ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİNDE GÜNCEL ARAŞTIRMALAR

HAZİRAN 2022

EDİTÖRLER

PROF. DR. TANER AKAR

PROF. DR. İSMET DAŞDEMİR

POF. DR. İBRAHİM CENGİZLER

gece kitaplığı

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel
Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı
Editörler / Edıtors • Prof. Dr. Taner AKAR
Prof. Dr. İsmet DAŞDEMİR
Pof. Dr. İbrahim CENGİZLER
Birinci Basım / First Edition • © Haziran 2022
ISBN • 978-625-430-208-4

© copyright
Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The r ight to publish this book belongs to Gece Kitaplığı. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Gece Kitaplığı / Gece Publishing
Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak Ümit Apt. No: 22/A Çankaya / Ankara / TR
Telefon / Phone: +90 312 384 80 40
web: www.gecekitapligi.com
e-mail: gecekitapligi@gmail.com



Baskı & Cilt / Printing & Volume
Sertifika / Certificate No: 47083

Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Güncel Araştırmalar

Haziran 2022

Editörler
Prof. Dr. Taner AKAR
Doç. Dr. Tugay AYAŞAN

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE TAHIL ÜRÜNLERİN ÜRETİMİ VE YETERLİLİK DÜZEYİ

Tuğçe SARIOĞLU 1

BÖLÜM 2

YEM KATKI MADDESİ OLARAK KULLANILAN VE FARKLI YÖNTEMLERLE ELDE EDİLEN ÇÖREKOTU (NİGELLA SATİVA) YAĞININ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ (ONCORHYNCHUS MYKİSS) HAYATTA KALMA, YEM DEĞERLENDİRME (FCR) VE NBT (NİTROBLUE TETRAZOLİUM) PARAMETRELERİNE ETKİLERİ

Nuran ÖZER, Önder AKSU, Başar ALTINTERİM 15

BÖLÜM 3

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE BUĞDAY

Hatun BARUT, Sait AYKANAT..... 27

BÖLÜM 4

SEBZE MİKROYEŞİLLİKLERİ: BRASSİCACEAE FAMİLYASI TÜRLERİ

Burcu TUNCER..... 65

BÖLÜM 5

ODUN ANATOMİSİNDE TRABEKÜLELERLE İLİŞKİLİ HOMOLOG YAPILAR

Davut BAKIR 89

BÖLÜM 6

SU ÜRÜNLERİNİN SEBEP OLDUĞU BAKTERİYAL GIDA ZEHİRLENMELERİ

Çiğdem TÜRKSÖNMEZ 125

BÖLÜM 7

HAYVANCILIK İŞLETMELERİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ FARKINDALIKLARI: ÇANAKKALE İLİ ÖRNEĞİ

Onur GÜLTAKIN, Bengü EVEREST 159

BÖLÜM 8

AKUAPONİK SİSTEMLERDE SU KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Arda ÖZEN, Nuray ÇİÇEK..... 173

BÖLÜM 9

SÜT TEKNOLOJİSİNDE BAKTERİYOFAJLARIN ÖNEMİ, İNAKTİVASYON TEKNİKLERİ VE PATOJENLER ÜZERİNE İNHİBİSYON ETKİLERİ

Fadime ATİK, Selda BULCA 187

BÖLÜM 10

HAYVANSAL ATIKLARIN YÖNETİMİ VE KONTROLÜ

Müge ERKAN CAN 205

BÖLÜM 11

AKUAPONİK SİSTEMLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ VE GELECEĞİ

Nuray ÇİÇEK, Arda ÖZEN 227

BÖLÜM 12

ODUN DIŞI ORMAN ÜRÜNLERİNİN YÖRE HALKINA KATKISI (MERSİN YÖRESİ ÖRNEĞİ)

Sevim İNANÇ ÖZKAN, İbrahim DAĞADUR 241

BÖLÜM 13

ÇİFTLİK HAYVANLARINDA KULLANILAN BAZI YEM KATKI MADDELERİ

Müzeyyen KUTLUCA KORKMAZ 263

BÖLÜM 14

KARAGÖL-SAHARA MİLLİ PARKI ZİYARETÇİ PROFİLİNİN BELİRLENMESİ

Sevim İNANÇ ÖZKAN, Ufuk GÖKSU 289

BÖLÜM 15

GERBERA (GERBERA JAMESONİİ BOLUS EX. HOOKER)'NIN DOKU KÜLTÜRÜ YOLUYLA ÇOĞALTILMASI

Emine KIRBAY, Fahriye ÖCAL ÖZDAMAR,

Gökçen BAYSAL FURTANA, Görkem Eren ÖZDEMİR 303

BÖLÜM 16

GTUNCELİ İLİNDE FAALİYET GÖSTEREN ALABALIK ÜRETİM TESİSLERİNDEKİ, GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARININ (ONCORHYNCHUS MYKİSS) KAN PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Kıvanç DALAR, Önder AKSU, Başar ALTINTERİM.....337

BÖLÜM 17

BALIK PATOJENİ OLANYERSİNİA RUCKERİ'YE KARŞI REZENE (FOENİCULUM VULGARE MİLLER) ESANSİYEL YAĞININ İN VİTRO ETKİSİ

Azime KÜÇÜKGÜL, Veysiye ERKİL 351

BÖLÜM 1

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE TAHIL ÜRÜNLERİN ÜRETİMİ VE YETERLİLİK DÜZEYİ

Tuğçe SARIOĞLU[1]

1 Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Hatay, Türkiye, 0000-0002-5119-8788, Sorumlu yazar: tkiziltug@mku.edu.tr, Orcid no: 0000-0002-5119-8788, tkiziltug@mku.edu.tr

1. Giriş

İnsanoğlu hem ekonomik olarak hem de yeterli beslenme konusunda mücadele etmektedir. Artan nüfus, gıda krizleri, ekonomik krizler ve kaynakların eşit ve adil kullanılamaması sonucu insanlar temel besin maddelerine ulaşımı zorlaşmaktadır. Tahıl ve tahıl ürünleri insanların temel besin kaynağı olan ekmek, makarna, pirinç, erişte gibi ürünlerin hammaddesidir ve günlük beslenme rutininde ağırlıklı olarak da tüketimi yapılmaktadır. Bu nedenle de ülkeler için stratejik önem arz etmektedir. Tahıl ürünleri pirinç, buğday, arpa, mısır, yulaf ve çavdardan oluşmaktadır. Tahıl ve türevleri günlük enerji ihtiyacının %55-65'i, kalori sağlamada bitkisel gıda maddeleri günlük diyetin %90'ını ve protein ihtiyacının bitkisel gıda maddelerinin %77'lik kısmını karşılanmaktadır (Şanlıer, 2013). Bu sebeple ülkeler ekilebilir arazileri içerisinde en fazla payı tahıllar almaktadır.

Dünyada 4,7 milyar ha tarım arazisinin (FAO, 2021) %15,1'i, ekilebilir arazilerin ise %52,1'i tahıl üretimi için kullanılmaktadır. Dünyada 2020 yılında yaklaşık 3 milyar ton tahıl üretilmekte ve bu üretimin %1,2'si de Türkiye aittir(FAO, 2021). Türkiye'de ise 37,7 milyon ha tarım arazisinin(FAO, 2021) %28,5'ini, ekilebilir arazilerin ise %54,9'unu tahıl üretimi için kullanılmaktadır.

Tahıl ve tahıl ürünleri insan beslenmesinde önemli olduğu kadar, yem sanayi, kozmetik, endüstri ve biyoyakıt üretimi gibi birçok gıda dışı kullanım alanlarına sahiptir. Kullanım alanlarındaki çeşitlilik, tahıl ürünlerinin üretimini ve dış ticaretini hem ekonomik, hem politik hem de stratejik olarak önemini artırmaktadır. Bu nedenle çalışmada tahıl ürün grubu olan pirinç, buğday, arpa, mısır, çavdar ve yulafın dünyada ve Türkiye'de üretimi ve dış ticareti konusu irdelenmiştir.

2. Dünyada ve Türkiye'de Tahıl Üretimi ve Dış Ticareti

2.1. Dünyada tahıl üretimi ve dış ticareti

Dünyada 4,7 milyar tarım arazisinin (FAO, 2021) %15,1'i, ekilebilir arazi içerisinde ise %52,1'ini tahıl üretimi için kullanılmaktadır. Ekilebilir arazi içerisinde önemli oranda yer tutan tahıl üretiminin yıllar itibariyle üretim alanı ve miktarları Tablo 1'de yer almaktadır. 20 yıllık süreçte dünya tahıl ekim alanı %9,5 oranında artış gösterirken, Türkiye'de ekim alanında %18,1 oranında azalış görülmektedir. Dünyada 2020 yılında yaklaşık 3 milyar ton tahıl üretimi gerçekleşmiş olup, bu üretimin %1,2'si de Türkiye tarafından üretilmiştir.

Tablo 1. Dünyada ve Türkiye'de tahıl üretimi

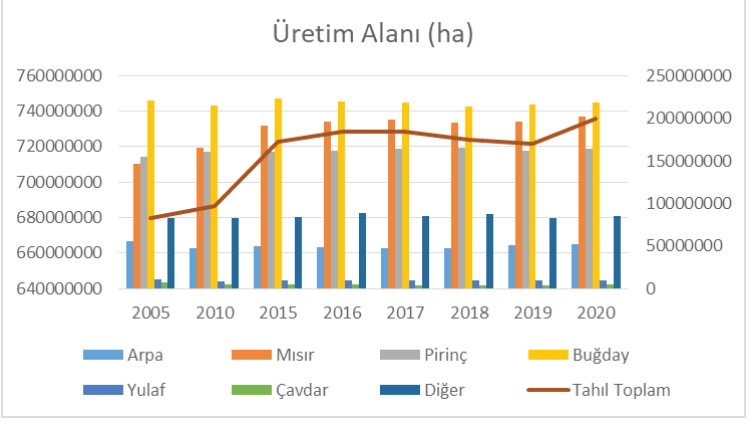
Yıl	Üretim Alanı (1000 ha)			Üretim Miktarı (1000 ton)		
	Türkiye	%	Dünya	Türkiye	%	Dünya
2000	13600	2,02	672246	32240	1,57	2058542
2005	13841	1,99	693839	36464	1,61	2266635

2010	12014	1,73	694305	32765	1,33	2461509
2015	11679	1,62	722983	38632	1,36	2833660
2018	10871	1,50	724053	34396	1,18	2906511
2019	10747	1,49	721486	34399	1,16	2963813
2020	11128	1,51	736009	37185	1,24	2996142

Kaynak: FAO, 2022.

Dünyada 2020 yılı verilerine göre en büyük tahıl üretim alanına sahip ülkeler sırasıyla; Hindistan (%13,8), Çin (%13,2), ABD (%7,2), Rusya (%6) ve Brezilya (%3,2)'dır. Türkiye bu sıralamada %1,5 oranı ile 16. sırada yer almaktadır. Dünyada en fazla tahıl üretim oranına sahip ülke %20,5 ile Çin'dir. Ardından ABD (%14,5), Hindistan (%11,2), Rusya (%4,3) ve Brezilya (%4,2)'dir. Türkiye ise dünya tahıl üretimin %1,2'sini karşılamakta ve 15. sırada yer almaktadır.

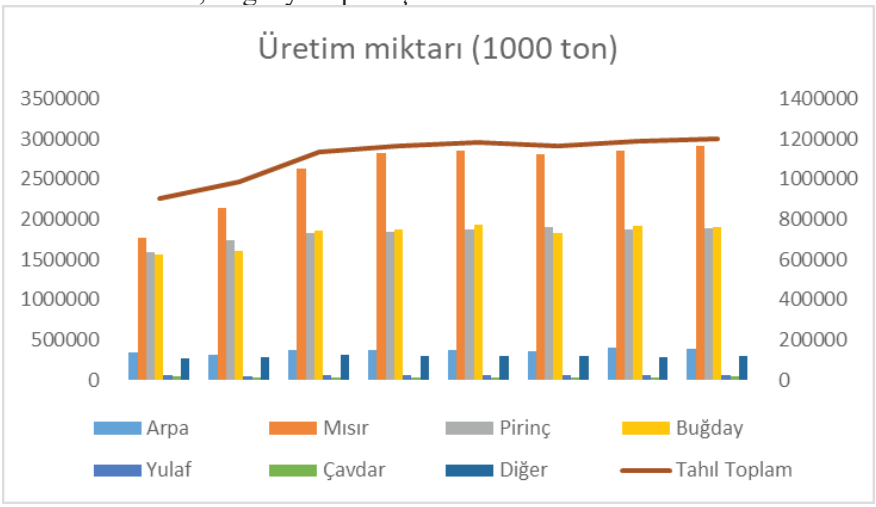
Dünyada tahıl grubu içerisinde 2020 yılı verilerine göre en fazla üretim alanına sahip olan ürünler buğday (%29,7), mısır (%27,4) ve pirinç (%22,3)'tir. Dünya arpa üretim alanı, 2005 yılına göre 2020 yılında %7 oranında azalış göstererek 51 milyon ha alanda üretim yapılmaktadır. Mısır üretim alanı 2005 yılına göre %37 oranında artış göstererek 201 milyon ha alana ulaşmıştır. Bu artışın sebebi ise hayvan yeminde, işlenmiş gıdalarda kullanılan şuruplarda ve enerji kaynaklarında kullanım taleplerinin artması ile üretim alanlarında artış yaşanmaktadır (Anonim, 2022). Pirinç üretim alanlarında 2005 yılına göre %5,7 artış ile 164 milyon ha alanda üretim yapılmaktadır. Pirinç dünyada buğdaydan sonra en çok tercih edilen tahıl ürünüdür. Buğday üretim alanları 2005 yılına %0,8 oranında azalarak 219 milyon ha alanda üretimi gerçekleşmektedir. Buğday dünyada en fazla üretilen ve kullanım alanları en geniş tahıl ürünüdür. Yulaf üretim alanı 2005 yılına göre %%13,5 oranında, çavdar üretim alanı ise %34,9 oranında 2020 yılında azalış göstermektedir. Toplam tahıl ürünlerinin üretim alanı 2005 yılına göre 2020 yılında ise %8,3'lük bir artış söz konusudur (Şekil 1).



Şekil 1: Dünya üretim alanları (ha) (FAO, 2022)

2020 yılı verilerine göre, arpa üretim alanı 51 milyon ha olup, en fazla üretim alanına sahip olan ülkeler, Rusya (%516), Avusturalya (%9,8) ve Türkiye (%6)'dir. Mısır üretim alanı 201 milyon ha olup, en fazla üretim alanına sahip ülkeler sırasıyla; Çin (%20,4), ABD (%16,5) ve Brezilya (%9)'dır. Türkiye 42. sırada yer almaktadır. Pirinç üretim alanı 164 milyon ha olup, en fazla üretim alanına sahip ülkeler sırasıyla; Hindistan (%27,4), Çin (%18,3) ve Bangladeş (%7)'tir. Türkiye pirinç üretim alanı sıralamasında 51. sırada yer almaktadır. Buğday üretim alanı 219 milyon ha olup ülkeler sırasıyla; Hindistan (%14,3), Rusya (%13,2) ve Çin (%10,7)'dir. Türkiye ise %3,2 oranında buğday üretim alanı ile 10. sırada yer almaktadır.

Dünyada 2005-2020 dönemine ait seçilmiş ürünlerin üretim miktarları Şekil 2'de sunulmuştur. 2005 yılı baz alındığında 2020 yılı üretim miktarları, arpa %15,1, mısır %64,4, pirinç %19,3, buğday %21,8, yulaf %7,3 ve toplam tahıl üretim miktarı ise %33,1 oranında artış göstermiştir. Çavdar üretim miktarında ise %1,2 oranında azalma görülmektedir. En fazla üretim miktarı artan ve tahıl grubu içerisinde oransal ağırlığa sahip ürünler ise mısır, buğday ve pirinçtir.



Şekil 2: Dünya tahıl üretim miktarları (1000 ton) (FAO, 2022)

Dünyada 2020 yılı verilerine göre, arpa üretim miktarı 157 milyon ton olup, bu üretimin %13,3'ü Rusya, %7,3'ü İspanya ve %6,9'u ise Almanya tarafından üretilmektedir. Türkiye ise %5,3'ünü üreterek dünyada 8. sırada yer almaktadır. Mısır üretim miktarı 1,1 milyar ton olup, en fazla üretim miktarına sahip ülkeler %31 ile ABD, %22,4 ile Çin ve %8,9 ile Brezilya'dır. Türkiye ise %0,6 üretim miktarı ile dünyada 24. sırada yer almaktadır. Pirinç üretim miktarı 756 milyon ton olup, en fazla üretim miktarına sahip ülkeler Çin (%18,7), Hindistan (%15,7) ve Bangladeş

(%4,8)'tir. Türkiye pirinç üretim sıralamasında %0,1'lik oranla 40. sırada yer almaktadır. Buğday üretim miktarı 760 milyon ton olup ülkeler sırasıyla; Çin (%17,6), Hindistan (%14,1) ve Rusya (%11,3)'dır. Türkiye ise %2,7 oranında buğday üretim miktarı ile 10. sırada yer almaktadır.

Dünya tahıl ürünlerinin dış ticaretine ait veriler Tablo 2'de sunulmuştur. Dünyada tahıl ürünlerinin dış ticaretinin 2000 yılına göre önemli ölçüde artış yaşanmıştır. Ülkeler hububat üretiminde kendine yeter olmaya ya da yönetilebilir bir seviyede olmayı amaçlamış olmaları, yaşanan artışları açıklayabilir. Çünkü üretimde yaşanılacak düşüşler rekolte kayıplarına, gıda güvenliğine neden olurken, birçok tarıma dayalı sektörü de olumsuz etkileyecektir. Bu nedenle ülke politikalarında önemli bir yer tahıl grubunda, üretimde yaşanacak yetersizlikler dış ticaretle denge sağlanabilir. İthalat miktarı 2000 yılına göre 20 yıllık süreçte %80,6, ihracat miktarı ise %86,6 oranında artış görülmektedir. İthalat değerinde ise yaklaşık 3 kat, ihracat değerinde ise yaklaşık 3,5 kat artış görülmektedir.

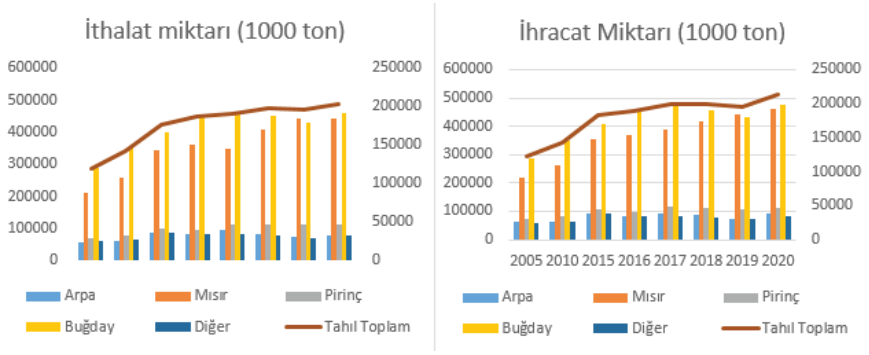
Tablo 2. Dünya tahıl ürünleri dış ticareti

Yıl	İthalat		İhracat	
	Miktar (1000 ton)	Değer (1000 US$)	Miktar (1000 ton)	Değer (1000 US$)
2000	270.960	40.860.268	273.881	35.502.177
2005	285.794	52.849.255	291.664	46.049.926
2010	340.401	96.860.608	342.540	87.307.473
2015	425.316	119.645.174	439.082	108.972.760
2018	473.535	127.757.692	480.788	117.383.509
2019	470.184	126.564.900	470.575	113.942.203
2020	489.301	132.762.293	510.957	124.105.009

Kaynak: FAO, 2022.

Dünyada tahıl ürünlerini en fazla ithal eden ülkeler, Çin (%7,3), Japonya (%4,8) ve Meksika (%4,3)'dır. Türkiye ise dünyada en fazla tahıl ithalatı yapan ülkeler arasında %2,7 oranı ile 10. sırada yer almaktadır. En fazla tahıl ürünleri ihracatı yapan ülkeler ise toplam ihracat miktarının %17,2'sini ABD, %10,1'ini Ukrayna ve %10'unu ise Arjantin gerçekleştirmektedir. Türkiye ise bu sıralamada %1 ile 18. sırada yer almaktadır (TRADEMAP, 2022).

Dış ticaret verileri ürün bazında incelendiğinde, 2005 yılı baz alındığında 2020 yılında arpa ihracat miktarı %47,2, mısır ihracat miktarı %113,1, pirinç ihracat miktarı %55,6 ve buğday ihracat miktarı ise %64,8 oranında artmıştır. Arpa ithalat miktarı %40,1, mısır ithalat miktarı %110,2, pirinç ithalat miktarı %62,4 ve buğday ithalat miktarı ise %59,4 oranında artış göstermiştir. Dünyada dış ticarete en fazla konu olan ürünler ise mısır ve buğdaydır (Şekil 3).



Şekil 3. Dünyada ithalat ve ihracat miktarları (FAO, 2022)

Dünyada 2020 yılında arpa dış ticaretinde 37,9 milyon ton ihracatının %20,7'si Fransa, %15,4' Ukrayna ve %15,1'de Rusya tarafından gerçekleştirilmiştir. Türkiye arpa ihracatında 37. sırada yer almaktadır. Arpa ithalatı ise 32,7 milyon ton olup, öncü ülkeler Çin (%24,6), Suudi Arabistan (%8,8) ve Hollanda (%8)'dir. Türkiye (%2,7) ise 9. sırada yer almaktadır. Buğday ihracat miktarı 192,8 milyon ton olup, en fazla ihracat yapan ülkeler Rusya (%18,8), ABD (%13,2) ve Kanada (%13,2)'dır. Türkiye ise 37. sırada yer almaktadır. Buğday ithalat miktarı ise 191,7 milyon ton olup, en fazla ithalat yapan ülkeler ise Endonezya (%5,4), Türkiye (%5,1) ve Mısır (%4,7)'dır. Dünya pirinç ihracat miktarı 47 milyon ton olup, bu ihracatın %2,9'u ABD, %1,1'i Brezilya ve %0,9'u ise Hindistan tarafından gerçekleştirilmektedir. Türkiye ise 39. sırada yer almaktadır. Pirinç ithalat miktarı ise 46,7 milyon ton olup, Meksika (%1,7), Nepal (%0,9) ve Venuzuela (%0,7)'dır. Türkiye ise dünya ithalat sıralamasında 6. sırada yer almaktadır. Mısır ihracat miktarı 192,8 milyon ton olup, %26,9'u ABD, %19,1'i Arjantin ve %17,9'u Brezilya tarafından gerçekleştirilmektedir. Türkiye %0,2 oranı ile dünya ihracat miktarı sıralamasında 23. sıradır. Dünyada toplam mısır ithat miktarı 185,2 milyon ton olup, toplam ithalatın %8,6'sını Meksika, %8,5'ini Japonya ve %6,6'sını ise Vietnam gerçekleştirmektedir. Türkiye dünya mısır ithalatı sıralamasında %1,2 oranı ile 21. sırada yer almaktadır (TRADEMAP, 2022).

Dünyada tahıl ürünlerinin ihracatın ithalatı karşılama oranları ürün özelinde Tablo 3'te incelenmiştir. Oranlar dış ticeret değeri üzerinden oluşturulmuş olup, ürünlerin yıllar itibariyle dış ticaret açığı oluşturduğu görülmektedir (arpa 2020 yılı dış ticaret fazlası hariç).

Tablo 3. İhracatın ithalatı karşılama oranı (%)

Ürünler	2005	2010	2015	2020
Arpa	91,9	88,2	92,3	103,2
Mısır	82,3	87,2	87,7	91,1
Pirinç	94,0	97,2	96,5	95,1
Buğday	85,5	88,5	90,1	92,4
Diğer	89,6	90,3	92,2	97,1
Tahıl Toplam	87,1	90,1	91,1	93,5

Dünya tahıl tüketim ve kullanım alanları miktarları 2013/14-2019/20 dönemleri arasında Tablo 4'te yer almaktadır. Dünyada 2013/14 yılı baz alındığında 2019/20 yılında tahıl stoku %48, üretim %7,2, ithalat %8,3, ihracat %27,6, gıdada kullanımı %10,9, yem sanayide kullanımı %17,2, sanayide kullanımı %8,3 ve toplam tüketim ise %12,3 oranında artış göstermektedir. tahıllarım diğer alanlarda kullanımı ise %3 oranında azalış göstermektedir. Dünyada tahıl üretiminden 2013/14 döneminde %32,2'si gıda, %41,4'ü yem ve %16,1'i de sanayi sektöründe kullanılırken, 2019/20 yılında %33,3' gıda alanaında, %45,3'ü yem sanayinde ve %16,3'ü ise sanayide kullanılmaktadır. Dünyada toplam üretim üzerinden tahılların kendine yeterlilik oranı hesaplandığında 2019/20 yılı %101,8 oranındadır. Bu oranla birlikte, dünyada tahıl üretiminin yeterli olduğu sonucuna varılmaktadır. Böylece dünyadaki üretimin, fertlerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek kadar tahıl ve tahıl ürünlerine sahip olduğu görülse de, dünyada açlık sorununun hala var olması adil bir paylaşım olmadığını göstermektedir.

Tablo 4. Dünya tahıl tüketim ve kullanım alanları miktarı

Tahıl (milyon ton)	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20
Açılış stokları	421	507,3	553,7	598,4	662,2	649,7	622,9
Üretim	2042,5	2091,5	2057,7	2190,5	2140,7	2142,8	2189,0
İthalat	329.4	337.6	343.5	356.8	367.2	368.8	356.8
İhracat	310,5	322,2	345,9	352,9	370,2	364,8	396,2
T. kullanıbilirlik	2463,5	2598,8	2611,4	2788,9	2802,9	2792,6	2812,5
Gıda	657,1	676,6	676,6	702,0	711,2	718,1	728,4
Yem	846,3	903,7	879,3	945,3	958,1	965,0	991,9
Sanayi	329,4	337,6	343,5	356,8	367,2	368,8	356,8
Diğer	123,4	127,1	113,7	122,7	116,6	117,7	119,7
T. Tüketim	1956,2	2045,1	2013,1	2126,7	2153,1	2169,7	2196,8

Kaynak: IGC, 2022.

2.2. Türkiye'de Tahıl üretimi ve dış ticareti

Türkiye 37,7 milyon tarım arazisinin (FAO, 2021) %28,5'ini, ekilebilir arazi içerisinde ise %54,9'unu tahıl üretimi için kullanılmaktadır. Türkiye'de ekilebilir arazinin yarısından fazlası tahıl üretimi için ayrılması,

tahıl üretiminin önemini kanıtlar niteliktedir. Toplumda fertlerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek yeterli besin maddesini bulabilmeli ve tüketebilmelidir. Bu durum gıda güvencesi için önemli bir şarttır. Bu bölümde Türkiye'de tahıl ürünleri üretiminin, fertlerin ihtiyaçlarını karşılaması sağlayıp sağlamadığı incelenecektir.

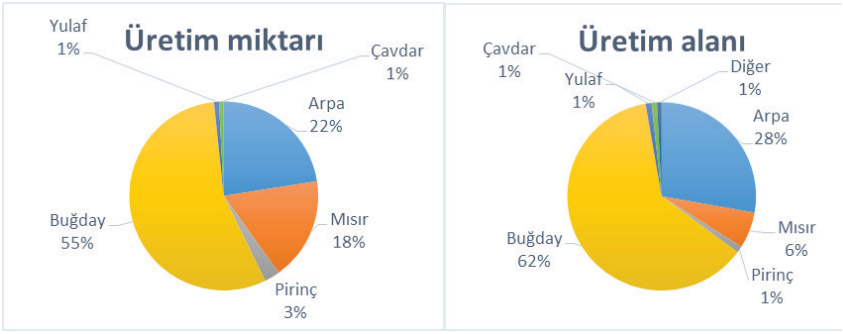
Tahıl üretiminin yıllar itibariyle üretim alanı, miktarları ve verim durumu Tablo 5'te yer almaktadır. 20 yıllık süreçte Türkiye'de ekim alanında %18,1 oranında azalış, üretim miktarında %15,3 oranında artış ve verim miktarında ise %40,9 oranında artış görülmektedir.

Tablo 5. Türkiye'nin tahıl üretim miktarı, alanı ve verim durumu

Yıl	Tahıl Üretimi		Verim (kg/ha)
	Üretim Alanı (1000 ha)	Üretim Miktarı (1000 ton)	
2000	13.600	32.240	2.371
2005	13.841	36.464	2.634
2010	12.014	32.769	2.727
2015	11.679	38.632	3.308
2018	10.871	34.396	3.164
2019	10.747	34.399	3.201
2020	11.128	37.185	3.341

Kaynak: FAO, 2022.

Türkiye'nin tahıl ürün grubu miktar ve alan oranları Şekil 4'te gösterilmektedir. Türkiye'de en fazla üretim alanına %62 oranla buğdaydır. Ardından %28 oranla arpa ve %6 oranla ise mısır yerini almaktadır. Ülkedeki üretim miktarında da sıralama %55 ile buğday, %22 ile arpa ve %18 ile mısırdır.



Şekil 4. 2020 yılına ait ürünlerin üretim miktarı ve alan oranları (FAO, 2022)

Türkiye'de en fazla alana sahip buğday genellikle kuru tarım arazilerinde üretilmektedir. Buğday ekili alanların %78'i kuru, %22'si sulu alanlardır (TMO, 2021). FAO verilerine göre buğdayın 2020 yılı 20,5 mil-

yon tondur. Buğdayın en fazla üretim yapıldığı bölgeler ise, İç Anadolu Bölgesi (%31,6), G. Doğu Anadolu Bölgesi (%20,7) ve Marmara Bölgesi (%13,8)'dir. Ülkede üretim alanı ve miktarı bakımından ikinci sırada arpa yer almaktadır (TMO, 2021). Arpanın üretim miktarı 8,3 milyon tondur ve en fazla yetiştirildiği bölgeler ise en çok %25,7 ile Batı Anadolu, %20,4 ile Orta Anadolu, %13 ile Ege, %11,9 ile Güneydoğu Anadolu bölgelerindedir (TEPGE, 2021) . Mısır üretim miktarı 6,5 milyon ton olup, en fazla üretiminin yapıldığı bölgeler ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi (%29,7), İç Anadolu Bölgesi (%26) ve Akdeniz Bölgesi (%25,2)'dir (TMO, 2021).

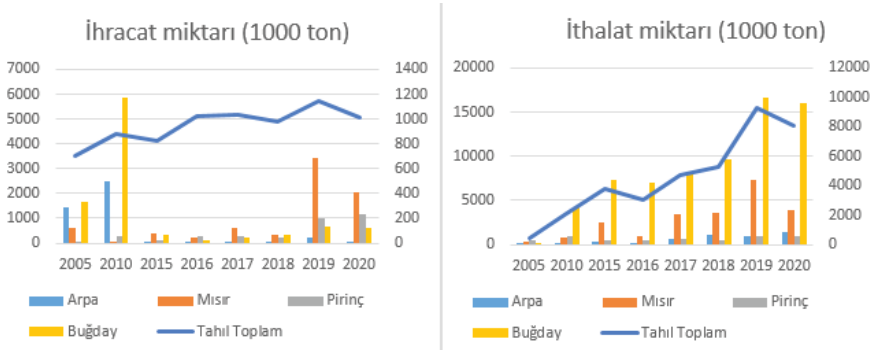
Türkiye tahıl ürünlerinin dış ticaretine ait veriler Tablo 6'da sunulmuştur. Türkiye'de tahıl ürünlerinin dış ticaretinin 2005 yılına göre önemli ölçüde artış yaşanmıştır. Özellikle Türkiye'nin ithalat değeri özellikle 2019-2020 yıllarında oldukça artmıştır. Bu artışın nedeni buğday ithalatının artışından kaynaklanmaktadır. İthalat miktarı 2005 yılına göre 2020 yılında 17,8 kat, ihracat miktarı ise 1,4 kat artış görülmektedir. İthalat değerinde ise 17,3 kat, ihracat değerinde ise 2,3 kat artış görülmektedir.

Tablo 6: Türkiye tahıl dış ticareti

Yıl	İhracat		İthalat	
	Miktar (ton)	Değer (1000 US$)	Miktar (ton)	Değer (1000 US$)
2005	3.523.116	546.686	752.432	189.608
2010	4.374.861	970.953	3.460.118	1.056.950
2015	4.110.429	1.111.133	6.300.525	1.667.127
2016	5.098.637	1.198.538	5.126.697	1.171.887
2017	5.155.844	1.185.140	7.878.279	1.726.709
2018	4.918.132	1.143.406	8.843.348	2.029.992
2019	5.724.261	1.427.822	15.450.276	3.528.670
2020	5.058.399	1.273.457	13.418.460	3.285.157

Kaynak: FAO, 2022

Dış ticaret verileri ürün bazında incelendiğinde, 2005 yılı baz alındığında 2020 yılında arpa ihracat miktarı %95,1 ve buğday ihracat miktarı ise %61,9 oranında azalış göstermiştir. Mısır İhracat rakamlarında yaklaşık 3 kat ve pirinçte ise 234 kat artış görülmektedir. İhracat miktarı en fazla artan ürün pirinç, en çok azalan ürün ise arpadır. İthalat miktarları incelendiğinde ise, en fazla ithalat mikarı artan ürün buğdaydır. 2005 yılı göre ithalat miktarı 71,2 kat artış göstermiştir. Ardından 17 kat artışla arpa, 10,5 kat artışla mısır ve 1,9 kat artışla da pirinç gelmektedir (Şekil 5).



Şekil 5: Türkiye tahıl ürünleri dış ticareti (FAO, 2022)

Türkiye, 2020 yılında arpa ithalatının en fazla yapıldığı ülkeler Rusya (%31,2), Fransa (%8,2) ve Ukrayna (%7,1) iken, ihracatının yapıldığı ülkeler ise İsrail (%49,9), Kıbrıs (%23,9) ve Lübnan (%13,1)'dır. Mısır ithalatının yapıldığı ülkeler Rusya (%27,4), Ukrayna (%25) ve Romanya (%17,9) iken, ihracatının yapıldığı ülkeler ise Irak (%42,1), Suriye (%13,4) ve Kıbrıs (%4,3)'dır. Buğday ithalatının en fazla yapıldığı ülkeler Rusya (%64,2), Ukrayna (%10,6) ve Kanada (%6,5) iken, ihracatın en fazla yapıldığı ülkeler ise Irak (%21,1), İtalya (%20,3) ve Fas(%15,5)'tır. Pirinç ithalatının en fazla yapıldığı ülkeler Çin (%26,2), Yunanistan (%10,8) ve İtalya (%9,9) iken, İhracatın en fazla yapıldığı ülkeler ise Irak (%30,7), Suriye (%22,4) ve Libya (%7,7)'dır. Türkiye'nin en fazla tahıl grubunu ihraç ettiği ülkeler ABD (%73,9), Irak (%12,3) ve Suudi Arabistan (%6,9) iken, en fazla ithal ettiği ülkeler ise Rusya (%28,4), Bulgaristan (%27,3) ve Avusturya (%11)'dir (TRADEMAP, 2022).

Türkiye'de tahıl ürünlerinin ihracatın ithalatı karşılama oranları ürün özelinde Tablo 7'de incelenmiştir. Oranlar dış ticeret değeri üzerinden oluşturulmuş olup, ürünlerin yıllar itibariyle dış ticaret açığı oluşturduğu görülmektedir. Özellikle 2015-2020 yıllarında ihracatın ithalatı karşılama oranlarında önemli bir düşüş olduğu görülmektedir. Arpa ve buğday ürünlerinde ise ihracatı ithalatı karşılamadığı görülmektedir. Bu nedenle tahıl üretimindeki artışın yeterli olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Tablo 7. Türkiye'de ihracatın ithalatı karşılama oranı (%)

Ürünler	2005	2010	2015	2020
Arpa	554,6	877,4	0,1	1,6
Mısır	58,5	2,4	5,1	17,6
Pirinç	0,3	9,7	8,9	40,0
Buğday	241,8	46,0	1,6	1,3
Tahıl Toplam	468,2	126,4	65,2	37,7

Türkiye tahıl tüketim ve kullanım alanları miktarları 2013/14-2019/20 dönemleri arasında Tablo 8'de yer almaktadır. Türkiye'de 2013/14 yılı baz alındığında 2019/20 yılında tahıl stoku %23,5, ithalat %217,9, ihracat %36,7, yem sanayide kullanımı %30,7, sanayide kullanımı %8,3, diğer alanlarda kullanımı %21,2 ve toplam tüketim ise %13,7 oranında artış göstermektedir. Tahılların üretiminde %9 azalış gözlenirken, gıdaya ayrılan oranda ise değişiklik yaşanmamıştır. Türkiye'de tahılların toplam kullanabilirlik düzeyi üzerinden 2013/14 döneminde %39,9'u gıda, %30'u yem ve %2,6'sı de sanayi sektöründe kullanılırken, 2019/20 yılında %32,9'u gıda alanında, %32,4'ü yem sanayinde ve %2,4'ü ise sanayide kullanılmaktadır. Türkiye'de toplam üretim üzerinden tahılların kendine yeterlilik oranı hesaplandığında 2019/20 yılı %75 oranındadır. Bu oran, Türkiye'de tahıl üretiminin iç talebi karılamaya yeterli olmadığını göstermektedir.

Tablo 8. Türkiye tahıl tüketim ve kullanım alanları

Tahıl (milyon ton)	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20
Açılış stokları	3,4	4,3	2,9	4,6	2,7	3,9	4,2
Üretim	36,6	31,9	37,7	34,4	35,2	33,5	33,3
İthalat	5,6	8,9	6,1	6,6	10,7	11,2	17,8
İhracat	4,9	4,6	6,2	6,8	6,8	6,8	6,7
T. kullanıbilirlik	45,6	45,1	46,8	45,5	48,5	48,6	55,3
Gıda	18,2	17,1	17,1	17,0	17,0	17,2	18,2
Yem	13,7	16,3	14,2	14,7	16,5	16,2	17,9
Sanayi	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
Diğer	3,3	2,9	3,6	3,2	3,1	2,8	4,0
T. Tüketim	36,4	37,5	36,1	36,1	37,8	37,5	41,4

Kaynak: IGC, 2022.

Sonuç

Tahıl ürünleri üretimi de en fazla ekili alana sahip olmaları, tüketimi, gıda dışı kullanım alanlarına talebi, dış ticareti ve sanayiye sağladığı hammadde açısından dünya tarım ürünleri piyasasında önemli bir yere sahiptir. Bu ülke ekonomileri ve politikaları içerisinde stratejik bir konumda yer almakta ve ülkeler tahıl ürünlerinde kendine yeterli hale gelmeyi tercih etmektedirler. Tahıl üretimi FAO verilerine göre, hem dünyada hem de Türkiye'de yıllar içerisinde artış göstermektedir. 2020 yılı verilerine göre, Türkiye'nin tahıl üretimi dünya üretim miktarının %1,2'sini oluşturmaktadır. Dünyada en fazla üretimi olan ürünler mısır, buğday ve pirinçtir. Ayrıca dış ticarete en fazla konu olan ürünler ise sırasıyla buğday ve mısırdır. Türkiye'de ise en fazla üretimi olan ürünler buğday, arpa ve mısır olmasına rağmen, aynı zamanda da en fazla ithalat yapılan ürünlerdir. Bu durumda Türkiye tahıl üretimini artırmasına rağmen hala talebi karşılamada oldukça yetersizdir. Türkiye iç talebi karşılamada kendine yeterli

hale gelememiş olması yenilikçi çalışmalardaki (biyo-yakıt vb) talepleri kısıtlayacaktır. Bunun yanı sıra, stok durumlarındaki yetersizlik, beslenme, besleme ve sanayiye olan taleplerdeki artış nedeniyle de sürdürebilirlik sağlanamamakta ve dış ticaret açıkları artmaktadır. Tahıl ürünlerindeki ihracatın ithalatı karşılama oranı yıllar içerisinde gittikçe azalması, Türkiye'nin dışa bağımlılığının ne oranda arttığının da göstermektedir. Ayrıca tahıl üretiminden gıda için ayrılan oran da yıllar içerisinde azalmaktadır. Bu durumun en büyük sebebi ise Türkiye'ye son yıllarda yapılan düzensiz göçler, yaşanan ekonomik krizler ve salgınlardır. Nüfustaki hızlı artış ve ekonomik kriz, beslenme yetersizliğine, fiyat artışlarına, satın alma gücünün düşmesine neden olurken, uzun vadede tarımsal ürünlerin üretimine de yansımaktadır. Bu etkilerin tarım ürünleri piyasasına geç yansıması, üretimdeki yetersizliği daha da artıracaktır.

Dünyada üretilen tahıl miktarının yeterli ve beslenme ihtiyacını karşılayabilecek düzeydedir. Fakat bu üretilen tahıl miktarının dağılımının adil olmaması ya da kaynakların değerlendirilememesi, artan nüfusun beslenmesini karşılamakta yetersizdir. Bu da temel gıda maddelerine bile ulaşıma da güçlük çeken ülkeleri akla getirmektedir. Son yıllarda dünyada gıda güvencesinin sağlanması için gerekli önlemlerin alınmasına dair çalışmalar öne plandadır. Gıda güvencesi sayesinde gıda üretiminin sürdürebilirliği ve ulaşılabilirliği sağlanabilir ve ülkelerde yeterli beslenme düzeyine ulaşılabilir. Artan dünya nüfusu talebi, ülkeler bazında kendine yeterlilikleri sağlanarak karşılanabilir. Bunun için Türkiye'de tahıl ürünlerinde kendine yeterli düzeyde olmadığı için, yurt içinde üretim teşvik etmek için ithalat kotaları konulmalı, mevcut tarım alanları korunmalı ve üretimde kullanılmalı, kalite ve verimliliği artırmak için ıslah çalışmalarına destekler verilmeli, kamu-sanayi işbirlikleri ile ürünlere katma değer kazandırılarak ihracata yönlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Anonim, (2022). https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/M%C4%B0LL%C4%B0%20TARIM/MISIR%20KASIM%20B%C3%9CLTEN%C4%B0.pdf Erişim tarihi: 15.03.2022

FAO, (2022). https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL Erişim Tarihi: 14.03.2022

FAO, (2022b). https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS Erişim Tarihi: 31.03.2022

IGC, (2022). https://www.igc.int/en/markets/marketinfo-sd.aspx Erişim Tarihi: 13.04.2022

Şanlıer, N. (2013). Tam tahıllar ve sağlık = Ekmek, Standart Ekonomik ve Teknik Dergi, 70-75.

TEPGE, (2021). https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF C3%9Cr%C3%BCn Raporlar%C4%B1/2021 %C3%9Cr%C3%BCn Raporlar%C4%B1/Arpa Raporu 2021-339 TEPGE.pdf Erişim Tarihi: 29.03.2022

TMO, (2021). https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2020.pdf Erişim Tarihi: 29.03.2022

Topal, A., Sade, B., Soylu, S., Akar, T., Mut, Z., Ayrancı, R., ... ve Yılmazkart, M. (2015). Ulusal Hububat Konseyi, Arpa-Çavdar-Yulaf-Tritikale Raporu. *Ulusal Hububat Konseyi, Türkiye*, 59-70.

TRADEMAP, (2022). https://www.trademap.org/Index.aspx Erişim Tarihi: 30.03.2022

BÖLÜM 2

YEM KATKI MADDESİ OLARAK KULLANILAN VE FARKLI YÖNTEMLERLE ELDE EDİLEN ÇÖREKOTU (*NİGELLA SATİVA*) YAĞININ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ (*ONCORHYNCHUS MYKİSS*) HAYATTA KALMA, YEM DEĞERLENDİRME (FCR) VE NBT (NİTROBLUE TETRAZOLİUM) PARAMETRELERİNE ETKİLERİ*

Nuran ÖZER[1]

Önder AKSU[2]

Başar ALTINTERİM[3]

1 Munzur Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi, Tunceli, Türkiye, nuranozer62@hotmail.com

2 Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye, onderaksu@munzur.edu.tr, Orcid: 0000-0003-3735-6732

3 Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Doğanşehir Vahap Küçük Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Bölümü, Doğanşehir, Malatya, Türkiye.basar.altinterim@ozal.edu.tr, Orcid: 0000-0003-4544-2163

Not: Yüksek lisans öğrencisi Nuran ÖZER'in YÖK Başkanlığı 564929 numaralı tezinden özetlenmiştir ve Bu çalışma Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: YLMUB018-02.

1. GİRİŞ

Balık, yüksek oranda besleyici ve zengin bir hayvansal protein kaynağıdır. Balıkçılığın iyileştirilmesi ve tatlısu kaynaklarından maksimum verim elde etmek için, balıkların hızlı bir şekilde büyüdüğü ve mümkün olan en kısa sürede azami ağırlığa ulaştığı suni yem sağlanması gerekmektedir. Yaygın olarak kullanılan yem içerikleri arasında balık unu olarak kabul edilir. Balığın protein gereksinimine uygunluğundan dolayı en iyi içerikler. Balık yemi bitkisinde daha ucuz olan bitkisel içerikli balık unu ile balık yemi yerinin değiştirilmesi, artan maliyet ve balık unu bulunmamasından dolayı gereklidir (Higgs ve ark., 1995).

Diğer hayvansal gıda üretim sektörleriyle karşılaştırıldığında, kültür balıkçılığı büyümesi gerçekten görülmeye değerdir (FAO, 2016). Şu anda, insanlar tarafından tüketilen üç balıktan biri kültür balıkçılığından gelmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğinin düşük maliyetli yem dâhil olmak üzere birçok faktöre bağlı olduğunu belirtmekte fayda vardır. Yem, kültür balıkçılığındaki toplam işletme maliyetinin yaklaşık % 60'ını oluşturur; bu nedenle, kültür balıkçılığının dikkat çekici büyümesine, daha ucuz yemlerin geliştirilmesi ile büyük ölçüde fayda sağlanılacaktır. Yem üreticisinin, daha düşük maliyetle yem hazırlama çabaları doğrudan balık çiftçilerinin ekonomisine yansıyacaktır. Balık unu, balık diyetindeki başlıca protein bileşenlerinden biridir, protein içeriği bakımından zengin, uygun şekilde dengelenmiş esansiyel amino asit profili ve mükemmel besin sindirilebilirliğine sahiptir. Yakın zamana kadar, balık yemi önemli bir protein bileşeni olarak hazırlanmıştır, çünkü genellikle balıkçılık için balık unu gereksiniminin yaklaşık % 30 ila 40 arasında olduğu ve etçil balıklar için de % 40'tan fazla olduğu konusunda üreticiler hemfikirdir. Bununla birlikte, balık yemi arzının pazardaki yüksek talebi ve pazardaki yüksek fiyatları ile birlikte önemli ölçüde düşmesi nedeniyle (Edwards ve ark., 2004; De-Silva ve Hasan, 2007; Hung ve ark., 2007), hem omnivor hem de etçil balıklar için balık unu ekleme seviyeleri şu anda önemli ölçüde azalmıştır (Hardy, 2010). Özellikle yüksek maliyetler nedeniyle balık ununa bir alternatif olarak, birçok yazar, balık yemi ile karşılaştırıldığında daha ucuz göründüğü için bitki bazlı protein bileşenlerini önermektedir. Ancak, balık ununa uygun bir alternatif olması için, öne sürülen bileşen daha önce belirtilen balık yemine eşit özelliklere sahip olmalıdır. Bu bağlamda, balık diyetindeki balık unu yerine geçen bitki proteinlerinin kullanımı için aşağıdaki kriterlere dayanarak buna katılmayabilir: Bitki bileşenlerinin bazıları esansiyel amino asit profili olarak yetersizdir, daha az besin sindirilebilirliğine sahiptir, daha az besin maddesi bulunur, biyo-lif ve nişasta gibi yüksek düzeyde çözünmeyen karbonhidrat seviyeleri nedeniyle elde edilebilirlik zordur ve daha az lezzete sahiptir (Dani, 2018).

Bir formüle edilmiş balık yemine, göreceli olarak yüksek karbonhidrat seviyesine sahip yem maddelerinin eklenmesi, diyet maliyetini düşürmesi ve etkin protein koruyucu etkisi nedeniyle tercih edilir. Balık yeminde bitki protein takviyelerinin kullanımının artması balık unu maliyetini azaltabilir. Araştırma, yemin kalitesini düşürmeden, balık unu yerine daha az pahalı ve hazır olan kaynakları kullanmaya odaklanmıştır (Rumsey, 1993; EI-Sayed, 1999).

Doğa, her zaman bir arada bulunma fenomenini gösteren altın bir işarettir. Bitkilerden, hayvanlardan ve minerallerden elde edilen doğal ürünler, insan hastalıklarının tedavisi için temel oluşturur (Firenzuoli ve Gori, 2007). Ayrıca, bazı bitkiler önemli bir beslenme kaynağı olarak kabul edilir ve bunun bir sonucu olarak zencefil, yeşil çay, ceviz ve diğer bazı bitkiler değerli terapötikler olarak da tavsiye edilirler. Hatta aspirin ve diş macunu örneğinde olduğu gibi, diğer bazı bitki türevleri ilaç ve kozmetik sanayi için önemli bir kaynak olarak kabul edilirler (Hassan, 2012).

Farklı bitkilerin sentezinde kullanılan aktif maddelerin özütlenmesinde hammadde olarak kullanılan şifalı bitkiler, laksatiflerde olduğu gibi, kan sulandırıcı, antibiyotik ve sıtma önleyici ilaçlar bitkilerden elde edilen bileşenleri içerir. Ayrıca, yüksük otu, deniz salyangozu, porsuk ve afyon haşhaşından izole edilen taxol, vincristine ve morfin aktif maddeleri de gene bitkilerden elde edilmektedir. Dünyada yarım milyon bitki hala tıbbi araştırmalarda kullanılmamıştır, bu nedenle pek çok bitki gelecek vaad etmektedir (Hassan, 2012). Tıbbi bitkilerin kullanımına yapılan vurgu, şimdiye kadar hastalıkların önlenmesinden ziyade tedaviye odaklanmıştır. Bununla birlikte, literatürde son zamanlarda tıbbi bitkilerin ve bileşenlerinin hastalık önlenmesinde kullanımı ile ilgili araştırma çalışmaları hakkında önemli bir rapor bulunmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Uzman Grubu, Geleneksel Tıp'ı, fiziksel, zihinsel ya da sosyal dengesizliklerin teşhisinde, önlenmesinde ve ortadan kaldırılmasında kullanılan ve açıklanıp kullanılmayacağına bakılmaksızın, tüm pratik uygulama ve gözlemlere dayanarak, tüm bilgi ve uygulamaların kuşaktan kuşağa, sözlü veya yazılı olarak aktarılan toplamı olarak tanımladı (WHO, 1976)

Geleneksel tıpta uzun yıllardır birçok bitki kullanılmaktadır. Bazıları, etkinliklerini doğrulamak için yeterli bilimsel veri olmasa da (örneğin çift kör denemeler) işe yarayabilir. Bu tür bitkiler şifalı bitkiler olarak nitelendirilmelidir. "Doğal veya biyolojik kaynaklı ham ilaçlar" terimi, eczacılar ve farmakologlar tarafından tıbbi özellikleri olan bitkilerin tamamını veya bitki kısımlarını tanımlamak için kullanılır (Evans, 2008; Sofowora, 2008; Sofowora ve ark., 2013):

Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda, geleneksel sağlığın ve şifalı bitkilerin, sağlığın korunmasında normatif bir temel olarak kullanımı yaygın

olarak gözlenmektedir (UNESCO, 1996). Ayrıca, sanayileşmiş toplumlarda şifalı bitkilerin kullanımına olan bağımlılığın artması, bu bitkilerden ve ayrıca geleneksel olarak kullanılan kırsal bitkisel ilaçlardan, çeşitli ilaçların ve kemoterapötiklerin çıkarılması ve geliştirilmesine gidilmiştir (UNESCO, 1998).

Bitkilerle tedavilerde elde edilen sonuçların değerlendirmesindeki hatalardan en büyüğü bitkiyi sadece bir madde olarak görme yanılgısına düşülmesi ve etkinin tamamının o maddeyle ilişkili olduğunun yanılgısıdır. İçerisindeki maddelerin etkisini tek yönlü düşünmek mümkün değildir. Bunları birleştirilmiş bir vitamin, mineral ve antibiyotik vs. den oluşmuş bir kapsül olarak düşünmek gerekir. İçerisinde bazı etken maddelerin diğerlerine oranla yüksek oluşu o maddenin etkisinin vücutta daha güçlü olacağını göstermiştir (Aksu ve Altınterim, 2015; Altınterim ve Aksu, 2019; Altınterim ve Aksu, 2020).

Örneğin, kantaron bitkisinin hidrosolünün veya aromaterapi yağının kullanım miktarı, saklama koşulları, kullanılabileceği hastalık tipleri ve kullanım sıklığına riayet edildiği müddetçe belirli yıkıcı bir yan etki görülmeyeceği anlaşılmıştır. Unutulmamalıdır ki bir bitkinin etkisi ile içerisindeki etken maddeye özgü özel çözücülerle ekstrakte edilmiş etken maddelerin etkisi bir değildir (Aksu ve Altınterim, 2015).

Balıklar bakteri, parazit, su sıcaklığı, oksijen içeriği, pH ve benzeri gibi çevresel faktörlere bağlı olarak hematolojik parametrelerde değişiklik gözlenen yaratıklardır. Balıklarda hematolojik değerleri mevsimsel değişikliklerin etkileri, sıcaklık ve iklim değişiklikleri, sudaki değişiklikler etkiler (Atamanalp ve Yanık, 2003). Bunun dışında yoğun stoklama ve beslenme şekilleri de hematolojik parametreler üzerinde etkiye sahiptir (Harikrishnan ve ark., 2010; Altınterim ve ark., 2018a, b; Bektaş ve ark., 2018; Altınterim ve Aksu, 2021).

Alternatif bitkilerin hem sağlık ve hem de beslenme alanında balıklar üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla, bu çalışmada yem katkı maddesi olarak kullanılan ve farklı yöntemlerle elde edilen çörekotu (*Nigella sativa*) yağınınn gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) hayatta kalma oranlarına, yem değerlendirme oranlarına (FCR) ve kandaki NBT parametrelerine etkilerinin çalışılması bir yüksek lisans tez konusu olarak düşünülmüştür.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Deney Düzeneğinin Hazırlanması ve Deneme Gruplarının Oluşturulması

Bu çalışmada materyali gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) oluşturmaktadır. Çalışmanın yürütülmesi için ortalama ağırlığı 100 gr

olan, 100 adet balık alınarak Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan kapalı devre tank sistemine (Şekil 2.1), her bir grupta 10 ar balık şekilde ve 3 tekerrürlü olacak şekilde yerleştirildi. Bununla birlikte yaşanan elektrik kesintisi sonucu balıkların büyük çoğunlu oksijensiz kalarak öldüğü için tekrar balık teminine gidildi. İkinci defa 100 g büyüklüğünde balık temin edilemediği için çalışmada yaklaşık ortalama ağırlığı 299,9±0,52 g olan balıklar kullanılmak zorunda kalındı.

Eldeki balık sayısı da yeterli olmadığından çalışma 3 tekerrürlü değil de tek tekerrürlü olacak şekilde dizayn edildi. Bu amaçla her deneme grubuna 10 balık olacak şekilde, 1 kontrol grubu, Grup 1 (soğuk sıkım çörek otu yağı ekli yem ile besleme grubu) ve Grup 2 (masere çörek otu yağı ekli yem ile besleme grubu) oluşturuldu (Şekil 2.1.)

Balıkların canlı ağırlıkları hassas terazi ile g (gram), uzunlukları ise 1 mm hassasiyetli ölçüm cetveli kullanarak mm olarak ölçüldü. Balıkların başlangıç boy ve ağırlıkları deneme gruplarına göre Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. *Deneme gruplarına göre balıkların başlangıçtaki boy ve ağırlıkları (± değerler standart sapmaları göstermektedir).*

Kontrol		Grup 1		Grup 2	
Boy (mm)	Ağırlık (g)	Boy (mm)	Ağırlık (g)	Boy (mm)	Ağırlık (g)
319,1±18,05	310,3±62,06	316,7±20,92	310,2±66,41	314,1±11,17	278,9±24,46



Şekil 2.1. *Çalışmanın yapıldığı kapalı devre sistemi.*

2.2. Yemlerin Hazırlanması

Kontrol grubundaki balıklara 3 mm'lik ticari alabalık pelet yemi herhangi bir ekleme yapılmadan verildi. 1. deneme grubuna soğuk sıkım çörek otu yağı yemlere % 2 oranında katılarak ve 2. deneme grubundaki yemlere de % 2 oranında masere çörek otu yağı katılarak yemler hazırlandı (Şekil 2.2).

Yemlere katılan soğuk sıkım ve masere çörek otu yağları, Altınterim Kırkambar Bitki Çarşısı'ndan temin edildi.



Şekil 2.2. *Yağlarının yeme karıştırılmak üzere hazırlanması (Orjinal).*

Çalışma sonundaki yem tüketimini tespit etmek amacıyla, yemleme yapılmadan önce her bir yem grubu ayrı ayrı tartıldı. Çalışma sonunda kalan yemler tekrar tartılarak toplam yem tüketimi her grup için tespit edildi.

Hazırlanan yemler 21 gün boyunca alabalıklara günde bir kez doyuncaya kadar verildi.

Balıkların yem değerlendirme oranlarının (FCR: Food Conversion Ratio) belirlenmesi amacıyla balıkların deneme başlangıcındaki ve deneme sonundaki ağırlıkları ile tüketilen yem miktarı belirlenerek Hoşssu ve ark. (2003) geliştirdiği formülle hesaplandı.

FCR= Tüketilen Yem miktarı (g)/ Ağırlık Kazancı (g)

Bu Tezin yürütülebilmesi için, İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Deney Hayvanları Etik Kurulu tarafından 2018/A-02 referans numaralı belge alınmıştır.

Balıkların kan numunelerindeki NBT değerlerini bulmak amacıyla kan 15 dakika içerisinde lamel üzerine damlatılarak nemli petri kutusuna konuldu ve nötrofillerin cama yapışmalarını sağlamak için oda sıcaklığında (22 ºC) 40 dk. inkübe edildi. İnkübasyondan sonra, cama yapışan nötrofiller dışındaki kan hücreleri Phosphat Buffered Saline (PBS), (pH 7,2) ile yavaşça yıkanarak lamelden uzaklaştırıldı. PBS ile yıkanan lamel cama yapışan nötrofiller ve bazı monositler altta kalacak şekilde, üzerine 50Pl NBT (‰8,5 NaCl'de ve ‰2'lik) solusyonu damlatıldı, lam üzerine kapatılarak oda sıcaklığında 40 dk. inkübe edildi. Daha sonra spektrofotometre (Hach Lange DR6000) ile NBT analizi yapıldı.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 24.0 istatistik programı kullanıldı ve One vay anova testi ile $p < 0,05$ güven aralığında yapıldı.

3. BULGULAR

3.1. Hayatta Kalma Oranları

21 günlük çalışma sonunda deneme gruplarındaki balıkların ölüm durumlarına göre hayatta kalma oranları bulunmuştur. Kontrol grubunda 4 ve Grup 1'de 1 balık ölümü olurken, Grup 2'de hiç ölüm vakasına rastlanılmamıştır. Bu sonuçla hayatta kalma oranları kontrol grubunda % 60, Grup 1'de % 90 ve Grup 2'de % 100 oranlarında gerçekleşmiştir.

3.2. Balıkların Yem Değerlendirme Oranları (FCR)

Çalışma sonunda en iyi FCR oranı Kontrol grubunda gözlemlenmiş (1,14), onu Grup 2 (1,25) takip etmiş ve en kötü FCR oranı Grup 1'de elde edilmiştir (1,44). Balıkların çalışma sonundaki boy ve ağırlıkları ile FCR oranları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. *Deneme gruplarına göre balıkların deneme sonundaki boy ve ağırlıkları ile FCR oranları.*

Balık sırası	Kontrol		Grup 1		Grup 2	
	Boy (mm)	Ağırlık (g)	Boy (mm)	Ağırlık (g)	Boy (mm)	Ağırlık (g)
0. Gün	319,1±18,05	310,3±62,06	316,7±20,92	310,2±66,41	314,1±11,17	278,9±24,46
21 Gün	330±1,58	349,17±63,09	320,55±1,99	333,89±64,98	317±1,01	310,5±25,87
FCR	1,14		1,44		1,25	

3.4. NBT Analizleri

NBT analiz sonuçları incelendiğinde kontrol grubu ile Grup 2'nin (K^{NBT}=0,958±0,24, $G2^{NBT}$=0,904±0,26) değerlerinin birbirine çok yakın olduğu, Grup 1'in değerlerinin ($G1^{NBT}$=0,773±0,14) ise daha düşük olduğu görülmüştür.

4. TARTIŞMA

Tıbbi bitkilerin balıkların bağışıklık sistemi ve büyüme performansı üzerindeki etkisi bir çok çalışmalarda araştırılmıştır (Bektaş ve ark., 2018).

Zeytinyağı kullanılan benzer bir çalışmada, topaklanmış zeytinyağı grubunda NBT değerlerinin düşmesi ile paralel bir durumla sonuçlanan lökosit değerlerinde bir azalma gözlenmiştir. Bu azalma, masere yağın bağışıklık sistemini baskıladığını göstermektedir (Mourente ve ark., 2005; Kimura ve ark., 2010).

Altınterim ve Dörücü (2013), çörekotu içinde bulunan transdermalin nigellin, nigellon ve timo-kinon gibi immüno-uyarıcıların NBT seviyelerini artırabileceğini söylemişlerdir. Bu çalışmadaki sonuçlar bu bilgiyle uyuşmamaktadır. Bu çalışmada masere yağ grubundaki NBT seviyesi kontrol grubundan daha düşüktür. Soğuk sıkım yağ grubundaki düşüş ise oldukça fazladır. Bunun sebebi Altınterim ve Dörücü (2013)'ün çalışmalarındaki çörek otu etken maddesini direk olarak balığa vermeleri sonucu bu etken maddelerin daha fazla nüfuz etmiş olması, bu çalışmada ise yem ile beraber verilen yağdan etken maddelerin yeterince alınamamış olması olabilir.

Ferreira ve ark. (2015), tilapialar üzerinde yapılan çalışmada da benzer bulgular bulmuşlardır. Spesifik olmayan bağışıklık sisteminin belirleyicisi olan NBT değeri, zeytin yağındaki azalmış ve riviera ve sızma zeytinyağı gruplarında ise istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmıştır. Bu çalışmada da bu duruma benzer farklılıklar ortaya çıkmıştır. Daha saf olan soğuk sıkım grubunda (Grup 1) NBT değerleri kontrol grubuna oranla düşerken, masere yağ grubunda yükselmiş ve kontrol grubuna yakın değere ulaşmıştır.

El-Deen (2014), Pseudomonas tarafından septisemiye uğrayan Nil tilapyalarına (*Oreochromis niloticus*) çörekotu katkılı besinler vermiş, bazı enfeksiyon hastalıklarına karşı dirençlerinin ve hayatta kalma oranlarının % 3 civarında arttığını bulmuştur. bu çalışmada da benzer şekilde çörek otu yağı katkılı besin ile beslenen deneme gruplarındaki balıkların hayatta kalma oranlarının, kontrol grubuna göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda, çörek otunun metanolik ekstraktının yeme kg başına 0,1 veya 0,5 oranında katılmasının büyüme performansında artışa neden olduğunu ve FCR oranlarını düşürdüğünü bulmuşlardır (Abd Elmonem ve ark., 2002; John ve ark., 2007; Abdelwahab ve El-Bahr, 2012; Altunoğlu ve ark., 2017). Öz ve ark. (2018), yine gökkuşağı alabalığının büyüme performansı üzerine yeme farklı oranlar-

da katılan çörek otu yağının etkisini çalışmışlar ve çörek otu yağı oranı arttıkça FCR değerinin düştüğünü bulmuşlardır. FCR değeri türün farklı boylarına, farklı yetiştirme koşullarına ve yemin içeriğine göre değişmektedir. FCR ağırlık artışının bir ölçüsünün olması dışında sağlıklı, kaliteli ve kısa sürede pazara ulaşabilen balıkların da üretilmesini sağlar (Korkut ve ark., 2007). Bu çalışmada elde edilen FCR değerleri diğer araştırmacıların bulduğu değerlere göre çok daha yüksektir. Bu çalışmada kullanılan balıklar 300 g ağırlıkları geçmiş oldukları için bu araştırmacıların elde ettikleri FCR değerleri yakalanamamıştır. Bunun nedeni gökkuşağı alabalıklarında sofralık boy olan 200-250 g büyüklüğe hızlı ulaşmaları ve bundan sonra büyümenin ve yem değerlendirme oranın düşmesi olabilir. Diğer taraftan Öz ve ark. (2018) çalışmalarını havuzlarda yürütmüşler, bu çalışma ise laboratuar ortamında ve kapalı devre sistemde yürütülmüştür. Ortama yeterince güneş ışığının girmemesi ve aydınlatmanın da yetersiz olması nedenleriyle yemi görerek alan ve tabandan yem almayan alabalıkların, yemi göremedikleri ve atılan yemin tamamının değerlendirilemediği sonucuna da varılabilir.

Bu çalışmada soğuk sıkım yöntemi ve masere yöntemi ile elde edilen çörek otu yağı ticari alabalık pelet yemine yem katkı maddesi olarak katılmıştır. Balıkların özellikle masere yağ katkılı yemleri daha fazla tükettikleri görülmüştür. Çalışmada küçük balıkların ölmesi sonucu mecburi olarak kullanılan büyük balıklar nedeniyle büyüme anlamında daha iyi sonuçlar elde edilememiş olabilir. Bununla birlikte elde edilen sonuçlar da ümit vericidir.

Çörek otu oldukça önemli bitkidir. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler değerlendirilmeli ve daha farklı balıklarda, çeşitli büyüklük ve cinsiyetteki balıklarda da çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmanın doz artırımı yapılarak ve yağın farklı yollardan balıklara verilmesi şeklinde yeniden yapılması önemli bilgiler sağlayabilir.

KAYNAKLAR

Abd Elmonem, A., Shalaby, S.M.M., El-Dakar, A.Y., 2002. Response of red tilapia to different levels of some medicinal plants by-products: black seed and roquette seed meals. *Proceeding of the 1st Conference on Aquaculture El Arish*, 2002, 247–260, (in Egypt).

Abdelwahab, A.M., El-Bahr, S.M., 2012. Influence of black cumin seeds (*Nigella sativa*) and turmeric (*Curcuma longa* Linn.) mixture on performance and serum biochemistry of Asian Sea Bass, *Lates calcarifer*. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 4(5): 496-503.

Aksu, Ö. ve Altınterim, B., 2015. Kantaron otu (*Hypericum perforatum*) ve hiperisin. *Bilim ve Gençlik Dergisi,* 3(1): 58-64.

Altınterim, B., Dörücü, M., 2013. The Effects of *Nigella sativa* oil on the Immune System of Raınbow Trout with Different Application Methods. *Journal of FisheriesSciences.com,* 7(3): 209-215.

Altınterim, B., Kutluyer, F., Aksu, Ö., 2018a. Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi (ORAK) Seviyeleri Farklı Bitki Masere Yağlarının Yoğun Stoklanmış Gökkuşağı Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) Bazı Kan Parametrelerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi,* 13(1): 63-69.

Altınterim, B., Öztürk, E., Kutluyer, F., Aksu, Ö., 2018b. Yeşil Çay Yağının Gökkuşağı Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) Yem Değerlendirme Oranına ve Hematolojik Parametrelerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi,* 13(2): 159-164.

Altınterim, B., Aksu, Ö., 2019. Masere sarımsak (*Allium sativum* Limne) ve Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelianum* Kollman) yağlarının yoğun stoklanmış gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss* W.) bazı kan parametrelerine ve NBT (Nitroblue Tetrazolium) seviyelerine etkileri. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21(2): 716-723.

Altınterim, B., Aksu, Ö., 2020. Effects of Macerate Oil of Garlic (Allium sativum, Limne), Tunceli Garlic (Allium tuncelianum, Kollman) and Oninon (Allium cepa, Limne) on Antioxidant Enzyme Activities of Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss L.). Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences. 5(1): 61-65.

Altınterim, B., Aksu, Ö., 2021. Effects of flax seed (*Linum usitatissimum*) and chia seed (*Salvia hispanica*) macerated oils on the feed conversion ratio (FCR) and hematological parameters of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss L.). Eds:Yücel Banu, Tolon Mustafa Tolga, Akademisyen Yayınevi, 132 p.

Altunoğlu, Y.Ç., Bilen, S., Ulu, F., Biswas, G., 2017. Immune responses to methanolic extract of black cumin (*Nigella sativa*) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology,* 67: 103-109.

Atamanalp, M., Yanık, T., 2003. Alterations in hematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to mancozeb. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences,* 27: 1213-1217.

Bektaş, Z.H., Savaşer, S., Akçimen, U., Ceylan, M., Yener, O., Bulut, C., 2018. Using of Black Cumin Seed Powder (*Nigella sativa*) as Immunostimulant and Growth Promoter in Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Turkish Journal Fisheries and Aquatic Sciences,* 19(12): 987-999.

Dani, D., 2018. A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies,* 6(2): 164-179.

De Silva, S.S., Hasan, M.R., 2007. Feeds and fertilizers: the key to long-term sustainability of Asian aquaculture. *FAO Fisheries Technical Paper,* 497:19-47.

Edwards, P., Tuan L.A., Allan, G.L., 2004. A survey of marine trash fish and fish meal as aquaculture feed ingredients in Vietnam. *Australian Centre for International Agricultural Research,* 2004: 1-56.

El-Deen, A.G.S., 2014. Role of *Nigella sativa* in decreasing mortalities in Nile tilapia caused by Pseudomonas septicemia. *Assiut Veterinary Medical Journal,* 60(142): 89-94.

EI-Sayed, A.F.M., 1999. Alternative dietary protein sources for formed tilapia, *Oreochromis* Spp. *Aquaculture*, 179(1,4): 149-168.

FAO., 2016. The state of world fisheries and aquaculture. Report of the fisheries and aquaculture department, Rome Italy.

Ferreira, M.W., da Costa, D.V., Leal, C.A.G., Figueiredo, H.C.P., Rosa, P.V., 2015. Dietary Oil Sources on the Innate Immunity and Resistance of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus,* to *Streptococcus agalactiae* Challenge. *Journal of The World Aquaculture Society,* 46(3):, 252-262.

Firenzuoli, F, Gori L., 2007. Herbal medicine today: clinical andresearch issues. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.,* (1):37-40.

Hardy, R.W., 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effectsof global demand and supplies of fishmeal. A*quaculture Research,* 41(5):770-776.

Harikrishnan, R., Heo, J., Balasundaram, C., Kim, M.C., Kim, J.S., Han, Y.J., Heo, M.S., 2010. Effect of Punica granatum solvent extracts on immune system and disease resistance in *Paralichthys olivaceus* against lymphocystis disease virus (LDV). *Fish and Shellfish Immunology,* 29: 668-73.

Hassan, B.A.R., 2012. Medicinal Plants (Importance and Uses). *Pharmaceut Anal Acta*, 3: e139.

Higgs, D.A., Dosanji, B.S., Prendergast, A.F., Beams, R.M., Hardy, RW., Riley, W. ve Deacon, G., 1995. Nutrition and Utilization Technology in

Aquaculture Champaignll. pp130-156. Chapman and Hall Company. New York, USA.

Hung, L.T., Truc, L.T.T., Huy, H.P.V., 2007. Case study on the use of farm-made feeds and commercially formulated pellets for pangasiid catfish culture in the Mekong Delta, Viet Nam. *FAO Fisheries Technical Paper.,* 2007; 497:363.

John, G., Mesalhy, S., Rezk, M., El Naggar, G., Fathi, M., 2007. Effect of some immunostimulants as feed additives on the survival and growth performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* and their response to artificial infection. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 11: 1299–1308.

Kimura, Y., Ito, H., Ohnishi, R., Hatano, T., 2010. Inhibitory effects of polyphenols on human cytochrome P450 3A4 and 2C9 activity. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 429-35.

Korkut, A.Y., Kop, A., Demirtaş, N., Cihaner, A., 2007. Balık Beslemede Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2): 201-205.

Mourente, G., Good, J.E., Bell, J.G., 2005. Partial substitution of fish oil with rapeseed, linseed and olive oil for European sea bass *(Dicentrarchus labrax* L.): effects on flesh fatty acid composition, plasma prostaglandin E2 and F2, immune functions and effectiveness of fish oil finishing diet. *Aquaculture Nutrition*, 11: 25-40.

Öz, M., Dikel, S., Durmuş, M., 2018. Effect of black cumin oil (*Nigella sativa*) on the growth performance, body composition and fatty acid profile of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences,* 17(4): 713-724.

