyuların birleşmesiyle elde edilir. Bu teori bir bütünün parçalarının toplamından daha büyük olduğunun altını çizer. Bu teoriyi oluşturan ana ilkeler ve kurallar, kişilerin çevreyle nasıl etkileşime girdiğini anlamasını sağlar. Kişilerin algılarını uygun bir biçimde bir bütün olarak nasıl organize ettiğini anlamayı sağlar (Gaines vd, 2016:49).

Terapatik Çevre Teorisi: Bu teori, OSB olan çocukların terapi hedeflerini tanımlandırmak ve fiziksel ortamın oluşmasına yardımcı olabilmek için doğayı bireylerin ihtiyaçlarına dahil eder((Norouzi & Garza, 2021:149). Çevre psikolojisi ve nöreobilim gibi alanlardaki unsurlarıda birbirleriyle bağlayan bu teori, fiziksel çevrenin yaşam kalitesini nasıl etkilediğini inceler. Bu ortamın özelliği olarak, güvenliğin sağlanması, farkındalığın artırılması, yeteneklerin desteklenmesi, sosyal ilişkilerin kolaylaştırılması, gizliğin

oluşturulması, kişiliğin devamlılığının sağlanması şeklinde ifade edilmiştir (Gaines vd, 2016:48).

Bağlanma Teorisi: John Bowlby tarafından geliştirilen bu teori, bireylerin doğduğundan itibaren bakıcıları ile arasında gelişen bir bağ olarak tanımlandırılabilir. (Martin, 2016:290), OSB’li bireyler için tasarlanan sınıflarda, öğrencinin mekâna bağlanması ve mekânı bağlılık hissini oluşturulması için bu teoriyi kullanmıştır.

İnsan Ekosistemi Teorisi: İnsanın çevre kalitesinin, yaşam kalitesi ile bağlı olduğunu ifade eder. Çevrenin özellikleri kişilerin arkadaşlıkları, sosyale faaliyetlere katılımın sınırlanması veya olanak sunması gibi özellikler kişilerin yaşam kalitesini doğrudan etkileyen faktörlerdir. (Bowling, 2011:254)

Tablo 5. OSB-mekân algısını açıklayan teoriler ve referansları

Teoriler	Adet	Referans
ZİHİN TEORİSİ (Theory of Mind)	4	Pearson vd.2013 (31) Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) De Jaegher, H. 2013 (30) Mokhov A. 2014(14)
DUYUSAL TASARIM TEORİSİ (Sensory Design Theory)	3	Mostafa M. 2014(3) Day K. Martel A. 2021(11) Patel T. Vd.2022(20)
ÇEVRE TERCİHİ TEORİSİ (Environment Preference Theory)	3	Norouzi, N., Garza, C.M 2021(4) Martin, C.S.2016 (13) Gaines, vd. 2016 (26)
ZAYIF MERKEZİ TUTARLILIK TEORİSİ (Weak Central Coherence Theory)	2	De Jaegher, H. 2013 (30) Mokhov A. 2014(14)
YÜRÜTÜCÜ İŞLEV TEORİSİ (Executive Function Theory)	2	Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) De Jaegher, H. 2013 (30)
YEREL İŞLEME VE ÖNYARGI TEORİSİ (Local Processing Bias Theory)	2	Elafifi Z. Abdulaziz Farid M. 2020(2) Mokhov A. 2014(14)
ÇEVRESEL DAVRANIŞ TEORİSİ (Environment Behavior Theory)	2	Norouzi, N., Garza, C.M 2021(4) Gaines, vd. 2016 (26)
GESTALT TEORİSİ (Gestalt Theory)	2	Norouzi, N., Garza, C.M 2021(4) Gaines, vd. 2016 (26)
TERAPATİK ÇEVRE TEORİSİ (Therapeutic Environment Theory)	2	Norouzi, N., Garza, C.M 2021(4) Gaines, vd. 2016 (26)
BAĞLANMA TEORİSİ (Attachment Theory)	1	Martin, C.S.2016 (13)

İNSAN EKOSİSTEMİ TEORİSİ (Human Ecosystem Theory)	1	Martin, C.S.2016 (13)
--	---	-----------------------

4. 4.Sonuç

Bu çalışmada 02.04.2022-07.05.2022 tarihleri arasında sistematik literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Sistematik literatür taraması yapılırken amaçlar şu şekilde sıralanabilir;

1.OSB olan bireyler için mekân tasarımında literatürde yer alan anahtar kelimelerin belirlenmesi,

2. OSB mekân ilişkisinin kurulmasında kullanılan teorilerin belirlenmesi

3. OSB olan bireyler için yaşam, eğitim, dinlenme gibi farklı mekânlarının hangilerinin sıklıkla çalışılmasının belirlenmesidir.

Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda: güvenlik, akustik, aydınlatma, mekânsal sıralama, geçiş bölgesi/eşik/bağlantı, renk, kaçış alanı, duyuşal bölümleme, uyarım kontrolü, yön bulma ve navigasyon, öngörülebilirlik/tutarlılık, sınırlar/ mekânsal bölümleme/ çevreleme, sessiz oda/ses yalıtımı, terapi bahçesi/duyu bahçesi, özel materyaller kullanma, prosemik/mahremiyet, erişim, koku, iklim(sıcaklık/nem/havalandırma), mekânsal kalite, doku, desen, mobilyanın fiziksel dağılımı, estetik ve konfor, sosyal konfor, algı, gözleme, şekil ve formun otizm dostu tasarımında ön plana çıkan anahtar kelimeler olduğu saptanmıştır. Bu anahtar kelimelere bakıldığında bireyin rahat bir şekilde işlevlerini gerçekleştirebilmeleri için mekân içinde yapılması gereken düzenlemelerden, mekanlar arasında yer alan kısımlarında uyarıcı ve rahatlatıcı bir şekilde düzenlenerek OSB olan bireylerin günlük faaliyetlerini sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

Erken yaşta tanının konularak eğitim yoluyla bu bozukluğun kontrol altına alınması ve OSB olan bireylerin yaşamlarını devam ettirilmesi baz alındığında, tasarlanan mekanların daha çok okul-sınıf tasarımı ve öğrenme ortamı olduğu görülmektedir. Bunun yanında tedavi merkezleri, duyu-terapi bahçesi gibi dış mekân tasarımları üzerine de çalışmalar yapılmıştır. Ancak bu çalışmalarda daha çok iç mekân tasarımına odaklanıldığı ve eğitim kurumlarının dış mekân tasarımına çok fazla önem verilmediği görülmektedir. Oysaki (Mostafa M., 2014:154)'ünde ifade ettiğine göre otizmde her öğrenme fırsatından yararlanılmaldır. Dolayısıyla dış mekanlar da OSB olan çocuklar için oldukça önemli bir öğrenme ortamıdır. Açık alanlar, OSB olan çocuklarda sosyal etkileşimin artırılması, mekanlar arasındaki geçişte rahatlamının sağlanması için farklı ortamlar yaratmaya yardımcı olabilir.

OSB olan bireylerin mekâna bakışı ve algılayışları mekân tasarımında oldukça önemli bir faktördür. Bu sebeple OSB dostu mekan tasarımı için öncelikle bu bireylerin mekânı okumasının, anlamasının ve yorumlanmasının nörotipik bireylerden farklılığının belirlenmesi önemli bir durumdur. Bu ilişkiyi açıklamak üzere zihin teorisi, duyuşal tasarım teorisi, zayıf merkezi tutarlılık teorisi, yürütücü işlev teorisi, yerel işleme ve önyargı teorisi ve çevre tercihi teorilerinin ön plana çıktığı görülmektedir.

Sonuç olarak OSB dostu mekân tasarımında

-Yukarıda bahsedilen teoriler dikkate alınarak, bazı tasarım kriterlerinin çalışmalarla ortaya konulduğu

-OSB dostu mekân tasarımında en çok sınıf, okul tasarımlarına yönelindiği, dış mekanların göz ardı edildiği görölmektedir. Oysaki dış mekânında OSB olan bireyler için önemli bir öğrenme ortamı oluşturacağı unutulmamalıdır.

Kaynaklar

AKDEMİR, H., & KARAKUŞ, M. (2016). Yaratıcı Drama Yönteminin Akademik Başarı. *International Journal of Active Learning*, 1(2), pp. 55-67. Retrieved Nisan 25, 2023, from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijal/issue/24461/259237>

Akdeniz, N. (1994). Çevre ve Enerji Politikaları. *Günümüzün Çevre Sorunları* (pp. 174-188). Ankara: Birleşmiş Milletler Türk Derneği Yayınları : 18.

Aksay, C. S., Ketenoğlu, O., & Kurt, L. (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *S Ü Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, Sayı 25*, 29-41.

Altenmüller-Lewis, U. (2017). Designing Schools for Students on the Spectrum. *Design Journal*, 1(20), 2215-2229. doi:10.1080/14606925.2017.1352738

Anonim. (2020). Türkiye’de Özel Eğitim Hizmetleri. Bölüm 2, : Türkiye’de Özel Eğitim Hizmetlerinin Sunumu. Ankara: Milli eğitim Bakanlığı Yayınları.Ankara.

Anonim. (2021). *Denizli Otizm Derneği*. Retrieved 2022, from <https://denizliotizm.org/tr/otizm-dostu-mekanlar-yazi-dizisi-1>

Anonima. (2014, Ağustos 2014). *Açık Kitap*. Retrieved Nisan 7, 2023, from Açıkders: http://acikderskitabi.com/dijital/chapter/__unknown__-43/

Anonima. (2023, Nisan 25). www.prisma-statement.org. Retrieved from PRISMA: <http://www.prisma-statement.org/?AspxAutoDetectCookieSupport=1>

AU Ghazali, R. S. (2021). The Relationship of Sensory Design towards the Physical Learning Environment for Autism Classroom., 6. MALAYSIA SP ABAR. doi:000744126600012

Bowling, A. (2011). Effects of Neighbourhood Environment on Social and Physical Functioning in Older Age. In *Encyclopedia of Environmental Health* (pp. 254-258). Elsevier. Retrieved Nisan 11, 2022, from [sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444522726005602](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444522726005602)

Cagle, M. N. (2013). Mali Tablo Ve Dipnotlarda Kalite Kavramının Değerlendirilmesi:. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*,(87), pp. 122-144. doi:10.25095/mufad.756235

Cebeci, 2004: 121-122. (n.d.).

Clouse, J. W.-N. (n.d.). Designing Beyond the Americans With Disabilities Act (ADA): Creating an Autism-Friendly Vocational Center. *SO HERD-HEALTH ENVIRONMENTS RESEARCH & DESIGN JOURNAL*, 3(13). Retrieved from 000507083100001

Coşturoğlu, M. (1994). Dünyada Ekolojik Devrim, Türkiye'de Gökova'yı Çoraklaştırma Çılgınlığı. *Günümüzün Çevre Sorunları* (pp. 79-142). Ankara: Birleşmiş Milletler Türk Derneği Yayınları:18.

Çoban, A. (2014). Doğa Toplum ve Yöntem. In H. Reyhan, A. Mutlu, H. Doğan, & A. S. Reyhan, *Sosyal Çevre Bilimleri* (pp. 15-35). Ankara: Siyasal Kitabevi.

David Moher, Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman , D. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. 264-269.

Day, K., & Martel, A. (2021). Designing for neurodiversity: Reimagining the home for a covid normal life. *In THIRTY- Seventh ANNUAL CONFERENCE*(67), 67.

Değirmencioğlu, B. (2008). *İlk kez geliştirilecek olan Dokuz Eylül Zihin Teorisi Ölçeğinin (DEZTÖ) geçerlik ve güvenilirlik çalışması*. İzmir: DEÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü.Doktora Tezi . Retrieved from

<https://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12397/10171/224972.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Deochand, N. C. (2015). Design Considerations for an Intensive Autism Treatment Centre. *Support for Learning*, 4(30), pp. 327-340. doi:10.1111/1467-9604.12103

Doğan, T. G., & Eby, G. (2013). *Uzaktan Bilgisayar Mühendisliği Eğitimi Sosyo-Teknik Kuram Çerçevesinde Esnek Bir Model Önerisi*. Ankara: Kültür Ajans.

Elafifi, S., & Farid, M. A. (2020). Architectural Design: Towards Autism Spectrum Disorder. *International Journal Of Engineering Research And Development*, 12(16), 48-60.

Erlat, E. (2009). *İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları No: 155.

Erlat, E. (2009). *İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

Furman, A., & Yenigün, O. (2002). *The Environmental Dimension*. İstanbul: Boğaziçi University Press.

G.Barry, R., & Chorley, R. J. (1998). *Atmosphere, Weather and Climate (7th edn)*. Londra: Routledge.

Gaines, K., Bourne, A., Pearson, M., & Kleibrink, M. (2016). *Designing for autism spectrum disorders*. Routledge.

Ghazali, R. S. (2018). A Review of Sensory Design Physical Learning Environment for Autism. Centre in Malaysia. 3 (7). Malaysia: Annual Serial Landmark International. Conferences on Quality of Life (ASLI QoL). doi:000454299900018

Ghazali, R., Md Sakip, S., & Samsuddin, I. (2019). Creating Positive Environment for Autism Using Sensory Design. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 4(10), 19-26.

Grancich, D. (2014). Exploring Urban Design Theory: A Qualitative Study Integrating "Autism-Friendly Environments" As an Emerging Perspective. . *University of California, Irvine*.

Hadeer Abd-El-Razak Barakat, A. B.-S. (2019). Nature as a healer for autistic children,. *Alexandria Engineering Journal*, 1(58), pp. 353-366. doi:SSN 1110-0168,

Jung. (2006).

Jung, 2. 1. (n.d.).

Jung, 2006: 144. (n.d.).

Kadak, M. T., & Meral , Y. (2019, Kasım 31). Otizm Spektrum Bozuklukları -Güncel Bilgilerimiz Neler? *İKSSTD 2019;11, 12(15)*. Retrieved from https://jag.journalagent.com/cm/pdfs/IKSST_11_SUP_1_51_15.pdf

Karaçam, Z. (2013, July). Sistematik derleme metodolojisi: Sistematik derleme hazırlamak için bir rehber. *The Journal of Accounting and Finance- July/2020(87)*, pp. 122-144. doi:10.25095/mufad.756235

Keleş, R., Hamamcı, C., & Çoban, A. (2012). *Çevre Politikası 7. Baskı*. Ankara: İmge Kitapevi Yayınları.

Kiehl, J. T., & Trenberth, K. E. (1997). Earth's Annual Global Mean Energy Budget. *Bulletin of the American Meteorological Society* (78-2), 197-208.

Kinnaer, M. B. (2016). Autism-friendly architecture from the outside in and the inside out: An explorative study based on autobiographies of autistic people. *Journal of Housing and the Built Environment*, 2(31), pp. 179-195.

KIYAN, Z. (2019,). İletişim Teknolojileri ve Toplumsal Hareketler: Sistematik Bir Literatür İncelemesi. *Gaziantep, University Journal of Social Sciences*, 2(18), 759-779,. Retrieved Nisan 24, 2023, from <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/672903>

Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü. (2016, Mayıs 19). Retrieved from Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Web Sitesi : <http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR,44439/dunya-miras-listesine-alinma-kriterleri.html>

Lutgens, F. K., Tarbuck, E. J., & Tasa, D. (2013). *Essential of Geology 11. Basım, Çev. Ed: Cahit Helvacı*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Martin, C. (n.d.). Exploring the impact of the design of the physical classroom environment on young children with autism spectrum disorder (ASD). *Journal of Research in Special Educational Needs*, 4(16), 280-298. doi:10.1111/1471-3802.12092

Mcallister, K. M. (2012). Design considerations for the autism spectrum disorder-friendly Key Stage 1 classroom. *SO SUPPORT FOR LEARNING*, 3(27). doi:000210654600003

McAllister, K. S. ((2016)). Designed by the pupils, for the pupils: an autism-friendly school. *British Journal of Special Education*, 4(43), 350-357. doi:DOI: 10.1111/1467-8578.12160

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. (2009). "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement", *PLoS Medicine*., 6, pp. 1-6. Retrieved Nisan 25, 2023, from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19621072/>

Mokhov, A. (2016). Guidelines for design of learning environments for children on the Autistic Spectrum. *State University of New York at Buffalo*.

Mostafa, M. (2008). An Architecture for Autism: Concepts of Design Intervention for the Autistic User. 2(1), pp. 189-211. Retrieved Ağustos 24, 2021

Mostafa, M. (2010). Housing Adaptation For Adults With Autistic Spectrum Disorder. *Open House International*., 1(35), pp. 37-48. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-77954640075&partnerID=40&md5=d560bf7a89b89a8f8df5b7b4d94a5c68>

Mostafa, M. (2014). Architecture for autism: Autism aspects™ in school design. *Archnet-IJAR*, 1(8), pp. 143-158. doi:10.26687/archnet-ijar.v8i1.314

Mostafa, M. (2018). Architecture for autism: Built environment performance in accordance to the autism ASPECTSS design index. *In Autism 360°*, 479-500. Retrieved Ekim 16, 2022, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012818466000023X>

Mostafa, M. (2018). Designing for autism: An aspects™ post-occupancy evaluation of learning environments. *Archnet-IJAR*., 3(12), 308-326. doi:10.26687/archnet-ijar.v12i3.1589

Mostafa, M. (2020). Architecture for Autism: The Built Environment for Autistic Performance ASPECTSS™ Design Index (2020). *In Autism 360°* (pp. 479-500). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012818466000023X>

Mostafa, M. (2021). THE AUTISM FRIENDLY UNIVERSITY DESIGN GUIDE. *Project: The Autism Friendly University Initiative- Dublin City University*. Retrieved from Dublin City University ISBN: 978-1-5272-8598-9

Norouzi, N., & Garza, C. (2021). Architecture for Children With Autism Spectrum Disorder and Their Therapists. *Health Environments Research and Design Journal*., 4(14), pp. 147-156. doi:10.1177/19375867211012489

Öktem, Z. (2009). Design guidelines for special education schools for children with autism design and appraisal of private ilgi special education school. 163. Ankara: Middle East Technical University. Yüksek Lisans Tezi.

Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 1*, 47-65.

Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, . (2008). Systematic Mapping Studies in Software Engineering. *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) (EASE)* (pp. 1-10). University of Bari, Italy: Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE). doi:10.14236/ewic/EASE2008.8

Saitta, M., Devan, H., Boland, P., & Perry, M. (2019). Park-based physical activity interventions for persons with disabilities: A mixed-methods systematic review. *Disability and, I(12)*, pp. 11-23.

Sánchez, M., Cabrera, A., & Pulgar, M. (2020). *Guidelines from the heritage field for the integration of landscape and heritage planning: A systematic literature review.*

Serbest Yenidünya, S., & Limoncu, S. (2020). Bina Yenileme Uygulamaları için Sürdürülebilirlik Ölçütlerinin Belirlenmesi: Sistemik Literatür Taraması ve Meta analizi. *15(2)*.

Shell, S. (Anonim 2021). Why Buildings for Autistic People Are Better for Everyone. Forte Buildg Science Omaha.

Simpson, S. (2016). *Checklist for Autism-Friendly Environments*. Retrieved Ekim 22, 2021, from Simpson, S.2016. Checklist for Autism-Friendly Environments. Nationahttps://positiveaboutautism.co.uk/uploads/9/7/4/5/97454370/checklist_for_autism-friendly_environments_-september_2016.pdf .

Sugden, D. E. (2014). James Croll (1821–1890): Ice, Ice Ages and the Antarctic Connection. *Antarctic Science 26(6)* doi:10.1017/S095410201400008X, 604–613.

Talu, N. (2015). *Türkiye'de İklim Değişikliği Siyaseti*. Ankara: Phoenix Yayınevi.

Tekeli, İ., Algan, N., Türkeş, M., Vaizoğlu, S. A., Güler, Ç., Tekbaş, Ö. F., . . . Çobanoğlu, Z. (2010). *Türkiye Açısından Dünyada İklim Değişikliği*. Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları: 22.

Trenberth, K. E., & Stepaniak, D. P. (2003). Seamless Poleward Atmospheric Energy Transports and Implications for the Hadley Circulation. *Journal of Climate https://doi.org/10.1175/1520-0442(2003)016<3706:SPAETA>2.0.CO;2*, 1691-1705.

Türkeş, M. (2012). Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme . *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi 4(2)*, 1-32.

Ueno, K. N. (2019). A field study on the acoustic environment of special-needs education classrooms. *Building Acoustics, 4(26)*, pp. 263-274. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85074209536&doi=10.1177%2f1351010X19877545&partnerID=40&md5=fac3210bd7e0b1a6dd86d141bb586ca5

Yarar, E. Z. (2018). Otizm Spektrum Bozukluğu ve Bilişsel Teoriler. *Muhakeme Dergisi, I(1)*, 10-20.

YILMAZ, E., & TÜFEKÇİ, A. (2020, Mart). Zeki Karar Destek Sistemleri: Bir Sistemik Literatür Haritalaması. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 8(2)*, pp. 1044-1053. doi:10.24106/kefdergi.702944

Sistematik Litaratür Taramasında Yer Alan Kaynaklar

1. *A Review of Sensory Design Physical Learning Environment for Autism. Centre in Malaysia.* **Ghazali, R. Sakip, SRM Samsuddin, I.** Malaysia : Annual Serial Landmark International. Conferences on Quality of Life (ASLI QoL), 2018. Cilt 3 (7). Rasidah Md/AAL-1043-2020 SN 2398-4287 PD MAR PY.
2. *Architectural Design: Towards Autism Spectrum Disorder.* **Elaffi, Samar ve Farid, Mohammed M. Abdelaziz.** 16, 2020, International Journal Of Engineering Research And Development, Cilt 12, s. 48-60. e- ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X.
3. **Mostafa, Magda.** Architecture for autism: Autism aspects™ in school design. *Archnet-IJAR.* 2014, Cilt 1, 8, s. 143-158.
4. **Norouzi, N., Garza, C.M.** Architecture for Children With Autism Spectrum Disorder and Their Therapists. *Health Environments Research and Design Journal.*, 2021, Cilt 4, 14, s. 147-156.
5. *Creating Positive Environment for Autism Using Sensory Design.* **Ghazali, R, Md Sakip, S.R. ve Samsuddin, I.** 10, 2019, Environment-Behaviour Proceedings Journal., Cilt 4, s. 19-26.
6. **Deochand, N., Conway, A.A., Fuqua, R.W.** Design Considerations for an Intensive Autism Treatment Centre. *Support for Learning.* 2015, Cilt 4, 30, s. 327-340.
7. **Mcallister, K Maguire, B.** Design considerations for the autism spectrum disorder-friendly Key Stage 1 classroom. *SO SUPPORT FOR LEARNING.* 2012, Cilt 3, 27.
8. *Designed by the pupils, for the pupils: an autism-friendly school.* **McAllister, K., Sloan, S.** 43, (2016), British Journal of Special Education, Cilt 4, s. 350-357.
9. *Designing Beyond the Americans With Disabilities Act (ADA): Creating an Autism-Friendly Vocational Center.* **Clouse, JR. Wood-Nartker, J. Rice, FA.** 13, SO HERD-HEALTH ENVIRONMENTS RESEARCH & DESIGN JOURNAL., Cilt 3.
10. *Designing for autism: An aspects™ post-occupancy evaluation of learning environments.* **M., Mostafa.** 12, 2018, Archnet-IJAR., Cilt 3, s. 308-326.
11. *Designing for neurodiversity: Reimagining the home for a covid normal life.* **Day, K. ve Martel, A.** 67, 2021, İn THIRTY- Seventh ANNUAL CONFERENCE, s. 67.
12. *Designing Schools for Students on the Spectrum.* **Altenmüller-Lewis, U.** 20, 2017, Design Journal, Cilt 1, s. 2215-2229.
13. *Exploring the impact of the design of the physical classroom environment on young children with autism spectrum disorder (ASD).* **Martin, C.S.** 16, Journal of Research in Special Educational Needs, Cilt 4, s. 280-298.
14. *Guidelines for design of learning environments for children on the Autistic Spectrum.* **Mokhov, A.** 2014, State University of New York at Buffalo.
15. **Mostafa, M.** Housing Adaptation For Adults With Autistic Spectrum Disorder. *Open House International.*, 2010, Cilt 1, 35, s. 37-48.
16. **Hadeer Abd-El-Razak Barakat, Ali Bakr, Zeyad El-Sayad.** Nature as a healer for autistic children., *Alexandria Engineering Journal.*, 2019, Cilt 1, 58, s. 353-366.
17. **M., Mostafa.** THE AUTISM FRIENDLY UNIVERSITY DESIGN GUIDE. *Project: The Autism Friendly University Initiative- Dublin City University.* 2021.

18. *The Relationship of Sensory Design towards the Physical Learning Environment for Autism Classroom.* **AU Ghazali, R. Sakip, SRM Samsuddin, I. Samra, H.** MALAYSIA SP ABAR. : yazarı bilinmiyor, 2021. Cilt 6.
19. **Ueno, K., Noguchi, S., Takahashi, H.** A field study on the acoustic environment of special-needs education classrooms. *Building Acoustics.* 2019, Cilt 4, 26, s. 263-274.
20. **Patel, T., Dorff, J., Baker, A.** Development of special needs classroom prototypes to respond to the sensory needs of students with exceptionalities. *Archnet-IJAR,* . 2022.
21. **Nazri, N.A., Ismail, Z.** Educational building facilities for children with autism in Malaysia. *Jurnal Teknologi,*. 2016, Cilt 5-2, 78, s. 49-54.
22. **Zhi, T.X., Aziz, Z.A., Taib, N.** Introducing animal-assisted intervention for special education in integrated farming system. *IAFOR Journal of Education,*. 2020, Cilt 4, 8.
23. **Hariwidagdo, A., Sahroni, T.R.** Design improvement of therapy clinic for autism spectrum disorder using ergonomic aspects. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology.* 2019, Cilt 2, 10, s. 1629-1639.
24. *Preliminary Study on Sensory Design for Autism Centre.* **AU Ghazali, R Sakip, SRM Samsuddin, I.** Malaysian : yazarı bilinmiyor, 2018. SO ENVIRONMENT-BEHAVIOUR PROCEEDINGS JOURNAL.CT 8th Asia Pacific International Conference on Environment-Behaviour Studies (AicE-Bs). AL-1043-2020 SN 2398-4287 PD AUG PY 2018 VL 3 IS 8.
25. *Exploring Urban Design Theory: A Qualitative Study Integrating " Autism-Friendly Environments" As an Emerging Perspective.* . **Grancich, D.D.** 2014, University of California, Irvine.
26. **Gaines, K., ve diğerleri.** *Designing for autism spectrum disorders.* Routledge. 2016.
27. *Built Environment Design and People with Autism Spectrum Disorder (ASD): A Scoping Review.* **Tola , G., ve diğerleri.** 18, 2021, International journal of environmental research and public health, Cilt 6.
28. **To, P.** Sensory Design Guidelines: Inclusive Children's Treatment Centres. 2020.
29. *The Influence of Sensory Gardens on the Behaviour of.* **Hussein, Hazreena.** 38, Malaysia : yazarı bilinmiyor, 2010, Procedia - Social and Behavioral Sciences 38 (2012) 343 – 354, s. 343-354.
30. **De Jaegher, H.** Embodiment and sense-making in autism. *Frontiers in Integrative Neuroscience,*. 2013.
31. **Pearson, A., Ropar, D., de Hamilton, A.F.C.** A review of visual perspective taking in autism spectrum disorder. *Frontiers in Human Neuroscience, (OCT),*.
32. **Mokhov, A.** Guidelines for design of learning environments for children on the Autistic Spectrum. *State University of New York at Buffalo.* 2014.
33. **Deochand, N., Conway, A.A., Fuqua, R.W.** Design Considerations for an Intensive Autism Treatment Centre. *Support for Learning.* 2015, Cilt 4, 30, s. 327-340.

Tekstilde Metaverse Uygulamaları

Selin GENÇAY¹
Gülden TURHAN²

1.GİRİŞ

Teknolojinin ilerlemesiyle gelişen bilgisayar bilimi; insanın iletişimini ve sosyal becerilerini değiştirip zenginleştirilmesiyle günlük yaşamda önemli bir yer almıştır. Şu zamana kadar kullanıcılar açısından en büyük teknolojik gelişmeler arasında kişisel bilgisayarlar, internet ve mobil cihazlar mevcuttur. Fakat artık yeni bir teknolojik çağ başlamaktadır. Artık yönelimler Sanal Gerçeklik (VR) ve Arttırılmış Gerçeklik (AR) gibi mekânsal teknolojik gelişmeler etrafına hızla yönelmektedir [1]. Bu yeni teknolojik gelişme (çevrimiçi) eğitimi, işleri, uzaktan çalışmayı ve eğlenceyi farklı bir boyuta dönüştürme potansiyeline sahip olması bekleniyor.

Bu yeni teknolojik çağ Metaverse'dür. Metaverse kelimesi, 'Meta' ve 'Universe' kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur: Meta (Yunanca önek, sonrası, sonrası veya sonrası anlamına gelir) ve evren. Başka bir deyişle, Meta Evren bir gerçeklik sonrası evrendir, fiziksel gerçekliği dijital sanallıkla birleştiren sürekli ve kalıcı çok kullanıcılı bir ortamdır.

Metaverse terimi ilk olarak Neal Stevenson'ın 1992'de yayınlanan bilim kurgu romanı Snow Crash'te ortaya çıkmıştır [2]. Dünyanın dört bir yanından kullanıcıların gözlük ve kulaklıklarla erişip bağlanabileceği, bilgisayar grafiklerinden oluşturulan paralel bir sanal gerçeklik evrenini temsil etmektedir. Kullanıcılar Meta Evrende 'Avatar' adı verilen yapılandırılabilir dijital gövdelerde gerçekleşir. Stevenson'ın Meta Evreni dijital ve yapay olmasına rağmen, içindeki deneyimlerin fiziksel benlik üzerinde gerçek bir etkisi olabilir.

Şirketler arasında Metaverse'i yönetecek altyapıyı, protokolleri ve standartları oluşturmak için yoğun bir yarış mevcuttur. Büyük şirketler, kullanıcıları çekmek ve fiili Meta Evren hedefi olmak için tescilli donanım ve yazılım ekosistemlerini inşa etmeye çalışmaktadırlar.

Şu anda Metaverse, sosyal, sürükleyici VR platformlarının devasa çok oyunculu çevrimiçi video oyunları, açık dünya oyunları ve AR iş birliği alanlarıyla uyumlu olacağı yapım aşamasındadır. Bu vizyona göre, kullanıcılar fiziksel veya sanal alanlarda 3D hologramlar veya avatarlar olarak somutlaşmış bir biçimde kısıtlama olmaksızın buluşabilir, sosyalleşebilir ve etkileşime girebilir [3].

Bu, aynı platform içinde çeşitli sınırlamalarla mümkündür. Bazı kullanıcıların sanal gerçeklikte, diğerlerinin ise AR ortamlarında olduğu platformlar arası ve teknolojiler arası toplantılar ve etkileşimler sınırlıdır. Metaverse'ün ortak ilkeleri arasında yazılım ara bağlantısı ve dünyalar arasında kullanıcı ışınlanması bulunur. Bu, avatar kişiselleştirmesinin birlikte çalışabilirliğini ve envanterin taşınabilirliğini gerektirir.

¹ Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-1739-9209)

² Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-7756-0116)

Bu araştırmanın amacı Metaverse kavramının açıklanması, Metaverse'ün tekstil alanında yapılmış ve yapılması planlanan çalışmaları ele almak ve Metaverse'ün insanlık üzerinde oluşturduğu faydalar ve zararları detaylı bir şekilde incelemekten oluşmaktadır.

2. Metaverse ve Türevleri

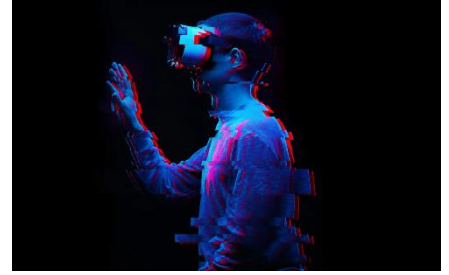
2.1. Sanal Gerçeklik



VR, neredeyse tüm sürükleyici deneyimleri kapsar. Bunlar tamamen gerçek dünya içeriği (360 Video), tamamen yapay içerik (Bilgisayar Tarafından Oluşturulmuş) veya her ikisinin karışımı kullanılarak oluşturulabilir. VR, kendine özel gözlüklerle birlikte kullanıcıyı hareket edebilecekleri 360° sanal bir dünyaya götürür [4].

2.2. Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik, holografik teknoloji aracılığıyla dijital görsel öğeler, sesler ve diğer duyuşsal uyarılarla elde edilen gerçek dünya ortamının geliştirilmiş, etkileşimli bir versiyonudur.



2.3. Karma Gerçeklik



Karma gerçeklik, VR ve AR unsurlarını içerir. Bir kişi sanal ve gerçek dünyadaki nesnelere etkileşime girebilir ve sanal nesnelere gerçek dünyadakilerle etkileşime girebilir. Örneğin, Snapchat uygulamasındaki sosisli sandviç karakteri kenarlardan düşmeden gerçek dünyadaki bir masanın üzerinde dans edebilir [5].

2.4. Genişletilmiş Gerçeklik

Genişletilmiş Gerçeklik (XR), bilgisayar grafikleri ve giyilebilir cihazların oluşturduğu tüm gerçek ve sanal ortamları ifade eder. XR'deki 'X' basitçe herhangi bir harfi temsil edebilen bir değişkendir. XR, Artırılmış Gerçeklik (AR), Karışık Gerçeklik (MR) ve Sanal Gerçeklik (VR) dahil olmak üzere, bilgisayarla değiştirilmiş gerçekliğin tüm çeşitli biçimlerini kapsar [6].



3. METAVERSE VE TEKSTİL

Bir önceki bölümde görüldüğü gibi, sanal alanlarda gerçek hayatı yeniden yaratma çabaları onlarca yıldır gerçekleşiyor. Yıllar geçtikçe modayı yaşama şeklimiz de dahil olmak üzere hayatımızın her alanını etkileyen, artan bir dijital gerçeklik içinde yaşamaya başlıyoruz. Moda endüstrisini dijitalleştirmenin amacı, gerçek dünya için fiziksel kanalların tasarımını, üretimini ve işini kolaylaştırmak ve farklı dijital araçların yardımıyla sürdürülebilirliği sağlamaktır. Bununla birlikte, son zamanlarda sanal gerçeklikte paralel dünya olan metaverse'in ortaya çıkmasıyla birlikte, yeni bir dijital moda ufku ortaya çıkmıştır. Sanal gerçekliklerle olan

ilişkimizi ciddi derecede artıran ve moda endüstrisi için gerçek bir dönüm noktası olan küresel COVID-19 salgınıyla, Meta Evren modanın bir sonraki altın madenine dönüşmüştür. Pandemiden önce Moda, tüm tasarım sürecini optimize etmek amacıyla tasarım ve prototipleme için 3D yazılımlar (Clo3D) gibi farklı teknolojileri yapay zekaya dahil ederek dijitalleşme yolundaydı.

Metaverse'in sahip olduğu belirgin bir avantaj, büyük ölçüde fiziksel etkileşimlere dayanan bir sektörü, dijital ve fiziksel dünya arasındaki uçurumu kapatmaya en hazır olanlardan birine dönüştürmektir. Moda tasarımcıları ve markalar için, gerçekte gerçekte olmayanı harmanlamayı öğrenmek, geleceğe geçiş için gerekli bir beceri haline gelecektir. Bu nedenle tasarımcılar ve markalar müşteri tabanlarına nasıl ulaşacaklarını öğrenip dijital araçlara hâkim olmalıdırlar. Bununla birlikte, dijital olarak entegre bir endüstrileşme sürecinin gerçekten ağır ilerlediği düşünülüyordu ve pandeminin gerçekten farkı yarattığı yer burasıydı. Sadece süreci hızlandırmakla kalmadı (1 yıl içinde 10 yıl süreceği tahmin edilen bir ilerleme kat edilmiştir), aynı zamanda geleneksel bir endüstriyi sanallığın sınırlarını aşmaya zorladı ve bu durum çokça fayda sağlamıştır. Covid-19 pandemisi dijitalleşme fikrini normalleştirip yaygınlaştırmıştır.

3.1. İlk Dijital Elbise



Pandemiden bir yıl önce, bazı markalar tamamen dijitalleşme fikrini araştırıyordu. 2019 yılında, bir dijital moda markası olan Fabricant, "Iridescence" adlı dünyanın ilk dijital blockchain elbisesini tanıttı. Parça yalnızca çevrimiçi olarak 9.500 dolara satıldı ve Dapper Labs ve sanatçı Johanna Jaskowska ile iş birliği içinde oluşturuldu. [7] 'Iridescence' adlı elbise, dijital varlıkların çağdaş tüketici için sahip olduğu yüksek değer seviyesini göstererek NFT modasına giden yolu açtı.

3.2. Lil Miquela

2016 yılında Lil Miquela'nın yaratıldığı, Trevor McFedries ve Sara DeCou tarafından oluşturulan Brud adlı bir firma üç milyon takipçiye ulaşmıştır. Kuruluşundan bu yana Calvin Klein gibi birçok önemli moda kampanyasında yer almıştır. (Çünkü süper model Bella Hadid ile iş birliği içindeler) ve 2018'de Time'in internetteki En Etkili 25 Kişisinden biri seçildi [8].



İlk bakışta ayırt edilemeyecek kadar gerçek olan Lil Miquela'nın giyimi aynı gerçek insanlara benziyor, aynadan çekilen fotoğrafında yansıması görünüyor ve gerçek insanların yaptığı aktivitelere katılıyordu. Bunlardan dolayı da onu gerçek kabul eden insanlar, arka planda Lil'in fotoğraflarına Photoshop uygulayan bir ekip olduğunu düşündü. Ortaya çıkan bu tartışmalara ise açıklık getiren Lil, Instagram hesabından gerçek bir insan olmadığını duyurdu ve böylelikle dikkatleri daha çok çekti [9].

3.3. Burberry & Şangay'ın Moda Haftası

Pandemi döneminde sosyal mesafe ve sokağa çıkma yasaklarından dolayı markaların koleksiyonlarını sunmak için sosyal medyaya yönelmeleri ve farklı bir yöntem keşfetmek için araştırma yapmaları gerekiyordu. Markalar, reklamlarını çevrimiçi yayınlamaya, sanallıkları kısa videolarda harmanlayarak ve avatarlar ile diğer 3 boyutlu animasyonları birleştirerek kendi yollarını çizdiler. Burberry, 2020'de Twitch ile yaptığı ortaklık sonucu yeni sanal reklam çağına damgasını vuran ilk markalardan biriydi. Yeni bir çağa yelken açan iş birliğiyle Amazon'a ait

Twitch, Londra Moda Haftası'nda Burberry İlkbahar/Yaz 2021 koleksiyonunu gösterişli bir şekilde yayımlayarak yaklaşık 42.000 eşzamanlı izlenme topladı [10].

Başka bir örnek, Şangay'ın 2020'de tamamen dijitalleştiği Moda Haftasıydı. Etkinlik için markaların ve tasarımcıların sonbahar/kış sezonu koleksiyonlarını canlı olarak sergileyebilecekleri ve doğrudan müşterilere satabilecekleri özel bir platform oluşturuldu. Şangay Moda Haftasını 11 milyon izleyici izledi ve 2,75 milyon dolar değerinde giysi ve aksesuar satıldı [11].

Tekstil için küresel pazar payının neredeyse 3 trilyon dolar olduğu tahmin ediliyor ve dijital moda hala yeni bir pazar alanı sayılmasına rağmen, Fortnite gibi oyunların Avatar giyimlerinde 2,4 milyar dolarlık gelirlerinin büyük bir kısmını oluşturmasıyla gittikçe önemi artıp yaygınlaşıyor. Oyun içi para kazanmanın en büyük avantajlarından biri, avatarınızın görünümünü değiştirmenize olanak tanıyan özelleştirilebilir eklentilerdir (giysi, aksesuar vb.). Teorik olarak, markaların meta evreninde para kazanma potansiyeli sınırsızdır. Örnek olarak, Gucci Roblox oyununda dijital çantasını gerçek hayattaki fiyatından çok daha pahalıya sattı. Gerçek hayatta giyilmesi maddi açıdan çok zor olan lüks kıyafetlere para harcamak mantıklı gelmese de oyuncular, tıpkı gerçek dünyadaki insanların yaptığı gibi, çevrimiçi kimliklerini gururla oluşturmak için bu kıyafet ve aksesuarları satın almaya yöneliyorlar.

4. Metaverse'ün Faydaları ve Yol Açabileceği Zararlar

Meta evren, hastalıkları tedavisini kolaylaştırabilen ve uygun şekilde kullanıldığı sürece hastalıkların ölçülmesi ve saptanmasında yenilikçi yaklaşımlar sağlama konusunda büyük potansiyele sahip bir araçtır. Bunun en titiz şekilde araştırma, doğru veri toplama ve toplanan verilerin uygun kullanımı ile gerçekleşmesini sağlayabiliriz. Covid-19 pandemisinden sonra meta evren aracılığıyla bakım yapılabilecek konuma doğru gelişmekte çünkü meta evren özellikle ruh sağlığı hizmeti için revaçta olan bir platform olmaya hazırdır.

Meta evren gittikçe daha fazla popülerite kazanmaktadır ve teknolojik endüstrinin önceliği haline gelmektedir. Sanal veya artırılmış gerçeklikte var olan kalıcı sanal dünyalar olarak tanımlanan metaverse, sosyalleşme ve dinlenmeden oyun oynamaya, alışverişe ve çalışmaya kadar günlük yaşamın çok çeşitli etkinliklerini karşılamaktadır. Kapsamı ve öngörülen popüleritesi göz önünde bulundurulursa metaverse, ruh sağlığı için benzersiz fırsatlar ve aynı zamanda büyük riskler oluşturabilir. Metaverse'ün insanların ruh sağlığı üzerindeki etkisi ele alınacak olunursa; bu konuda 2 karşıt cümle geçerli olabilir. Fayda bakımından düşünülecek olunursa meta evren, (bir avatar ve sanal ortamı üzerinde), bilişsel aktivasyon, fiziksel aktivite, sosyal bağlantılar ve yeterlilik duygusu sağlayarak ruh sağlığına fayda sağlayabilir. Bununla birlikte, tekrarlayan ödüllendirici deneyimler bağımlılık benzeri davranışlara yol açabilir ve sanal dünyalara yüksek katılım, çevrimdışı ortamdaki zorluklardan kaçınmaya yöneltebilir ve sürdürebilir. Ayrıca, sanal dünyada geçirilen zaman, uyku ritimleri ve çevrimdışı sosyal yaşantı gibi ruh sağlığının diğer belirleyicilerinin yerini alabilir (azaltabilir). Bireylerin metaverse ile uzun zaman geçirmelerinin sonucu psikolojik tepkilerinde farklılık gerçekleşebilir ve bu da zihinsel sağlıkları üzerinde etkilere neden olabilir. Teknolojik iyileştirmeler, gelişim evreleri, sosyodemografik bağlamlar (Yaş, cinsiyet, etnik grup, din, meslek, eğitim, medeni hal gibi özellikler) ve önceki ruh sağlığı sorunları, metaverse'ün ruh sağlığı üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini değiştirebilecek faktörlerden bazılarıdır. Sonuç olarak, meta evren endüstri ve kullanıcıları tarafından oluşturulurken, araştırmacıların, klinisyenlerin ve deneyime sahip kişilerin, ruh sağlığı ve hastalık üzerindeki olası etkileri hakkında bilgi edinmeleri için bir fırsat olabilir [12].

5. SONUÇ

Bu makalede yapılan araştırmalar sonucunda, tekstil endüstrisinde dijitalleşmenin benimsenmesiyle en büyük gelişmelerden birinin yaşandığı söylenebilir. Geçmişte oldukça

yavaş ilerleyen bu süreç, pandeminin dünya çapındaki yarattığı kriz sonucunda aniden hızlanmaya ve gelişmeye başlamıştır. Dünyadaki bu kriz çok uzun sürmese bile, tekstil ve moda markaları Metaverse ile ilgili dijital teknolojilere yatırım yapmaya devam ediyor, çünkü yaratıcı iş modellerinin gelişmesiyle birlikte daha yüksek karlar elde etmek için yeni fırsatlar keşfetmeye başlamışlardır.

Geçmişte sanal evrenler yaratma girişimleri bu denli başarılı olamamıştır. Ancak bugün, yeni nesillerin çağını yakalama konusundaki yüksek teknolojik gelişmeler, Metaverse'ün dirilişinin ana nedenleridir. Cep telefonu ve diğer cihazlardaki teknolojik gelişmeler, dijital ortamların kullanıcılar tarafından kolayca ulaşılabilir olmasını sağlamıştır. Geleceğin önde gelen moda tüketicisi olarak tanımlanan Z kuşağını hedef alan markalar, bu kitlenin beklentilerini karşılayan iş modelleri ve çeşitli satış stratejileri planlamaktadırlar. Çevrimiçi oyunlar, bu genç nesile ulaşmak için büyük markaların en çok tercih edilen platformlarıdır, çünkü çevrimiçi oyunlar çok büyük bir genç kitleyi bir araya getirirler. Moda ve tekstil alanında çevrimiçi oyunlarla iş birlikleri her iki taraf için de büyük fayda sağlamaktadır ve gelecekte de önemi artarak devam edeceği ön görülmektedir [13].

Metaverse'in genel olarak çok yaygın olup olmayacağını belirtmek için henüz çok erkendir. Akıl sağlığı için önceki dijital ortamlardan çok daha büyük bir risk veya fayda sağlama durumu mevcuttur. Şüphesiz, sanal dünyalar, karşılayabilecekleri deneyimler ve davranışlar bakımından günlük yaşamımızda daha büyük bir yere sahip olma potansiyellerinde eşi görülmemiş bir alandır. Hastalara danışmanlık yapmak, metaverse'ün geliştirilmesi ve uygulanmasına ilişkin politikalara rehberlik etmek için, fırsatları ve sağlık riskleri hakkında zamanında ve doğru araştırmalara ihtiyaç vardır [14].

KAYNAKÇA

1. Kamenov, K. Immersive Experience—The 4th Wave in Tech: Learning the Ropes. Available online: <https://www.accenture.com/gb-en/blogs/blogs-immersive-experience-wave-learning-ropes> (Erişim Tarihi: 02.05.2023).
2. Hale Yılmaz, Mine Ceranoğlu, SDÜ ART-EGüzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi Haziran'22 Cilt:15 Sayı:29 ISSN 1308-2698, MODANIN DİJİTAL GELECEĞİ: 3 BOYUTLU GİYSİLER, METAVERSE VE NFT (Erişim Tarihi: 02.05.2023)
3. Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486–497. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031> (Erişim Tarihi: 02.05.2023)
- 4 Irvine K. (2017) XR: VR, AR, MR—What's the Difference? Available from: <https://www.viget.com/articles/xrvr-ar-mr-whats-the-difference/>
- 5 Irvine K. (2017) XR: VR, AR, MR—What's the Difference? Available from: <https://www.viget.com/articles/xrvr-ar-mr-whats-the-difference/>
- 6 <https://www.nsocialtr.com/genisletilmis-gerceklik-nedir-xr-nedir-extended-reality-nedir.html>
- 7 Movatt R. (2019) THE WORLD'S FIRST-EVER DIGITAL DRESS IS SOLD FOR \$9,500 USD Available from: <https://hypebae.com/2019/5/first-digital-blockchain-dress-sold-9500-usd-fabricant-dapper-labs-johanna-jaskowska>
- 8 Wikipedia (n.d.) Miquela Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Miquela#Social_impact
- 9 <https://iyikigormusum.com/dijital-fenomen-lil-miquela>
- 10 Maguire L. (2020) Inside Twitch's play for fashion Available from: <https://www.voguebusiness.com/technology/inside-twitchs-play-for-fashion>
- 11 Staff A. (2020) What Shanghai's First Digital Fashion Week Meant for Brands and Designers. Available from: <https://www.alizila.com/what-shanghais-first-digital-fashion-week-meant-for-brands-and-designers/>
- 12 [Paquin, V., Ferrari, M., Sekhon, H. ve Rej, S.. (2023). Time to Think “Meta”: A Critical Viewpoint on the Risks and Benefits of Virtual Worlds for Mental Health. *JMIR Serious Games*, 11, e43388. doi:10.2196/43388]28 Major J. (2021) Gamevertising: what it is and why it matters Available from: <https://themediainline.co.za/2021/12/gamevertising-what-it-is-and-why-it-matters/>
- 13 Major J. (2021) Gamevertising: what it is and why it matters Available from: <https://themediainline.co.za/2021/12/gamevertising-what-it-is-and-why-it-matters/>
- 14 Wunderman Thompson Intelligence (2021) Into The Metaverse [PDF file] Available from: <https://www.wundermanthompson.com/insight/new-trend-reportinto-the-metaverse>

Et ve Et Ürünlerinde Doğal Koruyucular: Nisin ve Kitosan

Emel KAYNACI¹
İrem Serra PEKŞEN²

Giriş

Son yıllarda ambalajlı gıdalara talep giderek artmakta tüketiciler güvenli, taze, kaliteli ve sağlığa zarar vermeyecek satın almayı tercih etmektedirler. Yüksek nem, yağ, protein içeriği nedeniyle taze et ve et ürünleri oksidasyona ve özellikle bozulmaya karşı hassas gıdalar olup raf ömürleri oldukça kısadır (Cao vd., 2019, 9:10). İnsan enterik hastalıklarının önemli bir kaynağı olan mikrobiyolojik güvenlik, et endüstrisindeki en önemli risk endişelerinden biridir. Mikrobiyal kontaminasyonu inhibe etmek ve etkisiz hale getirmek ve et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için, proteinli antagonistik koruyucular olarak bakteriyosinlerin eklenmesi de dahil olmak üzere farklı prosedürler uygulanmaktadır (Pileyar vd., 2020). Ayrıca Antimikrobiyal bileşiklerin paketlere eklenmesi, çabuk bozulan gıdaların paketlenmesi için başka avantajlar sağlamaktadır. Gıda paketlenme endüstrisinde inovasyonun önemli bir nedeni, gıda kaynaklı mikrobiyal salgınların artan sorunudur. Bunlar, antimikrobiyal etkiler sunan ve gıda kalitesinin korunmasına yardımcı olabilen ambalaj kullanımını gerektirmektedir. Bu durum taze ve işlenmiş etlerle ilişkili sağlık riskleri, çeşitli yollarla mikrobiyal büyümenin azaltılmasına yönelik araştırmaları teşvik etmektedir (Pabon vd., 2021). Bu nedenlerden dolayı nisin ve/veya kitosanın gıda endüstrisinde film ve ya paketlenme bileşenine katılarak ya da sadece sprey vb gibi biyokoruyucular olarak kullanımına dair çalışmalar devam etmektedir. Çalışmalarda özellikle bu biyoyenilebilir film veya kaplamaların gıdaların dağıtımını, pazarlama, depolama gibi proseslerde gıda oksidasyonunu azalttığı ve gıdanın mikrobiyolojik güvenliğini arttırdığı ifade edilmiştir (Zhou vd., 2019:122).

Bu derlemede biyoyenilebilir bakteriyosin olan nisin ve polisakkarit yapılu kitosan hakkında bilgi verilip, nisin ve kitosanın uygulama yöntemlerinin et ve et ürünleri üzerine etkileri ile ilgili yapılan araştırmalara yer verilmiştir.

Nisin

Nisin, bakteriler tarafından üretilerek veya besin içeriğinde nisin bulunan besinlerden izole edilerek elde edilebilirler. Bakterilere üretmek daha düşük maliyetli olduğundan bakteriler tarafından üretmek daha çok tercih edilmektedir. Nisin, Lactococcus ve Streptococcus türleri tarafından üretilen lantibiyotikler olarak adlandırılan sınıfa ait bir katyonik peptittir. Aynı zamanda nisin, 34 aminoasit birleşimiyle oluşan bir antimikrobiyal proteindir (Shin vd., 2016) . Nisinin antimikrobiyal özelliği, mikroorganizmaları por oluşturmaya yönlendirerek mikroorganizmanın ihtiyacı olan maddelerin hücre içine geçişini engellemektedir. Bu durum mikroorganizmanın biyokimyasal reaksiyonlarında aksaklıklara neden olmaktadır (Özel vd., 2017) . Aynı zamanda nisin, sporla üreyen mikroorganizmalarda üremeyi engellemektedir. Günümüze kadar tespit edilen yedi nisin çeşidi vardır. Bunlar; nisin A , nisin Z , nisin Q , nisin U , nisin U2 , nisin F ve nisin H'dir. Endüstriyel üretimde en yaygın olarak nisin A üretilmektedir. Nisin A Lactococcus laktis bakterisinin kesikli fermentasyonu sonucunda üretilmektedir (Özel vd., 2018). Kesik fermentasyonda nisin üretimi aktif üreten mikroorganizmanın kütleyle ve

¹ Dr.Öğr Üyesi Göynük Mutfak Sanatları Meslek Yüksekokulu , Otel, Lokanta Ve İkram Hizmetleri Bölümü, Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü (13/b) Orcid: 0000-0002-2152-0262

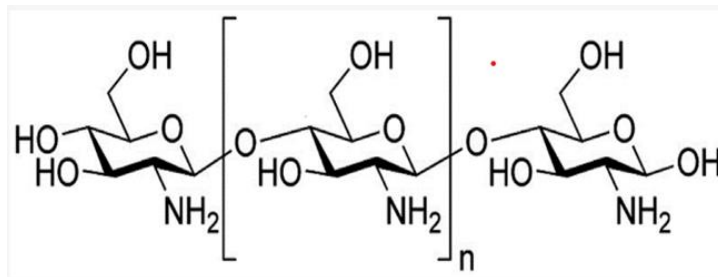
² Dyt, Akdeniz Üniversitesi, Tıbbi Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı, Orcid: 0000-0002-8185-5427

metabolitlerin hacmiyle ilişkilidir. Bu değerlerdeki değişimler fermentasyon hızını ve nisin üretimini etkilemektedir. Yapılan son çalışmada nisin üreten *L. lactis* suşlarının fermentasyonu için ortama kitin eklenmesi nisin üreten mikroorganizmaların fermentasyon sonucunda metabolitlerin geri bildirimini azaltarak nisin üretiminde verim sağladığı ortaya çıkmıştır.(Şimşek vd., 2013)

Nisin, biyofilm özelliği sayesinde birçok patojen bakteriden besinler korunabilmektedir (Shin vd., 2016). Nisin biyokimyasal ve fiziksel işlemlerin sonucunda gram pozitif patojenlerin çoğunu (*Bacillus*, *Clostridium*, *Listeria*, *Staphylococcus*, and *Enterococcus* spp) ve gram negatif patojenlere karşı geniş spektrumlu antibiyotik özellik gösterir (Wu vd., 2022: Punyaappa-path vd., 2015). Bu da besin zehirlenmesi durumunu azaltmak için besinlerde kullanıma yönlendirmektedir. Gıda endüstrisinde çoğunlukla süt ürünlerinde, işlenmiş peynirde, konserve ürünlerinde yaygın olarak nisin koruyucu katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.(Wu vd., 2022) Et ürünlerinde nisinin nitritle birlikte kullanıldığında *Clostridium botulinum* ve *Listeria monocytogenes* mikroorganizmalarının çoğalmasını engellediği literatüre geçmiştir.(Özel vd., 2017) Yapılan başka bir çalışmada ise kuru fermente etten elde edilen enterokoklar üzerinde nisinin antibakteriyel etkisine bakılmıştır ve sonuçlar et ürünlerinde biyofilm oluşumu için nisin kullanılabileceğini göstermektedir (Lauová vd., 2020). Bu bilgiler nisinin besinde oluşabilecek mikroorganizmalardan koruyuculuğu olduğunu göstermektedir.

Kitosan

Kitosan, N-asetil D-glukozamin ve D-glukozamin birimlerinden oluşan bir polisakkarit olup kitinin deastillenmiş ürünüdür. Kitosan doğal bir katyonik polimerdir. Bu özellik kitosanın önemini vurgulamaktadır çünkü polisakkaritler çoğunlukla nötrdür ya da onyonik yapıdadır. Bu özelliği sayesinde kitosan diğer sentetik polimerlerle veya elektrostatik komplekslerin üretilmesine olanak sağlar(Muñoz-Tebar vd., 2023: Hamedani vd., 2022). Kitosan, deniz kabukluların atıklarından, atık suların filtre edilmesi ve kitinin deastillenmesi gibi birçok yöntemle elde edilebilir. Kitin bulunduğu üzere böceklerde ve kabukluların dış iskeletlerinde yapısal polimerleri olarak bulunmaktadır (Hameed vd., 2022). Kitosan, iyi film oluşturma özelliğiyle ilgi çekmektedir; ancak saf kitosan suya dirençlidir, nem altında mekanik özelliklerin düşmesi ve gaz bariyeri yeterli değildir. Yine de geniş kaynakları olması, toksik özelliğinin olmaması, kolay parçalanabilir olması ve iyi biyo uyumlu olması, düşük maliyet olması ve iyi antibakteriyel aktivite gibi özellikleriyle gıda endüstrisinin besin paketlenmesi konusunda ilgisini çekmektedir (Xiao vd., 2022: Zhangvd., 2022: Song vd., 2021). Şekil 1.'de Kitosanın kimyasal yapısı verilmiştir.



Şekil 1. Kitosanın kimyasal yapısı (Elgadir ve Mariod, 2022)

Kitosan ucuz ve toksik olmayan bir bileşiktir; biyotıpta bazı ilaçların sentezinde kullanımının yanı sıra tarımda antifungal, gıda endüstrisinde gıda katkı maddesi ve kozmetikte ıslatıcı olarak da kullanılmaktadır (Elgadir ve Mariod, 2022).

Gıda endüstrisinde kitosanın kullanım alanları aşağıda verilmiştir: (Elgadir ve Mariod, 2022).

• Yenilebilir film uygulaması (Yenilebilir kaplamalar, mikrobiyal büyümeyi kontrol etmeye yönelik yeni bir yaklaşımdır ve böylece et, balık ve kümes hayvanı ürünlerinin raf ömrünü ve güvenliğini artırır (Shin vd., 2022))

• Emülsifiyer ajan

• Raf ömrü uzatmak

• Antioksidant olarak

• Gıda biyosensörü (akrilamid tanımlama uygulamaları, vb)

• Antimikrobiyal (Kitosanın mikro ve nanopartiküllerinin *E. coli* O157: H7, *S. enterica*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Vibrio cholerae*, *S. choleraesuis*, *Streptococcus uberis* ve *S. aureus* gibi patojenlere karşı etkili olduğu gösterilmiştir)

• Antikolesterol ajan (düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol seviyesini ve yağ bağlama kapasitesini düşürmek)

• Gıda katkı maddesi (Kitosan-hidrojel, kontrollü galaktosidaz salınımı nedeniyle laktöz intoleransı olanlar için yararlıdır)

• Diyet takviyesi (metabolik, bağışıklık ve büyüme performansı)

Besin ambalajının ana işlevi ürünün çevredeki ortamdan izole etmek, besin değerini korumak veya kalite kaybını önlemek, mikroorganizmalar, oksijen, sıcaklık ve nem gibi bozulma faktörleriyle teması azaltmak veya engellemektir. Bunun yanında doğada parçalanabilir ve insan sağlığının olumsuz etkilememesi gerekmektedir. Bu durumda besin ambalajları için kullanılmak üzere biyolojik olarak parçalanabilen filmler kullanılmalıdır. Biyolojik olarak parçalanabilen filmler, polisakaritler (nişasta, selüloz, pektin, zamklar veya kitosan), mumlar, sıvı ve katı yağlar ve hayvansal proteinler (kazein, jelatin veya peynir altı suyu proteinleri) gibi lipidler ve mikroorganizmalar (ksantan sakızı veya pullulan) tarafından üretilen bitkisel proteinler (zein, soya proteinleri veya glüten) örnek olarak verilebilir (Muñoz-Tebar vd., 2023; Xao vd., 2022).