Rumsey, G.L., 1993. Fish meal and alternative sources of proteins. *Fisheries,* 18:14-19.

Sofowora, A., 2008. Medicinal Plants and Traditional Medicine in Africa'. 3rd edn. Ibadan: Spectrum Books, Nigeria, 378s.

Sofowora, A., Ogunbodede, E. and Onayade, A., 2013. The Role and Place of Medicinal Plants in the Strategies for Disease Prevention. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 10(5): 210–229.

UNESCO, 1996. author. Culture and Health, Orientation Texts-World Decade for Cultural Development 1988 — 1997. Paris, Document CLT/DEC/PRO - 1996. pgs. 129, France: 1996.

UNESCO, 1998. author. FIT/504-RAF-48 Terminal Report: Promotion of Ethnobotany and the Sustainable Use of Plant Resources in Africa. p. 60., Paris: 1998.

WHO/AFRO, 1976. author. 'African Traditional Medicine'. Technical report series, No. 1; pp. 3–4. Report of the Regional Expert Committee, Brazzaville: 1976.

BÖLÜM 3

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE BUĞDAY

Hatun BARUT[1]

Sait AYKANAT[2]

1 Doç. Dr., Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA
baruthatun@yahoo.com, hatun.barut@tarimorman.gov.tr
https://orcid.org/0000-0003-2482-6715

2 Dr., Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA, sait.aykanat@tarimorman.gov.tr, https://orcid.org/0000-0002-5690-408X

1. Giriş

Artan nüfusumuzun beslenme sorunlarına karşı, sınırlı tarım alanlarımızın verimliliğini artırmak oldukça önem taşımaktadır. Günümüzde iklim değişikliğinin olumsuz etkileri yaşanmakta ve Türkiye gibi yarıkurak iklim kuşağında yer alan ülkeler için sorun teşkil etmektedir. İklim değişikliğinden dolayı küresel ısınma ve yağış rejiminin değişimi, tarım sektörünü etkilemektedir. Küresel ısınma ve gıda güvenliği tartışmalarında buğday ön plana çıkmaktadır. Buğday, gıda ihtiyacımızın kalori bakımından % 20'ini, protein açısından % 25'ini karşılayan ve küresel tarım alanlarının % 15'inde üretilen en önemli ürünlerden biridir. Buğday, Türkiye'de olduğu gibi genellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yağışa bağlı olarak yetiştirilmektedir. Bu nedenle olası iklim değişikliğinden en çok etkilenecek tarım ürünleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır.

Çağımızın en büyük sorunlarından biri olan iklim değişikliği iklimi, toplumları, ekonomileri ve ekosistemleri etkileyen bir olgudur. İklim değişikliği günümüzde Dünya genelinde olası etkileri hakkında sıkça tartışmaların yaşandığı ve birçok araştırmanın ana hedefi olmuş ciddi bir konudur. İklim değişikliğinden kaynaklanacak etkilerin küresel ve bölgesel ölçeklerde oluşması beklenmektedir. Türkiye'nin içinde bulunduğu Akdeniz Havzası iklim değişikliğinden en çok etkilenecek bölgeler içerisindedir. İklim değişikliği; tarım, orman ve bitki örtüsü, deniz seviyesi, biyolojik çeşitliliği, temiz su kaynakları, enerji ve insan sağlığını direk veya dolaylı olarak farklı şekillerde etkileyebilir. İklim değişikliği tarımsal üretimde azalma, gıda güvenliği sorunları, toprak ve su rejimlerinin değişimi gibi etkilere neden olmaktadır. İklim değişikliğinin uzun vadede; çölleşmelere neden olması, su vb. kaynaklar üzerinde stres oluşturması, tarım alanlarını kötüleştirmesi, toprakları verimsizleştirmesi, zararlı ve hastalıkların çoğalması ve deniz seviyelerini yükselterek kıyı ekosistemlerini etkilemesi beklenmektedir (Akalın, 2014). Bu sonuçların ekosistemler üzerindeki etkileri farklılık göstermektedir. İklim değişikliğinin tüm ekosistemler üzerinde büyük veya küçük ölçekte görülmeye başlanan ve zamanla şiddetinin artacağı öngörülen etkileri tür çeşitliliğinin azalması, ekosistem yapısında değişimler, istilacı türlerin sayısında artış ve ekosistem hizmetlerinde azalma olarak özetlenebilir (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Bunların yanısıra, iklim değişikliği ekonomik ve sosyal problemlere yol açarak tarım üzerinde baskı oluşturabilmektedir (Akalın, 2014).

Uluslararası iklim değişikliği çalışmaları; 12-13 Şubat 1979 tarihinde, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) de temellerinin atıldığı ilk toplantı Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün düzenlediği İklim Konferansı'dır. 1988 yılında ise Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün girişimleriyle, iklim

değişikliğini ve etkilerini bilimsel bir temelde incelemek, değerlendirme yapmak ve stratejiler geliştirmek hedefleriyle IPCC kurulmuştur. 1992 yılında kabul edilen ve 21 Mart 1994'te yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, küresel ısınmaya yönelik tartışılan hükümetler arası ilk çevre sözleşmesidir. Bu sözleşme kapsamında iki toplantı yapılmıştır. İlki, 1997 yılında Kyoto'da kabul edilen ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına ilişkin daha somut hedefler içeren Kyoto Protokolü'dür. İkinci önemli sözleşme ise 12 Aralık 2015 tarihinde Paris'te kabul edilen ve 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe giren Paris Anlaşması'dır. Türkiye 7 Ekim 2021 tarihinde paris antlaşmasını onayladı. Paris Anlaşması ile 2020 sonrası dönemlerde, iklim değişikliğine karşı küresel sosyo/ekonomik dayanıklılığın arttırılması hedeflenmektedir. Paris Anlaşması, küresel sıcaklık artışını 1,5°C'la sınırlandırma hedefine uygun şekilde politikalar ve yasalarda düzenlenme yapılmasını sağlayacaktır. Türkiye ulusal katkı beyanlarına ilişkin güncellemelerini bu çerçevede yapacaktır.

İklim değişikliğinden dolayı tarımsal üretim şekilleri değişime uğramakta ve verimliliği düşürerek dünyaki gıda arzında stres oluşturmaktadır (McMicmael ve Githeko, 2007). 2050 yılında dünya nüfusunun 9 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Dünyada 1 milyar insan açlık problemi ile karşı karşıyadır. Petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar, enerji tarımına yöneliş, tüketim alışkanlıklarındaki değişim, küresel ısınma, küresel finans krizi, ve bunların yarattığı gıda fiyatlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Örneğin sadece küresel ısınmanın bu şekilde devam etmesi halinde sıcaklığın 2 derece artması ile dünyanın önemli üretim bölgelerinde %20-%40 arasında verim kaybı meydana gelecektir. Bu nedenle gerekli önlemler alınmadığı takdirde 2050 yılında dünya açlık oranı çok daha yüksek olacaktır. Bu durum tarım sektörünün önemini gün geçtikçe arttırmaktadır. Tarım, ülkemiz milli gelirin de yaklaşık %11'lik payla önemli yeri olan bir sektördür. Ekmek ve diğer unlu ürünler, insanların en önemli temel besinleridir. Bu yüzden dünyada hububat üretim ve ticareti büyük öneme sahiptir. Hemen hemen dünyanın bütün ülkelerinde hububat üretimi yapılmaktadır. Buna rağmen, üretimi ile iç tüketimini karşılayabilen ülke sayısı oldukça azdır. Bunun için hububat ticareti, dünya tarım ticareti içinde önemli bir yer edinmiştir (Hububat Raporu, 2008).

Son yıllarda ''iklim değişikliği''nin sürekli etkileri ve nedenleri canlıları ve tabiatı önemli derecede etkilemektedir. Küresel iklim değişikliği bitkisel üretimi doğrudan etkilemekte ve üretim potansiyellerini düşürmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin 5. Raporunda sıcaklık artışının 2050 yılında 2,5-3°C seviyelerinde olacağı, yüzyıl sonunda bu artışların bazı bölgelerde 6°C'yi ulaşacağı öngörülmektedir. Günümüzde 1°C'lik sıcaklık artışının yarattığı etkiler göz önüne alındığında, 6°C'lik sıcaklık artışının yaratacağı çevresel, ekonomik ve sosyal

risklerin insanoğlunun karşılaşacağı en büyük risklerden olduğu belirtilmiştir (Karapınar ve ark., 2020). İklim değişikliği sadece sıcaklıkları değil birçok iklimsel parametreyi de etkilemektedir. Özellikle yağışlardaki değişimler bölgesel olarak farklılık göstermektedir. Kurak olan bölgelerde yağışlardaki azalma ve sıcaklık artışıyla beraber kuraklaşmanın daha da artacağı tahmin edilmektedir. Akdeniz Havzası da bu bağlamda iklim değişikliğinden en çok etkilenecek alanlardan biridir (IPCC, 2007). Cline (2007), İklim değişikliğinin tarıma olan etkilerini inceleyen çalışmasında ülkeler bazında, farklı kuruluşlar tarafından ortaya konan olası senaryoları değerlendirerek 2080'li yıllarda tarımda yaşanması muhtemel durumu ortaya koymaya çalışmıştır. Bu senaryolar incelendiğinde; Türkiye için dört önemli tahılda (çeltik, buğday, mısır, soya fasulyesi) ve yağlı tohumlarda 2080'lerde verimde ortalama %11,8'lik bir azalış beklenmektedir. Türkiye'de iklim değişikliğinin tarımsal ürün verimlerinde meydana getireceği değişikliklerin araştırıldığı başka bir çalışmada, 2050 yılında iklim değişikliği sonucunda tarımsal alan ve verimde ülke genelinde bir azalma olacağı ve bu azalmalar sonucunda %2,2–12,9 oranları arasında üretimde bir azalma olacağı sonucuna varılmıştır (Dellal vd., 2011). 2050 yılında iklim değişikliğinden dolayı üretim miktarlarının buğdayda %8,18, pamukta %4,53, arpada %2,24, mısırda %9,11 ve ayçiçeğinde %12,89 oranlarında azalacağı tahmin edilmektedir. (Dellal, 2012). Buna bağlı olarak bazı ürünlerin ticaretinde de iklim değişikliği kaynaklı değişiklikler meydana geleceği belirtilmiştir. Ayçiçeği ve buğday'da ihracatın azalacağı, pamuk ve mısırda ise ithalatın artacağı beklenmektedir. Bunun yanı sıra olası gidişatın bir sonucu olarak fiyatlarda da üretimdeki düşüşün bir sonucu olarak bir artış olacağı ve bu artışın buğday, arpa, mısır ve ayçiçeğinde sırasıyla; %6,3, %7,1, %12,6 ve %0,1 düzeylerinde olacağı ortaya konmuştur (Dellal vd., 2011).

İklim değişikliği ile mücadelede uyum ve azaltım kavramları öne çıkmaktadır. Uyum, toplulukların bir süreç içinde, gelecekteki belirsizliklerle daha iyi başa çıkabilmek için yaptığı şeylerdir. İklim değişikliğine uyum, toplumların ve ekosistemlerin değişen iklim koşullarına karşı gerçekleştirilen eylemler ve alınan önlemleri ifade etmektedir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2009). Bu nedenle, değişen iklim koşullarına karşı toplumların mücadele edebilmesi için iklim değişikliğine uyum sağlamaları gerekmektedir. İklim değişikliğine uyum, iklimin neden olduğu riskleri azaltmak için çok önemli olacaktır. Tarımsal üretim, iklim değişikliklerinin etkilerine duyarlı olarak tepki verir. Çiftlik düzeyinde, değişen iklim koşullarıyla daha iyi başa çıkabilen üretim uygulamalarındaki değişiklikler yoluyla uyum eylemlerinin gerçekleşmesi gerekir. Örneğin, çiftçiler daha düşük su talebi veya daha yüksek ısı direnci olan ürünlere geçebilir, ekinlerin ekim tarihlerini uyarlayabilir ve girdi uygulamalarının zamanlamasını ve miktarını ayarlayabilir (Howden vd., 2007). Politika yapıcıların

görevleri, diğerlerinin yanı sıra, çiftçilere olası değişiklikleri ve bunların gerçekleşme olasılıklarını açıklayan bilgi platformları sağlayarak ve ilgili uyum stratejilerini önererek uyum konusunda onları desteklemektir. Ancak, herkese uyan tek bir adaptasyon stratejisi yoktur ve farklı mahsuller ve sıcaklık ve yağıştaki belirgin değişiklikler için farklı adaptasyon önlemleri gerekecektir. Azaltım ise; iklim değişikliği üzerinde insan kaynaklı oluşan baskıyı azaltmak için yine insan kaynaklı bir müdahale ile sera gazı kaynaklarını ve emisyonlarını azaltmak, ayrıca sera gazının soğurulmasını sağlayacak alanlar (yutaklar) oluşturulmasını kapsayan önlemleri içerir (IPCC, 2007). Dünyada artan sera gazlarının yaklaşık %20'sinden tarımsal faaliyetler sorumludur (Pathak ve Wassmann, 2007). Üretim, enerji tüketimi, gübreleme, hayvan yetiştirme, ilaç vb. tarımsal faaliyetler sonucu oluşan CO_2, CH_4 ve N_2O gibi sera gazları iklim değişikliğinin sebepleri arasında sayılmaktadır (Houghton, 2003). 2020 yılı verilerine göre toplam sera gazı emisyonları içerisinde CO_2 eşd. olarak en yüksek payı %70,2'i enerji kaynaklı emisyonlar, %14'ü tarım, %12,7 endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı ve %3,1'nin atık sektörü olduğu belirtilmiştir (TÜİK, 2020). 1990-2020 yılları Türkiye Sera Gazı Emisyonu Envanterine göre, 1990 yılına göre 2020'de tarım sektörü kaynaklı emisyon, %58,8 oranında, 73,2 Mt. CO_2 -eşd. miktarında gerçekleşmiştir ve toplam sera gazı emisyonları içerinde yaklaşık %12,5' ini oluşturmaktadır (TÜİK, 2020).

Tarım sektörü açısından özellikle son yıllarda yaşanan kuraklık en önemli sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü, kuraklık sonucu insan, hayvan ve hatta bütün canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri tehlikeye girmektedir. Tarımsal üretimin gerçekleştirilmesinde iki unsur öne çıkmaktadır. Su ve toprak. İnsanlığın ve dünyanın geleceği; su, toprak ve bu iki unsurun bir ürünü olarak ortaya çıkan gıda üzerine kuruludur. Bu alanda dönem dönem yaşanan olumsuzluklar, milyonlarca insanın açlık, dolayısıyla da yaşam tehlikesiyle karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Bu nedenledir ki, gıda denilince ilk akla gelen şey olan hububatın üretim, tüketim ve ticaretinin çok yakından takip edilmesi, gerekli tedbirlerin zamanında alınabilmesi açısından bir zorunluluk teşkil etmektedir. Tarımın sürdürülebilirliği için finansal ve teknik desteklerin artırılması, küresel ısınmaya karşı yeni araştırma tekniklerinin geliştirilmesi, su kullanımının etkinleştirilmesi gerekmektedir.

2. Tarımsal Üretimde Buğday

2020 yılı hazırlanan hububat raporunda, dünyada buğday ekim alanlarının 2020-2021 döneminde 225 milyon hektar olduğu belirtilmiştir. Buğday ekim alanlarının BDT, Hindistan, Avustralya'da arttış gösterdiği, diğer ülkelerde ise düşüş olduğu görülmüştür (Tablo 1). 2020-2021 döneminde dünyada buğday üretiminde ilk sırayı Çin (%17'lik) alırken bunu

AB (%16) ve Hindistan (%14) takip etmiştir. Dünya buğday üretiminde Türkiye ise %3'ünü gerçekleştirmiş olup dünyada buğday üretiminde onuncu sırada yer almıştır (Tablo 1).

Tablo 1. 2019 ve 2020 Yılları Dünya Buğday Ekiliş ve Üretimi

Ülkeler	Ekim Alanı (Milyon ha)					Üretim (Milyon ha)				
	2019/20		2020/21		**2019/20**	**2019/20**		**2020/21***		**2019/20**
	Ekiliş	**Toplam İçindeki Payı (%)**	**Ekiliş**	**Toplam İçindeki Payı (%)**	**Dönemine Göre Değişim % (+,-)**	**Üretim**	**Toplam İçindeki Payı (%)**	**Üretim**	**Toplam İçindeki Payı (%)**	**Dönemine Göre Değişim % (+,-)**
BDT	50,4	23,0	52,3	23,0	4,0	130,0	17,0	140,0	18,0	8,0
Çin	23,7	11,0	23,8	11,0	0,0	133,6	18,0	134,3	17,0	1,0
AB	26,0	12,0	22,8	10,0	-12,0	155,0	20,0	124,5	16,0	-20,0
Hindistan	29,9	14,0	33,6	15,0	12,0	103,6	14,0	107,9	14,0	4,0
ABD	15,1	7,0	14,9	7,0	-1,0	52,6	7,0	49,7	6,0	-6,0
Kanada	10,0	5,0	10,0	4,0	0,0	32,7	4,0	35,2	5,0	8,0
Avusturalya	10,2	5,0	13,0	6,0	27,0	15,2	2,0	33,3	4,0	119,0
Pakistan	8,7	4,0	8,8	4,0	1,0	24,3	3,0	25,2	3,0	4,0
Türkiye	**6,8**	**3,0**	**6,9**	**3,0**	**1,0**	**19,0**	**2,0**	**20,5**	**3,0**	**8,0**
Dünya	**217,2**	**100,0**	224,7	100,0	3,0	762,0	100,0	774,3	100,0	2,0

Kaynak: TÜİK, IGC Nisan 2021(*) Tahmin

Ülkemiz bir çok ürünün yetiştirilmesine uygun iklim ve ekolojik özelliklere sahiptir. Yüz ölçümümüzün %29,5'i (23,14 milyon hektar) tarımsal faaliyetler için uygundur. Bu tarım alanlarımızın %67,5'i yani 15,6 milyon hektarı tarıma ayrılmıştır. Tarım alanlarının %71'inde ise (11,13 milyon hektar) hububat yetiştirilmektedir. Hububat ekim alanları içerisinde ilk sırayı %62'lik payla buğday alırken, bunu arpa (%28) mısır (%6,2) takip etmektedir (Hububat Raporu, 2020).

Ülkemizde buğday üretimi her bölgede yapılabilmektedır. Bu yüzden, tarla ürünleri arasında ekim alanı ve üretim kapasitesi açısından ilk sırayı buğday almaktadır. Ülkemizde genellikle buğday kuru tarım arazilerinde üretilmektedir. 2020 yılı verilerine göre Türkiyede buğday ekili bölgelerin %78'i kuru, %22'si sulu bölgeler olduğu belirtilmiştir. Bu açıdan ülkemizde buğday üretimi ile yağış miktarı doğrudan ilişkilidir. 20 yıllık verilere göre buğday ekim alanlarımız 6,8-9,4 milyon hektar, üretimimiz ise 17,2-22,6 milyon ton arasında değerler almıştır. Nüfus artışına bağlı olarak ülkemizde buğdaya olan taleb te artmaktadır. Buğdaya dayalı ekmek, makarna, irmik, bulgur, bisküvi, nişasta vb. unlu mamullerin tüketimi baz alındığında buğday tüketimimiz 19-19,5 milyon ton düzeylerindedir (Hububat Raporu, 2020).

Buğday, ülkemizde her bölgemizde yetiştirilebilmekte ve özellikle İç Anadolu Bölgesi üretimde öne çıkmaktadır. 2020 yılı verilerine göre ekmeklik buğday üretiminde ilk sırayı %31 ile İç Anadolu Bölgesi almak-

tadır. Bunu %17 ile Marmara, %16 ile Güneydoğu Anadolu ve %11 ile Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Makarnalık buğday üretimimizde ilk sıraları ise Güneydoğu Anadolu (%41) ve İç Anadolu Bölgeleri (%33) almaktadır (Tablo 2), (Hububat Raporu, 2020).

Tablo 2. 2020 Yılı Bölgeler Bazında Buğday Üretimi (Bin Ton)

Bölge Adı	Ekmeklik Buğday		Makarnalık Buğday	
	Miktar	%	Miktar	%
Marmara	2,829	17	0,5	0,01
Ege	1,201	7	537	13
İç Anadolu	5,135	31	1,334	33
Akdeniz	1,875	11	371	9
Doğu Anadolu	1,166	7	28	1
G. Doğu Anadolu	2,605	16	1,632	41
Karadeniz	1,689	10	98,000	2
Toplam	16,500	100	4,000	100

Kaynak: TÜİK 2020

Çukurova Bölgesi ekmeklik ve makarnalık buğday üretimi açısından değerlendirilecek olursa; ekmeklik buğdayda ekim alanı bakımından ülke genelinde %5,96 ve üretim açısından ise %9,31'lik bir paya sahiptir. Çukurova illerinin hepsi ülke ortalamasının üstünde verim sağladığı için üretim payı ekim alanı payından yüksek çıkmıştır. İller bazında en yüksek buğday verimleri ise Adana ve Hatay illerinde sırasıyla 446 kg/da ve 457 kg/da olarak hesaplanmıştır. İller arasında en yüksek ekim alanı ve üretim miktarı; Adana ili istatistiklerinde görülmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Çukurova Bölgesi İlleri Ekmeklik Buğday İstatistikleri (2021)

	Ekim Alanı (da)	Payı (%)	Üretim (ton)	Payı (%)	Verim (kg/da)
Türkiye	55432967		14500000		266
Çukurova	3302013	5,96	1349745	9,31	401
Adana	1586010	2,86	707343	4,88	446
Mersin	729739	1,32	214594	1,48	294
Osmaniye	460423	0,83	187538	1,29	407
Hatay	525841	0,95	240270	1,66	457

Kaynak: TÜİK 2021

Çukurova Bölgesi makarnalık buğday açısından oldukça düşük istatistiklere sahiptir. Çukurova bölgesinde makarnalık buğday ekim alanı ve üretim miktarı değerlendirilmesinde ülke genel ortalamasına göre sırasıyla; %0,52 ve %0,58'lik paylara sahiptir. Makarnalık buğday tarımında Mersin ve Hatay iller başı çekerken; Adana ili sıralamada 3. sırada yer almıştır. Osmaniye ili ise geçen yıl makarnalık buğday üretimi yapmadığı için istatisitklerde yer alamamıştır (Tablo 4).

Tablo. Çukurova Bölgesi İlleri Makarnalık Buğday İstatistikleri (2021)

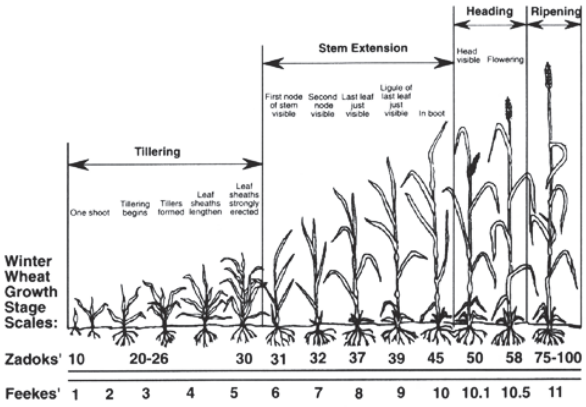
	Ekim Alanı (da)	Payı (%)	Üretim (ton)	Payı (%)	Verim (kg/da)
Türkiye	12013688		3150000		268
Çukurova	62620	0,52	18281	0,58	302
Adana	1013	0,01	178	0,01	176
Mersin	46500	0,39	10485	0,33	225
Osmaniye	0	0,00	0	0,00	0
Hatay	15107	0,13	7618	0,24	504

Kaynak: TÜİK 2021

İklim değişikliği nedeniyle kuraklık tehdidinin artması küresel buğday üretiminde azalmaya yol açmaktadır (Li vd., 2009; Mwadzingeni vd., 2016). İnsanlığın temel besin kaynağı buğdaydır ve stratejik bir öneme sahiptir. Bu nedenle ülkelerin yeterli buğday üretimi yapmaları ve stoklarında yeterince buğday bulundurmaları gerekmektedir. İklim değişikliğinin tarımsal üretimde buğday verimleri üzerine etkisi araştırıcılar tarafından incelenmiştir (Singh vd., 2013; Mishra vd., 2013; Tripathy vd., 2013; Bregaglio vd., 2015). Ülkemizde de bu konu farklı araştırıcılar tarafından araştırmalara konu olmuştur (Kapur vd., 2007; Kapur, 2010; Kale ve Tarı, 2012; Koç, 2011; Deveci, 2015; Öztürk ve Korkut, 2017, 2018; Konukçu vd., 2020).

5. Buğdayın Gelişme Dönemleri

Buğday bir serin iklim tahılıdır. Buğday yetiştiriciliğinde ülkemizde yazlık, kışlık ve fakültatif agroekolojik bölgeler bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesi yazlık dilim buğday yetiştiriciliği için uygun olan bölgemizdir. Vernalizasyon ihtiyacı yazlık buğday çeşitlerinde düşük yada olmadığı için sahil bölgelerimizde yetiştirilebilmektedir. (Aykanat ve Barut, 2018). Buğday bitkisinin gelişme dönemleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Yazlık dilim buğday yetiştiriciliğinde sapa kalkma dönemi Mart ayının ikinci yarısına, başaklanma Nisan ayının ilk yarısı ve süt olum dönemi ise Nisan ayının iknci yarısına denk gelmektedir (Şekil 1).



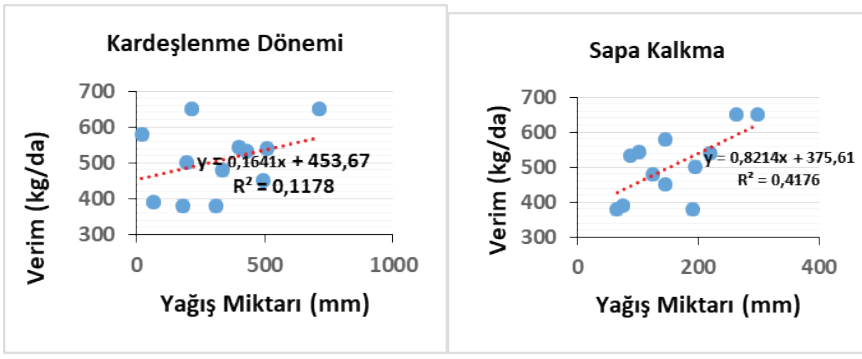
Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Çimlenme Tek Sap	Kardeşlenme Başlangıcı Kardeşler oluşur Yaprak kınları uzar	Yaprak Kınları çok hızlı uzar İlk boğum görülür.	2. Boğum görülür. Bayrak yaprak görülür.	Bayrak yaprak yakacığı görülür Gebecik Dönemi	Başaklanma Çiçeklenme Süt Olum	Sarı Olum Fizyolojik Olum

Şekil 1. *Feekes (Cook ve Veseth., 1991) ve Zadoks (Zadoks vd., 1974) Skalasına Göre Buğdayın Gelişme Dönemleri ve Çukurova da Buğdayın Yaklaşık Gelişme Zamanları (Barut vd., 2018).*

Buğdayın normal çıkışı ve bitki gelişiminin iyi olabilmesi için kış öncesinde toprak profilinde ilk 60 cm'lik katmanda yeterli suyun bulunması gerekir. Buğday yetiştiriciliğinde toprakta yeterli nemin bulunmadığı, sonbahar yağışlarının yetersiz olduğu durumlarda ekim öncesi veya ekimden hemen sonra bir sulama mutlaka yapılmalıdır (Aykanat ve Barut, 2018). Bu sulama kuraklık durumunda kardeşlenmenin olabilmesi ve bitkilerin kışa sağlıklı girebilmeleri için gereklidir. Sonbaharın yağışlı geçtiği bölgelerde ve yıllarda bu sulamaya gerek duyulmaz. Buğdayın sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemleri suya en fazla ihtiyaç duyduğu ve tükettiği dönemlerdir. Buğday bitkisi kın döneminden sonra ihtiyaç duyduğu suyun ve azotun en az %50 sini kullanmaktadır. Buğdayda başak taslağının oluştuğu sapa kalkma döneminde su ihtiyacı gittikçe artar. Başaklanma ve tane dolum dönemlerinde de su ihtiyacı devam eder (Aykanat ve Barut, 2018). Buğdayda verimin yüksek olması için yetişme sezonu boyunca yaklaşık 450-650 mm arasında su tükebilmektedir. Bitki su tüketim rehberinde buğdayın su tüketim miktarı yetişme sezonu boyunca 427,2 mm olarak belirtilmiştir (Bitki Su Tüketim Rehberi, 2016).

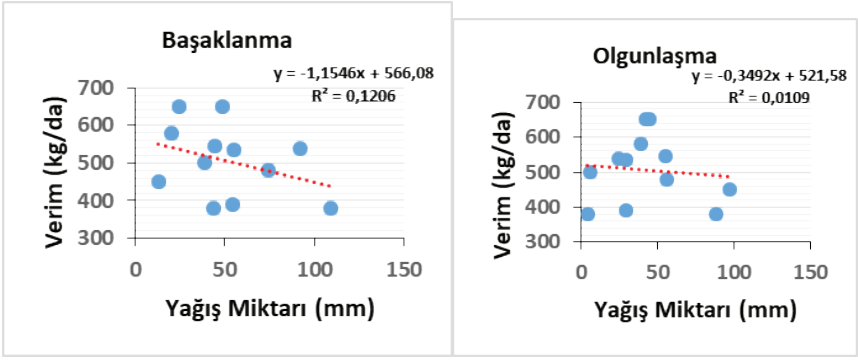
Çukurova Bölgesi-Yüreğir ovasında; Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünün 2009- 2021 yılları buğday üretim verileri ve 12 yıllık dönemsel yağış miktarları ile verimler arasındaki ilişkiler değerlendiril-

miştir. Buğday tarımında 4 farklı dönemde (kardeşlenme, sapa kalkma, başaklanma ve olgunlaşma) düşen yağış miktarları ile verim arasında korelasyon analizi yapılmıştır. Buğdayın farklı gelişme dönemlerinde yağış ve verim arasındaki ilişki Şekil 2 ve 3'de gösterilmiştir.



Şekil 2. *Kardeşlenme ve Sapa Kalkma Dönemlerinde Yağış ve Verim Arasındaki İlişki*

Kardeşlenme (r:+0,34) ve sapa kalkma (r:+0,64) dönemlerinde düşen yağış miktarları ile verim değerleri arasında pozitif yönlü linear bir ilişki saptanmıştır (Şekil 2). Bir başka deyişle; kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde düşen yağış miktarları ile verim arasında orta düzeyde doğrusal bir ilişki belirlenmiştir. En yüksek ilişki sapa kalkma dömlerinde düşen yağış miktarları ile verim değerleri arasında bulunmuştur. Buğday tarımı için sapa kalkma dönemlerinde düşen düzenli ve yeterli yağış miktarları buğday verimlerini olumlu yönde etkilemiştir.



Şekil 3. *Başaklanma ve Olgunlaşma Dönemlerinde Yağış ve Verim Arasındaki İlişki*

Başaklanma (r:-0,34) ve olgunlaşma (r:-0,10) dönemlerinde ise düşen yağış miktarları ile verim değerleri arasında negatif yönlü linear ilişkiler

belirlenmiştir (Şekil 3). Başaklanma dönemi yağışları ile verim arasında orta düzeyli bir ilişki bulunurken; olgunlaşma dönemlerinde düşen yağış miktarlarıyla verim arasında ise düşük seviyeli ilişkiler belirlenmiştir. Çukurova bölgemizde uzun yıllar iklim değerleriyle verim arasındaki ilşkilere bakıldığında buğdayın vejetatif dönemlerinde aldığı yağış miktarları ile verim arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişkiler var iken; generatif dönemlerinde düşen yağış miktarlarıyla verim arasında ise negatif yönlü ters orantılı bir ilişki saptanmıştır (Şekil 3).

Çukurova bölgesi aşağı Seyhan ovasında yapılan bir araştırmada; dönemsel yağışların buğday verimi üzerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla buğdayda 5 farklı (çimlenme, kardeşlenme, sapa kalkma, başaklanma ve olgunlaşma) dönemde düşen yağış miktarıyla verim arasındaki ilişkilere bakılmıştır. Çimlenme (r:+0,71), kardeşlenme (r:+0,70) ve sapa kalkma (r:+0,95) dönemlerinde düşen yağış miktarları ile verim arasında pozitif yönlü linear ilişkiler belirlenirken; başaklanma (r:-0,94) ve olgunlaşma (r:-0,93) dönemlerinde ise düşen yağış miktarları ile verim arasında negatif yönlü linear ilişkiler saptanmıştır. İncelenen ilişkilerden çimlenme ve kardeşlenme dönemlerinde yağış miktarları ile verim arasında yüksek; diğerlerinde ise çok yüksek derecede doğrusal ve anlamlı ilişkiler saptanmıştır (Şatır ve Berberoğlu, 2013).

Buğday çoğunlukla kuru tarım alanlarında yaygın olarak ekilmektedir. İklim ve büyüme dönemi uzunluğuna bağlı olarak su tüketim değerleri değişmektedir (Kün, 1988). Son yıllarda sulu tarım alanlarının artmasından dolayı ülkemizde bölgelere göre farklı ekim nöbeti sistemlerinde sulu tarımda buğday ekimi de artmıştır. Yağış miktarı ve dağılımı uygun olan bölgelerimizde kışlık ekilen buğdaylar, sonbahar, kış ve ilkbahar yağışlarından faydalandığı için, yazlık olanlara göre daha az yada hiç sulama yapılmadan yeterli verim alınabilmektedir. Yağışların yetersiz olduğu kuru tarım alanlarında su stresinden korunmak için buğdayda sulama yapılır. Ancak sulamanın faydalı olabilmesi için uygun çeşit seçimi, doğru toprak işleme ve tohum yatağı hazırlanması, doğru ve yeterli gübreleme, doğru sulama yöntemleri, hastalık-zararlıların kontrolü ve doğru zamanda hasat vb. yetiştirme tekniklerinin de bölge şartlarına göre uygun ve yeterli bir şekilde yapılması gerekir (Aykanat ve Barut, 2018).

3. Sıcaklık ve Buğday

Türkiye gibi yarıkurak iklim kuşağında yer alan ülkelerde iklim değişikliğinin olumsuz etkileri hissedilmektedir. İleriki yıllarda oluşabilecek yüksek sıcaklıklar, kuraklık ve ani ısı değişimlerine karşı adaptasyon sağlayamayan bitkiler stres koşulları ile karşı karşıya kalacaklardır. Bitki türlerinin stres koşullarında savunma ve kaçınma mekanizmalarını geliştirdikleri belirtilmiştir. Örneğin su kıtlığına karşı yaprakların solması, hem yapraktan su kaybını hem de gelen ışığı azalttığı ve böylece yaprak-

lar üzerinde ısı stresinin etkisinin azalmış olacağı belirtilmiştir (Taiz ve Zeiger, 2008).

İklim koşullarının değişimi nedeniyle yağışların azalması, yüksek sıcaklık ve kuraklık nedenleri buğday bitkisini (özellikle kuru tarım yapılan alanlarda) olumsuz yönde etkilemekte verim ve kalitede düşmeye neden olmaktadır. Küresel olarak aşırı ısı olaylarının tahıl veriminde önemli üretim eksikliklerine neden olduğu gösterilmiştir (Lesk vd., 2016). Buğday dünyanın hemen hemen her tarafında her türlü iklim ve toprak koşulunda yetiştirilebilen tek yıllık bir bitkidir. Ancak, yüksek ve kaliteli verim için mutlaka ihtiyaç duyduğu agroekolojik koşullar vardır (Tiryakioğlu vd., 2017). Buğdayda verim ve kalite, genetik potansiyelin yanı sıra biyotik ve abiyotik streslerin tehdidi altındadır. Dolayısıyla verim ve kalite, genotip x çevre etkileşiminin etkisi altında şekillenmektedir. Buğdayın büyüme döneminde maruz kaldığı dış biyotik ve abiyotik stresler verimi olduğu kadar kaliteyi de etkiler. Buğday kalitesinin biyotik ve abiyotik stresler gibi dış faktörlerin en az yüzde 50'sinden etkilendiği birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Wang vd., 2004; Wang vd., 2014; Lobell vd., 2013, Baraki vd., 2014; Asseng vd., 2015; Spaldon vd., 2017). İklim, toprak ve diğer değişkenlerin buğday verimleri üzerine etkilerini inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bir bölümü sıcaklık, yağış, çevre gibi ekolojik değişkenleri bir bölümüde verim üzerinde etkili olabilen faktörleri inceleyen çalışmalardır (Sadras vd., 2002; Leilah ve Al-Khateeb, 2005; Bakker vd., 2005; You vd., 2009; Briston vd., 2010; Palosuo vd., 2011). Bitkinin genetik potansiyeli, çevre faktörleri ve yetiştirme teknikleri verimi etkilemektedir. Bunların yanısıra tohumluk ve diğer üretim materyallerinin kalitesi, doğru bitki besleme, hastalık ve zararlılar mücadelesi, sulama, toprak işleme ve bitkilere yapılacak diğer bakım işlemleri etkilidir (Tiryakioğlu, vd., 2017).

Yapılan araştırmalarda iklimdeki değişikliklerin gece ve gündüz sıcaklık farklılıklarına neden olacağı (Önen ve Özcan, 2010) ve minimum sıcaklıkları arttıracağı belirtilmiştir (Pathak vd., 2009; Ton, 2011). Sıcaklık artışlarının bitki gelişme dönemi sürelerini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Önen ve Özcan, 2010; Ulukan, 2010; Bita ve Gerats, 2013; Sayılğan, 2016). Sıcaklık artışlarının meristem/organ büyümesini tetikleyerek hızlı gelişime, büyüyen organlara asimile edilen sürede kısalmaya, daha küçük bitki organeli ve daha az biokütleye neden olacağı belirtilmiştir (Morison ve Lawlor, 1999). Bu durumun ise generatif döneme erken geçişi neden olacağı vurgulanmıştır (Hedhly vd., 2008). Yüksek sıcaklıkların bitkilerin tüm gelişim evrelerini etkilediği ve özelliklede tozlanma ve tane dolum dönemleri üzerindeki etkisinin yüksek olduğu belirtilmiştir (Bayraç ve Doğan, 2016). Yüksek sıcaklık stresi buğdayda tilakoid membranların zararını arttırmakta ve bu klorofil kaybına yol açmaktadır. Bu nedenle buğday ıslah çalışmalarında gözlem analizlerinde klorofil miktarının

kullanılabileceği belirtilmiştir (Bita ve Gerats, 2013). Çeltikte yapılan bir araştırmada, yüksek fotosentez kapasitesi, yaprakların yeşil kalma süresi uzun ve membran termostabilitesi yüksek bir genotip, yüksek sıcaklığa toleranslı genotip olarak tanımlanmıştır (Scafaro vd., 2010).

Çevresel etmenlerden yüksek sıcaklık stresi bitkilerde önemli oranda verim kayıplarına neden olur. İlkbahar ve yaz aylarında oluşabilecek sıcaklık değişimleri ve yüksek sıcaklıkların buğdayın tane dolum dönemlerinde fizyolojik aktivitelerini etkileyecektir. Bu yüzden strese bağlı olarak yüksek sıcaklık ve ani ısı değişimlerinin artışı sonucu ortaya çıkan ısı şok proteinleri (IŞP); yapısı değişmiş proteinlerin kümeleşmesini önlemekte ve bitkide stresin neden olduğu olumsuz etkiyi azaltmaktadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Ani ve yüksek sıcaklıkların kalite üzerinde olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik olarak ısı şok proteinlerinin araştırılması önemli olacaktır (Erekul ve Yiğit, 2018).

Genellikle buğday ılık ve serin iklim koşullarında yetişir. Buğday, çimlenme, kardeşlenme devrelerinde yüksek sıcaklıktan hoşlanmaz. Sıcaklığın 5-10 ºC ve nispi nemin %60' ın üzerinde olduğu şartlarda bitki normal gelişmesine devam eder. Vegatatif gelişmenin ileri devresi olan sapa kalkma döneminde fazla sıcaklık istemez. İyi bir gelişme için 10-15 ºC'lik sıcaklık ve %66 nispi nem ve az ışık uygundur (Aykanat ve Barut, 2018). Buğdayda generatif gelişme dönemlerinde yaşanacak stres koşulları bitkide depo edilen besin maddelerinin taneye taşınmasını engellemektedir. Yüksek sıcaklığın neden olduğu polen fertilitesi başakta tane sayısını azaltır ve verimde düşmeye neden olur. Çiçeklenme ve tane dolum dönemlerindeki sıcaklıklar protein oranı, nişaşta miktarı ve tane iriliği üzerinde etkili olduğundan ekmeklik buğday kalitesini de etkilemektedir. Sıcaklık stresi nedeniyle gluteni oluşturan gliadin/glutenin oranlarındaki düşüşler hamur özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Buğdayın çiçeklenme ve tane dolum dönemlerinde optimum sıcaklıkların 12 ile 22 ºC arasında değiştiği, daha yüksek sucaklık değerleri açığa çıktığı zaman ise verimde ciddi düşüşler yaşandığı belirtilmiştir (Farooq vd., 2011). Isı şok proteinleri, bayrak yaprağın yeşil kalma süresi ve antioksidan savunma sistemi gibi dayanıklılık mekanizmaları bitkinin genetik yapısına bağlı olarak değişmektedir. Yüksek sıcaklık stresi koşullarına dayanıklı çeşit geliştirmede bu dayanıklılık mekanizmalarının araştırılması önemli olacaktır.

Buğdayda çiçeklenme dönemi yaşanacak kritik sıcaklıkların tane verimi ve tane dolum döneminde asimilat birikimini ve dolayısıyla tane kalitesini de etkilemektedir. Tane dolum döneminde fotosentez ve sap, yaprak gibi organlarda depo edilmiş asimilatlar taneye taşınmaktadır. Yapraklardaki fotoasimilantların, tane ve meyveye gönderilmesi, senesens sırasında (doğal yaşlanma) generatif dönemde oluşan fizyolojik bir olaydır. Senesens zamanında besin remobilizasyonu olmakta ve amino asitler, basit şe-

kerler, mineral besin elementleri taneye taşınmaktadır (Feller ve Fischer, 1994; Marschner, 1995). Senesens boyunca gövdeden ve yapraklardan taneye taşınan amino asitler; aleuron, endosperm ve embriyoda proteinlerin (gliadin, glutenin, albumin, globulin) sentezinde kullanılmaktadır. Basit şekerler ise endospermde nişasta formunda biriktirilmektedir (Lasztity, 1996; Barneix, 2007). Normal şartlarda tane dolum döneminde gerekli olan karbonun %90-95'i o sıradaki karbon asimilasyonundan sağlanmaktadır. Sıcaklık stresinden dolayı fotosentez ürünlerinin (asimilatların) miktarı azaldığında, sap ve yapraklarda depo edilen rezerv asimilatlar tane dolum için devreye girmektedir. Sıcaklıktan dolayı fotosentezdeki azalma nedeniyle depo edilen besinlere ihtiyaç duyma oranının %6'dan %100'e kadar çıkabileceği belirtilmiştir. Ayrıca depo edilen besinlerin aktarılmasında genotipik farklılıkların olduğu söylenmiştir (Farooq vd., 2011).

Sıcaklıkların buğdayda çiçeklenme zamanında optimum derecelerden daha fazla olması polen fertilitesi bakımından önemlidir. Günlük minimum sıcaklık artışı ortalamasının maksimum sıcaklık artışı ortalamasına oranla tane verimi üzerinde daha etkilidir. Sıcaklık değişimlerinin, çiçeklenme ve tane olum dönemleri arasında optimum derecelerden maksimum derecelere yükselmesi stres koşullarını meydana getirir. Yapılan bir araştırmada, sıcaklıklarda 2020 yılında 1.2 ^{o}C, 2050'de 1.8 ^{o}C ve 2100 yılında ise 3.2 ^{o}C'lik ciddi artışlar olacağı yönünde açıklamalar yapılmıştır. Yıllık ortalama 1-3 ^{o}C'lik bir artışın aylık ortalama sıcaklıkları önemli derecede etkileyeceği ve gece sıcaklıklarında her 1 ^{o}C'lik artışın buğdayda %10'luk verim kaybına neden olduğu belirtilmiştir (Farooq vd., 2011). Çiçeklenme ve tane dolum dönemleri boyunca yaşanacak artan sıcaklıklar verimde ve tane kalitesinde düşmelere neden olur. Bu nedenle çevresel etkilerin genotiplerin verim performansları üzerinde oldukça etkili olduğu söylenebilir (Kaya vd., 2002). Sıcaklık artışları başakta tane sayısı ve tane verimi üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Özellikle yaklaşık olarak tane kuru ağırlığının %70'ini oluşturan nişasta miktarı azaldığında tanenin büyüklüğü de etkilenmektedir (Farooq vd., 2011). Buğdayın çiçeklenme sonrası döneminde yaşanacak yüksek sıcaklıklar tane dolum süresini azaltır (Veisz vd., 2008). Serin ve yağışlı havalarda ise tane doldurma süresi uzarken tane ağırlığı artıp, tane protein yüzdeleri azalmaktadır (Gooding ve Davies, 1997). Buğdayın tane dolum döneminin başlangıcı veya ileri aşamalarında yaşanan yüksek sıcaklıkların protein oranını etkilediği belirtilmiştir (Hurkman vd., 2009).

Yapılan bir araştırmada sıcaklıktaki değişimlerin buğday gelişimi üzerindeki etkileri açıklanmıştır. Sıcaklığın 18-22 ^{o}C'ye yükselmesinin tanede nişasta miktarını azalttığı, tane dolum dönemini kısalttığı ve tane dolum oranının hızlanmasından dolayı taneye yeterli besin taşınımının oluşamadığı belirtilmiştir. 20 ^{o}C'nin üzerindeki 5 ^{o}C'lik bir sıcaklık artışının tane dolum döneminde 12 gün kısalmaya neden olduğu belirtilmiş-

tir. Ayrıca 15-20 °C'nin üzerinde 1 °C'lik sıcaklık artışlarının tane dolum döneminde 2.8 günlük bir kısalmaya neden olduğu tahmin edilmektedir (Farooq vd., 2011). Optimum çevre şartlarında tane dolum döneminde karbon asimilasyonun %90-95'ine ihtiyaç duyulmaktadır. Eğer stres koşulları meydana gelmiş ise fotosentez ile depo edilen besinler azalmaktadır. Bu durumda bitkinin sap ve diğer bölümlerinde depo edilen besin maddeleri taneye taşınmaktadır (Farooq vd., 2011). Bayrak yaprağı yeşil kalma süresi uzun ve vejetatif organlardan taneye besin aktarımında daha iyi olan çeşitler bu koşullarla daha kolay başa çıkmaktadırlar. Tane dolum döneminde yaşanan sıcaklık stresi, verim ve verim parametreleri, tane büyüklüğü (nişasta oranı) ve protein içeriği üzerine etkili olmaktadır (Farooq vd., 2011). Buğdayda bayrak yaprağının fotosentez oranı ve yeşil kalma süresinin verimle ilişkili olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Koc vd., 2003, Verma vd., 2004, Zhang vd., 2006). Buğdayda yaprakların yeşil kalma süreleri bakımından genetik varyasyon olduğu belirtilmiştir (Kumari vd., 2007).

Farooq vd., (2011) tarafından yapılan arştırmada, tane fertilitesi açısından çiçeklenme ve tane dolum dönemlerindeki günlük maksimum sıcaklığın 35 °C'ye çıkmasının önemli olduğu belirtilmiştir. Yüksek sıcaklıkların polen sterilitesini arttırdığı ve tane bağlama oranının düşürdüğü belirlenmiştir. Araştırmada gündüz yüksek sıcaklıkların gece ise 10-15 °C'lere düşmesinin sıcaklık farkını arttırdığı ve bitkilerin optimum düzeyde fotosentez yapmalarını önlediği ve taneye bayrak yapraktan asimilat taşınımının 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ciddi olarak azaldığı belirtilmiştir (Farooq vd., 2011). Dupont ve Albenbach, (2003), tarafından yapılan araştırmada sıcaklık artışının tane dolum dönemlerinde kısalmaya ve taneye karbonhidrat birikiminin azalmasına neden olacağı belirtilmiştir. Bunun ise tane büyüklüğünü azaltacağı fakat tanede protein oranı ve konsantrasyonunu arttıracağı (dilution effect) belirtilmiştir. Bunun nişasta miktarındaki azalma ile açıklanabileceği izah edilmiştir. Ancak Corbellini ve ark., 1998, tane dolum dönemi başlagıncında görülen ani sıcaklıkların (ısı şokları) tanede protein birikimini negatif yönde etkilediğini, tane dolum döneminin son evrelerinde ise yüksek sıcaklıkların tüm bitkide akümüle edilen protein miktarında değişim göstermediğini belirtmişlerdir. Buğdayda çiçeklenme dönemi sonrası görülen yüksek sıcaklıkların tane dolum süresini azalttığı belirtilmiştir (Wardlaw ve Moncur 1995; Veisz vd., 2008). Bu sürenin kısalması yani nişasta dolum süresindeki azalma verim düşüklüğüne neden olmaktadır (Rakszegi vd., 2006; Barnabas vd. 2008; Yan vd., 2008). Bu dönemde toprak ve bitkideki su azlığı bin tane ağırlığının düşmesine neden olmaktadır (Innes ve Blackwell 1981). Tane dolum zamanlarında sıcaklık değişimleri veya yüksek sıcaklıkların tane kuru ağırlığını ve hasat olgunlaşma süresine etkilediği belirtilmiştir (Dupont ve Altenbach, 2003; Hurkman vd., 2009). Tozlanmadan sonra sı-

caklık stresine maruz tanelerin protein içeriğinin artış gösterdiği belirlenmiştir (Balla ve Veisz, 2007).

Ciaffi vd., (1996) tarafından yapılan bir araştırmada tanenin maksimum ağırlığa ulaşması için 16-21 ^{o}C arasında sıcaklıkların yeterli olduğu, 30^{o}C'ye çıkan sıcaklıklarda ise nişastanın daha fazla etkilendiği, protein ve nişasta sentezinin azaldığı belirtilmiştir. Bitkiler, sıcaklıklarda meydana gelen ani 5-10 ^{o}C'lik artışlara karşı ısı şoku proteinleri (HSPs veya IŞP) üretirler. Isı stresi hücrelerdeki enzim ve pek çok proteinin yanlış katlanmasına neden olur veya önleyerek enzimlerin yapısını bozar (Bita ve Gerats, 2013). Tane dolum döneminde yaşanan sıcaklık stresinin nişasta birikiminini etkileyerek protein konsantrasyonu ve tane protein içeriğini de etkilediği belirtilmiştir. Tane büyüklüğü ile tane protein içeriği arasında negatif yönde ilişki bulunmaktadır. Sıcaklık stresi koşullarında tane protein içeriğinin arttığı ancak protein işlevselliğinin ise düştüğü belirtilmiştir (Farooq vd., 2011).

Yapılan çalışmalarda, buğday kalitesini belirlemede protein oranının yaygın olarak kullanıldığı (Gooding vd., 2003) ve bunun toprak verimliliği, yağış miktarı, sıcaklık v.b. çevresel ve kalıtsal faktörlere bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir (Miadenow vd., 2001). Genotipik faktörler, toprak azotu ve iklim koşulları gibi çevresel faktörler protein miktarını etkilerken (Bushuk, 1988) protein kompozisyonu ise hamur özelliklerini ve ürünün pişirme, tekstür ve görünüm özelliklerini belirleyen temel bir faktördür (Carson ve Edwards, 2009; Borghi vd., 1995). Buğdaylarda proteinin % 80-85'ini gluten oluşturur ve hamurun iskeletini meydana getirir. Undaki ham protein miktarı toplam azot ile kalite ise glutenin karakteri ile ilgilidir (Ünal, 1991). Gluten miktar ve kalitesi unun hangi ürün için kullanılacağının bir göstergesidir (Doğan ve Uğur, 2004). Unlardaki protein miktarı üretici firmaların aradığı en önemli özelliktir. Protein oranı buğday kalitesini belirlerken kullanılan parametrelerin başında gelir (Atlı, 1999). Çeşit etkisinin yanısıra protein oranı ve kalitesine; sıcaklık, toprak özellikleri, toprakta alınabilir azot oranı, yağış miktarı ve aylara göre dağılımı, uygulanan kültürel işlemler (gübreleme, ilaçlama, sulama, makineli tarım vb.) ve zararlılar da etki etmektedir (Atlı, 1999; Çağlayan ve Elgün, 1999; Cornish vd., 2006).

Küresel iklim değişikliğinin getirdiği artan sıcaklıkların CO_2 artışına yol açtığı olumlu etki ve getirdiği olumsuz etkilerin denge oluşturduğu belirtilmiştir (Prasad vd., 2005). Bitkilerde, sıcaklık stresinin fotosentez üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Ding vd., 2016). Sıcaklıktaki arttışların bitki gelişim dönemlerini kısalttığı, ekim ve hasat zamanında erkenciliğe neden olduğu belirtilmiştir (Bayraç ve Doğan, 2016). Küresel iklim değişikliği nedeniyle olaşacak yeni çevre koşullarının ıslah çalışmalarında seleksiyon kriterlerini de etkileyeceği bildirilmiş-

tir (Singh vd., 2013). Islah hedefleri küresel iklim değişikliği senaryolarına göre geliştirilmiştir (Ceccarelli vd., 2010).

Kapur vd., (2012), tarafından tam kontrollü koşullarda, iklim değişikliğinin Çukurova'da buğday üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan araştırmada, CO_2 artışı ile buğdayın fenolojik gelişmesinde 2-3 günlük bir yavaşlama olduğu, gelişme süresinin kısıtlı sulama koşullarında özellikle karınlamadan sonra önemli düzeyde kısaldığı belirtilmiştir. Araştırmada, 1°C sıcaklık artışının çiçeklenmeye kadarki sürede 5, olgunluşmaya kadar geçen sürede ise 9 gün kısalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Artan karbondioksit oranının kardeş sayısı ve kardeş başak sayısı üzerinde olumlu etki yaptığı, kardeş sayısını %69, kardeş başak sayısını ise %15 artırtırdiği belirtilmiştir. Sıcaklık; kardeş sayısını ve kardeş başak sayısını %10 aranında azalttığı, kuraklığın ise kardeş sayısını %12, kardeş başak sayısını %18 oranlarında azalttığı görülmüştür. Olgunlaşma zamanı artan karbondioksit bitki boyunu %4 arttırmıştır. Sıcaklık artışı ve kısıtlı sulamanın ise bitki boyunda sırasıyla %9 ve %6 oranlarında azalmaya yol açtığı belirlenmiştir. Sıcaklık artışlarının üst sap uzunluğunda %7 kısalmaya; kısıtlı sulamanın ise başak boyunda %4 üst sap uzunluğunda ise %6 azalmaya yol açtığı belirtilmiştir.

4. Kuraklık ve Buğday

Kurak iklim (aridity), iklimin daimi bir özelliğidir ve düşük yağış alan bölgeleri ifade eder. Kuraklık ise iklimde meydana gelen bir değişiklik veya sapmadır. Kuraklık, yağışın oldukça düşmesi sonucu oluşur ve üretim sistemlerini ve arazi kaynaklarını olumsuz şekilde etkileyerek oldukça önemli hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal bir olaydır. Kuraklık meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklık olarak sınıflandırılabilir. Meteorolojik kuraklık, uzun yıllar ortalamalarına göre yağış miktarında meydana gelen azalmadır. Tarımsal kuraklıkta, toprakta bitki kök bölgesinde suyun miktarı önemlidir. Hidrolojik kuraklık ise, uzun süreli yağış miktarının azalması nedeniyle yer altı ve yeryüzü su kaynaklarının azalmasıdır (Şimşek, 2006).

Bitki gelişimi için toprakta yeterli suyun bulunmaması tarımsal kuraklıktır (Uçan vd, 2007). Tarımsal kuraklık genelde meteorolojik kuraklığın uzun sürmesi sonucu oluşur ve tarımsal üretim ve verimde ciddi azalmalara neden olur (Şimşek, 2010). Yağış değişkenliğinin % 25 ve üzerinde olan yarı kurak bölgelerde, kurak koşullar sıklıkla yaşanmaktadır. Ancak yağış değişkenliğinin fazla olduğu yerlerde daha sık meydana gelen kuraklık hemen hemen tüm iklim bölgelerinde görülmektedir (Türkeş, 2007). Genel olarak kuraklık; bir bölgede yağış yetersizliğinin uzun süre devam etmesidir (Du vd., 2013).

Ekmeklik buğdayda verim ve kalite üzerinde etkili olan en önemli abiyotik stres faktörü kuraklık'tır. Bitkilerin stres koşullarında yaşayabil-

meleri bitki türlerine, bitki büyüme devresine, süresine ve suyun yetersizliğine bağlı olarak değişmektedir (Tátrai vd., 2016). Blum, (1988) kuraklığa dayanıklılığı üç şekilde ele almıştır; a- Kuraklıktan kaçma (kuraklık gelmeden önce bitkinin fizyolojik olgunluğa ulaşma yeteneği), b- Kuraklıktan korunma (kurak koşullar meydana geldiğinde bitkinin bünyesinde daha fazla su bulundurması ve su kaybını azaltarak kuraklığa dayanma yeteneği) ve c- Kuraklığa tolerans (bitkinin doku su potansiyeli düşüklüğü nedeniyle kurak dönemde hayatta kalması) olarak açıklamıştır. Bitkilerin su stresine karşı moleküler ve biyokimyasal metabolizma düzeyinde cevap verdikleri belirtilmiştir (Xu vd., 2010). Yapılan çalışmada; a- bitkiler yaşam döngüsünü tamamlayarak kuraklıktan kaçarlar (ör.; tek yıllık türlerde kuraklık başlangıcı ile erken çiçeklenme), b- bitkilerin su alma kapasitesini arttırarak kuraklıktan kaçması (bitki kök sistemini geliştirmek yada yaprak ve kanopi alanını azaltma), c- osmos yeteneğini arttırma ve doku turgoru devamlılığı için hücre duvarı elastikiyetini arttırma, d- bitkilerin stres koşullarında yaşamını sürdürmek için metabolizma yolunu değiştirmesi (antioksidan mekanizmasının artması), e- kuraklık etkilerinden kaçmak için bitkilerin bazı kısımlarından vazgeçmesi (su stresi nedeniyle yaşlı yapraklarından birini dökmek) ve f- bitkilerin kuraklığa dayanıklılık amacıyla bazı genetik mutasyonlar geçirdiği belirtilmiştir (Xu vd., 2010).

Dünyada ve ülkemizde yağışa bağımlı tarım alanlarında bitkisel üretimi sınırlayan en önemli faktörlerden biri kuraklık'tır. Düzensiz yağış dağılımları ve kuraklığın bitkiler üzerindeki şiddeti, buğdayın gelişim evrelerine göre değişkenlik gösterir (Gupta vd., 2001). Kurağa toleranslı çeşitlerin verim yönünden kuraklıktan daha az etkilendiği belirtilmiştir (Majer vd., 2008). Serin iklim tahıllarında kuraklığa dayanıklılık, bitkilerin köklerini derine indirebilmeleri ile doğru orantılıdır. Kuraklığa dayanım açısından tahıllar; çavdar, tritikale (genlere göre değişir), arpa (su isteği fazla ancak erkenciliği dolayısıyla kuraklıktan kaçar), buğday ve yulaf olarak sıralanır. Buğday çeşitine göre farklı gelişme dönemlerinde yaşanan kuraklığın verim ve verim unsurlarında ciddi azalmalara neden oldugu belirtilmiştir (Moustafa vd., 1996; Saleem, 2003; Maqbool vd., 2015). Buğdayın erken gelişme evrelerinde yaşanan kuraklık, bitki boyunda, yaprak alanında ve fertil kardeş sayısında azalmaya neden olur (Day vd., 1970; Robertson vd., 1994). Kuraklığın sapa kalkma ve çiçeklenme dönemlerin yaşanması buğdayda fertil başak, başakta fertil başakçık ve başakçıkta fertil çiçek sayısında azalmaya yol açar (Harrell vd., 1993; Giunta vd., 1995). Başaklanma dönemindeki kuraklık başakta tane sayısının azalmasına (Keim vd., 1981; Cooper vd., 1994), çiçeklenme döneminden sonraki kuraklık tane ağırlığının düşmesine, tane dolum dönemindeki kuraklığın ise yetersiz olan asimilatların başak içi rekabeti artırdığı, başakta uç ve dip kısımlarında tane kaybına neden olduğu belirtilmiştir (Steduto vd., 1986; Kutlu, 2010). Diğer araştırmalarda da, sapa

kalkma dönemindeki kuraklığın, başakçık sayısında ve başakta tane sayısında azalmaya (Shpiler ve Blum, 1991; Tatar, 2009), çiçeklenme ve tane dolum dönemlerinde ise fertil başakçık sayısı ve taneye kuru madde taşınımında azalmaya yol açarak verimliliği düşürebildiği bildirilmiştir (Del Moral vd., 2003). Bitki gelişim dönemleri bakımından tane dolum dönemi kuraklığı oldukça kritiktir çünkü buğdayda başaklanmadan sonraki kuru madde birikimi tane veriminin ana kaynağıdır (Schnyder, 1993; Saidi vd., 2008). Sade, (2008), kuraklığı yağışa, kuraklığın başlama zamanı ve etkili olduğu süreye göre; metrekarede fertil başak sayısı, başakta tane sayısı ve tane ağırlığını etkileyerek verimi olumsuz yönde etkilediğini belirtmiştir. Buğdayda çiçeklenme sonrası görülen kuraklığın başakta tane sayısı (Pireivatlou ve Yazdansepas, 2007), verim ve verim unsurları üzerinde olumsuz etki yaptığı belirtilmiştir (Emam vd., 2007). Kuraklık stresinin buğdayda metrekarede başak sayısını (Anonim, 1987; Majer vd., 2008) ve başak uzunluğunu azalttığı (Tosun vd., 2006) yönünde araştırma sonuçları bulunmaktadır. Öztürk ve Korkut (2018), erken dönem kuraklığın (sapa kalkma dönemi-başaklanma dönemine kadar), başaklanmadan sonraki kuraklığa göre verim üzerinde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Blum, (2007), gelişme döneminin kısalığını (genellikle erken çiçeklenme) özellikle geç dönemlerde oluşan kuraklıktan kaçış mekanizması olarak izah etmiştir. Bunun yanısıra uzun gelişme döneminin daha yüksek verim potansiyeli sağladığı ve kuraklık zamanının tahmin edilemeyen çevrelerde ise erkenciliğin verimin azalmasına yol açabileceğini belirtmiştir. Araştırıcı, erkenciliğin çoğunlukla tahmin edilebilir çevrelerde kullanılabileceğini bildirmiştir. Bazı araştırıcılar, erkencilik özelliğinin yanısıra çeşitler arasında kurak şartlarda yapraklarını daha uzun süre yeşil tutabilen ve gelişme oranı yüksek olanların öne çıktığını belirtmişlerdir (Van Oosterom ve Acevedo, 1993, Blake vd., 2007).

Bitkilerde kuraklık stresi büyüme ve gelişmeyi etkilemekte ve verim düzeylerinde azalmaya neden olmaktadır (Pan vd., 2002). Abiyotik stres kaynakları içerisinde (kuraklık, sıcaklık, tuzluluk, metal toksisitesi) kuraklık, gıda güvenliği üzerinde tehdit oluşturmaktadır (Dreisigacker vd., 2016). Kuraklık stresi bitki büyümesini etkileyen su potansiyeli, stoma kapanması, fotosentez, solunum, translokasyon, şeker ve besin metabolizması, iyon alımı, antioksidan sistem ve fitohormonlar üzerinde etkilidir (Prasad vd., 2011). Kuraklığa buğdayın çiçeklenme ve tane dolum dönemleri özellikle duyarlıdır (Prasad vd., 2011). Ülkemizde, kuraklık genellikle buğdayın çiçeklenme dönemi öncesi başlamakta ve tane dolum döneminde etkisi artmaktadır (Öztürk ve Çağlar, 1999). Tane dolum döneminin erken evresinde yaşanacak su stresi yaprak yaşlanmasını hızlandırır ve fotosentez (Farooq vd., 2014) ve kuru madde birikimi kapasitesini azaltır. Erken dönem kuraklık birim alanda tane sayısını azaltırken, geç dönem kuraklık ise tane ağırlığını düşürür. Başaklanma döneminden 10 gün önce

veya çiçeklenme dönemine yakın zamanda oluşan kuraklık, tane verimi üzerinde daha olumsuz etkiye sahiptir. Ülkemizde tahıl üretiminde, çiçeklenme dönemi sonrası kuraklık daha fazla karşılaşılır (Öztürk, 1999). Bitkiler çiçeklenme dönemi öncesi ve çiçeklenmede su stresine oldukça hassastırlar. Bu dönemde oluşacak kuraklık, buğdayın metrekarede fertil başak sayısını, başakta tane sayısını ve tane ağırlığını azaltarak verimi olumsuz etkiler. Bu durumda, kuraklıktan kaçış için erkencilikten yararlanılmaktadır (Sade, 1999). Sonbahardaki kuraklık, uygun çimlenme, çıkış olmamasına veya kardeşlenme dönemine ulaşamadan kışa girmeye neden olur ve soğuk zararının dolaylı etkileri sonucunda fizyolojik kuraklık da görülebilir. Kış ve ilkbahar aylarında uzun süreli oluşan kuraklıklar, zamanında ve iyi bir çıkış olsa bile kardeşlenme, sapa kalkma ve başaklanma dönemini de kapsayacağından, kardeşlenmede azalma, bitki boyunda kısalma, başakçık ve çiçek sayısında azalmaya neden olur. Kış ve ilkbahar aylarında kuraklık yaşandığında, erkencilik özelliği, kuraklıktan daha çok etkilenmeye sebep olur (Kutlu, 2010). Bu nedenle, ıslah stratejileri olarak kuraklıkta, genotiplerin farklı gelişme dönemlerine karşı reaksiyonları (Jamal vd., 1996; Czeuz vd., 2008; Saidi vd., 2008), tolerans dereceleri (Fischer ve Maurer, 1978) ve genetik varyasyonun araştırılması önemlidir. Yapılan çalışmalarda, kuraklık stresinin sulu koşullara göre, başaklanma zamanında 1-8 gün arasında kısalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Cseuz vd., 2008). Orta Anadolu Bölgesi'nde, Ayrancı vd., (2017) tarafından kontrollü tarla şartlarında, tane doldurma dönemi görülebilen kuraklık tipinin modellendiği araştırmada; ekmeklik buğday genotiplerinin kuraklığa tepkileri araştırılmıştır. Tane dolum dönemi kuraklık uygulaması tane veriminde sulu koşullara göre %23.9 oranında azalmaya neden olmuştur. Kuraklık stresinin sulu şartlara göre, başaklanma süresinde %1.9; çiçeklenmede %2.2; fizyolojik olumda %4.2; tane dolum süresinde ise %13 kısalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

Bazı ekmeklik buğdaylarda, farklı gelişme dönmelerinde kuraklığın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 15 ekmeklik buğday genotipi incelenmiştir. Araştırmada buğdayların sapa kalkmadan fizyolojik olum dönemine kadar kuraklık stresi uygulanmıştır. Uygulamaların; metrekarede başak ve başakta başakçık, başakta tane sayısı ve başak uzunluğu, biyolojik verim, hasat indeksi ve tane verimi ve bu özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Kuraklığın genotipleri farklı oranlarda etkilediği belirtilmiştir. En yüksek verim kuraklık stresi uygulanmayan konulardan alınmıştır. Tam kuraklık konusunda tane verimi %40.1 azalmış, sapa kalkmada %28.0 ve tane dolum zamanında ise %26.2 oranında azalmıştır. Araştırmada; sapa kalkmadaki kuraklığın tane dolum dönemindeki kuraklığa göre verim üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür (Öztürk ve Korkut, 2018).

Çekiç, (2007) tarafından yapılan araştırmada, İç Anadolu Bölgesinde

kuraklığa dayanıklılık için seleksiyon kriteri olabilecek morfolojik, fenolojik ve bazı fizyolojik parametreler karşılaştırılmıştır. Kuruda ve sulu koşullarda yürütülen denemelerde; bitki boyu, üst boğum uzunluğu, bayrak yaprağının eni, boyu ve alanı, başaklanma tarihi, verim, verim parametreleri ve fizyolojik özelliklerden bitki örtüsü sıcaklığı (BÖS), membran zararlanması, bayrak yaprak oransal nem içeriği, translokasyon oranı ve bayrak yaprak yeşil kalma süresi (BYYKS) incelenmiş ve bu parametreler arasındaki ilişkilere bakılmıştır. Kurak koşullarda, metrekarede başak sayısının verimle ilişkili olduğu, kurak koşullarda bitki boyunu fazla kısaltmayan çeşitlerin avantajlı olduğu, erkencilik ile bayrak yaprak yeşil kalma süresi arasında önemli bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kurak hassasiyet indeksi (KHİ) ve verim ile en yüksek ilişkiyi bayrak yaprak yeşil kalma süresi (BYYKS) değerleri göstermiştir. Stepwise yöntemi kullanılarak çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Çeşitler arasında KHİ değerleri açısından genotipik farklılığı gösteren parametrelerden birincisi BYYKS olmuştur. Bunu bitki boyu, bitki örtüsü sıcaklığı (BÖS) ve membran zararlanması izlemiştir. Kurak koşullarda, Kurak hassasiyet indeksi (KHİ) ve verimle en yüksek ilişki gösteren bayrak yaprak yeşil kalma süresi (BYYKS)'nin ıslah programlarında kullanılabiliceği belirtilmiştir. Bununla birlikte topraktaki suyu kullanabilme yönünden genetik varyasyonun olması, kuraklığa dayanıklı çeşit geliştirme araştırmalarında bitki örtüsü sıcaklığı (BÖS) ölçümünün seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (OlivaresVillegas vd., 2007; Kumari vd., 2007).

Mardeh vd., (2006), farklı çevre koşullarında kuraklığa karşı dayanıklı genotipleri belirlemek için kuraklık duyarlılık indeksi (SSI), stres tolerans indeksi (STI), ortalama verimlilik (MP), geometrik ortalama verimlilik (GMP), verim indeksi (YI), verim stabilite indeksi (YSI) ve tolerans (TOL) seleksiyon indekslerinin kullanılabilirlik düzeylerini araştırmışlardır. 11 adet ekmeklik buğday hattında yürütülen çalışmada; ılımlı stres koşullarında, MP, GMP ve STI özelliklerinin daha etkili seleksiyon kriteri olduğu belirlenmiş, aşırı stres koşullarında ise SSI özelliğinin genotipleri ayırmada daha etkili olduğu bulunmuştur.

Grzesiak vd., (2003), tritikale hat ve çeşitlerinde, kuru ve sulu koşullarda yürüttükleri çalışmada; günlük büyüme derecesi ve tane verimi belirlenmiş, ve bu veriler kullanılarak kuraklık duyarlılık indeksi (DSI) bulunmuş ve yaprak su potansiyeli, klorofil içeriği, yaprak hasarı ve gaz değişim parametreleri gibi ölçümlerle korelasyon yapılarak kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlarda kuraklığa tolerans derecesinde, tritikalede genetik varyans bulunduğu görülmüştür. Vejetatif gelişme dönemlerinde bitkilerin farklı kuraklık tolerans gruplarına ayrılabileceği belirtilmiştir. Kuraklığa toleransı tahmin etmek için yaprak su içeriği ve yaprak hasarı ölçümlerinin en uygun teknikler olduğu ve bu ölçümlerin hesaplanan DSI değeriyle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Kuraklığa toleransı tahmin etme-

de gaz değişim parametrelerinin kullanışlı testler olmadığı belirtilmiştir. Rong-hua vd., (2006) tarafından arpa genotipleriyle yürütülen bir araştırmada, fotosentetik özellikler ve kuraklığa dayanım arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Kuraklık durumunda klorofil içeriği olumsuz etkilenen genotiplerin daha az verime sahip olduğu belirlenmiş ve bunun bir seleksiyon kriteri olabileceği belirtilmiştir. Dhanda vd., (2004) tarafından 30 adet ekmeklik buğday çeşidinde; kuraklığa dayanıklılığı belirlemek için çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, sap uzunluğu, kök/ sap oranı, koleoptil uzunluğu ve membran stabilitesi gibi parametreler araştırılmıştır. Kurağa dayanıklılıkta en yüksek korelasyonunun kalıtım derecesinin yüksek olmasından dolayı membran stabilitesinden elde edilmiş, bunu kök/sap oranı izlemiştir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda; kuraklık stresi durumunda yetiştirilebilecek transgenik bitkilerin geliştirildiği ve çalışmaların devam ettiği bildirilmiştir. Yapılan araştırmada bitkilerde kuraklık stresinde, DREBs/BFs; SNAC1, OsCDPK7, ABF3, ERECTA ve Farnesyltransferase (ERA1) genlerinin stresi azaltıcı ya da önceleyici genler olduğu ve kuraklığa tolerans ıslah çalışmalarında başarılı olacağı belirtilmiştir (Cattivelli vd., 2008).

Kuraklığa duyarlı olan genotiplerin köklerinin absorbsiyon alanı daha fazladır. Genotipler arasında, kök uzunluğu, derinliği, sayısı, oransal absorbsiyon alanı, yayılımı ve yoğunluğu açılarından farklılıklar olduğu belirtilmiştir (Kinyua vd., 2003). Ekmeklik buğdaylarda kuraklığa dayanıklılıkta morfolojik ve fizyolojik karakterler farklı etkilere sahiptir. Başakta tane sayısı, ağırlığı, verim, bitki boyu ve başakta başakçık sayısı gibi özelliklere genotiplerin daha duyarlı olduğu belirtilmiştir (Dencic vd., 2000). Kuraklığa dayanıklığı belirlemede bitkide kök yapısı ve kökün gelişimi önemlidir. Kısa boylu çeşitlere göre uzun boylu çeşitlerin daha çok kök ağırlığına sahip olduğu, sulama koşullarında yürütülen tarla denemelerinde tane verimi ve kök biyolojik aksamı arasında pozitif ilişki olduğu (Waines ve Ehdaie, 2007), su stresinin kök özelliklerini oldukça etkilediği, bazı kök özelliklerinin su stresinden dolayı düştüğü (Adda vd., 2005) belirtilmiştir. Tohumların kuraklık stresi koşullarında protein sentezinin azaldığı, hücre bölünmesinin yavaşladığı ve çimlenme gücünün azaldığı belirtilmiştir (Bray, 1997). Kuraklık koşullarında bitki gelişiminin iyi olmasının ön koşulu iyi bir çimlenmedir. Bu nedenle uygun çimlenme kabiliyeti ve karakterine sahip olan genotipler kuraklık stresi durumunda daima öne çıkar. Noorka ve Khaliq (2007), tarafından 100 buğday genotipi üzerinde yapılan bir araştırmada, çimlenme ve çıkış özellikleri incelendiğinde, kuraklığa hassas ve toleranslı genotiplerin ayırt edilmesinde fide kalım oranının kullanılabileceğine belirtmişlerdir. Öztürk vd., (2014), erken dönem kurağa dayanıklılıkta 64 ekmeklik buğday genotipinin fide kalımı, çim kını uzunluğu ve fide kuvveti ölçütleri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, buğday genotipleri arasında kuraklık sonrası fide kalım ora-

nı bakımından önemli farkların olduğu bildirilmiştir. Balkan ve Gençtan (2013), tarafından yapılan araştırmada, su kullanımını kısıtlayan osmotik stresin artmasının buğdayda, çimlenme oranı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, fide boyu, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığını azalttığı, ortalama çimlenme süresi ve kök kuru ağırlığını ise arttırdığı belirtilmiştir. Bayram, (2013), buğday ıslah programlarında, kuraklık sonrasında fide kalım oranının, fide kuvveti ve tane verim ve verim unsurları ile arasındaki olumlu ilişkiler nedeniyle seleksiyon ölçütü olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Diğer bir araştırmada da buğday genotipleri arasında kuraklık sonrası fide kalım oranı bakımından önemli farklar olduğu belirlenmiştir (Bayram vd., 2015).

Tarım sektörü, global su tüketiminin % 80'inden sorumludur (Xinchun vd., 2017). Kanber vd., (2008), tarafından yürütülen proje ile iklim değişikliğinden en çok su kaynaklarının etkileneceği belirtilmiştir. TERC-RAMS-Bölgesel İklim Modeli, 2070'li yıllarda aylık yağış dağılımının, miktarının ve sıcaklık değerlerinin önemli ölçüde değişeceğini göstermiştir. Araştırmada; aylık ortalama sıcaklıkların Seyhan havzası'nda 3^0C artacağı; yıllık yağış miktarının ise %25 oranında azalacağı belirlenmiştir. Potansiyel evapotranspirasyonda %14'lük artış, yağışın azalması nedeniyle gerçek evapotranspirasyonda ise %17'lik bir azalış olacağı belirtilmiştir. Bu araştırma ile Seyhan Havzası su kaynaklarında iklim değişikliğinden dolayı azalma olacağı gösterilmiştir. Kar depolaması, yüzeysuyu kaynakları ve yeraltısuyu potansiyellerinde %30'a varan oranda düşüşler alacağı belirtilmiştir. Bu koşullarda, bitkilerin doğal ve tarımsal su gereksinimlerinde artış olacak; suyun azalması nedeniyle gelecek yıllarda sulama teknikleri oldukça önemli olacaktır. Bu nedenlerden dolayı, öncelikli olarak su arttırımı, dağıtılması, su isteminin yönetilmesi, su kullanımının denetlenmesi, gözlem ağının büyütülmesi, geniş hacimli depolama tesislerinin arttırılması vb. konular değerlendirilmelidir (ICCAP, 2007b). Seyhan havzasında buğday için yapılan analizlerde, azalan yağış ve artan sıcaklıklardan bitkisel verimin olumsuz etkileyeceği belirlenmiştir. Buğdayda yaz aylarında sıcaklığın yükselmesi ile sulama suyu ihtiyacının arttığı belirtilmiştir. Bununla birlikte artan sıcaklıkların bitki büyüme süresinde kısalmaya neden olduğu, yağışların kış aylarında azalması ile havzada buğday ekimlerinin zorlaşacağı ve yetiştirme bölgelerinin havzanın orta ve kuzey kesimlerine kayacağı belirtilmiştir. İklim koşulları nedeniyle, tarımsal ürün çeşitliliğinin değişeceği ve sulama yatırımlarının gerekli ve önemli olduğu sonucu çıkmıştır (Kanber vd., 2008).

Çelik ve Karabulut, (2017) tarafından Akdeniz bölgesinde, yarı-kurak iklime sahip Kilis merkezde buğdaya ait test alanları belirlenmiş ve kurak koşullara karşı bitkinin verdiği tepki incelenmiştir. Bunun için MODIS verileri kullanılarak standardize bitki kuraklık indisi (SVI) oluşturulmuştur. 2000-2014 yıllarında aylık olarak kurak koşullarda bitki örtüsünün

verdiği tepkiler analiz edilmiştir. SVI analiz sonuçlarına göre, vejetatif dönemde kuraklığın belli yıl ve aylarda önemli olduğu görülmüştür. Buğday için; yılın kurak geçmesine göre özellikle nisan ayının kurak ya da nemli geçmesinin önemli olduğu belirtilmiştir. Yapılan analizlerde nisan ayında artan yağışların bitki boyunun uzamasına ve bitki indeks değerlerinin artmasına sebep olduğu, kurak iklim koşullarında ise buğday bitkisinin erken sarardığı görülmüştür. Bu durumun ise gıda arzında sıkıntı yaratabileceği belirtilmiştir.

Görüldüğü gibi küresel iklim değişikliği buğday ve bir çok ürün grubunun yetiştirilmesinde etkili olacaktır. Bu nedenle her türlü duruma karşı ülke olarak hazırlıklı olmak durumundayız. Her ürün grubunda sıcaklık ve kuraklığa dayanıklı çeşit geliştirme ve bu koşullara uygun yetiştirme tekniği araştırmaları (gübre ve gübreleme, ekim zamanı, sulama vb..) yapılması gereklidir.

6. Sonuç ve Öneriler

Buğday insanlığın temel besin kaynağıdır. Bu yüzden ülkeler, buğday üretimi bakımından yeterli olmak ve yeterli buğday stoğu bulundurmak zorunluluğu taşımaktadır. Dünya nüfusu hızla artmaktadır. Bu nedenle beslenme problemleriyle karşı karşıya kalmamak için hem üretimin hemde kalitenin arttırılması gerekmektedir. Birim alandan verim ve kalitenin arttırılması için hem ıslah hemde koşullara uygun yetiştirme teknikleri araştırmaları yapılmaktadır. Çeşit seçimi, gübreler ve gübreleme, uygun toprak işleme teknikleri, toprak organik madde içeriğinin arttırılması, ekim nöbeti, nadas, yabancı ot, hastalık ve zararlılarla mücadele, yağış durumuna göre sulama ve dayanıklı çeşit geliştirme bunlardan bazılarıdır.

Küresel ısınma nedeniyle meydana gelen iklim değişikliği; bir çok çevresel, ekonomik ve sosyal alanda olumsuz etkiler yaratabilir. İklim değişikliğinin yaratacağı durumlardan en çok tarım sektörü etkilenecektir. Sıcaklık ve kuraklık gibi yaşanacak stresler birçok ürün grubunda özellikle de tahıllarda verim ve kalitede azalmalara neden olabilir. Uluslararası iklim değişikliği sözleşmeleri ve kuraklık eylem planlarında suyun ekonomik kullanımı için plan ve eylemler öne çıkacaktır. Dünya geneli yaşanan pandemi bize yaşamak için tarımın çok önemli olduğunu gösterdi. Ülkemiz iklimi, toprağı ve suyu ile çok önemli bir coğrafyaya sahip. Ancak pandemi bize toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin ne kadar önemli olduğu/olacağını hatırlattı. İleriki yıllarda bu ve bunun gibi yaşanabilecek doğal felaketlerde, gıda arzında oluşabilecek sıkıntıların dünyada olduğu gibi ülkemizde de insanlar için çok önemli sorunlara neden olabileceğinden dolayı toprağımıza, tarımımıza sahip çıkmalıyız.

KAYNAKLAR

Adda, A., Sahnoune, M., Kaid-Harch, M. & Merah, O. (2005). Impact of water deficit intensity on durum wheat seminal roots. Comptes rendus biologies, 328(10-11), 918-927.

Akalın, M. (2014). "İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri: Bu Etkileri Gidermeye Yönelik Uyum ve Azaltım Stratejileri", Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl 7, Sayı 2, ss. 351-377.

Anonim, (1987). Cereal Improvement Program. Annual Report. Drought Tolerance p:49-50. ICARDA, Aleppo

Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rotter, R. P., Lobell, D.B., Cammarano, D., Kimball, B. A., Ottman, M.J., Wall, G.W., White, J.W., Reynolds, M.P., Alderman, P.D., Prasad, P.V.V., Aggarwal, P.K., Anothai, J., Basso, B., Biernath, C., Challinor, A.J., De Sanctis, G., Doltra, J., Fereres, E., Garcia-Vila, M., Gayler, S., Hoogenboom, G., Hunt, L.A., Izaurralde, R.C., Jabloun, M., Jones, C.D., Kersebaum, K.C., Koehler, A. K., Muller, C., Naresh Kumar, S., Nendel, C., O'Leary, G., Olesen, J. E., Palosuo, T., Priesack, E., Eyshi Rezaei, E., Ruane, A.C., Semenov, M.A., Shcherbak, I., Stockle, C., Stratonovitch, P., Streck, T., Supit, I., Tao, F., Thorburn, P. J., Waha, K., Wang, E., Wallach, D., Wolf, J., Zhao, Z. & Zhu, Y. (2015). Rising temperatures reduce global wheat production. Nature Climate Change, 5(2): 143-147.

Atlı, A. (1999). Buğday ve ürünleri kalitesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu Bildirileri, (8-11 Haziran 1999), pp. 498-506, Konya.

Aykanat, S., & Barut, H. (2018). Buğday Tarımında Farklı Ekim Yöntemleri ve Sulamanın Teknik Yönden Karşılaştırılması. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 1(1), 131-142.

Ayrancı, R., Sade, B. & Soylu, S. (2017). Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Verim ve Fenolojik Özelliklerinin Tane Doldurma Dönemindeki Kuraklık Stresine Tepkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 2017, 26 (Özel Sayı): 112−118.

Bakker, M.M., Govers, G., Ewert, F., Rounsevell, M. & Jones, R. (2005). Variability in Regional Wheat Yields as a Function of Climate, Soil and Economic Variables: Assessing the Risk of Confounding. Agriculture, Ecosystems and Environment, 110: 195–209.

Balkan, A. & Gençtan, T. (2013). Ekmeklik buğdayda (Triticum Aestivum L.) osmatik stresin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 10(2): 44-52.

Balla, K. & Veisz, O. (2007). Changes in the quality of cereals in response to heat and drought stress. Acta Agronomica Óvariensis, 49:451455

Baraki, F., Tsehaye, Y. & Abay, F. (2014). AMMI Analysis of Genotype × Environment interaction and stability of sesame genotypes in northern Ethiopia. Asian J. Plant Sci.13, 178.

Barnabas, B., Jager, K. & Feher, A. (2008). The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant, Cell and Environment, 31: 11-38.

Barneix, A.J. (2007). Physiology and biochemistry of source-regulated protein accumulation in the wheat grain. Journal of plant physiology, 164(5), 581-590.

Barut, H., Ezici A., Karaduman Y., Akın A., Aşıklı S. & Eker S.(2018). Vejetatif Ve Generatif Dönemlerde Yapraktan Üre, Potasyum Sülfat Ve Çinko Sülfat Uygulamalarının Ekmeklik Buğdayın Verim, Mineral Element Ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisinin Araştırılması. TAGEM Proje Sonuç Raporu.

Bayraç, H.N. & Doğan, E. (2016). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniv. İİBF Derg. 11(1):23-48.

Bayram, S. (2013). Fide Kalımı, çim kını uzunluğu ve fide kuvveti ölçütleri ile buğday genotiplerinin erken dönem kuraklığa dayanıklılık yönünden karakterizasyonu, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. (Yüksek Lisans Tezi), Erzurum.

Bayram, S., Öztürk, A. & Aydın M. (2015). Ekmeklik buğday genotiplerinde erken kuraklığa dayanıklılığın ölçütü olarak fide kalımı. Türk Doğa ve Fen Dergisi. Tr. J. Nature Sci. Vol. 4, No. 2

Bita, C.E. & Gerats, T. (2013). Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. Frontiers in Plant Sci. 4 (273): 1-18.

Bitki Su Tüketim Rehberi, (2016). Türkiye'de iklim bölgelerine göre tarımsal ürünlerin bitki su tüketimleri (2016), Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketim Rehberi, S:157, Ankara.

Blake, N.K., Lanning, S.P., Martin, J.M., Sherman, J.D. & Talbert, L.E. (2007). Relationship of flag leaf characteristics to economically important traits in two spring wheat crosses. Crop Sci 47:491-494.

Blum, A. (1988). Plant breeding for stress environments. CRS Press. Inc.Boca Raton. Florida.

Blum, A. (2007). The mitigation of drought stress Dr. Abraham Blum Web sitesi. http://www.plantstress.com. Erişim Tarihi: 05.08.2007

Borghi, B., Giordani, G. & Corbellini, M. (1995). Influence of crop rotation, manure and fertilizers on bread making quality of wheat (Triticum aestivum L.). European Journal of Agronomy, 4:37-45.

Bray, EA. (1997). Plant responses to water deficit. Trends Plant Sci. 2: 48-54

Bregaglio, S., Frasso, N., Pagani, V., Stella,T., Francone, C., Cappelli, G., Acutis, M., Balaghi, R., Ouabbou, H., Paleari, L. & Confalonieri, R. (2015). New multi-model approach gives good estimations of wheat yield under semi-arid climate in Morocco. Agron. Sustain. Dev. 35:157–167.

Briston, N., Gate, P., Gouache, D., Charmet, G., Oury, F.X. & Huard, F. (2010). Why are Wheat Yields Stagnating in Europe? A Comprehensive Data Analysis for France. Field Crops Research, 119: 201-212

Bushuk, W. (1982). Grains and Oilseeds. 3. Edition. Canadian International Grains Institute, Winnipeg, Manitoba.

Carson, G.R., Edwards, N.M. (2009). Criteria of wheat and flour quality. In: Khan, K. and P.R. Shewry. (eds.). Wheat chemistry and technology 4th ed., AACC International Inc., MN, USA, pp. 97-118.

Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F. W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A. M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A. & Stanca, A. M. (2008). Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. Field crops research, 105(1-2), 1-14.

Ceccarelli, S., Grando, S., Maatougui, M., Michael, M., Slash, M., Haghparast, R., Rahmanian, R., Taher, A., Al-Yassin, A., Benbelkacem, A., Labdi, M., Mimoun, H. & Nachit, M. (2010). Plant breeding and climate changes. Journal of Agricultural Science 148: 627-637

Ciaffi, M., Tozzi, L., Borghi, B., Corbellini, M. &afiandra, D. (1996). Effect of heat shock during grain filling on the gluten protein composition of bread wheat. Journal of Cereal Science, 24: 91-100.

Clıne, W.R. (2007). Global Warming and Agriculture, Impact Estimates by Country, Center For Global Development, Peterson Instıtute For Internatıonal Economıcs, Washington, DC, Jul y 2007.

Cook, R. J. & Veseth, R. J. (1991). Wheat health management.

Cooper, M., Byth, D. E. & Woodruf, D. R. (1994). An Investigation of the Grain Yield Adaptation of Advenced CIMMYT Wheat Lines Stress Environments in Queensland. I. Crop Physiological Analysis, Aust. J. Agric. Res. 45, 965-984, 1994.

Corbellini, M., Mazza, L., Ciaffi, M., Lafiandria, D. & Borghi, B. (1998). Effect of heat shock during grain filling on protein composition and technological quality of wheats. Euphytica, 100: 147-154.

Cornish, G.B., Be´ke´s, F., Eagles, H.A. & Payne, P.I. (2006). Prediction of dough properties for bread wheats. In: Wrigley, C., Be´ke´ s, F., Bushuk, W. (Eds.), Gliadin and Glutenin, the Unique Balance of Wheat Quality. AACC Internal, St. Paul, Minnesota, USA, pp. 243-280.

Czeuz, L., Pauk, J., Fonad, P., Kovacs, E. & Matuz, J. (2008). Field selection of winter wheat genotypes tolerant to water shortage with a mobile automatic rain shelter (MARS) and chemical desiccation. Cereal Research NonProfit Co., Szeged, Hungary, p: 1-3.

Çağlayan, M. & Elgün, A. (1999). Değişik çevre şartlarında yetiştirilen ekmeklik buğday hat ve çeşitlerinin bazı teknolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, (8-11 Haziran), pp. 513-518, Konya.

Çekiç, C. (2007). Kurağa dayanıklı buğday (triticum aestivum L.) Islahında seleksiyon kriteri olabilecek fizyolojik parametrelerin araştırılması. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı.

Çelik, M. A. & Karabulut, M. (2017). Uydu Tabanli Kuraklik İndisi (SVI) Kullanilarak Yari Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis) Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi. Celal Bayar University Journal of Social Sciences/Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 15(1), 111-130

Day, A.D. & Intalap, S. (1970). Some Effects of Soil Moisture on the Growth of Wheat, Agron. J., 62, 27-29, 1970.

Del Moral, L. G., Rharrabti, Y., Villegas, D. & Royo, C. (2003). Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach. Agronomy Journal, 95(2), 266-274.

Dellal, İ. (2012). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım ve Gıda Güvencesine Etkileri, Türkiye'nin II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, İklim Değişikliği Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1-32.

Dellal, İ., McCarl, B.A. & Butt, T. (2011). The Economic Assessment of Climate Change on Turkish Agriculture, Journal of Environmental Protection and Ecology , Vol:12, No:1, 376-385.

Dencic, S., Kastori, R., Kobiljski, B. & Duggan, B. (2000). Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. Euphytica 113: 43-52.

Deveci, H. (2015). Trakya Bölgesi'nde iklim değişikliğinin yüzey su kaynakları, toprak nemi ve bitki verimine etkisinin modellenmesi. Doktora Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 210 s, Tekirdağ.

Dhanda, S.S., Sethi, G.S. & Behl, R.K. (2004). Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. Agronomy & Crop Science 190: 6-12 Dhanda.

Ding, X., Jiang, Y., He, L., Zhou, Q., Yu, J., Hui, D. & Huang, D. (2016). Exogenous glutathione improves high root-zone temperature tolerance by modulating photosynthesis, antioxidant and osmolytes systems in cucumber seedlings. Scientific Reports 6: 35424 DOI: 10.1038/srep35424 [Erişim Tarihi: 25.02.2018]

Doğan, İ.S. & Uğur, T. (2004). Van ve Çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir arafltırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Science), 15: 139-148.

Dreisigacker, S., Sukumaran, S., Guzmán, C., He, X., Bonnett, D. & Crossa, J. (2016). Molecular Marker-Based Selection Tools in Spring Bread Wheat

Improvement: CIMMYT Experience and Prospects. In Molecular Breeding for Sustainable Crop Improvement, 421-474.

Du, L., Qingjıu, T., Tao, Y., Qingyan, M., Tamas, J., Peter, U. & Yan, H. (2013). A com-prehensive drought monitoring method integrating MODIS and TRMM data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 23, ss. 245– 253

Dupont, F.M. & Altenbach, S.B. (2003). Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. Journal of Cereal Science, 38 :133-146.

Emam, Y., Ranjbar A.M. & Bahrani, M.J. (2007). Evaluation of yield and yield components in wheat genotypes under post-anthesis drought stress. J. Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour., Vol. 11, No. 1 (B), Spring 2007, Isf. Univ. Technol., Isf., Iran,

Erekul, O. & Yiğit, A. (2018). Buğdayda Tane Dolum Dönemindeki Yüksek Sıcaklığın Protein Yapısına Etkisi. Uluslararası Tarım, Çevre ve Sağlık Kongresi / 26-28 Ekim 2018 , Aydın.

Farooq, M., Bramley, H., Palta, J. A. & Siddique, H.M. (2011). Heat stress in wheat during reproductive and grainfilling phases. Critical Reviews in Plant Sciences, 30 (1): 1-17.

Farooq, M., Hussain, M. & Siddique, K.H. (2014). Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. Critical Reviews in Plant Sciences, 33(4): 331-349

Feller, U. & Fischer, A. (1994) Nitrogen metabolism in senescing leaves. Crit. Rev. Plant Sci.13: 241–273.

Fischer, R.A. & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912. doi: 10.1071/ AR9780897

Giunta, F., Motzo, R. & Deidda, M. (1995). Effects of Drought on Leaf Area Development, Biomass Production and Nitrogen Uptake of Durum Wheat Grown in a Mediterranean Environment, Aust. J. Agric. Res. 46, 99-111, 1995.

Gooding, M.J. & Davies, W.P. (1997). Wheat production and utilization. CAB Int., Wallingford, UK.

Gooding, M.J., Ellis, R.H., Shewry, P.R. & Schofield, J.D. (2003). Effects of Restricted Water Availability and Increased Temperature on The Grain Filling, Drying and Quality of Winter Wheat. Journal of Cereal Science, 37:295-309.

Grzesiak, S., Grzesiak, M. T., Filek, W. & Stabryla, J. (2003). Evaluation of Physiological Screening Tests for Breeding Drought Resistant Triticale, Acta Physiologiae Plantarum, Vol. 25, No. 1, 29–37.

Gupta, N.K., Gupta, S. & Kumar, A. (2001). Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and yield of wheat cultivars at different stages. Journal of Agronomy & Crop Science, 186: 55-62

Harrell, D.M., Wilhelm, W.W., McMaster, G.S. (1993). Scales: A Computer Program to Convert Among Three Developmental Stage Scales for Wheat, Agron. J. 85, 758-763, 1993.

Hedhly, A., Hormaza, J.I. & Herrero, M. (2008). Global warming and sexual plant reproduction. Trends Plant Sci. 1: 3036.

Houghton, R.A. (2003). "Why Are Estimates of The Terrestrial Carbon Balance So Different?", Global Change Biology, Vol.9, pp.500-509.

Howden, S.M., Soussana, J.F., Tubiello, F.N., Chhetri, N., Dunlop, M. & Meinke, H. (2007). Adapting agriculture to climate change. Proceedings of the National Academy of Sc iences, 104(50): 19691-96.

Hububat Raporu, (2008). Toprak Mahsulleri Ofisi 2018 Yılı Hububat Raporu.

Hububat Raporu, (2020). Toprak Mahsulleri Ofisi 2020 Yılı Hububat Sektör Raporu.

Hurkman, W.J., Vensel, W.H., Tanaka, C.K., Whitehand, L. & Altenbach, S.B. (2009). Effect of high temperature on albumin and globulin accumulation in the endosperm proteome of the developing wheat grain. Journal of Cereal Science, 49:12-23

ICCAP, (2007b). ICCAP Project: Turkish Group Final Reports. Impact Of Climate Changes On Agricultural Production System in Arid Areas (ICCAP). Kurak alanlarda İkilm Değişikliğinin Tarımsal Üretim Sistemlerine Etkisi. Research Institute for Humanity and Nature (RIHN); The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK). Edit by Research Team for thr ICCAP Project. ICCAP Pub. No. 11, March 2007(b), 188 p.

Innes, P. & Blackwell, R.D. (1981). The effect of drought on the water use and yield of two spring wheat genotypes. The Journal of Agricultural Science, Cambridge University Press, 96:603610 DOI: 10.1017/S0021859600034584

IPCC, (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

Jamal, M., Nazir, M.S., Shah, S.H. & Ahmed, N. (1996). Varietal response of wheat to water stress at different growth stages. III. Effect on grain yield, straw yield, harvest index and protein content in grain. Rachis, 15 (1/2): 38-45.

Kale, S. & Tarı, A.F. (2012). Sulu ve kuru koşullar altında kışlık buğday için FAO-AQUACROP modelinin performansının değerlendirilmesi. Toprak Su Dergisi, 2: 119-131.

Kalefetoğlu, T. & Ekmekçi, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. G. U. Journal of Science, 18 (4), 723-740.

Kanber, R., Kapur, B., Ünlü, M., Tekin, S. & Koç, D.L. (2008). İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: Iccap Projesi. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi.s. 83-94.

Kapur, B., Topaloğlu, F., Özfidaner, M. & Koç, M. (2007). Çukurova Bölgesi'nde küresel iklim değişikliği ve buğday verimliliği üzerine etkilerine genel bir yaklaşım. Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Sempozyumu, 18–20 Ekim, Konya.

Kapur, B. (2010). Artan CO_2 ve küresel iklim değişikliğinin Çukurova Bölgesi'nde buğday verimliliği üzerine etkileri. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.

Kapur, B., Koç, M. & Özekici, B. (2012). Artan CO_2 ve Küresel İklim Değişikliğinin Çukurova Bölgesinde Buğday Verimliliği Üzerine Etkileri. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl:2012 Cilt:28-4

Karapınar, B., Özertan, G., Tanaka, T., An, N. & Turp, M.T. (2020). İklim Değişikliği Etkisi Altında Tarımsal Ürün Arzının Sürdürülebilirliği. TÜSİAD-T/2020-03/616.

Kaya, Y., Palta, Ç. & Taner, S. (2002). Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield performance in bread wheat genotypes across environments. Turkish Journal of Agriculture Forestry, 26: 275-279.

Keim, D. L. & Kronstad, W.E. (1981). Drought Response of Winter Wheat Cultivars Grown Under Field Stress Conditions, Crop Sci. 21, 1115, 1981.

Kinyua, M.G, Njoka,E. M., Gesimba, R.M. & Birech, R.J. (2003). Selection of drought tolerant bread wheat genotypes by using root characteristics at seedling stage. IJARD. 4: 9–15.

Koc, M., Barutçular, C. & Genç, I. (2003). Photosynthesis and productivity of old and modern durum wheats in a Mediterranean environment. Crop Sci. 43:2089-2098.

Koç, E.M. (2011). İklim değişikliğinin tarıma olası etkilerinin WOFOST bitki iklim modeli ile araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Konukcu, F., Deveci, H. & Altürk, B. (2020). Trakya Bölgesi'nde İklim Değişikliğinin Buğday Verimine Etkisinin AquaCrop ve WOFOST Modeller ile Tahmin Edilmesi. JOTAF/ Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 2020, 17(1).

Kumari, M., Singh, V. P., Tripathi, R. & Joshi, A. K. (2007). Variation for staygreen trait and its association with canopy temperature depression and yield traits under terminal heat stress in wheat wheat production in stressed environments. Springer Netherlands 12: 357-363.

Kutlu, İ. (2010). Tahıllarda Kuraklık Stresi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 3(1): 35-41, 2010.

Kün, E. (1988). Serin İklim Tahılları. Ders Kitabı. A.Ü.Z.F. Yayınları Yayın No 1032. Ankara.

Lasztity, R. (1996). The Chemistry Of Cereal Proteins 2nd Ed. Crc Press Inc., Florida.

Leilah, A.A. & Al-Khateeb, S.A. (2005). Statistical Analysis of Wheat Yield under Drought Conditions. Journal of Arid Environments, 61: 483–496.

Lesk, C., Rowhani, P. & Ramankutty, N. (2016). Influence of extreme weather disasters on global crop production. Nature, 529(7584): 84-87. 24.

Li, Y., Ye, W., Wang, M. & Yan, X., 2009. Climate Change and Drought: A Risk Assessment Of Crop-Yield Impacts. Climate Research, 39, 31-46.

Lobell, D.B., Baldos, U.L.C. & Hertel, T.W. (2013). Climate adaptation as mitigation: the case of agricultural investments. Environmental Research Letters, 8(1): 015012

Majer, P., P. Sass., T. Lelley., L. Cseuz., I. Vass., D. Dudits. & J. Pauk. (2008). Testing drought tolerance of wheat by a complex stres diagnostic system installed in greenhouse. Acta Biologica Szegediensis, Vol:52(1): 97-100.

Maqbool, MM., Ali, A., Haq, T., Majeed, M.N. & Lee, D.J. (2015). Response of spring wheat (Triticum aestivum L.) to induced water stress at critical growth stages. Sarhad Journal of Agriculture 31(1), 53-58.

Mardeh, A.S.S., Ahmadi, A., Poustini, K. & Mohammadi, V. (2006). Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Research, 98(2-3), 222-229.

Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition Of Higher Plants. 2nd Edn. Academic Press, London

McMicmael, A. & Githeko, A. (2007). Human Health, Executive Summary, Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, IPCC, 2007, pp.473.

Miadenow, N., Przulj, N., Hristov, N., Djuric, V. & Milovanovic, M. (2001). Cultivar-by-Enviroment Interactions for Wheat Quality Traits in Semiarid Conditions. Cereal Chem., 78:363- 367.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.

Mishra, S.K., Shekh, A.M., Yadav, S.B., Kumar, A., Patel, G.G., Pandey, V. & Patel, HR. (2013). Simulation of growth and yield of four wheat cultivars using WOFOST model under middle Gujarat region. Journal of Agrometeorology 15 (1): 43-50.

Morison, JIL. & Lawlor, D.W. (1999). Interactions between increasing CO_2 concentration and temperature on plants growth. Plant, Cell & Environment 22: 659-682.

Moustafa, M.A., Boersma, L. & Kronstad, W.E. (1996). Response of four spring wheat cultivars to drought stress. Crop Science 36(4), 982-986.

Mwadzingeni, L., Shimelis, H., Dube, E., Laing, M.D. & Tsilo, T.J. (2016). Breeding Wheat for Drought Tolerance: Progress and Technologies. Journal of Integrative Agriculture, 15(5), 935-943.

Noorka, I.R. & Khaliq, I. (2007). An efficient technique for screening wheat (Triticum aestivum L.) germplasm for drought tolerance. Pakistan Journal of Botany, 39 (5), 1539-1546, 2007.

Olivares-Villegas, J.J., Reynolds, M. P. & McDonald, G. K. (2007). Droughtadaptive attributes in the Seri/Babax hexaploid wheat population Functional Plant Biology 34(3): 189–203.

Önen, H. & Özcan, S. (2010). İklim Değişikliğine Bağlı Olarak Yabancı Ot Mücadelesi. Ed. Sayılı, M. 2010. İklim Değişikliğinin Tarıma Etkileri ve Alınabilecek Önlemler. T.C. Kayseri Valiliği İl Tarım Müdürlüğü. 2: 336-357. Fidan Ofset, Kayseri.

Öztürk, A. (1999). Kuraklığın kışlık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi. Turk J. Agric. For., 23(5): 531-540.

Öztürk, A. & Çağlar, Ö. (1999). Kışlık buğdayda kuraklığın vejatatif dönem, tane dolum dönemi ve tane dolum oranına etkisi. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 30(1): 1-10.

Öztürk, A., Bayram, S., Haliloğlu, K., Aydın, M., Çağlar, Ö. & Bulut, S. (2014). Characterization for drought resistance at early stages of wheat genotypes based on survival, coleoptile length, and seedling vigor. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 38, 824837, 2014.

Öztürk, İ. & Korkut, K.Z. (2017). Ekmeklik Buğday (Triticum aestivum L.) Genotiplerinde Farklı Bitki Gelişme Dönemlerinde Kuraklık Uygulamalarının Kalite Karakterlerine Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 2017, 26 (2): 170−179.

Öztürk, İ. & Korkut, K.Z. (2018). Ekmeklik buğday (Triticum aestivum L)'ın farklı gelişme dönemlerinde kuraklığın verim ve verim unsurlarına etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 15(2), 128-137.

Palosuo, T., Kersebaum, K.C., Angulo, C., Hlavinka, P., Moriondo, M., Olesen, J.E., Patil, R.H., Ruget, F., Rumbaur, C., Takác ˇ, J., Trnka, M., Bindi, M., C ¸aldag ˇ, B., Ewert, F., Ferrise, R., Mirschel, W., S ¸aylan, L., S ˇis ˇka, B. & Rötter. R. (2011). Simulation of Winter Wheat Yield and its Variability in Different Climates of Europe: A Comparison of Eight Crop Growth Models. European Journal of Agronomy, 35: 103– 114

Pan, X.Y., Wang, Y.F., Wang, G.X., Cao, Q.D. & Wang, J. (2002). Relationship between growth redundancy and size inequality in spring wheat populations mulched with clear plastic film. Acta Phytoecology Sinica 26: 177-184.

Pathak, H. & Wassmann, R. (2007). Introducing Greenhouse Gas Mitigation as A Development Objective in Rice-Based Agriculture: I. Generation of Technical Coefficients, Agricultural Systems, Vol.94, pp.807–825.

Pathak, H., Aggrawal, P.K. & Singh, S.D. (2009). Climate change impact, adaptation and mitigation in agriculture: methodology for assesement and applications. Indian Agricultural Research Institute. New Delhi. p:302.

Pireivatlou, S.A. & Yazdansepas, A. (2007). Mobilization of dry matter and its relations with drought stres in wheat genotypes. http://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/3309/ 1/P208.pdf (Erişim tarihi: 21.01.2010)

Prasad, P., Vara, V., Allen, Jr LH. & Boote, K.J. (2005). Crop responses to elevated carbon dioxide and interaction with temperature: grain legumes. J. Crop Improv. 13: 113-155.

Prasad, P., Pisipati, S., Momčilović, I. & Ristic, Z. (2011). Independent and combined effects of high temperature and drought stress during grain filling on plant yield and chloroplast ef-tu expression in spring wheat. Journal of Agronomy and Crop Science, 197: 430-441.

Rakszegi, M., Lang, L. & Bedö, Z. (2006). Importance of starch properties in quality oriented wheat breeding. Cereal Research Communications, 34: 637-640

Robertson, M. J. & Giunta, M. J. (1994). Responses of Spring Wheat Exposed to Preanthesis Water Stress, Aust. J. Agric. Res. 45, 1935, 1994.

Rong-hua, L.I., Pei-guo, GUO., Baum, M., Grando, S. & Ceccarelli, S. (2006). Evalation of Chlorophyll Content and Fluorescence Parameters as Indicators of Drought Tolerance in Barley. Agricultural Sciences in China, 5(10): 751-757.

Sade, B. (1999). Tahıl Islahı (Buğday ve Mısır). Selçuk Üniv. Ziraat Fak Yay. No:31.

Sade, B. (2008). Yeni boyutlarıyla kuraklık ve nadas. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, S: 230235. Konya.

Sadras, V., Roget, D. & O'Leary, G. (2002). On-Farm Assessment of Environmental and Management Constraints to Wheat Yield and Efficiency in the Use of Rainfall in the Mallee. Australian Journal of Agricultural Research, 53(5) 587 – 598.

Saidi, A., Ookawa, T., Motobayashi, T. & Hirasawa, T. (2008). Effects of soil moisture conditions before heading on growth of wheat plants under drought conditions in the ripening stage: insufficient soil moisture conditions

before heading render wheat plants more resistant to drought to ripening. Plant Production Science, 11: 403-411. doi: 10.1626/pps.11.403

Saleem, M. (2003). Response of durum and bread wheat genotypes to drought stress. Asian Journal of Plant Sciences 2(3): 290-293

Sayılğan, Ç. (2016). Küresel Sıcaklık Artışının Buğdayda Beklenen Etkileri ve Yüksek Sıcaklığa Toleranslılığın Fizyolojik Göstergeleri. YYÜ Tar. Bil. Derg. 26(3): 439447

Scafaro, A.P., Haynes, P.A. & Atwell, B.J. (2010). Physiological and molecular changes in Oryza meridionalis Ng. a heattolerant species of wild rice. J.Exp.Bot. 61: 191-202.

Schnyder, H. (1993). The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relations of wheat and barley during grain filling-a review. New Phytologist Journal., 123: 233-245.

Shpiler, L. & Blum, A. (1991). Heat toleranc to yield and its components in different wheat cultivar. Euphytica, 51: 257-263.

Singh, A., Saha, S. & Mondal, S. (2013). Modelling irrigated wheat production using the FAO AquaCrop model in west Bengal, India, for sustainable agriculture. Irrigation and Drainage. 62: 50-56.

Singh, P.R., Prasad, P.V.R. & Reddy, K.R. (2013). Impacts of Changing Climate and Climate Variability on Seed Production and Seed Industry. Advances in Agronomy. 118: 49-84.

Spaldon, S., Samnotra, R., Dolkar, R. & Choudhary, D. (2017). Stability analysis and genotype x environment interaction of quality traits in tomato (Solanum lycopersicum L.). Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci6, 1506–1515.

Steduto, P., Alvino, A., Magliulo, V. & Sisto, L. (1986). Analysis of the Physiological and Reproductive of Five Wheat Varieties Under Rainfed and Irrigated Conditions in Southern Italy. Drought Resistance in Plants. Meeting Held in Amalfi, 19 to 23 October 1986, Belgium, 131-149, 1986.

Şatır, O. & Berberoğlu, S. (2013). Çukurova Bölgesinde Buğday Verimliliğinin Konumsal Bilgi Sistemleri Yardımıyla Modellenmesi. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu (TUFUAB'2013), 23-25 Mayıs 2013, KTÜ, Trabzon.

Şimşek, O. (2006). 2005-2006 Tarım Yılının Kuraklık Analizi. A.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Semineri. 41s., Ankara.

Şimşek, O. (2010). Türkiye"de Tarım Yılı Kuraklık Değerlendirmesi Ve Bitki Gelişim Modeli İle Buğdayda Kuraklık-Verim Analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Ankara.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, (2009), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Etkilerine Uyum (Adaptasyon), Ocak 2009.

Taiz, L. & Zeiger, E. (2008). Bitki Fizyolojisi (III. Baskı, Prof. Dr. İsmail Türkan). Palme yayıncılık, 591-621.

Tatar, Ö. (2009). Buğdayda (Triticum aestivum L.) sapa kalkma döneminde meydana gelen kuraklığın başak oluşumu ve bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi. s. 433-437. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi (19-22 Ekim 2009, Hatay) Bildirileri.

Tátrai, Z.A., Sanoubar, R., Pluhár, Z., Mancarella, S., Orsini, F. & Gianquinto, G. (2016). Morphological and Physiological Plant Responses to Drought Stress in Thymus citriodorus. 8 pages. http :// dx.doi.org/10.1155/2016/4165750 [Erişim Tarihi: 18.09.2017]

Tiryakioğlu, M., Demirtaş, B. & Tutar, H. (2017). Türkiye'deki Buğday Veriminin Karşılaştırılması: Hatay ve Şanlıurfa İlleri Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 12 (1):56-67.

Ton, P. (2011). Cotton and climate change: impacts and options to mitigate and adapt. International Trade Center. Geneva, Switzerland. [Erişim Tarihi: 10.10.2017]

Tosun, M., Yüce, S., Erkul, A. & Ege, H. (2006). Kuru ve sulu koşullarda yetiştirilen buğdayın bazı agronomik ve kalite özelliklerinin direkt seleksiyona karşı indirekt seleksiyon etkinliği. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 43(2):53-62.

Tripathy, R., Chaudhari, K.N., Mukherjee, J., Ray, S.S., Patel, N.K., Panigrahy, S. & Parihar, J. (2013). Forecasting. wheat yield in Punjab state of India by combining crop simulation model WOFOST and remotely sensed inputs. Remote Sensing Letters. Vol. 4(1): 19–28.

TÜİK, (2020). 1990 – 2020 Türkiye Sera Gazı Emisyonu Envanteri.

TÜİK, (2021). Bitkisel Üretim İstatistikleri.

Türkeş, M. (2007). Türkiye'nin kuraklığa, çölleşmeye eğilimi ve iklim değişikliği açısından değerlendirilmesi. Pankobirlik 91, ss. 38-47.

Uçan, K., Kıllı, F., Gençoğlan, C. & Merdun, H. (2007). Effect of irrigation frequency and amount on water use efficiency and yield of sesame (Sesamum indicum L.) under field conditions. Field Crops Research 101, ss. 249–258.

Ulukan, H. (2010). Global Climate Change, Greenhouse Gases (GHGs) and Cultivated Plants. Ankara University Journal of Environmental Sciences. 2(1): 71-79.

Ünal, S. (1991). Hububat Teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayın No: 29, İzmir, 216s.

Van Oosterom, E.J. & Acevedo, E. (1993). Leaf area and crop growth in relation to phenology of barley in Mediterranean environments. Plant and Soil 148(2): 223-237.

Veisz, O., Bencze, Sz., Balla, K. & Vida, Gy. (2008). Change in water stress resistance of cereals due to atmospheric CO_2 enrichment. Cereal Research Communications, 36: 1095-1098.

Verma, V., Foulkes, M.J., Worland, A.J., Sylvester-Bradley, R., Caligari, P.D.S. & Snape, J.W. (2004). Mapping quantitative trait loci for flag leaf senescence as a yield determinant in winter wheat under optimal and drought-stressed environments. Euphytica 135: 255-263.

Wang, W., Vinocur, B., Shoseyov, O. & Altman, A. (2004). Role of plant heat-shock proteins and molecular chaperones in the abiotic stress response. Trends in Plant Science, 9(5), 244252.

Wang, X. Vignjevic, M. Jiang, D. Jacobsen, S. & Wollenweber, B. (2014). Improved Tolerance to Drought Stress After Anthesis due to Priming Before Anthesis in Wheat (Triticum aestivum L.) var. Vinjett. Journal of Experimental Botany, 65(22), 6441-6456.

Wardlaw, I.F. & Moncur, L. (1995). The response of wheat to high temperature following anthesis. I. The rate and duration of kernel filling. Australian Journal of Plant Physiology, 22: 391-397.

Xinchun, C., Mengyang, W., Xiangping, G., Yalian, Z., Yan, G., Nan, W. & Weiguang, W. (2017). Assessing water scarcity in agricultural production system based on the generalized water resources and water footprint framework. Science of The Total Environment, 609, 587–597. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.07.191.

Xu, Z., Zhou, G. & Shimizu, H. (2010). Plant responses to drought and rewatering. Plant Signaling&Behavior, 5:6, 649654.

Yan, S.H., Yin, Y.P., Li, W.Y., Li, Y., Liang, T.B., Wu, Y.H., Geng, Q.H. & Wang, Z.L. (2008). Effect of high temperature after anthesis on starch formation of two wheat cultivars differing in heat tolerance. Acta Ecologica Sinica, 28: 6138-6147

You, L., Rosegrant, M.W., Wood, S. & Sun, D. (2009). Impact of Growing Season Temperature on Wheat Productivity in China. Agricultural and Forest Meteorology, 149: 1009– 1014.

Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, D.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. Weed. Res. 14:415-421.

Zhang, C.J., Chena, G.X., Gaob, X.X., & Chua, C.J. (2006). Photosynthetic decline in flag leaves of two field-grown spring wheat cultivars with different senescence properties. South African Journal of Botany 72: 15-23

BÖLÜM 4

SEBZE MİKROYEŞİLLİKLERİ: *BRASSİCACEAE* FAMİLYASI TÜRLERİ

Burcu TUNCER[1]

1 Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye, ORCİD: https://orcid.org/0000-0002-4402-4536, E-posta: brctuncer@gmail.com

1. GİRİŞ

Mikroyeşillikler, farklı sebze türlerinin, otsu bitkilerin, aromatik bitkilerin veya yenilebilir yabani bitki türlerinin tohumları kullanılarak yetiştirilen olgunlaşmamış bitkilerdir. Türlere ve yetiştirme ortamlarına göre değişmekle birlikte genellikle 2.5-7.5 cm uzunluğunda, kotiledon yaprakların tamamen genişlediği ve ilk gerçek yaprakların ortaya çıktığı dönemde tohum çimlenmesinden itibaren 7-21 gün içinde hasat edilmektedirler (Sun ve ark., 2013). Mikrofilizler, küçük boyutlarına rağmen, fitokimyasallar, vitaminler, antioksidantlar, mineral maddeler ve lif bakımından oldukça zengin olup, fonksiyonel (süper) gıda olarak kabul edilmektedirler. Zengin besin içerikleri nedeniyle sağlık açısından faydalı olan mikroyeşilliklerin, iltihap önleyici ve bağışıklık sistemini güçlendirici olmalarının yanı sıra obezite, kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet, kanser gibi birçok hastalığın gelişiminde engelleyici etkiye sahip oldukları bilinmektedir (Johnson ve ark., 2021; Ma ve ark., 2022). Mikroyeşilliklerin, o türün olgun bitki kısımlarına göre daha yüksek oranda besin içeriğine sahip olduğu bilinmektedir (Sun ve ark., 2013; Choe ve ark., 2018; Renna ve ark., 2020). Sağlık bakımından zengin içeriklere sahip olmalarının yanı sıra, yoğun aromatik tatlara, çıtır dokulara, canlı renklere sahip olmaları nedeniyle salatalarda, sandviçlerde, çorbalarda, smoothie'lerde kullanımları giderek yaygınlaşmaktadır (Kyriacou ve ark., 2019). Mikroyeşillikler, ilk olarak 1980'lerin başında San Francisco ve Kaliforniya'daki şeflerin menülerinde salata ve sandviçleri süslemek amacıyla kullanılmıştır. Özellikle son 20 yılda da, tüketicilerin sağlığı ve uzun ömürlülüğü destekleyen diyetlere artan ilgisinden dolayı, mikro yeşillik yetiştiriciliği ve tüketimi giderek popüler hale gelmiştir. Bu bağlamda, mikroyeşillikler, yapraklı sebze üretimini mikro ölçeğe uyarlamakta ve pratik bir yetiştiricilik fırsatı sunmaktadır.

Tüketimi yapılan mikro yeşillik türlerinin büyük çoğunluğu; *Brassicaceae*, *Asteraceae*, *Chenopodiaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Amarillydaceae*, *Amaranthceae* ve *Cucurbitaceae* familyalarına aittir. *Brassicaceae* familyası grubu sebze mikroyeşillikleri; roka (*Eruca sativa* Mill.), teregiller (*Lepidium sativum* L., *Lepidium bonariense* L., *Barbarea verna* (P. Mill.) Aschers), su teresi (*Nasturtium officinale* L.), brokoli (*B. oleracea* L. var. *italica*), beyaz lahana (*B. oleracea* L. var. *capitata* subvar. *alba*), Savoy lahanası (*B. oleracea* L. var. *capitata* subvar. *sabauda*), kırmızı lahana (*B. oleracea* L. var. *capitata* subvar. *rubra*), yaprak lahana (*B. oleracea* L. var. *acephala*), Collard lahanası (*B. oleracea* L. var. *viridis*), Çin yaprak lahanası (*B. oleracea* L. var. *alboglabra*), Çin lahanası (*B. rapa* L. var. *pekinensis)*, pak choi *(B. rapa* L. var. *chinensis*), tatsoi (*B. narinosa* L. var. *rosularis*), karnabahar (*B. oleracea* L. var. *botrytis*), alabaş (*B. oleracea* L. var. *gongylodes*), turp (*Raphanus sativus* L.), vasabi (*Wasabia japonica*

Matsum.), Brüksel lahanası (*B. oleracea* L. var. *gemmifera*), Japon hardalı ıspanağı veya komatsuna (*B. rapa* L. var. *perviridis*), mizuna (*B. rapa* var. *niposinica*), rapini veya ruvo lahanası (*B. rapa* L. var. *ruvo*) ve şalgam (*B. rapa* L. var. *rapa*) olarak karşımıza çıkmaktadır.

Burada sunulan çalışmada, *Brassicaceae* familyası sebze türlerine ait mikroyeşilliklerin; besin değerleri, mikrofiliz kalitesini etkileyen faktörler ve bu türlerde yapılmış olan literatür çalışmalarına dair detaylı bilgilere yer verilmiştir.

2. *BRASSİCACEAE* FAMİLYASI SEBZE MİKROYEŞİLLİKLERİNİN MİNERAL MADDE VE FİTOKİMYASAL İÇERİKLERİ İLE TAT DEĞERLERİ

Brassicaceae familyasına ait farklı sebze mikro yeşillik türlerinin mineral madde ve fitokimyasal içerikleri türlere göre değişim göstermektedir. *Brassicaceae* familyası sebze mikroyeşilliklerinin 100 g taze ağırlığında, türlere göre değişen oranlarda fosfor (P) (56-86 mg), potasyum (K) (176-387 mg), kalsiyum (Ca) (39-98 mg), magnezyum (Mg) (29-66 mg), sodyum (Na) (19-68 mg), demir (Fe) (0.47-0.84 mg), çinko (Zn) (0.27-0.51 mg), bakır (Cu) (0.04-0.13 mg), mangan (Mn) (0.20-0.48 mg), C vitamini (32.9-120.8 mg), E vitamini (1.8-5.1 mg), toplam karotenoid (8.2-18.8 mg), toplam fenolik (88.6-811.2 mg), glukosinolat (18.3-535.5 µmol) ve K1 vitamini (1.8-3.7 µg/g) bulunmaktadır. Tablo 1 ve 2' deki verilere göre, C vitamini yönünden en yüksek mikro yeşillik türlerinin karnabahar (120.8 mg/100 g) ve brokoli (107.2 mg/100 g) olduğu, E vitamini yönünden turp (5.1 mg/100 g) ve rapini (4.6 mg/100 g) türlerinin, K1 vitamini yönünden rapini türünün (3.7 µg/g), toplam karotenoid açısından ise tere (18.8 mg/100 g) ve rapini (18 mg/100 g) türlerinin, toplam fenolik yönünden ise belirgin bir farklılıkla turp türlerinin (811.2 mg/100 g) ön plana çıktığı görülmektedir.

Tablo 1: *Brassicaceae sebze mikroyeşilliklerinin mineral madde içerikleri (mg/100 g taze ağırlık)*

Tür	N	P	K	S	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Cu	Mn
Beyaz lah.		57	192		92	55	57	0.59	0.29	0.05	0.33
Kırmızı lah.		65	240		75	39	32	0.62	0.36	0.08	0.31
Yaprak lah. türleri		60	283		59	36	43	0.47	0.29	0.06	0.32-
		69	332		80	52	51	0.72	0.37	0.09	0.44
Savoy lah.		59	238		98	62	65	0.57	0.27	0.05	0.38
Collard lah.		75	266		71	53	44	0.65	0.40	0.09	0.36
Çin lahana		69	240		68	31	25	0.66	0.36	0.04	0.30
Çin yap. lah.		68	246		66	45	38	0.64	0.37	0.06	0.28
Brüksel lah		57	293		81	49	54	0.57	0.29	0.08	0.37

Pak choi	3.8[2]	7[1]	40[1]	9.4[1]	23.2[1]	6.4[1]	5.9[1]				
		59	284		58	31	42	0.49	0.30	0.05	0.29
Tatsoi	3.3[2]	5.2[1]	35.7[1]	7.3[1]	19.4[1]	6.1[1]	4.7[1]				
		66	329		62	33	36	0.57	0.35	0.05	0.29
Karnabahar		62	224		94	66	61	0.62	0.29	0.06	0.31
Alabaş	5.4[2]	6.9[1]	41.2[1]	10.3[1]	32.7[1]	7.4[1]	4.8[1]				
		77	342		92	55	50	0.75	0.43	0.11	0.39
Brokoli		69	326		88	51	52	0.67	0.37	0.09	0.37
Roka		63	343		67	41	35	0.71	0.35	0.07	0.29
Tere türleri	3.1[2]	6.8[1]	39.6[1]	8[1]	19.1[1]	5.7[1]	5.7[1]				
		56	376		79	47	35	0.63	0.41	0.12	0.48
		58	320		39	33	29	0.48	0.41	0.06	0.24
Su teresi		62	360		51	32	68	0.52	0.41	0.09	0.39
Turp türleri	2.6[2]	7.8[1]	26.2[1]	8.2[1]	20[1]	5.8[1]	2.8[1]				
		81	215		41	39	19	0.5	0.3	0.06	0.20
		82	283		56	49	42	0.6	0.4	0.08	0.3
		71	270		54	48	38	0.62	0.35	0.08	0.27
		86	176		66	60	57	0.57	0.28	0.05	0.19
Vasabi		69	387		56	41	33	0.65	0.42	0.08	0.26
Komatsuna	3.6[2]	6.6[1]	36.1[1]	7.7[1]	27.3[1]	5.9[1]	7.2[1]				
		70	357		55	40	32	0.74	0.38	0.08	0.34
Mizuna	2.8[2]	4.9[1]	30.2[1]	6.5[1]	28.5[1]	5.6[1]	6.9[1]				
		57	354		48	29	35	0.57	0.28	0.06	0.36
Rapini		85	359		92	55	56	0.84	0.51	0.13	0.40
Şalgam		61	341		57	32	26	0.58	0.34	0.07	0.41

[1]: kuru ağırlık (g/kg), [2]: taze ağırlık (g/kg) (Kaynak: Xiao ve ark., 2016; Kyriacou ve ark., 2019' dan yararlanılarak yazar tarafından modifiye edilmiştir.)

Tablolardaki veriler doğrultusunda *Brassica* sebze mikroyeşilliklerinde fitokimyasal içerik yönünden genel olarak turp (*Raphanus sativus* L.) ve rapini (*B. rapa* L. var. *ruvo*) türlerinin daha zengin olduğu görülmektedir (Tablo 2). Mineral madde yönünden ise genel olarak rapini (*B. rapa* L. var. *ruvo*), turp (*Raphanus sativus* L.) ve tere türleri ile Savoy lahanasının (*B. oleracea* L. var. *capitata f. sabauda*) ön planda olduğu dikkat çekmektedir (Tablo 1).

Tablo 2: *Brassicaceae sebze mikroyeşilliklerinin fitokimyasal içerikleri (taze ağırlıkta)*

Tür	C vit. (mg/100 g)	E vit. (mg/100g)	K1 vit. (µg/g)	Toplam karotenoid (mg/100 g)	Toplam fenolik (mg/100 g)	Glukosinolat (µmol/100 g)
Beyaz lahana	74.7	2.2	2.7	9.2	272.4	37.4
Kırmızı lahana	55.8	3.3	2.2	10.4	306.7	63.1
Yaprak lahana	43.9	2.9	2.4	10.4	220.8	260.1
	86.4	4.1	3.1	14.8	220.2	356.1
Savoy lahana	91.3	2.2	2.7	11.2	192.1	42.7

Collard lahana	77.8	4.1	2.8	12.8	220.3	68.7
Çin lahana	37.8	2.7	2.6	10.7	225	154.7
Çin yap. lah.	90.6	4	2.3	10.6	271.9	272
Brüksel lahana	89.5	2.7	2.9	11.4	231	39.8
Pak choi	35.2	2.9	2.2	8.2	145.4	257.3
Tatsoi	42.2	4.3	2.4	15.7	181.9	377.8
Karnabahar	120.8	2.4	2.6	13.8	199.5	18.3
Alabaş	86.2	3.6	3.2	12.9	300.5	110
Brokoli	107.2	3.1	3.3	11.9	282.8	147.5
Roka	57.9	2.7	2.5	12.1	101.7	239.3
Tere türleri	32.9	2.6	1.8	11.2	88.6	256.9
	52.8	3.7	3	18.8	237.4	297.8
Su teresi	55.9	1.8	2.2	17.2	181.1	234.5
Turp türleri	49	3.7	2.3	11.2	357.4	535.5
	57.6	4.3	3.3	11.4	298.7	43.7
	56.9	5.1	3	13.8	264.8	393
	61.2	4	2	8.8	811.2	131.5
Vasabi	66.9	2.9	2.7	14.4	257.1	6.1
Komatsuna	47.1	3.6	2.9	8.2	269.1	397.1
Mizuna	51.4	3.6	2.1	8.2	200.5	205.4
Rapini	96.9	4.6	3.7	18	236.7	99
Şalgam	41.1	4	2.3	13.5	159.7	171.7

Kaynak: (Xiao ve ark., 2019' dan alınarak yazar tarafından modifiye edilmiştir.)

Choe ve ark (2018), kırmızı lahana (*B. oleracea* L. var. *capitata*) ve rokada (*Eruca sativa* Mill.) mikrofilizlerinin, toplam C vitamini (147 mg/100 g), K1 vitamini (2.8 µg/g), β-karoten (11.5 mg/100 g) yönünden olgun bitki kısımlarına göre çok daha zengin içeriğe sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yine yapılan başka bir çalışmada, kırmızı lahana (*B. oleracea* var. *capitata*), mizuna (*B. rapa* L. var. *nipposinica*) ve alabaş (*B. oleracea* L. var. *gongylodes*) mikroyeşillikleri ile olgunlaşmış bitki kısımlarının besin içeriğini karşılaştırılmış ve mikrofilizlerin polifenol bileşiminin olgun bitki kısımlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Sun ve ark., 2013).

Taze haldeki sindirilmemiş mikroyeşillikler besin değeri ve fitokimyasal bileşikler bakımından oldukça zengin olmalarına rağmen, bunların mide ve bağırsakta sindirimi ve emilimi sonucunda geriye kalan faydalı miktarları (biyoerişilebilirlik ya da biyoyarar) ancak insan beslenmesi ve sağlığı üzerine olumlu etki yapmaktadır. Tomas ve ark. (2021), 4 farklı *Brassica* (*B. oleracea* L. var. *acephala*, *B. oleracea* L. var. *gongylodes*, *B. oleracea* L. var. *capitata* ve *Raphanus sativus* L.) türünde, mikroyeşilliklerin sindirimden önce (taze) ve sindirimden sonra (*in vitro* koşullarda sindirim) olmak üzere iki farklı dönemde fitokimyasal bileşimlerini değerlendirmişlerdir. *In vitro* spektrofotometrik sonuçlara göre, bütün türlerde

önemli miktarda fenolik madde tespit etmişlerdir. Taze veya sindirilmiş mikroyeşilliklerde toplam 470 adet fitokimyasalın olduğunu, polifenoller arasında flavonoidlerin (antosiyaninler, flavonlar, flavonoller ve diğer flavonoidler dahil 180 bileşik) en çok temsil edilen grup olduğunu, bunu fenolik asitler (68 bileşik, esas olarak hidroksisinnamik ve hidroksibenzoik asitler), flavonoid olmayan veya fenolik asit bazlı yapılar (alkil- ve alkilmetoksi-fenoller ve tirosol türevleri) ve lignanlar'ın izlediğini, bunun yanı sıra 22 adet glukosinolat (glukonapin glukoraphanin, glukobrasisin ve 4-hidroksiglukobrasisin dahil olmak üzere) bulunduğunu tespit etmişlerdir. Biyoyarar bakımından, genel olarak lignanların en yüksek düzeyde olduğunu (% 14), bunu trizol türevleri (% 9) ve flavonoidlerin (% 8) izlediğini, glukozinolatların biyoerişilebilirliğinin ise alabaşta % 43 ve lahanada % 2 olarak değişim gösterdiğini saptamışlardır.

De la Fuente ve ark. (2019), brokoli (*B. oleracea* L. var. *italica* Plenck), kıvırcık yaprak lahana (*B. oleracea* var. *sabellica* L.) ve turpta (*Raphanus sativus* L.) hidroponik sistemde yetiştirdikleri mikroyeşilliklerde sindirimden önce ve standartlaştırılmış simüle edilmiş gastrointestinal sindirim sürecinden sonra olmak üzere 2 farklı dönemde, makro element (K, Ca ve Mg), mikro element (Fe ve Zn), askorbik asit, toplam fenolik, karotenoid, antosiyanin, izotiyosiyanatlar ve toplam antioksidant kapasitesi yönünden değerlendirmişlerdir. Bütün türlerde vitamin C içeriği 31–56 mg/100 g taze ağırlık, β-karotene 162–224 mg/100 g kuru ağırlık arasında değişim göstermiştir. Sindirimden sonra biyoyarar bakımından toplam polifenol ve izotiyosiyanat sırasıyla % 43–70 ve % 31–63 arasında değişim gösterirken, makro elementlerin biyoyararlığı % 34–90 olmuştur. Araştırıcılar genel olarak, roka mikroyeşilliklerinin biyoaktif ve antioksidant bileşikler bakımından daha zengin olduğunu belirtmişlerdir.

Xiao ve ark. (2015), farklı *Brassica* türlerine ait sebze mikroyeşilliklerinin tat özellikleri ile kimyasal bileşimini karşılaştırmışlardır. Turpta (*Raphanus sativus* L.), titre edilebilir asit miktarı, toplam şeker, toplam askorbik asit (C vitamini), filokinon (K1 vitamini), karotenoid, tokoferol ve toplam fenolik maddenin en yüksek düzeyde olduğunu, mikroyeşilliklerin genel yeme kalitesinin pH değeri ile ilişkili olduğunu ve toplam fenolik içeriğin, ekşilik, burukluk ve acılık gibi lezzet özellikleri ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu saptamışlardır. Araştırıcılar, genel olarak tüm mikroyeşilliklerin, "iyi" ile "mükemmel" tüketici kabulü ve beslenme kalitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Hasat edilen brokoli mikrofilizlerinde, 150 katılımcı ile gerçekleştirilen bir anket çalışmasında, farklı yerlerden temin edilmiş (ticari ve yerel çiftliklerde hidroponik sistemde yetiştirilmiş, yerel çiftliklerde toprakta yetiştirilmiş) filizlerde duyusal özellikler ve tüketicilerin algılarındaki farklılıkları araştırılmıştır. Katılımcıların büyük çoğunluğu, yetiştirme

yöntemine bakılmaksızın, yerel çiftliklerden temin edilmiş filizlerin tat ve aroma bakımından daha zengin olduğunu belirtmişlerdir (Chen ve ark., 2020).

3. BRASSİCACEAE FAMİLYASI SEBZE MİKROYEŞİLLİKLERİNDE KALİTEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

3.1. Sıcaklık

Mikrofilizlerin yetiştirildiği ortam sıcaklığı, filizlerin fitokimyasal içerikleri üzerinde etkili olmaktadır. Guo ve ark. (2014), çimlenmiş brokoli filizlerinde farklı ortam sıcaklıklarının (20 °C, 25 °C ve 30 °C) glukorafanin, sülforafan ve mirosinaz aktivitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırıcılar, 25°C sıcaklıkta yetiştirilen mikrofilizlerde glukorafanin içeriği ve sülforafan oluşumunun daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, glukorafanin ve sülforafan içeriğinin filizlerin büyümesi ile azaldığını, mirosinaz aktivitesinin ise çimlenmeden sonraki ilk 3 gün içinde sabit kaldığını ve 7. gün sonunda 3 kat azaldığını, en yüksek glukorafanin ve sülforafan miktarının çimlenmemiş tohumlarda bulunduğunu, tohumda, filizde, kotiledon ve hipokotilde en çok bulunan hidroliz ürünün ise sülforafan olduğunu saptamışlardır.

Samec ve ark. (2022), yaprak lahana (*B. oleracea* var. *acephala*) filizlerinde fitokimyasal içerik üzerine düşük sıcaklığın (8 °C) etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, düşük sıcaklığın prolin, fenolik asit ve glukozinolat içeriğini önemli düzeyde artırdığı, verimi, karotenoid ve flavonoid içeriğini ise azalttığı saptanmıştır.

3.2. Işık

Mikrofilizlerin üretiminde, tek kaynaklı (SS) aydınlatma kullanılan çok katmanlı dikey üretim sistemleri kullanılabilmektedir. Ancak geleneksel tek kaynaklı (SS) aydınlatma yöntemleri büyük miktarda elektrik enerjisi tüketmektedir. Işık yayan diyotlar (LED); yüksek fotoelektrik dönüşüm verimlilikleri, dar bant spektral ışık kalitesi (LQ), düşük termal çıktı ve ayarlanabilir ışık yoğunlukları (LIs) gibi geleneksel ışık kaynaklarına göre birçok avantaja sahiptir. Mikrofiliz yetiştiriciliğinde LED ışık kullanımına yönelik yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. LED ışık uygulamaları mikrofilizlerin besin değeri ve fitokimyasal bileşimi üzerine etkili olmaktadır.

Kopsell ve Sams (2013), kontrollü koşullarda yetiştirilen brokoli (*B. oleacea* var. *italica*) mikrofilizlerini, kısa süreli mavi LED ışık uygulamalarına tabi tutmuşlardır. Bu amaçla, tohumlar saf su emdirilmiş yetiştirme pedlerine ekilmiş, kontrollü koşullarda (24 saat fotoperiyot düzeninde, 23 °C, kırmızı-627 nm / mavi-470 nm, LED, 350 µmol $m^{-2}s^{-1}$) yetiştirilmiştir. İlk gerçek yapraklar çıktıktan sonra yetiştirme pedleri, 42 mg/l N

içeren besin solüsyonuna daldırılmıştır. Ekimden 13 gün sonra, brokoli filizlerine hasattan önce 5 gün boyunca 2 farklı ışık düzeni (1. Kırmızı ve mavi LED ışık (350 mmol $m^{-2}s^{-1}$); 2) mavi LED ışık (41 mmol $m^{-2}s^{-1}$) uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, her iki LED ışık uygulamasında da hasattan önce kısa süreli mavi ışık uygulamasının, filizlerin beta-karoten, violaksantin, toplam ksantofil pigmenti, glukorafanin, epiprogoitrin, alifatik glukozinolatlar, mikro elementlerden Cu, Fe, bor, Mn, Mo, Na, Zn, makro elementlerden Ca, P, K, Mg ve S miktarında önemli düzeyde artışa neden olduğunu saptamışlardır.

Brazaityte ve ark. (2015a), kırmızı pak choi (*B. rapa* var. *chinensis*, Rubi) ve tatsoi (*B. rapa* var. *rosularis*) mikroyeşilliklerine farklı LED ışık seviye ve spektrum uygulamasının karotenoid bileşimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla standart LED modüllere (447, 638, 665 ve 731-nm) sahip 5 farklı ışık yoğunluğu (PPFD) (545, 440, 330, 220 ve 110 µmol $m^{-2}s^{-1}$) ve standart LED modüllerine ilaveten 3 farklı ışık dalga boyuna (520, 595 ve 622 nm) sahip LED ışıkların etkisi araştırılmıştır. Kırmızı pak choi ve tatsoi mikrofilizlerinde yüksek aydınlatma (330 ve 440 µmol $m^{-2}s^{-1}$) altında toplam karotenoid miktarının arttığını, tatsoi' de ise standart LED modüllerine ilaveten ek dalga boyu (595 nm sarı ışık) uygulamasının karotenoid içeriğini artırdığını tespit etmişlerdir. Brazaityte ve ark. (2015b), farklı *Brassica* filizlerinde, standart LED modüllere ilave olarak, farklı dalga boyuna sahip (366, 390 ve 402 nm) UV-A LED ışıkların etkisini araştırmışlardır. Türlere göre değişmekle birlikte ek UV-A ışın uygulamasının filizlerin gelişimi ile kalitesi üzerine olumlu etki yaptığı saptanmıştır. 366 ve 390 nm UV-A ışın uygulamasında (12.4 µmol $m^{-2}s^{-1}$) özellikle pak choi (*B. rapa* var. *chinensis*, Rubi)' de fitokimyasal düzeyinde önemli artış olduğu belirlenmiştir. Tüm UV-A uygulamalarında yaprak alanı, taze ağırlık, toplam fenolik madde, antosiyanin, askorbik asit ve α-tokoferol içeriğinde artış gözlenmiştir.

Samuolienė ve ark. (2013), alabaş (*B. oleracea* var. *gongylodes*, 'Delicacy Purple'), kırmızı pak choi (*B. rapa* var. *chinensis*, 'Rubi F') ve tatsoi (*B rapa* var. *rosularis*) mikroyeşilliklerini hasat zamanına (10 gün) kadar kontrollü büyütme kabinlerinde (21/17°C, 16 saat fotoperiyot) katı ortamda (turba) yetiştirerek, farklı LED ışık dalga boyu (455, 638, 665 ve 731 nm) ve yoğunluğunun (PPFD) (110, 220, 330, 440 ve 545 µmol $m^{-2}s^{-1}$) besin kalitesi ve antioksidant içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda *Brassica* mikroyeşilliklerinin büyüme ve gelişme ile besin kalitesi üzerine 330 ve 440 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ışık yoğunluğunun daha etkili olduğunu, yaprak alanının, toplam antioksidant ve fenollerin artış gösterdiğini, nitrat birikiminin ise düştüğünü saptamışlardır. Brokolide, farklı ışık yoğunluğuna (30, 50, 70 ve 90 µmol $m^{-2}s^{-1}$) sahip LED ışıkların denendiği bir çalışmada ise, 50 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ışık yoğunluğunda taze ve kuru ağırlık

ile nem içeriği maksimum değere ulaşırken, fitokimyasal içerik en düşük düzeyde bulunmuştur. Işık yoğunluğunun artması ile birlikte klorofil içeriğinde artış, karotenoid miktarında ise azalma tespit edilmiştir. 70 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ışık yoğunluğunda çözülebilir protein, şeker, serbest amino asit, flavonoid, vitamin C ve glukosinolat (progoitrin hariç) içeriği daha yüksek bulunmuştur (Gao ve ark., 2021).

Jones-Baumgardt ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, büyütme kabininde LED ışık (15 mavi: 85 kırmızı /16 saat fotoperiyot) altında yetiştirilen baş lahana ve roka filizlerinde, farklı ışık yoğunluklarının (100, 200, 300, 400, 500 ve 600 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) etkisi araştırılmıştır. Işık yoğunluğunun artması ile birlikte baş lahana ve roka filizlerinde taze ve kuru ağırlıkta artış, hipokotil uzunluğunda ise azalma olduğu görülmüştür. Gerovac ve ark. (2016), alabaş (*B. oleracea* L. var. *gongylodes*) ve mizuna (*B. rapa* L. var. *japonica*) mikrofilizlerinde, farklı LED ışık kalite ve yoğunluklarının morfoloji ve besin içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Filizleri, hidroponik tepsi sistemleri yerleştirilmiş çok katlı raflar bulunan büyütme kabinlerinde yetiştirmişlerdir. Işık kalitesine bakılmaksızın, artan ışık yoğunluğunda (105 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$' den 315 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$'e kadar) hipokotil uzunluğunda azalma, kuru ağırlıkta artış olduğunu, ışık yoğunluğunun artması ile birlikte alabaşta yaprak alanının azaldığını, klorofil içeriğinin arttığını, ışık kalitesinden bağımsız olarak düşük ışık yoğunluklarında ise besin içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir. *Brassica* türlerinde, farklı LED ışıkların (kırmızı, mavi ve sarı) mikrofilizlerin karatenoid içeriği üzerine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise, çoğu *Brassica* türünde toplam (% 20-44) ve ayrı (β-karoten, lutein, α-karoten, neoxanthin ve violaxanthin) karotenoid içeriğinin (% 10-55) artan sarı-mavi ışık ve azalan kırmızı ışıkta artış gösterdiği saptanmıştır (Alrifai ve ark., 2021).

Vastakaite ve ark. (2015), kırmızı pakchoi (*B. rapa* var. *chinensis* 'Rubi' F1) ve tatsoi (*B. rapa* var. *rosularis*) mikroyeşilliklerinin yetiştirilmesinde kontrollü büyütme kabinlerini kullanarak, mavi LED (447 nm mavi + 638 nm kırmızı, 447 nm mavi + 665 nm kırmızı ve 447 nm mavi + kırmızı ötesi 731 nm, toplam PPFD ~ 302.5 µmol $m^{-2}s^{-1}$; 16 saat fortoperiyot) ışık dozlarının (% 0, % 8, % 16, % 25, % 33) gelişme ve antioksidant içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Pak choi ve tatsoi mikroyeşilliklerinde % 16 ve % 33 dozunda bitki boyu ve hipokotil uzunluğunun kısaldığını, en yüksek askorbik asit (C vitamini) içeriğinin tatsoi' de % 8, kırmızı pakchoi' de ise % 16 mavi ışık dozu uygulamasından elde edildiğini belirtmişlerdir. Toplam fenolik madde içeriği bakımından ise tatsoi' de % 16-33, pakchoi' de % 8 mavi ışık dozunun daha başarılı olduğunu tespit etmişlerdir.