Kitosanın başka maddelerle kullanımının kolay olduğundan kitosanla başka madde bir maddeyle birleşimindeki antimikrobiyal özellikleriyle ilgili çalışmalar ivme kazanmıştır. Bir çalışmada Olibanum gumm olarak literatüre geçen aromatik reçine ile kitosanın birlikte kullanılarak besini patojen mikroorganizmalardan tatmin edici seviyede koruduğunu bildirmişlerdir (Hamedani vd., 2022). Başka bir çalışmada da pullulanla kitosanın antimikrobiyal özelliklerini incelemişlerdir. Laboratuvarlarda yaygın bulunan *Pseudomonas fluorescens*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas putida* ve *Staphylococcus aureus* bakteriler kullanılmış. Kullanılan bakteri türleri arasında sadece *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Enterobacter cloacae* ve *Listeria monocytogenes* bakterileri tatmin edici antimikrobiyal etki gösterdiğini göstermişlerdir (Xiao vd., 2022). Selüloz antibakteriyel özelliği olmadığı bilinmektedir fakat bazı filmlerle birleştirilerek elde edilen montmorillonite ve ϵ -poli-L-lizin filmlerinin *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Botrytis cinerea* ve *Rhizopus oligosporus* mikroorganizmalarında etkili olduğu ileri sürülmüştür. Kitosanla selüloz harmanlandığında ise etkili bir film oluşturur. Selüloz kitosanın oksijen bariyerini ve suya olan direncini geliştirmektedir. Kitosanın (D-glukozamin ve N'den oluşan amin açısından zengin bir polisakarit olan) aşılınmasıyla üretilen selüloz bazlı bir kopolimerdir. Metil ve hidroksipropil gruplarının β -1'e kimyasal olarak bağlanmasıyla üretilen film oluşturucu bir selüloz eter üzerine 1,4-glikosidik bağlarla bağlanan -asetil-D-glukozamin birimleri, 4-D-glukan selülozik omurga oluşumu, kitosanın pozitif yüklü olması ve antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu bilinmesi nedeniyle bu birleşimde kitosan kısmı, kopolimerin polielektrolit kompleksleşmesi üzerine polianyonlarla antibakteriyel filmler oluşturmasını sağladığı düşünülmektedir (Song vd., 2021:

Lai vd., 2021). Bu bilgiler ışığında kitosanın uygun maddelerle birleştğinde mükemmel besin koruyucu film oluşabileceğini göstermektedir.

Nisinin Et ve Et Ürünlerinde Kullanımı

Nisinin doğal koruyucu ve güvenli bir katkı maddesi olarak kullanımı yapılan araştırmalar sonucunda anlaşılmıştır. Nisin, vücuda alınımından hemen sonra sindirim enzimleri tarafından inaktif hale getirilmekte ve yüksek miktarlarda bile alınımının toksik etki göstermediği ifade edilmiştir. Aslında nisin ilk kez peynir üretiminde koruyucu olarak kullanılmış olmasına rağmen son zamanlarda süt ürünleri, et, kanatlı ve deniz ürünleri gibi gıda teknolojilerinde bunun yanı sıra alkollü içeceklerde de kullanımı artmıştır (Hampikyan ve Çolak, 2007) ve 50 senedir güvenle kullanılmaktadır. Gıda ve Tarım Örgütü ile Dünya Sağlık Örgütü (FAO/WHO, 2013) tarafından vücut ağırlığı başına (kg) günlük alınabilecek nisin düzeyi (ADI değeri) 2 mg olarak belirlenmiştir (Özer ve Yıldırım, 2017: 240). Nisin (E324), gıda teknolojisi içerisinde et ve et ürünlerinde de kimyasal koruyucu olan nitrit yerine kullanımıyla ilgili de araştırmalar sürmektedir. Özellikle fermente sosis, jambon, konserve et, balık ve kanatlı etlerinde karakteristik özelliklerinde (renk, lezzet ve tekstürün), mikrobiyoloji güvenliği sağlamada tek başına yararları olan nitrit, sekonder aminlerin reaksiyonu ile oluşan karsinojen olduğu tespit edilen mide asitliği ile nitrozamin oluşturan oluşturmaktadır. Bu nedenden çalışmalarda, nitritin yerine ikame edecek doğal koruyucu maddelerin araştırılması gündeme gelmiştir (Uymaz ve Şanlıbaba, 2015: 905-915).

Nisinin antimikrobiyal etkisi, bakteri hücre duvarındaki peptidoglikan öncüsü lipid II ile etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Hedef moleküle bağlandıktan sonra, nisin-lipid II kompleksi kendisini bakteri hücre zarına sokar ve ardından gözenekler oluşturarak temel hücre materyallerin sızmasına ve nihayetinde hücre ölümüne neden olmaktadır (Delves-Broughton & Weber, 2011).

Gıdanın kimyasal bileşimi ve fiziksel koşulları, bakteriyosin aktivitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin Nisin, pH 2'de pH 8'den 228 kat daha fazla çözünür. Bu yüzden bazı araştırmacılar etin pH'sının yüksek olması nedeniyle nişinin et ürünlerinin korunması amacıyla etkili olmadığını savunmuşlardır (Rayman vd., 1983). Kılıç vd., 2014 vd ise pH yükselmesinin bakteriyel metabolit üretimi ve mikrobiyal gelişiminden de kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir.

Taze kırmızı Et muhafazasında, nisin genellikle, özellikle işlenmiş et ürünlerinde L. monocytogenes'in büyümesini kontrol etmek veya kontaminasyonu engellemek için kullanılmaktadır (Wu vd., 2022: 2). Tavuk eti ise özellikle Salmonella spp., E.coli, S. Aeurus, maya ve küf, toplam bakteri açısından oldukça fazla mikrobiyal yüke sahiptir diğer et türlerinden daha bozulmaya yatkın bir gıdadır. Dolayısıyla nişin tavek ve ürünleri için de alternatif bir koruyucu madde olarak gündeme geliştir (Velsco vd., 2022:4595). Tek başına kullanılan nisin, stabil olmaması nedeniyle ve et matrisi (yani fosfolipidler) ile etkileşimi nedeniyle özellikle etkili ve arzu edilir değildir. Diğer antimikrobiyallerle kombinasyonu, antimikrobiyal etkiyi artırabilmekte ve bozulma yapan ve patojenik mikroorganizmaların büyümesini önleyebilmektedir. Bu yüzden et muhafazasında nisin ve diğer antimikrobiyallerin sinerjistik etkileri hakkında çalışmalar devam etmektedir. Nisin, taze et ve et ürünlerinde raf ömrünü arttırmak için ya direkt olarak ürüne ekleyerek, ürünlerin çevresinde biyofilm oluşturarak ve ya nişin üreten bakteri hücrelerinin et ürünlerine inokülasyonu ile dahil edilmektedir (Wu vd., 2022: 2). Tablo 1'de nişinin direkt taze ete uygulanması ile yapılan çalışmalar gösterilmiştir (Wu vd., 2023:5). Tablo yeni çalışmalar eklenerek yenilenmiştir.

Tablo 1. Taze ete nisin uygulamasına dair çalışmalar (Wu vd., 2023:5 revize)

Taze et	Hedef mikroorganizma	Antimikrobiyal ler	Mikroorgani zma sayısı (log ₁₀ CFU/g)	pH	Denemeler
		Control	3.53	5.59	
Dana eti (Ariyapitip un vd., 2000)	<i>L. monocytogenes</i> Scott A	400 IU/ml nişin	2.21	5.19	Bakteri aşılınmış dana eti küpleri antimikrobiyal madde solüsyonu ile muamele edilerek vakum ambalajlanmıştır
		%2 DMAP	1.21	5.18	
		%2 Laktikasit	0.36	4.92	
		%2 nisin ve (DMAP)	0.84 (2.69)	5.01	
		%2 NLA	0.89	4.83	
		Kontrol	6.30	6.92	Polietilen
		400 IU/g nisin	6.30	5.93	poşetlerde bulunan et örneklerine
		800 IU/g nisin	3.90	6.19	doğrudan
Bufalo eti (Pawar vd., 2000)	<i>L. monocytogenes</i> MTCC 1143	400 IU/g nişin+2% sodyum klorür	6.10	5.84	antimikrobiyaller eklenmiş ve daha sonra polietilen poşetlerin içeriğine bakteri inoküle edilmiştir.
		800 IU/g nişin+2% sodyum klorür	3.90 (2.40)	6.10	
		Kontrol	6.10		Antimikrobiyaller, stomacher torbalarına konulan bakteri inoküle edilmiş et örneklerine doğrudan eklenmiştir.
		1000 IU/g nişin	4.40		
		6% kekik	3.20		
Dana eti (Solomakos vd., 2008)	<i>L. monocytogenes</i> (Scott A, Lmk ve cocktail suşları)	500 IU/g nisin	180-2.30	TE	
		1000 IU/g nişin+0.6% kekik	<1.00(>5.10)		
		Kontrol	4.10		Antimikrobiyaller, stomacher torbalarına konulan bakteri inoküle edilmiş et
		0.6% kekik EY	2.43		
	<i>S. Enteritidis</i>	500 IU/g nişin +0.6% kekik EY	1.88		

Koyun eti (Govaris vd., 2010)		1000 IU/g nisin+0.6% kekik EY	1.24		örneklerine doğrudan eklenmiştir.
		0.9% kekik EY	<1.00		
		500 IU/g nişin+0.9% kekik EY	0 (4.10)	TE	
		1000 IU/g nişin+0.9% kekik EY	0 (4.10)		
Tavuk eti (Raeisi et al., 2016)	<i>L. monocytogenes</i> ATCC 19118	Kontrol	8.90		Antimikrobiyaller, sodyum aljinat aktif kaplama dahil edilerek kullanıldı.
		Nişin+tarçın EY	6.60		
		Nisin +biberiye EY	6.40 (2.50)	TE	
Tavuk eti Velasco vd., 2022:4596)	Aerobik Mikroorganiz ma (mo) <i>S. enterica</i> <i>S.aeurus</i> <i>E.coli</i>	Kontrol Polistiren köpük ambalajı	Aerobik mo sayısı 1.10 ⁹ CFU ⁻¹		Nisin direkt olarak nişasta bazlı ambalaj materyaline katılarak tavuk eti üzerine yerleştirildi ve plastik film ile kaplanarak 2 °C 8 Gün muhafaza edildi.
		Nişasta bazlı ambalaj	Aerobik mo sayısı 5.10 ⁸ CFU ⁻¹		
		Nişasta bazlı ambalaj +2% Nisin	Nisin ve nişasta bazlı kaplama materyalinin inhibisyon sağladığı 1.7mm zon oluşturduğu bildirilmekte dir. Aerobik mo 6.10 ⁶ CFU ⁻¹	5.8- 6.19 p>0. 05	
		Toplam mezofil bakteri sayısı, laktik asit bakteri ve	<i>Berberis vulgaris L.</i> meyvesi ekstraktı Alginat (1.5% w/v)+sinnamald	Kaplama materyali Tavuk etinin toplam mezofil sayısını,	

Tavuk eti (Valizadeh vd., 2023)	maya/küf sayıları	ehit (5 µL/mL)+ nisin (103 IU/mL)	laktik asit bakteri ve maya/küf sayılarında sırasıyla 2.00, 1.73, 1.43 log azalma saptanmıştır		ve nisin ile kaplanmıştır.
Tavuk eti (Rodban vd., 2022)	<i>Bacillus subtilis</i>	Asetik asit, propiyonik asit ve nisin	<i>Bacillus subtilis</i> İlk hücre sayısı 7.36 log CFU/ml iken asetik asite batırarak (3.68 log CFU/ml), propiyonik asit (4.11 log CFU/ml)nisin (4.05 log CFU/ml) ve HCL'ye batırarak (4.15 log CFU/ml)e düşmüştür.	TE	Çalışmada 105 CFU/g'de et ve patates üzerinde aşılana B. subtilis'in çoğalması geciktirmek için %0,065 v/v'de asetik asit ve %0,125 v/v'de propiyonik asit ile birleştirildi ve daldırılarak kurutuldu.

DMAP: düşük moleküler ağırlıklı polilaktik asit, NLA: Nisin+laktikasit, EY:Esasli yağ TE: Tespit edilmemiştir.

Laktik asit bakterileri, gıda fermantasyonlarında başlatıcı kültürler olarak yaygın şekilde kullanıldığından, araştırmacılar bakteriyosin üreticilerinin başlatıcı kültürler olarak kullanımını araştırmışlardır. Bazı durumlarda, bu tür çalışmalarda *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* ve *Enterococcus faecalis* gibi doğal bakteriyosin üreten bakteriler kullanılmaktadır (Cleveland vd., 2001). Birçok araştırmacı, et ve et ürünlerinde tekli veya çoklu LAB suşlarının kullanımını değerlendirmiştir. Uygun tuz konsantrasyonu, pH, sıcaklık, laktoz veya dekstroza sahip bu suşların, sadece patojen sayısını azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda lipid oksidasyonunu kontrol ederek et ürünlerinin raf ömrünü iyileştirerek de arzu edilen sonuçlar verdiği bildirilmektedir (Bhattacharya vd., 2022). Bunun yanı sıra nisin sadece mikrobiyolojik değil et ve et ürünlerine uygulamasının besinsel değerleri üzerine etkisi ile ilgili çalışmalar da yapılmaktadır.

Nisin (0,5 g kg⁻¹) ve potasyum sorbat (0.075 g kg⁻¹) Tan koyun etine ilave edilerek etin lipodomik analizi yapılmıştır. Çalışma sonunda Tan koyun etine potasyum sorbat ilavesinin, nisin muamelesine kıyasla daha yüksek lipid kayıplarına neden oldu bildirilmiştir (Jia vd., 2021). Nitritin yerine *Lactobacillus fermentum* RC4 ve *Lactobacillus plantarum* B6, renklendirici maddeler olarak pancar kırmızısı, Monascus rengi ve nisin antibiyotik olarak kullanılmasıyla hazırlanan kurlenmiş etin 18-20 C'de 20 günlük depolama süresinin ardından nitritli ve nitrit-tuz ile hazırlanmış gruba göre daha iyi duyu özellikler daha fazla serbest yağ

asitleri miktarı, uçucu bileşikler ve aerobik toplam mikroorganizma gelişimi gerçekleşmiştir fakat (*E. coli*, *Salmonella*, *S. aureus* and *L. monocytogenes*) patojen gelişimi tespit edilmemiştir. 3-hidroksi-2-bütanon, 3-metil-butanal, 2-metil-butanal, 2, 4-heptadienal, heptanal, oktanal ve nonanal başlıca lezzet maddeleri ve palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit başlıca serbest yağ asitleri olarak bildirilmiştir (Huang vd., 2020:1-8).

Taze et kalitesini koruyabilmek için çeşitli ambalajların geliştirilmesi güncel çalışılan konulardan bir tanesidir. Nişasta bazlı kompozit köpüğünün kullanılmasının uygulanabilirliğinin çalışıldığı bir araştırmada antimikrobiyal madde olarak %2 nisin eklenmiştir. Nisinin tavuk etinde lipit oksidasyonu engellemediği bildirilse de 8 günün sonunda maksimum kabuledilebilir değeri olan malonaldehit miktarı 1mg MDA Kg-1değerinin üzerinde bir değer saptanmamıştır. Aerobik mikroorganizma sayısında azalma olduğu dolayısıyla taze etin raf ömrünü arttırdığı bildirilmiştir (Velasco vd., 2022).

Liu vd., 2020, %0.6 ağırlıkça antimikrobiyal madde karışımı (nişin, polisin, anason yağı) ile hazırlanan nanoemülsiyon, 20 gün depolama sürecinde Yao et ürününde mikrobiyal stabilite sağlamış *E. coli* gelişimini engellemiştir. Dolayısıyla araştırmacılar anason esansiyel yağı, nişin, polilisin içeren nanoemülsiyon ile kaplanmasının hem kalite hem de raf ömrü açısından uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Hatta et ve et ürünlerinde koruyucu olarak kullanılan potasyum sorbat ve sodyum diasetat Yea et üründe mikroorganizma gelişiminde daha az etkili olmuştur. Yine Liu vd.2015 yılında yaptıkları çalışmada nişin ve polilisinin sinerjik olarak *Bacillus subtilis* ve *Enterococcus faecalis* karşı antibakteriyel etki gösterdiğini bildirmişlerdir

Farklı nisin miktarlarının (0.01, 0.012, 0.015%) dana etli hamburger köftesinin psiokimyasal ve *E.coli* üzerine etkisine bakıldığı çalışmada 0.05 mg/kg nisin konsantrasyona sahip hamburger köftesinde *E.coli* tespit edilmemiştir. Nisin pH değerini düşürerek total mikroorganizma sayısında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Arrieta vd., 2019:20-25). Hazırlanan kızartılmış et ve ızgara et konservelerinde *B. cereus* gelişimini engellemek amacıyla Nisin A(350 IU/ml) ve biberiye yağı (2000 µg/ml)ile hazırlanmış solüsyona daldırıldı. Çalışmada Nisin A konsantrasyonunun artması ile inhibisyon çapının azaldığı bunun da *B. Cereus*' un yüksek konsantrasyonlara bilinmeyen bir şekilde direnç göstermiş olabileceği bildirilmiştir (Abed vd., 2021). Hindi sosisine *L. monocytogenes*, 100 µl of a 107 CFU/mL inoküle edilerek pektin bazlı film (kontrol). nisin ve nisin-kalsiyum klorür ile oluşturulan filmin etkinliği araştırılmıştır. Depolama sonunda kontrol grubuna göre denemelerin 2-4 log oranında *L. monocytogenes* yükünde azalma izlenmiştir.

Su ürünlerine ısı ısı işlem uygulamanın doku, renk ve lezzet gibi bazı özelliklerine zarar vermesi nedeniyle su ürünlerine uygulanan ısı işlemin yerine bakteriyosinlerin kullanımı ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Yılmaz, 2020).

Kitosanın Et ve Et Ürünlerinde Uygulamaları

Kitosan, gıda sektöründe farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Yağ yerine ikame maddesi, jelleştirme ajanı, antimikrobiyal aktivite ve antioksidant işlevleriyle ön plana çıkan bir polisakarittir. Genel anlamda antimikrobiyal aktivitesi çalışmalarda ön plana çıkmaktadır ama tam olarak mekanizması anlaşılamamıştır (Ozaki vd., 2020:2-6). Kitosanın taze et, kanatlı et, deniz ürünleri üzerine çeşitli fizikokimyasal ve mikrobiyolojik etkileri ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır.

Taze domuz eti çeşitli oranlarda kitosan, jelatin ve üzüm çekirdeği ekstraktı içeren biyofilm ile kaplanarak 4°C'de 20 gün boyunca depolanmıştır. Kitosan ve kitosan+jelatin içeren grubun depolama boyunca pH değerinde önemli değişiklik olmamıştır. Dolayısıyla et bozulmaya karşı korunmuştur. Kontrole göre tüm kaplanmış domuz etinin Kırmızılık değeri a*(p<0.05) ve TBARS değeri (p<0.05)artış göstermiştir. Kitosan ve nişin ile kaplanmış örneklerin toplam bakteri anlamında sayısal farklılık gözlemlenmemiştir. Bunun nedeni olarak

nisinin kitosan ve jelatin ile oluşturduğu yapı ile ilgili olabileceği bildirilmiştir (Xiong vd., 2020). 0%, 0.3%, 0.7%, 1.4% ve 2.1% konsantrasyonlarında kitosan içeren kaplama filmlerinin dilimlenmiş kırmızı et (10mm kalınlık) üzerine uygulandığı araştırmada 0,2,4,6,8 ve 10. Günlerde toplam bakteri sayısına bakılmıştır. Kitosan eklenen materyalin mikrobiyal etkinliğinin et dilimleri ile kaplandıktan sonra düştüğü bunun nedeni olarak kaplama materyelinin içerisinde çözünmüş olarak kitosanın özelliğini yitirmesi veya kitosan konsantrasyonunun bakteri popülasyonunu düşürmede yetersiz kaldığı ifade edilmiştir (Park vd., 2010:498). Duran ve Kahve (2020) vakum paketlenmiş ve kitosan içeren yenilebilir film ile kaplanıp vakum paketlenmiş dana etini 45 gün 4°C’de depolamışlar kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelemişlerdir. Vakum paketlenmiş kitosanlı yenilebilir film kaplı etin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (5.25±0.1 log cfu/g) kontrol grubuna göre (4.69±0.21 log cfu/g) 45 günün sonunda düşük tespit edilmiştir. Depolamanın 0. gününde kitosan kaplı ette var olan 2.00±1.15 log cfu/g S. Aureus 15.Gün sonunda tespit edilememiş ve depolama boyunca da gözlemlenmemiştir. Her iki grupta da laktik asit bakterileri sayısı artmış 45. Gün sonunda vakumlu kontrol grubunda kitosanlı gruba göre 2 kat daha fazla laktik asit tespit edilmiştir. Yine dana etinin nar kabuğu ekstresi ve kitosan-niştastana Thymus kotschyanus esansiyel yağı eklenerek kaplanması ile 21 gün boyunca kontrol grubunda laktik asit bakterileri gelişimi diğer nar kabuğu ekstresi ve kitosan-niştastana çeşitli konsantrasyonlarda (1, 2%) Thymus kotschyanus esansiyel yağı ile biyofilm kaplı gruplara göre daha fazla olmuştur. Kaplamalı örneklerde *Pseudomonas spp.* sayısı 0.57 log CFU/g kontrole göre azalmıştır. Kaplama yapılmış örneklerin 21 gün depolama boyunca TBARS değerleri duyuşsal olarak acılaşıma 2 mg MDA/kg et (ekstrasyon değeri) değerinin üzerine çıkmadığı ifade edilmiştir (Mehdizadeh vd., 2020:7-9). Özellikle 3-5 gün depolama süresi olan etin raf ömrünü artırma amacıyla yapılan çalışmada NaOH ile nötrale edilmemiş (kontrol grubu) ile NaOH ile nötrale edilmiş her iki grup Mehdizadeh vd, 2020 çalışmasına benzer TBARS değerleri göstererek depolama boyunca (10 gün) acılaşıma değerinin altında kalmıştır. NaOH ile nötrale edilen ve edilme grupların aerobik toplam bakteri sayıları arasında istatistiksel anlamlılık bulunmamıştır. Dolayısıyla kitosan koruyucu özellik göstermiştir. Esas olarak amonyak ve birincil, ikincil ve üçüncül aminlerden oluşan et bozulmasının bir göstergesi TVB-N, kitosanın antibakteriyel etkisinden kaynaklı düşük bulduğu ifade edilmiştir (Chang vd., 2019:55-58)

Fermente pişmiş sosiste iki farklı miktarda (0.25 ve 0.5%) kitosan eklenerek üretilmiştir. Kitosanın, *Enterobacter aerogenes* (Gram negatif bakteriler), *Listeria innocua* ve *Lactobacillus rhamnosus* (her ikisi de Gram pozitif bakteridir) üzerine MIC değerlerine bakıldığında kitosanın Gram negatif olanlara göre Gram pozitif mikroorganizmaları inhibe etme potansiyelinin büyük olduğunu göstermiştir. Ayrıca iki seviye kitosanın (%0.25 ve %0.5) fermente sosislere uygulanmış sonuçlara göre Enterobakterlerin gelişebileceği bildirilmiştir. Duyusal özellikler dışında psikokimyasal ve mikrobiyal stabilite açısından %0.5 turp tozu ve 0.25% kitosan ilavesiyle nitritsiz fermente sosis üretilebileceği ortaya konulmuştur (Ozaki vd., 2020:2-6). Vargas vd., kitosan bazlı filmin domuz eti hamburgerlerin mikrobiyal sayısında azalmaya yol açtığını özellikle koliform (*E.coli*) sayısı açısından daha belirgin bir azalma olduğunu Ayçiçek yağının filme dahil olmasının bakteriyostatik etkiyi azalttığı ifade edilmiştir (Vargas vd., 2010: 41-42).

Tavuk göğsü biri kontrol olmak üzere 3 şekilde (şeffaf kağıt-kontrol, kitosan ve diğer grupta kitosan+nisin) süspanسیون ile kaplanmış, 7 gün boyunca 4°C’de depolanmıştır. Depolamanın 7. Gününde sadece Nisin+kitosan ile kaplanmış örnekte *Salmonella* ve *Staphylococcus aureus coagulase (+)* gelişimi gözlemlenmemiş ($p<0.05$), sadece kitosan kaplı tavuk göğsünün nisinli gruba göre sertli değerinin yüksek olduğu bildirilmiştir ($p<0.05$) (Sotoudeh vd., 2020: 140-142). Yine tavuk göğsünün pullulan ve kitosanın limon kabuğundan elde edilen polifenollerin eklenerek kaplama uygulandığı ve 4C’de 16 gün depolandığı araştırmada (1, 2, 3%)limon kabuğu ve kitosan %1 uygulamasının kontrol ve pullulan grubuna göre önemli derecede Enterobacteriaceae üzerine bakteriyostatik etkisi olduğu

bildirilmiştir($p<0.05$). Yine kitosan ve limon kabuğu polifenoli ile kaplanan grupların Lipit oksidasyon değeri olan TBARS değerleri etlerde arzu edilmeyen 1 mg kg^{-1} MDA değerine depolama boyunca ulaşmamıştır ($p<0.05$) (Maru vd., 2021:3010-3016). Kitosan ve Zeytinyağı gibi oleik asitten zengin olan ördek yağı bazlı yenilenebilir film kaplaması ile tavuk eti kaplanmış 4C° 'de 15 gün depolanmıştır. Markette satın almada önemli bir faktör olan a^* (kırmızılık değeri) kaplı olmayan gruba göre artmıştır ($p<0.05$). Etin mikrobiyolojik bozulmasının genellikle TVC 7 log CFU/g'yi aştığında başladığı belirtilen çalışmada 2% kitosanlı toplam bakteri sayısının 15 günlük depolama boyunca belirtilen değer üstüne çıkmadığı ördek yağı ve kitosanlı bileşimin et ürünlerinde yenilebilir film olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Yine 2% lik kitosanlı yenilebilir filmde diğer gruplarda 5. Günden itibaren görülen *Listeria spp.* nin 15 gün boyunca gözlemlenmediği ve *E.coli*'nin diğer gruplara göre düşük olduğu bildirilmiştir. Yine aynı grubun TBARS ve VBN değerleri ($p<0.05$) diğer gruplara göre düşük tespit edilmiştir (Shin vd., 2022:7-9).

Kuzu eti kıyması sterilize edildikten sonra kitosan ve nane ile muamele edildikten sonra *S. aureus* ve *B. cereus* inoküle edilmiştir. Kıyma $0-3\text{C}^\circ$ 'de 26 gün boyunca depolanmış depolama sonunda sonra *S. aureus* ve *B. Cereus*'un sayısı 2-3 log azalmıştır. Araştırmacılar Gram negatif bakterilerin hücre duvarlarının lipopolisakkarit yapısından kaynaklandığını dolayısıyla Gram pozitif bakterilerin daha duyarlı olduğunu ifade etmişlerdir (Kanatt vd., 2008:849-850).

Balık etinin bozulmasında yüzey üzerinde oluşan mikrobiyal kontaminasyon ve lipit oksidasyon iki önemli etmendir. Bu yüzden yüzeyde bir yüzey bir bariyer oluşumu raf ömrünü arttırma açısından önemlidir. (Ghaly vd., 2010). W1/O/W2 emülsiyonunun (W1: sulu nisin solüsyonu; W2: su; yağ fazı: karvakrol) kitosan filme dahil edilmesiyle oluşturulan yeni bir yenilebilir film ile somon balığı kaplanmıştır. Çift emülsiyon, nisin ve karvakrolün sinerjik etkisinden yararlanarak, Gram-pozitif ve Gram-negatif patojenleri ve bozulmaya neden olan bakterileri önemli ölçüde inhibe etmiştir. Yenilebilir film *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *P. fluorescens*, ve *S. Putrefaciens*'in gelişimini engellediği, zon çapını arttırdığı bildirilmiştir (Yuan vd., 2022:6-8). Başka bir çalışmada asetik asit ve jelatine çözülmüş kitosan karışımından oluşan bir kaplamanın, balık köftelerinin Gram-negatif mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici etki gösterdiğini bildirmiştir (López-Caballero, 2005:308-311).

Sonuç

Et ve et ürünleri besin değerleri oldukça yüksek gıdalardır ve dolayısıyla oksidasyona ve mikrobiyolojik bozulmalara karşı hassastır. Tüketicilerin beklentisi sağlıklı ve albenisi olan gıdaları tüketmektir. Dolayısıyla geleneksel ambalajlama yerine son dönemlerde üzerine oldukça fazla araştırma bulunan doğal antioksidan ve antimikrobiyal özellikli maddelerin ambalaj malzemesine eklenmesi veya biyofilm oluşturularak kullanımı önem arz etmektedir. Bakteriyosin olan nisin ve polisakkarit yapısında biyolojik ögeler kullanılarak et ve et ürünlerinde kullanımıyla çalışmada da bahsedildiği gibi meydana gelebilecek mikrobiyolojik bozulmaların önüne geçilmekte ve ürünlerin raf ömrünün uzadığı görülmektedir. Ayrıca özellikle et ürünlerinde antioksidan, renk maddesi ve antimikrobiyal madde görevini gören nitrit kullanımının yerini daha sağlıklı alternatif biyolojik maddelerin de kullanılabileceği ortaya çıkmaktadır. Çalışmalarda da bahsedilen biyoyenilebilirfilm, antimikrobiyal özelliğine sahip ambalaj materyali üretimi endüstriyel ölçekte üretilip ve sanayinin kolay kullanımının sağlanması gelecek için önem arz etmektedir

Kaynakça

- Abed, I. J., Ahmed, M. E., & AL-Shimmery, S. M. H. (2021). Rosemary Volatile Oil As A Preservative Agent In Some Canned Meat Foods.
- Arrieta, A. S., Garcia, P. D. L., Martinez, D. S. N., Mendivil, G. M., & Taron, D. A. (2019). Bioconservation Of Hamburguesa De Res Meat Using Nisina Lactococcus Lactis To Inhibit The Growth Of Escherichia Coli. *Italian Journal of Food Science*, 20-25.
- Bhattacharya, D., Nanda, P. K., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., Dhar, P., & Das, A. K. (2022). Lactic Acid Bacteria and Bacteriocins: Novel Biotechnological Approach for Biopreservation of Meat and Meat Products. *Microorganisms*, 10(10), 2058.
- Cao, W., Yue, L., Zhang, Y., & Wang, Z. (2022). Photodynamic chitosan functionalized MoS₂ nanocomposite with enhanced and broad-spectrum antibacterial activity. *Carbohydrate Polymers*, 277, 118808. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118808>
- Cao, Y., Warner, R. D., & Fang, Z. (2019). Effect of chitosan/nisin/gallic acid coating on preservation of pork loin in high oxygen modified atmosphere packaging. *Food Control*, 101, 9-16.
- Chang, W., Liu, F., Sharif, H. R., Huang, Z., Goff, H. D., & Zhong, F. (2019). Preparation of chitosan films by neutralization for improving their preservation effects on chilled meat. *Food Hydrocolloids*, 90, 50-61.
- Huang, L., Zeng, X., Sun, Z., Wu, A., He, J., Dang, Y., & Pan, D. (2020). Production of a safe cured meat with low residual nitrite using nitrite substitutes. *Meat science*, 162, 108027.
- Cleveland, J., Montville, T. J., Nes, I. F., & Chikindas, M. L. (2001). Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. *International journal of food microbiology*, 71(1), 1-20.
- Delves-Broughton, J., & Weber, G. (2011). Nisin, natamycin and other commercial fermentates used in food biopreservation. In *Protective cultures, antimicrobial metabolites and bacteriophages for food and beverage biopreservation* (pp. 63-99). Woodhead Publishing.
- Elgadir, M. A., & Mariod, A. A. (2022). Gelatin and Chitosan as Meat By-Products and Their Recent Applications. *Foods*, 12(1), 60.
- Hamedani, M. S., Rezaeigolestani, M., & Mohsenzadeh, M. (2022). Optimization of Antibacterial, Physical and Mechanical Properties of Novel Chitosan/Olibanum Gum Film for Food Packaging Application. *Polymers*, 14(19), 3960. <https://doi.org/10.3390/polym14193960>
- Hameed, A., Raj, S. A., Sultan, M. T. H., Baghdadi, M. A., & Shahzad, M. (2022). Chitosan: A Sustainable Material for Multifarious Applications. *Polymers*, 14(12), 2335. <https://doi.org/10.3390/polym14122335>
- Hampikyan, H., & Çolak, H. (2007). Nisin ve gıdalardaki antimikrobiyal etkisi. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(2), 142-147.
- Jia, W., Wu, X., Li, R., Liu, S., & Shi, L. (2021). Effect of nisin and potassium sorbate additions on lipids and nutritional quality of Tan sheep meat. *Food Chemistry*, 365, 130535.
- Kanatt, S. R., Chander, R., & Sharma, A. (2008). Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products. *Food chemistry*, 107(2), 845-852.
- Lai, W., Zhao, S., & Chiou, J. (2021). Antibacterial and clusteroluminogenic hypromellose-graft-chitosan-based polyelectrolyte complex films with high functional flexibility for food packaging. *Carbohydrate Polymers*, 271, 118447. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118447>

Lauková, A., Kandričáková, A., & Bino, E. (2020, December 21). Susceptibility to Enterocins and Lantibiotic Bacteriocins of Biofilm-Forming Enterococci Isolated from Slovak Fermented Meat Products Available on the Market. *International Journal of Environmental Research and Public Health*; MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249586>

Liu, Q., Zhang, M., Bhandari, B., Xu, J., & Yang, C. (2020). Effects of nanoemulsion-based active coatings with composite mixture of star anise essential oil, polylysine, and nisin on the quality and shelf life of ready-to-eat Yao meat products. *Food Control*, 107, 106771.

López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C., Pérez-Mateos, M., & Montero, P. (2005). A chitosan–gelatin blend as a coating for fish patties. *Food hydrocolloids*, 19(2), 303-311.

Maru, V. R., Gupta, S., Ranade, V., & Variyar, P. S. (2021). Pullulan or chitosan based active coating by incorporating polyphenols from lemon peel in raw poultry meat. *Journal of Food Science and Technology*, 58, 3807-3816.

Mehdizadeh, T., Tajik, H., Langroodi, A. M., Molaei, R., & Mahmoudian, A. (2020). Chitosan-starch film containing pomegranate peel extract and *Thymus kotschyianus* essential oil can prolong the shelf life of beef. *Meat science*, 163, 108073.

Muñoz-Tebar, N., Pérez-Álvarez, J. Á., Fernández-López, J., & Viuda-Martos, M. (2023). Chitosan Edible Films and Coatings with Added Bioactive Compounds: Antibacterial and Antioxidant Properties and Their Application to Food Products: A Review. *Polymers*, 15(2), 396. <https://doi.org/10.3390/polym15020396>

Ozaki, M. M., Munekata, P. E., de Souza Lopes, A., do Nascimento, M. D. S., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., & Pollonio, M. A. R. (2020). Using chitosan and radish powder to improve stability of fermented cooked sausages. *Meat science*, 167, 108165.

Özel, B., & Şimşek, Ö. (2017, October 22). Nisinin Sinerjistik Antimikrobiyel Etkisi. *Akademik Gıda Dergisi*; Akademik Gıda. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.345270>

Özel, B., Şimşek, Ö., Akçelik, M., & Saris, P. E. J. (2018, May 30). Innovative approaches to nisin production. *Applied Microbiology and Biotechnology*; Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9098-y>

Özer, E. D., & Yıldırım, M. (2017). Nisinin modifikasyonu. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(Ek (Suppl.) 1), 239-244.

Pabon, K. S. M., Aponte, A. A. A., Duque, J. F. S., Villada, H. S. (2021). Characterization and antimicrobial efficacy of active biocomposite containing polylactic acid, oregano essential oil and nisin for pork storage. *Food Science and Technology*, 42.

Park, S. I., Marsh, K. S., & Dawson, P. (2010). Application of chitosan-incorporated LDPE film to sliced fresh red meats for shelf life extension. *Meat science*, 85(3), 493-499.

Rodpan, S., Usman, J. N., Koga, Y., & Jongruja, N. (2022). Synergistic effect of Nisin with acetic and propionic acids inactivates *Bacillus subtilis* on meat and potato. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 41, 102317.

Shin, D. M., Kim, Y. J., Yune, J. H., Kim, D. H., Kwon, H. C., Sohn, H., ... & Han, S. G. (2022). Effects of Chitosan and Duck Fat-Based Emulsion Coatings on the Quality Characteristics of Chicken Meat during Storage. *Foods*, 11(2), 245.

Shin, J., Gwak, J., Kamarajan, P., Fenno, J. C., Rickard, A., & Kapila, Y. L. (2016, June 1). Biomedical applications of nisin. *Journal of Applied Microbiology*; Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1111/jam.13033>

- Song, Z., Gao, M., Zhi, X., & Du, B. (2021). Cellulosic films reinforced by chitosan-citric complex for meat preservation: Influence of nonenzymatic browning. *Carbohydrate Polymers*, 272, 118476. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118476>
- Sotoudeh, B., Azizi, M. H., Mirmajidi Hashtjin, A., Pourahmad, R., & Tavakolipour, H. (2020). Evaluation of chitosan-nisin coating on quality characteristic of fresh chicken fillet under refrigerated conditions. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(1), 135-146.
- Şimşek, Ö., Sabanoğlu, S., Çon, A. H., Karasu, N., Akçelik, M., & Saris, P. E. J. (2013, January 26). Immobilization of nisin producer *Lactococcus lactis* strains to chitin with surface-displayed chitin-binding domain. *Applied Microbiology and Biotechnology*; Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/s00253-013-4700-9>
- Uymaz, B., Şanlıbaba, P., 2015. Gıdalardaki Biyokoruyucu: Nisin (E 324). *Türk TarıGıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi*. 3(12): 908-915
- Vargas, M., Albors, A., & Chiralt, A. (2011). Application of chitosan-sunflower oil edible films to pork meat hamburgers. *Procedia Food Science*, 1, 39-43.
- Velasco, V., Sepúlveda, E., Williams, P., Rodríguez-Llamazares, S., Gutiérrez, C., & Valderrama, N. (2022). Starch-based composite foam for chicken meat packaging. *Journal of Food Science and Technology*, 59(12), 4594-4602.
- Velasco, V., Sepúlveda, E., Williams, P., Rodríguez-Llamazares, S., Gutiérrez, C., & Valderrama, N. (2022). Starch-based composite foam for chicken meat packaging. *Journal of Food Science and Technology*, 59(12), 4594-4602.
- Wu, J., Zang, M., Wang, S., Zhao, B., Bai, J., Xu, C., ... & Qiao, X. (2023). Nisin: From a structural and meat preservation perspective. *Food Microbiology*, 104207.
- Wu, J., Zang, M., Wang, S., Zhao, B., Bai, J., Xu, C., Shi, Y., & Xiaoling, Q. (2022, December 1). Nisin: From a structural and meat preservation perspective. *Food Microbiology*; Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.104207>
- Wu, J., Zang, M., Wang, S., Zhao, B., Bai, J., Xu, C., Shi, Y., & Xiaoling, Q. (2022). Nisin: From a structural and meat preservation perspective. *Food Microbiology*, 104207. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.104207>.
- Xiao, L., Kang, S., Lapu, M., Jiang, P., Wang, D., Liu, D., Li, J., & Liu, M. (2022). Preparation and characterization of chitosan/pullulan film loading carvacrol for targeted antibacterial packaging of chilled meat. *International Journal of Biological Macromolecules*, 211, 140–149. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.05.044>
- Xiong, Y., Chen, M., Warner, R. D., & Fang, Z. (2020). Incorporating nisin and grape seed extract in chitosan-gelatine edible coating and its effect on cold storage of fresh pork. *Food Control*, 110, 107018.
- Yılmaz, U. Ç. A. R. (2020). Su ürünlerinde nisin uygulamaları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3), 639-651.
- Yuan, D., Hao, X., Liu, G., Yue, Y., & Duan, J. (2022). A novel composite edible film fabricated by incorporating W/O/W emulsion into a chitosan film to improve the protection of fresh fish meat. *Food Chemistry*, 385, 132647.
- Zhang, Y., Wang, Y., Chen, L., Zheng, J., Fan, X., Zhou, G., Ullah, N., & Feng, X. (2022). An injectable antibacterial chitosan-based cryogel with high absorbency and rapid shape recovery for noncompressible hemorrhage and wound healing. *Biomaterials*, 285, 121546. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2022.121546>

Elma Bahçesinde Koruyucu Toprak İşlemenin Toprak Özelliklerine Etkisi

Muammer YALÇIN¹

Barış ALBAYRAK²

Gülşah ÜĞLÜ TEKİN³

Mehmet Cengiz ARSLANOĞLU⁴

1. GİRİŞ

Çoğu ürün yetiştiriciliğinde aşırı toprak işleme ile tarım toprakları erozyon ve olumsuz çevresel etkiye maruz kalmaktadır. Sürdürülebilir bir tarımın yapılabilmesi, gelecek nesillerin bu tarım topraklarından en iyi şekilde yararlanabilmesi, çevreye olan olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için bitki yetiştirme tekniklerinin yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Eğer toprak fazla işlenirse, organik maddesi azalır, erozyona maruz kalır, fazla tııt geçişleri sebebiyle toprak sıkışır. Bu sebeple tohum yatağı hazırlamakta sorun yaşanır ve masraflar artar.

Toprak işlemenin dikkatsiz bir şekilde yapılmasından dolayı oluşan erozyonla 150 ton/ha-yıl'lık toprak kaybı olmaktadır (Ergül F. ve Polat H., 2009). Bu kaybı engellemek için toprağı devirmeden işlemek, işlem sayısını azaltmak ve toprak yüzeyini bitki örtüsü ile kaplı bırakmak gerekir. Alt-üst edilmemiş bir toprakta bitki artıkları zamanla toprak zemininde malç tabakası oluşturur. Bu tabaka toprak mikroorganizmaları için yaşam alanı oluştururken yüzeydeki nemin ve sıcaklığın devamlılığını sağlar ve toprağı yağmur ve rüzgârın fiziksel etkilerinden korur.

Enerjinin gittikçe pahalı hale gelmesi ve yoğun toprak işlemeyle artan erozyon, çiftçileri ve araştırmacıları alternatif toprak işleme yöntemlerine yöneltmiştir. Bu amaçla, geleneksel toprak işleme yöntemleri geliştirilmiştir. Yöntemlerden biri, tarla yüzeyini %30 oranında bitki artığı ile kaplı tutarak toprak işleme yoğunluğunu azaltmaktır. Koruyucu toprak işleme; şerit toprak işleme, ekim sırasında toprak işleme, malçlı toprak işleme, azaltılmış toprak işleme ve doğrudan ekim yöntemlerinden oluşur.

Hatalı su ve toprak işlem uygulamaları tüm alanlarda toprak verimliliğini azaltır ve üretimi olumsuz etkiler (Ghassemi ve ark., 1995).

Toprakta bir önceki sezon bitki kalıntıları ile biriken karbon, pullukla işlendiği takdirde 3 hafta sonra karbondioksit formunda kaybolmaktadır. Sürülen tarla ile sürülmeyen arasındaki fark 5 kattır (Şahin S. ve Aybek A. 2020).

Çeyrek yüzyıl doğrudan ekimle art arda çeltik ve arpa yetiştirdiğini, birisini biçmeden diğerinin tohumlarını attığını, ticari gübre kullanmadığını ve küçük evcil hayvanları otlatıp onların gübresinden faydalandığını belirtmiş, tarım ilaçsız olarak kaliteli arpa yetiştirdiğini söylemiştir. (Masanobu F. 1970).

¹PhD, Atatürk Central Horticultural Research Institute, Postharvest Physiology and Mechanization, 0000-0002-5441-4351

² PhD, Atatürk Central Horticultural Research Institute, Soil and Water Management, 0000-0002-8255-4706

³ PhD, Atatürk Central Horticultural Research Institute, Soil and Water Management, 0000-0002-7989-0338

⁴ PhD, Atatürk Central Horticultural Research Institute, Postharvest Physiology and Mechanization, 0000-0001-5152-569x

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Koruyucu Toprak İşleme Yöntemlerinin Tarihçesi ve Faydaları

Doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işleme yöntemi eskiden beri kas gücüne dayanılarak kullanılmıştır. Mesela İnkalar kazıklı açtıkları çukura tohumu elle bırakmışlardır. 2. Yüz yılın ortalarında Edward Faulkner pullukla toprak işlemeyi bertaraf ederek azaltılmış toprak işlemeli ekim yöntemini hayata geçirmiştir (Faulkner, 1943).

Phillips ve Phillips (1984)'e göre, 19.yüzyılın ortalarına doğru geliştirilen büyüme düzenleyiciler, doğrudan ekime yönelimi sağlamıştır. 1951'de, Dow Chemical Co.'dan K.C. Barrons, J.H. Davidson ve C.D. Fitzgerald adlı araştırmacılarca doğrudan ekim teknikleri ile ilgili uygulamaların başarısından söz edilmiştir.

Koruyucu toprak işlemeli ekim yöntemleri yoğun toprak işlemeli sistemlere göre sayısız avantajlar sunmaktadır. Bu avantajlardan bazıları şunlardır; işçiliği azaltır, makinelerin yıpranması azalır, yakıt tasarrufu sağlar, zaman tasarrufu sağlar, uzun dönemde verimliliği iyileştirir, yüzey su kalitesini iyileştirir, toprak erozyonunu azaltır, toprak su tutma kapasitesini artırır. Su infiltrasyonunu iyileştirir, toprak sıkışmasını azaltır, toprak işlemeyi azaltır, daha fazla yaban hayatı sağlar, karbon salınımını azaltır, hava kirliliğini azaltır.

2.2. Azaltılmış Toprak İşlemeli Ekim Konusunda Yapılan Çalışmalar

Soklu pullukla toprak işlenerek tarım yapılan topraklarda 0–15 cm derinlikte %32,7 olan makro boşlukların işlenen topraklarda %16'ya inmekte, %25,6 olan mikro boşlukların ise %32,2'ye yükselmektedir. Toprakların elverişsiz zamanlarda işlenmeleri toprak yapısının zayıflamasına neden olmaktadır. Soklu pullukla toprak çevrilmesi, bir yandan granülasyonun artmasına diğer taraftan yüzeydeki organik artıkların pulluk derinliğine karışmasına neden olmaktadır. Eğer hafif topraklarda bir malç tabakasının oluşturulması isteniyorsa soklu pulluğun kullanılmaması, toprak yapısının fazla bozulmaması için toprak işleme aletlerinin tarlaya en az girmesi ve fazla toprak işlemeden kaçınılması gerekmektedir (Akalan, 1965).

Kombine tarım alet–makinaleri kullanılabilmesi gibi, toprağı hiç işlememe ve mümkün olan en az işleme tekniği ile işlem yapılmalıdır. Organik gübreler, yeşil gübre ve kireç gibi uygulamalar ile toprak yapısı iyileştirilmelidir (Karakaplan, 1982).

Topraktaki organik madde, toprak yapısına, durağanlığına, su tutumuna, biyolojisine ve besin içeriğine olumlu katkı sunar ve ayrıca erozyonu azaltır (Evans, 1996).

Toprak organik maddelerinin arasında, aşırı toprak işleme, tarlada hasat artışı bırakmama ve kimyevi gübre kullanımını sayılabilir (Walling, 1990).

Organik maddelerin devamlılığı bakımından Toprakta gevşeme oluşturan ve toprağı koruyan teknikler uygulanmalıdır (Okur ve ark., 2003).

Koruyucu toprak işleme sisteminde iki temel düşüncenin gerçekleşmesi hedeflenir.

•Ön bitki veya ikinci ürün artıklarının tarla yüzeyine veya yüzeye yakın katmanlara yerleştirilmesi,

•Toprak işleme yoğunluğunun azaltılmasıdır.

Cock (1985), Toprak işlemesiz uygulamada 1 mm'lik kuru agregat miktarı, agregat stabilitesi ve büyük gözenekliliğin arttığını, ayrıca 6–12 cm derinlikte toprak hacim ağırlığı ve penetrasyon direncinin azaldığını tespit etmiştir.

Nemethy (2004), Kumlu topraklardan oluşan Macaristan bağların aşırı mekanizasyon uygulamalarından olumsuz etkilediğini bildirmiştir.

Dilley ve Nonnecke (2004), Toprak kalitesi parametreleri, sızma hızı, toprak kütle yoğunluğu, solucan sayısı ve toplam gözeneklilik tüm uygulamalar için benzer bulunmuştur.

Saman malç muamelesine tabi tutulan parseller, diğer muamelelerin ortalamasından %20 daha yüksek toprak hacimsel su içeriğine ve %26 daha yüksek hava dolu gözenekliliğe sahip bulunmuştur. Besinsel tedavi parselleri benzer N almasına rağmen, yaprak besin analizi, saman malç + mısır glütenu unu muamelesi uygulanan bitkilerin, geleneksel ve metil bromür tedavileri ile karşılaştırıldığında benzer miktarda toplam N'ye sahip olduğunu, ancak ölü örtü bitkisinden %21 daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Prichard (2007), Özellikle salma sulama yapılması durumunda oluşan kaymak tabakası, yüzeysel toprak işlemeyle kırılırsa, infiltrasyonda bir iyileşme meydana gelir. Bu toprak işleme uygulaması sezonda bir kez yapılabilir.

Yalçın ve ark. (2006), Zeytin bahçesinde farklı toprak işleme uygulamaları için Brüt kâr hesabına göre yapılan incelemede, en kârlı sonucu toprak işlemez sistem (tamamı ilaçlı (çıplak) toprak) üretim sistemi vermiştir. En düşük brüt kâr örtülü (taç iz düşümü ilaçlı) sistemden elde edilmiştir. Toprak işlemez bir zeminde diğer kültürel işlemlerin daha rahat yapılabildiği tespit edilmiştir.

3. METERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu proje, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü arazisindeki tınlı–killi yapıdaki taban arazide kurulu sık dikimli (4 m × 1,5 m) Red Fuji çeşidi elma bahçesinde uygulanmıştır.

Uygulamalarda sıra üzeri çapalama makinası, yabancı ot ilaçlama makinası, ot biçme makinası ve 300 m² polietilen plastik örtü malzemesi kullanılmıştır.



(1. Geleneksel Toprak İşlemeli Sistem (GİS), 2. Plastik Örtülü Sistem (PÖS), 3. Tamamı Otlı Sistem (TOS), 4. Yabancı Ot Kontrolü Sistem (YİS))

Şekil 3. Proje uygulama alanı

3.2. Metot

Tüm parsellerde sıra arasında doğal bitki örtüsü bırakılıp, otlar 15-20 cm olduğu zaman biçilmiştir. Sıra üzeri ise konular bazında tesadüf blokları deneme desenine göre kurulan 4 farklı yöntem 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 30 ağaç olacak şekilde incelenmiştir. Uygulanan metotlar şunlardır;

•1. Geleneksel Toprak İşlemeli Sistem (GİS): Sıra üzeri çapalama (traktör + duyargalı rototiller) 65 BG New Holland marka traktör ve traktöre duyargalı rototiller takılmıştır.

•2. Plastik (Polietilen) Örtülü Sistem (PÖS): Sıra üzeri plastik örtü/jüt malzemesi uygulaması (sabit sergi), hazırlık aşamasında 35 BG başak traktörle çizi açılmıştır.

•3. Tamamı Otlı Sistem (**TOS**): Sıra üzeri zeminin tamamı doğal otlı bırakılıp ve gerektiğinde biçilen sistem (traktör–duyargalı çayır biçme), 65 BG New Holland traktör kullanılmıştır. Traktöre bıçaklı tip, duyargalı ot biçme makinası takılmıştır.

•4. Yabancı Ot İlaçlı Sistem (**YİS**): Sıra üzerinin tamamına yabancı ot ilacı/herbisit uygulaması (traktör–duyargalı tarla pülverizatörü), 60 BG, Massey Ferguson (MF 260 G) traktör kullanılmıştır. Traktöre ve duyargalı tarla pülverizatörlü ilaçlama makinası bağlanmıştır.

Toprak özellikleri: Toprak penetrasyon direncinin belirlenmesinde çekiçli tip penetrometre kullanılmıştır (Şekil 2).

Deneme parsellerinden alınan bozulmamış toprak örnekleri, 105 °C’deki etüvde 24 saat süreyle bekletilip, yaş ve kuru ağırlık farkları alınarak toprak hacim ağırlıkları belirlenmiştir.

Toprak infiltrasyonu: konular bazında tespiti yapılmış ve ayrıca toprak nemi ölçülmüştür. Çift silindirik infiltrometre ile konular bazında sızan su hesabı yapılmıştır. Deneme konusunu temsil edecek şekilde silindir toprağa çakılmakta ve içerisi ince bir naylonla kaplanarak su doldurulmakta, naylon ani olarak çekilip silindir içindeki suyun üst seviyesi ile toprak yüzeyi arasındaki mesafe ölçülmektedir. Daha sonra 5’er, 10’ar, 30’ar, 60’ar ve 120’şer dakika arayla su seviyesi ölçülmekte ve eksildikçe doldurularak kayda geçirilmektedir. Bu işlem yaklaşık 7 saat sürmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprak Özellikleri

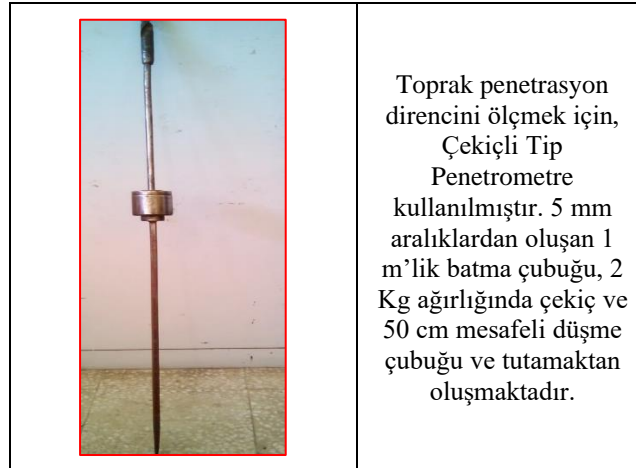
Çizelge 1. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının toprak bakımından karşılaştırılması

Toprak Hacim Ağırlığı	
Tamamı Otlı Sistem (TOS)	1,42
Plastik Örtülü Sistem (PÖS)	1,49
Geleneksel İşlemeli Sistem (GİS)	1,52
Tamamı Yabancı Ot İlaçlı Sistem (YİS)	1,45

* CV %7,21; LSD: $p < 0,05$ ’e göre önemli bulunmamıştır.

Bu çalışmada toprak hacim ağırlığı bakımından konular arasında istatistiksel analiz sonucunda bir fark bulunmamıştır. Ancak uygulamada hacim ağırlığının düşük olması istenir. En düşük hacim ağırlığı tamamı otlı sistemde bulunmuş olup, bunu sırasıyla yabancı ot ilaçlı sistem, plastik örtülü sistem ve geleneksel işlemeli sisten izlemiştir.

4.2. Toprak Penetrasyon Direnci



Şekil 2. Çekiçli Tip Penetrometre

Çizelge 2. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının toprak penetrasyon direnci bakımından karşılaştırılması. (Rakamlar 5 cm aralıktaki vuruş sayılarını göstermektedir.)

Derinlik (cm)	GİS	YİS	PÖS	TOS
00-05	1,00	1,00	1,33	1,33
05-10	1,33	1,33	2,00	2,33
10-15	2,33	2,67	2,33	3,33
15-20	3,00	4,67	3,67	4,33
20-25	4,67	5,67	4,33	5,00

Çizelge 2'nin Devamı

25-30	5,67	6,33	5,67	5,67
30-35	6,00	7,00	6,00	6,67
35-40	7,67	7,67	6,33	7,00
40-45	9,00	7,67	6,67	7,00
45-50	9,67	8,67	7,67	8,33
50-55	10,33	8,67	8,67	8,00
Ortalama	5,51	5,57	4,97	4,75

*P<0,05 önem düzeyinde önemli bulunmamıştır

Çalışma konuları toprak penetrasyon direnci bakımından incelendiğinde en iyi sonucu tamamı otlu sistem vermiş olup, bunu sırasıyla; plastik örtülü sistem, geleneksel işlemeli sisten ve yabancı ot ilaçlı sistem izlemiştir fakat istatistiki bakımdan bir fark bulunmamıştır.

2017 proje başlangıcından,-2021 proje sonuna kadar yapılan uygulamaların toprak özelliklerine etkisi incelendiğinde aşağıdaki çizelgedeki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 3. Projenin 5 Yıllık Sürecinde Yapılan Uygulamaların Topraktaki Görünümü.

Topraktaki Analiz Konusu	Değerlendirme
İşba	Tınlı
EC ₂₅ µmhos/cm	Tuzsuz
pH	Hafif Alkali
Kireç (%)	Az
Organik Madde (%)	2017'de az, 2021'de ise; 0-30 cm derinlikte az, 30-60 cm derinlikte çok az
Alınabilir P (ppm)	Hem 2017'de hem de 2021'de 0-30 cm derinlikte orta, 30-60 cm derinlikte düşük
Değişebilir K (ppm)	Düşük
Değişebilir Ca (ppm)	İyi
Değişebilir Mg (ppm)	İyi
Alınabilir Fe (ppm)	İyi
Alınabilir Mn (ppm)	Yeterli
Alınabilir Zn (ppm)	İyi
Alınabilir Cu (ppm)	Yeterli

4.3. Toprak Su İnfiltrasyonu

Çizelge 4. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının toprak infiltrasyonu bakımından karşılaştırılması

Toprak Bünyesi	İnfiltrasyon Hızı-Sınırlar (mm/h)
Kumlu	25-250
Kumlu-Tınlı	13-76
Tınlı	8-20
Killi-Tın	3-16
Killi	1,3-10

Yabancı ot ilaçlı sistem: 16, Tamamı otlu sistem: 18, Plastik/jüt örtülü sistem: 15, Geleneksel işlemeli sistem: 20.

Çift silindirli infiltrometre ile yapılan ölçümle ilgili görsel Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Çift Silindirli İnfiltrasyon ile Su İnfiltrasyonunun Ölçülmesi

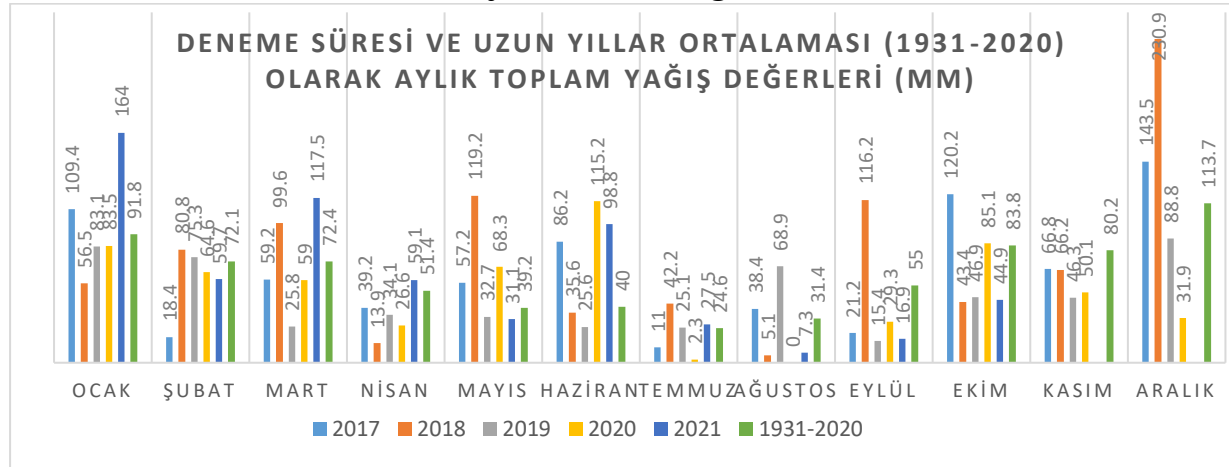
Yapılan çift silindir infiltrasyon sonucunda tüm konularda çıkan infiltrasyon değerleri toprak bünyesi ile aynı sınırlarda kalmış ve birbirini doğrulamıştır. İnfiltrasyon hızı, toprağın bünye ve yapısı, toprak yüzü koşulları, başlangıç nem içeriği, sulama süresi, sulama dönemi, profilde hava ceplerinin varlığı, toprak ve su sıcaklığı, toprak ve suyun tuz içerikleri, sulama yöntemi ve uygulanan akış miktarı, bitki türü ve yüzey malçı gibi etmenler ile etkilenebilir ve değişebilir.

Test sonucunda tüm konularda infiltrasyon hızı toprak bünyesi olan "tınılı" sınıfında 15–20 arasında değişmiştir. Geleneksel işlemeli sistemde en yüksek infiltrasyon hızı bulunurken, en düşük plastik jüt örtülü sistemde bulunmuştur.

Her bir ölçümün 7 saat civarı sürdüğü böyle bir çalışmada karşılaşılan sorunların kolay aşılması için şu çözümler önerilebilir;

- Birkaç tonluk tankerle su parsel başında bulundurulmalı,
- Silindir içerisine ölçü cetveli yapıştırılmalı veya çizilmeli,
- Her silindir başında (özellikle ilk başta) bir görevli bulunmalı,
- Dış silindir üst kısmında kertikler açılarak suyun diğer haznelere geçişi sağlanmalı,
- Tekerrürlü çalışmalarda işin daha kısa zamanda bitirilebilmesi için her bir konu için bir silindir olmalıdır.