Kamal ve ark. (2020), farklı *Brassica* mikroyeşilliklerinin (alabaş, lahana, kırmızı lahana, brokoli, yaprak lahana, komatsuna ve tatsoi) yetişti-

rilmesinde 4 farklı LED ışık oranının (%) (kırmızı 80 : mavi 20, kırmızı 20 : mavi 80, kırmızı 70 : yeşil 10 : mavi 20, kırmızı 20 : yeşil 10 : mavi 70) etkisini değerlendirmişlerdir. Araştırıcılar, yeşil ilave edilmiş LED ışık oranının (K70:Y10:M20) vejetatif büyümeyi, mavi LED ışık oranının (K20:M80) ise mikroyeşilliklerin mineral madde ve vitamin içeriğini artırdığını belirtmişlerdir. Optimum LED kurulumunu tanımlamak için besin içeriğini büyüme ile ilişkilendirdiklerinde, mikroyeşilliklerin yetiştirilmesinde hem büyüme hem de besin içeriği bakımından en iyi LED ışık kombinasyonunun (K70:Y10:M20) olduğunu saptamışlardır. Shibaeva ve ark. (2022), roka (*Eruca sativa*), brokoli (*B. oleracea* var. *italica*), mizuna (*B. rapa.* var. *nipposinica*) ve turp mikroyeşilliklerinde (*Raphanus sativus* var. r*adicula*) büyüme kabinindeki 2 farklı aydınlatma (LED ve fluoresans) ve fotoperiyot düzeyinin (16 saat ve 24 saat) büyüme ve besin içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Sürekli aydınlatma (24 saat) altında yetiştirilen tüm mikro yeşillik türlerinde; taze ve kuru ağırlık, yaprak alanı, sağlamlık indeksi daha yüksek bulunmuştur. Sürekli aydınlatmada, mizuna hariç tüm türlerde klorofil a/b, karotenoid miktarlarının daha yüksek seviyede olduğu, özellikle de LED ışık altında sürekli aydınlatmanın antosiyanin, flavonoid, prolin birikimi ve antiosidant enzim aktiviteleri üzerine olumlu etkide bulunduğunu saptamışlardır.

Vaštakaitė-Kairienė ve ark. (2022) tarafından yapılan başka bir çalışmada, brokoli mikrofilizleri (21/17°C, % 55 oransal nem), 9K:1M ve 1K:3M oranındaki LED ışık altında (660 nm kırmızı : 447 nm mavi) 10 gün boyunca yetiştirilmiştir. Ayrıca yetiştirme besin solüsyonuna farklı dozlarda (2, 5 ve 15 ppm) demir (Fe) ilavesi yapılmıştır. Araştırıcılar, mikrofilizlerde en yüksek Fe içeriğinin 1K:3M × 15 ppm uygulamasından elde edildiğini, 9K:1M × 2 ppm kombinasyonunda yaprakların daha iri, 9K:1M × 15 ppm uygulamasında ise hipokotil uzunluğunun arttığını saptamışlardır.

3.3. Yetiştirme Ortamı

Mikroyeşillikler sıvı besin solüsyonlarında hidroponik sistemlerde ya da katı ortamlarda yetiştirilebilmektedir. Mikrofilizlerin yetiştirilmesinde katı ortam olarak; genellikle turba bazlı karışımlar ve sentetik materyaller kullanılmaktadır. Ancak bu materyaller pahalıdırlar ve geri dönüştürülemezler. Geri dönüşümü yapılabilen lifli materyaller daha düşük maliyetli olması nedeniyle alternatif katı yetiştirme ortamları olarak kullanılabilmektedir.

Di Gioia ve ark. (2017), *B. rapa* L. mikrofilizlerini tekstil elyafı (polyester, pamuk ve poliüretan izleri), jüt-kenaf elyafı (JKF; %85 jüt, %15 kenaf elyafı), % 100 polietilen terephthalate içeren ortam (STG ortamı) ve turbada yetiştirmişlerdir. En yüksek taze ağırlık 1502 g/m^2 ile turba

ortamından elde edilirken, bunu aynı istatistik grup içinde yer alan tekstil elyafı ve jüt-kenaf elyafı izlemiştir. Turbada yetiştirilen mikroyeşilliklerde daha yüksek K^+, SO_4^{-2} ve diğer ortamlara göre 2 kat daha fazla NO_3^- birikimi gözlemlenmiştir. Kullanılan katı ortamların aerobik bakteri populasyonu üzerine etkide bulunmadığını, turba ve jüt-kenaf elyafında yetiştirilen mikroyeşilliklerde küf mantar oluşumunun daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Turbada yetiştirilen filizlerde *Enterobacteriaceae* (log 5.46 ± 0.82 CFU g^{-1}) ve *Escherichia coli* (log 1.46 ± 0.15 CFU g^{-1}) yoğunluğunun en yüksek olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak araştırıcılar, tekstil elyafı ve jüt-kenaf elyafında yetiştiriciliğin, turba ve STG ortamına göre verim, düşük nitrat içeriği ve mikrobiyal aktivite yönünden de daha iyi sonuçlar sergilemesi nedeniyle alternatif katı ortamlar olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Muchjajib ve ark. (2015) tarafından, sıçan kuyruğu turpunda (*Raphanus caudatus*) farklı yetiştirme ortamlarının [(kum, turba, hindistan cevizi tozu, filtre edilmiş şekerkamışı keki, vermikompost, hindistan cevizi tozu + turba (1:1), hindistan cevizi tozu + filtre edilmiş şekerkamışı keki (1:1) ve hindistan cevizi tozu + vermikompost (1:1)] verim ve besin içeriği üzerine etkisini araştırılmıştır. Çalışma sonucunda hindistan cevizi tozu + filtre edilmiş şekerkamışı keki (1:1) ortamında maksimum verim elde edildiği (3.90 kg m^{-2}), 100 g yenilebilir kısmında 6.83 g protein, 3.70 g lif, 19.8 mg Ca ve 0.65 mg Fe bulunduğu belirlenmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, roka (*Eruca sativa* Mill.) mikroyeşillikleri suda yüzdürme yöntemi ile hidroponik sistemde 3 farklı yetiştirme ortamında (vermikülit, hindistan cevizi lifi ve jüt kumaş) LED aydınlatma altında yetiştirilmiştir. Verim (g/m^2) bakımından en yüksek değer jüt kumaşında yetiştirilen roka mikroyeşilliklerinden elde edilirken, kuru madde (%) bakımından vermikülit ortamının daha başarılı olduğu, bitkide en düşük nitrat birikimi (mg/kg taze ağırlık) ve en yüksek karotenoid miktarının (µg/g taze ağırlık) ise hindistan cevizi lifi ortamından sağlandığı saptanmıştır (Bulgari ve ark., 2021).

Başka bir çalışmada, farklı *Brassica* türü mikroyeşillikleri (*B. oleracea* var. *italica*, *B. oleracea* var. *botrytis* ve *B. rapa* L. subsp. *sylvestris* L. Janch. var. *esculenta* Hort), Hoagland solüsyonunda (×1/2, ×1/4, ×1/8) veya 3 farklı oranda NH_4:NO_3 (5:95 M, 15:85 M ve 25:75 M) içeren 1/2 Hoagland besin çözeltisinde (Hoagland ve Arnon, 1938) yetiştirilmiştir. Araştırma sonucunda mikro karnabaharların diğer türlere oranla daha yüksek mineral madde ve tokoferol (10.4 mg/100 g taze ağırlık) içeriğine sahip olduğu, 1/2 Hoagland solüsyonunda maksimum verim (0.23 g/cm^2) ve fide uzunluğuna ulaşıldığını, NH_4:NO_3 oranlarının değişmesinin verim ve büyüme parametrelerinde bir farklılığa neden olmadığı, en yüksek karotenoid içeriğinin (6.3 mg/100 g taze ağırlık) 25:75 M NH_4:NO_3

uygulamasından elde edildiği saptanmıştır. En düşük nitrat içeriği (6.8 g/100 g kuru ağırlık) mikro brokoli filizlerinde sırasıyla 25:75 M ve 5:95 M NH_4:NO_3 uygulamalarından, en yüksek kuru madde (9.8 g/100 g taze ağırlık) ve protein içeriği (4.2 g/100 g taze ağırlık) ise mikro karnabahar filizlerinde 25:75 M NH_4:NO_3 gübre uygulamasından sağlanmıştır (Palmitessa ve ark., 2020). Yine bu 3 türde, 3 farklı NH_4:NO_3 (5:95 M, 15:85 M ve 25:75 M) oranının araştırıldığı başka bir çalışmada, her üç türün de A ve E vitamini bakımından zengin olduğu (günlük tüketimi tavsiye edilen referans miktarından % 20 daha fazla) , kalsiyum ve mangan bakımından da günlük tavsiye edilen miktarın % 10-19' unu karşıladığı belirtilmiştir. Araştırmada, ayrıca karnabahar mikrofilizlerinin, besin kalite puanı olarak diğer türlere göre % 47 daha yüksek değer aldığı, besin solüsyonunda kullanılan NH_4:NO_3 (25 M:75 M) oranının, diğer oranlara göre % 27 daha yüksek skor sergilediği saptanmıştır (Renna ve ark., 2020).

Besin solüsyonlarının içeriklerinin değiştirilerek hazırlanan farklı beslenme reçeteleri, mikrofilizlerin besin içeriği ve kalitesi üzerine türe ve bitki organına göre farklılık göstermektedir. Bahçe teresi (*Lepidium sativum* L.) ve turpta (*Raphanus sativus* L.), farklı sulama yöntemlerinin (Hoagland çözeltisi- % 100, % 50 ve % 25, çeşme suyu ve saf su) mikrofilizlerin besin ve duyusal kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Besin solüsyonunda mineral madde içeriğinin azalması ile birlikte turpta kotiledon yapraklarda karotenoid, toplam fenolik madde, nitrat içeriği ve antioksidant kapasitesinin önemli düzeyde azaldığı, hipokotilde ise toplam fenolik madde ve antosiyaninin arttığı, nitrat içeriğinin ise önemli düzeyde azaldığı belirtilmiştir. Aynı araştırıcılar tarafından, terede (*Lepidium sativum* L.) Hoagland besin solüsyonunda mineral madde içeriğinin azalması ile birlikte, karotenoid ve nitrat içeriğinin azaldığı, antosiyanin miktarının ise arttığı saptanmıştır. Araştırıcılar, ayrıca mikroyeşilliklerin duyusal kalitesinin, besin solüsyonunda artan mineral madde içeriğiyle artış gösterdiğini, ancak duyusal kalitenin artmasının doğrudan mikrofilizlerin besin kalitesinin artması anlamına gelmeyeceğini vurgulamışlardır. Bu çalışmada araştırıcılar, bahçe teresi mikroyeşilliklerinin yetiştirilmesinde çeşme suyunun, turpta ise % 25 Hoagland besin çözeltisinin kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Keutgen ve ark., 2021).

Fe ve Zn bakımından yetersiz beslenme özellikle yoksul ülkelerde gelişmekte olan çocukların ve insanların sağlığını olumsuz etkilemektedir. Topraksız tarım sistemlerinde besin solüsyonlarında yetiştirilen *Brassica* mikroyeşilliklerinin, Fe ve Zn gibi mineral maddelerce zenginleştirilmesi mümkün olmaktadır. Di Gioia ve ark. (2019), roka ve kırmızı lahana mikrofilizlerini farklı dozlarda $ZnSO_4$ (0, 5, 10 ve 20 mg/l) ve $FeSO_4$ (0, 10, 20 ve 40 mg/l) içeren Hoagland besin solüsyonlarında topraksız tarım metoduyla yetiştirerek, mikrofilizlerin verim ve mineral madde içeriğini

araştırmışlardır. 5 mg/l ve 10 mg/l Zn uygulamasında, kontrol grubuna göre filizlerin Zn miktarında % 75' den % 281'e kadar artış olduğunu, Fe (10 mg/l ve 20 mg/l) bakımından zenginleştirilmiş besin solüsyonunda roka sürgünlerinde kontrol grubuna göre % 64, kırmızı lahanada ise % 278 artış görüldüğünü saptamışlardır.

Weber (2016) yaptığı çalışmada, hidroponik sistem ve vermikompostta yetiştirilmiş lahana mikroyeşillikleri ile olgun lahana bitkilerini besin içeriği (P, K, S, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Fe, Na) yönünden karşılaştırmıştır. Vermikomposta yetiştirilmiş lahana mikroyeşilliklerinin, P hariç tüm besin elementleri yönünden hidroponik sistemde yetiştirilenlere göre daha zengin olduğunu, bunun yanı sıra gerek hidroponik sistemde gerekse vermikomposta yetiştirilmiş filizlerin olgun lahana bitkilerine göre besin elementlerince belirgin düzeyde daha zengin olduğunu belirtmiştir.

D'Imperio ve ark. (2021), 2 farklı *Brassica* (mizuna ve rapini) mikro yeşilliğini, farklı oranlarda (% 25, % 50 ve % 75) denizotu (*Posidonia oceanica* L. Delile) ilave edilmiş turba yetiştirme ortamında yetiştirmişlerdir. Denizotu ilave edilmiş turba ortamlarında, mikroyeşilliklerin yenilebilir kısımlarında iyot ve bor içeriğinin arttığını ancak bu artışın zarar eşiğinin altında kaldığını, yetiştirme ortamında doğal materyal olarak denizotunun kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Li ve ark. (2021), turp, brokoli ve baş lahana mikrofilizlerinin yetiştirilmesinde 4 farklı hidroponik ped (kenevir lifi, keçe elyafı, jut lifi ve odun lifi) ve 2 farklı dönemde (Ocak ve Şubat) sıvı gübrelemenin etkisini araştırmışlardır. Mikroyeşilliklerin sürgün boyu, taze ve kuru ağırlıkları ile mineral madde içerikleri türlere ve yetiştiricilik yapılan hidroponik ped türlerine göre farklılık göstermiştir. Araştırıcılar, kenevir lifinde yetiştirilen mikroyeşilliklerde her iki dönemde yapılan gübreleme programında; sürgün boyu, taze ve kuru ağırlık ve potasyum düzeyinin en yüksek, N içeriğinin ise en düşük düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Both ve ark. (2022), hidroponik sistemde yetiştirilen Daikon turpu (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*) mikroyeşilliklerinde, yetiştirme ortamına, farklı konsantrasyonlarda seryum oksit nano parçacıklarını (0.1 ppm, 1 ppm, 10 ppm) 12 günlük gelişme periyodunun son 7 günü boyunca uygulamışlardır. Nano partikül uygulamalarının mikrofilizlerin kök, gövde ve kotiledon kısımlarında makro element (Mg, K, Ca) ve mikro element (Zn ve Cu) düzeyleri üzerine olumlu etkide bulunmadığını, en çok nano partikül birikiminin mikrofilizlerin kök kısmında olduğu, bunu sırasıyla kotiledon ve gövde kısımlarının takip ettiğini tespit etmişlerdir.

Widiwurjanil ve ark. (2021), Çin yaprak lahanası filizlerine farklı konsantrasyonlarda hindistan cevizi suyunun (0, % 15, % 25, % 35) farklı sürelerde (günde 1 kez, günde iki kez ve günde 3 kez) uygulanmasının fi-

liz taze ağırlığı, klorofil içeriği, lif ve askorbik asit içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. En iyi sonucun, mikrofilizlere % 25 hindistan cevizi suyunun günde 3 kez (sabah, öğle, akşam) uygulanmasından elde edildiğini, taze ağırlık, klorofil miktarı, lif ve askorbik asit içeriğinin ise sırasıyla 5.92 gr/100 mikrofiliz, 0.34 mg/gr, % 4.67 ve % 4 olduğunu saptamışlardır.

3.4. Tohum Uygulamaları

Tohumlara yapılan farklı uygulamalarla da mikrofiliz kalitesini artırmak mümkün olmaktadır. Othman ve ark. (2022), yaprak lahana (*B. oleraceae* L. var. *acephala* DC.) tohumlarına farklı konsantrasyonlarında amorf silikon dioksit (50, 100, 200 ve 333 mg/l) çözeltisini 8 saat daldırma yoluyla uygulamışlar ve uygulama gören tohumları jüt materyaline ekmişlerdir. Amorf silikon dioksit uygulamaları; toplam azot, askorbik asit, toplam fenolik, toplam karotenoid, toplam klorofil, kuru ağırlık ve çimlenme oranı üzerine uygulamalara göre değişmekle beraber olumlu etkide bulunmuştur.

Mezeyova ve ark. (2022), mizuna (*B. rapa* L.), aragula (*Eruca vesicaria* L. Cav.), tere (*Lepidium sativum* L.) ve turp (*Raphanus sativus* L.) tohumlarına selenyum uygulamaların mikrofilizlerin besin içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, tohumları ekim öncesi 200 ml sodyum selanat çözeltisi (2 mg/l selenyum) içerisinde 30 dakika boyunca bekletmişlerdir. Çalışma sonucunda, mikrofilizlerin taze ağırlıkta selenyum içeriğinin 0.013-12.556 µg/g, klorofil a içeriğinin ise 249.9 mg/kg (mizuna)-604.4 mg/kg (arugula) arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Selenyum uygulamalarının mineral madde içeriği üzerine etkisi türlere göre farklılık göstermekle birlikte, mikrofilizlerde kalsiyum (% 20.9), demir (% 40.9), potasyum (% 2.8) ve baryumda (% 23.9) en yüksek artışın tere filizlerinde olduğunu saptamışlardır.

Lee ve ark. (2022), *B. oleracea* var. *capitata* tohumlarına, hidropriming uygulamaları ve ışık kalite uygulamalarının, mikrofilizlerde antioksidant aktivite ve biyoaktif bileşimler üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla tohumları bidistile su ile ıslatmışlar ve farklı ışık dalga boyları [(kırmızı LED (660 nm), yeşil LED (520 nm) veya mavi LED (450 nm)] veya tamamen karanlıkta 24 saat boyunca 20 ± 1 °C koşullarda bekletmişlerdir. Ardından uygulama gören tohumları ekerek, 7 gün boyunca 25 ± 2 °C, 16/8 saat fotoperiyot düzeninde beyaz LED ışık altında yetiştirmişlerdir. Araştırma sonucunda, hidropriming uygulamaları ve ışık kalite uygulamalarıyla mikrofilizlerin taze ağırlık ve sürgün uzunluğunun kontrol grubuna göre önemli düzeyde artış gösterdiğini, özellikle mavi ışık düzeninin biyoaktif bileşikler ve antioksidant aktivite üzerine olumlu etkide bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Dong ve ark. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, turp, brokoli ve yaprak lahana filizlerinde, tohum temizliği ve antimikrobiyal sprey uygulamaları ile mikrofilizlerin gıda güvenliğini artırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla *Escherichia coli* O157:H7 ile bulaşık olan tohumları, sterilize etmek için 2 farklı sürede (5 ve 10 dakika) yüksek akustik güç yoğunluğuna sahip ultrason uygulaması, sıcak su uygulaması (55°C) ve klor uygulaması (20,000 mg/l-20 dakika) yapmışlardır. Temizliği yapılan tohumlar çimlendirme tepsilerine ekilerek 7 gün boyunca günde 3 kez kalsiyum oksit (CaO) içeren (% 0.1 ve % 0.2) su ile püskürtme yoluyla sulanmıştır. Tohumların ve mikrofilizlerin *E. coli* O157:H7 populasyonunu belirlemek için; farklı zamanlarda (tohum temizliğinden hemen sonra, çimlenmenin 4. gününde, depolamanın 4. gününde ve hasat zamanında-7. gün sonunda) sayımlar yapmışlardır. Araştırma sonuçlarını FDA' nın önerdiği klor uygulamasıyla karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda, klor uygulamasına kıyasla, her 3 türde de 10 dakika ultrason uygulamasında *E. coli* O157: H7 bakteri yoğunluğunu önemli düzeyde azaldığı ancak çimlenme oranının da düştüğü belirlenmiştir. % 0.1 CaO spreyi yaprak lahanada bakteri yoğunluğunu inhibe ederken, filiz verimliğini ve çimlenme oranını olumsuz etkilememiştir. Bütün sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, araştırmacılar tarafından en etkili uygulamanın 5 dakika ultrason uygulamasının olduğu, bu uygulamanın geleneksel olarak kullanılan klor uygulamasına alternatif bir çevre dostu uygulama olabileceği belirtilmiştir.

3.5. Hasat Öncesi Uygulamalar

Mikroyeşillikler, besin depoları olmalarına rağmen, raf ömürlerinin kısa olmaları sonucu gerek morfolojik görünümlerini gerekse zengin besin içeriklerini oldukça kısa sürede kaybedebilmektedir. Hasat öncesi kalsiyum uygulamalarının brokoli mikroyeşilliklerinde verim ve raf ömrünü uzattığı belirtilmektedir. Sun ve ark. (2015) tarafından, brokoli mikrofilizlerine hasat öncesi 10 mM $CaCl_2$ uygulamasının alifatik glikozinolat (glukoerusin, glukoiberin, glukoiberverin, glukorafanın, pentil glukozinolat ve heksil glukozinolat) ve indolik glikozinolat (glukobrasisin, neoglukobrasisin ve 4-hidroksiglukobrasisin) içeriğini artırdığı belirtilmiştir.

Kou ve ark. (2014), brokoli filizlerine hasat öncesi 10 gün boyunca farklı dozlarda $CaCl_2$ (0, 1, 10 ve 20 mM) sprey uygulamalarının hasat sonrası ve raf ömrü üzerine etkisini araştırmışlardır. Hasat edilen mikroyeşillikler, polietilen torbalarda 5 °C depo sıcaklığında, 0, 7, 14 ve 21 gün boyunca depolanmıştır. Araştırma sonucunda 10 mM $CaCl_2$ uygulamalarında daha yüksek peroksidaz aktivite, dokularda düşük elektrolit sızıntısının olduğunu, görsel kalitenin arttığını ve mikrobiyal büyümenin depolama boyunca azaldığını belirlemişlerdir.

Guo ve ark. (2018), brokoli filizlerinde hasat öncesi $CaSO_4$ uygulamalarının büyüme ve depolama boyunca antioksidant enzim aktivitesi, biyoaktif bileşim ve antioksidant üzerine etkisini araştırmışlardır. $CaSO_4$ uygulamaları, mikro yeşillik biyokütlesini artırırken, elektrolit sızıntısını azaltmıştır. $CaSO_4$ uygulanmış mikrofilizlerde büyüme ve depolama boyunca, antioksidant enzim aktivitesi ve antioksidant kapasitesi daha yüksek bulunmuştur. Büyüme boyunca, toplam fenolik içeriğinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu, ancak depolama boyunca fenolik bileşik miktarında artış olduğu saptanmıştır. Araştırıcılar, ayrıca $CaSO_4$ uygulamalarının, depolama sırasında askorbik asit azalmasını baskı altına aldığını, büyüme sırasında ise brokoli filizlerinde glukosinolat içeriğini özellikle de glukorafanini önemli düzeyde artırdığını saptamışlardır.

Vanegas Torres ve ark. (2022) tarafından yapılan başka bir çalışmada, brokoli filizlerine hidrojen peroksit (H_2O_2) uygulamaları ile filizlerin glukozinolat içeriğinin artırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, filizlere 7 gün boyunca günlük olarak H_2O_2 (500-1000 mM) solüsyonu sprey yöntemi ile verilmiştir. Uygulama yapılmış filizlerin kotiledon kısımlarında kontrole (su ile muamele) kıyasla, glukozinolat içeriğini iki katına çıktığı, glukozinolat birikiminin ilk H_2O_2 uygulamasından 24 saat sonra meydana geldiği, hasat zamanına kadar da düzenli artış gösterdiği saptanmıştır. Bunun yanı sıra, H_2O_2 uygulamasında filizlerde hipokotil ve kök boyunun kısaldığı, köklerde dallanmanın arttığı saptanmıştır.

3.6. Hasat Sonrası Muhafaza Koşulları

Mikroyeşillikler süper besin olmalarına rağmen, muhafaza koşulları uygun olmadığında bu besleyici özelliklerini kısa sürede kaybetmektedirler. Genel olarak oda sıcaklığında 1-2 gün kadar dayanabilmektedirler. Bu nedenle raf ömrünü uzatma ve besin kayıplarını en aza indirmek için, optimum muhafaza koşullarının sağlanması gerekmektedir.

Xiao ve ark. (2014a) tarafından, turp mikroyeşilliklerinde ışık veya karanlık koşullar ile modifiye atmosferde paketleme koşullarının depolama boyunca tat, biyoaktif bileşikler ve antioksidant kapasitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Depolama boyunca ışığa maruz bırakılmış filizlerde bozulmanın daha hızlı olduğunu, askorbik asit (C vitamini) miktarının arttığını, ışığın α-tokoferol ve toplam fenolik madde konsantrasyonunu etkilemediğini saptamışlardır. Ancak karanlık koşullarda depolanan turp yeşilliklerinde karotenoid kaybının daha az olduğunu ve kalitenin korunduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra, 29.5 pmol $s^{-1}m^{-2}Pa^{-1}$ oksijen iletim hızına sahip torbalarda muhafaza edilen turp yeşilliklerinin lazer deliklere sahip torbalarda depolananlara göre kalite özelliklerini daha iyi korumakla birlikte, raf ömrünün de daha uzun olduğunu belirtmişlerdir.

Xiao ve ark. (2014b) yaptıkları çalışmada, turp (*Raphanus sativus* L.

var. *longipinnatus*) mikroyeşilliklerinde, raf ömrü üzerine, depolama sıcaklığı, paketleme ve klorla yıkama uygulamalarının etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla depolama boyunca paketlenmiş mikroyeşilliklerde kalite indeksi, klorofil miktarı, doku elektrolit sızıntısı, aeorobik mezofilik bakteri, maya ve küf sayımlarındaki değişimleri değerlendirmişlerdir. Depolama sıcaklığının paketteki atmosfer bileşimi, ürün kalitesi ve raf ömrünü önemli düzeyde etkilediği, 1 °C' nin üşüme zararı görülmeden turp mikroyeşilliklerinin saklanmasında en uygun sıcaklık derecesi olduğu belirtilmiştir. Paketleme materyalindeki oksijen yayılım hızının (OTR), paket içindeki O_2 ve CO_2 bileşimini önemli düzeyde etkilediğini, ancak OTR' nin 1 °C sıcaklıkta 28 gün boyunca depolanmış mikroyeşilliklerin kalitesi üzerine etkide bulunmadığını, klorla yıkama uygulamasının (100 mg/l), mikrobiyal populasyon, maya ve küf oluşumunu önemli düzeyde azalttığını ancak, depolamadan 7 gün sonra paket içerisinde mikrobiyal populasyon oluşumunun başladığını saptamışlardır.

Ghoora ve Srividya (2020), turp mikrofilizlerinde, 5 °C depo sıcaklığında, iki tip makro delikli ambalajın (PET kapaklı PET–CS ve LDPE kendi kendine kapanan torba -LDPE-SSB), hasat öncesi *Aloe vera* püskürtme işlemi ile hasat sonrası *Aloe vera* jeline daldırma kaplama uygulamalarının hasat sonrası kalite ve raf ömrü üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. PET-CS paketleme materyali, ağırlıkta daha düşük fizyolojik kayıp, solunum hızı, elektrolit sızıntısı sergilemiş ve mikrobiyal yoğunluk bakımından daha başarılı bulunmuştur. *Aloe vera* uygulaması yapılmış mikrofilizlerde kontrol grubuna göre hasat sonrası bozulmalarının daha az olduğu ve askorbik asit içeriğinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Araştırıcılar tarafından, hasat öncesi *Aloe vera* püskürtme işleminin PET-CS paketleme materyali ile birlikte kullanılması turpta raf ömrünü uzatmada ve hasat sonrası kaliteyi artırmada önerilmiştir.

Chandra ve ark. (2012), Çin lahanasında (*B. campestris* var. *narinosa*) farklı dezenfektanların ve paketlerin kalite ve mikrobiyal büyüme üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, örnekleri saf su, 100 ml/l Cl içeren su, % 0.25 (w/v) sitrik asit + askorbik asit karışımı solüsyonu veya % 0.5 (w/v) sitrik asit solüsyonu ardından % 5 (v/v) etanol spreyi ile muamele etmişler ve ardından 5 °C' de 9 güne kadar polietilen (PE) veya polipropilen (PP) torbalarda depolamışlardır. Araştırma sonucunda, en etkili uygulamanın sitrik asit solüsyonu + etanol uygulaması görmüş ve PE film kaplı torbalarla paketlenmiş uygulama olduğunu saptamışlardır. Kou ve ark. (2015), brokoli mikroyeşilliklerinde hasat öncesi sprey yoluyla farklı kalsiyum (Ca) formları uygulaması ile hasat sonrası Ca laktat solüsyonuna (0, 25, 50 ve 100 mmol/l) daldırma uygulamalarının etkisini karşılaştırmışlardır. Bu amaçla ilk uygulama; hasat sonrası daldırma uygulaması yapılmaksızın hasat öncesi sprey yoluyla Ca aminoasiti (0, 1, 10, 20 mmol/l), Ca laktat

(1, 10, 20 mmol/l), $CaCl_2$ (10 mmol/l) uygulaması, ikinci uygulama hasat öncesi 10 mmol/l $CaCl_2$ spray uygulamasının ardından hasattan hemen sonra Ca lactate solüsyonuna daldırma (0, 25, 50 ve 100 mmol/l) uygulaması, son uygulama ise sprey uygulaması yapılmaksızın sadece hasattan sonra daldırma uygulaması olmuştur. Araştırıcılar, hasat sonrası daldırma uygulamalarının mikrofilizlerde mekanik zararlanmaya neden olduğundan dolayı raf ömrünü kısalttığını, kalite ve raf ömrü üzerine en olumlu etki yapan uygulamanın hasat sonrası daldırma uygulaması yapılmaksızın sadece hasat öncesi 10 mmol/l $CaCl_2$ sprey uygulamasının olduğunu belirtmişlerdir.

4.SONUÇ

Burada sunulan çalışmada, *Brassica* türü sebze mikroyeşilliklerine dair detaylı bir literatür taraması yapılmış ve farklı türlerde yapılmış çalışma sonuçları özetlenmiştir. Mikrofiliz yetiştiriciliği üzerine yapılan çalışmaların çoğunun özellikle son yıllarda belirgin bir şekilde artış gösterdiği dikkat çekmektedir. Bu artışta, mikrofilizlerin sağlık değerlerinin önemli olmasının yanı sıra, geniş alan ve çok emek gerektirmeden minimal üretimlerin yapılmasına olanak sağlayan bir yetiştiricilik olması ve çalışma sonuçlarının kısa sürede elde edilmesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte doğal kaynaklarımızın, tarım alanlarımızın etkin bir şekilde kullanılamaması durumunda günümüzde ve gelecekte üretimin mikro ölçeğe kaymasını da kaçınılmaz kılacağı bir gerçektir. Bu bağlamda ülkemizde mikrofiliz yetiştiriciliğinin gelecekte önemli bir sektör haline dönüşebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Alrifai, O., Hao, X., Liu, R., Lu, Z., Marcone, M.F., Tsao, R. 2021. LED-induced carotenoid synthesis and related gene expression in *Brassica* microgreens. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 69(16): 4674-4685.
2. Both, A.K., Shaker, E., Cheung, C.L. 2022. Phytotoxic effect of sub-3-nm crystalline ceria nanoparticles on the hydroponic growth of Daikon radish microgreens. ChemNanoMat, 8(4):e202200023.
3. Brazaityte, A., Sakalauskiene, S., Samuoliene, G., Jankauskiene, J., Virsile, A., Novickovas, A., Sirtautas, R., Miliauskiene, J., Vastakaite, V., Dabasinskas, L., Duchovskis, P. 2015a. The effects of LED illumination spectra and intensity on carotenoid content in Brassicaceae microgreens. Food Chemistry, 173: 600-606.
4. Brazaityte, A., Virsile, A., Jankauskiene, J., Sakalauskiene, S., Samuoliene, G., Sirtautas, R., Novickovas, A., Dabasinskas, L., Miliauskiene, J., Vastakaite, V., Bagdonaviciene, A., Duchovskis, P. 2015b. Effect of supplemental UV-A irradiation in solid-state lighting on the growth and phytochemical content of microgreens. International Agrophysics, 29(1): 13-22.
5. Bulgari, R., Negri, M., Santoro, P., Ferrante, A. 2021. Quality evaluation of indoor-grown microgreens cultivated on three different substrates. Horticulturae, 7(5): 96.
6. Chandra, D., Kim, J. G., Kim, Y.P. 2012. Changes in microbial population and quality of microgreens treated with different sanitizers and packaging films. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 53(1): 32-40.
7. Chen, H., Tong, X., Tan, L., Kong, L. 2020. Consumers' acceptability and perceptions toward the consumption of hydroponically and soil grown broccoli microgreens. Journal of Agriculture and Food Research, 2: 100051.
8. Choe, U., Yu, L.L., Wang, T.T. 2018. The science behind microgreens as an exciting new food for the 21st century. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 66(44): 11519-11530.
9. De la Fuente, B., López-García, G., Máñez, V., Alegría, A., Barberá, R., Cilla, A. 2019. Evaluation of the bioaccessibility of antioxidant bioactive compounds and minerals of four genotypes of Brassicaceae microgreens. Foods, 8(7): 250.
10. Di Gioia, F., De Bellis, P., Mininni, C., Santamaria, P., Serio, F. 2017. Physicochemical, agronomical and microbiological evaluation of alternative growing media for the production of rapini (*Brassica rapa* L.) microgreens. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(4): 1212-1219.

11. Di Gioia, F., Petropoulos, S.A., Ozores-Hampton, M., Morgan, K., Rosskopf, E.N. 2019. Zinc and iron agronomic biofortification of Brassicaceae microgreens. Agronomy, 9(11): 677.

12. D'Imperio, M., Montesano, F.F., Montemurro, N., Parente, A. 2021. Posidonia natural residues as growing substrate component: An ecofriendly method to improve nutritional profile of *Brassica* microgreens. Frontiers in Plant Science, 12.

13. Dong, M., Park, H.K., Wang, Y., Feng, H. 2022. Control Escherichia coli O157: H7 growth on sprouting brassicacae seeds with high acoustic power density (APD) ultrasound plus mild heat and calcium-oxide antimicrobial spray. Food Control, 132: 108482.

14. Gao, M., He, R., Shi, R., Zhang, Y., Song, S., Su, W., Liu, H. 2021. Differential effects of low light intensity on broccoli microgreens growth and phytochemicals. Agronomy, 11(3): 537.

15. Gerovac, J.R., Craver, J.K., Boldt, J.K., Lopez, R.G. 2016. Light intensity and quality from sole-source light-emitting diodes impact growth, morphology, and nutrient content of *Brassica* microgreens. HortScience, 51(5): 497-503.

16. Ghoora, M.D., Srividya, N. 2020. Effect of packaging and coating technique on postharvest quality and shelf life of *Raphanus sativus* L. and *Hibiscus sabdariffa* L. microgreens. Foods, 9(5): 653.

17. Guo, L., Yang, R., Wang, Z., Guo, Q., Gu, Z. 2014. Glucoraphanin, sulforaphane and myrosinase activity in germinating broccoli sprouts as affected by growth temperature and plant organs. Journal of Functional Foods, 9:70-77.

18. Guo, L., Zhu, Y., Wang, F. 2018. Calcium sulfate treatment enhances bioactive compounds and antioxidant capacity in broccoli sprouts during growth and storage. Postharvest Biology and Technology, 139: 12-19.

19. Hoagland, D.R., Arnon, D. 1938. The water culture method for growing plants without soil. Journal Circular California Agricultural Experiment Station, vol 347.

20. Johnson, S.A., Prenni, J.E., Heuberger, A.L., Isweiri, H., Chaparro, J.M., Newman, S.E., Uchanski, M.E., Omerigic, H.M., Michell, K.A., Bunning, M., Foster, M.T., Thompson, H.J., Weir, T.L. 2021. Comprehensive evaluation of metabolites and minerals in 6 microgreen species and the influence of maturity. Current Developments in Nutrition, 5(2): nzaa180.

21. Jones-Baumgardt, C., Llewellyn, D., Ying, Q., Zheng, Y. 2019. Intensity of sole-source light-emitting diodes affects growth, yield, and quality of Brassicaceae microgreens. HortScience, 54(7): 1168-1174.

22. Kamal, K.Y., Khodaeiaminjan, M., El-Tantawy, A.A., Moneim, D.A., Salam, A.A., Ash-shormillesy, S.M.A.I., Attia, A., Ali, M.A.S, Herranz, R., El-Esawi, M.A., Nassrallah, A.A., Ramadan, M.F. 2020. Evaluation of

growth and nutritional value of *Brassica* microgreens grown under red, blue and green LEDs combinations. Physiologia plantarum, 169(4): 625-638.

23. Keutgen, N., Hausknecht, M., Tomaszewska-Sowa, M., Keutgen, A.J. 2021. Nutritional and sensory quality of two types of cress microgreens depending on the mineral nutrition. Agronomy, 11(6): 1110.

24. Kou, L., Yang, T., Luo, Y., Liu, X., Huang, L., Codling, E. 2014. Pre-harvest calcium application increases biomass and delays senescence of broccoli microgreens. Postharvest Biology and Technology, 87: 70-78.

25. Kopsell, D.A., Sams, C.E. 2013. Increases in shoot tissue pigments, glucosinolates, and mineral elements in sprouting broccoli after exposure to short-duration blue light from light emitting diodes. Journal of the American Society for Horticultural Science, 138(1): 31-37.

26. Kou, L., Yang, T., Liu, X., Luo, Y. 2015. Effects of pre- and postharvest calcium treatments on shelf life and postharvest quality of broccoli. HortScience, 50(12): 1808-2015.

27. Kyriacou, M.C., El-Nakhel, C., Graziani, G., Pannico, A., Soteriou, G.A., Giordano, M., Ritieni, A., De Pascale, S., Rouphael, Y. 2019. Functional quality in novel food sources: Genotypic variation in the nutritive and phytochemical composition of thirteen microgreens species. Food Chemistry, 277: 107-118.

28. Lee, H., Ji, B., Jang, B.K., Park, K., Lee, S.Y., An, K., Cho, J.S. 2022. Effect of hydropriming and light quality treatments on sprout growth and antioxidant activity in *Brassica oleracea* var. *capitata* seeds. Horticultural Science and Technology, 40(2):242-252.

29. Li, T., Lalk, G.T., Bi, G. 2021. Fertilization and pre-sowing seed soaking affect yield and mineral nutrients of ten microgreen species. Horticulturae, 7(2): 14.

30. Ma, S., Tian, S., Sun, J., Pang, X., Hu, Q., Li, X., Lu, Y. 2022. Broccoli microgreens have hypoglycemic effect by improving blood lipid and inflammatory factors while modulating gut microbiota in mice with type 2 diabetes. Journal of Food Biochemistry, e14145.

31. Mezeyová, I., Hegedűsová, A., Golian, M., Andrejiová, A., Šlosár, M., Mezey, J. 2022. Influence of microgreens biofortification with selenium on their quantitative and qualitative parameters. Agronomy, 12(5): 1096.

32. Muchjajib, U., Muchjajib, S., Suknikom, S., Butsai, J. 2015. Evaluation of organic media alternatives for the production of microgreens in Thailand. Acta Horticulturae, 1102: 157-162.

33. Othman, A.J., Eliseeva, L.G., Molodkina, P.G., Ibragimova, N.A., Duksi, F.M. 2022. Dataset on the effect of soaking kale (*Brassica oleraceae* L. var. *acephala* DC.) seeds in solution based on amorphous silicon dioxide

on the bioactive components and physiological growth parameters. Data in Brief, 107789.

34. Palmitessa, O.D., Renna, M., Crupi, P., Lovece, A., Corbo, F., Santamaria, P. 2020. Yield and quality characteristics of Brassica microgreens as affected by the NH_4: NO_3 molar ratio and strength of the nutrient solution. Foods, 9(5): 677.

35. Renna, M., Stellacci, A.M., Corbo, F., Santamaria, P. 2020. The use of a nutrient quality score is effective to assess the overall nutritional value of three *Brassica* microgreens. Foods, 9(9): 1226.

36. Šamec, D., Ljubej, V., Redovniković, I.R., Fistanić, S., Salopek-Sondi, B. 2022. Low temperatures affect the physiological status and phytochemical content of flat leaf kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) sprouts. Foods, 11(3): 264.

37. Samuoliene, G., Brazaityte, A., Jankauskiene, J., Virsile, A., Sirtautas, R., Novickovas, A., Sakalauskiene, S., Sakalauskaite, J., Duchovskis, P. 2013. LED irradiance level affects growth and nutritional quality of *Brassica* microgreens. Central European Journal of Biology, 8(12): 1241-1249.

38. Shibaeva, T.G., Sherudilo, E.G., Rubaeva, A.A., Titov, A.F. 2022. Continuous LED lighting enhances yield and nutritional value of four genotypes of Brassicaceae microgreens. Plants, 11(2): 176.

39. Sun, J., Xiao, Z., Lin, L.Z., Lester, G.E., Wang, Q., Harnly, J.M., Chen, P. 2013. Profiling polyphenols in five *Brassica* species microgreens by UHPLC-PDA-ESI/HRMS n. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(46): 10960-10970.

40. Sun, J., Kou, L., Geng, P., Huang, H., Yang, T., Luo, Y., Chen, P. 2015. Metabolomic assessment reveals an elevated level of glucosinolate content in $CaCl_2$ treated broccoli microgreens. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63(6): 1863-1868.

41. Tomas, M., Zhang, L., Zengin, G., Rocchetti, G., Capanoglu, E., Lucini, L. 2021. Metabolomic insight into the profile, in vitro bioaccessibility and bioactive properties of polyphenols and glucosinolates from four Brassicaceae microgreens. Food Research International, 140: 110039.

42. Vanegas Torres, A., Tish, N., Rodov, V. 2022. Enhancement of glucosinolate formation in broccoli sprouts by hydrogen peroxide treatment. Foods, 11(5): 655.

43. Vastakaite, V., Virsile, A., Brazaityte, A., Samuoliene, G., Jankauskiene, J., Sirtautas, R., Novickovas, A., Dabasinskas, L., Sakalauskiene, S., Miliauskiene, J., Duchovskis, P. 2015. The effect of blue light dosage on growth and antioxidant properties of microgreens. Sodinink. Daržinink, 34(1-2): 25-35.

44. Vaštakaitė-Kairien, V., Brazaitytė, A., Miliauskienė, J., Laužikė, K., Sutulienė, R., Duchovskis, P., Samuolienė, G. (2021, May). Iron bioforti-

fication of broccoli microgreens under different radiation spectrum and composition of nutrient solution. In IX International Symposium on Light in Horticulture 1337:187-194.

45. Weber, C.F. 2016. Nutrient content of cabbage and lettuce microgreens grown on vermicompost and hydroponic growing pads. Journal of Horticulture, 3(4): 1-5.

46. Widiwurjani, I., Mulyani, I.R., Sari, N.K. (2021, May). Utilization of Coconut Water Waste for Nutrition Microgreen Kailan (*Brassica oleraceae*). In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1899, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.

47. Xiao, Z., Lester, G.E., Luo, Y., Xie, Z.K., Yu, L.L., Wang, Q. 2014a. Effect of light exposure on sensorial quality, concentrations of bioactive compounds and antioxidant capacity of radish microgreens during low temperature storage. Food Chemistry, 151: 472-479.

48. Xiao, Z., Luo, Y., Lester, G.E., Kou, L., Yang, T., Wang, Q. 2014b. Postharvest quality and shelf life of radish microgreens as impacted by storage temperature, packaging film, and chlorine wash treatment. LWT-Food Science and Technology, 55(2): 551-558.

49. Xiao, Z., Lester, G.E., Park, E., Saftner, R.A., Luo, Y., Wang, Q. 2015. Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: Microgreens. Postharvest Biology and Technology, 110: 140-148.

50. Xiao, Z., Codling, E.E., Luo, Y., Nou, X., Lester, G.E., Wang, Q. 2016. Microgreens of Brassicaceae: Mineral composition and content of 30 varieties. Journal of Food Composition and Analysis, 49: 87-93.

51. Xiao, Z., Rausch, S.R., Luo, Y., Sun, J., Yu, L., Wang, Q., Chen, P., Yu, L., Stommel, J.R. 2019. Microgreens of Brassicaceae: Genetic diversity of phytochemical concentrations and antioxidant capacity. Lwt, 101: 731-737.

BÖLÜM 5

ODUN ANATOMİSİNDE TRABEKÜLELERLE İLİŞKİLİ HOMOLOG YAPILAR

Davut BAKIR[1]

1 Davut BAKIR (Dr.Öğr.Üyesi) Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Artvin, ORCID ID: 0000-0001-5480-1872, davut.bakir23@gmail.com

GİRİŞ

Trabeküleler genellikle hücre lümenleri boyunca bir teğet çeperden diğerine radyal yönde uzanan çubuk veya makara benzeri yapılar olarak tanımlanırlar (Eom ve Kwon, 2009). Diğer bir ifadeyle, trabeküleler odun hücre lümenlerini nadiren kat edebilen hücre çeper materyallerinin uzantılarıdır. Bununla beraber yapı ve görünüş olarak da en değişken olanıdırlar. Her bir trabekülenin çapı genellikle içinden geçtiği konak hücre çeperinin kalınlığı ile orantılıdır. Fakat trabeküle anormal olmadığı sürece çapının yalnızca konak hücre çeperlerinin kalınlığıyla değil aynı zamanda merkezi çekirdeğin kalınlığıyla da ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Trabeküleler ve onlarla ilişkili homolog yapılar kötü kontrol edilen biyolojik süreçler tarafından oluşturulan bir tür anormal yapı olarak kabul edilirler (Yumoto, 1984). Bu anormal şekilli trabeküle benzeri homolog yapılar IAWA (1964)'nın tanımı dışında kalmakla beraber yapısal doğalarını ortaya çıkarmaya yönelik incelemeler, trabekülelerin daha geniş anlamda ele alınması gerektiğini ve şu anda tanımlanamayan benzer yapıların çoğunun anormal görüntü bozuklukları olmadığını ancak çubuk veya makara benzeri olan trabekülelerle yakından ilişkili olduklarını ve trabekülelerin diğer temsilcileri olarak kabul edilmeleri gerektiğini göstermektedir. Her ne kadar anormal şekilli trabekülelerin veya onlarla ilişkili homolog yapıların varlığı daha önceleri bildirilmiş olsa da (Hale, 1951) bu anomalilerin kökenleri ve yapıları hakkında ciddi bir bilgi eksikliği vardır (Keith, 1971).

Trabeküleler nispeten az da olsa o kadar farklı gymnosperm ve angiospermlerin odun mikroyapılarında meydana gelirler ki radyal kesitteki görünüşlerine tüm odun anatomistleri aşinâ olmuşlardır. Odun yapısı üzerine hazırlanan standart referans metinleri çoğunlukla trabekülelere birkaç satırda mutlaka değinme gereği duyarlar ve onları genellikle hücre lümenleri boyunca uzanan çubuk benzeri veya makara şeklindeki yapılar olarak tanımlarlar (Keith, 1971). Çok sayıda trabeküle örneği çeşitli iğne yapraklı ağaç (İYA) ve geniş yapraklı ağaç (GYA) odun hücrelerinde tanımlanmasına rağmen trabeküleler odun anatomisinin temel odak konusu olmayı bir türlü başaramamıştırlar (Xiaozhou ve ark., 2017). Trabekülelerin farklı görünüşleri ve onlarla ilişkili homolog yapılar Alman ve İtalyan bilim adamları tarafından geçmişte detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ancak yakın zamanda konuyla ilgili çalışmalar yapan Werker ve Baas (1981) haricindeki birçok araştırmacı bitki ve odun anatomisi üzerine yapılan çalışmalarda (örneğin; Esau 1965, Tsoumis 1968, Jane 1970, Fahn 1982) sadece çubuk veya makara benzeri trabekülelerden bahsediyor olması (Panshin ve De Zeeuw, 1980 hariç) şaşırtıcıdır (Yumoto, 1984). Trabekülelerle ilişkili homolog yapılarında trabekülelerle aynı anlamda kullanılması yapılan önceki çalışmaların unutulmuş olabileceğini akıllara getirmesinden dolayı konuyla ilgili kısa bir değerlendirme ve irdeleme yapmak yerin-

de olacaktır. Ayrıca, günümüzde trabekülelerle ilişkili homolog yapılara yönelik İngilizce literatür bilgilerinin çok sınırlı olması, mevcut bilgilerin ise genellikle Almanca veya İtalyanca olması, tüm bunlara bağlı olarak da kapsamlı Türkçe herhangi bir kaynağa rastlanılmamış olması konuyla ilgili bir çalışma yapılmasının gerekli olduğunu düşündürmüştür. Mevcut çalışmada anormal şekilli veya yapılı trabeküle benzeri ya da trabekülerle ilişkili homolog yapılara odaklanılmış olup IAWA (2004) tanımına uygun olan çubuk veya makara şeklindeki normal trabekülelerin yapısı ve oluşum nedenlerine ise daha önce yapılan farklı bir çalışmada (Bakır, 2022) değinilmiştir.

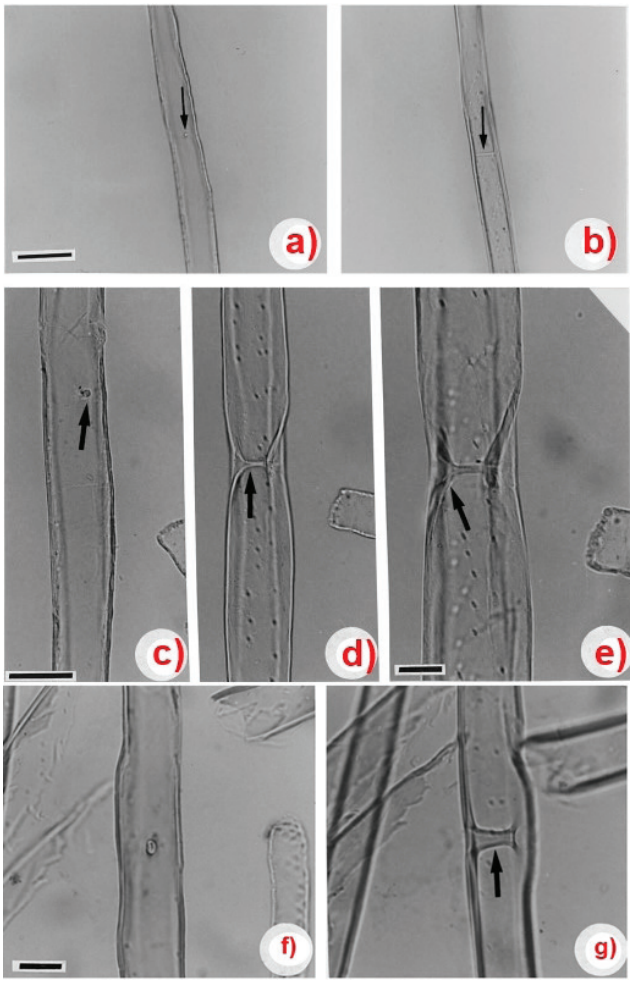
Odun hücre çeperlerindeki delinip geçilen (Transpirsing) bölgeler ve trabekülerle ilişkileri

Boyuna reçine kanallarının etrafındaki strand traheidlerinde, öz ışını paranşim hücrelerinde ve trabekülelerde göze çarpmayan nodüler uç çeperler ve dişçikli yapılar, Kore çamının (*Pinus koraiensis*) normal odun kısmında tanımlandığı gibi hem basınç odunu kısmında hem de karşı odun kısmında da tespit edilmiştir (Lee ve Eom, 1988). Basınç odunu içeren odunların anatomik yapılarında bulunan trabekülelerdeki spiral kıvrımların varlığı bu trabekülelerin konak hücrelerle aynı hücre çeper tabakalarından oluştuğunu göstermektedir (Yumoto ve Ohtani, 1981). Bazı araştırmacılar hücre çeperlerindeki deliklerin veya oyukların kökenlerini ve doğasını anlayabilmek için *Austrocedrus chilensis*, *Fitzroya cupressoides*, *Podocarpus salignus*, *P. lambertii*, *Taiwania cryptomerioides* ve *Torreya taxifolia* türlerini incelediler. Onların gözlemleri bu yapısal anormalliğin çeşitli şekillerdeki trabekülelerin varlığı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Buna bağlı olarak da ‘’delip geçmenin (transpirsing)’’ muhtemelen geniş bir trabekülenin merkezi çekirdeğinin çözünmesi neticesinde veya iki komşu traheidin lateral (yanal) çıkıntılarına denk gelecek şekildeki bir delmenin eş zamanlı olarak meydana gelmesi yoluyla oluşabileceğini ifade etmişlerdir. Dahası, Meliaceae familyasına ait *Cabralea glaberrima* A.Juss. GYA türleri incelenirken delinip geçilen bir lif hücresi ve birbirleriyle temas halinde olan boyuna paranşim hücreleri tespit edilmiştir. Fakat ortamda trabeküleler yoktu (Luchi, 2003). Luchi ve Mazzoni-Viveiros (1988) çalışmasında *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae) odununun lif hücrelerinde ve boyuna paranşim hücrelerinde benzer özellik gözlemlediler. Luchi (1990) ayrıca *Tapirira marchandii* (Anacardiaceae), *Tibouchina candolleana* (Melastomataceae), *Inga sessilis* (Leguminosae), *Aegiphila sellowiana* (Verbenaceae) ve *Vochysia tucanorum* (Vochysiaceae) türlerinde de benzer bir durum tespit etmiştir. Daha önceleri Woodworth (1934, 1935) çalışmalarında birçok çarkıfelek (passiflora) bitki türünün lif traheidlerinde de trabekülelerin olmadığını fakat delinip geçilmiş halde olduklarını gözlemledikten sonra bunlara ‘’delikçikli lif traheidleri’’ adını

vermiştir. Zhong ve ark. (1992), bazı Ulmaceae türlerinin lif çeperlerinde ve boyuna paranşim hücre çeperlerinde delikçikler gözlemlediler. Ancak onları basit perforasyonlar (basit delikçikler) olarak değerlendirmişlerdir. Dias-Leme ve Angyalossy-Alfonso (1998) basit delikçikler olarak ifade edilen durumu *Alchornea triplinervia*, *A. sidifolia*, *Croton floribundus*, *Sapium glandulatum* ve *Sebastiania serrata* (Euphorbiaceae) türlerinde kaydetmiş ve bunlara intrüzif (kullanışsız-izinsiz girilen) oyuklar adını vermiştirler. Angyalossy-Alfonso (1998)'de bu yapıyı 3 adet Cycadaceae türünde gözlemlediğinde de yine aynı ismi kullanmıştır (Luchi, 2003).

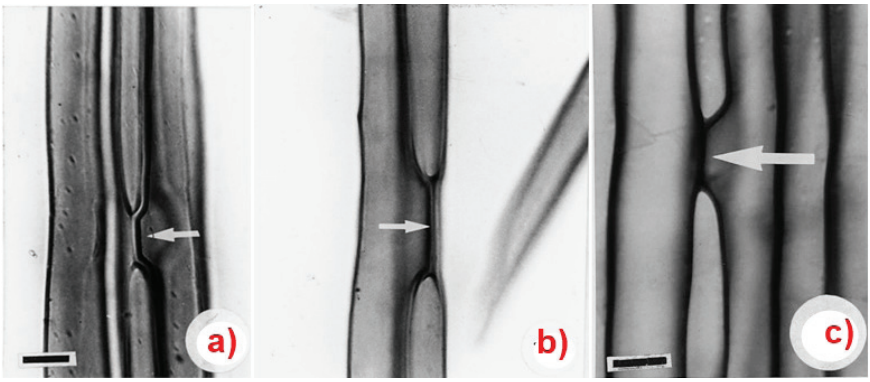
Luchi (2003) çalışmasında odun mikroyapısında hücre çeperlerini delip geçen (transpierced) elemanların doğasını araştırmıştır. Euphorbiaceae familyasına ait *Croton urucurana* Baill. ve *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. ağaç türlerinin odunlarındaki farklı gelişim aşamalarını inceleyerek bir hücre çeperini karşıdaki diğer çepere doğru delen trabekülenin merkezi çekirdeğinin çözünmesini dikkate alarak delinip geçilen bölgelerin kökenini anlamaya çalışmıştır. Bu delip geçmenin tamamen gelişmiş olan hücrelerden kaynaklı olabileceğini ve ''transpiercing bölgesi'' teriminin yeterli ve kullanışlı olduğunu bu yüzden de mutlaka literatürde kullanılması gerektiğini önermiştir. Luchi (2003) atfen Gomes ve ark. (1988)'in Brezilya çamı (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) odunundaki trabeküleler ve onlarla ilişkili yapıları incelerken anormal bir özellik olarak gördükleri ve delinip geçilen traheidler (transpierced tracheids) olarak adlandırdıkları durumu gözlemlediklerini ifade etmiştir.

Aşağıda Şekil 1a'daki ok küçük bir trabekülenin önden görünüşünü temsil eden minik bir izi göstermektedir. Bu iz Şekil 1b'de gösterilen yandan görünüşte görüldüğü gibi, trabekülelerin lif çeperlerine bağlanmasının veya birleşmesinin bir sonucudur. Bu durumun, ''transpirsing'' bölgesi olarak adlandırılmasının önerildiği bölgenin kökeninin ilk aşaması olduğu ifade edilmiştir. Şekil 1c başka bir lifteki bir trabekülenin lif çeperine olan bağlantısını (önden görünüş) göstermektedir. Şekil 1d-e'deki yandan görünüşte dış çepere bakan bir koni gibi önemsiz bir çeper değişikliği (alterasyonu) görülebilmektedir (oklar). Trabeküle kısalmış ve lif çeperlerini içe doğru çekiyor gibi görünüyor. Benzer bir durum Şekil 1f-g'de görülebilmektedir (ok); ancak burada trabeküle genişler ve ışık mikroskobunda görülebilen bir transpirsing ''kanal'' oluşturur. Bu aşamada transpirsing kanalı kısa ve geniştir. Kanalın kısalması, bir kanaldan bir ''transpirsing bölgesine'' dönüşene kadar devam ediyor gibi görünmektedir (Luchi, 2003).



Şekil 1. Transpirsing bölgeleri ve trabeküleler (Luchi, 2003).

Liflerde ve boyuna paranşim hücrelerinde lateral olarak konumlanan transpirsing bölgeleri lateral açıklıklara neden olurlar. Delinmiş olan oyukların (piercing) trabekülelerin genişlemesi veya açılması (dilatasyonu) yoluyla oluştuğu görülmektedir. Karakteristik olarak ince yapılı olan bazı trabekülelerin genişlemiş ve oyulmuş çepere doğru hücre çeperini geçmesi transpirsingli hücrelerle ilişkili olduğunu gösterir. Bir hücre içerisinde transpirsing bölgelerinin varlığı, çeperlerdeki delikçiklerin iç kısmına doğru komşu hücre çeperlerinin çıkıntılarının bu delikçiklerin biçimini alacak şekilde büyümesine ve ilerlemesine olanak sağlar (Şekil 2) (Luchi, 2003).



Şekil 2. Hücre çeperlerindeki delikçiklerin iç kısmına doğru komşu hücre çeperlerinin çıkıntılarının bu delikçiklerin biçimini alacak şekilde büyümesi (Luchi, 2003).

Gomes ve ark. (1988) tarafından ortaya atılan bir trabekülenin merkezi çekirdeğinin çözünmesi bu tür yapıların kökenini oluşturabilir. Ancak, pirsingler Gomes ve ark. (1988)'nın bahsettiği gibi sadece geniş trabekülelerden kaynaklı değillerdir. Aynı zamanda hücresel büyümenin farklı aşamalarındaki trabekülelerin oluşumuna bağlı olarak daha geniş ve daha küçük oyuklar (transpirsing oyuklar) üreten transpirsing olmuş hücrelerin gelişmesinin dar olan trabekülelerin birinden de kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

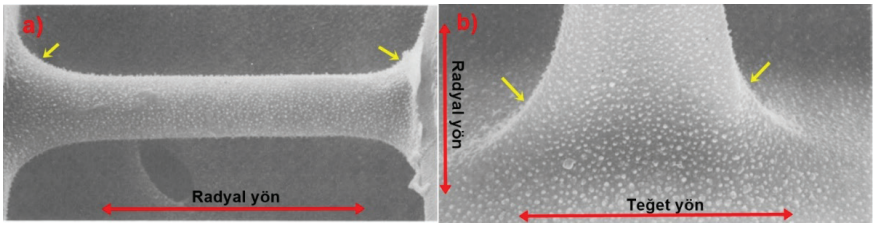
Trabekülelerle İlişkili Homolog Yapıların Sınıflandırılması

Bu kısımda, bazı araştırmacıların odunun anatomik yapısında gözlenen trabekülelerle ilişkili homolog yapıları sınıflandırmaya yönelik çalışmalarından bahsedilmiş olup sınıflandırmalar araştırmacıların isimleri dikkate alınarak aşağıdaki gibi yapılmıştır.

a) Ohtani'ye göre yapılan sınıflandırma

Ohtani (1985) çalışmasında Sakhalin göknarının (*Abies sachalinensis* Masters) sekonder ksilemi üzerinde bir ışık mikroskopuyla yaptığı anatomik incelemeler esnasında trabekülelere sıkça rastlamıştır. Daha sonra, aynı odun örnekleri üzerinde trabekülelerin morfolojisini daha detaylı incelemek amacıyla da SEM çalışmaları gerçekleştirmiştir. Bahsedilen çalışmada çubuk-silindir veya makara benzeri şekle sahip olan ve hücre lümenini radyal yönde geçerek teğet çepere ulaşan normal (Ohtani, 1985; Troncoso ve Greslebin, 2018) ve anormal trabekülelerin morfolojik yapılarının çeşitlilik gösterdiği görülmüştür. Normal trabeküleler genellikle silindir şeklindedirler. Ancak dip kısma doğru (yani radyal yönde teğet çeperlere doğru) trabekülelerin çaplarında kademeli bir şekilde artış olduğu gözlemlenir (Şekil 3). Trabekülelerin tabanları traheid teğet çeperlerinin S_2 mikrofibrillerinin yönü boyunca hizalanmış olan elipsin uzun ekseniy-

le enine kesitte eliptik olma eğilimindedir (Şekil 3b). Ohtani (1985) atfen bu durumun basınç odunu traheidlerinin trabekülelerinde de bulunduğunun Yumoto (1984) tarafından rapor edildiğini belirtmiştir. Trabekülelerin yüzeyi traheidlerin lümenlerinin yüzeyinde olduğu gibi siğilli bir tabaka ile kaplanmıştır (Şekil 3b). Bu da onların yapısal olarak teğet çeperlerle benzer olduklarını düşündürmektedir (Ohtani, 1985). Öte taraftan, Yumoto (1984) normal bir trabekülenin yüzeyinin pürüzsüz olduğunu (Şekil 8) düzensiz bir yüzeye sahip olan trabekülelerin ise anormal olarak kabul edilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu da Ohtani (1985) tarafından normal olark kabul edilen bir trabekülenin Yumoto (1984) tarafından anormal olarak kabul edilebileceğini göstermektedir.



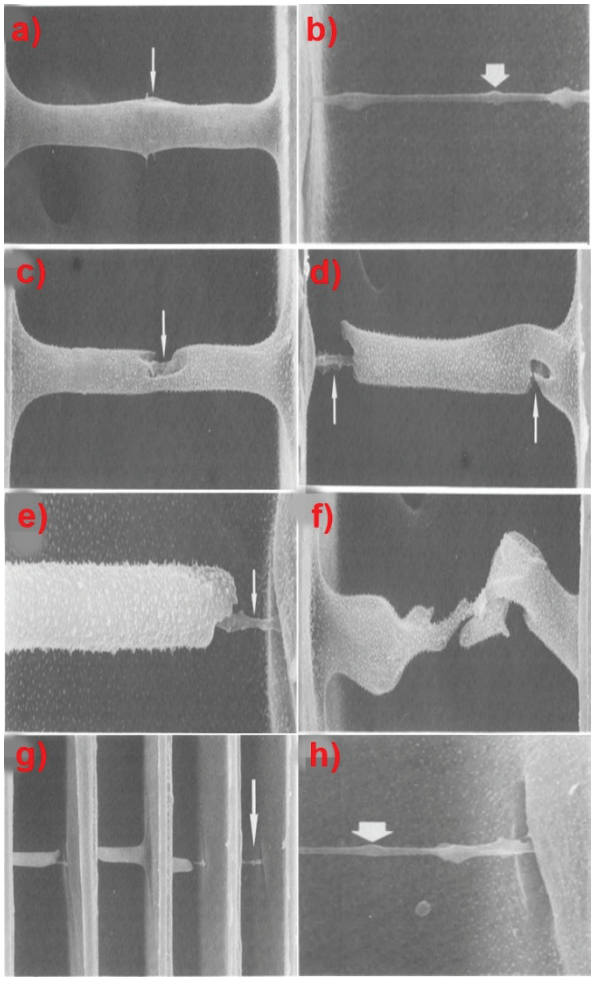
Şekil 3. Normal bir trabekülede (a) dip kısma doğru (yani radyal yönde teğet çeperlere doğru) trabeküle çapında gözlenen kademeli artış (b) (sarı oklar) (Ohtani, 1985).

Birçok araştırmacı (Butterfield ve Meylan 1980; Ohtani 1985) tarafından yukarıda Şekil 3'de verilen normal trabekülelere ilâveten çeşitli anormal tiplerde trabeküleler gözlemlenmiştir. Bu anormal tipler konak traheid hücresi içerisindeki konumlarına ve şekillerine göre 3 ana tipe ayrılırlar;

1- Tip 1: Hücre lümenini bir yandan öbür yana tamamen geçebilenler (Şekil 4),

2- Tip 2: Hücre lümenini bir yandan öbür yana kesintili bir şekilde tamamen geçebilenler (Şekil 5),

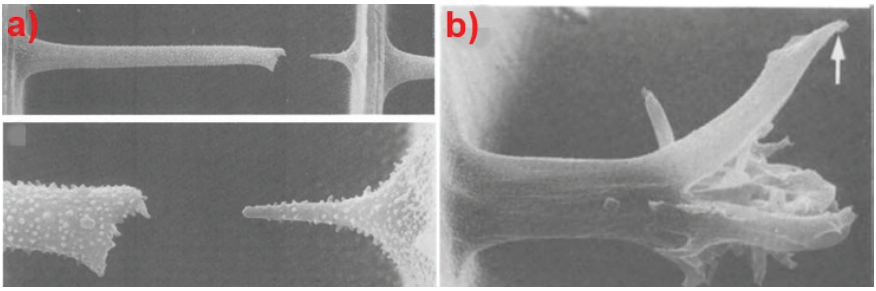
3- Tip 3: Radyal çeperle birleşik halde olanlar (Şekil 6).



Şekil 4. Odun mikroyapısında Tip 1 anormal trabeküle çeşitleri (Ohtani, 1985).

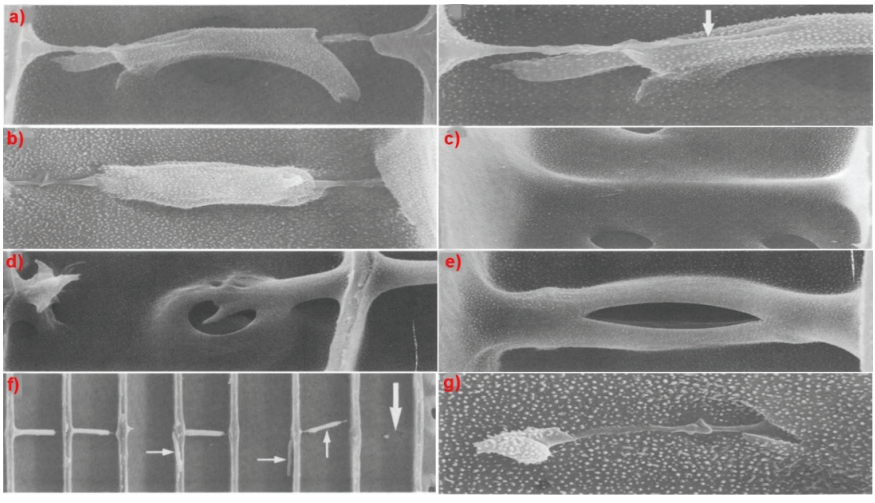
Şekil 4a orta kısmı kalınlaşmış bir trabeküleyi gösterir. Oysa Şekil 4c'deki trabekülenin orta kısmındaki hücre çeper materyali birikmesi kısmen yetersiz meydana gelmiştir. Bu yetersiz hücre çeperi materyali birikmesi bariz bir şekilde taban kısımlarına çok yakın yerlerde gözlenmiştir (Şekil 4d-e). Lümeni geçen düzensiz bir trabeküle formu Şekil 4f'de gösterilmiştir. Bununla beraber, dört komşu traheidin lümenleri boyunca radyal yönde uzanan ve hücre lümenini bir yandan öbür yana tamamen geçebilen trabekülelerde Şekil 4g'de gösterilmektedir. Şekil 4b-h' de görüldüğü gibi, trabeküleyle ilişkili olan filamentli yapının traheid hücre lümenini tamamen geçebildiği aşikârdır. Fakat genişliği uzun ekseni boyunca üniform değildir ve yüzeyinde siğillller oluşmaz. Bahsedilen çalışmada teğet çeperin hücre tabakalarıyla filamentli veya filamentsiz yapıların benzer fibriler yapılara sahip olup olmadıklarını ispatlamak mümkün olmamış-

tır. Ancak konumu, şekli ve genişliğinden yola çıkarak filamentin trabekülenin merkezi çekirdeğine tekabül ettiğini varsaymak mantıklıdır. Bu nedenle Şekil 4b-h'de gösterilen filamentli yapının gözlenmesi sekonder çeper materyalinin depolanmasının yani birikmesinin meydana gelmediğini gösterir. Filamentin uç kısmının her zaman S_2 mikrofibrillerinin yönüne paralel olarak uzamış gibi görünen teğet çeper üzerinde bulunan bir çöküntüye doğru giriş yaptığı bulunmuştur (Şekil 4e-g-h). Böyle bir çöküntü alanı ise, sekonder çeperin çökelmediği bir primer geçit alanına karşılık gelebilir (Ohtani, 1985).



Şekil 5. Odun mikroyapısında Tip 2 anormal trabeküle çeşitleri (Ohtani, 1985).

Şekil 5'de gösterilen anormal Tip 2 örneklerinin yüzeyleri siğil depozisyonunun meydana gelmesinden önce oluştukları düşünülen siğilimsi bir tabakayla kaplıdır. Birçoğunun şekil olarak Şekil 5a'da gösterilen trabekülelere benzer oldukları görüldü. Bununla birlikte, Şekil 5b'de gösterildiği gibi nadiren de olsa teğet çeperden çıkıntı yapan yapıya benzeyen düzensiz formları bulundu. Bu çıkıntıların uç kısımlarının farklı karmaşık formlara sahip olabileceği de gözlenmiştir (Ohtani, 1985).



Şekil 6. Odun mikroyapısında Tip 3 anormal trabeküle çeşitleri (Ohtani 1985).