4.4. Yalova İçin Uzun Yıllar ve Projenin Yürütüldüğü Yılların İklim Verileri



Şekil 3. Uzun yıllar ve proje yılları yağış (mm) verilerinin grafikte gösterimi.

5. SONUÇ

Çizelge 4. Koruyucu toprak işleme kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde sıra üzeri bazı zemin yönetimi konularının karşılaştırılması projesinde konu seçimi için uygulamaya ihtiyaç duyulan, likert ölçeğine göre hazırlanmış göreceli karar çizelgesi

Proje Genel Değerlendirmesi (Göreceli Karar Çizelgesi)*																							
Konular	Mekimizasyon maliyetleri	Toprak işleme	Yabancı ot ilaçlaması	Ot biçme işi	Plastik örtü	Toprak hacim ağırlığı	Su infiltrasyonu	Toprak penetrasyon	Yabancı ot durumu	Budama	Gübreleme	Sulama	Hastalık-zararlı ilaçlama	Hasat	Meyve eni	Meyve boyu	Meyve ağırlığı	Meyve eti sertliği	Ağaç başına verim	ŞÇKM	pH	TA	Toplam görece puanı
TOS	7	7	7	5	3	1	5	7	1	3	1	1	5	7	1	5	3	3	3	3	3	3	84
PÖS	1	7	7	7	5	5	1	5	7	5	3	3	5	7	5	5	5	3	5	1	1	3	96
GİS	7	5	7	3	3	7	7	3	5	1	1	1	5	5	3	1	1	5	1	5	1	1	78
YİS	3	7	5	7	3	3	3	1	3	3	1	1	5	7	3	3	3	1	1	3	3	5	74

*Yalçın ve ark. (2006), 7:İyi, 5:Orta, 3:Kabul edilebilir, 1: Kötü. Puanlama, Likert ölçeğine göre 1-3-5-7 şeklinde uygulanmıştır.

Göreceli karar çizelgesine göre (Çizelge 20), PÖS ve TOS öne çıkmış olup “Hangi Yöntemi Tercih Etmeliyiz?” sorusunun cevabını aramalıyız.



Şekil 4. Plastik Örtülü Sistem (PÖS)



Şekil 5. Tamamı Otlı Sistem (TOS)

Yapılan çalışmalar ve değerlendirmeler sonucunda; yabancı ot miktarı bakımından en uygun ancak en pahalı yöntem olan PÖS, Hazırlığı, serilmesi, yıl boyu bakım gerektirmesi, bir süre kendi haline bırakıldığında üzerine doğru uzanan yabancı otların kök salması ve örtüye zarar vermesi, çevrecilik açısından sakıncalı olması vb. sebeplerle tercih edilmeyebilir.

Tamamı otlı bırakılıp, belli zamanlarda sadece otu biçilen ve en ekonomik sistem olan TOS, yıl boyu bahçede çalışma kolaylığı sağlaması, trafiği azaltması, yakıttan tasarruf sağlaması, faydalı böceklere yuva olması, çevreci olması vb. sebeplerle tercih edilebilir.

Göreceli karar çizelgesine göre öne çıkan TOS ve PÖS konuları birlikte incelendiğinde ve arazideki uygulamalar da dikkate alındığında, tamamı otlı sistemin tercih edilmesinin daha doğru olacağı kanaatine varılmıştır.

Koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekimin, enerji verimliliğini %25–100 artırdığını, enerji ihtiyacını da %15–50 arasında azalttığını ortaya koymuştur (Gözübüyük Z. ve ark. 2012).

Bilinçsiz ve hatalı toprak işleme ile oluşan erozyon sebebiyle 150 ton/ha-yıl’lık toprak kaybı meydana gelmektedir. Bu sebeple toprağı yırtarak işlemeli, işlem sayısını azaltmalı ve bitki artıklarını toprak yüzeyinde bırakmalıdır (Ergül F. Ve Polat H., 2009).

Yalçın M. ve ark. (2006), Koruyucu toprak işleme; İşçiliği azaltır, makineler daha az yıpranır, daha az yakıt harcanır, erozyon azalır, su tutma kapasitesi artar, infiltrasyon iyileşir, toprak daha az sıkışır, yaban hayatına katkı sağlar, karbon salımı azalır.

Samarajeewa ve ark. (2006), Örtücü bitki ve minimum toprak işleme uygulamasının birlikte yapılması durumunda, soya fasulyesi yetiştiriciliğinde verimi azaltmadan yabancı ot kontrolünü sağladığını bildirmişlerdir.

(Fukuoka, M. 2006), İnsan doğada kültür bitkilerini diğer bitkilerden ayırmayı seçtiğinden bu yana, onları kendi çabasıyla yetiştirmeye mecbur oldu. Yabani ot temizliği, gübreleme, veya budama yapılmayan bir çiftçilik sistemi kurulmalıdır. Böylece, hastalık ve böceklerin neden olduğu zararlar zamanla azalacaktır. Bahçe otları yem için biçilebilir. Zengin topraklarda kimyevi gübresiz yetiştirilen ürünler, sağlıklı ve güçlü köklerle ve ayrıca hastalıklara dirençli gövdelere malikdir. Yabani otları elemine etmek, kimyevi gübre kullanmak ve fazlaca budama yapmak, ağacın hastalıklara karşı direncini düşürür. Böylece; havalanma yetersiz olur, dal ve yapraklar gün ışığı almaz, böcekler araziye istila eder ve mikrop ve hastalık artar. Bundan dolayı insanlarda zararlı ve hastalık kontrolüne ihtiyaç duyarlar.

Kimyevi gübre kullanmadan ve çim örtülü veya yeşil gübrelemeli bir yöntem uygulayacaksa bunu tedricen yapmalıyız. Dolayısıyla yarı işlemeli yahut azaltılmış toprak işlemeli yöntemler uygulayarak bir geçiş dönemi belirlenmelidir.

Projeden elde edilen çıktılara göre; önerilen toprak işlemez otlu bırakılarak zaman zaman otu biçilen yöntem ile;

- Toprak işlemeden vazgeçilebilir,
- Bahçede makina trafiği azaltılabilir,
- Topraktaki sıkışma ve taban taşı oluşumu engellenebilir,
- Toprak strüktürü ve verimliliği korunabilir,
- Toprağın su infiltrasyonu iyileştirilebilir,
- Erozyon en aza indirilebilir,
- Çevreci bir tarım uygulanabilir.

Bu proje kapsamında Yalova yöresi elma bahçelerinde, sıra üzeri farklı yabancı ot mücadele yöntemlerini karşılaştırılarak, mevcut uygulamalardan en uygun yöntem belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tarım ve Orman Bakanlığı Eğitim Yayın ve Yayınlar Daire Başkanlığı aracılığıyla hedef kitleye aktarılacaktır.

KAYNAKÇA

Akalan, İ. (1965). Toprak Oluşu, Yapısı ve Özellikleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:241, 332s.

Cock, G.J. (1985). Soil Structural Conditions of Vineyards Under Two Soil Management Systems. Australian Journal of Experimental Agriculture, 25(2):450–454.

Dilley, C., Nonnecke, G. (2004). Weed Management and Soil Quality in Vineyard Agroecosystems. Iowa State University Extension, Annual Fruit/Vegetable Progress Report 2004.

Ergül F. Ve Polat H., 2009. Sürdürülebilir Tarım Açısından Sıfır Toprak İşleme. Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara. Ziraat Mühendisliği Dergisi, Temmuz-Ağustos 2009, Sayı 353.

Evans, R. (1996). Soil Erosion and its Impacts in England and Wales. Friends of the Earth, London, 121p.

Faulkner, E.H. (1943). Plowman's Folly. The University of Oklahoma Press: Norman. Ninth printing 1963, 156p.

Fukuoka, M. (1970, 2006). Ekin Sapı Devrimi, Doğal Tarıma ve Doğal Hayata Giriş. Kaos Yayınları, İstanbul.

Gözübüyük, Z., Çelik A., Öztürk İ., Demir O., ve Adıgüzel M. C., (2012). Buğday Üretiminde Farklı Toprak İşleme – Ekim Sistemlerinin Enerji Kullanım Etkinliği Yönünden Karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science). 8 (1), 25-34.

Karakaplan, S. (1982). Değişik Nem ve Basınçta Sıkıştırmanın Toprakların Hacim Ağırlığı, Penetrasyon ve Permeabilite Değerlerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Nemethy, L. (2004). Alternative Soil Management for Study Vineyards. ISHS Acta Horticulturae 640:XXVI International Horticultural Congress: Viticulture – Living with Limitations.

Okur, B., Okur, N., Anaç, D. (2003). Tarım Topraklarında Organik Maddenin Sürdürülebilirliği. Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, İzmir.

Phillips, E.R., Phillips, S.H. (1984). Ed., No – tillage Agriculture, Principles and Practices. Van Nostrand Reinhold Co., New York, 306p (p2).

Prichard, T.L. (2007). Improving Water Penetration in Vineyards. University of California Cooperative Extension. (<http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/>) (Erişim Tarihi: 14 Ocak 2007).

Samarajeewa, K.B.D.P., Houruuchi, T., Oba, S. (2006). Finger Millet (*Eleusine corocana* L. Gaertn.) as a Cover Crop on Weed Control, Growth and Yield of Soybean Under Different Tillage Systems. Soil and Tillage Research, 90(1–2):93–99.

Şahin S. ve Aybek A., 2020. Kayısı Bahçelerinde Uygulanan Değişik Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprağın Penetrasyon Direnci ve Hacim Ağırlığı Üzerine Etkileri. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi. (Journal of Bahri Dagdas Crop Research). 9(1): 72-88.

Walling, D.E. (1990). Linking the Field to the River: Sediment Delivery from Agricultural Land. In: Boardman, J., Foster, I.D.L., Dearing, J.A. (Eds.), Soil Erosion on Agricultural Land. Wiley, Chichester, pp:129–152.

Yalçın, M., Kalecik, N., Yalçinkaya, E., Ergun, M.E., Acıcan, T., Çetin, Ö., Söğüt, A., Şarlar, G., Nogay, T., (2006). Marmara Bölgesi Zeytin Bahçelerinde Toprak İşleme Sistemlerinin Karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi 2006, 2(2).

SAS Türbülans Modeli Performansının Bazı Dış Akış Durumları İçin Kıyaslamalı İncelenmesi

Erhan FIRAT¹
Mehmet SEYHAN²
Mustafa SARIOĞLU³

1. GİRİŞ

Türbülanslı akış içeren sistemler için gerçekleştirilen HAD (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) benzetimlerinde genellikle RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes; Reynolds-Ortalamalı Navier-Stokes) sınıfında yer alan türbülans modelleri tercih edilmektedir (Menter, 2015: 1). Bu tercihin altında yatan öncelikli sebep olarak düşük hesaplama maliyeti gerektirmeleri gösterilebilir (Ashton vd., 2016: 14). Bunun yanında RANS türbülans modelleri her akış alanının benzetimini fiziksel açıdan doğru bir şekilde sunamazlar ve akış alanı içerisinde elde edilmek istenen fiziksel büyüklükleri yeterli doğrulukla hesaplayamadıkları birçok durum vardır. Örneğin, türbülansın bir gürültü kaynağı oluşturduğu akustik benzetimleri RANS türbülans modelleri ile yeterli doğrulukla elde edilemezler (Menter, 2015: 1). Bu gibi durumlarda araştırmacılar SRS (Scale-Resolving Simulation; Ölçek-Ayrıştırılmalı Benzetim) türbülans modellerine yönelim sergilemişlerdir (Elkhoury, 2018; Wang vd., 2018; Delassaux vd., 2021).

SAS (Scale-Adaptive Simulation; Ölçek-Uyarlamalı Benzetim) ise SRS sınıfında yer alan yeni sayılabilir bir türbülans modelidir (Menter ve Egorov, 2010) ve temel karakteristikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Modelin sağlıklı bir şekilde çalışarak türbülans ölçeklerini ayrıştırabilmesi için hesaplama bölgesinin en az bir kısımda genel bir akış kararsızlığı (çoğu küt cisim art izi bölgesinde görüldüğü gibi) bulunması gerekmektedir. Aksi takdirde model, türbülans ölçeklerini ayrıştırılamayan RANS türbülans modeline (SST k- ω) dönüş yapar.
- En güvenilir SRS modeli olarak gösterilmektedir çünkü yeterli ağ ve zaman adımı çözünürlüğü sağlanamadığı durumlarda hızlı bir şekilde daimi ya da daimi olmayan RANS türbülans modeline (SST k- ω) dönüş yapar.

Bu karakteristikler, birçok HAD benzetimi ile uğraşan araştırmacının dikkatini çekmiş ve onu, kısa zamanda, tercih edilen bir türbülans modeli haline getirmiştir (Egorov vd., 2010: 140; Poulain vd., 2021). Bunun yanında, SAS'ın, hiç kararsızlık içermeyen ya da yersel kararsızlık içeren akış durumlarında performansının ölçüldüğü bir çalışma bulunmamakla birlikte akış kararsızlığının değişiklik gösterdiği dinamik sistemlerde kullanıldığı çalışmalar da yok denecek

¹Dr. Öğr. Üyesi, Munzur Üni., Makine Müh. Bölümü; efrat@munzur.edu.tr; ORCID: 0000-0003-2800-6714

²Dr. Öğr. Üyesi, Karadeniz Teknik Üni., Makine Müh. Bölümü; mehmetseyhan@ktu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-5927-9128

³Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üni., Makine Müh. Bölümü; sarioğlu@ktu.edu.tr; ORCID: 0000-0002-4295-7607

kadar azdır (Rezaeiha vd., 2019). Bu sayısal çalışmanın temel amacı, hesaplama bölgesi içerisinde hiç akış kararsızlığının bulunmadığı, yersel akış kararsızlığının bulunduğu ve genel akış kararsızlıklarının bulunduğu dış akış sistemlerini test ederek SAS'ın buradaki performansını kıyaslamalı olarak ortaya koymaktır. Bu sayede, benzeri kararsızlığa sahip akış durumlarını modelleyen HAD kullanıcılarına SAS'ı tercih edip etmeme konusunda bir görüş sunulacaktır. Diğer yandan, yüksek hücum açılı ve Reynolds sayılı kanat profilleri etrafındaki dış akış için SAS kullanılarak deneysel verilere oldukça yakın sonuçlar elde edilebilmiştir (Du ve Ning, 2012: 7-8; Patel vd., 2019: 12). Bu performansın, yine stola girmiş fakat nispeten daha düşük bir hücum açısındaki ve Reynolds sayısındaki kanat profili için nasıl değişeceği ise sayısal çalışmanın ikinci amacıdır. Çünkü bu durum mini insansız hava araçları üzerine çalışan araştırmacılar açısından daha dikkat çekicidir.

2. SAYISAL YÖNTEM

2.1. Fiziksel Büyüklükler

Çalışmayı daha anlaşılır hale getirmek adına, ilk olarak, çalışmada kullanılan bazı boyutlu/boyutsuz fiziksel büyüklükler verilecektir. Metre biriminden silindir çapına (D) ve uçak kanadı veterine (c) dayalı olarak verilen Reynolds sayıları sırasıyla aşağıda verilmiştir.

$$Re_D = \frac{\rho U_\infty D}{\mu} \quad (1)$$

$$Re_c = \frac{\rho U_\infty c}{\mu} \quad (2)$$

Bu formüllerdeki ρ akışkan yoğunluğunu (kg/m^3), U_∞ serbest akım hızını (m/s) ve μ de akışkanın dinamik viskozitesini ($kg/m-s$) ifade etmektedir. Zaman-ortalamalı direnç, kaldırma ve moment katsayıları, sırasıyla, aşağıda verilmiştir.

$$\langle C_D \rangle = \frac{2\langle F_D \rangle}{\rho U_\infty^2 A} \quad (3)$$

$$\langle C_L \rangle = \frac{2\langle F_L \rangle}{\rho U_\infty^2 A} \quad (4)$$

$$\langle C_M \rangle = \frac{2\langle M_z \rangle}{\rho U_\infty^2 A c} \quad (5)$$

Bu formüllerdeki F_D direnç kuvvetini (N), F_L kaldırma kuvvetini (N), M_z , kanat veter uzunluğunun hücum kenarı tarafından $c/4$ mesafe gerideki noktasına etkiyen yunuslama momentini ve A da üst görünüş alanını (m^2) temsil etmektedir. Burada görülen $\langle \dots \rangle$ operatörü ise içerisindeki fiziksel büyüklük için belirli bir zaman aralığında alınan ortalamayı ifade etmektedir. Fiziksel büyüklüklerin çalkantı değerleri hakkında bilgiler sunan rms (root-mean-square, karelerinin-ortalamalarının-karekökü) değerleri ise direnç ve kaldırma katsayısı için aşağıdaki gibidir.

$$C_{D-rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [C_D(i) - \langle C_D \rangle]^2} \quad (6)$$

$$C_{L-rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [C_L(i) - \langle C_L \rangle]^2} \quad (7)$$

Bu formüllerdeki i her bir zaman adımını, n toplam zaman adımını, $C_D(i)$ anlık direnç değerini (N) ve $C_L(i)$ ise anlık kaldırma değerini (N) ifade etmektedir. Model yüzeylerinden elde edilen basınç katsayısı aşağıda verilmiştir.

$$\langle C_p \rangle = \frac{2\langle \Delta P \rangle}{\rho U_\infty^2} \quad (8)$$

Bu formüllerdeki ΔP model yüzeyindeki bir nokta ile referans basınç arasındaki farkını (Pa) ifade etmektedir. Model art izindeki akışın dinamik yapısıyla ilgili bilgi veren Strouhal sayısı aşağıda verilmiştir.

$$St = \frac{fD}{U_{\infty}} \quad (9)$$

Bu formüldeki f model etrafındaki akış içerisinde alınan herhangi bir fiziksel büyüklüğe ait salınım frekansını (Hz) ifade etmektedir. Sayısal çalışmalarla ilgili kısmi diferansiyel denklemler çözülürken, hesaplama bölgesi içerisindeki değerinin 1'i aşmaması istenen, aksi takdirde yakınsama problemi yaratan ve uygun bir zaman adımının seçilmesine olanak sağlayan Courant-Friedrichs-Lewy (CFL) sayısı aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$CFL = \frac{U \Delta t}{\Delta l} \quad (10)$$

Bu formüldeki U anlık yerel hız değerini, Δt zaman adımı büyüklüğünü ve Δl de ağ büyüklüğünü ifade etmektedir.

2.2. Benzetimi Gerçekleştirilen Durumlar

Sayısal çalışmada SAS ve SST $k-\omega$ olmak üzere iki adet türbülans modelinden faydalanılmıştır. Bu modellere ait her türlü detaya literatürden rahatlıkla erişilebilir (Menter ve Egorov, 2010: 120-131; ANSYS Fluent Theory Guide, 2013: 62-95). Bu çalışmada yer alan tüm benzetim çalışmaları ticari bir HAD paket programı olan Ansys Fluent 18.2'de gerçekleştirilmiştir. Üç-boyutlu ve sıkıştırılmaz akış şartları altında benzetimi gerçekleştirilen 4 durum, sırasıyla, aşağıda sunulmuştur. Burada Durum 1 ve 4'te genel akış kararsızlığı, Durum 3'te yersel akış kararsızlığı bulunurken Durum 2'de akış kararsızlığı neredeyse yoktur.

Durum 1. Dairesel silindir etrafındaki çapraz akış ($Re_D=32000$)

Durum 2. Hücum açısı 4° olan SD7003 kanat profili etrafındaki çapraz akış ($Re_c=250000$)

Durum 3. Hücum açısı 10° olan NACA0018 kanat profili etrafındaki çapraz akış ($Re_c=150000$)

Durum 4. Hücum açısı 18° olan NACA0018 kanat profili etrafındaki çapraz akış ($Re_c=100000$)

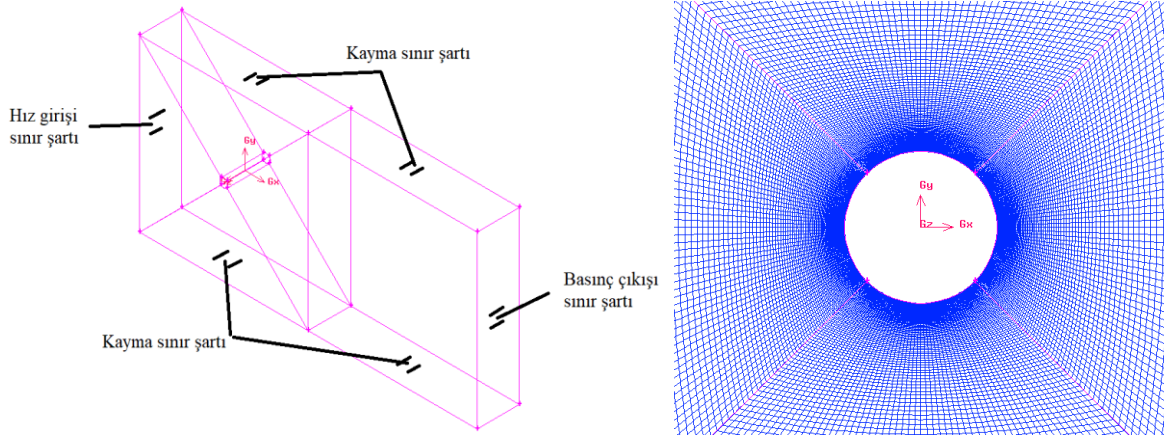
2.3. Sayısal Çalışma Detayları

Her bir durum için çok fazla zaman gerektirmesinden dolayı, ağdan bağımsızlık testleri gerçekleştirilememiş olsa da ağ sayısı her bir durum için çoğu ilgili literatürden daha fazla tutulmuştur (He vd., 2022: 5; Galbraith ve Visbal, 2008: 6; Qin vd., 2018: 157; Du ve Ning, 2012: 5). Dahası tipik bir LES (Large Eddy Simulation; Büyük Çevri Benzetimi) için önerilen farklı yönlerdeki boyutsuz ilk ağ uzunluğu değerlerine ($\Delta x^+ \approx 40$, $\Delta y^+ \approx 1$ ve $\Delta z^+ \approx 20$) olabildiğince yaklaşmıştır (ANSYS Fluent User's Guide, 2013: 705). Elde edilen istatistiksel veriler, her bir durum için, iki-boyutlu etkilerin ortadan kalkarak akışın düzene girdiği bir zaman adımından başlanarak kaldırma katsayısının 24-30 salınım yaptığı zaman (daimi olmayan akış benzetimi) veya iterasyon (daimi akış benzetimi) aralığından elde edilmiştir.

Durum 1'e ait geometri ve sınır şartları Şekil 1 içerisinde, kullanılan sayısal çözücü ayarları ise Tablo 1 içerisinde sunulmuştur. Durum 1'de, $Re_D=32000$ değerinin elde edilmesi için kullanılan serbest akım hız değeri $9,349 \text{ m/s}$ 'dir. Bu durum için serbest akımın türbülans şiddeti %0,2 ve türbülans uzunluk ölçeği $0,03 \text{ m}$ olarak alınmıştır (ANSYS Fluent User's Guide, 2013: 257-261).

Silindir çevresi boyunca toplam 240 ağ oluşturulmuştur. Hesaplama bölgesinin z doğrultusunda yer alan silindir genişliği boyunca 80 ağ oluşturulmuştur. Bu değerler, silindir yüzeyinin normali yönündeki ilk 10 ağa uygulanan adaptasyon sonrasında 2 katına çıkmıştır. Toplam ağ sayısı ise adaptasyon sonrasında 3744000 değerinden 5088000 değerine çıkmıştır.

Tüm bu süreçlerden sonra silindirik model yüzeyindeki farklı yönlerdeki boyutsuz ilk ağ uzunluklarının en yüksek değerleri $\Delta x^+ \approx 13$, $\Delta y^+ \approx 0,5$ ve $\Delta z^+ \approx 60$ olmuştur. Hesaplama bölgesi hacminin %99,9'luk kısmında CFL<1 şartı sağlanmıştır.



Şekil 1. Problemin bloklara bölünmüş geometrisinin izometrik görünüşü, silindir merkezinde yer alan koordinat sisteminin görünüşü, sınır şartları ve model etrafındaki ağın yakından görünümü. Silindir yüzeyine kaymama sınır şartı ve yanal yüzeylere ise periyodik sınır şartı atanmıştır.

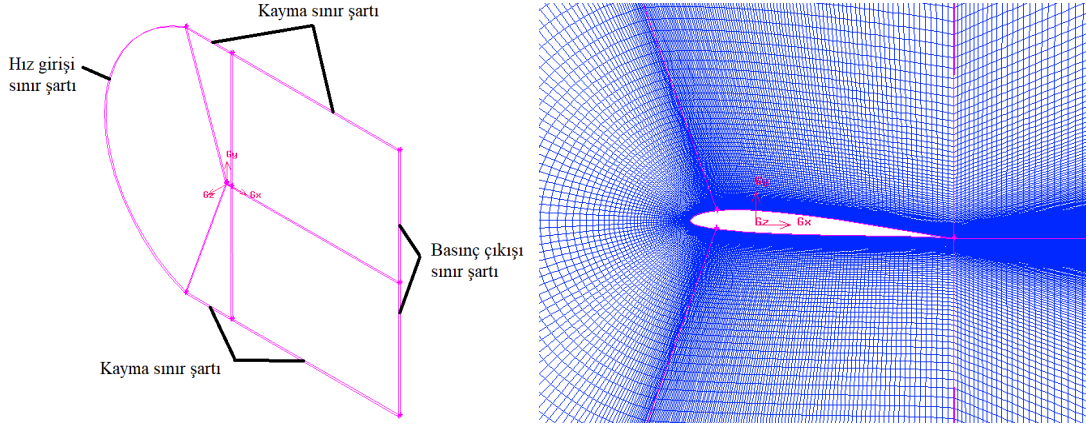
Tablo 1. Durum 1 için kullanılan çözücü ayarları

Çözücü	Basınç-tabanlı algoritma	Basınç-tabanlı algoritma
Türbülans modeli	SAS	SST k- ω
Anılan isim	SAS	SST k- ω
Alt çözücü ayarları	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık	Üretim sınırlayıcı açık
Zamansal ayrıklaştırma	Sınırlandırılmış ikinci dereceden kapalı	Sınırlandırılmış ikinci dereceden kapalı
Basınç-hız bağlaşımı	SIMPLEC	SIMPLEC
Gradyan şeması	Ağ-tabanlı en küçük kareler	Ağ-tabanlı en küçük kareler
Basınç ayrıklaştırması	İkinci derece	İkinci derece
Momentum ayrıklaştırması	Sınırlandırılmış merkezi farklar	İkinci dereceden ileri adım
Türbülans ayrıklaştırması	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım
Zaman adımı boyutu	$1,7 \times 10^{-5}$ s	$1,7 \times 10^{-5}$ s
Alt iterasyon durdurma kriteri	Süreklilik denklemi için 10^{-4} Hız bileşenlerinde 10^{-7}	Süreklilik denklemi için 10^{-4} Hız bileşenlerinde 10^{-7}

Silindirik model merkezi, hız girişi sınır şartının olduğu ön yüzeyden 10D mesafe geride, etkin basınç değerinin sıfır olduğu basınç çıkışı sınır şartının bulunduğu arka yüzeyden ise 30D mesafe ileridedir. Üst ve alt yüzeylerle arasındaki mesafe de 10D'dir. Silindir genişliği (z doğrultusu) 5D'dir. Bu mesafeler literatürle uyum içerisindedir (Lloyd ve James, 2016: 679; Aljure vd., 2017: 104).

Durum 2'ye ait geometri ve sınır şartları Şekil 2 içerisinde, kullanılan sayısal çözücü ayarları ise Tablo 2 içerisinde sunulmuştur. Durum 2'de, $Re_c=250000$ değerinin elde edilmesi için kullanılan serbest akım hız değeri 14,61 m/s'dir. Bu durum için serbest akımın türbülans

şiddeti %1 ve türbülans uzunluk ölçeği 0,002125 m olarak alınmıştır (ANSYS Fluent User's Guide, 2013: 257-261).



Şekil 2. Problemin bloklara bölünmüş geometrisinin izometrik görünüşü, SD7003 kanat modelinin hücum kenarının c/4 mesafe gerisinde yer alan koordinat sisteminin görünüşü, sınır şartları ve model etrafındaki ağın yakından görünümü. Kanat yüzeyine kaymama sınır şartı ve yanal yüzeylere ise periyodik sınır şartı atanmıştır.

Tablo 2. Durum 2 için kullanılan çözücü ayarları

Çözücü	Basınç-tabanlı algoritma	Basınç-tabanlı algoritma	Basınç-tabanlı algoritma	Basınç-tabanlı algoritma
Türbülans modeli	SAS	SST k- ω	SST k- ω	SST k- ω
Anılan isim	SAS	SST-1	SST-2	SST-3
Alt çözücü ayarları	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık Üretim Kato-Launder açık Kesilmeli (Intermittency) geçiş modeli aktif	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık Üretim Kato-Launder açık Kesilmeli (Intermittency) geçiş modeli aktif	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık Üretim Kato-Launder açık Kesilmeli (Intermittency) geçiş modeli aktif	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık Üretim Kato-Launder açık Kesilmeli (Intermittency) geçiş modeli kapalı
Zamansal ayrıklaştırma	Sınırlandırılmış ikinci dereceden kapalı	Sınırlandırılmış ikinci dereceden kapalı	Yok (Daimi akış)	Yok (Daimi akış)
Basınç-hız bağlaşımı	SIMPLEC	SIMPLEC	SIMPLEC	SIMPLEC
Gradyan şeması	Ağ-tabanlı en küçük kareler	Ağ-tabanlı en küçük kareler	Ağ-tabanlı en küçük kareler	Ağ-tabanlı en küçük kareler
Basınç ayrıklaştırması	İkinci derece	İkinci derece	İkinci derece	İkinci derece
Momentum ayrıklaştırması	Sınırlandırılmış merkezi farklar	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım
Türbülans ayrıklaştırması	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım
Zaman adımı boyutu	5×10^{-6} s	5×10^{-6} s	Yok (Daimi akış)	Yok (Daimi akış)
Alt iterasyon durdurma kriteri	Süreklilik denklemi için 10^{-4} Hız bileşenlerinde 10^{-7}	Süreklilik denklemi için 10^{-4} Hız bileşenlerinde 10^{-7}	Düşürülebil en küçük değer	Düşürülebil en küçük değer

Kanat çevresi boyunca toplam 300 ağ oluşturulmuştur. Hesaplama bölgesinin z doğrultusunda yer alan kanat genişliği boyunca 60 ağ oluşturulmuştur. Bu değerler, ilgili kanat yüzeyinin normal yönündeki ilk 5 ağa uygulanan adaptasyon sonrasında 2 katına çıkmıştır. Toplam ağ sayısı ise adaptasyon sonrasında 5568000 değerinden 6198000 değerine çıkmıştır. Tüm bu süreçlerden sonra kanat modeli yüzeyindeki farklı yönlerdeki boyutsuz ilk ağ

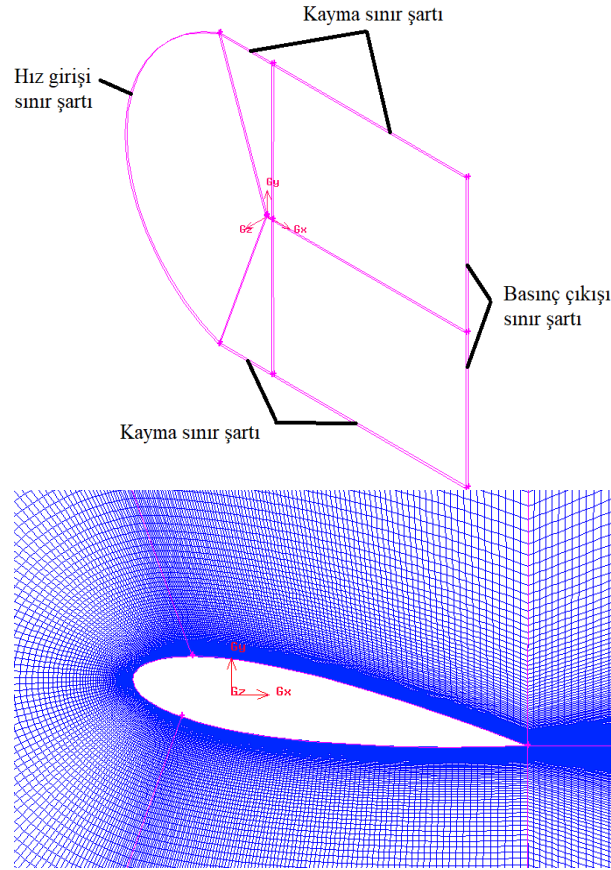
uzunluklarının en yüksek değerleri $\Delta x^+ \approx 125$, $\Delta y^+ \approx 0,7$ ve $\Delta z^+ \approx 26$ olmuştur. Hesaplama bölgesi hacminin tamamında $CFL < 1$ şartı sağlanmıştır. RANS modelleri ile gerçekleştirilen daimi çalışmalarda ise ağa, bu adaptasyon uygulanmamıştır.

Kanat modeli merkezi, hız girişi sınır şartının olduğu ön yüzeyden $20c$ mesafe geride, etkin basınç değerinin sıfır olduğu basınç çıkışı sınır şartının bulunduğu arka yüzeyden ise $30c$ mesafe ileridedir. Üst ve alt yüzeylerle arasındaki mesafe ise $20c$ 'dir. Kanat genişliği (z doğrultusu) $0,25c$ 'dir. Bu mesafeler literatürle uyum içerisindedir (Galbraith ve Visbal, 2008: 5-7; Qin vd., 2018: 156-157).

Durum 3'e ait geometri ve sınır şartları Şekil 3 içerisinde, kullanılan sayısal çözücü ayarları ise Tablo 3 içerisinde sunulmuştur. Durum 3'te, $Re_c = 150000$ değerinin elde edilmesi için kullanılan serbest akım hız değeri $8,764$ m/s'dir. Bu durum için serbest akımın türbülans şiddeti %0,19 ve türbülans uzunluk ölçeği $0,0045$ m olarak alınmıştır (ANSYS Fluent User's Guide, 2013: 257-261). Kanat çevresi boyunca toplam 300 ağ oluşturulmuştur. Hesaplama bölgesinin z doğrultusunda yer alan kanat genişliği boyunca 60 ağ oluşturulmuştur. Bu değerler, ilgili kanat yüzeyinin normali yönündeki ilk 5 ağa uygulanan adaptasyon sonrasında 2 katına çıkmıştır. Toplam ağ sayısı ise adaptasyon sonrasında 5568000 değerinden 6198000 değerine çıkmıştır. Tüm bu süreçlerden sonra kanat modeli yüzeyindeki farklı yönlerdeki boyutsuz ilk ağ uzunluklarının en yüksek değerleri $\Delta x^+ \approx 113$, $\Delta y^+ \approx 0,8$ ve $\Delta z^+ \approx 26$ olmuştur. Hesaplama bölgesi hacminin tamamında $CFL < 1$ şartı sağlanmıştır. RANS modelleri ile gerçekleştirilen daimi çalışmalarda ise ağa, bu adaptasyon uygulanmamıştır.

Kanat modeli merkezi, hız girişi sınır şartının olduğu ön yüzeyden $20c$ mesafe geride, etkin basınç değerinin sıfır olduğu basınç çıkışı sınır şartının bulunduğu arka yüzeyden ise $30c$ mesafe ileridedir. Üst ve alt yüzeylerle arasındaki mesafe ise $20c$ 'dir. Kanat genişliği (z doğrultusu) $0,25c$ 'dir. Bu mesafeler literatürle uyum içerisindedir (Galbraith ve Visbal, 2008: 5-7; Qin vd., 2018: 156-157).

Durum 4'e ait geometri ve sınır şartları Şekil 4 içerisinde, kullanılan sayısal çözücü ayarları ise Tablo 4 içerisinde sunulmuştur. Durum 4'te, $Re_c = 100000$ değerinin elde edilmesi için kullanılan serbest akım hız değeri $5,843$ m/s'dir. Bu durum için serbest akımın türbülans şiddeti %0,51 ve türbülans uzunluk ölçeği $0,045$ m olarak alınmıştır (ANSYS Fluent User's Guide, 2013: 257-261). Kanat çevresi boyunca toplam 300 ağ oluşturulmuştur. Hesaplama bölgesinin z doğrultusunda yer alan kanat genişliği boyunca 60 ağ oluşturulmuştur. Bu değerler, ilgili kanat yüzeyinin normali yönündeki ilk 5 ağa uygulanan adaptasyon sonrasında 2 katına çıkmıştır. Toplam ağ sayısı ise adaptasyon sonrasında 5568000 değerinden 6198000 değerine çıkmıştır. Tüm bu süreçlerden sonra kanat modeli yüzeyindeki farklı yönlerdeki boyutsuz ilk ağ uzunluklarının en yüksek değerleri $\Delta x^+ \approx 113$, $\Delta y^+ \approx 0,5$ ve $\Delta z^+ \approx 26$ olmuştur. Hesaplama bölgesi hacminin tamamında $CFL < 1$ şartı sağlanmıştır.



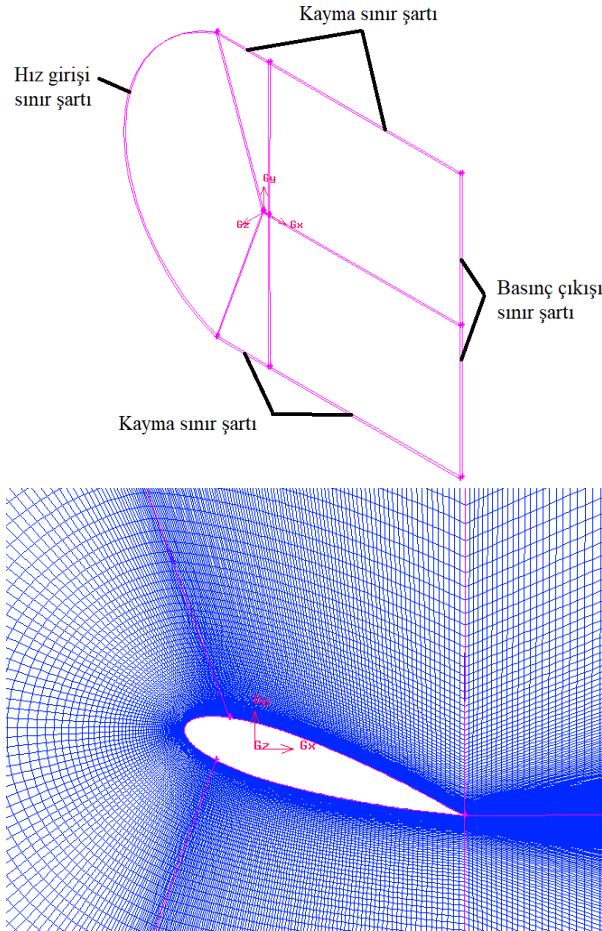
Şekil 3. Problemin bloklara bölünmüş geometrisinin izometrik görünüşü, NACA0018 kanat modelinin hücum kenarının c/4 mesafe gerisinde yer alan koordinat sisteminin görünüşü, sınır şartları ve model etrafındaki ağın yakından görünümü. Kanat üzerine kaymama sınır şartı ve yanal yüzeylere ise periyodik sınır şartı atanmıştır.

Tablo 3. Durum 3 için kullanılan çözücü ayarları

Çözücü	Basınç-tabanlı algoritma	Basınç-tabanlı algoritma	Basınç-tabanlı algoritma	Basınç-tabanlı algoritma
Türbülans modeli	SAS	SST k- ω	SST k- ω	SST k- ω
Anılan isim	SAS	SST-1	SST-2	SST-3
Alt çözücü ayarları	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık Üretim Kato-Launder açık Kesilmeli (Intermittency) geçiş modeli aktif	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık Üretim Kato-Launder açık Kesilmeli (Intermittency) geçiş modeli aktif	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık Üretim Kato-Launder açık Kesilmeli (Intermittency) geçiş modeli aktif	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık Üretim Kato-Launder açık Kesilmeli (Intermittency) geçiş modeli kapalı
Zamansal ayrıklaştırma	Sınırlandırılmış ikinci dereceden kapalı	Sınırlandırılmış ikinci dereceden kapalı	Yok (Daimi akış)	Yok (Daimi akış)
Basınç-hız bağlaşımı	SIMPLEC	SIMPLEC	SIMPLEC	SIMPLEC
Gradyan şeması	Ağ-tabanlı en küçük kareler	Ağ-tabanlı en küçük kareler	Ağ-tabanlı en küçük kareler	Ağ-tabanlı en küçük kareler
Basınç ayrıklaştırması	İkinci derece	İkinci derece	İkinci derece	İkinci derece
Momentum ayrıklaştırması	Sınırlandırılmış merkezi farklar	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım
Türbülans ayrıklaştırması	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım

Zaman adımı boyutu	1×10^{-5} s	1×10^{-5} s	Yok (Daimi akış)	Yok (Daimi akış)
Alt iterasyon durdurma kriteri	Süreklilik denklemi için 10^{-4} Hız bileşenlerinde 10^{-7}	Süreklilik denklemi için 10^{-4} Hız bileşenlerinde 10^{-7}	Düşürülebilen en küçük değer	Düşürülebilen en küçük değer

Kanat modeli merkezi, hız girişi sınır şartının olduğu ön yüzeyden $20c$ mesafe geride, etkin basınç değerinin sıfır olduğu basınç çıkışı sınır şartının bulunduğu arka yüzeyden ise $30c$ mesafe ileridedir. Üst ve alt yüzeylerle arasındaki mesafe ise $20c$ 'dir. Kanat genişliği (z doğrultusu) $0,25c$ 'dir. Bu mesafeler literatürle uyum içerisinde (Galbraith ve Visbal, 2008: 5-7; Qin vd., 2018: 156-157).



Şekil 4. Problemin bloklara bölünmüş geometrisinin izometrik görünüşü, NACA0018 kanat modelinin hücum kenarının $c/4$ mesafe gerisinde yer alan koordinat sisteminin görünüşü, sınır şartları ve model etrafındaki ağın yakından görünümü. Kanat üzerine kaymama sınır şartı ve yanal yüzeylere ise periyodik sınır şartı atanmıştır.

Tablo 4. Durum 4 için kullanılan çözücü ayarları

Çözücü	Basınç-tabanlı algoritma	Basınç-tabanlı algoritma	Basınç-tabanlı algoritma
Türbülans modeli	SAS	SAS	SST k- ω
Anılan isim	SAS-1	SAS-2	SST
Alt çözücü ayarları	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık Üretim Kato-Launder açık Kesilmeli (Intermittency) geçiş modeli aktif	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık Üretim Kato-Launder açık Kesilmeli (Intermittency) geçiş modeli kapalı	Üretim sınırlayıcı (Production limiter) açık Üretim Kato-Launder açık Kesilmeli (Intermittency) geçiş modeli aktif

Zamansal ayrıklaştırma	Sınırlandırılmış ikinci dereceden kapalı	Sınırlandırılmış ikinci dereceden kapalı	Sınırlandırılmış ikinci dereceden kapalı
Basınç-hız bağlaşımı	SIMPLEC	SIMPLEC	SIMPLEC
Gradyan şeması	Ağ-tabanlı en küçük kareler	Ağ-tabanlı en küçük kareler	Ağ-tabanlı en küçük kareler
Basınç ayrıklaştırması	İkinci derece	İkinci derece	İkinci derece
Momentum ayrıklaştırması	Sınırlandırılmış merkezi farklar	Sınırlandırılmış merkezi farklar	İkinci dereceden ileri adım
Türbülans ayrıklaştırması	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım	İkinci dereceden ileri adım
Zaman adımı boyutu	1×10^{-5} s	1×10^{-5} s	1×10^{-5} s
Alt iterasyon durdurma kriteri	Süreklilik denklemi için 10^{-4} Hız bileşenlerinde 10^{-7}	Süreklilik denklemi için 10^{-4} Hız bileşenlerinde 10^{-7}	Süreklilik denklemi için 10^{-4} Hız bileşenlerinde 10^{-7}

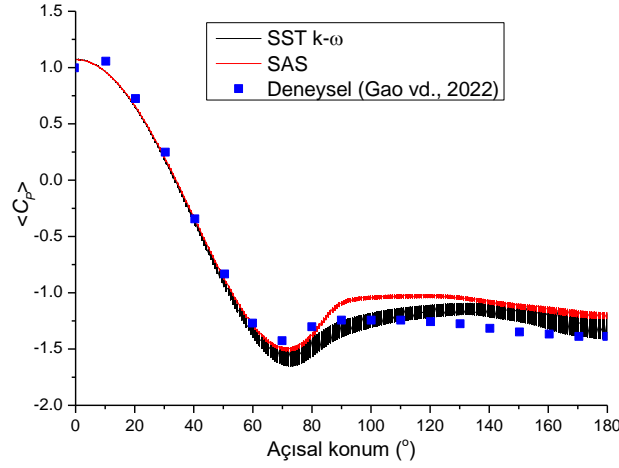
3. BULGULAR ve İRDELENMESİ

Tablo 5’te, Durum 1 için gerçekleştirilen sayısal çalışmalar sonucu elde edilen değerler aynı Re_D değerinde yapılan deneysel çalışma sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. Bu sonuçlardan zaman ortalamalı direnç ve kaldırma katsayılarına bakıldığında, SAS ve SST $k-\omega$ ’nın her ikisinin de yeterli doğrulukla deneysel değerlere yaklaşım sergilediğini görülmüştür. Bununla birlikte, SAS’ın, çalkantı kuvvet değerlerini daha iyi saptayabildiği görülmüştür. Her iki türbülans modelinin St için tahminleri deneysel veri aralığında kalmıştır.

Tablo 5. Durum 1 için elde edilen bazı sonuçlar ve literatürle kıyasları

Referans	Çalışma Türü	Re_D	Şekil Oranı (z/D)	Blokaj Oranı	Türbülans Şiddeti	$\langle C_D \rangle$	C_{D-rms}	$\langle C_L \rangle$	C_{L-rms}	St
Bouak ve Lemay (2001)	Deneysel	32000	7	%2,8	%0,2	1,2	0,12	0	0,47	0,20
Gao vd. (2022)	Deneysel	32000	3,3	%5	%0,36	1,19	X	X	0,54	0,217
Mevcut Çalışma	Sayısal (SAS)	32000	5	%5	%0,2	1,16	0,062	0,0042	0,52	0,211
Mevcut Çalışma	Sayısal (SST)	32000	5	%5	%0,2	1,16	0,024	0,00059	0,56	0,200

Silindir etrafındaki basınç katsayısı dağılımı ile ilgili kıyas çalışması ise Şekil 5’te sunulmuştur. SST $k-\omega$ modelinin özellikle model ön kısmındaki durma noktasından (0°) 60° ’lik kısma kadar genişlik boyunca az değişim sergilese de $60-180^\circ$ aralığında ciddi değişim sergilediği görülmüştür. SAS ise tüm açısız konumlarda daha az değişim sergilemiş olsa da $90-180^\circ$ aralığında deneysel verilerden belirli sabit bir miktar kayma sergilemiştir. $\langle C_P \rangle$ dağılımındaki bu kayma, 80° civarında gerçekleşen akış ayrılması sonrasında art izinde oluşan daimi olmayan akış yapısının silindir arka yüzeyine yakın bölgelerde düşük türbülans değerleri içermesi ile ilişkilendirilebilir (Menter, 2015: 31).

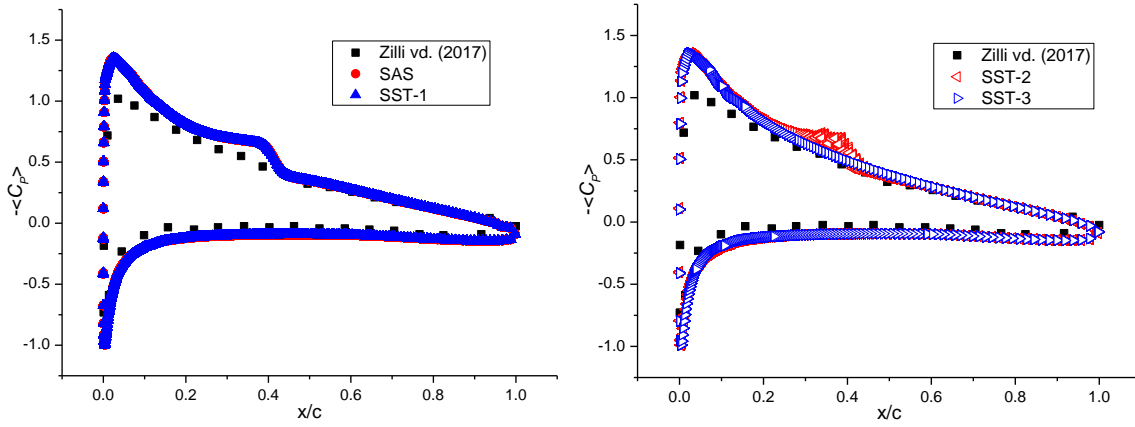


Şekil 5. Silindir etrafındaki zaman-ortalamalı basınç katsayısı, $\langle C_p \rangle$ dağılımları

Tablo 6'da, Durum 2 için gerçekleştirilen sayısal çalışmalar sonucu elde edilen değerler aynı veya yakın Re_c değerinde yapılan deneysel çalışma sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında SAS türbülans modeli, akış kararsızlığının oldukça düşük olduğu bu sebeple de genel olarak RANS moduna dönmek zorunda kaldığı bu kanat profiline deneysel $\langle C_D \rangle$ ve $\langle C_L \rangle$ değerlerine oldukça iyi bir yaklaşım sergilediği görülmektedir. Bu durum, farklı çözücü ayarlarıyla benzetim yapılan SST k- ω için de geçerlidir. Bununla birlikte, SAS ile elde edilen $\langle C_L \rangle$ tahmini, deneysel verilere, SST k- ω 'ninkinden daha yakındır.

Tablo 6. Durum 2 için elde edilen bazı sonuçlar ve literatürle kıyasları

Referans	Çalışma Türü	Re_c	Şekil Oranı (z/D)	Blokaj Oranı	Türbülans Şiddeti	$\langle C_D \rangle$	C_{D-rms}	$\langle C_L \rangle$	C_{L-rms}
Zilli vd. (2017)	Deneysel	250000	3	$\leq 3,5$	%1	X	X	0,481	X
Selig vd. (1995)	Deneysel	203400	2,8	X	%0,1	0,0121	X	0,577	X
Selig vd. (1995)	Deneysel	304700	2,8	X	%0,1	0,0108	X	0,583	X
Mevcut Çalışma	Sayısal (SAS)	250000	0,25	$\leq 0,5$	%1	0,0107	9e-04	0,608	0,0010
Mevcut Çalışma	Sayısal (SST-1)	250000	0,25	$\leq 0,5$	%1	0,0109	6e-06	0,624	4e-04
Mevcut Çalışma	Sayısal (SST-2)	250000	0,25	$\leq 0,5$	%1	0,0107	3e-05	0,626	2e-04
Mevcut Çalışma	Sayısal (SST-3)	250000	0,25	$\leq 0,5$	%1	0,0146	3e-11	0,619	2e-10

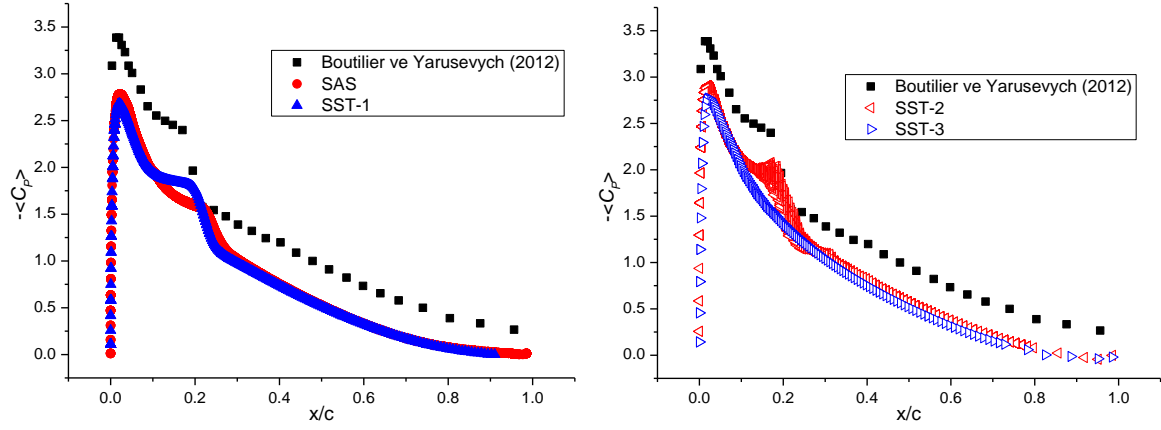


Şekil 6. Hücum açısı 4° olan SD7003 kanat profili etrafındaki negatif zaman-ortalamalı basınç katsayısı, $-\langle C_p \rangle$, dağılımları

SD7003 kanat profili etrafındaki basınç katsayısı dağılımı ile ilgili kıyas çalışması ise Şekil 6'da sunulmuştur. Zilli vd. (2017) serbest akım türbülans şiddetinin %0,36'ya yükselmesi sonucunda 4° hücum açısına sahip SD7003 kanat profili üst yüzeyindeki LAK'ın (Laminer Ayrılma Kabarcığı) tamamen yok olduğunu bildirmişlerdir. Grafiklerde LAK ile ilgili ilk göze çarpan durum, SAS, SST-1 ve SST-2 çözücü ayarlarının kanat üst yüzeyinin kabaca $0,2 < x/c < 0,5$ aralığında büyük bir LAK oluşturduğudur. Bu durum, bahsi geçen çözücü ayarları içerisinde kesilmeli (Intermittency) geçiş modelinin aktif bırakılmasına dayandırılmıştır. Çünkü bu geçiş modelinin kapalı olduğu SST-3 çözücü ayarlarından elde edilen $-\langle C_p \rangle$ değerlerinde bir LAK oluşumuna rastlanmamıştır. En yüksek $-\langle C_p \rangle$ değerinin bulunduğu ve LAK oluşumunun bulunduğu kısımlar dışında zaman-ortalamalı basınç katsayısı dağılımı her iki türbülans modeli ile iyi bir yaklaşımla elde edilebilmiştir.

Tablo 7. Durum 3 için elde edilen bazı sonuçlar ve literatürle kıyasları

Referans	Çalışma Türü	Re_c	Şekil Oranı (z/D)	Blokaj Oranı	Türbülans Şiddeti	$\langle C_L \rangle$	$\langle C_D \rangle$	$\langle C_M \rangle$	x_u/c	x_g/c	x_i/c
Boutillier ve Yarusevych (2012)	Deneysel	150000	2	$\leq 8\%$	%0,19	1,0	X	X	0,087	0,165	0,223
Timmer (2008)	Deneysel	150000	7,2	$\leq 5\%$	%0,02	0,94	0,027	0,025	X	X	X
Bianchini vd. (2016)	Deneysel	150000	5	Düzeltilmiş	%0,1	0,960	0,0350	X	X	X	X
Mevcut Çalışma	Sayısal (SAS)	150000	0,25	$\leq 1\%$	%0,19	0,846	0,0304	0,030	0,111	0,223	0,269
Mevcut Çalışma	Sayısal (SST-1)	150000	0,25	$\leq 1\%$	%0,19	0,829	0,0296	0,033	0,089 1	0,198	0,247
Mevcut Çalışma	Sayısal (SST-2)	150000	0,25	$\leq 1\%$	%0,19	0,908	0,0265	0,026	0,089 0	0,178	0,237
Mevcut Çalışma	Sayısal (SST-3)	150000	0,25	$\leq 1\%$	%0,19	0,829	0,0291	0,033	X	X	X

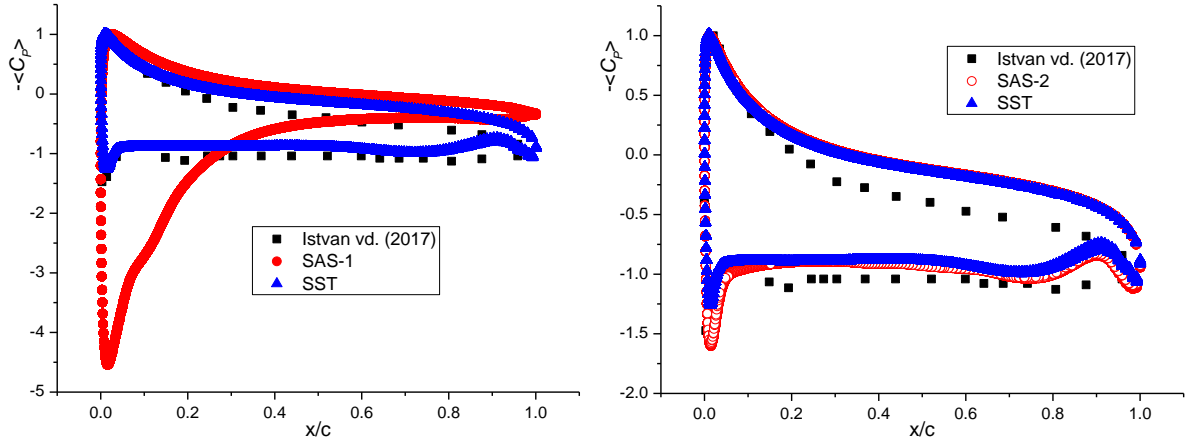


Şekil 7. Hücüm açısı 10° olan NACA0018 kanat profili üst kısmı (emme tarafı) etrafındaki negatif zaman-ortalamalı basınç katsayısı, $-\langle C_p \rangle$, dağılımları

Tablo 7’de, Durum 3 için gerçekleştirilen sayısal çalışmalar sonucu elde edilen değerler aynı Re_c değerinde yapılan deneysel çalışma sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. Sonuçlara bakıldığında her iki türbülans modelinin $\langle C_D \rangle$ tahminlerinin, çözücü ayarlarına bakılmaksızın, deneysel veri aralığına düştüğü görülmüştür. Diğer yandan, $\langle C_L \rangle$ tahminlerinin deneysel veri aralığının biraz altında, $\langle C_M \rangle$ tahminlerinin ise deneysel verinin biraz üzerinde kaldığı görülmektedir. Kanat üst yüzeyindeki akış ayrılması (x_a), türbülanslı akış yapısına geçiş (x_g) ve yeniden tutunma (x_t) noktalarının boyutsuz uzunluklarına en iyi yaklaşımı ise SST-2 çözücü ayarlarının gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu durum $-\langle C_p \rangle$ dağılımlarından da açıkça görülmektedir (Şekil 7). Hesaplama bölgesinin büyük çoğunluğunda daimi akış koşullarının hakim olduğu bilindiğinden bu beklenmedik bir durum değildir. SST-2 çözücü ayarlarının SST-3’ten daha iyi sonuç vermesinin sebebi ise kesilmeli geçiş modelinin kanat üst yüzeyindeki laminer-türbülans geçişini dolayısıyla da LAK oluşumunu tahmin edebilmesidir.

Tablo 8. Durum 4 için elde edilen bazı sonuçlar ve literatürle kıyasları

Referans	Çalışma Türü	Re_c	Şekil Oranı (z/D)	Blokaj Oranı	Türbülans Şiddeti	$\langle C_L \rangle$	$\langle C_D \rangle$
Istvan ve vd. (2017)	Deneysel	100000	4	$\langle \%12,8$	%0,51	0,680	X
Mevcut Çalışma	Deneysel	100000	5	$\langle \%4,9$	$\langle \%0,7$	0,770	0,368
Mevcut Çalışma	Sayısal (SAS-1)	100000	0,25	$\langle \%2$	%0,51	1,07	0,121
Mevcut Çalışma	Sayısal (SAS-2)	100000	0,25	$\langle \%2$	%0,51	0,778	0,337
Mevcut Çalışma	Sayısal (SST)	100000	0,25	$\langle \%2$	%0,51	0,803	0,347



Şekil 8. Hücüm açısı 18° olan NACA0018 kanat profili (Durum 4) etrafındaki negatif zaman-ortalamalı basınç katsayısı, $-\langle C_p \rangle$, dağılımları

Tablo 8’de, Durum 4 için gerçekleştirilen sayısal çalışmalar sonucu elde edilen değerler aynı Re_c değerinde yapılan deneysel çalışma sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. Burada, Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde yer alan $57 \text{ cm} \times 57 \text{ cm}$ kesit alanına sahip emme tipi açık çevrim rüzgar tüneline gerçekleştirilen deneysel çalışma sonuçları da yer almaktadır. Istvan vd. (2017) NACA0018 tipi uçak kanadının 16° ’lik hücüm açısından hemen sonra stola girdiğini göstermişlerdir. Yani, benzetim yapılan mevcut hücüm açısında (18°) kanat üst yüzeyinden ayrılan kayma tabakaları o yüzeye yeniden tutunamamışlardır. Bu da, bu yüzeydeki genişçe bir alan üzerindeki $-\langle C_p \rangle$ değerlerinin sabit kalmasına sebep olmuştur (Şekil 8).