Şekil 6'da gösterildiği gibi anormal Tip 3 trabeküleleri çeşitli biçimlere sahiptirler. Şekil 6a bir kısmı radyal çeperle birleşen düzensiz bir trabeküle formunu gösterir. Yüzeyini kapsayan siğil tabakası yine radyal çeperle yapısal sürekliliğe sahip olabileceğini düşündürmektedir. Beyaz okla gösterilen ve merkezi bir çekirdek gibi görünen filamentli yapı, trabekülenin merkez kısmından bariz bir şekilde uzaklaşmış durumdadır. Bu durum muhtemelen sekonder çeperin merkezi çekirdeğin etrafına çökelmesi veya tortulanması esnasında meydana gelen bir tür düzensizlikten kaynaklanmaktadır. Şekil 6b uç kısımlarında bir sekonder çeper tabakası olmayan ve tüm uzunluğu boyunca traheidin radyal çeperiyle birleşik veya yapışık olan anormal bir trabeküleyi göstermektedir. Şekil 6c'de gösterilen radyal çeperdeki hafif çıkıntının bir trabeküle ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü bitişik traheide karşılık gelen konumda normal çubuk şeklinde bir trabeküle olduğu tespit edildi. Şekil 6d'de bir anormal trabeküle radyal çeperde bulunan bir kenarlı geçit ile birleşerek kaynaşmış haldedir. Böylesi bir anormal trabeküle Şekil 5b'de gösterilen anormal trabeküleye de benzer olarak kabul edilebilir. Şekil 6e'de gösterilen yapı Meylan ve Butterfield (1973) ile Butterfield ve Meylan (1980) tarafından rapor edilen geçit içeren trabekülelere benzer görünmektedir. Bu yapı, Yumoto (1984) tarafından bildirilen birleşik haldeki trabeküle tipleriyle uyum sağlamaktadır. Ancak, mevcut çalışmada trabekülenin merkezi çekirdeğinin traheid radyal çeperinin orta lameliyle birleşik veya kaynaşmış bir halde olup olmadığını doğrulamak mümkün olmamıştır. Şekil 6f'de birbirine komşu 7 adet traheidden geçerek ilerleyen trabeküleler gösterilmiştir. Küçük oklarla gösterilen 3 traheid içerisindeki trabeküleler büyük ihtimalle örnek hazırlama esnasında insan hatasından kaynaklı olarak orijinal konumlarından uzaklaşmışlardır. Dahası, Şekil 6g, Şekil 6f'de büyük ok ile gösterilen kısmın daha yüksek bir büyültmedeki görüntüsünü vermektedir. Filamentli yapının uç kısmı geri kalan kısımdan daha kalındır ve siğillerle kaplı olması sekonder çeper materyalinden oluştuğunu düşündürmektedir. Ohtani (1985) atfen Raatz (1892) ve Müller-Stoll (1965) tarafından çeşitli anormal trabeküle formları bir ışık mikroskobu kullanılarak daha önceleri de zaten bulunmuştu. Ancak 3 boyutlu yapıları her zaman net bir şekilde gösterilememiştir. Bu çalışmada gözlemlenen çeşitli anormal tip formlarından bazıları Yumoto (1984) tarafından *Picea glauca*'da tespit edilenlerle büyük oranda benzerlik göstermektedir.

Tip 1 anormal trabeküle çeşitleri konak traheid lümeninde olağan konumlarında ve pozisyonlarında bulunmalarına rağmen merkezi bir çekirdek etrafında çeper (muhtemelen sekonder çeper) maddesinin anormal bir şekilde yığılmasından veya tortulanmasından kaynaklanır. Tip 2 anormalliklerinde sekonder çeper yığılması veya tortulanması meydana gelmeden önce trabekülelerin taban kısımlarından uzaktaki bazı bölgelerde kırılma

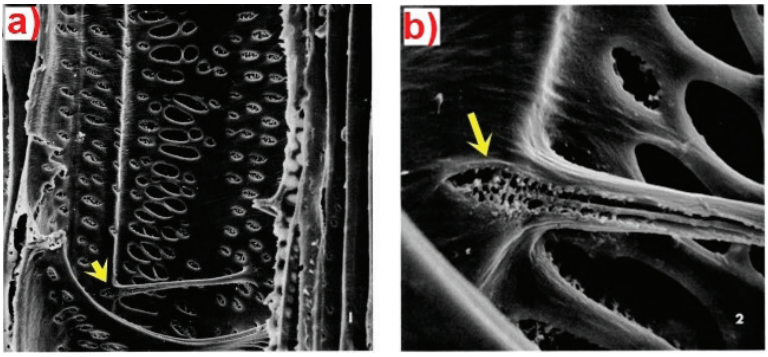
gösteren filamentli merkezi çekirdekten kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekil 5b'de gösterildiği gibi karmaşık formlar muhtemelen filamentli merkezi çekirdekte kırılma meydana geldikten sonra gelişim gösterirler. Tip 3 anormallikler ise filamentli merkezi çekirdek konak traheidin radyal hücre çeperine çok yakın bir şekilde oluşmaya başladığında ortaya çıkmaktadır. Mevcut çalışmada IAWA'nın odun anatomisinde kullanılan terimler sözlüğündeki tanımlardan farklılık gösteren çeşitli anormal biçimdeki trabeküleler ve anormal tipteki trabeküleler arasındaki ortak yapısal, morfolojik ve konumsal özelliklerin varlığından yola çıkılarak temelde de aynı yapıya sahip oldukları kabul edilmelidir (Ohtani 1985).

b) **Yumoto'ya göre yapılan sınıflandırma**

Yumoto (1984) çalışmasında Ak ladinin (*Picea glauca*) genç bireylerindeki basınç odunu hücrelerinin yapısı ve oluşumu üzerine yapılan kapsamlı bir araştırma sırasında çok sayıda çubuk veya makara benzeri trabeküleler ile hücre lümenini çoğunlukla radyal olarak geçen farklı diğer yapı tiplerini SEM ve SEM-UVM (ultraviyole mikroskopi) kombinasyon yöntemi, PLM (polarize mikroskopi) ve sıradan ışık mikroskobu kullanarak gözlemlemiştir. İlgili çalışmada farklı tip ve şekillerdeki trabeküleler ve onlarla ilişkili homolog yapılar arasındaki karşılıklı ilişkiler ve oluşumlarının nedensel mekanizması da yakından tartışılmıştır.

Yumoto (1984) atfen Müller (1890) çalışmasında 28 adet İYA üzerinde yaptığı çalışmada odun mikroyapısındaki trabekületeleri ve onlarla ilişkili homolog yapıları gözlemlemiş ve bu yapıların genelde bütün İYA'ların aksiyal üyelerinin tüm kısmlarında bulunduğunu ileri sürmüştür. Müller, çubuk benzeri trabekülelerden farklı olan birkaç yapı türüde kaydetmiştir. Örneğin; radyal çeperle kimi zaman birleşen ve birleşmeyen, bağlantısız-kesik, kavisli ve eğimli yapılar, kalas benzeri yapılar ve düzensiz yüzeyli veya yumrulu (çıkıntılı) yapılar. Müller, orta lamelde sürekli olan sözde merkezi çekirdeğin (Mittellinie) varlığı ile trabekülelerin yüzey tabakası ve konak hücrenin en iç tabakası arasındaki benzerliği de tespit etmiştir. Raatz (1892) çalışmasında 14 tane İYA ve 3 tane GYA üzerinde yaptığı gözlemlere dayanarak trabekülelerin ve ilişkili homolog yapıların tüm GYA türlerinde de meydana gelebileceğini vurgulamıştır. Raatz, Müller tarafından belirtilenlerin dışında geçit içeren trabeküle formları ile çeşitli anormal formlardan da bahsetmiştir. Raatz, tipik bir trabeküle ile hücre içindeki teğet çeperlerin kısmi bir teması arasındaki tüm ara maddelerin veya formların oluşumu ile bu iki yapı tipi arasındaki gelişimsel homolojiyi vurgulayarak trabekülelerin kökenini teğet çeperlerin temasına bağlamıştır (Yumoto, 1984). Böylece Müller'in çalışmasına benzer fakat daha geniş hacimli bir makale yayınlamıştır. Bu makalede birkaç çizimde vardı. O, Müller tarafından tespit edilenlerin dışında çeşitli tipler de bildirmiştir. Bunlar; geçit içeren formların yanında çeşitli anormal

formlardır. Diğer taraftan, Müller-Stoll ve Balbach (1939) asma ağacı odununda trabekülelerin morfolojisini incelemiş ve dut benzeri uçlara veya küçük çıkıntılara sahip olan veya olmayan kavisli, dallı ve kopuk vaziyetteki formlar kaydetmiştirler. İlgili çalışmada, hücre çeper materyali birikim miktarındaki ve merkezi çekirdeğin şeklindeki anormalliklerden bahsedilmiştir. Daha sonra Müller-Stoll (1965), asma ağacı örneklerinde olduğu gibi Avrupa'nın çeşitli bölgelerinden topladığı bazı İYA ve GYA odunlarında da aralıklı veya aralıksız normal, kavisli, dallanmış ve kopuk formların meydana geldiğini bildirmiştir. Meylan ve Butterfield (1973) çalışmalarında bir SEM kullanarak *Fuchsia excorticata* türü odununa ait bir trahe hücresi içerisinde bir püsküllü geçite sahip anormal bir trabeküle gözlemlemişlerdir (Şekil 7). Yumoto (1984) atfen Werker ve Baas (1981)'ın çalışmalarında *Inula viscosa* ve *Salvia fruticosa* odun örneklerinde kalas biçiminde geçitlere sahip veya çeşitli açıklıklara sahip anormal trabeküleler gözlemlediklerini belirtmiştir.



Şekil 7. Fuchsia excorticata türü odununa ait bir trahe hücresi içerisinde anormal bir trabeküle tabanı boyunca uzanan bir püsküllü geçit (a) ve geçitin büyültülmüş hali (b) (oklar) (Yumoto, 1984).

Odun anatomisi çalışmalarında SEM'in son zamanlardaki yaygın kullanımıyla beraber, trabeküleler ve yapıları hakkında çok sayıda makale yayınlanmıştır. Ancak bunlar çoğunlukla çubuk veya makara şeklinde olan trabekülelerle ilgilidir. Anormal trabeküleler veya trabekülelerle ilişkili homolog yapılarla ilgili çok az sayıda gözlem ve inceleme yapılmıştır. Trabeküle kelimesi Latincede küçük bir kiriş-ışın demeti anlamına gelir (Stearn, 1973). Ancak trabekülelerin birçoğu kiriş-ışın demeti ya da çubuk veya makara benzeri bir yapıya sahip değildir. Bu nedenle trabekülelerle ilişkili gibi görünen homolog yapıların trabeküle olarak adlandırılması yeterli ve doğru değildir. Çubuk veya makara benzeri normal trabekülelerle diğer anormal trabeküleler veya onlarla ilişkili homolog yapıların çoğu ontogenetiksel olarak yakın ilişkilere sahip gibi görünselerde, bunlardan bir kısmının bazı açılardan farklı bir doğası olduğu ve muhtemelen ayrı

ya da diğer kategorilerde tanımlanabilecek birkaç yapı tipinin olduğu düşünülmektedir. Yalnız trabeküllelerin oluşum süreci ve ilgili yapıları hâlâ açıklanamadığından aralarında herhangi bir ilişki olmadığını söylemek için erken olabilir. Ayrıca bir yapı tipinin ontogenetik olarak esasen iki veya daha fazla farklı yapılardan oluşmuş olması ihtimali de vardır (Yumoto, 1984). Bu açıklamalara dayanarak Yumoto (1984) çalışmasında terminolojiye yönelik bir öneride bulunmamakla beraber sadece IAWA tarafından tanımlanan çubuk veya makara benzeri yapılar için trabeküle terimini kullanmıştır. Diğer anormal yapılı trabeküleler veya onlarla ilişkili homolog yapıları ise uygunluk ve kolaylık açısından aşağıdaki gibi 5 temel tip ve 2 çeşit olarak sınıflandırmaktadır.

A-Temel tipler

1. Trabeküle; enine kesiti neredeyse yuvarlak, çubuk veya makara benzeri bir yapıda olanlar,

2. Plate (Tabla-Levha-Plaka); şeklen kalas benzeri bir yapıdadır ve enine kesiti oldukça eliptik veya konak hücrenin eksenel yönünde uzamış halde olanlar,

3. Konflüans-Birleşme; radyal bir çepere birleşmiş halde çubuk veya kalas şeklinde olup merkezi çekirdeği de radyal orta lamelle birleşmiş halde olanlar,

4. Adezyon-Yapışma-Katılma; bir çeper çimke (bacak kemiği, topuk kemiği) benzeri bir yapıda ve bir hücre içinde teğet çeperlerin teması söz konusu ise,

5. Teğet konflüans; teğet yönde yöneltimli bir birleşmenin olduğu yapılar.

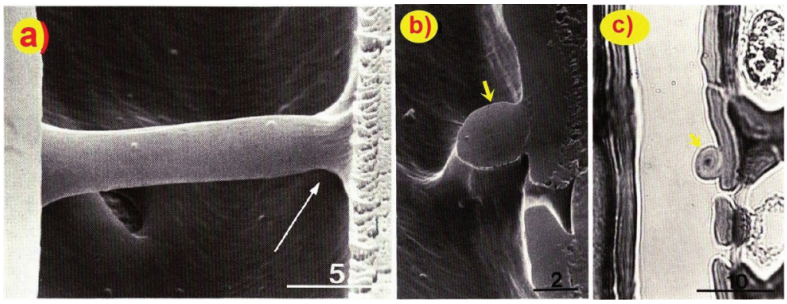
B- Çeşitleri

1. Geçit içeren form; yukarıda bahsedilen tiplerin (adezyon hariç) geçit benzeri bir yapıya sahip olduğu durumlar,

2. Anormal form; normal özelliklerden sapmış olan yukarıdaki tiplerden herhangi biri.

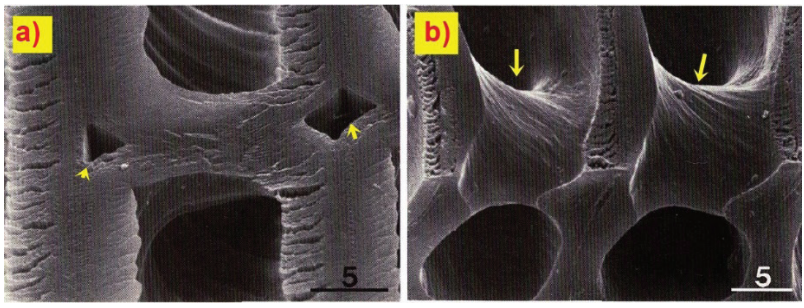
A-Temel tipler

1.Trabeküleler: Hücre lümenini radyal yönde geçen çubuk veya makara benzeri bir yapıyı belirtir. Trabekülenin enine kesiti yuvarlak veya hafif eliptiktir. Bu formun hücre çeperleri, konak hücrenin radyal çeperiyle kaynaşabilir. Ancak merkezi çekirdek radyal orta lamelle kaynaşmaz. Yüzeyi pürüzsüzdür (Şekil 8). Düzensiz bir yüzeye sahip bir trabeküle anormal olarak kabul edilir (Yumoto, 1984).



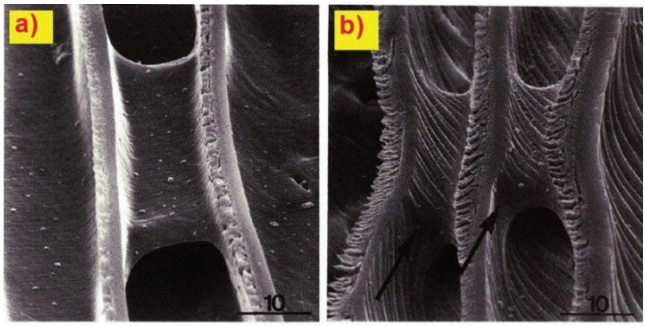
Şekil 8. Basınç odunu içermeyen normal bir odun traheidinde çubuk benzeri bir trabeküle (beyaz ok) (a), hafif bir basınç odunu meydana gelmiş odun traheidindeki bir trabekülenin enine kesilmiş yüzeyi (sarı oklar) (SEM-UVM kombinasyon yöntemi). Trabeküle çeperi, konak hücrenin S_2 tabakası ile kaynaşmış olmasına rağmen merkezi çekirdek orta lamel ile bağlantılı değildir (b ve c) (Yumoto, 1984).

Bir trabeküle çeperinin nadirende olsa konak hücrenin radyal çeperi ile kaynaşmış olduğu gözlenir. Bir trabekülenin merkezi çekirdeği radyal orta lamel ile birleşmemelidir. Ancak böyle bir durumda bunu radyal yüzeydeki bir gözlemden doğrulamak pratik olarak imkânsızdır. Bu durum sadece yapının enine kesiti üzerindeki gözlemle çözülebilir. Şekil 8b-c'de gösterilen yapı radyal orta lamelden ayrılan bir merkezi çekirdeğe sahip olduğundan, yapının bir trabeküle olduğuna karar verilir. Basınç odununun ortak özelliklerinden birisi hücreler arası boşlukların oluşmasıdır (Yumoto ve ark., 1983). Bazen bu boşluklar trabekülelerin tabanlarında bulunabilirler. Ekstrem durumlarda her iki tabanda bulunan boşluklar ortak bir odaya kaynaşabilirler (Şekil 9a). Hatta bazen bunlar bir trabeküle değil de sanki konak hücrenin bir parçası gibi görünebilirler. Ancak bir birleşmenin parçası olabileceği ihtimalide gözden kaçırılmamalıdır. Raatz (1892), *Pinus sylvestris* odununda bir reçine kanalı dokusunun paranşim hücrelerindeki trabekülelerin tabanında hücreler arası boşlukların oluştuğunu bildirmiştir (Yumoto, 1984).

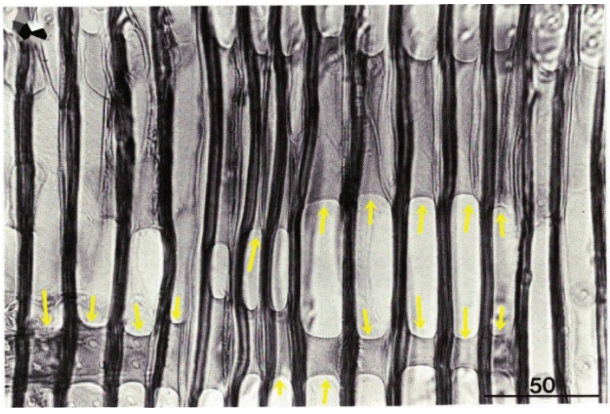


Şekil 9. Şiddetli basınç odununa sahip bir odun traheidinde kalın bir trabekülenin uzunlamasına kesilmiş yüzeyi ve trabekülenin tabanlarında hücreler arası boşluklar görülüyor (oklar) (a), iki adet kalın trabeküle (oklar) (b) (Yumoto, 1984).

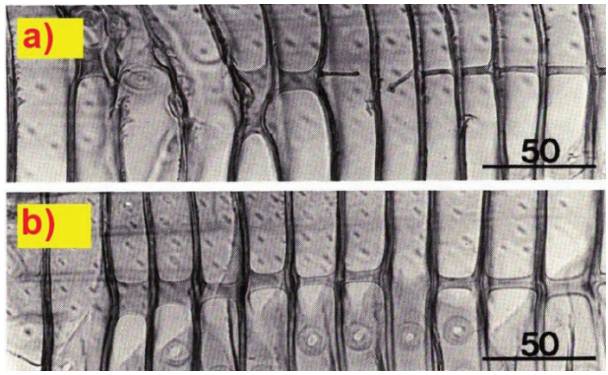
2.Plates (Levhalar veya Plakalar): Bunlar hücre lümenini radyal olarak geçen şeklende levha veya levha benzeri bir yapıyı belirtirler (Şekil 10). Normal trabekülelerden yalnızca yuvarlak olmaması ile farklılık gösterir. Ancak, enine kesitte büyük ölçüde eliptik olması bakımından da farklılık gösterir. Bu form odun yapısında normal trabeküle haricinde en sık görülen anormal trabeküle tipidir. Levhanın genişliği ve yüksekliği büyük ölçüde değişir ve levha bazen Şekil 11'da gösterildiği gibi alışılmadık bir şekilde çok geniş bir forma dönüşür. Çoğu durumda, levhalar yalnız başına veya ikili-çift formda gözlenmiştir. Ancak çok uzun bir sıra oluştururlar. Uzun bir trabeküle dizisi genellikle bir levha ile başlar ve genişliğini giderek azaltarak çubuk şeklindeki trabekülelere dönüşür (Şekil 12a-b) (Yumoto, 1984).



Şekil 10. Normal bir odun traheidindeki bir levha (a), normal odundan basınç odununa geçiş bölgesinde bulunan ikiz levhalar (b) (Yumoto, 1984).



Şekil 11. İki uzun levha dizisi. Bu diziler, mikrografta gösterilenlerin iki katından daha uzundur. Bu kadar uzun levha sıralarının oluşumu çok nadirdir (Yumoto, 1984).

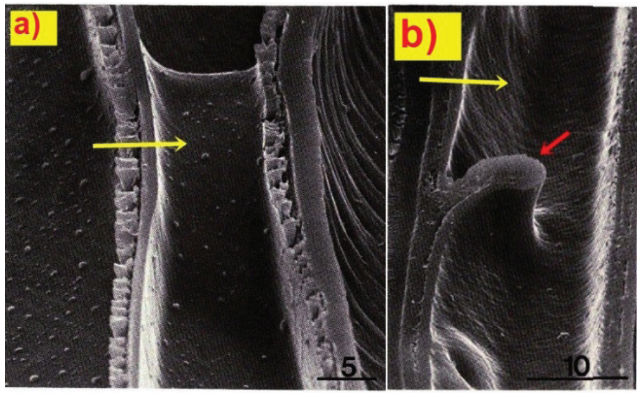


Şekil 12. Geniş bir levha ile başlayan bir dizi trabeküle. Böyle bir olay nadir değildir; sağ kambiyal taraf (a), dar bir levha ile başlayan bir dizi trabeküle; sağ kambiyal taraf (b) (Yumoto, 1984).

Yumoto (1984) trabeküleler ve levhalarla ilgili gerçekleştirilen trabekülelerin farklı hücre çeper tabakalarının konak hücre çeper tabakasıyla benzerliğinin tespiti, trabeküle veya levhaların merkezi çekirdeklerinin orta lamelle ilişkisi, mikrofibril yöneliminin trabeküle-levha ve konak hücre çeperindeki ilişkisi gibi çalışma sonuçlarına dayanarak bu iki tipin aynı kategoriye ait olduğunu ifade etmiştir. Levha yapısı Keith ve ark. (1978) ile Werker ve Baas (1981) haricinde son zamanlardaki makalelerde rapor edilmemiştir. Werker ve Baas (1981) levhanın *Inula viscosa* odununda meydana geldiğini bildirmiştir. Müller (1890) ve Raatz (1892) çok geniş levhaları çalışmalarında göstermiş olsalarda asma ağacı odunu üzerine yaptıkları çalışmalarda bu tipin varlığından söz etmemişlerdir (Örneğin; Müller-Stoll ve Balbach 1939 ile Balbach, 1939). Muhtemelen bu durum onların gözlemlerinin büyük ölçüde levhaların trabekülelerinkine benzer bir görüntü verdiği kesitler üzerinde gerçekleştirilmesinden kaynaklanmıştır (Yumoto, 1984).

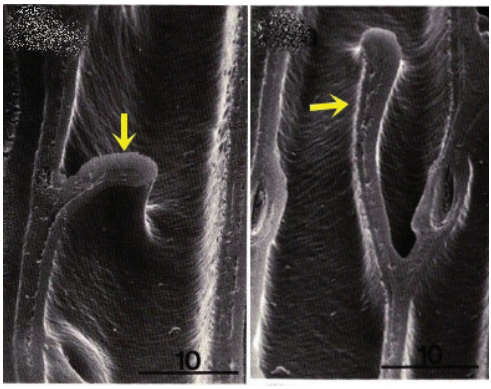
3.Konflüanslar (Birleşmeler): Konflüans, konak hücrenin radyal çeperine bağlanan çubuk veya kalas benzeri bir yapıyı ifade eder (Şekil 13 ve 14). Konflüans, hücre çeperinin bir kıvrılmış-dürülmüş bir katı değildir. Ayrıca, merkezi bir çekirdeğe de sahiptir. Konflüansın merkezi çekirdeği, tüm uzunluğu boyunca radyal orta lamel ile bağlantı halindedir. Dar konflüanslar hücre çeperinin kıvrılmış halinden veya kaynaşmış haldeki trabekülelerden yalnızca enine kesitleri üzerinde yapılacak bir gözlemle ayırtedilebilir (Şekil 13b, 14). Radyal yüzeyler üzerindeki SEM gözlemlerinde bir önde bulunan öz ışını traheidinin varlığından dolayı zaman zaman bir konflüans varmış gibi bir izlenime yani yanılsamaya neden olduğu da belirtilmelidir. Konflüansın genişliği veya radyal çeperden bu yana ki uzunluğu önemli ölçüde değişiklik gösterir. Bu formun oluşumu nadir değildir. Konflüans, çoğu zaman yalnız ve tek başına bulunmakla beraber

bazen ikiz veya uzun sıralar halinde gözlenmiştir. Konflüans tipinde genellikle geçit benzeri bir yapı bulunur (Yumoto, 1984).



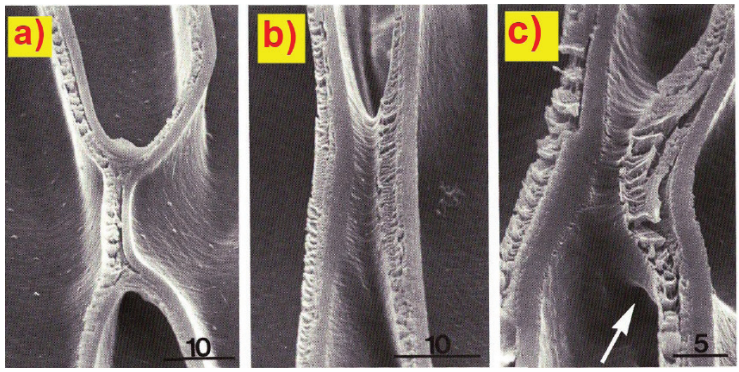
Şekil 13. Normal odundan basınç odununa geçiş bölgesinde radyal çeperle (sarı oklar) temas halinde bir konflüans (a), arkaya doğru bükülen bir konflüansın enine görünümü (kırmızı ok) (b) (Yumoto, 1984).

Konflüansların enine kesitleri (konak hücrelerin teğet kesitleri), onların asıl radyal çepere basitçe bağlanmadıklarını esasen ona kaynaştıklarını açıkça göstermektedir (Şekil 14). Görünüşe göre, konflüansların merkezi çekirdekleri orta lamel ile birleşmektedir. Şekil 14'de kesilen yüzeyin dokusunun UV absorpsiyon gücü ve dağılım modeli ile çift kırılma çalışmaları tıpkı levhalar gibi konak ve komşu hücrelerinkiyle oldukça benzer bulunmuştur. Bu da levhalar gibi onlarında konak hücrelerinkilerle aynı çeper tabakalarından oluştuklarını ve radyal çeperle kaynaşma dışında konflüans yapılarının levhalarınkilerle aynı yapıda oldukları söylenebilir. Konflüansların oluşumu Müller (1890) ve Raatz (1892) tarafından bildirilmesiyle beraber yakın tarihli çalışmalarda ve aynı zamanda bağcılık ve şarapçılık literatüründe de bahsedilmektedir. Masere edilmiş traheidler üzerinde gerçekleştirilen gözlemlerden asıl konflüans ve traheidlerin teğetsel dallanması olmak üzere iki farklı konflüans tipinin olduğu anlaşılmaktadır. Böylesi bir traheidin teğet dalları arasına giren çift çeper yapısı konflüansa benzer bir görünüm alır. Traheidlerin bu teğetsel dallanmasının bazı araştırmacılar tarafından kambiyumdaki komşu inisyallerin uç büyümesiyle oluştuğu rapor edilmektedir (Neeff, 1922 ve Wloch, 1976). Uzun haldeki konflüans dizileri böyle bir kategoriye ait olabilir. Öte yandan, asıl konflüansın da sanki başarısız bir yalancı çapraz (pseudotransvers) hücre bölünmesiyle meydana getirilmiş olabileceği gibi bir izlenim vermektedir (Yumoto, 1984).



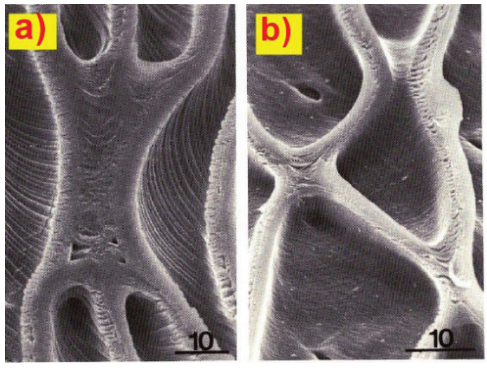
Şekil 14. Konak hücrenin radyal çeperiyle kaynaşmış konflüanslar (oklar) (Yumoto, 1984).

4.Adezyonlar: Adezyon, çimke (bacak kemiği, kalça kemiği, topuk kemiği) benzeri bir yapıyı veya bir hücre içindeki her iki teğet çeperin temasını ifade eder (Şekil 15). Adezyonun merkezi çekirdeğinin konak hücrenin kambiyal kenarında ve özünde doğrudan doğruya konumlanan traheidler arasındaki orta lamelde kısaldığı ve genişlediği söylenilebilir. Adezyonlar genellikle bir traheidin teğet kenarlarından birinde bulunur. Ancak, konak hücrenin ortasında (enine kesitte gözlemlendiği zaman) adezyonun her iki kenarında iki kanal benzeri lümenden ayrılarak meydana gelebilir. Adezyonlar genellikle yalnız başına bir formda ortaya çıksa da, bazen ikiz formda bulunurlar (Şekil 16a) veya çoğunlukla iki ya da daha fazla bitişik haldeki traheidlerde yükseklikleri hafifçe sapmış haldedir (Şekil 16b). Geç dondan etkilenen ilkbahar odunu tabakasında adezyonlar özellikle fazla bulunmuştur ve sıklıkla diğer tiplerle karışmış halde gözlenmişlerdir (Şekil 17). Şekil 15a-b normal odun traheidlerinde bulunan tipik adezyonları göstermektedir. Şekil 15b'deki adezyon eğer daha derin bir şekilde tıraşlansaydı Şekil 15a'dakine benzer bir görünüme sahip olabilirdi. Şekil 15c gergin ve uzamış haldeki bir adezyonu göstermektedir. Şekil 16a şiddetli basınç odunu görülen bir odun traheidindeki ikiz bir formu göstermektedir. Yakın çevrede meydana gelen 3 adezyon Şekil 16b'de gösterilmektedir. Adezyonlar genellikle gevşek ve yarım yamalak bir grup oluşturarak meydana gelirler (Yumoto, 1984).



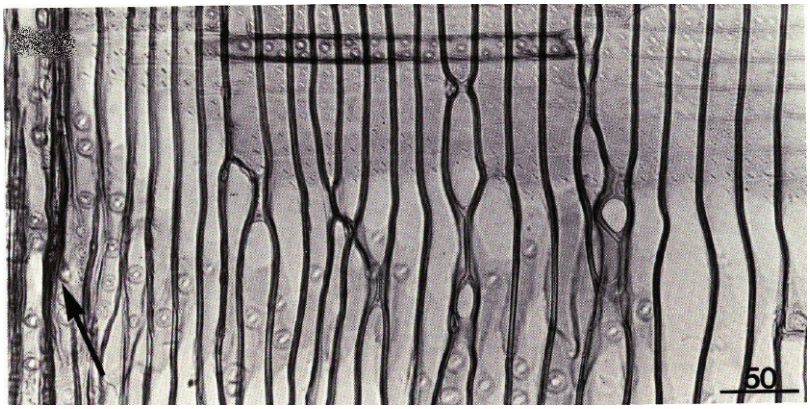
Şekil 15. Normal bir odun traheidinde bulunan bir adezyon (a ve b). Adezyon ve konflüans arasında bir ara yapı (c) (Yumoto, 1984).

Şekil 15a'da konak hücrenin öz ve kambiyal tarafında yer alan hemen bitişik iki traheidin teğet çeperleri birbiriyle temas halindedir ve bu iki traheid arasındaki orta tabakanın adezyonun merkezi çekirdeği olduğu söylenebilir.



Şekil 16. Şiddetli basınç odununa sahip odunda bir dizi adezyon (a). Normal odunda üç adezyon (b) (Yumoto, 1984).

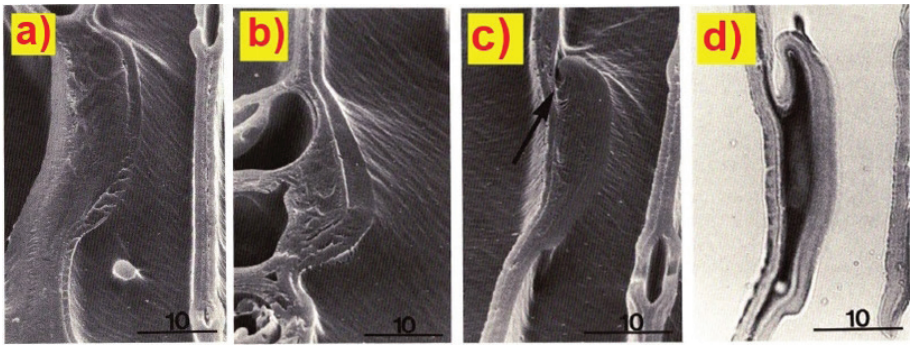
Şekil 16a'da sağ ve sol traheid arasındaki orta lamel, ikincil çeperlerden farklı bir doku verir. Şekil 16b'de adezyonlar genellikle, konak hücrelerin uzunlamasına yönüne doğru hafifçe kaymış birkaç bitişik traheidde meydana gelirler.



Şekil 17. Geç dondan etkilenen ilkbahar odunu tabakasında bulunan adezyonların toplu haldeki oluşumu (ok), sağ kambiyal taraf (Yumoto, 1984).

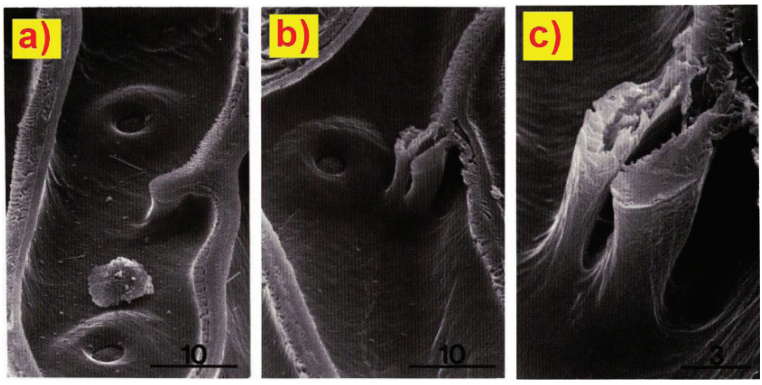
Şekil 17'de konflüanslar ve anormal teğetsel geçitlerde görülmektedir. Bu tür özellikler dondan etkilenen dokularda yaygındır.

Şekil 18 teğet yüzeydeki adezyonları göstermektedir. Şekil 18a'da adezyonun hemen bitişiğinde bir trabeküle görülmektedir. Benzer bir durum Raatz (1892) tarafından da gösterilmiştir. Şekil 18b'de bir öz ışınıyla temas halindeki bir adezyon gösterilmektedir. Şekil 18c-d'de görülenin invajinasyonlu (içe doğru büzülmüş) bir parçanın (ok) varlığı nedeniyle konflüansa doğru evrilme eğiliminde olan ve o arada meydana gelen bir yapı olduğuna inanılmaktadır. Şekil 18d'de orta lamel veya merkezi çekirdeğin kalın bir kütlesi açıkça gösterilmektedir. Bu nedenle adezyon çimke gibi bir çeper yapısıdır ve bunun konak hücre çeperinin bir parçası olduğu görüşüne kimse itiraz etmeyecektir. Raatz (1892) ayrıca adezyonlar ve trabeküleler arasındaki evrilme eğilimi esnasında meydana gelen tüm ara yapıları gözlemlemiş ve trabekülelerin gerilme yoluyla adezyonlardan oluştuğunu iddia etmiştir. Müller (1890) adezyonu ayırt etmemiş olsa da tanımladığı radyal çeperin bazı kıvrımları görünüşe göre adezyon ile aynıdır. Bilindiği kadarıyla da başka araştırmacılar tarafından adezyonlar hakkında bilgi verilmemiştir. Muhtemelen gözlemlenmiş olsalar da sadece anormal bir özellik olarak değerlendirilmişlerdir (Yumoto, 1984).



Şekil 18. Bir adezyonun teğet kesilmiş yüzeyi ve adezyonun beri tarafında görülen bir trabeküle (a), bir öz ışınıyla temas halindeki adezyon (b), bir invajinasyon (ok) gösteren normal bir odun traheidindeki adezyon ve konflüans arasındaki bir ara yapı (c ve d) (c: SEM, d: UVM) (Yumoto, 1984).

5.Teğetsel konflüanslar: Yukarıda bahsedilen tüm yapılar (trabeküleler, levhalar, konflüanslar ve adezyonlar) hücre lümenini radyal olarak geçerler. Fakat konflüansların teğet yönde yönelim gösterdikleri bulunmasına rağmen (Şekil 19) teğetsel trabeküleler ve teğetsel levhalar çalışmada gözlenmemişlerdir. Yönelimleri haricinde radyal ve teğet konflüanslar arasında yapısal bir fark yok gibi görünmektedir. Bu konflüansların hepsi traheidlerin yakınında veya uç kısımlarında gözlenmiştir. Teğetsel konflüans genellikle radyal konflüansta olduğu gibi geçit benzeri bir yapı içermektedir (Yumoto, 1984).

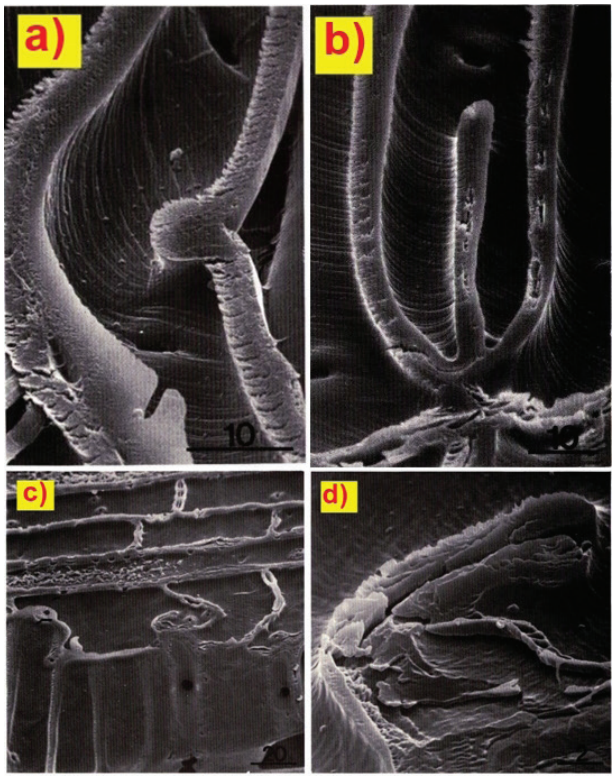


Şekil 19. Hafif basınç odununa sahip bir odun traheidinin ucuna yakın teğetsel bir konflüans. Kenarlı geçitlerin önden görünümleri bu yüzeyin radyal olduğunu kanıtlamaktadır. Bu teğetsel konflüansın görünümü, radyal konflüanslarınkine oldukça benzer (a), geçit benzeri bir yapıya sahip teğet bir konflüans (b) ve bu teğet konflüansın daha büyültülmüş hali (c) (Yumoto, 1984).

Şekil 19a hafif basınç odunu içeren bir odun traheidinin uç kısmına yakın bir yerde bulunan teğetsel bir konflüansı göstermektedir. Gö-

rülen yüzeyin teğet değil, radyal olduğuna dikkat edilmelidir. Bu teğet konflüans radyal konflüanslara çok benzer. Normal odun traheidinde geçit benzeri bir yapıya sahip benzer bir yapı Şekil 19b'de gösterilmekle beraber Şekil 19c'de ise Şekil 19b görüntüsü daha da büyültülmüş halde gösterilmektedir. Görüleceği gibi bu geçit benzeri yapı radyal konflüansta bulunanlara oldukça benzemektedir.

Şekil 20a şiddetli basınç odunu içeren odun traheidindeki bir teğetsel konflüansı göstermektedir. Şekil 19a-b'de gösterilen konflüansların aksine, bazı fiziksel kuvvetlerin oluşturduğu hücre çeper kıvrımlarından geliştikleri izlenimini vermektedirler. Nadiren, teğet konflüans traheidin ucunda bulunur (Şekil 20b). Öz ışını traheidlerinde de teğetsel konflüanslar bulunmuştur (Şekil 20c-d). Bu konflüanslar geçit benzeri yapılara sahip radyal konflüanslara çok benzemektedirler. Öz ışını hücrelerinde radyal olarak yönlenmiş trabekülelerin oluşumu Ohtani (1977) ve Werker ve Baas (1981) tarafından SEM kullanılarak rapor edilmiştir (Yumoto, 1984).

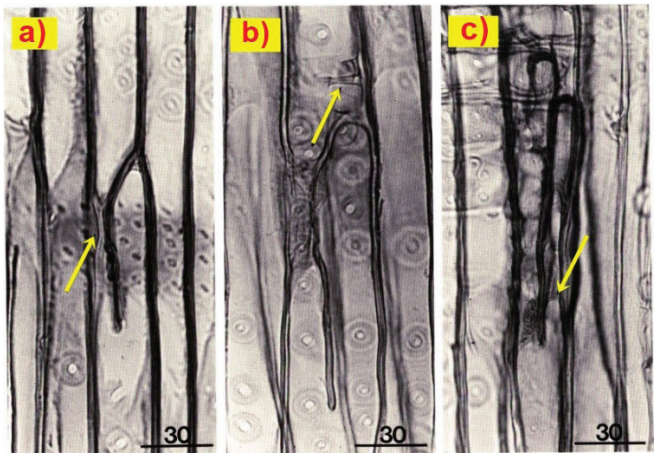


Şekil 20. Basınç odunu traheidinin ucuna yakın bir yerde (a) ve ucunda (b) oluşmuş teğetsel bir konflüans. Bir öz ışını traheidinde geçit benzeri bir yapıya sahip teğet bir konflüans (c ve d) (Yumoto, 1984).

Teğetsel konflüans üzerindeki gözlemlerde SEM-UVM kombinasyon

yöntemi uygulanmadığından, UVM altındaki hareket tarzı ve üç boyutlu yapısı arasındaki ilişki açıklanamamıştır. Raatz (1892), bazıları kenarlı geçit benzeri yapılara sahip olan traheidlerin (yani teğetsel konflüansların) ucuna yakın olan kıvrımların oluşumundan bahsetmiştir. Dahası, Schulz (1882) çalışmasında bazı çam türlerinin odunundaki öz ışınlarının hemen bitişiğindeki traheidlerde teğet halde yönlenmiş çubuklar gözlemlediler. Teğet yönde yönlenmiş benzer bir çubuk şeklinde yapı Winkler (1872) tarafından bir trabeküle olarak rapor edilmiştir. Bu çubuk benzeri yapı bir öz ışınına bağlanmış olarak çizildiğinden bir reçine levhası olabilir. Penhallow (1907), koyu renkli reçine levhalarının Sanio'nun çubuklarına çok benzediğini ve bu çubukların tesadüfi bir gözlemle çok kolaylıkla araştırmacıları yanıltabileceğini belirtmiştir (Yumoto, 1984).

Traheidlerin ucunda veya yakınında tespit edilen bu kısa teğet konflüansların dışında, traheidlerin ortasında oldukça uzun olanlarda ışık mikroskobuyla gözlenmiştir (Şekil 21). Trabeküleler (Şekil 21b; ok), adezyonlar (Şekil 21a; ok) veya konflüanslar (Şekil 21c; ok) bu uzun teğet konflüanslarla ilişkili bulunmuştur. Bu yapıların doğasında yukarıda belirtilen kısa teğet konflüanslardan biraz farklı oldukları izlenimini vermektedirler ve bunlara traheidlerin ''radyal dallanmaları'' demek oldukça yeterli gibi görünmektedir (Yumoto, 1984).

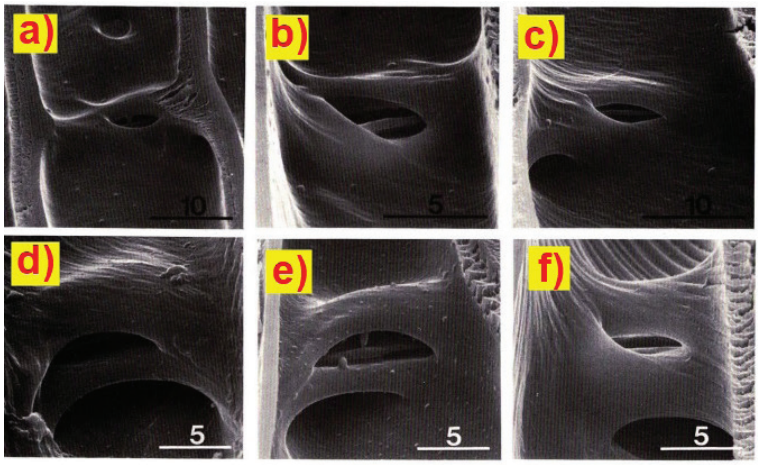


Şekil 21. Geç dondan etkilenen ilkbahar odunu tabakasında radyal olarak dallanmış traheidler. Dallanmanın yakınında bir adezyon (a, ok), bir trabeküle (b, ok) ve bir konflüans (c, ok) görülmektedir (Yumoto, 1984).

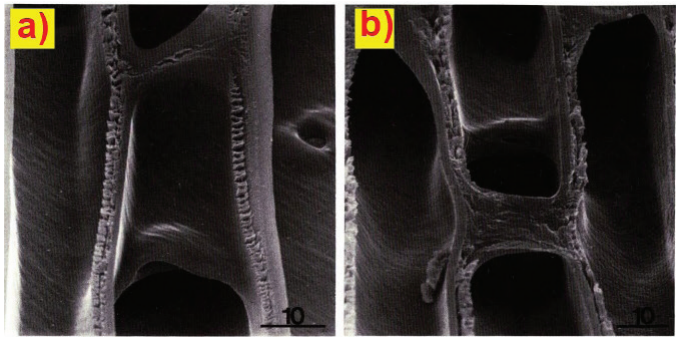
B- Çeşitleri

1.Geçit içeren form: Geçit benzeri bir yapıya sahip olan bir trabeküle, levha, konflüans ve teğet konflüansı ifade eder (Şekil 22). Geçit içeren formlar çoğunlukla konflüanslardır. Raatz (1892), Meylan ve

Butterfield (1973) ve Werker ve Baas (1981) tarafından rapor edilmesine rağmen Yumoto (1984) çalışmasında geçit benzeri bir yapıya sahip trabeküle gözlemleyememiştir. Geçit benzeri yapılar levhaların kenarlarında veya konflüansların ucunda gözlenmiştir. Geçit benzeri yapıların boyutu küçük aralıklardan büyük boşluklara kadar önemli ölçüde değişiklikler gösterir. Geçit içeren formlar genellikle soliter (tek başına-yalnız) olarak bulunurlar. Şekil 23a-b, sırasıyla büyük geçit benzeri bir yapı ve küçük bir yarık benzeri yapılara sahip konflüansları göstermektedir. Şekil 23b'de geçit içeren konflüansın beri tarafında kalın bir trabekülenin yarısıda görülmektedir. Genellikle zarın dış kenarının ortasında torus benzeri bir kalınlaşma bulunur (Şekil 22b-e). Buradaki geçit benzeri yapıların, kenarlı geçitlere gerçekten ontogenetik olarak homolog olup olmadığı bir tartışma konusu olmuştur. Raatz (1892) bu formu gözlemlemiş ve yapının aslında bir kenarlı geçit olduğunu düşünmüştür. Ayrıca çubuk benzeri bir trabekülede, küçük yarık benzeri bir yapı bulmuştur ve bunun da strand traheidlerin uç çeperinde bulunan bir geçitle aynı olduğunu belirtmiştir. Müller-Stoll (1965), *Picea abies* odun mikroyapısında bazı yarıklara veya açıklıklara sahip trabeküleler dikkat çekmiştir ve bu açıklıkların strand traheidlerin uç çeperindeki kenarlı geçitlerin bir belirtisi olduğu şeklindeki Raatz'ın yorumuna şüpheyle bakmıştır. Ayrıca *Picea abies* odun mikroyapısında dallanmış trabeküleler gözlemlemiş ve bunları aşırı bölünme vakaları olarak değerlendirmiştir. Diğer bir taraftan, asma ağacı odunlarında dallanmış trabekülelerde rapor edilmiştir (Müller-Stoll ve Balbach, 1939). Yumoto (1984) çalışmasında geçit benzeri yapının kenarlı geçitlere benzer bir yapıya sahip olduğunu ve UVM altındaki davranışının ve hareketininde kenarlı geçitlerinkine oldukça benzediğini göstermiştir. Çalışmada gözlemlenen bozuk ve kusurlu kenarlı geçitlerden söz konusu geçit benzeri yapılara kadar ki tüm ara yapıların oluşumundan, geçit benzeri yapıların aslında kenarlı geçitlerle homolog olduğu sonucuna varılmıştır. Raatz (1892), *Araucaria imbricata* ağaç odunu mikroyapısında bulunan, her biri normal kenarlı geçitleri andıran ve konflüansın her iki tarafına açılan 4 kenarlı geçit çifti ile geniş bir konflüans göstermiştir. Werker ve Baas (1981) ayrıca *Inula viscosa*'da trahe üyeleri içerisinde iyi ve yeterli gelişim göstermiş kenarlı geçitlere sahip levhalar tespit ettiler (Yumoto, 1984).



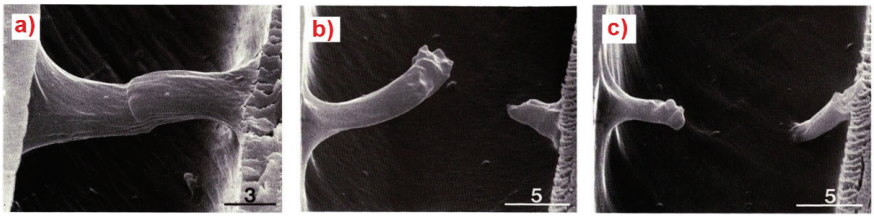
Şekil 22. Tipik geçit içeren form ile kusurlu kenarlı geçitler arasındaki ara formların oluşumu. Torus benzeri yapılar (b) ve (e)'de bulunmaktadır. Bu şekiller, geçit benzeri yapıların gerçekten dönüştürülmüş kenarlı geçitler olduğunu göstermektedir (Yumoto, 1984).



Şekil 23. Hafif basınç odununa sahip odun traheidinde geçit benzeri bir boşluk ile bir konflüans (a). Yarık benzeri bir açıklığa sahip bir konflüans. Geçit benzeri yapılar, (a) ve (b)'de gösterildiği gibi küçük bir yarık benzeri açıklıktan büyük açıklıklara kadar değişen boyutlardadır ve genellikle konflüanslarda bulunur. Geçitin beri tarafında yarım halde kalın bir trabeküle görülüyor (Yumoto, 1984).

2.Anormal formlar: Bazı özellikler bakımından normalden uzaklaşan trabeküle, levha, konflüans veya teğet konflüansı ifade eder. Bir yapının normal olarak kabul edilip edilmeyeceği, normalden uzaklaşmanın derecesine bağlıdır. Birkaç tür anormallik fark edilebilirdir. Örneğin; şekildeki anormallikler, hücre çeperi bileşimindeki ve merkezi çekirdeğin biçimindeki anormallikler gibi. Yumoto (1984) çalışmasında ışık mikroskobu ve SEM ile çok sayıda anormal form gözlemlemiştir. Burada anormalliklerin özelliklerinin sıradan ışık mikroskop görüntüleriyle net ve iyi bir şekilde anlaşılamayacağı düşüncesiyle SEM ve UVM gözlemlerine odaklanılmıştır. Şekil 24a hafif basınç odunu meydana gelmiş bir odun

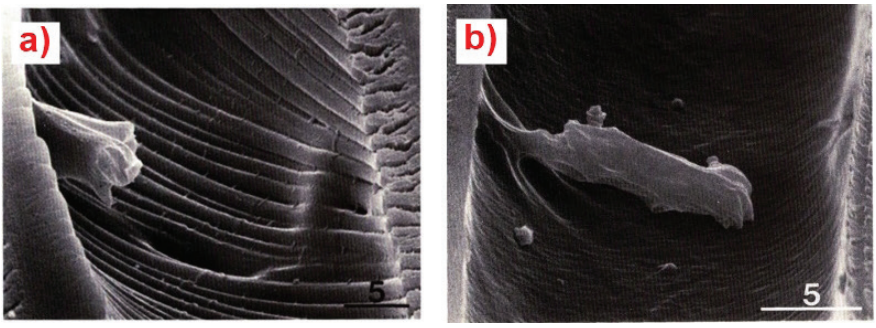
traheidindeki kavisli-kıvrık bir trabeküleyi göstermektedir. Bu trabeküle yatay düzlemde kıvrık ve kavisli bağlantısız yani sürekli halde bulunan trabekülelerin tek başına bulunan bir örneğidir. Bununla birlikte, asma ağacının trahe üyelerinde (Müller-Stoll ve Balbach 1939) kavisli ve kıvrık trabekülelerin özellikle yan sürgünlerde bolca bulunduğu ve sayıca da normal formları aştığı bildirilmiştir. Müller-Stoll (1965) çalışmasında *Sorbus aucuparia* ağacındaki trabekülelerin çoğunlukla trahe elemanları içerisinde kavisli olduklarını fakat odun liflerindeyse düz olduklarını bildirmiştir. Müller-Stoll ilgili çalışmada trahe elemanlarında çok sayıda bulunan kavisli trabeküle oluşumunun, farklılaşma-başkalaşım sırasındaki şiddetli boyutsal değişimin bir sonucu olabileceğini düşünmüştür. İYA'larda boyutsal değişim sınırlı olduğu için Müller-Stoll (1965) *Picea abies* türünde kavisli trabekülelerin oluştuğunu bildirmiş olsa da mevcut çalışmada incelenen materyallerde kavisli trabekülelerin sayısının yetersiz olduğu ifade edilebilir. Müller-Stoll ve Balbach (1939)'a göre kavisli olma durumu genellikle yatay düzlemde meydana gelir (Şekil 24a). Ancak bazen Şekil 24b'de gösterildiği gibi uzunlamasına kıvrımlanabilirler. Kavisli olma durumunun, numune hazırlama esnasında insan eliyle ortaya çıkan bir kusur olabileceği düşünülmektedir. Şayet olgunlaştıktan sonra trabekülelere belirli kuvvetler uygulanmış olsaydı Şekil 24c'de gösterildiği gibi kırılırlardı. Kavisli trabeküleler başka araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (örneğin; Müller, 1890; Schneiders, 1938; Bärner, 1937; Balbach 1939) (Yumoto, 1984).



Şekil 24. Hafif basınç odunu meydana gelmiş bir odun traheidindeki kıvrımlı bir trabeküle (a), kıvrımlı ve kopuk bir trabeküle (b), kopuk ve kırık bir trabeküle (c) (Yumoto, 1984).

Sürekliliğin yani bağlantının olmaması veya kesilmesi en yaygın anormalliklerden biridir (Şekil 24b ila 25a-b). Bağlantısız formlar, uzun trabeküle dizilerinde sayıca nispeten zengin görünmektedir. Bağlantısız levhalara rastlanılmamıştır. Genel olarak, bağlantısız bir form, birbirine bakan teğet çeperlerden çıkıntı yapan iki izmarit-koçan benzeri yapıdan oluşur ve izmarit benzeri yapıların uçları düzensiz yumrularla-tümseklerle donatılmıştır. Ancak bazen izmarit veya koçan benzeri yapılardan biri gözden kaçar ve bunun yerine Şekil 25a'da gösterildiği gibi küçük bir boşluk görülür. Bağlantısız formlar, ışık mikroskobu ile daha önceleri birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (örneğin; Müller, 1890; Raatz,

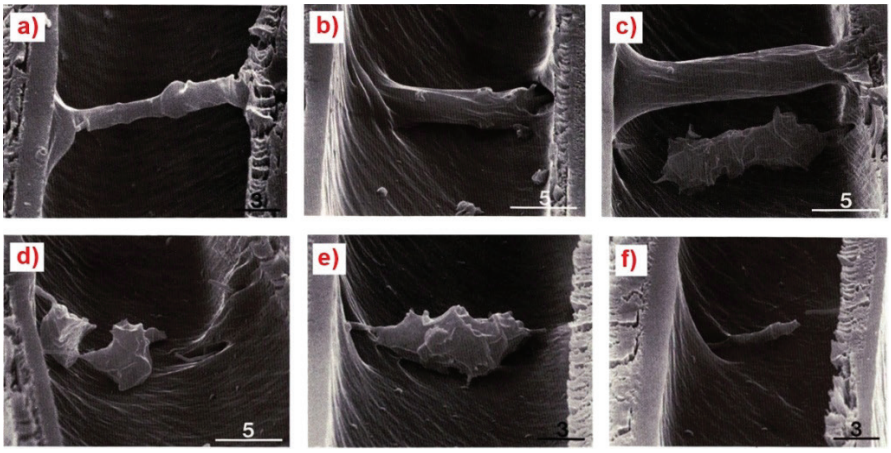
1892; Müller-Stoll ve Balbach, 1939; Müller-Stoll, 1965). Bu araştırmacılar bağlantı kopmasının ya da süreksizliğin, konak hücrenin yüzey genişlemesi aşamasında gerçekleşebileceğini düşünmüşlerdir (Yumoto, 1984).



Şekil 25. Yüksek basınç odunu içeren bir odun traheidinde yumrulu kopuk bir trabeküle (a), anormal çeper birikimi gözlenen bağlantısız-kopuk bir trabeküle (b) (Yumoto, 1984).

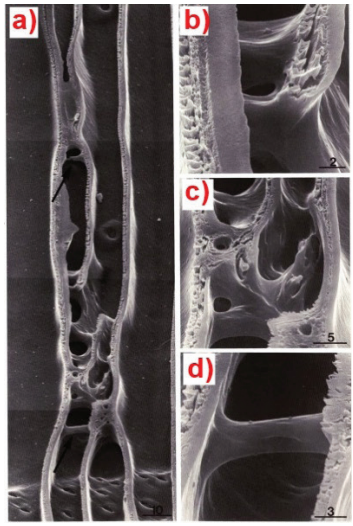
Yetersiz veya düzensiz hücre çeper depozisyonunun neden olduğu anormal trabeküleler Şekil 26a-b-c-d-e-f'de gösterilmektedir. Bu tür bir anormallik çoğunlukla trabekülelerde bulunmuştur. Şekil 26a çeper materyallerinin az ya da çok tüm merkezi çekirdeğin etrafında biriktirildiği bir durumu göstermektedir. Bununla birlikte, böyle bir durum nispeten nadirdir ve çoğu durumda kısmen merkezi çekirdek benzeri bir filament göstererek materyal biriktirilmez. Bu tür formların yüzeyleri deforme olmuş (Şekil 25b) veya dikenli çıkıntılara (Şekil 26c-d-e), ya da küçük gözeneklere (Şekil 26b) sahiptir. Bu tip anormal trabeküleler, Şekil 26c'de gösterildiği gibi normal olan trabekülelerin yakın çevresinde oluşabilmektedirler. Bu trabekülelerin S_2 tabakasındaki mikrofibrillerin yönelimini tespit etmek zordur. Benzer anormal formlar Keith (1971) tarafından SEM ve PLM kullanılarak rapor edilmiştir ve Keith'in PLM fotoğrafına bakılırsa yöneliminden düzensiz olduğu anlaşılabilir. Şekil 26f, çok az miktardaki çeper materyalinin sadece merkezi çekirdek benzeri filamentin orta kısmının çevresinde biriktirildiği ekstrem bir durumu göstermektedir. Bu anormal trabeküle diğer 3 adet anormal olanlar ile bir dizi oluşturmuştur (Şekil 26b-e). İnce merkezi çekirdek benzeri filament bir oyuk veya boşluktan çıkar ve oyuğun içine gelir. Bu tür boşluklar genellikle, Şekil 26b-c-d-e-f'de gösterildiği gibi trabekülelerin tabanına yakın kısımlarda çok az çeper materyali birikmiş olduğunda gözlenir. Şekil 26c-d-e-f'de merkezi çekirdek benzeri filamentler kırılmıştır. Bu durum, numunenin hazırlanması esnasında kopmanın meydana gelip gelmediği tespit edilmemiş olsa da, filamentlerin kırılgan bir doğası olduğunu göstermektedir. Işık mikroskopu kullanılarak kısmi veya düzensiz çeper birikiminin neden olduğu düşünülen çeşitli anormal formlar bazı araştırmacılar tarafın-

dan rapor edilmiştir (Müller, 1890; Raatz, 1892; Müller-Stoll ve Balbach, 1939; Balbach, 1939; Müller-Stoll, 1965) (Yumoto, 1984). Genellikle kalın trabeküleler, trabeküle normal bir trabeküle olsa bile (yani; levha veya konflüans vb. olmasa dahi) kalın bir merkezi çekirdeğe sahiptirler. Aşırı kalın olan trabekülelerin merkezi çekirdekleri genellikle anormaldir. Bu da trabekülenin levhalara veya konflüanslara ait bir ara madde yani levha ile konflüans arasındaki bir geçiş formu olabileceğini düşündürmektedir. Merkezi çekirdekte belirlenen anormallikler genellikle konflüanslar ve levhaların merkezi çekirdeklerinde de gözlenmiştir (Yumoto, 1984).



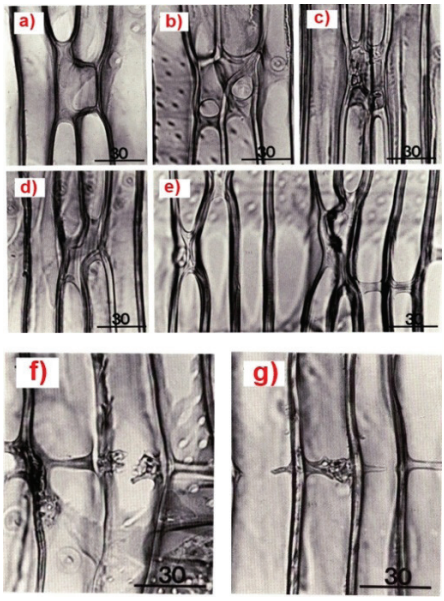
Şekil 26. Tam bir yatay yönelimden sapmış düzensiz çeper birikimine sahip bir trabeküle (a), küçük oyuklara sahip düzensiz çeper birikimli bir trabeküle (b), teğet çeperlerdeki boşluklardan çıkan ve yine o boşluklara doğru kaybolan kırık bir merkezi çekirdek benzeri filament görülen normal bir trabeküleye paralel anormal bir form (c), hücre çeper materyalleri sadece merkezi çekirdeğin ortasında birikmiş olan iki adet kırık anormal form (d), dikenli çıkıntılara sahip anormal bir trabeküle (e), az miktarda çeper birikmiş anormal bir trabeküle (f), SEM (Yumoto, 1984).

Yukarıda açıklanan ve her biri temel tiplerden biri olarak tanımlanan yapıların dışında olan daha karmaşık durum ve yapılardaki bazı trabekülelerle ilişkili formlar da Yumoto (1984) tarafından belirtilmiştir. Şekil 27a-d'deki bazı yapılar anormal trabeküleler veya levhalar (Şekil 27b) olarak kabul edilebilirler. Ancak, diğerleri amorftur ve temel tiplere sınıflandırılabilmeleri de zordur (Şekil 27c) (Yumoto, 1984).



Şekil 27. Anastomozlu bir traheidde anormal formların oluşumu. Deforme olmuş trabeküleler (a-oklar ve d) ve levha benzeri yapılar (b), amorf yapıların görüldüğü karmaşık kısmın büyültülmüş hali (c), SEM (Yumoto, 1984).

Diğer bir taraftan, ev sahibi konak hücre 2 adet gibi görünse de aslında anostomozlu (bir organı diğerine bağlamak-ağızlaşmış halde-uç birleştirme) bir traheiddir. Anastomoz, başarısız bir periklinal hücre bölünmesi neticesinde oluşmuş olabilir. Benzer veya ilişkili durumlar ışık mikroskobu ile de gözlemlenmiştir ve Şekil 28a-b-c-d-e'de gösterilmektedir. Görünüşte 2 adet traheid üzerinde uzanan levhalar Şekil 28b-d'de verilirken amorf yapılar ise Şekil 28c'de verilmektedir. Bu tip bir anormalliğin ortaya çıkmasının, trabeküle oluşumu ile yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir. SEM ve UVM gözlemlerine ek olarak, ışık mikroskobu kullanılarak da birçok anormal trabeküle gözlemlenmiştir. Düz olmayan bir yüzeye sahip fıçı benzeri bir form, alışılagelmiş bir çift çeperden uzanan iki lobut şeklindeki izmarit-koçan, dikenli çıkıntılara sahip kopuk bir form ve küçük bir oyuk ile çubuk benzeri bir form vb. gözlemlendi. Şekil 28f-g'de bununla ilgili birkaç örnek gösterilmektedir (Yumoto, 1984).



Şekil 28. Traheidlerin anastomozlarının oluşumu. Görünüşte 2 traheid üzerinde uzanan levhalar (a, b ve d), amorf yapılar (c), komşu hücrelerde bir levha ve bir adezyon oluşumu (e), dikenli çıkıntıları olan bağlantısız bir trabeküle (f) ile kalın ve bağlantısız bir anormal trabeküle (g), ışık mikroskobu görüntüleri (Yumoto, 1984).

SONUÇLAR

Yumoto (1984) tarafından gerçekleştirilen çalışmada incelenen odun örneklerinde genel olarak trabeküleler ve onlarla ilişkili homolog yapıların nispeten fazla olduğu görülmüştür. Özellikle ksilemin geç dondan etkilenen ilkbahar odunu tabakası ve jeotropik uyarımın kesintiye uğramasıyla oluşan normal odundan basınç odununa geçiş bölgesinde bu yapıların sayıca çok zengin oldukları tespit edilmiştir. Trabeküle, levha, konflüans ve adezyonun birbirleriyle yakın ontogenetik ilişkilere sahip oldukları ve ayrıca traheidlerin anastomozu ve radyal dallanması ile de nedensel bir ilişkisi olduğu, dahası bahsedilen trabeküleler ve ilişkili homolog yapıların tümünün normal hücre bölünmelerindeki bozukluklardan kaynaklı olarak oluştukları düşünülmektedir. Bazı teğetsel konflüansların ise muhtemelen ontogenetik olarak farklı olduğu ve onların oluşumunun da başkalaşım sırasında konak hücrenin uç gelişiminden kaynaklı olduğu akıllara gelmektedir. Bu anlamda trabeküleler ve onlarla ilişkili homolog yapılar odun mikroyapısındaki geçitler, perforasyon tablaları ve spiral kalınlaşmalar gibi çeper yapılarından temelde farklıdırlar. Levhalar, normal trabekülelerden yalnızca enine kesitlerinin yuvarlak olmaması ve oldukça eliptik olması bakımından farklılık gösterirler. Levhaların genişlikleri değişkendir. Konflüansların ise radyal çeperlerle birleşme dışında

tüm karakteristikleri levhalarınkiyle aynıdır. Trabeküleler ve onlarla ilişkili homolog yapılar (teğetsel konflüanslar hariç) uzun veya kısa bir sıra halinde veya yalnız başına meydana gelmişlerdir. Trabeküleler, levhalar, konflüanslar ve adezyonlar birbirlerine yakın çevrelerde oluşabilmekle beraber çoğu zaman ortak bir dizi oluştururlar. Bu tipler arasında tüm ara geçiş formu yapılarına da aynı dizide veya yakın çevrelerde rastlanılmış olması bunların aynı kategoriye ait olabileceğini düşündürmektedir. Fakat teğetsel konflüanslar diğer tiplerle aynı dizide veya yakın çevrede bulunmamakla birlikte teğetsel konflüanslarla aynı veya yakın civarlarda yer alan ara geçiş formu yapılarına da rastlanılmaması teğet konflüansların mevcut çalışmada bahsedilen diğer homolog yapılardan farklı bir kategoriye ait olabileceğini akıllara getirmektedir (Yumoto, 1984).

Sonuç olarak, trabeküleler ve trabeküleler ile ilişkili homolog yapılar kötü kontrol edilen biyolojik süreçler tarafından meydana getirilen bir tür anormal yapı olarak kabul edilebilirler (Yumoto, 1984). Dahası, transpirsing oyukların meydana gelmesinde kambiyal aktivite neticesinde büyüme ve gelişmenin hücrenin sadece bir tarafına doğru ulaşan eksantrik kanallara yol açması ve bu eksantrik kanallarında daha ileriki bir aşamada çanta veya torba benzeri oyuklara evrilmesiyle bağlantılı olduğu düşünülmüştür. Tüm bunlarında konak hücre içerisinde eksantrik olarak konumlanmış olan trabekülelerin oluşumları ve gelişmeleriyle de bir alâkası olabileceğine inanılmaktadır (Luchi, 2003). Bu da bahsedilen yapıların oluşumlarının genetik olarak belirlenemediği ve bir karara varılamadığı anlamına gelmektedir. Yukarıda bahsedildiği gibi Ohtani (1985) tarafından normal olarak kabul edilen yüzeyi pürüzsüz olmayan bir trabekülenin (Şekil 3) Yumoto (1984) tarafından anormal olarak kabul edilmeside araştırmacıların bu konularda henüz bir uzlaşmaya varamadıklarını doğrulamaktadır. Ayrıca, Ohtani'nin anormal tipli trabeküler ve onlarla ilişkili homolog yapıları konak traheid hücresi içerisindeki konumlarına ve şekillerine göre 3 ana tipe ayırması, bunun aksine Yumoto'nun anormal yapılı trabeküleler veya onlarla ilişkili homolog yapıları uygunluk ve kolaylık açısından 5 temel tip ve 2 çeşit olarak sınıflandırması da yine bu konuda araştırmacılar arasında bir uzlaşı olmadığının ispatıdır.

Mevcut çalışmanın İYA ve GYA odun mikroyapılarında bulunan, oluşum nedenleri ve görevleriyle ilgili net ve yeterli bilgi olmayan ''trabeküleler ve onlarla ilişkili homolog yapılar'' ile ilgili gerçekleştirilecek odun anatomisi çalışmalarına yönelik kapsamlı Türkçe veriler sunarak ülkemizde hazırlanacak ilgili çalışmalara bir altlık oluşturacağı, bu anlamda da önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, günümüzde birçok kimyasal veya anatomik çalışmaların mikro ya da moleküler seviyelerde yapıldığı, bu çalışmalar içinde ileri düzeyde gelişmiş mikroskobik tekniklerin veya çeşitli teknolojik yöntemlerin uygulanmaya başlandığı

gerçeği dikkate alınırsa trabeküleler ve onlarla ilişkili gibi görünen homolog yapıların kökenleri, görevleri, oluşum nedenleri ve birbirlerine benzerlikleriyle ilgili literatürde bahsedilen, fakat günümüzde araştırılmamış, güncel olmayan çok eski tarihli tüm hipotezlerin doğrulukları ve güvenilirlikleriyle ilgili son teknolojilerden faydalanılarak gerçekleştirilecek güncel çalışmalara ihtiyaç olduğu da yadsınamaz bir gerçektir.

KAYNAKLAR

Angyalossy-Alfonso, V. (1998). Cycadaceae: traqueíde com cavidade. Resúmen del Congresso Latinoamericano de Botánica, VII, Ciudad de México, México (Luchi, 2003 tarafından atıflandı).

Bakır, D. (2022). Odun Mikroyapısındaki Trabekülelere Yönelik Bir Çalışma. Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Güncel Araştırmalar, Gece Kitaplığı ISBN • 978-625-430-038-7 Sertifika / Certificate No: 47083, Mart 2022, sayfa 61-89. Çankaya-Ankara, Türkiye.

Balbach, H. (1939). Untersuchungen über die Reisigkrankheit der Weinrebe. II. Der stoffliche Aufbau der Zellstäbe, mit besonderer Berücksichtigung des Zentralfadens. *Wein u. Rebe,* 21: 318-340 (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Bärner, J. (1937). Intrazelluläre Stäbe bei viruskranken Solanaceen und Cucurbitaceen. *Angew. Bot,* 19: 553–561 (Yumoto, 1984 ile Troncoso ve Greslebin, 2018 tarafından atıflandı).

Butterfield, B.G ve Meylan, B.A. (1980). Three-dimensional structure of wood. 2nd. Ed., Chapman and Hall, London.

Dias-Leme, C.L. & V. Angyalossy-Alfonso. (1998). Intrusive cavities in Euphorbiaceae fibre walls. IAWA J. 19: 279–283 (Luchi, 2003 tarafından atıflandı).

Eom, Y.G. ve Kwon, O. (2009). Wood Anatomy and Identification of North American Firs (*Abies*). *Mokchae Konghak,* 37(5) : 451-458.

Esau, K. (1965). Plant anatomy. 2nd Ed., John Wiley & Sons, N.Y. (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Fahn, A. (1982). Plant anatomy. 3rd Ed., Pergamon Press, Oxford (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Gomes, A.V., Teixeira, L.L., Muniz, G.B. ve Bohren, A. (1988). Transpierced tracheids, trabeculae and other unusual features in Gymnosperm wood. Conferência Global da Divisão 5 – Produtos Florestais. International Union of Forestry Research Organizations IUFRO (Luchi, 2003 tarafından atıflandı).

Hale, J. D. (1951). The structure of wood. In: Canadian woods - their properties and uses. Forests Products Laboratories Division, Ottawa, 66 (Keith, 1971 tarafından atıflandı).

IAWA. (1964). Multilingual Glossary of Terms Used in Wood Anatomy. Int 1 l. Ass 1 n. of Wood Anatomists, c/o State University College of Forestry at Syracuse University, Syracuse, N. Y. 13210, U. S. A (Keith, 1971 tarafından atıflandı).

IAWA Committee. (2004). IAWA list of microscopic features for softwood identification by an IAWA Committee. H. G. Richter, D. Grosser, I. Heinz &

P. E. Gasson (eds.). *IAWA J,* 25: 1□70 (Eom ve Kwon, 2009 tarafından atıflandı).

Jane, F. W. (1970). The structure of wood. 2nd Ed., Adam & Charles Black, London (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Keith, C. T. (1971). Observations on the anatomy and fine structure of the trabeculae of Sanio. *International Association of Wood Anatomists Bulletin*, 1971/3, 3-11.

Keith, C. T., Godkin, S. E., Grozdits, G. A. ve Chauret, G. (1978). Further observations on the anatomy and fine structure of the trabeculae of Sanio. Proc. Joint Meeting Str. Sec. Bot. Soc. American and Pan American Group of lAW A., Blacksburg, Virginia. IA W A. Bull. 1978/2 & 3: 47 (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Lee, P.W. ve Eom, Y.G. (1988). Anatomical Comparison Between Compression Wood And Opposite Wood in A Branch of Korean Pine (*Pinus koraiensis). IAWA Bulletin n.s*., Vol. 9 (3), 275-284.

Luchi, A.E. ve Mazzoni-Viveiros, S.C. (1988). Regiões de transpasse em elementos celulares de lenho de *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg. (Euphorbiaceae). VII Congresso da Sociedade de Botânica de São Paulo. Livro de Resumos, Rio Claro (Luchi, 2003 tarafından atıflandı).

Luchi, A.E. (1990). Estudo anatômico do lenho em espécies de mata ciliar da Serra do Cipó (MG). Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo (Luchi, 2003 tarafından atıflandı).

Luchi, A.E. (2003). Transpiercing in Wood Cells. *IAWA Journal*, Vol. 24 (1), 87–95.

Meylan, B. A. ve Butterfield, B. G. (1973). A trabecula with a vestured pit. *lAWA. Bull*, 1973/3: 12-14.

Müller, C. (1890). Ueber die Balken in den Holzelementen der Coniferen. *Ber. dtsch. bot. Ges*, 8: 17-46 (Yumoto, 1984 ile Troncoso ve Greslebin, 2018 tarafından atıflandı).

Müller-Stoll, W. R. ve Balbach, H. (1939). Untersuchungen fiber die Reisigkrankheit der Weinrebe. I. Die Morphologie der Zellstlibe und ihre Verteilung im Holzkorper. Wein u. Rebe 21: 277-307 (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Müller-Stoll, von W. R. (1965). Über intrazelluäre Stabbildungen (Trabeculae) im Holz als anatomische Eigenart bei Gehölzen exponierter Gebirgslagen. *Die Kulturpfl*, 13: 763–799. (Yumoto, 1984 ile Troncoso ve Greslebin, 2018 tarafından atıflandı).

Neeff, F. (1922). Uber polares Wachstum von Pflanzenzellen. Jahrb. wiss. Bot. 61: 205- 283 (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Ohtani, J. (1977). An observation of the trabaculae in some dicotyledonous woods using scanning electron microscopy. Research Bulletins oj the College Experimental Forests, Hokkaido University, 34, 60 - 74.

Ohtani, J. (1985). SEM Observations on Trabeculae in *Abies Sachalinensis, IAWA Bulletin n.s.*, Vol. 6 (1), 43-51.

Panshin, A. J. ve de Zeeuw, C. (1980). *Textbook of wood technology. McGraw-Hill, N.Y.* (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Penhallow, D. P. (1907). A manual of the north American gymnosperms. Ginn & Company, Boston (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Raatz, W. (1892). Die Stabbildungen im secundären Holzkörper der Bäume und die Initialentheorie. *Jahrb. Wiss. Bot,* 23: 567–636 (Yumoto, 1984 ile Troncoso ve Greslebin, 2018 tarafından atıflandı).

Schulz, P. (1882). Das Markstrahlengewebe und seine Beziehungen zu den leitenden Elementen des Rolzes. Diss. Berlin (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Stearn, W. T. (1973): Botanical Latin, 2nd Ed., David & Charles, Newton, Abbot.

Troncoso, O. ve Greslebin, A. (2018). Trabeculae in Patagonian mountain cypress (*Austrocedrus chilensis*) associated with *Phytophthora austrocedri* infection. *IAWA Journal*, 39(2): 209-220.

Tsoumis, G. (1968). Wood as Raw Material. Pergamon Press, Oxford. 276 pp (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Xiaozhou, S., Lingyan, Z., Shiquian, W. ve Yafang, L. (2017). Structural And Mechanical Properties of Cork Cell Walls From *Quercus variabilis* Blume (Fagaceae). *Wood Research*, 62 (6): 873-882.

Werker, E. ve Baas, P. (1981). Trabeculae of Sanio in secondary tissues of *Inula viscosa* (L.) DESF. and *Salvia fruticosa.* MILL. *lAWA. Bull*., n. s., 2: 69-76.

Winkler, C. (1872). Zur Anatomie von Araucaria brasiliensis. *Bot. Z,* 30: 581-585, 597- 608 (Troncoso ve Greslebin, 2018 tarafından atıflandı).

WŁoch, W. (1976). Cell events in cambium, connected with the formation and existence of a whirled cell arrangement. Acta Soc. Bot. Polon. 45: 313-326 (Yumoto, 1984 tarafından atıflandı).

Woodworth, R.H. (1934). Perforated fiber-tracheids in the passion flowers. Science 16: 449– 450 (Luchi, 2003 tarafından atıflandı).

Woodworth, R.H. (1935). Fibriform vessel members in the Passifloraceae. Trop. Woods 41: 8–18 (Luchi, 2003 tarafından atıflandı).

Yumoto, M. ve Ohtani, J. (1981). Trabeculae in compression wood tracheids. Proc. Hokkaido Branch, *Japan Wood Res. Soc*, 13: 9-12 (Yumoto, 1984 ile Lee ve Eom, 1988 tarafından atıflandı).

Yumoto, M., Ishida, S. ve Fukazawa, K. (1983). Studies on the formation and structure of the compression wood cells induced by artificial inclination in young trees of *Picea glauca*. IV. Gradation of the severity of compression wood tracheids. *Res. Bull. College Exp. For., Hokkaido Univ,* 40: 409-454.

Yumoto, M. (1984). The Trabecula and Its Related Structures. *Res. BUll. ColI. Exp. For., Hokkaido Univ,* 41: 205-260.

Zhong, Y., Baas, P. ve Wheeler, E.A. (1992). Wood anatomy of trees and shrubs from China. IV. Ulmaceae. IAWA Bull. n.s. 13: 419– 453 (Luchi, 2003 tarafından atıflandı).

BÖLÜM 6

SU ÜRÜNLERİNİN SEBEP OLDUĞU BAKTERİYAL GIDA ZEHİRLENMELERİ

Çiğdem TÜRKSÖNMEZ[1]

1 Öğr. Gör. Dr. Çiğdem TÜRKSÖNMEZ, Kocaeli Üniversitesi, İzmit Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Gıda Teknolojisi Programı, Kocaeli, Türkiye. ORCID ID: 0000-0002-6512-1255

1.GİRİŞ

Yaşamın sürdürülebilmesi ve sağlığın korunabilmesi için beslenme, bu amaçla da çeşitli gıdaların tüketilmesi gerekmektedir. Beslenmede güvenli gıda ve insan sağlığının korunması sağlanmalıdır. Bu nedenle insanların sağlıklılık durumunu koruyabilmek için yeterli ve dengeli beslenme ihtiyacı ortaya çıkmaktadır (Özkaya ve Cömert, 2008).

Su ürünlerinin yüksek değerli gıda olma özelliği, yüksek besin değeri, düşük doyum değeri ve diyetetik değer ile ifade edilmektedir. Ayrıca uygun oranda aminoasit içeriği, kolay sindirilebilmesi, içeriğindeki vitamin ve mineral bakımından da yüksek değerli gıda olma özelliğini taşımaktadır (Şengör ve Erkan, 2002).

Su ürünleri, yapısında bulunan yüksek protein, vitamin, mineral maddeler sebebi ile tüketim alışkanlıklarında büyük öneme sahip olan bir besin maddesidir. Fakat su ürünleri gerekli hijyen, sanitasyon ve muhafaza koşulları uygulanmadığında çabuk bozulabilen ürünlerdir. Bu sebeple gerekli koşullar sağlanmadığı takdirde üründe kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler gerçekleşmekte ve bu da gıda zehirlenmelerine yol açabilmektedir (Çakır vd., 2006).

İnsan beslenmesindeki su ürünlerinin tüketiminin son yıllarda artış gösterdiği bildirilmektedir. Ancak, biyolojik ve mikrobiyolojik açıdan kontamine sulardan avlanmış ya da bu tip sularda yetiştirilmiş ise hem gıda güvenliğini hem de insan sağlığını tehdit etmektedir (Kocatepe vd., 2013).

Gıda kaynaklı rahatsızlıklar; toksik ya da enfeksiyöz, gıda veya su tüketiminin neden olduğu düşünülen hastalıklardır (WHO, 1997). Gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıkların etmenleri; bakteriler, protozoa ve parazitler, toksinler ve virüsler olarak sıralanabilir. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC) gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıkların 1996-2008 yılları arasında dünyada 76 milyon kişide görüldüğü ve hastaların 325.000'inin hastaneye başvurduğunu, 5000'inin ise ölümle sonuçlandığını bildirmiştir. Gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar dünya çapında 23 milyar dolar ekonomik kayba sebep olmaktadır. Yine CDC verilerine göre; 2008 yılında sadece Amerika'da; 1034 adet gıda zehirlenmesi gözlenmiş, bu vakalardan etkilenen 23152 hastanın 1276'sı hastaneye başvurmuş, 22'si ise gıda zehirlenmesinden ölmüştür. Amerika Birleşik Devletleri'nde görülen 1034 vakanın %15'i kümes hayvanları etlerinden, %14'ü kırmızı etten, %14'ü su ürünlerinden, geri kalan kısmı ise soğuk olarak servis edilen salata, pasta vb. gıdalardan meydana gelmektedir (CDC 2012). 1995-2004 yılları arasında ülkemizde 83.363 hasta, gıda zehirlenmeleri vakaları nedeniyle hastanelerde tedavi görmüş, 1377'si hayatını kaybetmiştir (TÜİK, 2012).

Su ürünleri kaynaklı zehirlenmelerde; su ürünlerinin besin bileşimi,

patojen mikroorganizmalar ve toksinleri, algal toksinler ve ortamdaki ağır metaller etken olarak görülmektedir (Kocatepe vd., 2013).

2.SU ÜRÜNLERİNİN TÜKETİMİ ve İLGİLİ OLAN RİSKLER

Su ürünleri, çeşitli aminoasitlerden oluşan protein, omega-3 gibi farklı yağ asitleri, esansiyel mikrobesleyiciler ve mineraller sunan dünya çapında tüketiciler tarafından besin değerinden dolayı sağlıklı bir diyet bileşeni olarak kabul edilmektedir. Su ürünleri yumuşakçalar (istiridye, deniz tarağı ve midye), yüzgeçli balık (somon ve ton balığı), deniz memelileri (fok ve balina), balık yumurtası (havyar) ve kabukluları (karides, yengeç ve istakoz) kapsamaktadır (Iwamoto vd., 2010).

Dünyada su ürünleri üretim miktarı, homojen bir şekilde dağılmadığı gibi özellikle Asya kıtasının ülkeleri sektörde net bir şekilde önde olduğu görülmektedir. Çin, dünya su ürünleri üretiminde toplam üretimin %35'ini oluşturarak ilk sırada olup, Endonezya, Hindistan, Vietnam ve Amerika Birleşik Devletleri takip etmektedir (Çöteli, 2021).

Toplam su ürünleri üretiminin 2018 yılında yaklaşık 179 milyon tona ulaştığı tahmin edilmektedir. Bu üretim miktarının 156 milyon tonu doğrudan gıda temini için kullanılırken, geriye kalan 22 milyon tonu ise, başta balık unu ve balık yağı üretimi olmak üzere gıda dışı ürünlerin üretiminde kullanılmıştır. Dünya geneline bakıldığında 2017 yılında ihtiyaç duyulan hayvansal proteinin %17'sinin balıklardan karşılandığı ve bu oranın tüm proteinlerin %7'sine karşılık geldiği bildirilmiştir. Dünyada balık tüketimi, 1961 yılında kişi başına 9,0 kg iken, 2018 yılında 20,5 kg'a ulaşmıştır. Dünyada balık tüketim miktarı farklılıklar göstermekle beraber başta tüketici davranışları, beslenme kültürü gibi belirli eğilimler tespit edilmiştir. Gelişmiş ülkelerde kişi başına balık tüketimi 2017 yılı verilerine göre 24,4 kg iken gelişmekte olan ülkelerde kişi başına 19,4 kg, gelişmemiş ülkelerde ise kişi başına12,6 kg'a ulaşmıştır. Düşük gelirli, gıda açığı bulunan ülkelerde balık tüketimi 2017'de 9,3 kg olarak tespit edilmiştir (FAO, 2020).

Su ürünleri ile ilişkili gıda güvenliği sorunları bölgeden bölgeye, bir üretim ortamından diğer üretim ortamına ve üretim metodunun, yönetim uygulamalarının ve çevresel koşulların çeşitliliğine göre farklılaşır (Reilly, 1998). Yakalandıktan sonra su ürünlerinin mikrobiyal durumu çevre koşulları ve suyun kalite özellikleri, suda doğal olarak var olan mikroorganizmalar, kirletilmiş alanlar (insan ve hayvan dışkıları) ve yakalama alanı arasındaki mesafe, balık tarafından besin alımı, yakalama metodu ve soğutma koşulları ile yakından ilişkilidir (Feldhusen, 2000). Kirlenmemiş deniz ortamından elde edilen su ürünleri tüketiminde tüketicinin sağlık riskleri düşüktür. Aquakültür ürünlerinin potansiyel gıda güvenliği riskleri kültür sistemine ve gıda kaynaklı trematod enfeksiyonlara, gıda kaynaklı hastalıklarla ilişkili patojenik bakteri ve virüslerin, veteriner ilaç

kalıntılarının, toksik metaller ve tarım kimyasallarının kontaminasyonlarının dahil edilmesiyle değişir. Aquakültürde üretilen balıklar ve kabuklulardaki insan patojenik bakteriler ile bağlantılı tehlikeler iki gruba ayrılabilir; su ortamında doğal olarak bulunan bakteriler ya da yerel bakteriler ile insan veya hayvan dışkıları kontaminasyonunun sonucu olarak su ortamına katılan bakteriler olmak üzere. Tehlikeler aynı zamanda hasat sonrası elle muamele veya işleme esnasında bakterilerin girişi yoluyla da oluşabilir (Reilly ve Käferstein, 1997; Reilly,1998).

Sağlıklı koşullarda üretilip/avlanamayan ve gıda güvenliği açısından denetlenemeyen su ürünleri ve onların tüketimi sonucu insanlarda sağlık riski oluşturabilecek faktörleri; Biyolojik etkenli riskler, biyolojik toksinler, antibiyotikler, antihelmentik kalıntılar ve ağır metaller olarak özetlemek mümkündür (Aydın, 1988).

3.GIDA KAYNAKLI ZEHİRLENMELER

Su ürünleri ile ilişkili enfeksiyonlar çeşitli bakteri, virüs ve parazitlerden kaynaklanır. Patojen grubunun farklılığı, her çeşidin kendine ait olan epidemiyoloji ve geniş çeşitlilikteki klinik sendromları ile sonuçlanır (Iwamoto vd., 2010).

Mikrobiyal gıda kaynaklı hastalıklar, patojen mikroorganizma veya onun ürettiği toksini içeren gıdaların tüketilmesi sonucu ortaya çıkan hastalıklardır. Patojen organizmanın gıdada üremesi ve hastalığın ortaya çıkış şekline bağlı olarak gıda kaynaklı enfeksiyonlar, toksikoenfeksiyonlar ve intoksikasyonlar olarak üç gruba ayrılmaktadır (Zorba, 2010).

A.Gıda Kaynaklı Enfeksiyonlar: Enteropatojenik bakteri veya virüsler ile bulaşmış su veya gıdaların aracılığıyla ortaya çıkan gıda kaynaklı infeksiyonlar olarak tanımlanmaktadır. Gıda ile birlikte alınan enteropatojenik mikroorganizmaların, gıdaların tüketimi esnasında canlı olması gerekir. Gıda kaynaklı enfeksiyona neden olan ve gıda ile alınan canlı mikroorganizmalar gıdada çok az sayıda dahi bulunuyor olsalar bile, sindirim sistemine yerleşip çoğalarak hastalıklara yol açarlar.

B.Toksikoenfeksiyonlar: Beslenme yoluyla vücuda alınan fazla sayıdaki patojen mikroorganizmanın bağırsaklarda üremesi ile başlayıp hücre lizisi ile sonlanması veya spor oluşturan bakterilerin oluşturdukları toksinler sonucu oluşan gıda zehirlenmeleri toksikoenfeksiyonlar olarak tanımlanır. Semptomlar genellikle, bakteriyel hücre kolonizasyonu, sporlanması veya bunların parçalanması sonucu açığa çıkan toksinler nedeniyle şekillenmektedir (Örneğin; *Clostridium perfringes* gastroenteritleri).

C.İntoksikasyonlar: Patojen mikroorganizmaların, gıdalarda çoğalarak ürettikleri toksinin beslenme yolu ile alımını takiben şekillenen hastalık tablosu intoksikasyonlar olarak adlandırılmaktadır. Patojen mikroor-

ganizmanın gıdada çoğalması ve toksin salgılaması gerekir. Gıda ile birlikte toksinlerin tüketilmesi sonucu intoksikasyonlar şekillenmesine rağmen, canlı mikroorganizmanın gıda ile beraber vücuda alınması zorunlu değildir. Fakat, intoksikasyona neden olan aktif toksinin gıda ile alınması gerekmektedir (Örneğin; Staphylococ kökenli gıda zehirlenmeleri).

Gıda kökenli mikrobiyal hastalıklar, etkenin gıdaya bulaşmasını takiben mikroorganizmanın gelişim sürecinin değişimine bağlı olarak meydana gelmektedir. Gıda kaynaklı bakteriyel gıda zehirlenmesi vakalarının oluşabilmesi için;

-Gıda zehirlemesine neden olan mikroorganizma (ajan),

-Mikroorganizmanın rezervuarı ya da bir kaynağının olması,

-Mikroorganizmanın gıdaya bir kaynaktan bulaşmış olması,

-Kontamine olmuş gıdanın mikroorganizmanın üremesini sağlayacak bileşenleri barındırabilmesi,

-Kontamine gıdanın mikroorganizmanın bölünüp, çoğalarak hastalık oluşturabilecek yeterli sayıya ulaşması veya toksin üretmesi için uygun sıcaklık aralığında belli bir süre beklemiş olması,

-Kontamine gıdanın kişinin duyarlılık eşiğini aşarak onu hasta edebilecek yeterli miktarda mikroorganizma veya toksin içermesi gerekir (Alişarlı, 2013).

4.SU ÜRÜNLERİ İLE İLİŞKİLİ PATOJEN MİKROORGANİZMALAR

4.1.Bakteriler: Su ürünleri kaynaklı hastalıklarda en az on çeşit patojenik bakteri türü (Tablo 4.1) mevcuttur.

Tablo 4.1. Su ürünlerindeki patojen bakteriler (Feldhusen, 2000)

Bakteri	Tahmini minimum bulaşıcı doz	Semptomlar	İlişkilendirilmiş Su Ürünleri	Önemi
***C. botulinum* Type E**	0.1–1 µg toksin öldürücü doz	Halsizlik, görme kusurları,solunum felci ile ölüm,kalp krizi	Su ürünlerinin bağırsak ve solungaç yüzeyindeki sporlar (alabalık,ringa balığı,somon),vakumla paketlenmiş füme balık ürünleri, konserveler	Dünya çapında tüm tatlısu ve denizlerde bulunur. Doğru şekilde soğutulmuş ürünlerde risk azdır. 6°C'den sonra toksin üretir. Botulizm deniz ürünlerinde nadir görülür
C. perfringens	10^6–10^8 sayım/g	İshal, nadiren ölümcüldür	Düzensiz, değişkendir	ABD'de bazı vakalarda
***Salmonella* spp.**	10^2 sayım/g türlere bağlı olarak	Kusma, ishal,ateş, nadiren ölümcüldür	Su ürünlerinin bağırsaklarda (Tilapia ve sazan), karides, yumuşakçalar, yılan balığı ve yayın balığı	Fekal kontaminasyon yoluyla dünya genelinde, Asya, Afrika, Güney Amerika, Avrupa. Pişirme ile risk azaltılır
***Shigella* spp.**	10^1–10^2 sayım/g	Dizanteri	Kabuklu su ürünleri	ABD ve Meksika için tehlikelidir (çiğ su ürünleri tüketiminden)

Campylobacter jejuni	10^1–10^2 sayım/g	İshal	Kabuklu su ürünleri	ABD'de daha az tehlikelidir
Yersinia enterocolitica	10^7–10^9 sayım /g	İshal, kusma, ateş	Balık ve aquakültürden gelen kabuklular	Enfeksiyonlar
Staphylococcus aureus	10^5–10^6 sayım/g	Kusma, ishal, halsizlik	Enfekte kişilerden bulaşma	İntoksikasyon sıklığı bilinmiyor
Bacillus cereus	10^6–10^9 sayım/g	Kusma,ishal	Marine su ürünleri	Nadir ve az tehlikelidir
Vibrio cholerae **O1 ve O139** **Non-O1 suşları**	10^3 ile 10^8–10^9 sayım/g	Kolera Zayıf gastroenterit enfeksiyonlar	Karides, kalamar, kabuklular, su ürünleri	Asya, Afrika, Güney Amerika salgınlar sağlıklı insanlar için az tehlikeli sağlıklı insanlar için az tehlikelidir.
V.parahaemolyticus	10^5–10^6 sayım/g	İshal,kusma,mide bulantısı	Ilık denizsuyu, sediment,plankton ve kabuklu su ürünlerinin deri,solungaç ve bağırsaklarında	Su ürünleri ile ilişkili enfeksiyonlar Hindistan, Japonya ve Güney Asya
V. vulnificus	Tam olarak bilinmemekte	Yara enfeksiyonları, septisemi yoluyla ölüm	Su sıcaklığı > 20°C çıktığında midye, karides,istirdye,balık	Özellikle ABD'de su ürünleri ile ilişkili enfeksiyonlarda bilinir
L. monocytogenes	> 10^2 sayım/g	Yeni doğmuş çocuklarda akut septisemi,menenjit, yerel enfeksiyonlar	Her yerde %3-10 insan taşıyıcıdırlar. Nadiren denizsuyu ve deniz ürünlerinde, daha sık tatlısularda ve aquakültür balıklarda,soğuk ve sıcak dumanlanmış ürünler, salamura balık ürünleri, çiğ balık,karides,midye ve istiridye	Su ürünleri ile ilişkili enfeksiyonlar nadir ve az tehlikelidir

Patojen bakteri ile su ürünleri ilişkilendirildiğinde 3 genel grup tanımlanabilir. Bunlar;

1- Deniz veya östarin çevrenin normal bileşeni olan yerel bakteriler,

Vibrio cholerae, Vibrio parahamolyticus, V. vulnificus, L. monocytogenes, C. botulinum ve *A. hydrophila* (yalnızca virülent suşları).

2- Enterik bakteriler, ki onlar fekal kontaminasyondan dolayı mevcut olan yerel olmayan bakteriler,

Salmonella spp., patojenik *Escherichia coli*, *Shigella spp*, *Campylobacter spp.*, ve *Yersinia enterocolitica* (çok az patojenik serotipleri).

3- İşleme süreci esnasında bakteriyel kontaminasyon sonucu varolan patojenik bakteriler,

Bacillus cereus (yalnızca toksijenik suşlar), *Listeria monocytogenes*, *Stapylococcus aureus* ve *Clostridium perfringens.*

Yerel patojenik bakteriler, taze ürünlerde mevcuttur ve genellikle oldukça düşük seviyelerde bulunur. Bu ürünler yeterli bir şekilde pişirildiğinde, gıda güvenlik tehlikeleri önemsizdir (Reilly, 1998; Reilly ve Käferstein, 1997).

Su ürünlerinin fekal kontaminasyonu ile ilişkili birkaç bakteri, su ürünlerinin tüketilmesi yoluyla büyük ölçekli sağlık tehdidi oluşturmaya devam etmektedir. Hasat edilen sular ve kabukluların fekal kontaminasyonunu en az indirmek için geliştirilen rehberlik ilkeleri su ürünlerinde enterik bakterilerin görülme sıklığını azalttığı bildirilmiştir (Rippey, 1994). Ancak Avrupa Birliği, Almanya ve dünyanın diğer kısımlarında insanlara bulaşma potansiyeli gösteren çeşitli su ürünlerinden hala aynı bakteriler izole edilmektedir (Feldhusen, 2000).

Avlanmış veya kültüre edilmiş taze su ürünleri bulundukları çevreden aldıkları patojenlerle işleme sürecine dahil olurlar. İşleme süresince ortam koşulları özellikle de sıcaklık faktörünün etkisi altında, bakteriyel bulaşma (personel, kullanılan ekipmanlar, vb.) ve çapraz kontaminasyona maruz kalabilir. Bu olumsuzluklar var olan patojen bakterinin sayısının artışına ya da diğer patojen bakterilerin su ürünlerine bulaşmasıyla tüketen insanlarda bakteriyel enfeksiyonlara yol açabilmektedir. Bakteriler bu açıdan değerlendirildiğinde su ürünlerinde patojen olan bakteriler iki geniş gruba ayrılırlar.

4.1.1.Su ürünlerinde patojen olan gram negatif bakteriler

4.1.1.1.Vibrio türleri: *Vibrio* türleri Vibrionaceae familyasına aittir. Bütün türleri tipik olarak deniz ve/veya östarin ortamlarda bulunur ve çoğu büyümek için %2-3 NaCl'e gereksinim duyar (Kaysner, 2000; FAO/WHO, 2001). Çevresel faktörler vibrio türlerinin büyümesini etkiler ve ortam suları ısındığında sayıları en üst seviyelere yükselir. Vibrio cinsi 30 tür içerir, bunların en az 14 tanesi insanlar için patojenik olarak tanımlanmıştır. Vibrio enfeksiyonları, deniz suyuna maruz kalan açık yara ve kontamine olmuş su ürünlerinin tüketilmesiyle elde edilir (Levine ve Griffin, 1993). Su ürünleri kaynaklı hastalıklar başta *Vibrio parahaemolyticus, Vibrio vulnificus* ve *Vibrio cholerae* tarafından kaynaklanır (Oliver ve Kaper, 1997). *V. parahaemolyticus* ve *V. cholerae*, her ikisi de sindirim hastalıklarına sebep olurken *V. vulnificus* septisemik duruma neden olur. Vibrio türleri sucul çevrede yereldir ve onların varlığı ile sayıları sıcaklık, tuzluluk ve alg yoğunluğu gibi faktörler tarafından etkilenir. Vibrio türlerinin oluşumu ya da sayıları fekal insan patojenleri ya da onların göstergeleri arasında bir ilişki yoktur (Huss ve Gram, 2004).

4.1.1.1.1.Vibrio parahaemolyticus: *V. parahaemolyticus* ısıya dayanıklı değildir ve pişirme yoluyla kolayca yok edilir. Büyümesi için pH aralığı 4.8- 11 iken optimum pH 7.6- 8.6 arasında değişir (Jay vd., 2005).

Genellikle sualtı yüzeylere bağlı serbest yüzer ya da ortakçı olarak farklı kabuklu türleri ile ilişkilidir. Monopolar yüzücü bir flagellası ve tutucu hücrelerle kaplı lateral flagellaları vardır (McCarter, 1999).

V. parahaemolyticus'un bazı suşları kesinlikle çevresel olmakla birlikte, birçok suşu insanlarda patojenik bulunmaktadır. Virülent suşlar, yara enfeksiyonları, septisemi ya da daha yaygın olarak özellikle kabukluların çiğ veya az pişmiş tüketimi ile akut gastroenterit gibi farklı hastalıklara neden olabilir. *V. parahaemolyticus*, 1950 yılında keşfedilmesinden bu yana dünya çapında su ürünleri kaynaklı gıda zehirlenmelerinin önde gelen nedeni haline gelmiştir (Yeung ve Boor, 2004; Su ve Liu, 2007). Patojen, Çin, Japonya ve Tayvan gibi birçok Asya ülkesinde gıda kaynaklı hastalıkların ortak nedenidir ve Amerika Birleşik Devletleri'nde su ürünleri tüketimi ile ilişkili insan gastroenterit rahatsızlıkların nedeni olarak kabul edilmektedir. Semptomları ishal, baş ağrısı, kusma, bulantı, düşük ateş ve karın krampları şeklinde görülmektedir (Su ve Liu, 2007).

V. parahaemolyticus enfeksiyonları genellikle gastroenterit rahatsızlıklarla kendini sınırlamasına rağmen, karaciğer rahatsızlıkları veya bağışıklık sistemi gibi sebeplerle insanlar için yaşamı riske atan septisemiye dönüşebilir. 2005 yılında Katrina kasırgası sonrasında Louisiana ve Mississippi'de *V. parahaemolyticus*'un neden olduğu üç yara enfeksiyonun ikisinin ölümle sonuçlandığı bildirilmiştir (CDC, 2005). *Vibrio parahaemolyticus* kaynaklı gıda zehirlenmeleri görülme sıklığı incelendiğinde ilk olarak 1951 yılında Japonya'nın Osaka alt bölgesinde tespit edilmiştir (Daniels vd., 2000b). O bölgede sardalya tüketimi ile ilişkili 272 kişinin hasta ve 20 kişinin öldüğü büyük bir salgın patlak vermiştir. O zamandan beri Japonya'daki gıda zehirlenmesi vakalarının % 20-30'nun *V. parahaemolyticus*'un sorumlu olduğu bildirilmiştir (Alam vd., 2002). 1996-1998 yılları arasında meydana gelen 24.373 gıda zehirlenme vakasının 1710 tanesine *V.parahaemolyticus* bakterisi sebep olmuştur (IDSC, 1999a). 1981-2003 yılları arasında Tayvan'da rapor edilen toplam bakteriyel gıda kaynaklı salgınların (1495 vaka) % 69'dan yani; 1028 vakadan (DOH, 2005) ve 1991-2001 yılları arasında Çin'de meydana gelen 5770 gıda kaynaklı salgının % 31.1'den *V.parahaemolyticus* bakterisi sorumludur (Liu vd., 2004).

Asya ülkelerinin aksine, *V.parahaemolyticus* enfeksiyonları nadiren Avrupa ülkelerinde rapor edilmiştir. Ancak aralıklı görülen salgınlar İspanya ve Fransa gibi ülkelerden bildirilmiştir. 1989 yılında İspanya'da su ürünlerinin tüketimi ile ilgili *V.parahaemolyticus* kaynaklı sekiz gastroenterit vaka rapor edilmiştir (Molero vd., 1989). İspanya'nın Galiçya bölgesinde 1999 yılında çiğ istiridye tüketimi ile ilişkili 64 salgın hastalık meydana gelmiştir (Lozano-León vd., 2003). Asya'dan ithal karides tüketimi ile ilişkili 44 hastayı etkileyen ciddi bir salgın 1997 yılında Fransa'da meydana gelmiştir (Robert-Pillot vd., 2004).

V. parahaemolyticus, Maryland'de uygun olmayan bir şekilde pişirilmiş yengeç tüketimi ile ilişkili oluşan gastroenterit 425 vakadan meydana gelen üç salgın sonrası ilk kez etiyolojik bir ajan olarak tespit edilmiştir (Molenda vd., 1972). O zamandan beri, çiğ kabuklu su ürünleri veya pişmiş su ürünleri ile ilgili *V. parahaemolyticus* enfeksiyonlu düzensiz salgınlar Amerika Birleşik Devletleri'nin kıyı bölgeleri boyunca rapor edilmiştir. 1973 ve 1998 yılları arasında, *V. parahaemolyticus* kaynaklı 40 salgın CDC tarafından bildirilmiştir (Daniels vd., 2000a). Bunlar arasında çiğ istiridye tüketimi ile ilişkili 700'den fazla vakayı içeren dört büyük salgın 1997 ve 1998 yılları arasında Gulf Coast, Kuzeybatı Pasifik ve Kuzeydoğu Atlantik bölgelerinde meydana geldi. Aynı yıl Amerika Birleşik Devletleri'nin farklı eyaletlerinde çiğ istiridye ve deniz tarağı tüketimi sonucu birçok salgın meydana gelmiştir (CDC, 1998). Daha yakın zamanlarda, 177 vakayı içeren *V. parahaemolyticus* salgını 2006 yazında Washington ve İngiliz Kolombiya bölgesinden hasat edilen kontamine olmuş istiridye ile bağlantılı olarak meydana gelmiştir (CDC, 2006).

4.1.1.1.2.Vibrio vulnificus: *Vibrionaceae* familyasının üyesi olup, laktozu fermente eden, hareketli, tuzu seven patojen bir bakteridir. Deniz ve nehir deltalarının karma bakteri popuılasyonun önemli bir kısmınının içerisinde yer alan *Vibrio vulnificus* birçok deniz kabuklusundan (midye, yengeç, istiridye gibi), planktondan ve balıklardan izole edilmiştir (CDC, 1996; Cavallo ve Stabili, 2002; Strom ve Paranjpye, 2000; Wright vd., 1999). Enfeksiyonları mevsimsel olup, % 85'i ilkbahar ile sonbahar arasında gözlemlendiği bildirilmiştir. Kabuklu su ürünlerindeki *V. vulnificus* sayısını orta seviyedeki su sıcaklığı ve tuzluluk oranı değişimi arttırabilir (CDC, 1996). Patojen bakteriler içerisinde yer alan *V. vulnificus* insidans hızı az olmasına karşın, letalitesi fazla olarak gelişen hastalık etkeni olarak bildirilmektedir (Sumner, 2002).

Bakterinin üreme sıcaklığı 8-43^{o}C arasında olup, optimum 37^{o}C'dir. Canlı istiridyelerde 13^{o}C'nin altında gelişme meydana gelmemekte, optimum üremenin 30^{o}C'de şekillendiği bildirilmektedir. Etken 0-4^{o}C'lik sularda canlılığını devam ettirir, ancak kültüre edilemez hücreler şeklinde bulunmaktadır. *V.vulnificus'*un inaktive edilebilmesi için yaklaşık 45^{o}C'de 50 dakika, 51^{o}C'de 10 saniyedir. İstiridyelerde ise düşük ısı pastörizasyonu (50^{o}C'de 10 dakika süre) tavsiye edilmektedir. İstiridyelere uygulan dondurma işlemi *Vibrio vulnificus* sayısını % 95- 99 oranında azaltırken, geriye kalan kısmında stabil durumunu koruyacağının göz ardı edilmemesi gerektiği bildirilmiştir. *Vibrio vulnificus'* un üreme yeteneği pH 5-10 arasında değişirken, ideal pH'ı 7.8'dir (NZFSA, 2001).

V. vulnificus hastalık oluşturdukları hedef canlı grubuna ve fenotipik farklılıklara göre 2 farklı biyotip olarak tanımlanmaktadır (Tıson vd., 1982). Biyotip I, immünolojik olarak farklı lipopolisakkarit tipleri bulun-

durmakta ve indol, ornitin dekarboksilazı üretmektedir (Biosca vd., 1997). Serovar A olarak isimlendirilen yeni bir suşun, İspanya'da bir yılan balığı çiftliğinde Eylül 2000 ve Mart 2001 tarihleri arasında düşük oranda morbidite ve mortalite gösteren iki salgına sebep olduğu rapor edilmiştir (Fouz ve Amaro, 2003).

Çiğ deniz ürünleri tüketimi, başta istiridye olmak üzere *V. vulnificus* kaynaklı enfeksiyonları ortaya çıkardığı bildirilmiştir (FDA-CFSAN, 2003; Smith vd., 2001; Wright vd., 1999). Yaz mevsimi sürecinde elde edilen istiridye ve diğer kabuklulardan sıklıkla *V. vulnificus* izole edilmektedir (FDA-CFSAN, 2003; Wright vd., 1999). İtalya'nın Mar Piccolo iç denizlerinden toplanan midyelerin yüksek oranda tüketiminin bahar ve yaz mevsimi boyunca *Vibrio* enfeksiyonlarının daha yüksek insidans ile gözlemlenmesine sebep olduğunu bildirmişlerdir (Cavallo ve Stabili, 2002).

Japonya'da iç deniz ya da körfezlerden yaz mevsimi boyunca yakalanan çiğ balık ya da deniz kabukluları ile yapılan "Sashimi" ve "Sushi" isimli yemeklerin tüketimi ile oluşan *V. vulnificus* kaynaklı enfeksiyonlar bildirmişlerdir (Fukushima ve Seki, 2004).

4.1.1.1.3.Vibrio cholerae: *V. cholerae*, 130'dan daha fazla serotipe sahiptir ve bu serotiplerden yalnızca O1 ve O139 (yalnızca Asya'da bulunur) serotipleri epidemik ve pandemik kolera (şiddetli ishal hastalığı) ile ilgilidir. Her iki serotipte kolera toksini üretir (Kaysner, 2000). *V.cholerae* O1 serotipi, Klasik ve El Tor adı verilen iki biyotipe sahiptir ve her biyotip iki ayrı Inaba ve Ogawa serotiplerini içerir. El Tor biyotipi ile enfekte kişiler daha yüksek oranda semptomsuz kalır yada yalnızca hafif bir hastalık görülmesine rağmen, enfeksiyon belirtileri ayırt edilemez (Sack vd., 2004). Son yıllarda, *V.cholerae* O1 Klasik biyotipinin enfeksiyonları oldukça nadir hale gelmiştir ve Bangladeş ile Hindistan bölgelerinde sınırlıdır. *V. cholerae*'nın diğer yaygın olan serotipleri non- O1 ve non- O139'dur. Bu serotipler, salgın potansiyele sahip olmayan ve koleradan daha az şiddetli ishal hastalığına neden olabilir. *Vibrio cholerae* non-O1 ve non-O139 vibrio bakterileri en yaygın rapor edilen gruptur. 2000 yılından beri her yıl CDC tarafından *Vibrio cholerae* non-O1 ve non-O139 kaynaklı 40 vaka rapor edilmiştir. Enfeksiyonlar, su sıcaklığının artışıyla örtüşerek yaz sonu ile sonbaharın ilk zamanlarında zirve oluşturmaktadır (FAO, 2004).

Vibrio cholerae non-O1 ve non-O139, diğer vibrio türleri gibi tüm deniz ve nehir sularında yaygındır.Bazı non-O1 ve non-O139 serotipleri insanlar için patojendir, gastroenterit enfeksiyonlara sebep olabilir, fakat salgın hastalıklarla ilgileri yoktur. Kanalizasyon ile kontamine sular sadece koleranın yayılmasıyla ilgili değil, aynı zamanda kolera içeren sular ile kontamine olmuş su ürünleri de hastalığın nedeni olabilmektedir (Kaysner, 2000). Enfekte kişilerin yaklaşık % 5-10'u şiddetli koleraya yakalanırken erken aşamalarda görülen belirtiler arasında bol sulu ishal, kusma,

hızlı kalp atışı, aşırı su kaybına bağlı deri elastikiyetinin kaybolması, düşük kan basıncı, kas krampları, huzursuzluk ve sinirlilik yer alır. Eğer tedavi edilmezse, aşırı su kaybı hızla şoka ve saatler içerisinde ölümlere yol açabilir (CDC, 2014b). Dışkı numunesinin kültürü ile *Vibrio cholerae* non-O1 ve non-O139'un izolasyonu standart agar plaklardan gözden kaçabilir, ancak en iyi TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Sucrose) seçici agar ortamında tespit edilir (CDC, 2015).

Vibrio cholerae ısı, asit ve soğutmaya karşı çok duyarlıdır. Bu nedenle ya gıda işleme yöntemleri ile elimine edilir ya da gıdalarda çoğalması engellenir. Su ürünleri ile bağlantılı kolera vakalarının çoğunluğu çiğ tüketilen ürünler, genellikle yumuşakçaları kapsamaktadır. Düşük sıcaklıkta depolama *Vibrio cholerae'*nın sayısını azaltabilir, ancak önleyici bir tedbir olarak asla güvenilmemelidir (FAO, 2004).

1991 yılında Güney Amerika'daki salgınlarda başlangıçta marine edilmiş veya çiğ balık tüketimi epidemiyolojik iletim aracı olarak bildirilirken, Amerika Birleşik Devletleri'nin körfez kıyısı ile ilişkili kolera vakalarında yengeç tüketimi defalarca kolera kaynağı olarak ilişkilendirilmiştir (Kaysner, 2000). Amerika'ya yakın ülkelerde salgınlar esnasında, örneğin 2010 yılında Haiti ve 1990'lı yıllarda Latin Amerika'da lokal kolera vakalarında artış bildirildi. Bunlara ek olarak , uluslararası seyahatler (Afrika, Güneydoğu Asya ve Haiti gibi), ithal kontamine su ürünlerinin ülke içinde tüketimi kolera vakalarının sayısını arttırmıştır (Newton vd., 2011).

Kolera, su ve kanalizasyon arıtma ile sanayileşmiş ülkelerin büyük ölçüde elemine ettiği hastalık olmasına rağmen, birçok Afrika ülkesinde kolera salgınları ve ölümler devam etmektedir. Rapor edilen kolera kaynaklı ölüm yüzdesi Afrika'da en üst düzeydedir. Bu da temel sağlık hizmetlerini erişim eksikliğini yansıtmaktadır (Gaffga vd., 2007). Bangladeş ve Hindistan'ı içeren Güneydoğu Asya bölgesi kolera riski taşıyan büyük populasyonlara sahiptir. Asya'dan bildirilen ölümler dahil olan raporlarda 2010 yılından 2011'e kadar yaklaşık üç kat artış meydana gelmiştir. Yoksulluk, kalkınma eksikliği ve yüksek nüfus yoğunluğu bilinen riskler arasındadır. Ayrıca, bölgede sık ve yaygın yaşanan su baskınları su kaynaklarını kirletmektedir (Ali vd., 2012). 200.000'in üzerinde kişinin ölümüne ve 1 milyonu aşkın kişinin yer değiştirmesine sebep olan deprem felaketinden 10 ay sonra 20 Ekim 2010 tarihinde bir yüzyıldan daha fazla süreden sonra ilk kez Haiti'de kolera salgını teyit edilmiştir. Bu kolera salgını 665.000'in üzerinde vaka ve 8183 ölüm ile yakın tarihin en kötüsüdür (Ryan, 2011).

4.1.1.2.Aeromonas türleri: *Aeromonas* cinsi, sıcaklık ve hareketlilik özelliklerine göre *A. hydrophila* grubu (*A. hydrophila*, *A.caviae* ve *A.sobria*) ve *A. salmonicida* grubu (*A. salmonicida* ve alt türleri) olarak iki gruba

ayrılmaktadır. Buna göre *A. hydrophila* grubu hareketli olup 37°C'de gelişirken, *A. salmonicida* grubu hareketsiz olup 37 °C'de gelişememektedir. Bu nedenle *A. hydrophila* grubu genellikle "hareketli" veya "mezofilik" *Aeromonas*'lar olarak adlandırılmaktadır. Hareketli *Aeromonas*'lar, tatlı ve tuzlu su kaynaklarında, kanalizasyon sularında ve başlıca diğer alıcı su kaynaklarında yaygın olarak bulunmakta ayrıca, serbest klor miktarına ve sıcaklığa bağlı olarak değişmekle birlikte klorlanmış ve klorlanmamış içme sularında da sıklıkla rastlanmaktadır. Özellikle midye başta olmak üzere, balık ve diğer su ürünleri gibi su ile direkt temas halinde olan gıdalar hareketli *Aeromonas*'ların en sık rastlanan bulaşma kaynakları arasındadır. Bunun dışında, soğukta muhafaza edilen kanatlı etleri, kırmızı etler, çiğ süt ve süt ürünleri ile sebzeler de yer almaktadır (Halkman, 2013). *Aeromonas*'lar, soğutma sıcaklıklarında oksijenli ve oksijensiz koşullarda yaşayabilirler ve spor oluşturmazlar ancak, gıdaların pişirilmesi yoluyla kolayca yok edilebilirler (Janda ve Abbott, 2010).

Mezofilik *Aeromonas* türleri giderek artan bir şekilde patojen olarak kabul edilmektedir. Bu grubun bakterileri su veya su ürünleri ile kontamine olduktan sonra insanlarda bazen öldürücü enfeksiyonlar ile ilişkili olabilir. Mezofilik Aeromonas türleri gastrointestinal enfeksiyon vakalarından sürekli olarak izole edilmiş ve enteropatojenik gösterge belirtecine sahiptir (Bernoth, 1990). İnsanlarda, *Aeromonas* türleri birçok olumsuz koşullar altında yara invazyonu ile yumuşak doku ve deride lezyon oluşumuna sebep olabilir. Bu tip enfeksiyonlar daha çok bastırılmış bağışıklık sistemi ile ilişkilidir (Monteil ve Harf-Monteil, 1997). *A. hydrophila* insanlarda gastroenteritis, septisemi, pnömoni ve menenjit gibi enfeksiyonlara neden olmaktadır. *A. hydrophila*'nın diğer bir bulaşma kaynağı ise insan olup, gıda ile direkt temas halinde olan çalışanlar bakterinin yayılmasında taşıyıcı konumundadır (Halkman, 2013).

Aeromonas balık ve diğer su ürünleri arasında midyelerden daha fazla izole edildiği ve kontamine midyeler aracılığıyla balıklara ve insanlara aktarılabileceği belirtilmiştir. Etken deriden bulaşabilmekte ve *Aeromonas* enfeksiyonları su ürünleri ile uğraşan kişilerde meslek hastalığı olarak kabul edilmektedir (İşleyici ve Sancak, 2009).

Etkenin inkübasyon süresi 1-2 gün olarak tespit edilmiştir (Janda ve Abbott, 2010). Fransa'da *A. caviae* kaynaklı bir salgında ortalama inkübasyon süresi 10.6 saat olarak bildirilmiştir (Hansman vd., 2000). Sıcak aylarda zirveye ulaşan *Aeromonas* ile ilgili gastroenterit enfeksiyonlar mevsim değişimi ile birlikte gözlemlenmiştir. *Aeromonas* ile ilgili gastroenterit 16 salgından toplanan bilgilerde balık, kara salyangozu, istiridye, karides ve karides kokteylleri, kurutulmuş balık sosu ve yumurta salatası dahil şüpheli gıdalar arasında yer almaktadır. Rapor edilen vakalar arasında en geniş grubu yetişkinler oluşturmaktadır (Kirov, 2003). Amerika

Birleşik Devletleri'nin Louisana eyaletinde istiridye tüketiminde sonra *Aeromonas hydrophila* kaynaklı 472 yetişkin vakası (Abeyta vd., 1986), Fransa'da kurutulmuş balık sosundan *A. caviae* kaynaklı 10 yetişkin vaka (Hansman vd., 2000) ve İsveç'te su ürünleri, et ve sakatat dahil karışık yemeklerden *A. hydrophila* kaynaklı 27 vaka bildirilmiştir (Hudson, 2004). Örneklerden izole edilen Aeromonas suşlarının % 61.2'si *A. hydrophila*, % 22.5'i *A.caviae* ve % 16.3'ü *A. sobria* olarak tanımlanmıştır (Gobat ve Jemmi, 1993). Psikrofilik Aeromonas suşları 4-5°C'de yaşayabilirler ve 5°C'de istiridyelerde toksin üretirler (Tsai ve Chen, 1996).

Finlandiya'da yapılan bir çalışmada, 29 balık örneğinin 27'sinde (%93) ve 12 karidesin 2'sinde (%16) *Aeromonas* spp. izole edildiği rapor edilmiştir (Hanninen vd., 1997). Hindistan'da 2 yıl süreyle inceledikleri 536 balık ve 278 karides olmak üzere toplam 814 su ürününde 319'unda *A. hydrophila* suşu izole ettiklerini bildirmişlerdir (Vivekanandhan vd., 2002). Yine Adriyatik denizinden avlanan 144 adet midyenin 32'sinde Aeromonas kontaminasyonu gözlenmiş ve bu suşlardan 22'si *A. hydrophila* olarak identifiye edilmiştir (Ottaviani vd., 2006). Kuzeydoğu Çin'de 13 farklı balık avlama noktasından temin edilen sazan balıklarından *A. hydrophila*'nın 59 adet suşunun izole edildiği rapor edilmiştir (Shaowu vd., 2013).

Türkiye'de bir çalışmada, Çanakkale Denizi kıyısından toplanan 127 adet deniz kabuklusu midye ve karides olmak üzere incelendiğinde % 29.1 oranında *A. hydrophila* izole edildiği bildirilmiştir (Çolakoğlu vd., 2006). Erzurum yöresinde farklı 20 işletmeden temin edilen gökkuşağı alabalıklarının %35'inde *A. hydrophila*'nın varlığı tespit edilmiştir (Sağlam vd., 2006). Gerçekleştirilen bir çalışmada, alabalık işletmelerinden alınan 73 adet örneğin 34'ünde *Aeromonas* spp. izole edildiği, bu izolatlardan 15'ünün (%44.1) *A. hydrophila*, 14'inin (%41.1) *Aeromonas caviae* ve 5'inin (%14.7) *A. sobria* olarak identifiye edildiği rapor edilmiştir (Durmaz ve Türk, 2009). Van Gölü'nden avlanarak piyasadan temin edilen inci kefali örneklerinde *Aeromonas* spp. kontaminasyonu tespit edilmiştir (Boynukara vd., 1998).

4.1.1.3.Salmonella türleri: *Salmonella* hücreleri, dondurulmuş ve kurutulmuş şekilde birçok gıdada kabul nitelikleri etkilenmeden uzun süre hayatta kalabilir (Murray, 1999). Ayrıca, *Salmonella*'nın nispeten yüksek tuz konsantrasyonlarında hayatta kalma özelliğine sahip olduğu görülmüştür (Jay vd., 2003). *Salmonella* türleri, fazla miktardaki gıdada geniş bir sıcaklık aralığında gelişerek sayılarını arttırabilmeleri ve sıklıkla bulunmaları, bireyden bireye kontamine olma ve taşıma evresinin uzun bir süre dışkı ile atılmasıyla gerçekleşmesi diğer mikroorganizmalar ile aralarında farklar oluştururlar (Halkman, 2013).

Salmonella cinsi, lipo-polisakkarit ve flagella yapılarındaki farklılık-

lardan dolayı 2500'den fazla antijenik serotip varyasyonu oluşturur, hem insanlarda hem de hayvanlarda potansiyel patojen olarak kabul edilmektedir (Wan Norhana vd., 2010). İnsanlarda *Salmonella* enfeksiyonlarının % 99'u *S. enterica* ve ona ait olan serotiplerden kaynaklanmaktadır. Dünya çapında bildirilen gıda kaynaklı salgınların analizine dayanarak, en çok karşılaşılan *Salmonella* serotipleri *Typhimurium* ve *Enteritidis* olarak tespit edilmiştir (Greig ve Ravel, 2009). Ancak, insanlarda enfeksiyonlara sebep olan baskın serotipler hem coğrafik hem de zamanla değişebilir. Örneğin; Asya'da 2000-2001 yılları boyunca en yaygın görülen serotip *Salmonella weltevre* iken, 2002 yılında bu serotip *S. rissen* ve *S. typhimurium* serotipleri tarafından yer değiştirmiştir (Galanis vd., 2006).

Salmonella, su ürünlerinin normal florası içinde yer almaz bu yüzden, su ürünlerinin kontaminasyonu fekal kontaminasyon yoluyla kirlenmiş sular, enfekte olmuş gıda işleyiciler, üretim veya taşıma esnasında gerçekleşen çapraz kontaminasyonun bir sonucudur (Lunestad ve Borlaug, 2009). Karides, salmonellozis ile ilişkili en çok rapor edilen su ürünlerinden biridir (Wan Norhana vd., 2010). Salmonella spp., Tilapia ve Sazan balıklarının bağırsak florasından izole edilmiştir. Japonya'daki bir araştırmada Salmonella türleri yılan balığı kültür havuzlarında %21 oranında mevcut olduğu görülmüştür. Amerika Birleşik Devletleri'nde kültüre edilen yayın balıklarında Salmonella türlerinin görülme sıklığı oranı yaklaşık % 5 olarak bildirilmiştir. Sucul kuşların bazı Salmonella suşlarını barındırdığı bilinmektedir ve bu bakteri grubunun bir alandan diğerine yayılmasında olası bir aracı olarak tanımlanmaktadır. Büyük karides ihracatı yapan Güneydoğu Asya ülkelerinden birinde acısu havuzlarında Salmonella oluşumu 2 yıl süreyle izlendi ve karideslerde % 16, sediment ve su örneklerinde % 22.1 oranında Salmonella tespit edilmiştir (Feldhusen, 2000). 1990'lı yıllarda Avrupa'da *S. enteritidis* kaynaklı salmonellozis insan vakalarında artış gözlenmiştir (Rippey, 1994).

Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl 1.2 milyondan fazla salmonellozis vakası yaşandığı tahmin edilmektedir ve bunların 23.000'den fazlası hastanede yatarak tedavi görmüş 450 taneside ölümle sonuçlanmıştır (Scallan vd., 2011). 2010 ile 2012 yılı karşılaştırıldığında tifo olmayan salmonella enfeksiyonun görülme sıklığı % 9 oranında azalmıştır (CDC, 2014a). Genellikle, Avrupa ve Kuzey Amerika halk sağlığı yetkililerinin hastalık gözetim raporlarını değerlendirdiklerinde örneğin; kanatlı ürünler ve diğer gıdalara göre su ürünleri kaynaklı salmonellozis enfeksiyonlarının daha nadir olduğu görülmektedir (Reilly, 1998). Salmonella türlerinin yok edilmesinde temel işlem ısı uygulamasıdır (Halkman, 2013).

4.1.1.4.Escherichia coli: Çoğu *E.coli* zararsız ve aslında sağlıklı bir insanın bağırsak sisteminin önemli bir parçasıdır. Ancak, bazı *E.coli*'ler patojeniktir ve hastalıklara neden olur. *E.coli* genellikle fekal kirlenme-

nin bir göstergesi olarak kullanılırlar. Bakteri kirlenmiş sıcak tropikal sulardan izole edilir ki orada doğal mikrofloranın bir parçasıdır. *E.coli*'ler taşımış oldukları farklı özellikler ile çok sayıda serotipe ayrılırlar. Bazı serotipler aynı zamanda gıda kaynaklı hastalıklara neden olma özelliğine sahiptirler. Shiga toksin üreten *E. coli* (STEC) O157: H7 enfeksiyonu, hemolitik üremik sendrom ve ölümüne neden olabilen halk sağlığı sorunudur. Hemolitik üremik sendrom için 5 yaşından daha küçük hastalar en yüksek risk grubunu oluşturur (Tarr, 1995).

Doğrudan veya dolaylı olarak fekal kontaminasyona uğramış gıdalar *E. coli* enfeksiyonlarında aracı gıdalar olarak ifade edilebilir. Bunlardan özellikle yeterli ısıl işlem görmeden tüketilen gıdalar, pişirildikten sonra tekrar ısıtılmadan tüketilen yemekler, çiğ tüketilen salatalar diğer patojen türlerde de olduğu gibi E. coli enfeksiyonlarda da önemlidir (Bell ve Kyriakides, 2002).

Japonya'da 1996-1998 yılları arasında etkili olan *E. coli* (STEC) O157: H7 salgını salatalara çiğ olarak ilave edilen turp filizinin sebep olduğu tahmin edilmektedir. Yine perakende de satılan taze sıkılmış elma suyunun yaygın olarak tüketildiği Avrupa ülkeleri ile Amerika Birleşik Devletleri'nde *E. coli* enfeksiyonlarında önemli bir yeri olduğu bildirilmektedir (Doyle vd., 1997). 1997 yılında Alman araştırmacılar su ürünlerinden alınan örneklerde *E.coli* (STEC) O157:H7 kontaminasyonuna rastlamadılar, fakat gelecekte özellikle çiğ tüketilen kabuklu su ürünleri konusunda dikkatli olunması gerektiğini bildirmişlerdir (Feldhusen, 2000). Seyahat diyaresi adı verilen küçük çaplı salgınlar patojenik E.coli suşlarının insandan insana bulaşma yoluyla yayılmasının bir sonucu olduğu ifade edilmektedir (Donnenberg ve Nataro, 2000).

4.1.1.5.Campylobacter türleri: *Campylobacter* cinsi içinde birçok tür bulunmakla birlikte *C. jejuni, C.lari* ve *C. coli* gıda kaynaklı enfeksiyonlara neden olmaktadır. Kayıtlara geçmiş en fazla enfeksiyonda *C. jejuni* tür olarak bildirilmiştir (Nachamkin, 1997). *Campylobacter* kirlenmemiş sucul ortamlarda normal floranın bir parçası değildir, ancak bu organizmalar sıklıkla atık sulardan izole edilmektedir. *Campylobacter* cinsi deniz suyunda kısa bir süre hayatta kalabilmektedir. Ancak, çarpıcı bir şekilde deniz kabukluları içerisinde hayatta kalma oranı artmaktadır (Feldhusen, 2000).

Campylobacter türleri, termotrof özellikte olup vücut sıcaklıklarının yüksek olması nedeniyle en fazla kanatlılarda rastlanır. Doğal ortamlarda uzun süre canlı kalamazlar. *C. jejuni*, sağlıklı hayvanların bağırsaklarında bulunurlar. Sığırlarda, domuzlarda, koyunlarda, kanatlılarda, çiğ sütte, sebze ve meyvelerde, su ürünlerinde sıklıkla görülürler (Nachamkin, 1997).

C. jejuni etkeninin sebep olduğu hastalığa Campylobacteriosis adı verilmiştir. Hastalık daha çok *Campylobacter* enteritisi veya gastroenteritisi olarak da bilinmektedir. Hastalık genel olarak kontamine gıda veya suyun tüketiminden yaklaşık 2-5 gün sonra ortaya çıkmakta ve ortalama olarak 10 gün sürmektedir. Enfeksiyon diyareye neden olmaktadır. Kanalizasyon aracılığıyla kontamine olmuş gıda ve su tüketiminin oluşturduğu hastalıkların %70 kadarının *Campylobacter* kaynaklı olduğu tahmin edilmektedir (Tunail, 2000). İrlanda'da 380 kabukluda yapılan araştırmada % 42'sinde termofilik *Campylobacter spp.* tespit edilmiştir. Patojen bakteri değerlendirilmesinde bu cinse ait türlere de testlerin uygulanmasını düşündürmektedir. Mevcut veriler kültüre su ürünlerinin tüketimi ile ilgili *Campylobacter* enfeksiyon riskinin düşük olduğunu göstermektedir (Wilson ve Moore, 1996). *C. jejuni* türünün varlığını azaltmada çapraz kontaminasyonların önüne geçilmelidir (Mansfield ve Abner, 2000).

4.1.1.6.Shigella türleri: *Shigella* cinsi, *Enterobacteriaceae* familyasına dahildir. *Escherichia* türleri ile *Shigella* türleri DNA homolojileri bakımından %70-100 oranında birbirleriyle ilişkilidir. Gıda maddelerinde çok uzun süre canlılıklarını koruyan *Shigella*'lar düşük pH ortamlarını kısa süreli olarak tolere edebilirler. Gelişmeleri için uygun sıcaklık aralığı 10-40 ^{o}C olup, optimum 37^{o}C'dir (Çakır, 2000). İnsanların ve bazı maymunların bağırsaklarının doğal florasında bulunan *Shigella* cinsi bakteriler Shigellosise (Basilli dizanteri) neden olmaktadır. Hastalığın yayılmasında en önemli etken kişisel hijyen koşullarına önem verilmeden üretilmiş gıdalar olarak ifade edilmektedir. Shigellosis vakası daha fazla yaz mevsiminde görülmektedir. Çocuklarda özellikle 2-4 yaşları arasında sıkça görülmektedir (Wenneras ve Sansonetti, 2000).

Shigellosise neden gıdalar arasında içeriğinde balıketi, tavuk eti ve diğer deniz ürünlerini içeren salatalar, çiğ tüketilen sebzeler, çiğ kıyma, midye vb. yer almaktadır (Tunail, 2000). Enfeksiyonun, bulaşmasında ve yayılmasında en büyük etken kanalizasyon sularının karıştığı su kaynaklarıdır. Bulaşan ve en sıklıkla rastlanan *Shigella* cinsi içerisinde yer alan tür *Sh. sonnei*'dir (Sutherland ve Varnam, 2002). Amerika Birleşik Devletleri'nde 1898'den 1990 yılları arasında 4 salgın ve 111 kabuklu deniz ürünleri ile ilgili *Shigella* vakası bildirilmiştir (Rippey, 1994). 1994 ve 1995 yıllarında FDA tarafından su ürünleri ile ilişkili 7 vaka ve tahminen 200 olgu *Shigella* enfeksiyonu olarak rapor edilmiştir (FDA, 1994; Lipp ve Rose, 1997). Meksika'da 1994 yılında *Shigella* il ilgili 200 vaka bildirilmiştir (Lipp ve Rose, 1997). *Shigella*, kabuklu deniz ürünlerinden izole edilmiştir. *Shigella*, istiridyelerde düşük doz bulaşıcı ve uzun hayatta kalma süresine sahip olarak potansiyel hastalık ajanı olabilir (Feldhusen, 2000).

4.1.1.7.Yersinia enterocolitica: *Enterobacteriaceae* familyası üyesi olan gram negatif bakteri doğada geniş bir alana yayılmıştır. Su kaynak-

larında, topraktan, hayvanlardan (memeli hayvanların yanı sıra kanatlılar, kurbağa, balık, sinek gibi pek çok hayvanın bağırsak sisteminden) ve birçok gıdadan izole edilmektedir. *Y. enterocolitica* pastörizasyon işlemine duyarlı olmasına rağmen, pastörize sütlerden de izole edilmiştir. Çiğ etler, süt, süttozu, dondurma, peynirler, krema, çiğ sebzeler, yetersiz işlem görmüş su, balık ve istiridyeler en çok izole edilen gıdalar arasında yer almaktadır (Sorry ve Cornelis, 2000). *Y. enterocolitica*'nın sebep olduğu yersiniosis gastroenteritik bir enfeksiyondur. Bakterinin serolojik grupları arasında yer alan O:3, O:8, O:9 ve O:5,27 insanlarda hastalığa neden olmaktadır. Kemirgenler için patojen olan *Yersinia pseudotuberculosis* insanlarda nadiren rastlanmaktadır. Ancak, Japonya'da görülen *Y. pseudotuberculosis* enfeksiyonları bildirilmiştir. *Yersinia pestis* ise veba hastalığının etmeni olarak tanımlanmıştır (Erol, 2007).

Y. enterocolita enfeksiyonları, ishal ve kusmaya eşlik eden ateş, karın ağrısıda dahil olmak üzere apandisit benzeri semptomlara neden olur. Çoğu *Yersinia* enfeksiyonlarında su ürünleri taşıyıcı olarak ilişkili değildir (Rippey, 1994). Ancak, *Y. enterocolita* suşları doğal ve yetiştiricilik ortamlarında hem balık hem de kabuklu su ürünlerinden izole edilmiştir (Nedoluha ve Westhoff, 1995). Ayrıca *Yersinia enterocolita* psikrotofik bir bakteri olduğu için düşük sıcaklıklarda çoğalabilir. Bu yüzden insanlar için soğutulmuş ya da dondurulmuş su ürünleri hastalık için potansiyel taşıyıcı durumunu arttırabilir, ama su ürünleri ile ilgili salgınlar hakkında herhangi bir rapor bildirilmemiştir (Feldhusen, 2000).

4.1.2. Su ürünlerinde patojen olan gram pozitif bakteriler

4.1.2.1.Clostridium botulinum: Uygun olmayan koşullarda ısıya dirençli spor oluşturur. *Cl. botulinum*, yeryüzünde geniş bir dağılıma sahiptir. Ancak, sağlıklı bebeklerin ve yetişkinlerin normal bağırsak florasında yer almayan bir mikroorganizmadır. Hastalığın meydana gelişi oluşan toksinin sindirim yoluyla alınmasıyla gerçekleşirken, *Cl. botulinum* sporları balıklar, kuşlar ve memeli hayvanların bağırsak florasında bulunabilir (Erol, 2007).

Cl. botulinum, tek bir bakteri türü olmayıp, botulinum nörotoksini üreten diğer bakterilerde *Cl. botulinum* olarak tanımlanmaktadır. Nörotoksinler serolojik olarak A'dan G'ye kadar farklı gruplara ayrılmıştır. E tipi toksin, balık ve diğer su ürünlerinde görülür. F tipi toksinde insanlarda botulizm olarak adlandırılan hastalığa neden olur (Onderdonk ve Allen, 1995). Aracı gıda olarak balıklar, Uzak Doğu ve İskandinav ülkelerinde önemli bir yer almaktadır. Botulizmde ev tipi konserveler Amerika Birleşik Devletleri'nde, et ürünleri ise Avrupa'da öne çıkmaktadır (Oguma vd., 2000).

90 yıllık dönemde (1899-1990) Amerika Birleşik Devletleri'nde tespit edilen 2320 vakanın 1036'sı ölüm ile sonuçlanmıştır. Bunların 384'ü A,

106'sı B, 105'i E ve 3'ü F tipi nörotoksindir. 2 vakada ise A ve B tipi nörotoksinlere birlikte rastlanmıştır (Onderdonk ve Allen, 1995). 1951-1989 yılları arasında dünyada 3.353 salgın ve 9.767 botulizm vakası meydana geldiği bildirilmiştir. Botulinum salgınlarında en çok görülen toksin çeşidi sırasıyla B, A ve E tipi olup, sadece 2 salgında

F tipi toksin olduğu tespit edilmiştir (Hauschild, 1993).

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1990-2000 yılları arasında 160 gıda kaynaklı botulizm vakasının % 50' sini tip A, geriye kalan kısmını ise sırasıyla E, B ve F tipi % 2'lik kısmının ise tespit edilemeyen diğer toksinler tarafından meydana geldiği tespit edilmiştir (Sobel vd., 2004). 2001-2008 tarihleri arasında Kaliforniya eyaletinde 11 gıda kaynaklı botulizm salgını sonucu 1 kişinin öldüğü ve CDC 2009 yılı verilerine göre Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelen toplam 121 botulizm vakasının %9'unun gıda kaynaklı olduğu bildirilmiştir (CDC, 2009). Japonya'da 1951 yılına kadar herhangi bir botulizm salgını bildirilmemiştir. 1955-1998 tarihleri arasında Japonya'da 351 gıda kaynaklı botulizm vakası görülmüş ve 68 ölümle sonuçlanmıştır. Botulizm vakalarında ölüm sayısının çokluğu itibariyle ilk sırada E tipi ardından A ve B toksin tipi olduğu tespit edilmiştir. Gıda kaynaklı botulizm vakalarının nedeni "izushi" adlı fermente üründen kaynaklandığı bildirilmiştir (IDSC, 1999b).

Mısır'da 1991 yılında tuzlanmış çiğ balık (faseikh) kaynaklı E tipi botulizm vakası görülmüş ve 18 kişinin ölümüyle sonuçlandığı tespit edilmiştir (Weber vd., 1993). 1980-2002 yılları arasında Gürcistan'da 870 vaka, 1989-2005 tarihleri arasında İngiltere'de çoğunluğu tip B tarafından meydana gelen 33 botulizm vakası bildirilmiştir (Jim vd., 2006; Varma vd., 2004). 1960-2008 yılları arasında Polonya'da ağırlıklı domuz eti et ürünlerinde % 81, balıklarda % 13 ve sebze kaynaklı % 6 olmak üzere 12.598 botulizm vakası meydana gelmiştir (Galazka ve Przybylska, 1999). 1992-2004 yılları arasında Arjantin'de 41 gıda kaynaklı botulizm vakası bildirilmiştir. 1998 yılındaki tip A nörotoksini tespit edilen kırmızı etle hazırlanmış "*matambre"* yemeğinin tüketilmesi sonucu oluştuğu ifade edilmiştir (Rebagliati vd., 2009).

Türkiye'de, Dünya Sağlık Örgütü'nün 1996-1998 verilerine göre 446 botulizm vakasına bağlı 36 ölüm, Avrupa Birliği Komisyonu Sağlık ve Tüketiciler Genel Direktörlüğü'nün 1997-2006 verilerine göre ise toplam 121 botulizm vakasının meydana geldiği bildirilmiştir (WHO, 1999; EC, 2008).

4.1.2.2.Clostridium perfringens:

Hareketsiz olup, spor oluşturan çubuk şeklinde bir bakteridir. Tespit edilen dört ana tip ekzotoksini mevcuttur. Oluşturulma durumuna bağlı olarak *Cl. perfringens* suşları A, B, C, D, E olarak ayrılmış ve adlandırıl-

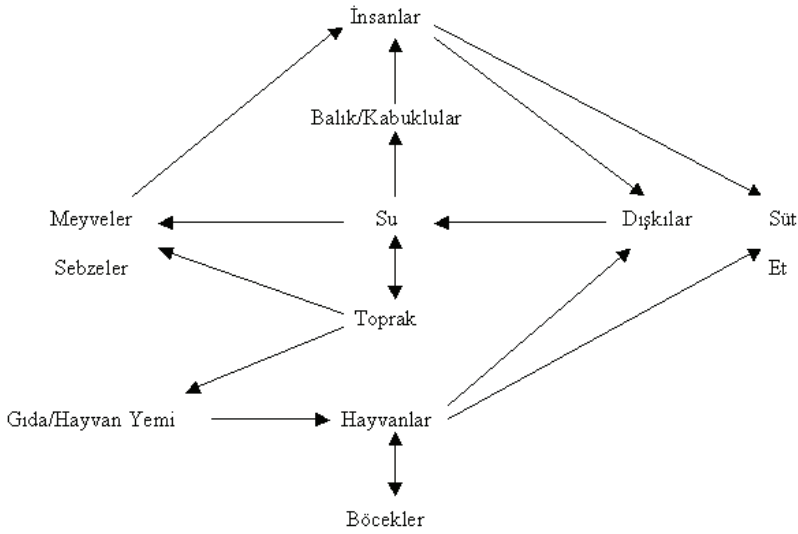
mıştır. Gıda zehirlenmelerine neden olan temel tip A'dır. Bütün A tipleri toksin oluşturmadığı gibi gıdalardan izole edilenler de bu özelliklerini laboratuvarda besiyerine transfer edilinceye kadar kaybetmektedir. Bazı durumlarda C tipinin de zehirlenmelere sebep olduğu bildirilmektedir (Karagözlü, 2010). Fekal kontaminasyon göstergesi olan *Cl. perfringens* sporları sedimentlerde ve toprakta canlılıklarını sürdürürler. Yabani ve evcil hayvanların ayrıca insanların bağırsaklarında bulunurlar (Erol, 2007).

Perfringens gıda zehirlenmesi olarak adlandırılan hastalığın etiyolojik ajanı *Cl. perfringens* enterotoksini olarak isimlendirilmiştir. Hastalığın sık belirtileri arasında karın krampları ve ishal ayrıca bünyesi zayıf bireylerde halsizlik görülmektedir. Hastalığın seyrinde kusma ve bulantı nadiren olup, yüksek ateşe rastlanmamaktadır. Diğer mikroorganizmaların toksinlerinden farklı olarak *Cl. perfringens* enterotoksinine normal koşullarda gıdalarda rastlanmamaktadır. Pişirme ve sıcaklık aralıklarının değişimine bağlı olarak hastalık gelişimi gerçekleşir. Pişirme ile vejetatif hücreler ve ısıya hassas sporlar inaktive olurlar. Ancak ısıya dayanıklı sporlar canlı kalıp, ısı ile aktive olurlar. Eğer sıcaklık 10-50 ^{o}C arasında tutulursa vejetatif hücreler de çoğalırlar. *Cl. perfringens*'in gastrointestinal hastalıklara neden olduğu 19. yüzyılın sonlarından beri bilinmektedir.