Kesilmeli geçiş modeli aktif olan SST $k-\omega$ türbülans modeli akış ayrılması durumunu yakalayabilmişken, kesilmeli geçiş modeli aktif olan SAS türbülans modeli (SAS-1) bu durumu yakalayamamıştır. SAS-1’de ayrılan akışın tekrar kanat üst yüzeyine tutunduğu yüksek $\langle C_L \rangle$ ve düşük $\langle C_D \rangle$ tahmininin yanı sıra basınç dağılımından da alenen bellidir (Şekil 8) Kesilmeli geçiş modeli kapatılan SAS ise (SAS-2) hem bu durumu yakalamış hem de %1 civarı bir sapma ile deneysel $\langle C_L \rangle$ değerini tahmin edebilmiştir. SAS-2’nin $\langle C_D \rangle$ tahmini de oldukça iyidir. Bu durum, kesilmeli geçiş modelinin SAS türbülans modelinin kullanıldığı benzetimde kanat üst yüzeyindeki akışı yeniden tutunmaya zorladığını göstermektedir.

4. SONUÇLAR

SAS türbülans modeli SRS sınıfında yer alan bir türbülans modelidir. Model, ağ ve zaman adımı bakımından yeterli çözünürlüğün sağlanamadığı hesaplama bölgesi konumlarında hızlı bir şekilde daimi ya da daimi olmayan RANS türbülans modeli olan SST $k-\omega$ ’ya dönüş yaptığı için güvenilirliği de yüksektir. Bu sayısal ağırlıklı çalışmada ise dört farklı dış akış sistemi ele alınmış ve farklı çözücü ayarları altındaki SAS’ın bu sistemde yer alan modeller üzerindeki aerodinamik ve akış karakteristikleri kıyaslamalı olarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çıkarımda bulunan sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

Türbülans modeli olarak SAS’ın silindir ya da stola girmiş uçak kanadı etrafındaki daimi olmayan ve genel kararsızlığa sahip akış yapılarında, geçiş modelinin dikkatli bir şekilde göz önünde bulundurulması kaydıyla, deneysel olarak elde edilen değerlere oldukça yakın değerler tahmin edebilmektedir.

SAS’ın, daimi olmayan ve genel kararsızlığa sahip akış şartları altında (dairese silindirde olduğu gibi) çalkantı kuvvet katsayıları için tahminleri RANS sınıfındaki SST $k-\omega$ türbülans modelinkilerine kıyasla daha iyidir.

Daimi ve akış kararsızlığının neredeyse hiç bulunmadığı durumlarda da (Durum 2) SAS, RANS moduna dönüş yaptığından yeterince doğru aerodinamik katsayı tahminlerinde bulunabilmektedir.

SAS'ın, daimi ve yerel kararsızlığa sahip akış şartları altında (Durum 3) aerodinamik kuvvet katsayıları için tahminleri yeterli doğruluktadır. Yüzeyde oluşan LAK'ın konumunu tahmin etme konusunda SST k- ω türbülans modeline kıyasla daha başarısız olsa da bu başarısızlığı, kesilmeli geçiş modelinin kapatılması sonrasında iyileştirilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası: 221M404).

KAYNAKÇA

ANSYS Fluent Theory Guide. (2013). Canonsburg, PA, Amerika Birleşik Devletleri: ANSYS, Inc.

ANSYS Fluent User's Guide. (2013). Canonsburg, PA, Amerika Birleşik Devletleri: ANSYS, Inc.

Aljure, D.E., Lehmkuhl, O., Rodríguez, I., Oliva, A., (2017). Three dimensionality in the wake of the flow around a circular cylinder at Reynolds number 5000. *Computers and Fluids*, 147, 102-118, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compfluid.2017.02.004>

Ashton, N., West, A., Lardeau S., Revell, A., (2016). Assessment of RANS and DES methods for realistic automotive models. *Computers and Fluids*, 128, 1-15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compfluid.2016.01.008>

Bianchini, A., Balduzzi, F., Rainbird, J.M., Peiro, J., Graham, J.M.R., Ferrara, G., Ferrari, L., (2015). An experimental and numerical assessment of airfoil polars for use in Darrieus Wind Turbines - Part II: Post-stall data extrapolation methods. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 138, 032603. doi: <https://doi.org/10.1115/1.4031270>

Bouak, F., Lemay, J., (2001). Use of the wake of a small cylinder to control unsteady loads on a circular cylinder. *Journal of Visualization*, 4, 61-72. doi: <https://doi.org/10.1007/BF03182456>

Boutilier, M.S.H., Yarusevych, S., (2012). Parametric study of separation and transition characteristics over an airfoil at low Reynolds numbers. *Experiments in Fluids*, 52, 1491-1506. doi: <https://doi.org/10.1007/s00348-012-1270-z>

Delassaux, F., Mortazavi, I., Itam, E., Herbert, V., Ribes, C., (2021). Sensitivity analysis of hybrid methods for the flow around the ahmed body with application to passive control with rounded edges. *Computers and Fluids*, 214, 104757. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compfluid.2020.104757>

Du, L, Ning, F., (2012). Scale-Adaptive Simulation of flows past an airfoil after stall. *Proceedings of the ASME 2012 Fluids Engineering Summer Meeting FEDSM2012*, July 8-12, Rio Grande, Puerto Rico. doi: <https://doi.org/10.1115/FEDSM2012-72010>

Egorov, Y., Menter, F.R., Lechner, R., Cokljat, D., (2010) The Scale-Adaptive Simulation method for unsteady turbulent flow predictions. Part 2: Application to complex flows. *Flow, Turbulence and Combustion*, 85, 139-165. doi: <https://doi.org/10.1007/s10494-010-9265-4>

Elkhoury, M., (2016). Assessment of turbulence models for the simulation of turbulent flows past bluff bodies. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 154, 10-20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2016.03.011>

Galbraith, M.C., Visbal, M.R., (2008). Implicit Large Eddy Simulation of low Reynolds number flow past the SD7003 airfoil. *46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit*, 7-10 January 2008, Reno, Nevada. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2010-4737>

Gao, D., Chang, X., Tursuntohti, T., Yu, H., Chen, W.-L., (2022). Modification of subcritical cylinder flow with an upstream rod, *Physics of Fluids*, 34, 015107. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0075167>

He, J., Wang, W., Zhao, W., Wan, D., (2022). Hybrid turbulence models for flows around a stationary smooth circular cylinder. *Ocean Engineering*, 262, 112312. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.112312>

Istvan, M.S., Kurelek, J.W., Yarusevych, S., (2018). Turbulence intensity effects on Laminar Separation Bubbles formed over an airfoil. *AIAA Journal*, 56, 1335-1347. doi: <https://doi.org/10.2514/1.J056453>

Lloyd, T.P. James, M., (2016). Large eddy simulations of a circular cylinder at Reynolds numbers surrounding the drag crisis. *Applied Ocean Research*, 59, 676-686. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apor.2015.11.009>

Menter, F.R., (2015). Best Practice: Scale-Resolving Simulations in ANSYS CFD (Version 2.00). Erişim tarihi: 23.03.2023, <https://www.ansys.com/content/dam/product/fluids/cfd/tb-best-practices-scale-resolving-models.pdf>

Menter, F.R., Egorov, Y., (2010). The Scale-Adaptive Simulation Method for Unsteady Turbulent Flow Predictions. Part 1: Theory and Model Description. *Flow, Turbulence and Combustion*, 85, 113-138. doi: <https://doi.org/10.1007/s10494-010-9264-5>

Patel, P., Yang, Y., Zha, G., (2019). Scale Adaptive Simulation of stalled NACA 0012 airfoil using high order schemes. *AIAA Aviation 2019 Forum*, 17-21 June 2019, Dallas, Texas. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2019-3527>

Poulain, P., Craig, K.J., Meyer, J.P., (2021). Transient simulation of an atmospheric boundary layer flow past a heliostat using the Scale-Adaptive Simulation turbulence model. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 218, 104740. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2021.104740>

Qin, S., Koochesfahani, M., Jaber, F., (2018). Large eddy simulations of unsteady flows over a stationary airfoil. *Computers and Fluids*, 161, 155–170. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compfluid.2017.11.014>

Rezaeiha, A., Montazeri, H., Blocken, B., (2019). CFD analysis of dynamic stall on vertical axis wind turbines using Scale-Adaptive Simulation (SAS): Comparison against URANS and hybrid RANS/LES. *Energy Conversion and Management*, 196, 1282-1298. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.06.081>

Selig, M.S., Guglielmo, J.J., Broeren, A.P., Giguère, P., (1995). *Summary of low-speed airfoil data* (Volume1, Issue 1). Baskı Yeri: Soartech Publications.

Timmer, W.A., (2008). Two-dimensional low-Reynolds number wind tunnel results for airfoil NACA 0018. *Wind Engineering*, 32(6), 525-537. doi: <https://doi.org/10.1260/030952408787548848>

Wang, J., Wang, C., Campagnolo, F., Bottasso, C. L., (2018). Scale-adaptive simulation of wind turbines, and its verification with respect to wind tunnel measurements. *Wind Energy Science Discussions*, 47: 1-26. doi: <https://doi.org/10.5194/wes-2018-47>

Zilli, J., Sutton, D., Lavoie, P., (2017). Effect of freestream turbulence on Laminar Separation Bubbles and flow transition on an SD7003 airfoil at low Reynolds numbers. *55th AIAA Aerospace Sciences Meeting*, 9-13 January 2017, Grapevine, Texas. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2017-0302>

Arıların Oğul Vermesini Önleme Ve Hastalık Takip Siteminde Sensör Teknolojisi Ve Uygulama Şekli

Engin KILIÇ¹
M. Fatih ADIGÜZEL²
Cetin BOZDEMİR³
Murat BOZDEMİR⁴
Eyüp Ömer ÖZYİĞİT⁵

GİRİŞ

Günümüze değin geliştirilerek modernleştirilen arıcılık teknikleri ile dünya piyasasında özellikle bal olmak üzere arı ürünleri oldukça önemli bir yer bulmuştur. Propolis, bal, arı sütü, polen, arı ekmeği (perga), arı zehiri ve balmumu ve arı oğulu arıcılık ürünleri arasında yer almaktadır. günümüzde paket arıcılık olarak bilinen arıcılıkta arı oğulu büyük önem arz etmektedir. Fakat, sezon içerisinde arının oğul vermesi istenmeyen bir durum olup, bunu önlemek için çeşitli tedbirler almak gerekir. Bu amaçla bal arısının oğul verme nedenlerini çok iyi bilmek gerekir. En önemli sebeplerden biri kovanın koloni popülasyonu artması ve kovanın dar gelmesi ve kovan havasının fazla sıcak ve yeterince havadar olmamasından kaynaklanmaktadır. İşte bu noktada kovana müdahale etmek gerekir (1). Bu durumu fark etmek içinde sürekli kovaları kontrol etmek ve hergün kovan kapağını açarak durumu belirlemek gerekir. Bu durum arıların kovan içinde hırçınlaşmasına, saldırgan olmasına ve neticde kolonide arı kaybına neden olmaktadır. Bütün bunları yapmak arıcının zamanını, enerjisini ve diğer sosyal hayatında yapacağı işlere engel olmasına neden olur. Kovanda problem olan ve sürekli takip gerektiren bir durumda arı hasatalık ve zarlıdır. Eğer bu iki durum sürekli takip edilmezse kovan söner ve arıcı ekonomik kayıplar yaşar. Her iki durumda haber verecek ve müdahale edip, kovayı kurtmak ve sezon boyunca sağlıklı ve bol arı ürünleri yetiştirmek için devreye modern teknolojinin girmesi gerekmektedir. Bu teknoloji elektronik bir teknoloji olup, sensör teknolojisidir. Kovan içerisine yerleştirilen sensörler ve kameradan alınan veriler işlenerek bilgisayarda anlamlandırılıp arıcıya aktarılması halinde arıların oğul verme süreci anbean takip edilerek erkenden gerekli tedbirler alınarak oğul kaybı önlenmesinde, kovadaki sıcaklık ve nem değişimleri ile pozitif bir korelasyon gösteren hastalıkların önlenmesi için erken uyarı sağlanmasında fayda sağlayacaktır. Arıcılık faaliyeti, bilgi, deneyim ve sürekli takip gerektiren bir tarımsal faaliyet olduğu için yukarıda belirtilen teknolojik sistemin kullanımı elzem haline

¹ Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Temel Eczacılık Bilimleri, Erzincan, TÜRKİYE

² Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Erzincan, TÜRKİYE

³ Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Erzincan, TÜRKİYE

⁴ Millî Eğitim Bakanlığı Bursa, TÜRKİYE

⁵ Özyiğit Tarım and Saf Petek Arıcılık Erzincan, TÜRKİYE

gelmiştir. Bu makalede, arıcılık sektöründe teknolojinin önemi, arının oğul verme sürecinin takibinde ve arı hastalıklarının önlenmesinde yaşanan zorlukların aşılması için sensör, entegre kamera, bilgisayar yazılımı kullanılarak elde edilen anlamlı verilerin önemi tartışılmıştır.

2.ARILARIN OĞUL VERME EĞİLİMİ

Arı ürünlerinin üretimi aşamasında başarıya götürecekt önemli faktörlerden biride bilinçli koloni yönetimidir. Bir arı kolonisi ana arı, işçi arı ve erkek arılardan oluşmaktadır. Bu oluşumda ana arının rolü işçi ve erkek arılara kıyasla daha fazla önem arz etmektedir. Ana arı kolonide üreme kabiliyetine sahip ve üreme hormonları gelişmiş tek bireydir. Ana arının üreme faaliyeti dışındaki görevlerinden biride hormon üretilip feromon salgılayarak koloni düzenini yönetmektir (2). Bahsedilen bu özellikler sebebiyle ana arı kovan içerisinde yönetici durumunda olduğu açıkça görülmektedir. Arılar, başta ırk özelliklerine bağlı olarak kolonideki çoğalma içgüdüğü, kovadaki alan kısıtlılığı, feromon (ana arı kokusu) yayılımının homojen olmaması ve yeni kraliçe varlığı gibi sebeplerden dolayı oğul verme eğilimine girer. Oğul verme olayında kovanda oluşan yeni kraliçe arı, kovanda var olan işçi ve erkek arıların bir kısmını salgılamış olduğu ana arı feromonuyla etkileyerek etrafına toplar ve kovayı terk eder (3). Bu durum kovan içerisindeki arı sayısının azalmasına ve sezon boyunca arı ürünlerinin üretiminde düşüşlere neden olmaktadır.

3.ARILARDA HASTALIK VE ZARLILAR

Arıcılıkta arı oğul verme süreci dışında yaşanan önemli sorunlardan biride arılarda ortaya çıkan bulaşıcı hastalıklardır. (4). Arılar polikiloterml (soğukkanlı) canlılar olduğu için küresel ısınmanın neden olduğu çevresel değişim faktörlerinden; iklim değişikliği ve özellikle havanın ani değişiminden büyük oranda etkilenmektedir. Günümüzde küresel ısınma nedeniyle mevsimlerdeki stabil durum değişmiş ve hava sıcaklıkları mevsim normallerinin dışına çıkmıştır. Yüksek hava sıcaklığı kovan içerisinde ve dışında arı davranışını değiştirdiği gibi düşük hava sıcaklığı da arıların faaliyet göstermelerini sınırlamaktadır. Aynı zamanda alışlagelmeyen hava değişiminden ötürü artan nem ve sıcaklık oranları mikroroganizmaların üremesine, çoğalmasına ve arılara bulaşarak hastalık oluşturmalarına neden olmaktadır.

Bal arılarında, çevre şartlarının olumsuz yönde etkisiyle, bakteriyel, fungal, virütik ve protozoal hastalıklar sıklıkla görülmektedir. Bu hastalıklardan önemli bir örnek olarak verimi etkileyen *Nosemaapis* ile *N. ceranae* adlı mikrosporidiallerin sebep olduğu Nosema hastalığı verilebilir. *N. apis* ve *N. ceranae* adlı mikrosporidialler ergin bal arılarının (*Apis mellifera*) sindirim sistemine yerleşir ve Nosemosis'e neden olur. Bu hastalık sindirim sistemi bozukluklarına, arıların ortalama ömrünün kısalmasına, koloni popülasyonunun düşmesine neden olmaktadır. Bu düşüş kovadaki arı sayısını azalttığı için arı ürünlerinin üretimine olumsuz yönde etki eder. Ülkemizde yapılan çalışmalarda; Nosemosis Bursa yöresinde % 26, Kars yöresinde %15,74, Elazığ yöresinde %8,7, Muğla bölgesinde %100, Bingöl yöresinde %26,16, Trakya bölgesinde %6,5, Hatay yöresinde ise %10 oranında olduğu bildirilmiş olup ülkemizdeki en yaygın arı hastalıklarından biri olduğu belirtilmiştir. [1,2,3,4]

4.SENSÖR TEKNOLOJİSİ VE UYGULAMALARI

4.1.Arıcılıkta Sensör Teknolojisinin İnovatif Yönü

Türkiyede önde gelen tarım faaliyetleri içerisinde yer alan arıcılık faaliyeti bilgi ve uzun süreli deneyim olmadan yapılmaması gereken faaliyettir. Arıcılık yapmak için öncelikle arıların doğası hakkında detaylı bilgi sahibi olmak gerekmektedir. Arılar doğasında başta ırk özelliklerine bağlı olarak kolonideki çoğalma içgüdüğü, kovadaki alan kısıtlılığı, feromon (ana arı kokusu) yayılımının homojen olmaması ve yeni kraliçe varlığı gibi sebeplerden dolayı oğul verme eğilimine girer arı oğul verme eğilimine girdiği anda arıcı fark edemeyeceğinden dolayı oğul vermesini engelleyememektedir. Oğul verildiğinde kolonide çok sayıda arı kaybı

olmaktadır. Bu kaybı önlemek amacıyla yapılan araştırmalarda arının oğul verdiği zaman kovan içerisinde parametrelerdeki değişimler

Yapılan araştırmalarda piyasadaki ürünlerin kovan içerisindeki sensörler aracılığı ile aldığı verileri işleyerek ve işlenen verileri birbiriyle karşılaştırarak oğul verme olayı hakkına bilgi vermediği ve değişen sıcaklık ve neme bağlı oluşacak hastalıklar hakkında uyardığı tespit edilmiştir.

Yapılacak olan sistem arıların oğul verme sürecinin takibini yapacak, sıcaklık ve nemden kaynaklı arılarda görülen önemli hastalıkların önlenmesinde fayda sağlayacaktır. Ayrıca kovan içerisine yerleştirilen kamera ile kovandaki ana arıların tespiti yapılacaktır. Belirtilen zmler haricinde ilerleyen süreçte ölçülecek parametrelerin değişiminin kovandaki etkileri daha detaylı araştırılarak yeni üzümlerin sunulup projeye dahil edilmesi planlanmaktadır.

Projede; sıcaklık ve nem modlsensr, ses sensörü modülü, Raspberry pi uyumlu kamera modülü, Raspberry pi ye uyumlu GPS modülü ve Raspberry pi gibi ana malzemeler kullanılacaktır.

Yukarıda belirtilen sensörler ve kamera(kameradan alınan veriler YOLO Image Detection yöntemi ile işlenecektir.) yardımıyla alınan veriler Raspberry pi kullanılarak projenin amacına uygun şekilde anlamlı hale getirilip birbiriyle karşılaştırılması sağlanacaktır. Daha sonra oluşturulacak bir bilgisayar arayüzü ile anılandırılmış bütün bu verilerin takibi sağlanıp uyarı türü(oğul verme olayı gerçekleşiyor, kovanda nem miktarı olması gereken düzeyin üzerinde hastalıklara sebebiyet verebilir vb.) hakkında arıcıyı yönlendirecektir.

4.2.Uygulanabilirlik

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, Türkiye’de arıcılık yapan işletme sayısı bir önceki yıla göre yüzde 7,87 oranında artarak 89.361 adet oldu (TÜİK) (1). Verilere bakılarak Türkiye de önemli ölçüde arıcılık faaliyeti yapıldığı görülmektedir. Arıcılık faaliyetinin kolaylığı için geliştirilen teknolojiler arıcılık faaliyeti yapan işletme sayısının artmasını sağlayacaktır. Hali hazırda arıcılık faaliyetinde bulunan işletmeler de geliştirilen teknolojileri kullanarak, mevcut üretilen miktarı artırmada ve kaliteli arı ürünleri üretilmesinde katma değer sağlayacaktır. Erzincan Arı Yetiştiricileri Birliği ile düzenlediğimiz toplantıda arıcılık faaliyetinde başrolde olan arıcılarla, arıcılık faaliyetinde yaşanan önemli sorunlar arasında yer alan arı oğul verme ve hastalık takibi sorununun üzerinde durulmuştur.Arıcılık faaliyetinde verimi önemli ölçüde etkileyen arı oğul verme ve hastalık takibinde yaşanan soruna üzüm ürettiğimiz bu proje ile arıcılık faaliyeti gerçekleştiren firmalara bir katma değer sağlanacak olup aynı zamanda arıcılık faaliyeti yapmak isteyip de bunun gibi sorunlar yüzünden başlayamayan kişileri teşvik edeceği düşünülmektedir. Bu teknolojide istenildiği takdirde piyasada var olan ürünlerdeki bazı özelliklerde kolaylıkla eklenebilmektedir. Örneğin; kovanın çalınma ihtimaline karşı sisteme titreşim sensörü ve kovanın içindeki bal miktarı ve arı sayısının takibi içinde ağırlık sensörü eklenebilmektedir.

Sensör teknolojisinin hayata geçirilmesi ve seri üretiminin yapılabilmesi için gereken malzemeler kolaylıkla temin edilebilmekte ve retilimi yazılım hazır olacağından kısa sürede yapılabilir. Ürünün etkisi ve fiyat analizi yapıldığında ürünün arıcıya ekonomik olarak kazandıracadığı katma değer önemli ölçüdedir. Bu sebeple ürün kendisini çok kısa sürede amorti edeceği düşünülmektedir.

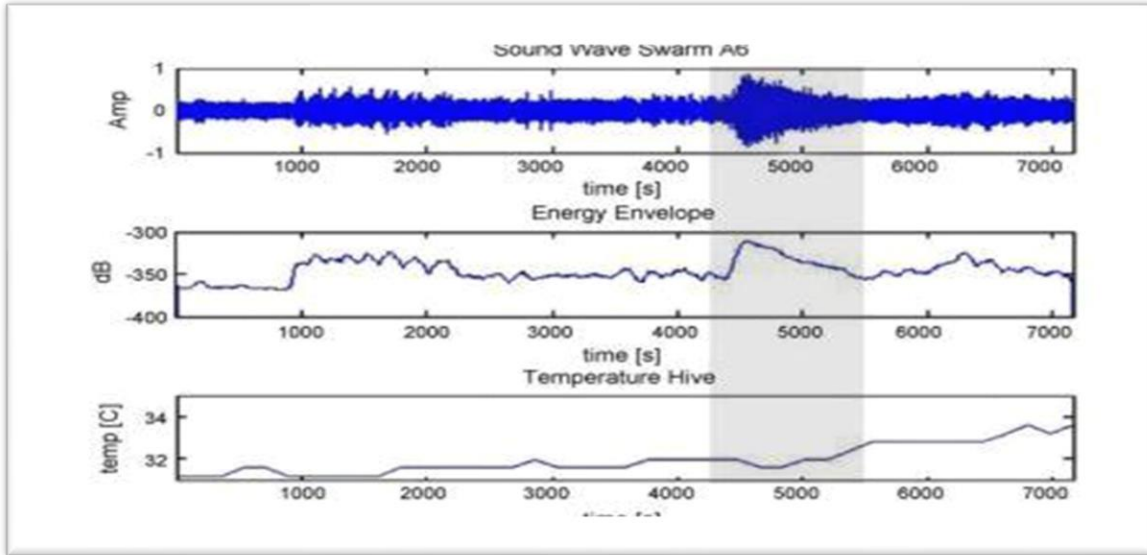
Uygulanabilirliği açısından sistemin kullanımında ve bakımında arıcının yetkin olmaması durumunda aksaklık yaşanılabılır. Bu aksaklığın arıcıya verilecek kısa süreli eğitimle ve gerekli teknik doküman ile giderilmesi düşünülmektedir.

Arı kolonisinde bir ana arı bulunmaktadır. Kolonide birden fazla ana arı bulunması durumunda koloni oğul verme eğilimine girmiş demektir. Ana arı kolonideki işçi ve erkek

arılar kıyasla daha büyük ve gösterişlidir. Ana arının bu özelliğinden ve kovanda bir tane ana arı bulunması gerekliliğinden yola çıkarak kovan içerisine bir gece ve gündüz görüşlü kamera yerleştirilecektir. Kameradan alınan görüntü işlenerek kovan içerisindeki ana arı sayısının tespiti yapılacak ve arıcıya koloninin oğul verme eğiliminde olabileceği bilgisi verilecektir. Fakat kovan içerisinde her an kamera ile ana arının tespiti yapılamayacağından dolayı oğul verme sürecinin tespiti için ısı, nem ve ses frekans parametrelerinin de değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

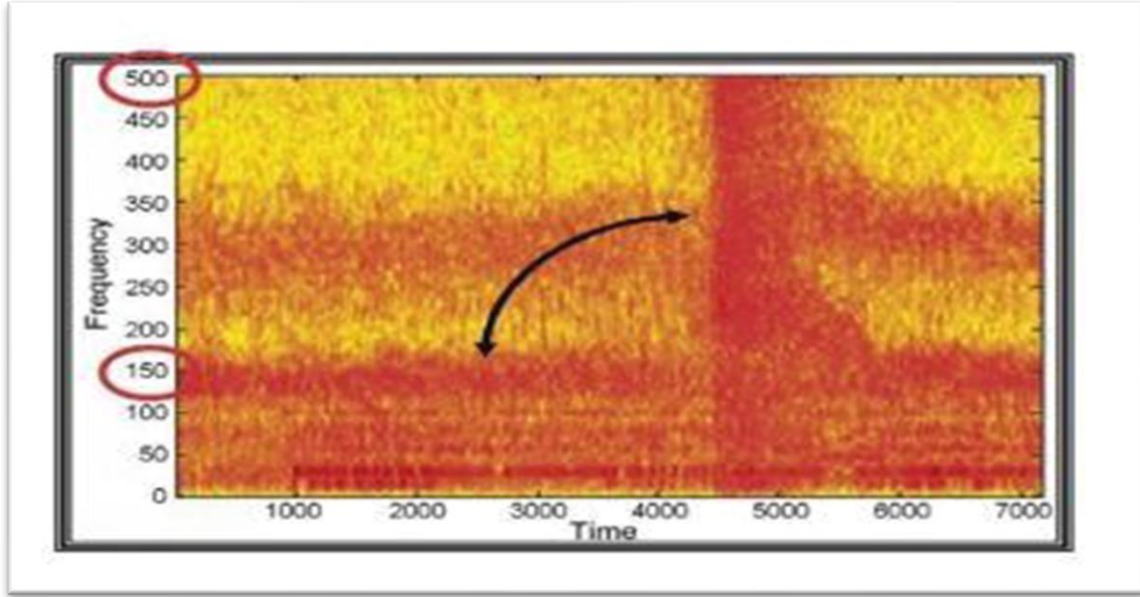
5. YAPILMIŞ BAZI UYGULAMALAR

5. 1. Kovan Takibi

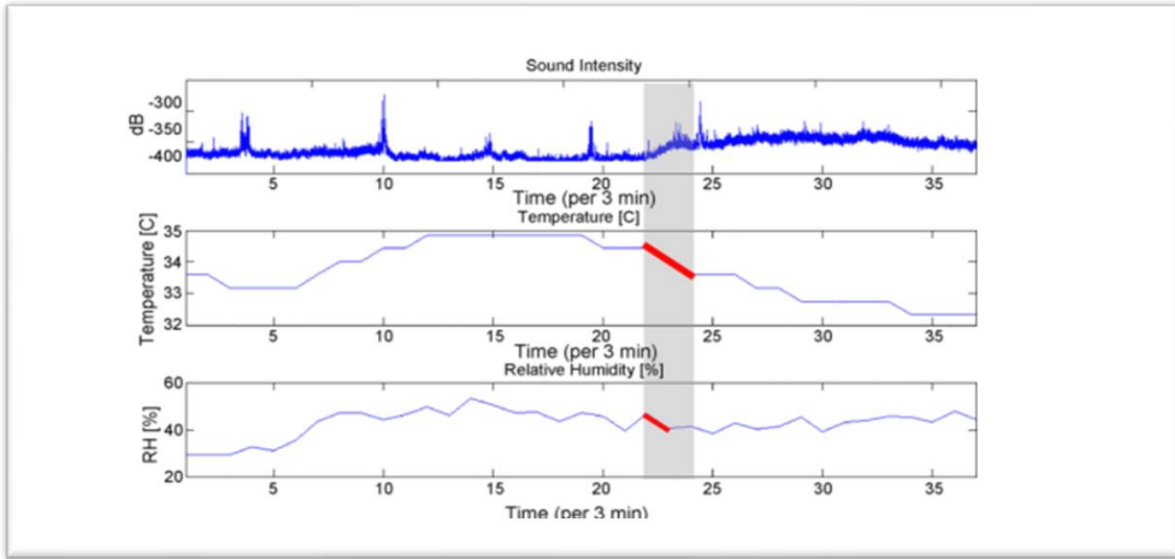


Şekil 1. Ses ve sıcaklık arasındaki ilişkinin grafiği. En üstteki grafik zaman alanındaki ses spektrumunun yoğunluğunu gösterir, ortadaki dB cinsinden enerjiyi ve alt kısım koloniyle ilişkili sıcaklık düşüşünü gösterir (6)

İçerisine yerleştirilmiş elektronik sistemlerle 270 saat boyunca 3 kovan gözlemlenmiştir. Mikrofon, sıcaklık ve nem sensörleri ile gözlemlenen kovanda 9 oğul verme olayı gerçekleşmiştir. Oğul verme sürecinde kovanda 33°C den 35°C ye ani bir sıcaklık değişimi olmuş ve yine ani bir hızla 35°C den 32°C ye düşüş gerçekleşmiştir. Kovanda gözlemlenen bir başka dikkat çeken olayda kovan içerisindeki ses frekansının 110 Hz den 300 Hz e kadar artması ve ara sıra ani olarak 150 Hz den 500 Hz e bir artış meydana gelmesidir. (Şekil 1)[6] Bu gözlemlerden elde edilen verilerden yararlanılarak arıların oğul verdiğini anlamak için kovan içerisine ses, sıcaklık ve nem parametrelerinin ölçümünü yapacak sensörler yerleştirilecektir. Arıların oğul verme esnasında sıcaklık-,nem ve ses frekansının değişimleri incelenen araştırmada belirtilmiştir. Oğul verme sürecinde kovana entegre edeceğimiz sensörlerden aynı zaman periyodunda alınan sıcaklık değeri ani olarak 33°C den 35°C dereceye çıkıp tekrardan 35°C den 32 °C ye düştüğü, nem değeri %40'ın altına düştüğü ve ses frekansının 110 Hz den 300 Hz e kadar ve ara sıra ani olarak 150 Hz den 500 Hz e kadar çıktığı anda sistem oğul verme sürecinin başladığını arıcıya bildirecektir (şekil 1, 2, 3) (6).



Şekil 2: Frekans alanındaki bir kaynaşma sesinin spektrogramı, şekildeki ok kaynaşma ana eşlik eden frekanstaki hızlı değişimi gösterir (6)



Şekil 3:Araştırılan üç parametrenin korelasyonu. Üstten görünüm, kolonide artan ses yoğunluğunu gösterir, ortadaki sıcaklıktaki düşüşü ve alttaki görünüm bir koloniyle ilişkili nem düşüşünü gösterir (6).

5.2. Arı Hastalık Ve Zararlı Takibi

Yapılan araştırmalarda nosema spor sayıları ve nem arasında pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır (4). Arılar için uygun kovan içi sıcaklık ve nem optimal değerleri yapılmış olan çalışmalardan ve kitaplardan yorumlanmış ve arıcının uyarılması gereken değer belirlenip tablo haline getirilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Dönemlere göre sıcaklık ve nemdeki optimal ve sistemin uyarılma değerleri

Dönem	Optimal değer	Arıcının uyarılması gereken değerler
Yaz Dönemi	-32 C < Sıcaklık >35C -%40<Nem>%60	-Sıcaklık 32C altındaki ve 35C üzerindeki değerlerde -Nem %40'ın altındaki ve %60'ın üzerindeki değerlerde
Kış Dönemi	-Sıcaklık >8C -Nem < %60	-Sıcaklık 8C altındaki değerlerde -Nem %60 üstündeki değerlerde

Nem ve Sıcaklık değerleri Tablo 1 de belirtilen arıcının uyarılması gereken değerlerin dışına çıktığında problem/sorun 2.2 de ki olumsuz olaylarla karşılaşmaktadır. kovan içerisine yerleştirilen sıcaklık ve nem sensörü kovandaki sıcaklık ve nem değerini sürekli olarak kontrol edecektir. Kovandaki sıcaklık ve nem arıcının uyarılması gereken değerlerde olduğu anda sistem arıcıyı uyaracaktır(Uyarı: kovanda nem seviyesi %... ın üzerine çıktı aşırı nem vb.). Böylelikle arıcı önlemini alıp olumsuz olayların önüne geçilmiş olacaktır. Sistemin hayata geçirilmesi nosema ve sıcaklık ve nem arasında pozitif korelasyon olan hastalıkların önlenmesinde fayda sağlayacaktır. Ayrıca kışlatma döneminde salkım yüzey sıcaklığının

7°C 'nin altına düştüğü anda salkım yüzeyinde işçi arılar salkımdan ayrılarak kovan tabanına düşüp ölmektedir. Yapılacak sistem kış döneminde sıcaklık 8°C nin altına düştüğü anda arıcıyı uyaracağından bu olumsuz olayında önüne geçilmesine katkıda bulunacaktır.

Sonuç olarak sistemin hayata geçirilmesi ile arıcıya;

- nosema ve sıcaklık ve nem arasında pozitif korelasyon olan hastalıkların önlenmesinde,
- arıların oğul verme sürecinin takibinde,
- kışlatma döneminde düşük sıcaklığa bağlı arı ölümlerinin önlenmesinde, fayda sağlayacaktır.

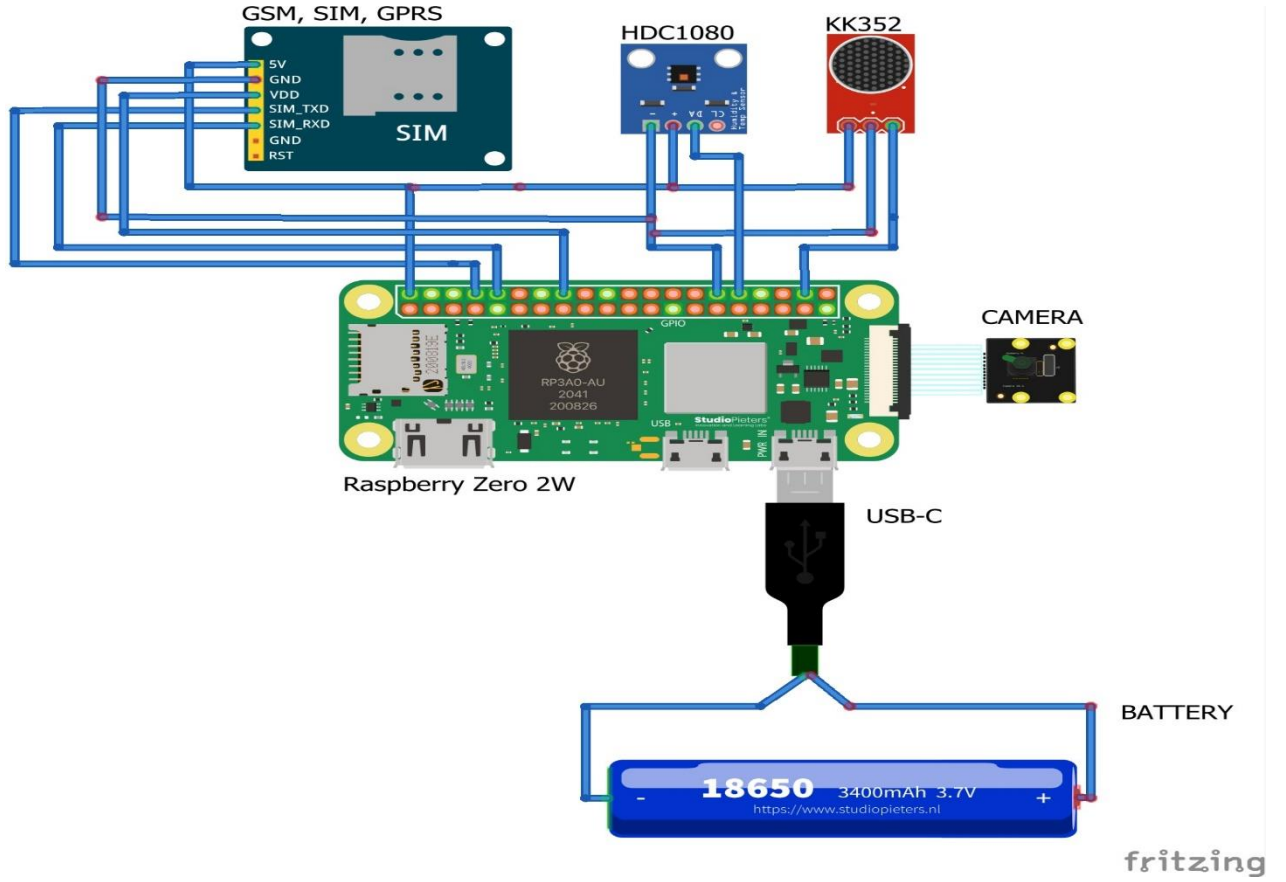
Ayrıca hava sıcaklıkları nedeniyle kovan içerisinde oluşabilecek yavru veya ergin arı kayıpları arı hastalıkları ile karıştırılmakta ve bu sebeple gereksiz tarım ilacı kullanılmaktadır. Bu proje ile gereksiz tarım ilacı kullanımının önüne geçilecektir.

Ölçülen sıcaklık ve nem parametreleri kaydedileceğinden ilerleyen zamanlarda arıcılıkla ilgili yapılan çalışmalara ve arıcılara fayda sağlayan projelerin geliştirilmesine de ışık tutacaktır.

6.SENSÖR TEKNOLOJİSİ İÇİN GEREKLİ SİSTEM-ALETLER VE ALGORİTMA

6. 1. Sistemin Devre Şeması

Projenin hayata geçirilmesi için oluşturulacak sistemin devre şeması, algoritma(akış diyagramı) izlenecek yöntemler ve kullanılacak elemanların sistemdeki amacı sırasıyla verilmiştir (şekil 4) (6).



Şekil 4: Sistem devre şeması

6.2. Raspberry Pi Bilgisayarının Kullanımı

Raspberry pi projede tüm bu sensörlerden ve kameradan alınan verilerin işlenip anlamlı hale getirileceği ve anlamlı hale gelmiş verilerin yorumlanması yapılarak sonuç verilerinin raspberry pi ye entegre edileceği GSM veya WİFİ modülü yardımıyla aracıya gönderilmesini sağlayacak bilgisayardır.

6.3 Kameranın Kullanımı

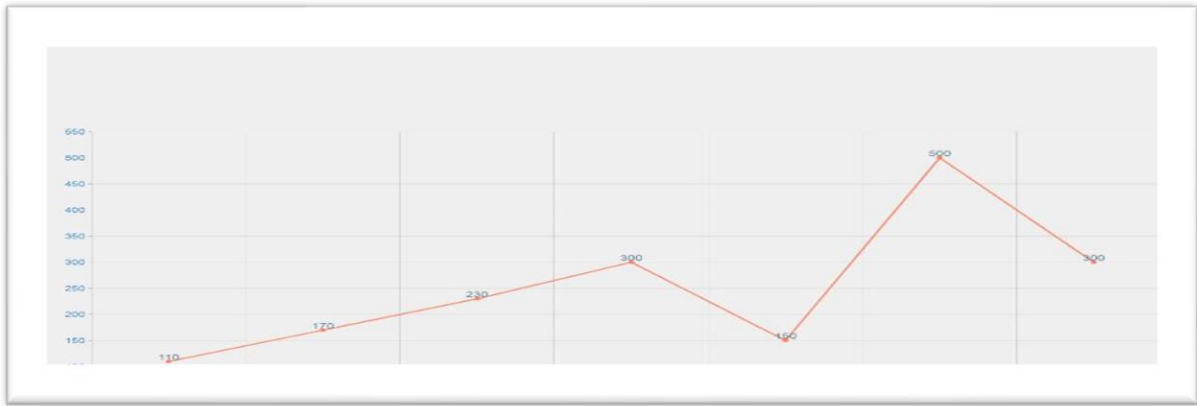
Kameranın sitemdeki görevi kovandaki ana arı sayısının takibini yapmaktır. Bu sebeple kamerayı arıların yoğunlukta olduğu kısma koyulacaktır.

YOLO tekniği: YOLO (Youonlylookonce), CNN(Convolutional Neural Network) tekniği ile tek seferde görüntünün tespit edilmesi esasına dayanan bir algoritmadır. Bu algoritma bir nesnenin etrafına boundingbox çizerek o nesnenin sınırlarını belirlemektedir. YOLO algoritması verilen resmi NxN'lik ızgaralara böler. Her ızgara kendi içerisinde nesne olup olmadığını ve nesne var olduğunu düşünüyorsa merkez noktasının kendi alanında olup olmadığını hesaplar. Nesnenin merkez noktasına sahip olduğuna karar veren ızgara o nesnenin sınıfını, yüksekliğini ve genişliğini bulup o nesnenin çevresine boundingbox çizmelidir. YOLO' nun COCO dataset i içerisinde 88 adet kategori bulunmaktadır. Bu kategoriler arasında ana arı resmi olmadığı için oluşturacağımız ana arı resim verileri ile YOLO modeli eğitilecektir. Model eğitildikten sonra kameradan gelen arı resimleri modele input olarak verilecektir. Model

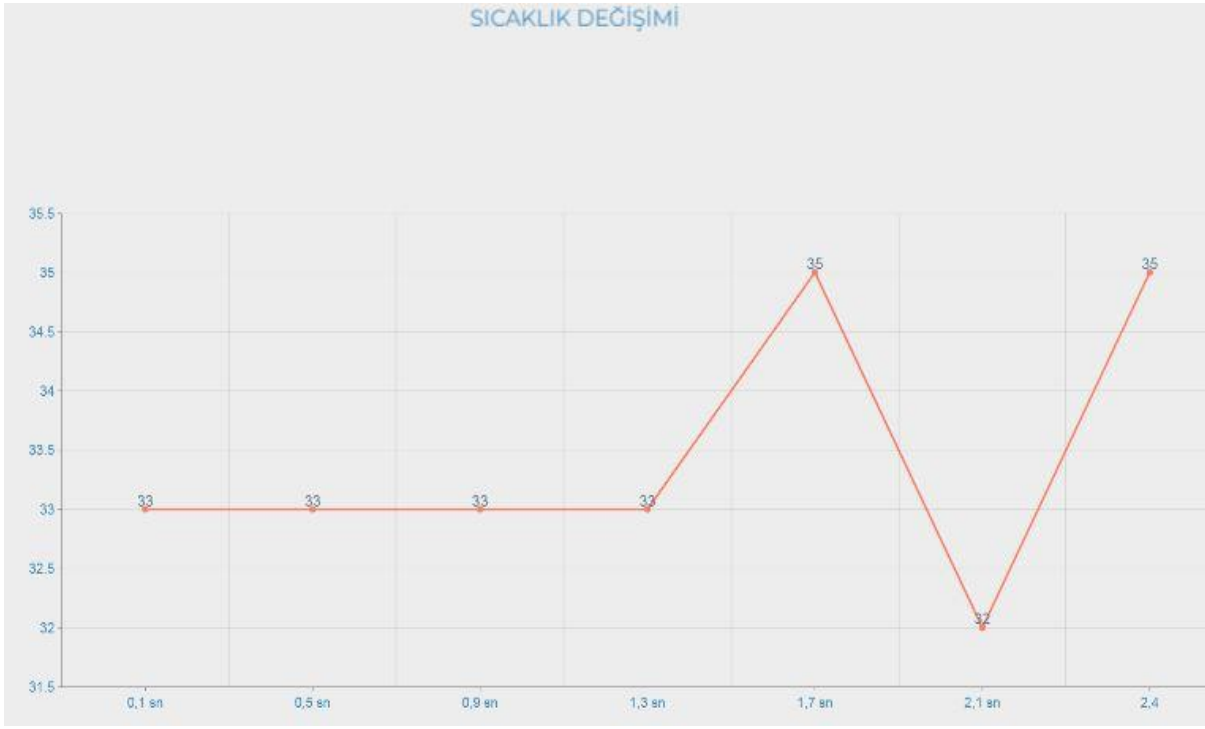
bize ana arıları görsellerini çerçeve içerisine alınmış haliyle geri döndürecekler. Bu aşamadan sonra geri döndürülen resimdeki çerçeve sayısı bize ana arı sayısını verecektir. Ana arı sayısı (çerçeve sayısı) ≥ 2 olduğu takdirde arıcıya kovan içerisinde 2 ana arı bulunduğunu yani oğul verme olayının gerçekleşebileceği uyarısı verilecektir (6).

6.4. Sıcaklı-Nem ve Ses Sensörlerinin Kullanımı

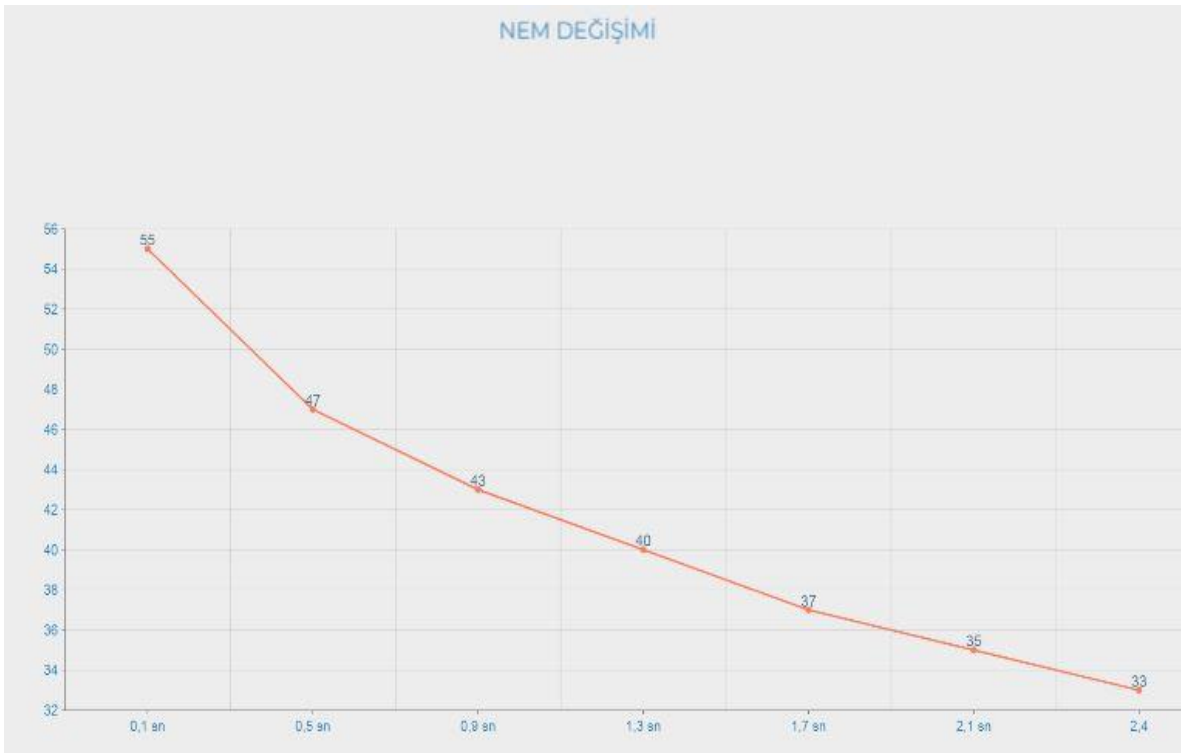
Arının oğul verme sürecindeki sıcaklık, nem, ses frekansındaki değişimler daha sonra kovan içerisine entegre edeceğimiz sensörlerden alınan değerlerden elde edeceğimiz grafiklerle karşılaştırılmak üzere raspberry pi bilgisayarına kayıt edilecektir. Sistemde bulunduğu ortamda oluşan ısı enerjisi ve nem miktarını ölçüp analog ya da dijital çıkış üretme işlemi yapacak yüksek hassasiyetli düşük güçlerde mükemmel ölçüm doğruluğu sağlayan CJMCU-1080 HDC1080 Sıcaklık ve Nem Sensör Modülü kullanılacaktır. Bu modülün kütüphanesi raspberry pi ye kurulum tanıtılacaktır. Daha sonra sensör modülünün sıcaklık ve nem değerlerini kısa periyotlarda alması sağlanacaktır. Sensörden alınan sıcaklık ve nem değerlerinin raspberry pi de ayrı ayrı grafikleri oluşturulacaktır. Sistemde kullanılacak olan bir diğer modülde ortamdaki ses dalgalarını elektrik sinyallerine dönüştürecek olan KK352 Yüksek Hassas Hassasiyetli Mikrofon Sensör Modülüdür. Bu sensör modülünden alınan değerler içinde aynı işlemler yapılacaktır. Oluşacak olan sıcaklık-nem ve ses frekans grafikleri daha öncesinden kayıt edilmiş arının oğul verme süresindeki değerler ile sırasıyla karşılaştırılma yapılacaktır. 3.şekil arının oğul verme dönemindeki değerler ile örtüşüyorsa arı oğul verme eğiliminde demektir. Arıcıya Arı oğul verme eğiliminde olduğu bildirilecektir (Şekil,5,6,7) (6).



Şekil 5. Arının oğul verme dönemindeki frekans değişim grafiği



Şekil 6. Arının oğul verme dönemindeki sıcaklık değişim grafiği



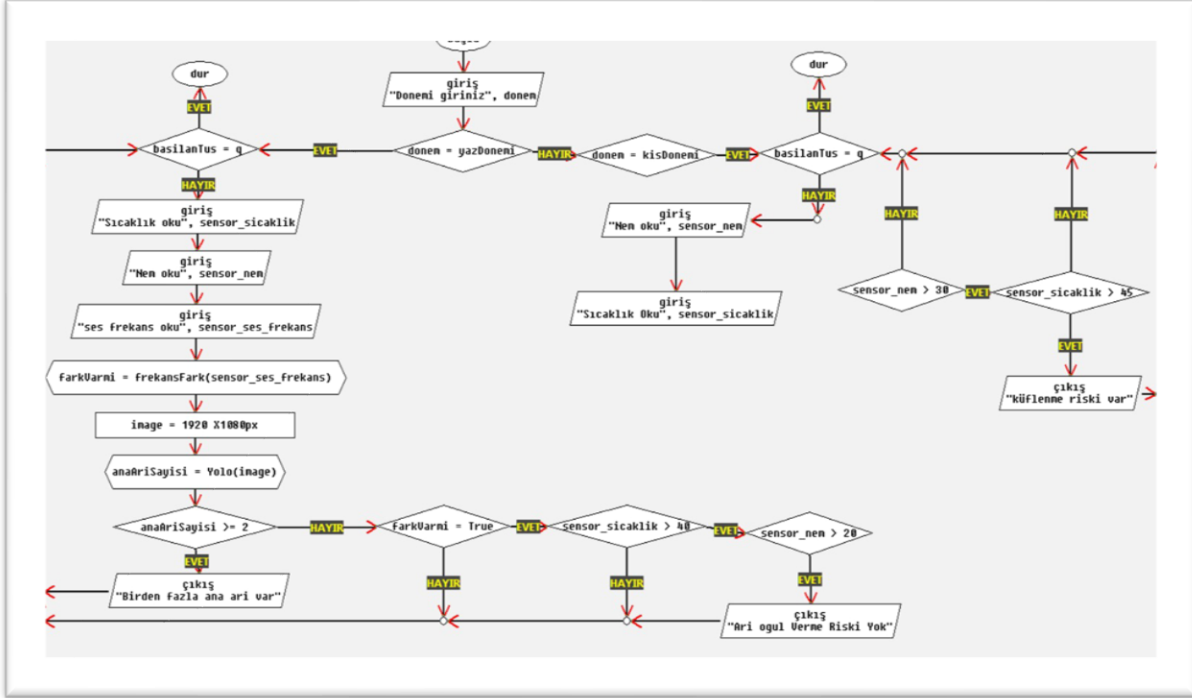
Şekil 7. Arının oğul verme dönemindeki nem değişim grafiği

Yukarıda yapılacak olan sistemin anlatılmasında fayda sağlaması için örnek olarak çizilen arının oğul verme döneminde gerçekleşen sıcaklık, nem, ses frekans değişimlerinin grafikleri

bulunmaktadır. Kovandan alınan değerlerden elde edilen grafikler örnek grafikler gibi olursa arının oğul verme eğiliminde olduğu anlaşılacaktır.

6.5.Sistemin Algoritması

Sistemin algoritması şekilde verilmiştir (Şekil 8).



Şekil.8.Sistemin algoritması

6.7.Gprs / Wifi Modülünün Sistemde Kullanımı

Sistemin haberleşmesinde GPRS yada WİFİ haberleşme modülü kullanılması amaçlanmaktadır. Bu seçim arıcılık faaliyeti gerçekleştiren kişinin bilgileri hangi kanal üzerinden almak istemesi ve arı kovanlarının arıcıya olan uzaklığı göz önünde bulundurularak yapılacaktır.

WİFİ “Kablosuz Bağlantı Alanı “ anlamına gelen teknolojik cihazların kablosuz olacak şekilde internete ve birbirlerine bağlanabilmesi için kullanılan bir teknolojidir. Raspberry pi bilgisayarında işlenip anlamlı hale getirilen bilgiler WİFİ alıcısına sahip bir bilgisayara aktarılacaktır. WİFİ modülü hali hazırda kullanılan raspberry pi bilgisayarında dahili olarak bulunmaktadır. Kablosuz bağlantı alanı kısa mesafeler ile sınırlı olduğundan her arıcı için uygun olmamaktadır. Bu sebeple arıcının durumuna göre geniş alanlarda bilgi akışını sağlayacak GPRS modülü kullanılabilir. GPRS,GSM(Mobil İletişim İçin Küresel Sistem) şebekesini kullanıp data gönderip almaya yarayan kullanıma hazır bir telefon, uzaktan kumanda ve data transferi modülüdür. Bu modül sitemde raspberry pi bilgisayarında işlenip anlamlı hale getirilen bilgileri uzakta bulunan arıcının cep telefonuna gönderilmesine yarayacaktır.

7.SENSÖR TEKNOLOJİSİNİN HEDEF KİTLESİ (KULLANICILAR)

Arıcılık faaliyeti meskün mahal dışında ana yollara en az 5 km uzakta yapılan tarımsal bir uğraştır. Arıcılık faaliyetinde arıcılar arılıkta sürekli bulunmasını zorludur. İnsan olan arıcının günlük zorunlu ihtiyaçlarını gidermesi, yaşadığı köy kasaba şehir merkezi gibi yerlerde

sosyal ihtiyaçların gidermesine ihtiyacı vardır. Geliştirilecek teknoloji arıcıların sürekli olarak arılıkta bulunması gereksinimini azaltacaktır. Sosyal hayatlarında normal bir yaşam sağlayacak kolaylıklar getirmektedir. Ayrıca sürekli yaşadığı evden arıların bulunduğu alana gidip gelmek ayrıca bir maliyeti beraberinde getirmektedir. Arılıktan arılarla ilgili, kovan içerisindeki sosyal yaşamla ilgili gerekli olan bilgileri bize sunacak bir teknolojiye ihtiyaç vardır. Arılıktaki her bir kovanın künyesi kovanla ilgili tüm bilgiler kaydedilecek, ilerleyen yıllarda o kovan içerisinde bulunan arı ırkı ve davranışlarıyla ilgili elde edilen bilgi o kovanla ilgili arıcımı daha sağlıklı bir yönetim göstermesi mümkün olacaktır. Bu teknoloji günümüzde sensörler kamera sistem arayüzü yazılım programları ile elde etmek mümkündür. Arıcının cep telefonuna veya evinde ofisinde kurulu olan bir elektronik sisteme bu verileri taşımak ve anlık bilgi edinmek artık günümüzde bu projeye kolay hale gelecektir. Böylece arıcılık ile uğraşan her arıcının bu sisteme ulaşabilmesi ve kullanabilmesi hedeflenmektedir. Bu sayede yanında olmasada kovanlardan her türlü bilgisi olan arıcı gerekli olan müdahaleyi yapmak için ön hazırlığını yapıp kontrollü bir arıcılık yönetimi sergileme imkanı bulacaktır. Arıların oğul vermesini hastalık durumunu ve diğer davranış değişimlerin anında kontrol ederek her türlü kaybı önleyebilecek bir teknolojiye sahip olacaktır. Bu teknoloji arıcılara daha sağlıklı ve kontrollü arı ürünlerinin üretimini sağlayıp, dolaylı olarak ülkemiz ekonomisine katma değer olarak yansıtacaktır.

8.RİSKLER

Risk yönetim tablosu aşağıda verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Risk yönetim tablosu

	Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Yapılacak olan sistem ne kadar az enerji tüketse de batarya sınırlı bir kaynaktır.	Yenilenebilir enerji sistemlerinden olan güneş enerjisi kullanılabilir.
2	Arılıkta sistemin çalınma riski olabilir	Bununla ilgili bir alarm sistemi oluşturulması önerilmektedir.
3	Sensörlerden kaynaklı veri kayıpları yaşanabilir.	Daha hassas sensörler ve devrede kullanılacak filtre elemanlarıyla bu durum düzeltilebilir.
4	Kovana içerisine arılara zarar vermek ve ürettikleri balı yemek için fareler, yabancı arılar veya farklı kovan arıları girebilir. Bu durumda kovan içerisinde oğul verme dönemindeki gibi sıcaklık, nem ve ses te değişimler olabilir. Oğul verme ile karıştırılabilir.	Bu konuda verilecek bir eğitim bilgi eksikliğini giderecektir.
5	Yarışma kış döneminde yapılacağı için arıların yaz döneminde ki faaliyetlerini yerinde inceleme fırsatı bulamayabiliriz	Arı kovanını simüle eden bir ortam oluşturularak problem giderilecektir.

TEŞEKKÜR

Projenin yürütülmesi ve Teknofeste sunulması için gerekli desteği veren EBYÜ rektörlüğüne, Erzincan Valiliği ve bağlantılı olarak Özyiğit Tarım and Saf Petek Arıcılık'a, Projede ölçümlerin alınması için yardımcı olana Erzincan Arıcılar birliğine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

TÜİK, 2023.T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,» [Çevrimiçi]. Available: <https://Arastirma.Tarimorman.Gov.Tr/Aricilik/Link/2/Aricilik-Istatistikleri>. [Erişildi: 11 12. 2022].

Kösoğlu, M., 2017.Türkiye Arıcılığında Ana Arının Koloni Gelişimine Ve Arıcılık Ekonomisine Etkisi,» Tarım Ekonomisi Dergisi, Cilt 23, No. 1, Pp. 55-60,

Keskin, A., 2016. Balarısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinin Ana Arı Kabulünde Genotip, Koloni Ve Mevsimin Etkileri Üzerinde Bir Araştırma,» Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın,

Büyük M., 2017. Kırşehir İlindeki Arılıklarda Nosema Hastalığının Belirlenmesi, Türk Tarım - Gıda Bilim Ve Teknoloji Dergisi, No. 1, Pp. 1-5,

Büyük M., Türkiye’de Nosema Spp. Varlığına Yönelik Yapılmış Çalışmalar, Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi, Cilt 1, No. 2, Pp. 234-238, 2014.

Ferrari, M., 2008. Monitoring Of Swarming Sounds In Bee Hives For Early Detection Of The Swarming Period, Computers And Electronics In Agriculture, No. 64, Pp. 72-77,

**DOĞA VE MÜHENDİSLİK
BİLİMLERİNDE GÜNCEL
TARTIŞMALAR**

8