Gıda zehirlenmesi etmenleri arasında dünyada da en yaygın olan *Cl. perfringens* İngiltere'de 2. sırada ve Amerika Birleşik Devletleri'nde 3. sırada yer almaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda ortalama 10-20 salgın ve her salgında onlarca hatta yüzlerce vaka bildirilmektedir (Grass vd., 2013). Ülkemizde gıda zehirlenmeleri ve etkenlerinin çeşitliliği ile ilgili yeterli kayıt tutulmadığından gerekli sayısal veriler paylaşmak mümkün değildir. Fakat Türk tipi sucuklarda yapılan birçok araştırma neticesinde etkenin sıklıkla görüldüğü tespit edilmiştir (Halkman, 2013).

4.1.2.3. Listeria monocytogenes: Halk sağlığı açısından önemli bir patojen olup, buzdolabı sıcaklığında gelişebilen, geniş ölçüde çevreye yayılım gösteren ve birçok olumsuz koşul (kurutma, ısıtma, dondurma ve soğutma) altında bile canlılığını sürdürebilen psikrotrof bakteridir (Halkman, 2013).

Listeria cinsinin farklı türleri olmasına rağmen sadece *L. monocytogenes* türü insanlara patojendir. Listeria türleri antijenlerine göre 4 farklı serotipe ayrılmışlardır. En önemli patojenik suş 4b serotipi olarak tespit edilmiştir (Liu, 2006). Birçok omurgalı ve omurgasız hayvanlarda *L. monocytogenes* parazit olarak yaşamaktadır. Listeria'nın enfeksiyon döngüsü enfekte olmuş hayvanlardan etrafa (toprak, su) yayılması ve yine et ve süt hayvanlarına, balık ve kabuklulara geçmesine neden olmaktadır. Enfeksiyon döngüsü sürerken kontamine olmuş süt, et, sebze veya meyveden bakterinin insanlara geçişi (Şekil 4.2) gerçekleşmektedir (Dillon ve Patel, 1992).



Şekil 4.2. Listeria'nın enfeksiyon döngüsü (Dillon ve Patel, 1992)

L. monocytogenes et, su ürünleri, süt ürünleri ve çiğ sebzeler gibi çeşitli gıdalardan izole edilmiştir. *Listeria*'ların gelişebildiği ve infektif dozlara ulaşabildiği buzdolabı ısılarında uzun süre depolanan gıdalar en riskli grubu oluşturmaktadır (Rocourt vd., 2000). Kontamine gıda tüketildikten kısa süre (12 saat) sonra ateş, karın krampları, diyare, yorgunluk, baş ağrısı ve kusma ile gelişen gastrointestinal belirtiler ortaya çıkar. Enfektif doza ve hastanın durumuna bağlı olarak Listeriyal menenjit ve bakteriyemi gibi daha ciddi durumlar gelişebilmektedir (Koçan ve Halkman, 2006).

Ülkemizde Anadolu'nun farklı bölgelerindeki çiğ sütlerde % 18.2 oranında *L. monocytogenes* tespit edilmiştir. Epidemi şeklinde insan listeriozları görülmemiştir. Ancak, tüketime hazır gıdalarda ve çiğ sütte *L. monocytogenes*'in bulunduğu bildirilmektedir. Bunun yanısıra *L. monocytogenes, L. innocua* ve *L. welshimeri* tespit edilen ızgara balık ve tavuk, midye tava, kokoreç, donmuş inegöl köfte riskli tüketime hazır gıdalar arasında yer almaktadır (Tunail, 2000).

Listeria monocytogenes'in su ürünlerindeki varlığını taze ve işlenmiş ürünler olarak ele almak mümkündür. *Listeria* türleri ile kontamine olmuş deniz ve tatlısu kaynaklarından su ürünlerine ve onların da tüketimi yoluyla insanlara bulaştığı tespit edilmiştir. *Listeria* türleri deniz suyu örneklerinin %33'ünde, tatlı su örneklerinin %81'inde saptanmıştır. *L. monocytogenes*'in su örneklerinin %62'sinden izole edildiği bildirilmiştir. (Dillon ve Patel, 1992).

Amerika'da deniz ürünleri salatalarından *L. monocytogenes'*in gö-

rülme sıklığını % 4.7 olarak belirlemişlerdir (Gombas vd., 2003). Diğer bazı araştırmacılar, deniz ürünleri salatalarında patojenin kontaminasyon oranlarını İzlanda'da % 16 ve Belçika'da % 27 olarak saptamışlardır (Hartemink ve Georgsson, 1991; Uyttendaele vd., 1999). İspanya'da 40 adet taze midye örneğinin % 22.5'inde *Listeria spp.* ve % 7.5'inde *L. monocytogenes* kontaminasyonu tespit edilmiştir (De Simon vd., 1992). Hindistan'da yapılan bir araştırmada balık ve kabuklularda *L. monocytogenes* görülme sıklığını % 13.8 olarak rapor etmişlerdir (Jeyasekaran vd., 1996). Japonya'da çiğ balık, kabuklu ve balık yumurtasından oluşan örneklerin % 5'inde *L. monocytogenes* izole edilmiştir (Handa vd., 2005). Dumanlanmış somonlarla yapılan farklı çalışmalarda *L. monocytogenes'*in görülme sıklığı sırasıyla % 5.4, % 34-43 ve % 0-75 olarak bildirilmiştir (Inoue vd., 2000; Jørgersen ve Huss, 1998; Ben, 1994). Japonya'da yapılan bir çalışmada, 95 adet tüketime hazır deniz ürününden % 13'ü *L. monocytogenes* ile kontamine olduğu ve pozitif olan tüm örneklerin soğuk dumanlanmış balıklar (somon ve alabalık) olduğu ortaya konmuştur (Nakamura vd., 2004). Amerika Birleşik Devletleri'nde *L. monocytogenes* enfeksiyonu nedeniyle her yıl yaklaşık 2500 kişi hastalanmakta ve ortalama 500 kişinin ölümüne neden olduğu bildirilmektedir (Mead vd., 1999).

4.1.2.4.Bacillus cereus: Sporlu bakteri olup, sporları epitel hücrelere yapışıp, ardından çimlenerek, toksin üretebilir. Pişirme sıcaklığına dirençli olan sporlar gıdaların uygun koşullarda muhafaza edilmemesi sonucunda vejetatif forma geçerek toksin salgılarlar. Kontamine gıdaların tüketilmesi gıda zehirlenmesine yol açabilir. Ayrıca, sporlar temizlik ve sanitasyon işlemlerine de dayanıklı olup işlemede kullanılan alan ve ekipmanların yüzeyine tutunarak hastalığın oluşmasına sebep olabilirler (Aytaç ve Taban, 2010). *Bacillus cereus,* birisi protein olan enterotoksin diğeri ise peptit olan emetik toksin oluşturur. Enterotoksin, *Clostridium perfringens* gıda zehirlenmesine benzerlik gösteren *B. cereus* zehirlenmesini oluşturur. Semptonlar kusma, bulantı nadiren de diyare görülmektedir (Agata vd., 2002).

Sebze yemekleri, kümes hayvanları etleri, pişmiş pirinç, makarna, patates püresi, et ve süt ürünleri, çeşitli çorbalar, pudingler, baharat ve soslar *B. cereus* gıda zehirlenmesine aracı olan gıdalar arasında yer alırlar (Gibbs, 2002).

4.1.2.5.Staphylococcus aureus: Başta ısıl işlem olmak üzere mikroorganizmaların inaktive olmasına yönelik uygulamalara yüksek bir duyarlılık gösteren *S. aureus*, insanlarda hastalığa neden olan protein yapısında 5 tip toksin üretmektedir (Tükel ve Doğan, 2000).

S. aureus'un gıdaya bulaşmasındaki en önemli etken insan olup, aynı zamanda taşıyıcı olarak bu bakteriyi diğer insanlara ve gıdalara bulaştırırlar. Bakterinin birçok farklı ortamda bulunması ve kolaylıkla izole

edilebilmesi gıdaların kontaminasyonu için çok sayıda kaynağın bulunduğunu göstermektedir (Sutherland ve Varnam, 2002). Hijyenik koşullarda hazırlanmamış ve muhafaza edilmemiş, açıkta uzun süre bekletilen yiyecekler Staphylococcal gıda zehirlenmeleri açısından risk oluşturmaktadır. Genellikle protein ve nişasta içeriği yüksek gıdalarda gelişim gösteren *S. aureus* özellikle bu tip içeriğe sahip yiyeceklerde sıklıkla görülmektedir (Tükel ve Doğan, 2000). Staphylococcal gıda zehirlenmeleri, *S. aureus* tarafından sentezlenen ve sindirim sistemi üzerinde etkili olan gıdalarla birlikte vücuda alınarak ortaya çıkan gıda kaynaklı hastalıklardan birisidir (Kınık vd., 1998; Meyrand vd., 1999). Çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalar, gıda zehirlenme vakalarının yaklaşık 1/3'ünün enterotoksijenik *S. aureus*'lar ile kontamine gıdalardan kaynaklandığını bildirmektedir (Mutluer vd., 1993). *S. aureus* zehirlenme oranının Macaristan'da % 40, Amerika Birleşik Devletleri'nde % 45 ve Japonya'da % 25-30 olduğu tahmin edilmektedir (Nakazawa ve Hosono, 1992; Tükel ve Doğan, 2000).

5. SONUÇ

Tükettiğimiz su ürününün vücudumuza sağlayacağı faydalar ve zararlar o su ürününün üretim alanından başlayıp en son soframıza gelene kadar geçirdiği uzun zaman aralığında var olan ve korunan kalitesinin oranına bağlı olarak değişmektedir. Hem gıdaların hem de mikroorganizmaların çeşitliliği, araştırma alanının gıdada su ürünlerine mikroorganizma grubu içerisinde de bakteriler ile sınırlandırmamıza sebep olmuştur. Su ürünleri kaynaklı gıda zehirlenmelerindeki risk kaynağının insan faaliyetleri olduğu görülmektedir. En başta onların yaşam alanlarını özellikle fekal kontaminasyon ile kirletmek patojen bakterilere ilk giriş yolunu açmaktadır. Bu aşamadan sonra işlenmemiş olarak satın alınan su ürünü tüketicinin tüketim alışkanlığına bağlı olarak çiğ, az pişmiş ya da pişmiş olarak tüketilmektedir. Çiğ ya da az pişmiş mikrobiyolojik yükü var olan su ürünü tüketicinin sağlığını tehdit edebilen, patojen bakterinin çeşidine göre ölüme kadar neden olan gıda zehirlenmelerinin yaşanmasına sebep olduğu görülmüştür. Yeterince ve uygun pişirilmiş su ürünlerinde ise patojenin özelliğine bağlı olarak toksik etkisinin azaldığı veya tamamen ortadan kalktığı yapılan ısı kaynaklı işleme yöntemleri ile doğrulanmıştır.

Diğer taraftan kısmen işlenmiş veya tamamen tüketime hazır gıda haline dönüştürülen su ürünlerindeki riskler yakalama ve kültüre edilme anından itibaren artarak devam etmektedir. Çünkü, patojen karakterli mikrobiyolojik yüke sahip olan su ürünü işleme esnasında işleme metoduna göre değişen ortam şartlarına, personel hijyenine, gerçekleşebilecek çapraz kontaminasyona maruz kalmaktadır. Su ürünleri içerisinde en riskli grubu kabuklular (karides, istakoz, yengeç), yumuşakçalar (midye, istiridye, deniz tarakları ve deniz salyangozları) ve balıkların oluşturduğu tespit edilmiştir. Özellikle çiğ veya az pişmiş istiridye, midye ve deniz

tarağı gıda zehirlenmelerinde ilk sırayı almaktadır.

Su ürünleri kaynaklı gıda zehirlenmelerinin görülme sıklığının kontamine sulardan avlanmış veya işlenmesinin gerçekleşmiş olmasından meydana geldiği ifade edilebilir. Gıda kaynaklı zehirlenmelerin daha çok hijyenik ve teknolojik bakımından gelişmemiş, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde görülme sıklığı oranın yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizde ise gıda kaynaklı zehirlenmelerin çoğunun hastaneye intikal etmemesi ve zehirlenmeye sebep olan gıdanın çeşidinin tam olarak tespit edilerek kayıtlara geçirilmemesi su ürünleri kaynaklı gıda zehirlenmeleri hakkında yeterli bilgi vermemektedir.

KAYNAKLAR

Abeyta, Jr, C., Kaysner, C.A., Wekell, M.M., Sullivan, J.J., Stelma, G.N., 1986. Recovery of *A. hydrophila* from Oysters İmplicated in An Outbreak of Foodborne İllness, Journal of Food Protection, 49, 643-646.

Agata, N., Ohta, M., Yokoyama, K., 2002. Production of *Bacillus cereus* Emetic Toxin in Various Foods, Internatıonal Journal of Food Microbiology, 73, 23-27.

Alam, M.J., Tomochika, K.I., Miyoshi, S.I., Shinoda, S., 2002. Enviromental İnvestigation of Potentially Pathogenic *V. parahaemolyticus* in The Seto-Inland Sea, Japan, FEMS Microbiology Lett. 208, 83-87.

Ali, M., You, Y., Kim, Y., Sah, B., Maskery, B., Clemens, J., 2012. The Global Burden of Cholera, Bulletin World Health Organization, 90, 209-18A.

Alişarlı, M., 2013. Gıda Zehirlenmeleri ve Etken Faktörler. Uluslararası 2.Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, Sözlü Bildiriler, 7-10 Kasım 2013, Konya, Türkiye.

Aydın, N., 1988. Zoonozlar ve Halk Sağlığı Yönünden Önemleri. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 51 (3-4), 40-57.

Aytaç, S.A., Taban, B.M., 2010. Gıda Kaynaklı İntoksikasyonlar, Gıda Mikrobiyolojisi, Ed. Erkmen, O., Efil basımevi, Ankara, 552.

Bell, C., Kyriakides, A., 2002. Pathogenic *Escherichia coli*, Foodborne Pathogens; Hazard, Risk Analysis and Control Eds. CW Blacburn, McClure, P.J., Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England, 521.

Ben Embarek, P.K., 1994. Presence, Detection and Growth of *Listeria monocytogenes* in Seafoods, A Review, Internatıonal Journal Food Microbiology, 23, 17-34.

Bernoth, E.M., 1990. The Occurrence of Bacteria Pathogenic for Humans in Freshwater Fish, Dtsch. Tierärztl. Wschr, 97, 285-290.

Biosca, E.G., Marconoales, E., Amaro, C., Alcaıde, E., 1997. An Enzyme-Linked İmmunosorbent Assay for Detection of *Vibrio vulnificus* Biotype 2, Applied and Enviromental Microbiology, 63 (2), 537-542.

Boynukara, B., Gürtürk, K., İlhan, Z., Gülhan, T., Öğün, E., Ekin, İ.H., 1998. Van Gölünde Yaşayan *Chalcaburnus tarichii* Balıklarından İzole Edilen Hareketli *Aeromonas*'ların Görülme Sıklığı, Van Tıp Dergisi, 5, 239-242.

Cavallo, R.A., Stabili, L., 2002. Presence of Vibrios in Seawater and *Mytilus galloprovincialis* (Lam.) from The Mar Piccolo of Taranto(Ionian Sea), Water Research, 36, 3719-3726.

CDC, 1996. Center of Disease Control and Prevention, *V. vulnificus* İnfections Associated with Eating Raw Oysters, Morbidity and Mortality Weekly Reporter 45(29), 621-624.

CDC, 1998. Centers for Disease Control and Prevention. Outbreak of *Vibrio parahaemolyticus* İnfections Associated with Eating Raw Oyster-Pasific Northwest, 1997. Morbidity and Mortality Weekly Reporter 47, 457-462.

CDC, 2005. Center of Disease Control and Prevention, Vibrio İllnesses After Hurricane Katrina-Multiple States, Reporter 54, 928-931.

CDC, 2006. Centers for Disease Control and Prevention. *Vibrio parahaemolyticus* İnfections Associated with Consumption of Raw Shelfish-Three States, 2006. Morbidity and Mortality Weekly Reporter 55 (Dispatch), 1-2

CDC, 2009. Centers for Disease Control and Prevention, Botulism. Erişim Tarihi: 15.04.2022.

http://www.cdc.gov/nationalsurveillance/PDFs/Botulism_CSTE_2009.pdf

CDC, 2012. http://wwwn.cdc.gov/foodborneoutbreaks/Default.aspx, (2):176-194.

CDC, 2014a. Incidence and Trends of Infection with Pathogens Transmitted Commonly Through Food-Foodborne Diseases Active Surveillance Network, 10 U.S. Sites, 2006-2013, Morbidity and Mortality Weekly Reporter 63 (15), 328-332.

CDC, 2014b. Center of Disease Control and Prevention, Cholerae, *Vibrio cholerae* Infection, İllness & Symptoms.

CDC, 2015. Center of Disease Control and Prevention, Cholerae, *Vibrio cholerae* Infection, Diagnosis and Detection.

Çakır, İ., 2000. *Shigella spp.,* Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Genişletilmiş 2. Baskı, Sim Matbaası, Ankara, 522.

Çakır, F., Çolakoğlu, F.A., Berik, N., 2006. Su Ürünleri İşleyen ve Satan Yerlerde Çalışanların Sanitasyon Konusunda Bilgi Düzeyleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(1/3), 377-381.

Çolakoğlu, F.A., Sarmaşık, A., Köseoğlu, B., 2006. Occurance of *Vibrio spp*. and *Aeromonas spp*. in Shellfish Harvested of Dardanelles Cost of Turkey, Food Control, 17, 648-652.

Çöteli, F.T., 2021. Ürün Raporu Su Ürünleri 2021, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, TEPGE Yayın No: 338 ISBN: 978-605-7599-73-5,10.

Daniels, N.A., Mackinnon, L., Bishop, R., Altekruse, S., Ray, B., Hammond, R.M., Thompson, S., Wilson, S., Bean, N.H., Griffin, P.M., Slutsker, L., 2000a. *Vibrio parahaemolyticus* İnfections in the United States, 1973-1998. Journal İnfection Disease 181, 1661-1666.

Daniels, N.A., Ray, B., Easton, A., Marano, N., Kahn, E., Mcshan, A.L., Rosario, L.D., Baldwin, T., Kingsley, M.A., Puhr, N.D., Wells, J.G., Augulo, F.J., 2000b. Emergence of a New O3:K6 *Vibrio parahaemolyticus* Serotype in Raw Oysters. JAMA 284, 1541-1545.

De Simon, M., Tarrago, C., Ferrer, M., 1992. Incidence of *Listeria monocytogenes* in Fresh Foods in Barcelona (Spain), Internatıonal Journal of Food Microbiology, 16, 153-156.

Dillon, R., Patel, T., Ratman, S., 1992. Prevalence of Listeria in Smoked Fish, Journal Food Protection, 55, 866-870.

DOH, 2005. Food Poisoning in Taiwan, 1981-2003. Department of Health, Tawian. Erişim Tarihi:08.04.2022. http://food.doh.gov.tw/chinese/academic/academic2-1.htm

Donnenberg, M.S., Nataro, J.P., 2000. The Molecular Pathogenesis of *E. coli* Infections. In, Microbial Foodborne Diseases; Mechanism of Pathogenesis and Toxin Synthesis. Eds. JW Cary, J: Linz, D. Bhatnagar. Technomic Publishing Co Inc, Pennsylvania, USA, 550.

Doyle, M.P., Zhao, T., Meng, J., Zhao, S., 1997. *Escherichia coli* O157:H7. Food Microbiology; Fundamentals and Frontiers. Eds. MP Doyle, LR Beuchat, TJ Montville. American Society for Microbiology, Washington, USA, 768.

Durmaz, Y., Türk, N., 2009. Alabalık İşletmelerinden Hareketli Aeromonas'ların İzolasyonu ve Antibiyotiklere Duyarlıklarının Saptanması, Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 15, 357-361.

EC, 2008. European Commission, Health and Consumers Directorate-General, Indicators on Botulism, Directorate C-Public Health and Risk Assessment; C2-Health İnformation. Erişim Tarihi: 20.05.2022.

http://ec.europa.eu/health/ph_information/dissemination/echi/docs/botulism_en.pdf

Erol, İ., 2007. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi, Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti, Ankara, 392.

FAO/WHO, 2001. Food and Agriculture Organization/World Health Organization, Hazard İdentification, Exposure Assessment and Hazard Characterization of Vibrio spp. in Seafood.

FAO, 2004. Assessment and Management of Seafood Safety and Quality, FAO Fisheries Technical Paper 444, Rome.

FAO, 2020. Fish Stat Plus-Universal Software for Fishery Statistical Time Series,

http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en

FDA, 1994. Food and Drug Administration, Proposal to Establish Procedures for The Safe Processing and İmporting of Fish and Fishery Products, Proposed Rules, Federal Register, 59, 4142-4214.

FDA-CFSAN, 2003. U.S.Food & Drug Administration Center for Food Safety & Applied Nutrition, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook, *Vibrio vulnificus*. Erişim Tarihi: 28.04.2022.

http://www.vm.cfsan.fda.gov/~mow/chap10.html

Feldhusen, F., 2000. The Role of Seafood in Bacterial Foodborne Diseases. Microbes and Infection, 2, 1651–1660.

Fouz, B., Amaro, C., 2003. İsolation of A New Serovar of *Vibrio vulnificus* Pathogenic for Eels Cultured in Freshwater Farms, Aquaculture, 217, 677-682.

Fukushıma, H., Sekı, R., 2004. Ecology of *V. vulnificus* and *V. parahaemolyticus* in Brackish Enviroments of The Sada River in Shimane Prefecture, Japan, FENS Microbiology Ecology.

Gaffga, N.H., Tauxe, R.V., Mintz, E.D., 2007. Cholera A New Homeland in Africa, Journal Tropical Medicine Hygiene, 77, 705-713.

Galanis, E., Danilo, M.A., Wong, L.F., Patrick, M.E., Binsztein, N., Cieslik, A., 2006. Web-Based Surveillance and Global *Salmonella* Distribution, 2000-2002, Emerging and Infectious Diseases, 12, 381-387.

Galazka, A., Przybylska, A., 1999. A Surveillance of Foodborne Botulism in Poland, 1960-1998, Euro Surveilllance, 4, 69-72.

Gibbs, P., 2002. Characteristic of Spore-Forming Bacteria, Foodborne Pathogens, Hazard, Risk Analysis and Control, Eds. Blacburn, C.W., McClure, P.J., Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England, 521.

Gobat, P.F., Jemmi, T., 1993. Distribution of Mesophilic Aeromonas Species in Raw and Ready-to-Eat Fish and Meat Products in Switzerland, Journal Food Microbiology, 20, 117-120.

Gombas, D.E., Chen, Y., Clavero, R.S., Scott, V.N., 2003. Survey of *Listeria monocytogenes* in Ready-To-Eat Foods, Journal Food Protection, 66, 559-569.

Grass, J.E., Gould, L.H., Mahon, B.E., 2013.Epidemiology of Foodborne Disease Outbreaks Caused by *Clostridium perfringens*, United States, 1998-2010, Foodborne Pathogens and Disease, 10, 131-136.

Greig, J.D., Ravel, A., 2009. Analysis of Foodborne Outbreak Data Reported Internationally for Source Attribution, İnternational Journal of Food Microbiology, 130, 77-87.

Halkman, A.K., 2013. Gıda Mikrobiyolojisi II Ders Notları, Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.

Handa, S., Kimura, B., Takahashi, H., Koda, T., Hisa, K., Fuji, T., 2005. Incidence of *Listeria monocytogenes* in Raw Seafood Products in Japanese Retail Stores, Journal Food Protection, 68, 411-415.

Hanninen, M.L., Olivanen, P., Hirvela-Koski, V., 1997. Aeromonas Species in Fish, Fish Eggs, Shrimp and Freshwater, International Journal Food Microbiology, 34, 17-26.

Hansman, Y., Harf-Monteil, C., Monteil, H., Christmann, D., 2000. Collective Food Toxi-İnfection due to Aeromonas caviae, Medecine et Maladies Infectieuses, 30, 534-535.

Hartemink, R., Georgsson, G., 1991. Incidence of *Listeria* species in Seafood and Seafood Salads, Internatıonal Journal of Food Microbiology, 12, 189-195.

Hauschild, A.H.W., 1993. Epidemiology of Human Foodborne Botulism, In: Hauschild, A.H.W., Dodds, K.L.(Editors). *Clostridium botulinum*: Ecology and Control in Foods, Marcel Dekker Inc., New York, 68-104.

Hudson, J.A., 2004. Aeromonas Species, In Encyclopedia of Meat Sciences, 830-835.

Huss, H.H., Gram, L., 2004. Assessment and Management of Seafood Safety and Quality, FAO Fisheries Technical Paper 444, Biological Hazards, Pathogenic Bacteria, 35.

IDSC, 1999a. İnfections Disease Surveillance Center. *Vibrio parahaemolyticus*, Japan, 1996-1998. İnfectious Agents Surveillance Report, Volume 20, No.7 (No.233), Ministry of Health Labour and Welfare, Japan.

IDSC, 1999b. Japan Infectious Disease Surveillance Center. Erişim Tarihi: 17.04.2022.

http://idsc.nih.go.jp/iasr/21/241/tpc241.htm/

Inoue, S., Nakama, A., Arai, Y., Kokubo, Y., Maruyama, T., Saito, A., Yoshida, T., Teroa, M., Yamamoto, S., Kumagai, S., 2000. Prevalence and Contamination Levels of *Listeria monocytogenes* in Retail Foods in Japan, Internatıonal Journal of Food Microbiology, 59, 73-77.

Iwamoto, M., Ayers, T., Mahon, B. E., & Swerdlow, D. L., 2010. Epidemiology of seafood associated infections in the United States. Clinical Microbiology Reviews, 23, 399-411.

İşleyici, Ö., Sancak, Y.C., 2009. Gıdalarda Hareketli *Aeromonas*'lardan Kaynaklanan Sağlık Riskleri, Yüzüncüyıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 20, 69-74.

Janda, M.J., Abbott, S.L., 2010. The Genus Aeromonas: Taxonomy, Pathogenicity and İnfection, Clinical Microbiology Reviews, 23, 35-73.

Jay, S., Diane, D., Dundas, M., Frankish, E., Lightfoot, D., 2003. *Salmonella*, Foodborne Microorganisms of Public Health Significance (6 th Edition), Waterloo, NSW, Australia: Australian Institute of Food Science and Technology, 207-266.

Jay, J.M., Loessner, M.J., Golden, D.A., 2005. Foodborne Gastroenteritis Caused by Vibrio, Yersinia and Camplobacter Species, İn Modern Food Microbiology, Springer Science, 657-678.

Jeyasekaran, G., Karunasagar, I., 1996. Incidence of *Listera spp.* in Tropical Fish, Internatıonal Journal Food Microbiology, 31, 333-340.

Jim, M., Grant, K.A., Little, C.L., 2006. Foodborne Botulism in The United Kingdom, Journal Public Health, 28, 337-342.

Jorgersen, L.V., Huss, H.H., 1998. Prevalence and Growth of Listeria monocytogenes in Naturally Contaminated Seafood, Internatıonal Journal of Food Microbiology, 42, 127-131.

Karagözlü, N., 2010. Gıda Kaynaklı Toksikoenfeksiyonlar, Gıda Mikrobiyolojisi, Editör, Erkmen, O., Eflatun Basım Dağıtım Yayıncılık, Ankara, 552.

Kaysner, C.A., 2000. Vibrio species. In: Lund, B.M., Baird-Parker, T.C & Gould, G.W (eds). The Microbiological Safety and Quality of Food, Volume 2, Apsen Publishers, Gaithersburg MP, 1336-1362.

Kınık, Ö., Gönç, S., Akalın, S., 1998. Çiğ Sütte Patojen Mikroorganizmalar, Uluslararası Sütçülük Federasyonu Yayını, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:527, İzmir, 284.

Kirov, S.M., 2003. Foodborne Microorganisms of Public Health Significance , Eds. Alisa, D., Hocking, Australian Institute of Food Science and Technology 6 th Edition, New South Wales, Australia.

Kocatepe, D., Erkoyuncu, İ., Turan, H., 2013. Su Ürünleri Kaynaklı Patojen Mikroorganizmalar ve Zehirlenmeler. Yunus Araştırma Bülteni, (3),47-56.

Koçan, D., Halkman, A.K., 2006. *Listeria monocytogenes* & Listeriozis, Gıda, 31 (3),131-140.

Levine, W.C., Griffin, P.M., 1993. Vibrio İnfections on The Gulf Coast: Results of First Year of Regional Surveillance. Journal İInfectionn Disease 167, 479-483.

Lipp, E.K., Rose, J.B., 1997. The Role Science Technology of Seafood in Foodborne Diseases in The United States of Amerika, Review Science Technology, 16, 620-640.

Liu, X., Chen, Y., Wang, X., Ji, R., 2004. Foodborne Disease Qutbreaks in China from 1992 to 2001 National Foodborne Disease Surveillance System. J. Hygiene Res. 33, 725-727.

Liu, D., 2006. Identification, Subtyping and Virulence Determination of *Listeria monocytogenes*, An İmportant Foodborne Pathogen, Journal of Medical Microbiology, 55, 645-659.

Lozano-León, A., Torres, J., Osorio, C.R., Martinez-Urtaza, J., 2003. İdentification of tdh-positive *Vibrio parahaemolyticus* from an Outbreak Associated with Raw Oyster Consumption in Spain. FEMS Microbiology Lett. 226, 281-284.

Lunestad, B.T., Borlaug, K., 2009. Persistence of *Salmonella enterica* Serovar Agona in Oil for Fish Feed Production, Journal of Aquaculture Feed Science and Nutrition, 1, 73-77.

Mansfield, L.S., Abner, S.R., 2000. Molecular MechanismGoverning Campylobacter Pathogenicity, International Microbiology Foodborne Diseases, Mechanism of Pathogenesis and Toxin Synthesis, Eds. Carry, J.W., Linz, J., Bhatnagar, D., Technomic Publishing, Pennsylvania, USA, 550.

McCarter, L., 1999. The Multiple İdentities of *Vibrio parahaemolyticus*, J. Mol. Microbiology Biotechnology, 51-57.

Mead, P.S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L.F., Bresee, J.S., Shapiro, C., Griffin, P.M., Tauxe, R.V., 1999. Food-Related İllness and Death in The United States, Emerging İnfection Disease, 5, 607-625.

Meyrand, A., Atrache, V., Bavai, C., Montet, M.P., Vernozy-Rozand, C., 1999. Evaluation of An Alternative Extraction Procedure for Enterotoxin Determination in Dairy Products, The Society for Applied Microbiology, 28, 411-415.

Molenda, J.R., Johnson, W.G., Fishbein, M., Wentz, B., Mehlman, I.J., Dadisman, Jr., T.A., 1972. *Vibrio parahaemolyticus* Gastroenteritis in Maryland: Laboratory Aspects, Application Microbiology 24, 444-448.

Molero, X., Bartolomė, R.M.,Vinuesa, T., Guarner, L., Accarino, A., Casellas, F., Garcia, R., 1989. Acute Gastroenteritis Due to *Vibrio parahaemolyticus* in Spain: Presentation of 8 Cases, Med. Clin. 92, 1-4.

Monteil, H., Harf-Monteil, C., 1997. Les İnfections A Aeromonas, Presse Medicale, 26, 1790-1798.

Murray, P.R., 1999. Manual of Clinical Microbiology (7th Edition), Washington, D.C. ASM Press (Chapter 28).

Mutluer, B., Kaymaz, Ş., Erol, İ., Akgün, S., 1993. Enterotoksijenik *Staphylococcus aureus* Suşlarının Beyaz Peynirde Üretim ve Olgunlaşma Sırasındaki Üreme ve Enterotoksin Oluşturma Yetenekleri, Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 40 (3), 413-426.

Nachamkim, I., 1997. *Campylobacter jejuni*, Food Microbiology, Fundamentals and Frontiers, Eds. Doyle, M.P., Beuchat, L.R., Montvelli T.J., American Society for Microbiology, Washington, USA, 768.

Nakaruma , H., Hatanaka, M., Ochi, K., Nagao, M., Ogasawara, J., Hase, A., Kitase, T., Haruki, K., Nishikawa, Y., 2004. *Listreia monocytogenes* İsolated from Cold-Smoked Fish Products in Osaka City, Japan, Internatıonal Journal Food of Microbiology, 94, 323-328.

Nakazawa, Y., Hosono, A., 1992. Functions of Fermented Milk, Elsevier Science Published Ltd., Newyork, 245.

Nedoluha, P.C., Westhoff, D., 1995. Microbiological Analysis of Striped Bass (*Morone saxatilis*) Grown in Flow-Through Tanks, Journal Food Protection, 58, 1363-1368.

Newton, A.E., Heiman, K.E., Schmitz, A., Torok, T., Apostolou, A., Hanson, H., Gounder, P., Bohm, S., Kurkjian, K., Parsons, M., Talkington, D., Stroika, S., Madoff, L.C., Elson, F., Sweat, D., Cantu, V., Akwari, O., Mahon, B.E., Mintz, E.D., 2011. Cholera in United States Associated with Epidemic in Hispaniola, Emerging İnfectious Diseases, 17, 2166-8.

NZFSA, 2001. New Zealand Food Safety Authority, Microbial Pathogen Data Sheets: Vibrio vulnificus. Erişim Tarihi: 28.04.2022.

http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/Vibrio_Vulnificus Science_Research.pdf

Oguma, K., Fujinaga, Y., Inoue, K., Yokota, K., 2000. Mechanism of Pathogenesis and Toxin Synthesis in *Clostridium botulinum*, In, Microbial Foodborne Diseases; Mechanism of Pathogenesis and Toxin Synthesis, Eds. Cary, E.W., Linz, J., Bhatnagar, D., Technomic Publishing Co Inc, USA, 550.

Oliver, J.D., Kaper, J.B., 1997. Vibrio species in Food Microbiology, Fundamentals and Frontiers, ASM Press, Washington DC, USA, 228-264.

Onderdonk, A.B., Allen, S.D., 1995. Clostridium, In, "Manual of Clinical Microbiology", 6 th Ed. In Chief Murray, P.R.,ASM Press, Washington D.C., 1482.

Ottaviani, D., Santarelli, S., Bacchiocci, S., Masini, L., Bacchiocci, I., 2006. Occurance and Charecterization of *Aeromonas spp*. in Mussels from Adriatic Sea, Food Microbiology, 23, 418-422.

Özkaya, F.D.,Cömert, M., 2008. Gıda Zehirlenmelerinde Etken Faktörler. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 65(3),149-158.

Rebagliati, V., Philippi, R., Tornese, M., 2009. Foodborne Botulism in Argentina, Journal Development Countries, 3, 250-254.

Reilly, A., Käferstein, F., 1997. Food Safety Hazards and The Application of The Principles of Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System for Their Control in Aquaculture Production, Aquac. Res. 28, 735-752.

Reilly P.J.A., 1998. Emerging Food Safety İssues and The Seafood Sector, 26th Session of The Asia Fisheries Commission, 24–30th Sept. 1998, Beijiing, China, 1998.

Rippey, S.R., 1994. Infectious Diseases Associated with Molluscan Shellfish Consumption, Clinical Microbiology Review, 7, 419-425.

Robert-Pillot, A., Guėnolė, A., Lense, J., Delesmont, R., Furnier, J.M., Quilici, M.L., 2004. Occurrence of The tdh and trh Genes in *Vibrio parahaemolyticus* İsolates from Waters and Raw Shelfish Collected in Two French Coastal Areas and from Seafood İmported into France. Journal Food Microbiology, 91, 319-325.

Rocourt, J., Jacquet, C:H., Reilly, A., 2000. Epidemiology of Human Listeriosis and Seafoods, International Journal of Food Microbiology, 62, 197-209.

Ryan, E.T., 2011. Haiti in The Context of The Current Global Cholera Pandemic, Emerging İnfectious Diseases 17(11), 2175-2176.

Sack, D.A., Sack, R.B., Nair, G.B & Siddique, A.K., 2004. Cholera, Lancet 363, 223-233.

Sağlam, Y.S., Işık, N., Arslan, A., Erer, H., 2006. Erzurum Bölgesinde Gökkuşağı Alabalıklarından (*Oncorhnychus mykiss*, W.1792) *Aeromonas hydrophila* ve *Yersinia ruckeri* İzolasyonu ve Patolojik İncelemeler, Atatürk Üniversitesi, Veterinerlik Bilimleri Dergisi, 1, 6-10.

Scallan, E., Hoekstra, R.M., Angulo, F.J., Tauxe, R.V., Widdowson, M.A., Roy, S.L., Jones, J.L., Griffin, P.M., 2011. Foodborne İllness Acquired in The United States Major Pathogens, Emerging Infection Diseases, 17(1), 7-15.

Shao-wu, L., Di, W., Hong-bai, L., Tong-yan, L., 2013. Moleculer Typing of *Aeromonas hydrophila* İsolated from Common Carp in Northeast China, J.NE Agriculture University, 20, 30-36.

Smith, D.C., Schmutz, P.H., Hoyle, E.H., 2001. Clemson University Public Services Activities, *Vibrio vulnificus*. Erişim Tarihi: 28.04.2022.

http://www.hgic.clemson.edu/factsheets/HGIC3663.htm

Sobel, J., Tucker, N., Sulka, A., McLauchlin, J., Maslanka, S., 2004. Foodborne Botulinum the United States, 1990-2000, Emerging Infection Disease,10, 1606-1611.

Sorry, M.P., Cornelis, G.R., 2000. Virulence Determinants of The Bacterial Pathogen *Y. Enterocolitica*, International Microbial Foodborne Diseases, Mechanism of Pathogenesis and Toxin Synthesis, Eds. Carry, J.W., Linz, J., Bhatnagar, D., Technomic Publishing, Pennsylvania, USA, 550.

Strom, M.S., Paranjpye, R.N., 2000. Epidomology and Pathogenesis of *V. vulnificus*, Microbes and İnfection 2, 177-188.

Su, Y.C., Liu, C., 2007. *Vibrio parahaemolyticus*: A Concern of Seafood Safety, Food Microbiology, 24, 549-558.

Sumner, J., Ross, T., 2002. A Semi-Quantitative Seafood Safety Risk Assessment, İnternational Journal of Food Microbiology, 77, 55-59.

Sutherland, J., Varnam, A., 2002. Enterotoxin-Producing *Stapylococcus, Shigella, Yersinia, Vibrio, Aeromonas* and *Plesiomonas*. Foodborne Pathogens, Hazard, Risk Analysis and Control, Eds. Blacburn, C.W., McClure, P.J., Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England, 521.

Şengör, G., Erkan, N., 2002. Su Ürünleri Kaynaklı Gıdaların İnsan Beslenmesindeki Yeri ve Önemi.Standart Dergisi, 44(484), 70- 74.

Tarr, P.I., 1995. *Escherichia coli* O157:H7: Clinical, Diagnostic and Epidemiological Aspects of Human İnfection, Clinical Infectious Diseases, 20, 1-8.

Tıson, D.L., Nıshıbuchı, M., Greenwood, J.D., Seıdler, R.J., 1982. *V. vulnificus* Biogroup 2: New Biogroup Pathogenic for Eels, Applied and Enviromental Microbiology, 44, 640.

Tsai, G.J., Chen, T.H., 1996. Incidence and Toxigenicity of *Aeromonas hydrophila* in Seafood , Journal Food Microbiology, 31, 121-131.

Tunail, N., 2000. Mikrobiyal Enfeksiyonlar ve İntoksikasyonlar, Gıda Mikrobiyoloji ve Uygulamaları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Genişletilmiş 2. Baskı, Sim Matbaası, Ankara, 522.

TÜİK, 2012. https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109

Tükel, Ç., Doğan, H.B., 2000. *Staphylococcus aureus*, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Sim Matbaacılık, Ankara, 357-366.

Uyttendaele, M., De Troy, P., Debevere, J., 1999. Indicence of *Listeria monocytogenes* in Different Types of Meat Products on the Belgian Retail Market, Internatıonal Journal of Food Microbiology, 53, 75-80.

Varma, J.K., Katsitadze, G., Moiscrafishvili, M., 2004. Foodborne Botulism in The Republic of Georgia, Emerging Infection Disease, 10, 1601-1605.

Vivekanandhan, G., Savithamani, K., Hatha, A.A.M., Laksmanaperumalsamy, P., 2002. Antibiotic Resistance of *Aeromonas hydrophila* İsolated from Marketed Fish and Pawn of South India, Journal Food Microbiology, 76, 165-168.

Wan Norhana, M.N., Poole, S.E., Deeth, H.C., Dykes, G.A., 2010. Prevalence, Persistence and Control of *Salmonella* and *Listeria* in Shrimp and Shrimp products, A Review, Food Control, 21, 343-361.

Weber, J.T., Hibbs, R.G., Darwish, A., 1993. A Massive Outbreak of Type E Botulism Associated with Traditional Salted Fish in Cairo, Journal Infection Disease, 167, 451-454.

Wenneras, C., Sansonetti, P., 2000. Shigella Infectious: Epidemiology, Pathogenesis and Host Immune Response, International Microbial Foodborne Diseases, Mechanism of Pathogenesis and Toxin Synthesis, Eds. Carry, J.W., Linz, J., Bhatnagar, D., Technomic Publishing, Pennsylvania, USA, 550.

WHO, 1997. Food safety and foodborne diseases. World Health Statistics Quarterly, Volume 50.

WHO, 1999. World Health Organisation, Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Intoxications in Europa. Erişim Tarihi: 21.03.2022.

http://www.bfr.bund.de/internet/7threport/7threp_fr.htm

Wilson, I.G., Moore, J.E., 1996. Presence of Salmonella spp. and Campylobacter spp. in Shellfish, Epidemiology Infection, 116, 147-153.

Wright, A.C., Powell, J.L., Tanner, M.K., Ensor, L.A., Karpas, A.B., Morris, J.G., Sztein, M.B., 1999. Differential Expression of *V. vulnificus* Capsular Polysaccharide, İnfection and İmmunity, 67, 2250-2257.

Yeung, P.S., Boor, K.J., 2004. Epidemiology, Pathogenesis and Prevetion of Foodborne *Vibrio parahaemolyticus* İnfections, Foodborne Pathogenic Disease 1, 74-88.

Zorba, N.N., 2010. Gıda Kaynaklı Mikrobiyal Hastalıklar, Gıda Mikrobiyolojisi, Efil Yayınevi,127-130

BÖLÜM 7

HAYVANCILIK İŞLETMELERİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ FARKINDALIKLARI: ÇANAKKALE İLİ ÖRNEĞİ

Onur Gültakın[1]

Bengü Everest[2]

1 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Çanakkale, ogultakin@gmail.com https://orcid.org/0000-0001-7711-2519

2 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale, beverest@comu.edu.tr https://orcid.org/0000-0003-4301-9337

GİRİŞ

İnsan uygarlığının varoluşunun ilk anlarından beri barınma, yeme-içme, giyinme, güvenlik gibi hayatını sürdürmesi için gerekli olan temel ihtiyaçları vardır (Özüşen ve Yıldız, 2012). Her canlı temel fonksiyonlarını ve varlığını devam ettirebilmesi için bir enerji kaynağına ihtiyaç duyar. Temel ihtiyaçlardan en önemlisi olan yeme-içme ihtiyacı insanların gereksinim duyduğu enerjiyi temin etmelerini sağlar. İnsanların tarih sahnesine çıktıkları ilk zamandan itibaren tarım devrimine kadar yaşamak için enerji ve kaynakları sadece doğa kaynaklarını depolama, toplama ve tüketme yollarıyla karşılamışlardır. Tarım öncesi insanların gereksinim duyduklarında doğal kaynaklara erişimi, doğanın sürekli bir değişkenlik içerisinde olması ve yerleşik bir yaşam tarzının olmamasından dolayı her zaman kesintisiz ve sürekli şekilde gerçekleşememiştir.

Dünya'da gerçekleşen Son Buzul Çağı, günümüzden yaklaşık 74-12 bin yıl arasında geçen dönemi ifade etmektedir. Buzul Çağı'nın içindeki en şiddetli buzullaşma dönemi günümüzden yaklaşık 15 bin yıl öncesinde gerçekleşmiştir (Explanatory note of Maps of the World Environments, 1999). Yaşanan Buzul Çağı'nın etkisini yitirmesi, hava sıcaklığının artış göstermesi; yeryüzü, kıyı şeritleri, tatlı su kaynaklarının dağılımı ve dolayısıyla bitkilerle canlıların yaşam alanlarının değişmesine sebep olmuştur. Günümüzden 9000 yıl önce arpa, yabani buğday, mercimek gibi taneli bitkiler ekilmeye başlanmış keçi ve koyun başta olmak üzere diğer hayvanlar evcilleştirilmiştir (Atalay, 2005).

Tarım devrimi sonrasında insanlar yaşamaları için gereken gıda ürünlerine ve temel enerjilere nispeten daha kolay erişebilmiştir (Özdemir, 2004). İnsan uygarlığının tarımsal üretim yaparak elde ettiği kaynaklar ve enerjiler besin temininde bir miktar güven oluşturmuş, doğal kaynaklardan beslenmek için yapılan keşif işlerine harcanan zaman ve emek büyük ölçüde azalmıştır. Tarım devriminden sonra yerleşik hayata geçiş başlamış, tarım alanlarının çevresinde toplanan nüfus ilk köyleri ve daha sonraları artarak kasabaları oluşturmuştur (Güngör, 1998).

Tarım devrimi ardından yaşamak için gerek duyulan kaynaklara genellikle tarım devrimi öncesine göre daha düzenli erişimi olan insanlık çağ atlamış, tarım işlerinin ardından kalan fazladan vakitlerde düşünceler, bilim ve sanat alanlarında eserler ortaya çıkarmışlardır. Biriken kültürel öğeler ve karşılaşılan sorunlara yönelik çözüm arayışları bilimsel düşünceleri ve bilimsel gelişmeleri ortaya çıkarmıştır. Bilim alanlarında gerçekleşen gelişmeler sanayi devriminin gerçekleşmesini sağlamıştır. Sanayi devriminin gerçekleşmesi ise insan uygarlığını tarım devriminin sağladığı enerji ve kaynaklardan daha fazlasını aramaya itmiştir (Akbulut, 2008).

Tarım devrimiyle sanayi devriminin arasındaki dönemde kas kuvveti üretimde kullanılan temel enerji kaynağı olmuştur. Bu dönemde pek de kalabalık olmayan insanların kullandığı temel ve ilkel aletler kas kuvveti ile üretimi gerçekleştirmişlerdir. Sanayi devrimiyle ısı enerjisinin makinalarla kullanımı sonucu üretim hızla artmış ve insan uygarlığı daha fazla üretim için daha fazla ısı elde etmek amacıyla enerji ihtiyacını büyük oranda fosil enerjilerden karşılama yoluna gitmiştir.

Fosil yakıtların kullanımının artması ile beşerî ve doğal çevre önemli şekilde etkilenmiştir. Fosil enerji kaynakları aynı zamanda küresel ısınmanın sebeplerinden biridir. Küresel ısınma ile ilişkili olarak ortaya çıkan makro ve mikro alanlarda gerçekleşen iklimsel değişimler tarımsal üretimi de önemli derecede etkilemektedir. İklimdeki değişikliklerin hayvanların yaşam alanlarına zarar vermektedir. Dünyanın oluşumu ile insanların tarih sahnesinde ortaya çıkışına kadar, dünyanın coğrafi özellikleri birkaç kez değişim göstermiştir. Bu değişimlere bağlı olarak dünyamızın ikliminde de önemli büyüklüklerde değişimler meydana gelmiştir. Doğal etmenlere bağlı olan bu değişikliklere, 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren, insan etkilerinin de katkısı olduğu kesindir (Öztürk, 2002).

Başta kutup bölgeleri olmak üzere pek çok ülkenin kıyı şeridini etkileyen küresel ısınmaya bağlı olarak buzulların erimesi fosil enerji kaynaklarının kullanımının devam etmesi ile müdahale edilemez bir noktaya gelmektedir. Atmosferdeki karbondioksit oranı fosil yakıtların kullanımı ile paralel artış göstermektedir. 1750 yılında atmosferde 280 ppm (parts per million, milyonda bir birim) civarında yer alan CO_2 2005 yılında 380 ppm, 2019 yılında ise 410 ppm miktarına ulaşmıştır (Lindsey, 2020).

1950 yılından itibaren daha da yoğun oranda insanlar, ihtiyaçlarını; gıda, temiz su, kereste, lif ve yakıt gidermek adına dünya ekosistemini hızlı ve yoğun bir şekilde değiştirmiştir (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Yaşanan bu değişiklikler arasında öne çıkanlar; dünya ikliminde meydana gelen sıcaklıkların ve yağışların göstermiş olduğu değişimlerdir.

Günümüzde gerçekleştirilen bilimsel projeksiyonlarda iklimin değişkenlik göstermeye devam edeceği, gelecek yıllarda gezegenimizi önemini artırarak doğrudan etkilemeye devam edeceği, yakın gelecekte gezegenin genel sıcaklığında artış ve yağış biçimlerinde değişimlerle karşı karşıya kalacağı tespit edilmiştir (Boko et al., 2018; Sillmann et al., 2017).

İklim değişikliği sonucunda dünya su döngüsünün değişikliklere ve kesintilere uğraması, kış kar örtüsünün alanı ve hacminin daralması, deniz ve okyanus su düzeylerinin yükseliş göstermesi, uzun aralarla gelen yıkıcı fırtına ve doğa olayların daha sık gerçekleşmesi, toprak kuraklığı, karasal bölgelerdeki çölleşme, tarım zararlılarının ve salgın hastalıkların artması

gibi küresel çapta ekolojik sistemleri, sosyoekonomik sektörleri ve insan uygarlığını doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyecek dikkate alınması gereken sonuçlara neden olacağı beklenmektedir (Anonim, 2007).

İklim değişikliğinin Türkiye'yi aşırı kuraklık, çölleşme, erozyon, geniş alanlarda orman yangınları, su kaynaklarının güvenliği konularında olumsuz etkileyeceği ve bu olayların gerçekleşmesine bağlı olarak yüksek sıcaklıklardan dolayı can kayıpları, virüs hastalıkları ve ekolojik bozulmalar gibi insan yaşamını olumsuz yönde etkileyeceği konusunda tespitler ve çalışmalar yapılmıştır (Anonim, 2007). İklim değişikliğinin en çok etkilediği sektörler; balıkçılık, dış ticaret, finans-sigortacılık, iklimlendirme, inşaat, lojistik, ormancılık, tarım, turizm, sağlıktır (Bayraç ve Doğan, 2016).

İklim değişikliğinin etkilerinin doğrudan görüldüğü tarım sektörü büyük oranda doğaya bağlı olarak gerçekleştirilir. Teknoloji ve imkanların gelişmesi bile bu özelliğini değiştirmeyecektir. İklimde görülen değişikliklerin oluşturdukları etkiler sebebiyle üretimde gerçekleşecek değişimler başta yerel olmak üzere ulusal ve uluslararası ekonomiyi etkileyecektir (Bayraç ve Doğan, 2016).

İklim değişikliği sebepleri ve oluşturmuş olduğu etkiler itibarıyla küresel bir problem haline gelmiştir. Bu kapsamda iklim değişikliği ile ortaya konulacak olan mücadelede küresel iş birliğinin kurulması, insanlar ve devletler tarafından desteklenmesi hem ulusal hem yerel bağlamda üreticilerden tüketicilere ortaya konulan politika eylemlerinin başarılı olmasında genel toplum bilincinin yüksek olması ve özellikle hayvansal üretim yapan tarımsal işletmecilerinin bilincinin yüksek olması büyük önem taşımaktadır (Ding ve diğerleri, 2011).

Tarım sektörü hayvancılık faaliyetleri başta olmak üzere tarım topraklarının işlenmesi, gübre kullanımı ve tarımsal atıkların imha edilmesi süreçleri ile sera gazı salınımına sebep olmaktadır (FAO, 2021). Tarım sektörü iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenmesinin yanı sıra aynı zamanda iklim değişikliğine de sebep olmaktadır. Tarımsal faaliyet için toprağın işlenmesi, gübrelenmesi, ilaçlanması, yetiştirilen hayvanların bilinçsizce otlatılması yolu ile bitki örtüsünün tahribi, yetiştirilen hayvanların organik atıkların ortaya çıkması karbon emisyonuna olumsuz yönde katkıda bulunmaktadır (Bayraç ve Doğan, 2016).

Bu bilgiler ışığında iklim değişikliğinde rol oynayan ve iklim değişikliğinin etkilediği sektör olan tarım sektörünün önemli paydaşları olan hayvansal üretim yapan tarımsal işletmelerin işletmecilerinin iklim değişikliği hakkındaki genel bilgi düzeylerinin ve farkındalıklarının yüksek olması iklim değişikliği ile mücadelede büyük önem taşımaktadır. Ger-

çekleştirilen bu çalışma Çanakkale ilinin Biga ilçesinde hayvancılık işletmelerinin en fazla olduğu Örtülüce köyünde gerçekleştirilmiştir. Yapılan anket çalışması ile hayvancılık işletmelerinin iklim değişikliği konusundaki farkındalıkları incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çanakkale ilinin Biga ilçesinde bulunan Örtülüce köyü Çanakkale ilinde hayvancılık işletme sayısının en fazla olduğu köydür. Örtülüce Köyü'nde 233 adet hayvancılık yapan tarım işletmesi vardır (Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021). Gayeli olarak seçilen Örtülüce köyündeki hayvancılık işletmeleri araştırmanın popülasyonunu oluşturmuştur ve söz konusu popülasyonun örnek hacmi aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir (Newbold, 1995). Örnek hacmi belirlenirken %95 güven aralığı 0.05 hata payı çalışılmış ve örnek hacmi 146 olarak bulunmuştur.

$$n = \frac{N * p * q}{(N-1) * \sigma^2 p + p * q}$$

$$n = \frac{233(0.5)(0.5)}{(233-1)\cdot(0.02551)^2+(0.5)\cdot(0.5)} =$$

$$\frac{58,25}{0.40} = 145,62$$

~ 146

n = Örneğe çıkan hayvansal üretim yapan işletme sayısı

N = Ana kitle büyüklüğü

p = Ana kitle oranı

Verilerin değerlendirilmesinde sayı, yüzde ve tanıtıcı istatistikler ile likert ölçekli sorulardan yararlanılmıştır.

BULGULAR

Hayvansal Üretim Yapan Çiftçilerin Sosyo-Ekonomik Özellikleri

Araştırma kapsamında görüşülen hayvansal üretim yapan çiftçilerin ortalama yaşı 44, eğitim seviyeleri ağırlıklı olarak ilkokul (%49,3)'dur. Üniversite düzeyinde eğitim görmüş olan 23 çiftçi (%15,8) bulunurken sadece okur yazar olan 3 tane çiftçi bulunmaktadır. Genel tarımsal deneyim ortalaması 24 yıl olan çiftçilerin %78,8'si son üç yılda tarımla ilgili bir toplantıya katılmıştır. Çiftçilerin %84,2'si bilgiye ulaşmada internet-

ten faydalanırken çiftçilerin 117'si (%80,1) traktör sahibidir. Çiftçilerin %55,5'inin tarım dışı bir mesleği bulunmaktadır. Tarım dışı geliri olmayan çiftçilerin oranı %81'5 iken çiftçilerin %83,6'sının yıllık tarımsal gelirleri 0 ila 50.000 TL arasındadır (Çizelge 1).

Çizelge 1 Sosyo-Ekonomik Özellikler

Özellikler	Sayı	Oran (%)
Yaş Seviyesi (Yıl)		
≤44	70	47,9
>44	76	52,1
Min:18, Mak:68, Ortalama:43,54, S. Sapma:12,4		
Eğitim Durumu		
Okuryazar	3	2,1
İlkokul	72	49,3
Ortaokul	22	15,1
Lise	26	17,8
Üniversite	23	15,8
Genel Tarımsal Deneyim (Yıl)		
≤23	72	49,3
>23	74	50,7
Min:2, Mak:50, Ort:23,53, S. Sapma:12,84		
Son 3 Yıl İçinde Tarımsal Bir Toplantıya Katılım Durumu		
Katılan	115	78,8
Katılmayan	31	21,2
Bilgiye Ulaşmada İnternet Kullanma		
Kullanan	123	84,2
Kullanmayan	23	15,8
Tarım Dışı Meslek durumu		
Tarım Dışı Mesleği Var	81	55,5
Tarım Dışı Mesleği Yok	65	44,5
Tarım Dışı Gelir Durumu		
Tarım Dışı Geliri Var	119	81,5
Tarım Dışı Geliri Yok	27	18,5
Yıllık Tarımsal Gelir (TL)		
0 ila 10000	30	20,5
10000 ile 20000	23	15,8
20000 ile 30000	26	17,8
30000 ile 40000	24	16,4
40000 ile 50000	19	13,0
50000 ile 100000	12	8,2
100000 ile 150000	10	6,8
150000 ile 200000	2	1,4
Traktör sahipliği		
Traktör var	117	80,1
Traktör yok	29	19,9

Çalışma kapsamında görüşülen hayvansal üretim yapan çiftçilerin %79,45'i sadece büyükbaş hayvan beslerken, çiftçilerin sadece %13,7'sinin küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yaptığı tespit edilmiştir. Aynı anda karma biçimde büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yapan 10 çiftçi ise %6,85 oranındadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. İşletme tipleri

İşletme tipi	Sayı	Oran
Büyükbaş (B)	116	79,45
Küçükbaş (K)	20	13,7
B+K	10	6,85
Toplam	146	100,0

Çiftliklerinde büyükbaş hayvan yetiştiren çiftçilerde ortalama olarak 19 adet büyükbaş hayvan mevcuttur. Toplamda 126 adet olan çiftçilerden %59,5'inin 19 adet veya daha az sayıda hayvana sahip olduğu görülmektedir. (Çizelge 3).

Çizelge 3. Büyükbaş hayvan varlığı

Hayvan sayısı (baş)	Sayı	Oran
≤19	75	59,5
>19	51	40,5
Min:3, Mak:77, Ort:18,95, S. Sapma:15,72, Toplam:126		

Hayvansal Üretim yapan çiftçilerin 28'i küçükbaş hayvan sahiptir. Çiftçilerin %25'i 65ten fazla sayıda küçükbaş hayvan yetiştirirken %75'i 65 ve daha az sayıda küçükbaş hayvan yetiştirmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Küçükbaş hayvan varlığı

Hayvan sayısı (baş)	Sayı	Oran
≤65	21	75
>65	7	25
Min:7, Mak:250, Ort:61,50, S. Sapma:64,63, Top:28		

Hayvansal Üretim Yapan Çiftçilerin İklim Değişikliği Farkındalıkları

Hayvansal üretim yapan çiftçilerin iklim değişikliği farkındalık seviyelerini tespit etmek için çiftçilerin iklim değişikliğine yönelik düşünceleri sorulmuş ve genel bilgi düzeyleri araştırılmıştır. Hayvansal üretim yapan çiftçilerimize iklim değişikliği denildiğinde verilen kavramlardan ilk aklınıza gelen hangisidir? sorusuna çiftçilerin %41,1'i mevsimlerin değişmesi, %30,1'i kuraklık, %16,4 küresel ısınma, %6,22si yağış rejiminde değişme, %4,8'i hava kirliliği, %0,7'si karbon salınımı, %0,7'si doğal afetler kavramlarını belirtmişlerdir (Çizelge 5).

Çizelge 5. İklim değişikliği denildiğinde ilk akla gelen ifadeler

İfadeler	Sayı	Oran (%)
Doğal Afetler	1	0,7
Karbon Salınımı	1	0,7
Hava Kirliliği	7	4,8
Yağış Rejiminde Değişme	9	6,2
Küresel Isınma	24	16,4
Kuraklık	44	30,1
Mevsimlerin Değişmesi	60	41,1
Toplam	146	100,0

Çalışma kapsamında çiftçilere iklim değişikliğinden endişelenme durumları sorulmuştu. Buna göre çiftçilerin %75,32'i iklim değişikliğinden endişe etmezken, %24,7 iklim değişikliğinden endişe etmektedir (Çizelge 6). Bu konuda gerçekleştirilmiş başka bir çalışmada elde edilen verilere göre meyve üreticilerinin %88,17'si iklim değişikliğinden endişelenmektedir. İki araştırma birbirleri ile karşılaştırıldığında meyve üreticilerinin hayvansal üretim yapan çiftçilere göre daha fazla oranda iklim değişikliğinden endişelendiği sonucuna ulaşılır (Özşahin ve Everest, 2021).

Çizelge 6 İklim değişikliği sizi endişelendiriyor mu?

Kriter	Sayı	Oran (%)
Evet	110	75,3
Hayır	36	24,7
Toplam	146	100,0

Çiftçilerin %71,2'si iklim değişikliği konusunda bir toplantı ve/veya seminere katılmamışken, çiftçilerin %28,8'i iklim değişikliği konusunda bir toplantı ve/veya seminere katılmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 7. İklim değişikliği konusunda bir toplantı ve/veya seminere katılma durumu

Kriter	Sayı	Oran (%)
Evet	42	28,8
Hayır	104	71,2
Toplam	146	100,0

Hayvansal üretim yapan çiftçilerin %68,5'i İklim değişikliği konusunda eğitim almak istemekteyken %31,5'i ise iklim değişikliği konusunda eğitim almak istememektedir (Çizelge 8).

Çizelge 8. İklim değişikliği konusunda eğitim almak isteği

Kriter	Sayı	Oran (%)
Evet	100	68,5
Hayır	46	31,5
Toplam	146	100,0

Çiftçilerin sadece %2,7'si bulundukları bölgede iklim değişikliği olmadığını ifade ederken, çiftçilerin büyük çoğunluğu %97,3'ü bulundukları bölgede iklim değişikliği olduğunu ifade etmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Bulunduğunuz yörede iklim değişikliği yaşanıyor mu?

Kriter	Sayı	Oran (%)
Evet	142	97,3
Hayır	4	2,7
Toplam	146	100,0

Çiftçilerin son 5 yılda karşılaştıkları doğa olayları sorulduğunda çiftçilerin %92,5'i son 5 yıl içinde kuraklık yaşamışken, çiftçilerin %81,5'i yüksek sıcaklıkla karşılaşmıştır. Çiftçilerin %52,1'i fırtına olayları ile karşı karşıya kalmışken doludan etkilenenlerin oranı %41,1'dir, çiftçilerin %38,4'ü yüksek nemle karşılaşmışken don olayı ile karşılaşanların oranı ise %19,9'dur. Çiftçilerden %7,5'i sel ve %6,2'i son 5 yılda aşırı yağışla karşılaşmıştır (Çizelge 10).

Bu konuda gerçekleştirilmiş başka bir çalışmada elde edilen verilere göre Trakya'daki süt üreticileri geçtiğimiz on yıl içerisinde %90,5 oranında yüksek sıcaklık ile karşılaşmıştır. Araştırma birbirleri ile karşılaştırıldığında Trakya'daki süt üreticileri, hayvansal üretim yapan çiftçileri ile geçtiğimiz yıllarda benzer oranda yüksek sıcaklıkla karşılaşmış olduğu sonucuna ulaşılır (Koç ve Uzmay, 2021).

Çizelge 10. Son beş yılda karşılaşılan doğa olayları

Kriterler	Sayı	Oran (%)
Son 5 yılda Kuraklık		
Evet	135	92,5
Hayır	11	7,5
Toplam	146	100,0
Son 5 yılda Yüksek Sıcaklık		
Evet	119	81,5
Hayır	27	18,5
Toplam	146	100,0
Son 5 yılda Fırtına Olayları		
Evet	76	52,1
Hayır	70	47,9

Toplam	146	100,0
Son 5 yılda Dolu olayları		
Evet	60	41,1
Hayır	86	58,9
Toplam	146	100,0
Son 5 yılda Yüksek Nem		
Evet	56	38,4
Hayır	90	61,6
Toplam	146	100,0
Son 5 yılda Don Olayları		
Evet	29	19,9
Hayır	117	80,1
Toplam	146	100,0
Son 5 yılda Sel Olayları		
Evet	11	7,5
Hayır	135	92,5
Toplam	146	100,0
Son 5 yılda Aşırı Yağış Olayları		
Evet	9	6,2
Hayır	137	93,8
Toplam	146	100,0

Çiftçilerin iklim değişikliğine sebep olan etmenler hakkındaki bilgi düzeyleri Çizelge 11'de gösterilmektedir. Çiftçiler iklim değişikliğine en çok sanayileşmenin neden olduğunu ifade etmişlerdir. Bunu sırasıyla kimyasal ilaç kullanımı, kimyasal gübre kullanımı, kentleşme, tarımsal atıklar, ağaç kesme, anız yakma, araç kullanma, aşırı sulama, uçak yolculuğu, et tüketimi ve hayvancılık faaliyeti takip etmektedir (Çizelge 11).

Çiftçilerin hayvancılık faaliyetlerinin ve et tüketiminin iklim değişikliğine en az sebep olan iki faktör olarak ifade etmesi, tarım faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan sera gazı emisyonlarının dağılımı incelediğinde enterik fermantasyonun %47'lik oranla tarımdaki en önemli emisyon kaynağı olması bu görüşle çelişmektedir (FAO, 2022).

Çizelge 11. İklim değişikliğine neden olan faktörler

Kriterler	En az	En çok	Ortalama	Standart Sapma	Sıralama
Ağaç Kesme	1,0	5,0	4,01	1,382	6
Anız Yakma	1,0	5,0	3,64	1,379	7
Araç Kullanma	1,0	5,0	3,43	1,571	8
Aşırı Sulama	1,0	5,0	2,73	1,587	9
Et Tüketimi	1,0	5,0	1,57	1,170	11
Hayvancılık Faaliyeti	1,0	5,0	1,48	1,164	12
Kentleşme	1,0	5,0	4,61	0,985	4
Kimyasal Gübre Kullanımı	1,0	5,0	4,76	0,688	3
Kimyasal İlaç Kullanımı	1,0	5,0	4,77	0,655	2

Sanayileşme	1,0	5,0	4,87	0,542	1
Tarımsal Atıklar	1,0	5,0	4,22	1,123	5
Uçak Yolculuğu	1,0	5,0	2,50	1,325	10

(1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Orta düzeyde katılıyorum, 4: Katılıyorum 5: Kesinlikle katılıyorum).

Çiftçilerin belirtilen iklim değişikliği ile mücadele yöntemlerine yönelik düşünceleri Çizelge 12'de gösterilmektedir. Çiftçiler iklim değişikliği ile mücadelede en etkili olan uygulamanın basınçlı sulama sistemleri için teşvik verilmesi olduğunu ifade etmiştir. Bunu sırası ile düşük yakıt tüketimli tarımsal makinelerin kullanılması için teşvik verilmesi, çevre dostu girdilere destek verilmesi, çeşit/ürün değişikliğine teşvik verilmesi, iklim değişikliği için sigorta oluşturulması, iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik yayım desteği verilmesi ve meraların korunması ve rasyon eğitimi verilmesi takip etmektedir (Çizelge 12).

Çizelge 12. İklim değişikliği ile mücadelede yapılması gereken uygulamalar

Mücadele yöntemleri	En az	En çok	Ortalama	Standart Sapma	Sıralama
Basınçlı sulama sistemleri için teşvik verilmeli	1,0	5,0	4,79	0,714	1
İklim değişikliği ile mücadeleye yönelik yayım desteği verilmeli	1,0	5,0	3,49	1,491	6
Düşük yakıt tüketimli tarımsal makinelerin kullanılması için teşvik verilmeli	1,0	5,0	4,76	0,717	2
Çevre dostu girdilere destek verilmeli	1,0	5,0	4,66	0,689	3
Çeşit/Ürün değişikliğine teşvik verilmeli	1,0	5,0	4,60	0,834	4
İklim değişikliği için sigorta oluşturulmalı	1,0	5,0	3,79	1,345	5
Meraların korunması ve rasyon eğitimi verilmeli	1,0	5,0	3,21	1,652	7

(1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Orta düzeyde katılıyorum, 4: Katılıyorum 5: Kesinlikle katılıyorum).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hayvancılık yapan çiftçilerin sosyo-ekonomik özellikleri ile iklim değişikliği farkındalıklarının tespit edildiği bu çalışmadan şu çıkarımlar ve öneriler elde edilmiştir. Çanakkale ili Biga ilçesinde hayvansal üretim yapan çiftçiler ortalama olarak tarımda 24 yıl tecrübeye sahip, ağırlıklı olarak ilkokul mezunu, büyük oranda orta yaş seviyesindedir. Küçükbaş hayvancılık yapanların hayvan varlıklarının ortalama 65 baş olduğu ve büyükbaş hayvancılık yapanların ortalama hayvan varlıklarının 19 baş olduğu görülmüştür.

İklim değişikliği denilince çiftçilerin aklına en çok mevsimlerin değişmesi gelmektedir. Bunu daha sonra kuraklık kavramı takip etmektedir.

Çiftçilerin nerdeyse tamamı bulundukları bölgede iklimlerin değiştiğini ifade etmektedir. Ayrıca çiftçilerin önemli bir bölümü iklim değişikliğinden endişelenmektedir.

Çiftçilerin önemli bir kısmı iklim değişikliği konusunda bir toplantı ve/veya seminere katılmamışken, iklim değişikliği konusunda eğitim almak isteyenlerin oranı yüksektir. Dolayısıyla çiftçilerin iklim değişikliği konusunda duyarlı oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır.

İklim değişikliği konusunda çalışma bölgesindeki çiftçilere eğitimlerin verilmesi ile çiftçilerin bilinç düzeyleri artacak ve çiftçilerin iklim değişikliği ile mücadele yöntemlerine adaptasyonlarını kolaylaşacaktır. Bu bağlamda ilgili kamu kurum kuruluşları, üniversite ve sivil toplum kuruluşları iş birliği yapabilir. Çiftçilere iklim değişikliğinin etkileri ve iklim değişikliği ile mücadele hakkında eğitimler ve yayım çalışmaları yapılabilir.

Not: Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKÇA

Akbulut, G. (2008). Küresel Değişimler Bağlamında Dünya Enerji Kaynakları, Sorunlar ve Türkiye. C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi. Cilt: 32 No:1 117-137.

Anonim 2007b. Çevre Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 9.Kalkınma Planı 2007-2013. 123s., Ankara

Atalay, İ. (2005). Kuvaterner'deki İklim Değişmelerinin Türkiye Doğal Ortamı Üzerindeki Etkileri. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, 121-128.

Bayraç, H. N., & Doğan, E. (2016). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 11(1), 23-48.

Boko, M., Niang, I., Nyong, A., Vogel, A., Githeko, A., Medany, M., ... & Yanda, P. Z. (2018). Africa Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Contribution of Working Group Iı to The Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change.

Ding, D., Maibach, E.W., Zhao, X., Roser-Renouf, C. & Leiserowitz, A. (2011). Support For Climate Policy and Societal Action Are Linked to Perceptions About Scientific Agreement. Nature Climate Change, 1(9), 462- 466.

Ecosystem Millennium Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-Being. Washington, P.137. https://www.millenniumassessment.org/en/index.html (Erişim Tarihi: 03.06.2022).

Food And Agriculture Organization of The United Nations, 2022. Climate Change Emissions Data's https://www.fao.org/faostat/en/#data (Erişim Tarihi: 03.06.2022).

Güngör, A. (1998). Neolitik Dönemde Beslenmenin İnsan Morfolojisine Yansımaları. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 38(1-2), 367-379.

Koç, G., and Uzmay, A. (2021). Determinants Of Dairy Farmers' Likelihood of Climate Change Adaptation İn The Thrace Region of Turkey. Environment, Development and Sustainability, 1-22.

Maps of The World Environment During the Last Two Climatic Extremes, Explanatory Notes, 1999, Co Publication: Commission for The Geological Map of The World 77, Rue Claude-Bernard, 75005 Paris, France, Agence Nationale Pour La Gestion Des Dechets Radioactifs Parc De La Croix-Blanche 1/7 Rue Jean-Monnet, 92298 Chatenay-Malabry Cedex, France.

Murdock, H. E., Gibb, D., André, T., Appavou, F., Brown, A., Epp, B., ..., Sawin, J. L. (2019) Renewables 2019 Global Status Report., International Energy Agency, Renewables.

Özdemir, M. A. (2004). İklim Değişmeleri ve Uygarlık Üzerindeki Yansımalarına İlişkin Bazı Örnekler. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6 (2), 173-192.

Özşahin, R. Ve Everest, B. (2021). Meyve Üreticilerinin İklim Değişikliği Bilinçleri Çanakkale İli Lapseki İlçesi Örneği, International Global Climate Change Congress, Çanakkale, Türkiye, 238.

Özüşen, B., & Yıldız, Z. (2012). Buzul Çağı'ndan İlk Çağ'a Tüketimin Tarihi. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 4(7), 1-16.

Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1).

Ploetz, R., Rusdianasari, R., & Eviliana, E. (2016). Renewable Energy: Advantages and Disadvantages. In Proceeding Forum İn Research, Science, and Technology (FIRST) Politeknik Negeri Sriwijaya.Sriwijaya.

R. Lindsey. "Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide." 14 August 2020. Available: Https://Www.Climate.Gov/News-Features/Understanding-Climate/Climate-Changeatmospheric-Carbon-Dioxide.

Sillmann, J., Thorarinsdottir, T., Keenlyside, N., Schaller, N., Alexander, L. V., Hegerl, G., ... & Zwiers, F. W. (2017). Understanding, modeling and predicting weather and climate extremes: Challenges and opportunities. Weather and climate extremes, 18, 65-74.

BÖLÜM 8

AKUAPONİK SİSTEMLERDE SU KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Arda ÖZEN[1]

Nuray ÇİÇEK[2]

1 Dr. Öğretim Üyesi Arda ÖZEN, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ardaozen@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-5315-8424

2 Dr. Öğretim Üyesi Nuray ÇİÇEK, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, nuraycicek3b@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-5044-5276

GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2050 yılı itibarı ile %20 ile %30 arasında artacağı ve nüfusun 7,7 milyardan 10,2 milyara çıkacağı ve küresel ölçekte gıda ihtiyacının ve talebinin %60 artacağı öngörülmektedir (Harris, 2001; Alexandratos & Bruinsma, 2012; Calone et al., 2019). Birçok ülke ekonomik ve fiziksel su kıtlığıyla karşı karşıya kalmakta ve bu da insanların beslenmesinde önemli bir sorun ve büyük bir yetersizliğe yol açmaktadır (WWAP, 2012).

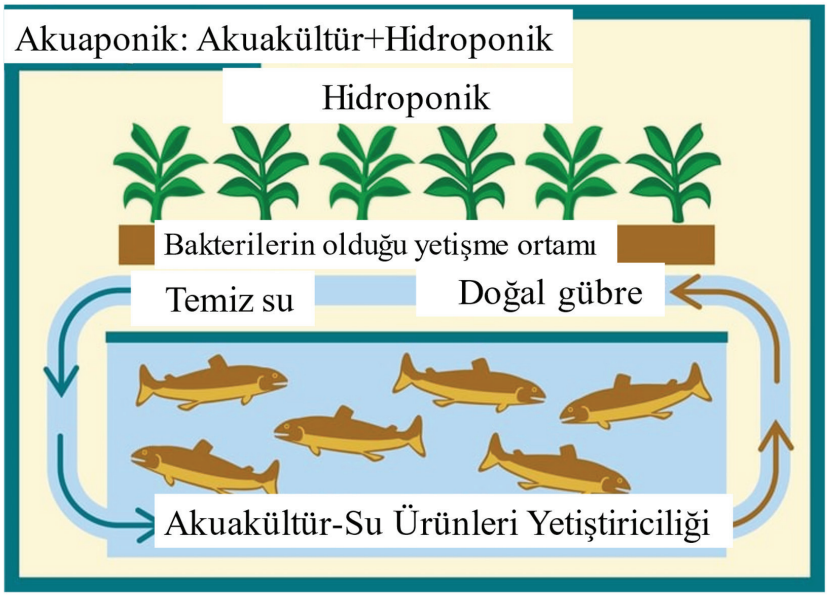
Ortalama olarak, küresel tarım mevcut tatlı su kaynakların yaklaşık %70'ini kullanmaktadır ve Orta Doğu ve Kuzey Afrika gibi kurak iklim bölgelerinde, tarımsal su tüketimi %90'a kadar çıkabilmektedir (FAO, 2005). Geleneksel tarım yöntemleri ile üretimde aşırı ilaç ve gübre kullanımı hem çevre hem de insan sağlığı üzerinde olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Ayrıca azalan su kaynaklarına rağmen ihtiyaç duyulan suyun fazla olması ve mevcut su kaynaklarının çoğunun tarımsal sulamada kullanılması da önemli sorunlara sebep olmaktadır. Azalan tarım alanları, kirlenen su kaynakları, artan nüfus, iklim değişikliği gibi sebeplerle bu talebin karşılanması daha zor hale gelmiş ve bu durumu çözmek için daha çevreci, sürdürülebilir, mevcut kaynakları koruyan ve ekonomik çözüm arayışları başlamıştır.

Yine başka bir önemli gıda kaynağı ise su ürünleri yetiştiriciliğidir. Aşırı avcılık ve su kaynaklarındaki bozulmaya bağlı olarak su ürünleri yetiştiriciliğine olan ilgi artmıştır (Krivograd Klemenčič & Griessler Bulc, 2014). Günümüzde su ürünleri yetiştiriciliği (suda yaşayan organizmaların doğal veya kontrollü deniz veya tatlı su ortamlarında yetiştirilmesi) protein ve temel mikro besin kaynağı olan ve insanlar tarafından tüketilebilir olan sucul canlıların %50'sinden fazlasını karşılamaktadır (FAO, 2018). Ayrıca iklim değişikliği ve nüfus artışı bağlamında su ürünleri yetiştiriciliği, gıda güvenliği, istihdam ve ekonomik kalkınma adına önemli bir rol oynamaktadır. Geleneksel balık çiftlikleri çıkış suyunda balıklar için kullanılan kimyasalları içermesi ve besin tuzları bakımından zengin olması nedeni ile çevre için olumsuz etkiler oluşturabilmektedir (De Stefani et al., 2011; Konnerup et al., 2011). Bu nedenle tarımsal üretimde olduğu gibi su ürünleri yetiştiriciliği için de daha çevreci, sürdürülebilir ve ekonomik çözüm arayışları başlamış ve su ürünleri sektöründe kullanılan suyun korunması için önlemlerin alınmasına gerek duyulmuştur.

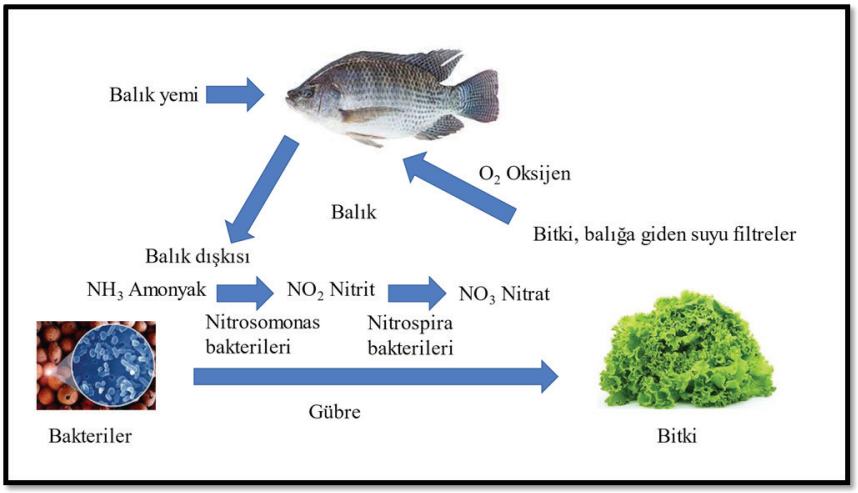
Akuaponik sistemler bu arayışların bir sonucu olarak günümüzde dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Akuaponik sistemler geleneksel su ürünleri yetiştiriciliği ile topraksız tarım/ bitkilerin su ve besin eriyikleri ile beslenmesine dayanan hidroponik sistemin birleşmesine dayanmaktadır (Love et al., 2015). Akuaponik terimi de akuakültür ve

hidroponik kelimelerinin birleşiminden meydana gelmiştir (Şekil 1). Akuaponik sistemlerin temel döngüsü ve bileşenleri Şekil 2'de gösterilmiştir.

Kökeni antik çağlara kadar dayansa da modern anlamda akuaponik sistemlerin kullanımı ve literatüre girmesi 1970 yılında gerçekleşmiştir (Yegül ve Eminoğlu, 2020). Sonraki yıllarda farklı bitki ve balık çeşitleri, farklı tasarımlar ve farklı deneysel protokoller ile 1980'lere kadar akuaponik sistemlerin geliştirilmesi için çalışmalar devam etmiştir. McMurtry et al. (1993, 1997) tarafından 1986 yılında ilk kapalı sistem akuaponik sistemi geliştirilerek çakıl yataklarında domates ve tilapia balıkları birlikte yetiştirildi (Şekil 3). Daha sonra 1990'lı yılların sonlarında ise akuaponik sistemler ile üretilen bitki ve balıklar ticari olarak yetiştirilmeye ve satılmaya başlanmıştır.



Şekil 1: *Akuaponik sistemlerde akuakültür ve hidroponik kısımlar*



Şekil 2. *Akuaponik sistemlerin temel döngüsü ve bileşenleri*

Günümüzde farklı bitki ve su ürünleri türleri akuaponik sistemler ile yetiştirilebilmektedir (Tablo 1). Balık türleri içerisinde tilapia ve bitkiler içerisinde ise marul en çok yetiştirilen türlerdir. Ürün seçiminde bitki ve balıkların ihtiyaçlarının ve yetişme ortamlarının birbiri ile uyumlu olmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 3. *1970 yılındaki ilk modern akuaponik sistem*

Tablo1. Akuaponik sistemler ile yetiştirilebilen su ürünleri ve bitki türleri

Su ürünleri türleri	Bitki türleri
Tatlı Su Çipurası Sazan Yayın Balığı Pervane Balığı Japon Balığı Lepistes Tilapia Levrek Alabalık Somon Morina Koi Karides Kerevit Su kaplumbağası	Marul, Domates, Brokoli, Karnabahar, Biber, Salatalık, Fesleğen, Kişniş otu, Maydanoz, Frenk Soğanı, Sarımsak, Havuç, Limon otu, Nane, Dere Otu, Su teresi, Roka, Hindiba, Lahana, Ispanak, Nane, Fasulye, Bezelye, Kabak, Ananas, Çilek, Nar, Yaban Mersini, Mandalina, Greyfurt, Misket limonu, Muz, Karpuz, Kavun.

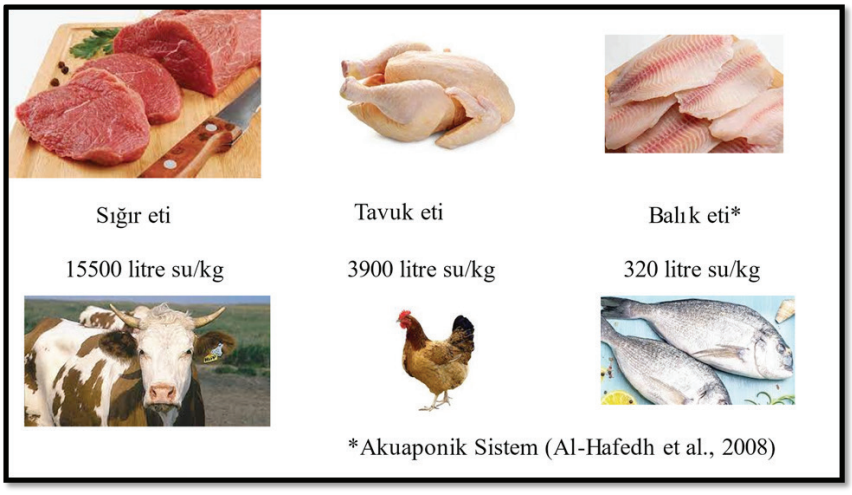
Akuaponik sistemlerin önemi sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliği için günden güne artmaktadır (Calone et al., 2019). Bu bağlamda su tüketimini azaltmak için sirkülasyonlu su ürünleri sistemleri (RAS) günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. RAS sistemleri daha az alanda, daha fazla balık yetiştirilebilmesini ve daha az su kullanılmasını sağlamaktadır (Lastiri et al., 2016). Akuaponik sistemler, hidroponik sistemler ile RAS sistemlerin entegrasyonu olarak tanımlanabilir (Forchino et al., 2017). Sirkülasyonlu su ürünleri sistemlerinde balık tanklarından gelen ve bitkinin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini içeren atık su mahsul yetiştirmek için geri kazanılır ve balık tanklarına temizlenerek geri döner ve su tasarrufu sağlanmış olur (Rakocy, 2012). Balık atığı üretimi ve bitkilerin besin alımı arasında uygun bir denge sağlandığında, günlük su tüketimi azalabilir ve sadece evapotranspirasyon ile oluşan kayıpların yerine konması yeterli olabilir (Timmons & Ebeling, 2007).

Geleneksel hidroponik sistemler, bitkilere gerekli besinleri sağlamak için kimyasal gübrelere ihtiyaç duyarlar, ancak akuaponik sistemler, bitki büyümesi için besin maddesi olarak balık atığı açısından zengin balık yetiştiriciliği atık sularını kullanır (Goddek et al., 2015). Bu nedenle, nitrifikasyon bakterileri ile ilişkili bitkiler balık kültüründen atık besinlerin birikmesini kontrol ederek çözünmüş azot ve fosforu uzaklaştırmak için doğal bir filtre sağlar (Al-Hafedh et al., 2008).

Dünya'da tatlı su kaynaklarının büyük bir kısmı tarımda sulama amaçlı kullanılmaktadır. Bu nedenle kuraklıktan etkilenen birçok ülke, tarımda kullanılan suyun bir kısmını diğer ihtiyaç sahibi sektörlere yeniden tahsis ederek su tüketim uygulamalarını yeniden değerlendirmektedir. Su kulla-

nım maliyetlerini azalttığı için çoğu üretici akuaponik ile üretim yoluna gitmektedir. Yapılan araştırmalar akuaponik yöntemlerin geleneksel tarım yöntemlerine göre %90 daha az su kullandığını göstermiştir (Kargın ve Bilgüven, 2018). Özellikle sıcak mevsimlerde, suyu hızlı bir şekilde emen toprağın aksine, akuaponik için kullanılan su, balık tanklarından bitki yataklarına sürekli olarak yeniden sirküle edilir. Bu süreçte, su ayrıca bitki yatakları tarafından filtrelenir ve balıklar için uygun hale gelir, böylece verimli su kullanımı için bir çözüm sağlanır.

Akuaponik sistemlerde atık suların çevreye deşarjı azalacağından ve tarımsal üretim için ilaç ve gübre kullanımı olmayacağından akuaponik, olumsuz çevresel etkilerin en aza indirilmesini ve geleneksel tarım yöntemlerine göre daha az çevresel ayak izi bırakılmasını sağlar (Graber & Junge, 2009; Delaide et al., 2017; EU, 2018). Şekil 4'te farklı ürünlerin su ayak izleri gösterilmiştir ve RAS sistemleri en az su ayak izine sahiptir (Joyce et al., 2019).



Şekil 4. *Farklı hayvanların üretimlerinde kg başına kullanılan su miktarları (Joyce et al., 2019'dan uyarlanmıştır).*

Akuaponik sistemlerde su kullanımı ve su kaybı

Akuaponik sistemlerin kritik bileşenlerinden biri sudur. Gerekli besinleri balık atıklarından yetiştirme yataklarına taşıyarak bitki büyümesini kolaylaştırmaya yardımcı olur. Sistemin kurulumunda, akuaponik için ilk su gereksinimleri oldukça büyüktür, ancak devir daim süreci boyunca, uzun vadede geleneksel yetiştiriciliğe göre daha az su tüketir. Bunun yanı sıra, minimum su kaybı vardır, bu nedenle yetiştiricilerin her hafta sadece biraz daha su eklemeleri gerekir.

Delaide et al. (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, başlangıçta sistemi doldurmak için 2673 litre su kullanmış ve evapotranspirasyon ile olan su kaybını karşılamak için günlük 97 litre su eklemiştir. Günlük eklenen su miktarı (%3,6), geleneksel RAS sistemlerden az (%5-%20) ancak akuaponik için öngörülen değerler (%0,5-%10) arasındadır (Rakocy et al., 2006; Timmons & Ebeling, 2007; Love et al., 2015).

Bir diğer çalışmada ise sistemdeki suyun günlük olarak sadece %1,4'ü yenilenmiş ve 1 kg balık için 320 litre su harcandığı rapor edilmiştir (Al-Hafedh et al., 2008). Bu çalışmada ayrıca sistemde kullanılan suyun %98 oranında sirküle olduğu da belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise akuaponikte iki ürünün ayrı ayrı sistemlerde yetiştirilmesinden daha az su kullandığı rapor edilmiştir (Love et al., 2015).

Yapılan başka bir çalışmada ise tilapia ve domates aynı sistemde birlikte başarılı bir şekilde yetiştirilmiştir (Lastiri et al., 2016). Bu çalışma ayrıca bitkilerin yaz aylarında balık tanklarından gelen sudan daha fazla yararlandıklarını göstermiştir.

Bu sonuçlar akuaponik sistemlerin suyu etkin, tasarruflu ve az kullanan sistemler olduğunu desteklemektedir.

Akuaponik sistemlerde balık stok sayısının artması ya da aynı alanda daha yoğun bitki ekimi yapılması da su tüketimini arttıran diğer önemli etkenlerdir.

Sirkule edilen su içerisinde alg gelişimi olması halinde sistemdeki borularda tıkanma söz konusudur ve böylece su tüketimi artmaktadır (Krivograd Klemenčič & Griessler Bulc, 2014). Ayrıca aşırı alg gelişimi sirkule edilen suda pH dalgalanmalarına neden olmakta ve bu da hem bitki hem de balık için sorun oluşturmaktadır (Şekil 5).

Su kullanımında daha verimli olmasına rağmen, bir akuaponik sistem doğal faktörler ve kurulum arızaları nedeniyle su kaybı yaşayabilir ancak bu kayıplar geleneksel yetiştiriciliğe göre minimum düzeydedir. Akuaponik sistemlerde kaydedilen su kaybı, evapotranspirasyon ve sızıntılardan kaynaklanmaktadır. Bitki, evapotranspirasyon su kaybını belirleyen en önemli faktördür. Hıyar, patlıcan ve domateste sırasıyla %9, %15 ve %41'lik bir günlük su kaybı gözlemlenmiştir (Graber & Junge, 2009). Çin lahanası ve domates için sırasıyla %0,7 ve %2,2 günlük su kaybı tespit edilmiştir (Hu et al., 2015). Şekil 6'da sistemde su kaybına neden olan etmenler gösterilmiştir.

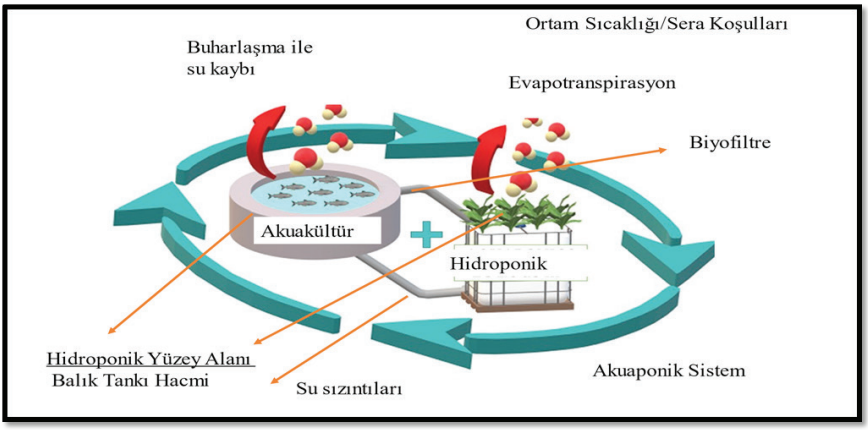
Akuaponik sistemlerde su kullanımı ve su kaybı yetiştirilen balık ve bitki türü ile yakından ilişkilidir, bu nedenle yukarıdaki çalışmalardan da anlaşılacağı üzere farklı akuaponik sistemler arasında su kullanımı ve su kayıpları arasında ayrımlar söz konusudur.

Akuaponik sistemlerde bitkilerin yetiştiği hidroponik sistem hem su kalitesini hem de kullanılan su miktarını etkilemektedir. Maucieri et al. (2018) tarafından 1979-2017 yılları arasında yayınlanan 122 makalenin verileri değerlendirilerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Yetiştirilen bitki türleri su kaybını doğrudan etkilemektedir.
- Su akışının tipi ya da kullanılan hidroponik sistem su kaybını doğrudan etkilememektedir.
- Günlük su kaybı hidroponik yüzey alanı/balık tankı hacim oranı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Sıcaklık, biyofiltre kullanımı, sera koşulları yanında hidroponik yüzey alanı/balık tankı hacmi oranı günlük su kaybını doğrudan etkilemektedir. Bu oranın 0,67'den 2,25'e çıkması günlük su kaybını %1,2'den % 4,7'ye çıkarmaktadır (McMurtry et al., 1997).



Şekil 5. *Akuaponik sistemlerde aşırı alg gelişimi*



Şekil 6. *Akuaponik sistemlerde su kaybına neden olan temel etkenler*

Akuaponik sistemlerde su kaybının azaltılması için yapılması gerekenler

Aşağıda, akuaponik sistemlerde su kaybını en aza indirmenin bazı farklı yolları bulunmaktadır.

- Evapotranspirasyon, suyun bitkiler yoluyla doğal buharlaşmasıdır ve bu, mahsul büyümesi için gerekli olduğu için önlenemez. Öte yandan, sızıntılar dikkatli izleme yoluyla önlenebilir.

- Mümkün olduğunca az su pompası kullanılmalıdır ve sistem içinde suyun akışı optimize edilmelidir.

- Yüksek tuzluluğa ve nitrat konsantrasyonlarına dayanıklı balık türleri kullanılarak su döngüsünün ve su tahliyesinin azaltılması sağlanmalıdır (Delaide et al., 2017).

- Balık ve bitki için uygun sıcaklık ortamı üretici tarafından kontrol edilmeli ve sağlanmalıdır.

- İklimsel koşullar dikkate alınmalıdır. Bu sayede evapotranspirasyonda önemli miktarda su kaybı olmaz ve su tasarrufu sağlanmış olur (Forchino et al., 2017).

- Sirkule edilen su içerisinde alg gelişimini önlemek için sistemin aşırı güneş ışığına bırakılmaması ve alg gelişimi için uygun şartların oluşmamasına dikkat edilmelidir.

- Özellikle açık ortamlardaki sistemler için hayvanların su borularını yerinden oynatabileceği veya kırabileceği durumlar söz konusudur, bu nedenle oluşabilecek hasarları önlemek için alan çit ile çevrilmelidir.

SONUÇ

Su tüketimi söz konusu olduğunda, akuaponik sistemler, devridaim yetenekleri nedeniyle geleneksel yetiştiriciliğe göre daha az su kullanır. Suyu kısa sürede tüketen topraktaki bitkilerin aksine, akuaponik mahsuller birkaç hafta boyunca aynı suyu kullanarak gelişebilir. Bu bağlamda akuaponik sistemlere olan ilgi günden güne artmaktadır. Bu ilginin artmasında aynı anda pazarlanabilir iki ürün yetiştirilmesi, sürdürülebilir ve çevre dostu olması, ile su tüketimini en aza indiren bir yöntem olması başlıca sebeplerdir (Blidariu & Grozea, 2011; Love et al., 2015; Zou et al., 2016).

Akuaponik sistemler suyu etkin bir şekilde kullanmalarının yanında daha az yem kullanılması, pestisit, ilaç ve gübre kullanılmaması gibi çevre dostu özellikleri ile de günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır ve gelecekte artan çevre sorunları karşısında daha da fazla kullanılacağı düşünülmektedir (Reyes Yanes et al., 2020).

Akuaponik sistemlerde yarı ve tam otomatik otomasyon sistemleri ve

sensörler kullanılarak daha otomatik hale getirilmesi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir ve bu sayede su kullanımı ve tasarrufunun daha optimize hale geleceği öngörülmektedir (Reyes Yanes et al.,2020).

Su kaybının minimum olması ve daha az su kullanmaları nedeni ile akuaponik sistemler su stresinin her geçen gün arttığı dünyamızda önemli bir alternatif üretim sistemi olarak öne çıkmaktadır ve bu sistemlere otomasyon sistemlerinin entegre edilmesi, güneş panelleri gibi alternatif enerji kaynaklarının kullanılması, farklı ürün türlerinin denenmesi gibi farklı araştırmalar ile gelecekte daha da gelişeceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

Alexandratos, N., Bruinsma, J. (2012). World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision Global Perspective Studies Team FAO Agricultural Development Economics Division, Agricultural Development Economics (ESA) the Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy. FAO, Rome.

Al-Hafedh, Y.S., Alam, A., Beltagi, M.S. (2008). Food Production and Water Conservation in A Recirculating Aquaponics System in Saudi Arabia at Different Ratios of Fish Feed to Plants. *J. World Aquacult. Soc.*, 39(4),510–520.

Blidariu, F., Grozea, A. (2011). Increasing The Economical Efficiency and Sustainability of Indoor Fish Farming by Means of Aquaponics—Review. *J. Anim. Sci. Biotechnol*., 44(2),1–8.

Calone, R., G. Pennisi, R. Morgenstern, E. Sanyé-Mengual, W. Lorleberg, P. Dapprich, P. Winkler, F. Orsini, G. Gianquinto (2019). Improving Water Management in European Catfish Recirculating Aquaculture Systems Through Catfish-Lettuce Aquaponics. Sci. *Total Environ*., 687, 759-767.

Delaide, B., Delhaye, G., Dermience M., Gott, J., Soyeurt, H., Haissam Jijakli, M. (2017). Plant and Fish Production Performance, Nutrient Mass Balances, Energy and Water Use of the PAFF Box, A Small-Scale Aquaponic System. *Aquacultural Engineering*, Volume 78, Part B, 130-139.

De Stefani G, Tocchetto D, Salvato M, Borin M. (2011). Performance of a Floating Treatment Wetland for in-Stream Water Amelioration In NE Italy. *Hydrobiologia,* 674,157-67.

EU. (2018). Communication From the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions a Sustainable Bioeconomy for Europe: Strengthening the Connection Between Economy, Society and the Environment.

FAO. (2005). AQUASTAT Survey, Irrigation in Africa in Figures; FAO: Rome, Italy.

FAO. (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. Meeting the Sustainable Development Goals (Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3 IGO).

Forchino, A.A., H. Lourguioui, D. Brigolin, R. Pastres. (2017). Aquaponics and Sustainability: The Comparison of Two Different Aquaponic Techniques Using the Life Cycle Assessment (LCA), *Aquacultural Engineering*, 77,80-88.

Graber A, Junge R. (2009). Aquaponic Systems: Nutrient Recycling From Fish Wastewater By Vegetable Production. *Desalination*, 246,147–156

Goddek, S., Delaide, B., Mankasingh, U., Ragnarsdottir, K.V., Jijakli, H.,Thorarinsdottir, R. (2015). Challenges of Sustainable and Commercial Aquaponics. *Sustainability,* 7,4199–4224.

Harris, J. M. (2001). Agriculture in Aa Global Perspective. Global Development and Environmental Institute Working Paper No. 01-04.

Hu Z, Lee JW, Chandran K, Kim S, Brotto AC, Khanal S.K. (2015). Effect of Plant Species on Nitrogen Recovery in Aquaponics. *Bioresour Technol.,* 188,92-8.

Joyce, A., Goddek, S., Kotzen, B., Wuertz, S. (2019). Aquaponics: Closing the Cycle on Limited Water, Land and Nutrient Resources. 10.1007/978-3-030-15943-6_2.

Kargın, H., Bilgüven, M. (2018). Akuakültürde Akuaponik Sistemler ve Önemi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2),159-173.

Konnerup D, Trang N.T.D., Brix H. (2011). Treatment of Fishpond Water by Recirculating Horizontal and Vertical Flow Constructedwetlands in the Tropics. *Aquaculture*, 313,57–64.

Krivograd Klemenčič, A., Griessler Bulc, T. (2014). The Use of Vertical Constructed Wetland and Ultrasound in Aquaponic Systems. Environmental science and pollution research international, 22.

Lastiri, D., Slinkert, T., Cappon, H., Baganz, D., Staaks, G., Keesman, K. (2016). Model of an Aquaponic System for Minimised Water, Energy and Nitrogen Requirements. *Water Science and Technology*, 74. 10.2166/wst.2016.127.

Love, D.C., Uhl, M.S., Genello, L. (2015). Energy and Water Use of a Small-Scale Raft Aquaponic System in Baltimore, Maryland, United States. *Aquacult. Eng*., 68,19–27.

McMurtry, M. R., D. C. Sanders, R. P. Patterson, and A. Nash. (1993). Yield of Tomato Irrigated with Recirculating Aquaculture Water. *Journal of Productive Agriculture*, 6:429–432.

McMurtry, M.R., Sanders, D.C., Cure, J.D., Hodson, R.G., Haning, B.C., St. Amand. P.C. (1997). Efficiency of Water Use of an Integrated Fish/Vegetable Co-Culture System. *Journal of the World Aquaculture Society*, 28,420–428.

Maucieri, C., Nicoletto, C., Junge, R., Schmautz, Z., Sambo, P., Borin, M. (2018). Hydroponic Systems And Water Management in Aquaponics: A review. *Italian Journal of Agronomy*, 13. 10.4081/ija.2018.1012.

Rakocy, J.E., Masser, M.P., Losordo, T.M. (2006). Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics- İntegrating Fish and Plant Culture. *Srac Publ.−South. Reg. Aquac. Cent*. 1–16.

Rakocy, J.E. (2012). Aquaponics-Integrating Fish and Plant Culture. Wiley-Blackwell pp.344–386.

Reyes Yanes, A., Martinez, P., Ahmad, R. (2020). Towards Automated Aquaponics: A review on monitoring, IoT, and Smart Systems. *Journal of Cleaner Production*. 263,121571.

Timmons, M., Ebeling, J. (2007). Recirculating Aquaculture, Cayuga Aqua Ventures LLC. Itaca, NY, USA (948 pp).

World Water Assessment Programme (WWAP). (2012). The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk; United Nations Educational: Paris, France, (380 pp).

Yegül, U., Eminoğlu M.B. (2020). Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Akademik Çalışmalar- II / Akuaponik Tarım Yöntemi Ve Tasarımı. Gece Kitaplığı Yayınları

Zou, Y., Hu, Z., Zhang, J., Guimbaud, C., Wang, Q., Fang, Y. (2016). Effect of Seasonal Variation on Nitrogen Transformations in Aquaponics of Northern China. *Ecol. Eng.,* 94,30–36.

BÖLÜM 9

SÜT TEKNOLOJİSİNDE BAKTERİYOFAJLARIN ÖNEMİ, İNAKTİVASYON TEKNİKLERİ VE PATOJENLER ÜZERİNE İNHİBİSYON ETKİLERİ

Fadime ATİK[1]

Selda BULCA[2]

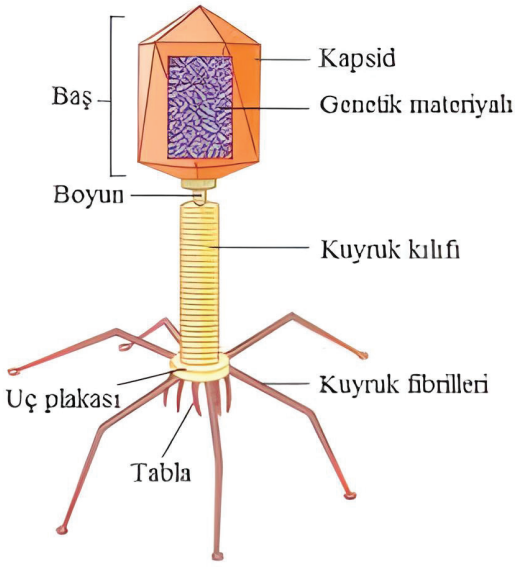
1 Yüksek Lisans Öğrencisi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, fadimeatik.20@gmail.com , ORCID NO: 0000-0002-3334-8172

2 Dr. Öğr. Üyesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, sbulca@adu.edu.tr , ORCID NO: 0000-0001-7405-2872

1. GİRİŞ

Bakteriyofaj kelime anlamı olarak Yunanca'dan türetilmiştir. Ve 'bakteri yiyen' anlamı taşımaktadır (Aydoğan, 2016). Bakteriyofajlar ilk kez 1896 yılında İngiliz bilim insanı Ernest Hankin tarafından *Vibrio cholerea* bakterisinin Ganj Nehri suyunda öldüğü ve su kaynatıldığında bu özelliğini kaybettiğini fark etmiş ve bu olaya bir canlının sebep olduğunu ileri sürmüştür (Coşkun, 2003). Bu hipotezden bir süre sonra 1915'te ise Frederick Twort doğal antimikrobiyal ajanlar olarak faj kullanımını önermiştir. 1919 yılında Fransız mikrobiyolog Felix D'Herelle fajları şiddetli dizanteri tedavisinde kullanmış ve bakteriyofajların antimikrobiyal etkisini dünyaya duyuran ilk kişi olmuştur (Küçükduman vd., 2021). Bu buluşundan sonra D'Herelle 1923 yılında Gürcistan Tiflis'te Uluslararası Bakteriyofaj Enstitüsü'nün kurulmasına da öncülük etmiştir (Sulakvelidze vd., 2001). Alexander Fleming'in 1928'de penisilini keşfi ile antibiyotik kullanımının başlaması ise fajların önemini yitirmesine neden olmuştur. Günümüzde ise patojen bakterilerin antibiyotiklere karşı direnç kazanması ve antibiyotiklerinde bu durum karşısında yetersiz kalması nedeniyle bilim insanları 'faj terapisi' olarak adlandırılan yeni tedavi yöntemleri geliştirmeye başlamıştır (Ergin vd., 2017).

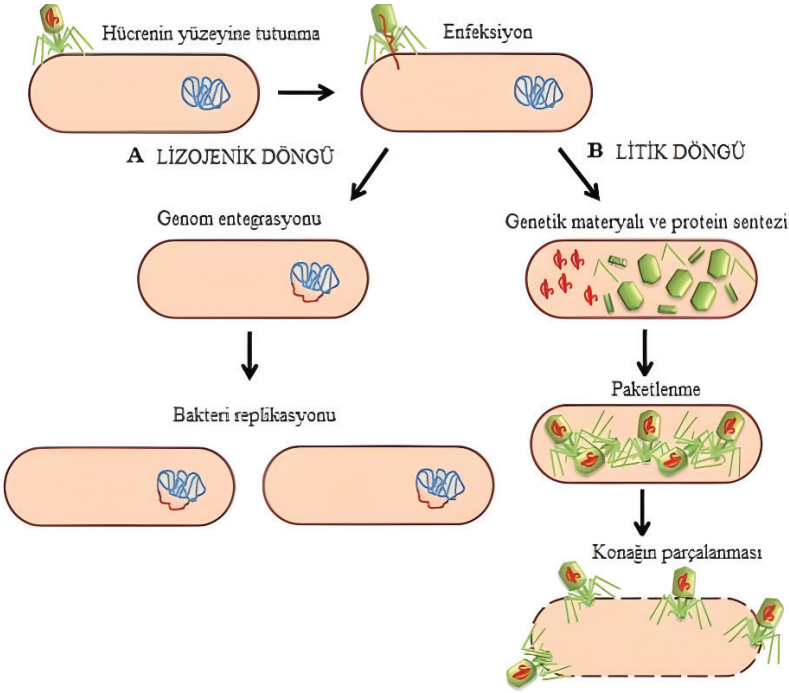
Bakteriyofajlar virüslerin genel özelliklerini taşımaktadır. Kimyasal yapısının yaklaşık %60'ını protein ve %40'ını nükleik asit oluşturur. Genetik materyal olarak DNA veya RNA ve protein içerirler. Sadece bir kısmı lipit içermektedir. Kendi metabolik sistemleri olmadığı için genetik bilgilerini üretemezler ve ribozomları olmadığı için protein sentezleyemezler. Bakteriyofajlar varlıklarını sürdürebilmek için bir konakçıya ihtiyaç duymaktadır. Konakçı hücreden ayrıldıktan sonra bakteriyofajlar metabolik faaliyetlerini gerçekleştiremezler. Çoğu virüs gibi enfeksiyon halindeyken çoğalabilirler (Akpınar ve Halkman, 2019). Bakteriyofajların büyüklükleri genel olarak 20 nm ila 200 nm arasında değişmektedir. Ayrıca morfolojik özellikleri bakımından bakteriyofajlar farklılık gösterseler de %90'ının baş kısmında dsDNA (çift sarmallı DNA) genomu bulunur. Ve ikozahedral (kübik) simetri gösterirler. Bakteri hücresinin yüzeyindeki reseptörlere tutunmayı sağlayan kapsid ve iplikçiklerden oluşmuş bir kuyrukla bağlanırlar. Bu kuyruk, hedef bakterinin reseptörlerine adsorbe olur ve faj DNA'sı bakteri hücresine aktarmaktadır (Aydoğan, 2016). Tipik olarak fajlar baş, boyun, kuyruk ve kuyruk uzantıları olmak üzere dört bölümden oluşur. Baş kısmında çift sarmallı (ds) veya tek sarmallı (ss) genom (DNA veya RNA), kapsit olarak adlandırılan lipoprotein veya protein yapısındaki kılıfta bulunur (Akpınar ve Halkman, 2019). Genel olarak bir fajın şematik görünümü Şekil 1'de verilmiştir (Khorshıdtalab, 2016).



Şekil 1. *Fajın şematik görünümü (Khorshıdtalab, 2016)*

2. BAKTERİYOFAJLARIN ÇOĞALMA MEKANİZMASI

Yukarıda belirtildiği gibi bakteriyofajlar çoğalmak için konakçıya ihtiyaç duyarlar. Bakteriyofajlar litik ya da lizojenik olmak üzere iki fazda çoğalmaktadır. Litik döngüde, faj nükleik asidini konağa entegre ettikten sonra genetik karakterlerine göre farklı mekanizmalarla genetik materyalini konak sitoplazmasında replike eder. Aynı anda fajın diğer komponentleri sentezlenir ve ardından parçalar birleşerek faj progeni oluşur. Olgunlaşan fajlar konak hücreyi liz ederek hücrenin parçalanmasına neden olurlar ve böylece yeni litik fajlar serbest kalır. Lizojenik döngüde, faj nükleik asitini konağa entegre ettikten sonra konak hücrenin genomuyla birleşir. Böylece konak genomunun her replikasyonunda fajın nükleik asiti de replike olur ve yeni oluşan bakteri hücresine transfer olur. Bu durumda profaj oluşur. Profaj DNA'ya hasar veren ajanlara (UV ışı, antibiyotik, mitomycin C, vs.) maruz kaldığında litik döngü başlar (Khorshıdtalab, 2016). Şekil 2'de bir bakteriyofajın litik ve lizojenik yaşam döngüsü gösterilmiştir (Khorshıdtalab, 2016).



Şekil 2. *Bir bakteriyofajın litik ve lizojenik yaşam döngüsü (Khorshıdtalab, 2016).*

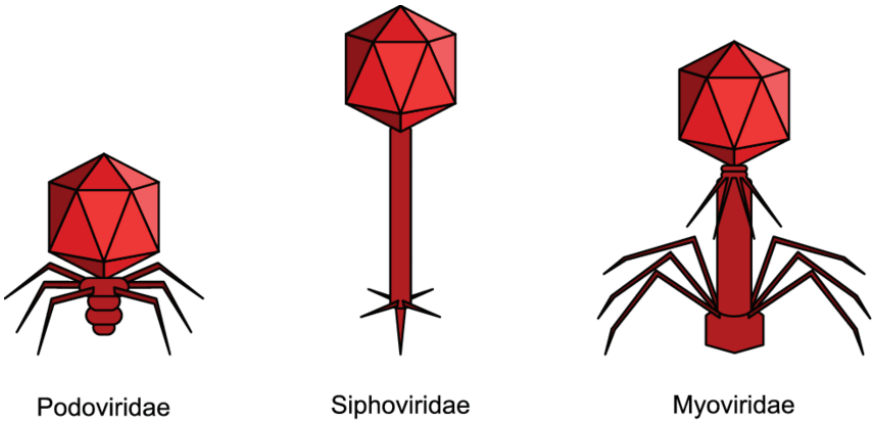
3. BAKTERİYOFAJLARIN SÜT ENDÜSTRİSİNDE YARATTIĞI SORUNLAR

Starter kültürlerin süt ürünleri teknolojisinde kullanılmaya başlanmasıyla beraber standart kalitede ve istenilen tat ve aromaya sahip ürünler elde edilebilmiştir. Ancak bu durum kullanılan starter kültürleri enfekte eden bakteriyofajlar nedeniyle 'bakteriyofaj sorunu' nu da beraberinde getirmiştir. Bakteriyofaj sorunu, ilk olarak 20.yüzyılın başlarında Yeni Zelanda ve Avusturalya'da peynire işlenecek süte katılan starter kültürlerin peynirlerde gerekli asitliği oluşturmadığı ve buna bağlı olarak da istenilen tat ve aromanın meydana gelmediğinin fark edilmesiyle ortaya çıkmıştır (Ergüllü, 1982).

Süt endüstrisinde starter kültür olarak laktik asit bakterileri (LAB) kullanılır. Laktik asit bakterileri; Gram pozitif, düşük G+C (guanin ve sitozin), aeorotolerant, hareketsiz, sporsuz ve karbonhidrat fermantasyonu sonucu laktik asit üreten bakterilerdir (Björkroth ve Koort, 2011). Süt endüstrisinde kullanılan en önemli suşlar başlıca *Lactococcus lactis*, *Streptecoccus thermophilus*, *Leunostoc sp.* ve/veya *Lactobacillus sp.* olmak üzere belirli LAB cins ve türleriyle sınırlandırılmıştır (Stiles ve Holzapfel, 1997).

LAB'ları enfekte eden tüm fajlar Uluslararası Virüs Taksonomi Ko-

mitesi (ICTV)'ne göre *Caudovirales* düzenine sahiptir. *Caudovirales*, kuyruklu fajlar olarak bilinen bir virüs düzenidir. Bakteriyofajlar pek çok özelliklerine göre sınıflandırılsada genellikle en çok kullanılan sınıflandırma yöntemi kuyruk morfolojilerine göredir. Kuyruk morfolojilerine göre *Myoviridae* (kasılabilen kuyruk), *Siphoviridae* (uzun kısalmayan kuyruk) ve *Podoviridae* (çok kısa kuyruk) olmak üzere üç gruptur (Ackermann, 2007). Şekil 3'te kuyruk morfolojilerine göre bakteriyofajlar gösterilmiştir (Pursals, 2016).



Şekil 3. Kuyruk morfolojilerine göre bakteriyofajlar (Pursals, 2016).

Lactococcus'lar süt endüstrisinde en yaygın olarak kullanılan laktik asit bakterilerindendir. Bu nedenle de Laktokokları enfekte eden fajlarda en çok çalışılanlar arasındadır. Laktokokal fajlar, birkaç *Podoviridae* olmak üzere esas olarak *Siphoviridae* ailesine aittir. Laktokokal fajlar morfolojik ve genomik dizi analizlerine dayalı olarak 10 grupta sınıflandırılmaktadır. Her laktokokal faj grubundan en az bir genom mevcuttur. Bununla birlikte süt fermantasyonundan izole edilen çoğu faj 936, c2 ve P335 olarak üç ana gruptan birine aittir (Dupuis ve Moineau, 2010; Samson ve Moineau, 2010).

Lactobacillus fajlarının ise son çalışmalarla birlikte 186'sı morfolojik olarak karakterize edilen 231 faj bulunmuştur (Villion ve Moineau, 2009). Toplam 109'u *Siphoviridae*, 76'sı *Myoviridae* ve yalnızca biri *Podoviridae* familyasına aittir. *Lb. delbrueckii* fajları da 1980'lerde sınıflandırılan ilk fajlardandır (Mata vd.,1986). Daha sonra yapılan çalışmalarla *Lactobacillus* genom fajı *Siphoviridae* ailesine dayandırılmıştır (Desiere vd., 2002).

Bugüne kadar rapor edilen tüm *S. thermophilus* fajları ise *Siphoviridae* ailesinin üyeleridir (Le Marrec vd., 1997). Ayrıca yoğurt üretiminde daha homojen bir faj popülasyonu mevcut iken, peynir yapımında çok çeşitli streptekok fajlarına rastlanılmıştır (Quiberoni vd., 2010).

Leuconostoc suşları çoğu zaman laktokoklarla karıştırılmış bazı süt ürünlerinde mezofilik starterler olarak bulunur (Marcó vd., 2012). *Leuconostoc* fajları hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Bu durum daha çok az sayıda faj problemine neden olduğu ile ilgilidir (Atamer vd., 2011; Davey vd., 1995).

4. BAKTERİYOFAJLARIN SÜTTE KONTAMİNASYON KAYNAKLARI

Bakteriyofajlar her yerde bulunur ve süt endüstrisinde fermantatif süreçlerde ciddi sorunlara neden olabilirler (Pujato vd., 2019). Süt fermantasyonlarında bakteriyofajların varlığı nedeniyle endüstriyel üretimin %0,1- 10 arasında bir kayba neden olduğu düşünülmektedir (Moineau ve Lévesque, 2005). Bu nedenle bakteriyofajların endüstriyel ortalama girişini ve yayılmasını engellemek için bakteriyofaj kontaminasyon kaynakları bilinmelidir (Samson ve Moineau, 2013). Aşağıda bakterilerin bakteriyofajla kontaminasyon kaynakları verilmiştir.

4.1. Çiğ Süt

Bakteriyofajların çiğ sütte mL başına 10^4 plak oluşturucu üniteye (PFU) kadar faj bulaşması muhtemeldir. Fajların mL'de 10^6-10^7 PFU'ya kadar ulaşması fermantasyonda önemli başarısızlıklara ve dolayısıyla yetersiz fermantasyona neden olmaktadır. Ancak, 10^2 PFU kadar düşük konsantrasyonlarda fermantasyonu durdurmasalar bile teknolojik sorunlara neden olurlar (Tayyarcan vd., 2018). İspanya'daki farklı mandıralardan toplanan çiğ sütte yapılan bir çalışmada numunelerin %10'unun *Lactococcus lactis* fajları içerdiği belirlenmiştir (Mandera vd., 2004). Del Rio ark (2007)'nın yaptığı bir çalışmada yoğurt üretimi için kullanılan çiğ süt örneklerinin %37'sinde laktokokal ve streptokok fajları tespit etmiştir. Çiğ sütten elde edilen fajların çeşitli ısıl işlemlerden sonra hala enfekte olduğu bulunmuştur (Marcó ve Mercanti, 2021). Normal pastörizasyon için kullanılan sıcaklık ve süre kombinasyonun yani düşük sıcaklık/ uzun süre (63 ^{o}C, 30 dakika) veya yüksek sıcaklık/ kısa süre (72 ^{o}C,15 s)'lerin fajları ortadan kaldırması için yetersiz olduğu bulunmuştur. Sütün 72 ^{o}C'de ısıl işlemle fajların %99'unun inaktivasyonu için 2 ila 300 dakika gibi uzun süreler gerekmektedir (Pujato vd., 2019). Sonuç olarak çiğ sütte bulunan fajlara duyarlı suşlar kullanılırsa, fajlar üretim sürecine girerek ve fermantasyon sırasında hızla çoğalabilmektedir. Bu anlamda peyniraltı suyunda 10^9 PFU/mL'ye kadar konsantrasyonlarda faj tespit edilmiştir (Marcó vd., 2012). Süt endüstrisinde hammadde olarak kullanılan çiğ sütte faj yükünün olmaması için kullanılmadan önce faj konsantrasyonlarının analiz edilmesi gerekmektedir. Fajların yüksek konsantrasyonlarda bulunmaları durumunda ise çiğ sütteki faj konsantrasyonunu azaltmak veya faj varlığından

etkilenmeyecek proseslerde kullanmak için gerekli önlemler alınmalıdır (Marcó ve Mercanti, 2021).

4.2. Fabrika Ortamı

Tam bir virüs partikülünü protein yapıda olup koruma görevi olan kapsid ve bunun içinde veya kapside sarılı olan nükleik asit dizileri oluştururur. Enfeksiyon yeteneği olan tam bir virüs partikülüne virion (faj taneciği) adı verilir (Akçalı, 2020). Aerosolizasyon, endüstriyel ortamlar için virionların ana dağılım yoludur. Havada faj kontaminasyon seviyesini m^3 başına 10^8 PFU'ya kadar olduğu bildirilmiştir (Atamer vd.,2013). Bu durumdan süt endüstrisinde kullanılan kazanlar ve diğer kontamine yüzeyler etrafındaki sıvı sıçramaları ve havanın yer değiştirmesi nedeniyle fajlar aerosol üretir (Verreault vd.,2011; Fernández vd.,2017). Özellikle fajla kontamine olan bölgelerden kontamine olmayan bölgelere dispersiyon olması halinde, faj aerosolizasyonu ile ilgili sorun daha da artacaktır (Marcó vd., 2012). Çalışma ortamında ekipmanlar, malzemeler ve yüzeyler faj kontaminasyon kaynağı olarak yeterince dikkate alınmaz. Yetersiz temizlik ve dezenfeksiyon ortamında ve uygun büyüme koşullarında fajlar yüksek konsantrasyona ulaşabilirler (Fernández vd.,2017). Verrault ve ark (2011)'de yaptığı bir çalışmada bir qPCR testi ile zeminler, duvarlar, merdivenler, kapı kolları, ofis masaları, ekipman, temizlik malzemeleri ve borular gibi çeşitli yüzeylerde c2 benzeri ve 936 benzeri laktokok fajlarına rastlamışlardır. Fabrika ortamında süt fajlarının tespiti kolay olmamaktadır. Bununla birlikte, havadaki fajların tespiti ve dağılımı ile ilgili çalışmalar kaynakların belirlenmesine ve fermantasyonların başarısız olmasının belirlenmesinde etkili olacaktır. Bu anlamda faj kontaminasyonun hava ortamında tespiti için çok çeşitli cihazlar tespit edilmiştir. Her birinin avantaj ve dezavantajları bulunmakla birlikte bazı durumlarda yanlış negatif sonuçlar verebilmektedir. (Marcó ve Mercanti, 2021). Bu fajların aktif mi yoksa inaktif mi olduğu belirsiz olsa da bu veriler faj enfeksiyonu risklerini azaltmak için kişisel eğitiminin yanı sıra doğru sanitasyon önlemlerinin önemini de vurgulamaktadır (Verreault vd.,2011).

4.3. Peyniraltı Suyu ve Ürünleri

Sütün proteolitik enzimler veya organik asitle pıhtılaştırılmasından sonra pıhtının ayrılması ve geri kalan yeşilimsi sarı renkteki kısıma peyniraltı suyu (PAS) denir (Yerlikaya vd., 2010). Peynir altı suyu (PAS), yaklaşık %93 su içermekte olup sütün toplam kuru maddesinin %50'sini oluşturmaktadır. PAS'ın kuru madde içeriğinde ise en yüksek konsantrasyonda laktoz olup, serum proteinleri, suda çözünen vitaminleri ve mineralleri içermektedir (Başaran vd., 2020).

Peynialtı suyu peynir üretiminden sonra 10^9 PFU/mL'ye kadar faj konsantrasyonları içerebilir. Daha sonra peyniraltı suyu konsantre gibi çe-

şitli işlemlere tabi tutulur. Özellikle WPC elde etmek için kullanıln ultrafiltrasyon işlemine tabi tutulur (Marcó ve Mercanti, 2021). Ultrafiltrasyon işlemi sırasında PAS 10 katına kadar konsantre edilebilir, bu da yaklaşık %4'lük bir protein konsantrasyonu ile sonuçlanır. Böylece PAS'daki 10^9 PFU/mL'ye kadar çıkan faj konsantrasyonları ultarafiltrasyondan sonra 10^{10} PFU/mL'ye ulaşabilir (Atamer ve Hinrichs, 2010).

5. BAKTERİYOFAJ İNAKTİVASYON TEKNİKLERİ

Süt tesislerinde faj kontaminasyonun çeşitli kaynakları düşünüldüğünde endüstriyel ortamlarda fajların varlığı kaçınılmazdır. Tüm fajların tamamen yok edilmesi için tek bir yöntem uygun değildir (Hayes vd., 2017). Her bir stratejinin belirli bir hedefi olduğu için faj bulaşması ve yayılımını en aza indirmek için tüm uygulamaların bir bütün içinde uygulamak önemlidir (Marcó ve Mercanti, 2021). LAB'ni enfekte eden fajlar ürün kalitesini düşürürken fermente süt ürünlerinde fermantasyonu engelleyerek önemli bir risk teşkil ederler. Bu nedenle süt bakteriyofajları için çeşitli inaktivasyon teknikleri geliştirilmiştir. Bu teknikler fiziksel (ısıl işlem, filtrasyon, yüksek basınç, UV radyasyonu), kimyasal (biyositler) veya biyolojik (faja dirençli suş seçimi) olmak üzere üçe ayrılmıştır (Marcó vd.,2019). Bu teknikler aşağıda verilmiştir.

5.1. Fiziksel İnaktivasyon Teknikleri

Süt bakteriyofajlarının fiziksel inaktivasyon teknikleri arasında genellikle ısıl işlem, filtrasyon, UV radyasyon ve yüksek basınç işlemleri kullanılmaktadır.

Çiğ süt toplandıktan sonra soğutulur ve pastörizasyon veya ısıl işlem uygulanana kadar +4 C'de tutulur. Bu işlemler patojenleri ortadan kaldırmayı ve bozulma bakterilerini önemli ölçüde azaltmayı amaçlar ve bu şekilde dolaylı olarak faj yüklerini de azaltır (Guglielmotti vd., 2012). Bununla birlikte LAB fajları pastörizasyon gibi ısıl işlemlerle yeterince inaktive edilemezler (Pujato vd., 2019). Bu konuda yapılmış çalışmalarda test edilen faja bağlı olarak 72 °C'de fajın %99 oranında azaltılmasını sağlamak için 2 ila 300 dakika arasında uzun süreler gerekli olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak süte 90 °C'de 5 dakika uygulanan ısıl işlem çeşitli istisnalar dışında faj inaktivesi için yeterli bir süredir (Marcó ve Mercanti, 2021). Isıl işlemler fajlar üzerinde morfolojik değişikliklere neden olurlar (Guglielmotti vd., 2012). Atamer ve ark (2010)'da ısıya duyarlı ve ısıya dayanıklı bir *Lactococcus lactis* üzerinde etkili fajı tansmisyon elektron mikroskobu ile izlemiştir. Viral kapsidlerden faj DNA'sının salınması fajın baş ve kuyruk yapılarının ayrışması ve faj kuyruklarının toplanması ısıya duyarlı faj da en sık görülen durum iken ısıya dayanıklı olan fajın morfolojisinde ise değişiklikler daha az gözlenmiştir. Araştırmacılara göre kap-

sidlerde paketlenmiş DNA'nın göstermiş olduğu direnç ile fajın göstermş olduğu direnç arasında bağlantı olduğu sonucuna varılmıştır.

Isıl işlemin yeterli olmadığı göz önüne alındığında yüksek basınç içeren bazı teknolojiler kullanılarak da süt fajlarının inaktivasyonu araştırılmıştır (Moroni vd., 2002; D'souza vd., 2009). Bu anlamda dinamik yüksek basınç (DHP), yüksek basınçlı homojenizasyon (HPH) ve yüksek hidrostatik basınç (HHP) gibi basınca dayalı bazı prosedürler incelenmiştir. Laktokokal fajlardan 936 ve P335 fajları DHP uygulamasına karşı duyarlı olduğu bulunmuştur (Moroni vd., 2002). Laktokokal fajları inaktive etmek için HPH yöntemi kullanıldığında fajların baş kısımlarındaki genetik materyalin kaybıyla etkisiz hale getirdiği gözlenmiştir. Ayrıca faj kuyruklarınında tamamen veya kısmen kaybı gözlenmiştir. Bu durumda bakteri hücre duvarına adsorbsiyon yapmasını engellemiştir. Bir başka çalışmada *Lb. paracasei* fajlarının (iLp84 ve iLp1308) 100 MPa'lık basınçta beş kez artarda basınç uygulanmasından sonra fajlar sırasıyla 4 ve 4.5 log azalma göstermiştir. (Mercanti vd., 2012). Ancak hem DHP hem de HPH işlemleri faj inaktivasyonunda basıncın uygulanma sayısı ve uygulanan basınçla orantılı iken farklı süspansiyon ortamlarında (tampon, süt, kültür suyu) da önemli ölçüde değişiklik göstermiştir. Faj inaktivasyonu için yüksek hidrostatik basıncın (HHP) kullanımına ilişkin mevcut veriler ise az bulunmaktadır. HHP yöntemi kullanılarak M17 -broth ile zenginleştirilmiş *L. lactis* fajları P001 ve P008'in 600 MPa'a kadar basınca dayanıklılıkları incelenmiştir. İzometrik faj olan P008, 600 MPa'da 2 saat 5 log azalma gösterirken prolate fajı olan P001'in daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Bu durum faj morfolojisi ile basınca dayanıklılık arasında bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Uygulama maliyetleri göz önünde bulundurulduğunda, test edilen yüksek basınç uygulamalarının çiğ veya işlenmiş süt ürünlerindeki fajları istenilen oranda azaltmadığı ve güvenilirliği konusunda şüpheler bulunmaktadır. Bu amaçla kullanımlarını doğrulamak için kapsamlı bir maliyet analizi yapılmalıdır (Pujato vd., 2019).

Süt bakteriyofajlarının fiziksel inaktivasyon tekniği arasında UV radyasyon uygulaması da bulunmaktadır. Bu uygulama fotokataliz olarak bilinir. Fotokataliz yöntemi katalizör olarak TiO_2 kullanan UV-A ışımasıdır. Fotokataliz yöntemi araştırıldığında bu metodun kalıntı bırakmaması, çeşitli kirletici karışımları aynı anda arıtması, geniş kullanım aralığı ve kullanım kolaylığı gibi birçok avantajı kimyasal dezenfektanlara alternatif olmaktadır. Ayrıca TiO_2 katalizörününde düşük maliyetli olması, bol bulunması ve güvenilir olması gibi özellikleri en sık seçilen katalizör yapmaktadır. Yarı iletken TiO_2 yüksek oranda oksitleyici ürünler üretir. UV radyasyonu ile uyarıldığında organik bileşikler ayrışır ve çeşitli mikroorganizmaların inaktive edilmesinde kullanılmaktadır (Guglielmotti vd., 2012). Bu nedenle fotokataliz yöntemi hem sıvı ortamda hem de gaz

fazında bakteri, spor, mantar ve virüslerin etkisizleştirilmesinde kanıtlanmış bir etkinliğe sahip olarak uygulanmalıdır. Bu teknoloji faj yüklerini azaltmak için de kullanılabilir (Pujato vd., 2019). Bu konuda LAB fajları ile ilgili olarak Kakita ve ark (2000)'da bir çalışma yapmıştır. Yapılan bu çalışma da *L. paracasei* faj PL-1'in sıvı ortamda TiO_2 varlığında UV-A radyasyonu ile 24 saatlik uygulamadan sonra %99,9 oranında inaktive edildiği saptanmıştır.

5.2. Kimyasal İnaktivasyon Teknikleri

Süt bakteriyofajlarının kimyasal inaktivasyon tekniği biyosit kullanımıdır. Bir biyositin gıda endüstrisinde kullanılabilmesi için hızlı bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olma, uygulama kolaylığı, düşük maliyet, nihai ürün üzerinde olumsuz etkisinin olmaması ve zararsız nihai ürünlere dönüşmesi gibi çeşitli kriterleri karşılaması gerekmektedir (Guglielmotti vd., 2012). Süt endüstrisinde genellikle izoproponal, etanol, sodyum hipoklorit ve perasetik asit gibi biyositler süt fajları üzerinde test edilmiştir. Sonuçlara göre perasetik asit faj inaktivasyonunda en hızlı etkili, geniş spektrumlu ve yüksek verimlilik saplayarak en sık kullanılan biyosit olduğu tespit edilmiştir. İncelenen LAB fajlarının çoğu 5 dakika gibi kısa bir sürede inaktive edilebilmiştir. Sodyum hipoklorit ise gıda endüstrisnde izin verilen konsantrasyondan (200 ppm'den yüksek) yüksek konstarasyonlarda ancak fajları inaktive edebilmiştir. Bu biyositin kullanımının ancak etanol gibi biyositlerle kombinasyonu halinde kullanımı önerilmektedir. Ancak etanol ve izoproponal gibi alkoller, süt fajlarına karşı istenilen inaktiviteyi gösterememiştir. Ek olarak izoproponal etanolden de daha az etkili olduğu görülmüştür. Bununla birlikte %75 ve %100'lük konsantrasyonlardaki etanol 45 dakika içinde bazı fajları inaktive ettiği saptanmıştır. Bütün bunlar göz önüne alındığında yeni biyosidal ajanların süt fajları üzerinde etkileri araştırılmaya devam etmektedir. Bu biyositler, kuarterner amonyum, katyonik ve amfoterik bileşiklerin yanı sıra potasyum peroksimonosülfat gibi bazı biyositlerdir. Sonuç olarak biyositler kullanılarak fajları inaktive etmek için çeşitli kombinasyonlar denenerek araştırılmaya devam edilmelidir (Marcó ve Mercanti, 2021).

5.3. Biyolojik İnaktivasyon Teknikleri

Süt bakteriyofajlarının biyolojik inaktivasyon teknikleri ise faja dirençli suş seçimidir. Son zamanlarda doğal starter kültürler, daha iyi kontrol sağlayan birkaç tanımlanmış ve iyi karakterize edilmiş suştan oluşan doğrudan tekne seti kültürleri (DVS) ile değiştirilmiştir (Carminati vd., 2010). DVS starterler genellikle laktozdan, öngörülebilir ve kontrollü oranda laktik asit üreten, kontrolsüz kontaminasyonların oluşma riskini azaltan standart kalitede ürünler sunan birkaç seçilmiş suş içerir. DVS kültürleri

için doğru suş seçimi, üretilecek spesifik ürüne bağlı olarak biyokimyasal, mikrobiyolojik ve teknolojik kriterlere dayalı uzun ve karmaşık bir süreçtir. DVS kültürlerine dahil edilen az sayıda suş nedeniyle üretim hatlarında fajlar varsa enfeksiyonlar hemen ortaya çıkabilir. Bu nedenle faj direnci suş seçimi için temel kriterlerden biri haline gelir (Pujato vd., 2019).

Seçilen starter kültürlerin hazırlık aşaması da önemlidir. Daha önce bahsedildiği gibi aeorosoller 10^8 PFU/m3 e kadar yüksek faj seviyelerinde olabilmektedir (Marcó ve Mercanti, 2021). Dolayısıyla aeorosol yayılımını sınırlamak ve yeterli havalandırma sistemi çok önemlidir (Samson ve Moineau, 2013). Bu anlamda daha az kirli bölgelerden daha kirli bölgelere doğru pozitif basınçlı hava akışları dikkate alınması gereken bir noktadır. Bu amaçla filtrelenebilir hava ve pozitif basınçlı bir odada starter kültürler kullanılarak hazırlanmalıdır (Marco vd., 2012).

6. BAKTERİYOFAJLARIN PATOJENLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Bakteriyel patojenlerden özellikle *Escherichia coli (E. coli), Campylobacter, Salmonella, Listeria* gibi bazı patojenlerin neden olduğu gıda kaynaklı infeksiyonlar toplum sağlığı açısından önem taşımaktadır. Bu bakteriler gıdaya hayvan kesmi veya sağım işlemleri sırasında bulaşabildiği gibi fermantasyon, işleme, paketleme, depolama gibi aşamalarda da gıdaya bulaşabilmektedir (Temelli ve Çetin,2011).

Bakteriyofaların patojenlere karşı kullanımı kimyasal antibiyotiklerle karşılaştırıldığında birçok avantajı vardır. Bakteriyofajlar karışık popülasyonda sadece belli bir tür ve cinse karşı aktivite göstermektedir. Antibiyotiklerin aksine doğal mikrobiyotayı oluşturan diğer organizmalara zararı bulunmamaktadır. Ayrıca antibiyotiklerle karşılaştırıldığında bakteriyofajlar ortamdaki konakçı bakteriler inaktif olana kadar çoğalmakta ve bakteriler öldüğünde inaktif olduğunda kendi üremelerini (otodozaj) kontrol etmektedir. Bakteriyofajların çoğunluğunu protein ve nükleik asit oluşturduğundan toksik değildir. Bakterilerin oluşturduğu antibiyotiğe direnç mekanizması bakteriyofajlara etki etmemektedir. Ayrıca bakteriyofajlar kolay bulunabildiklerinden ucuzdur (Ergin vd., 2017; Pulit vd.,2015). 2006 yılında Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (USFDA)'nın bakteriyofajların et ve tavuk ürülerinde *Listeria monocytogenes*'in kontrolü için kullanımını onaylayıp gıda katkı maddesi olarak GRAS (Genel Olarak Güvenli Olarak Tanınan) listesine almasından sonra bakteriyofajların gıda patojenlerinin kontrolü için akademik ve ticari amaçlı çalışmalar artmıştır (Cooper, 2016).

6.1. Escherichia Coli Kontrolü

Escherichia coli (E. coli), ilk kez 1885 yılında Alman Dr. Theodor Escherich tarafından yeni doğan dışkısından izole edilmiştir. *E. coli'nin*

patojen olmayan suşları insan ve sıcakkalnlı hayvanların bağırsak florasında doğal olarak bulunmaktadır. Kalın bağırsakta normalde 10^6 kob/g düzeyinde olduğundan herhangi bir ortamda veya gıdada bulunması fekal bulaşma göstergesi olarak kabul edilmektedir. *E. coli*, *Enterobacteriaceae* familyasında yer alır. Gram-negatif, kısa çubuk yapısında, fakültatif anaerob, sporsuz, katalaz pozitif ve oksidaz negatiftir. Peritrik flagelları ile hareketlidir. *E. coli'nin* en az altı patotipi bulunmaktadır. Bunlardan çoğunlukla gıda kaynaklı enfeksiyonlara neden olan serotipi *E. coli* O157:H7'dir (Erkmen, 2017).

Son ve ark (2018)'de yaptığı bir çalışmada *E. coli* O157:H7 ve geniş spektrumlu beta-laktamaz enzimi (antibiyotik direnci sağlayan enzim) üreten *E. coli* (ESBLEC)'in eş zamanı biyokontrolü için litik fajda PE137 sığır bağırsağından izole edilmiştir. 8 °C'de ve 25 °C sıcaklıklarda farklı inkübasyon sürelerinde PE37 fajının *E. coli* O157:H7 aşılanmış çiğ et üzerinde etkisi incelenmiştir. 8 °C'de yapılan uygulamalarda 2,4,6 ve 24 saatlik inkübasyon sonunda sırasıyla 2.2, 2.3, 2.6 ve 2.1 kob/mL; 25 °C'de yapılan uygulamalar sonunda 2,4,6 ve 24 saatlik inkübasyon sonunda sırasıyla 2.8, 3.2, 4.9 log kob/mL ve kontrol grubuyla yakın sayıda indirgeme gözlendiği bildirilmiştir. Sonuç olarak PE137 fajının *E. coli* 0157:H7 ve ESBLEC üzerine etkili olduğu bulunmuştur.

6.2. Campylobacter Kontrolü

Campylobacter günümüzde birçok ülkede görülen bakteriyel gastroenteritlerin (bağırsak iltihabı) temel nedenlerinden biridir. Campylobacteriacea familyasına ait olup Gram negatif, spor oluşturmayan, oksidaz negatif, spiral şekilli bir bakteridir. Gıda enfeksiyonu açısından önemli olan türü *C. jejuni'*dir. Enfeksiyon oluşması için gıda ile 10^6 kob/g düzeyinde C. jejuni alınması gerekir fakat 500 hücre/g düzeyinde C. jejuni içeren sütte enfeksiyona neden olabilir (Erkmen, 2017).

İlk *Campylobacter* fajları muhtemelen 1960 yılında sığırlardan ve domuzlardan izole edilmiştir. Ve o zamanlar *Vibrio coli* ve *Vibrio fetus* olarak tanımlanmıştır. *Campylobacter*'i enfekte eden hemen hemen tüm fajlar *Myoviridae* familyasına aittir. Morfolojik olarak kontraktil kuyruklu Bradley morfotipi A1 olarak ayırt edilir. Bazı *Campylobacter* bakteriyofajları *Siphoviridae* familyasına aittir ve kontraktil olmayan bir kuyruğa sahip Bradley morfotip B1'e sahiptir. *Campylobacter*'i hedefleyen litik fajlar genom boyutuna bağlı olarak üç grup (I, II, III) halindedir. İzole edilen *Campylobacter* fajlarının çoğu da grup III'e aittir. *Campylobacter* fajları koyun, inek, domuz dışkısı, kanalizasyon, gübre, tavuk dışkıları gibi çoğu yerden izole edilebilmektedir (Olson vd., 2021).

6.3. *Salmonella* Kontrolü

Salmonella türleri, *Enterobacteriaceae* familyasında yer alan Gram negatif, çubuk formunda, spor oluşturmayan, çoğu peritrik flagelları ile hareketli, fakültatif anaerob, katalaz pozitif ve oksidaz negatif özellikte bakterilerdir. Salmonella enfeksiyonlarının oluşmasında hayvanlar, yemler, gıdalar ve insanlar arasında bir etkileşim bulunmaktadır. Özellikle kanatlı hayvanlar ve diğer kasaplık hayvanlar dışkıları ile kesim öncesi bulaşmayı kolaylaştırır. Hastalık oluşturma dozu 10^6-10^8 hücre/g'dır (Erkmen, 2017).

Huang ve ark (2018)'nın yaptığı bir çalışmada 35 izole fajının süt, sosis ve marulda *Salmonella enteridis*-ATCC13076'yı kontrolü araştırılmıştır. 28 °C'de LPSE1 fajı sütte 1.44 ve 2.37 log cfu/mL azalma sağlamıştır. 28 °C'de sosiste LPSE1 fajı 2.52 log cfu/mL azalma sağlamıştır. 28 °C'de yine marulda LPSE1 fajının 2.02 log cfu/mL azalma görülmüştür. Bu bulgular dikkate alındığında LPSE1 fajı çeşitli gıdalarda *Salmonella*'ya karşı etkili olmuştur (Huang vd., 2018).

6.4. *Listeria* Kontrolü

Tanınmlanan *Listeria* türleri arasında insanlarda enfeksiyona yol açanlar *L. seeligeri, L. welshimeri, L. monocytogenes* ve *L. ivanovii'*dir. Bunlar arasında *L. monocytogenes* insanlarda enfeksiyona neden olan en önemli türdür. *L. monocytogenes*, *Listeriaceae* familyasına ait, Gram pozitif, fakültatif anaerob, katalaz pozitif, spor oluşturmayan, kısa kokobasil şeklinde bir bakteridir (Erkmen, 2017).

Camembert tipi peynir ve Limburger tipi peynirlere 10^1-10^3 cfu/cm^2 *Listeria monocytegenes* Scott A (serovar 46) veya CNL 10^3 (serovar 1/2a) bakteriyofajı uygulanmıştır. Camembert tipi peynirde Scott a (10^3 cfu/cm^2) ve tek doz A511 (3×10^8 pfu/cm^2) ile 21 günlük olgunlaşma süresi sonunda canlı sayısı 2.5 log düşmüştür. Tekrarlanan faj uygulaması bakterileri daha fazla inhibe etmezken, tek bir yüksek dozun (1×10^9 pfu/cm^2) daha etkili olduğu görülmüştür. 22 gün olgunlaştırılan Limburger tipi peynirde Listeria sayımları 3 log'dan fazla azalmıştır. A511'in tekrar tekrar uygulanması *Listeria*'nın yeniden gelişmemesini engellemiştir. Ancak 22 gün sonra engellememiştir. Daha düşük ilk *Listeria* kontaminasyonlarıyla (10^1-10^2 cfu/cm^2) kontrole kıyasla 6 logdan fazla azalmaya karışılık gelen canlı sayımlar saptama sınırının altına düşürmüştür. Bu verilere göre *L. monocytegenes*'in biyolojik kontrolü için bakteriyofajın potensiyelini açıkça göstermektedir (Guenther ve Loessner, 2011).

7. SONUÇ

Sonuç olarak bakteriyofajların keşfinden bu yana önemi giderek artmaktadır. Çünkü süt fermantasyonlarında bakteriyofajların varlığı nedeniyle endüstriyel üretimin %0,1- 10 arasında bir kayba neden olduğu bilin-

mektedir. Böylesi önemli kayıpları en aza indirmek için ilk olarak bakteriyofajların kontaminasyonu önlenmelidir. Bakteriyofajları inaktive etmek için farklı teknikler kullanılmakta olup bunlar başlıca fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik olmak üzere 3'e ayrılmaktadır. Ancak, bakteriyofajları kontamine olduktan sonra inaktive etmek için daha birçok teknik de araştırılmaya devam edilmelidir. Ayrıca bakteriyofajların *Listeria, Escherichia* ve *Campylobacter* gibi patojen bakterileri kontrol altına almak için etkili bir yöntem olarak kullanılabildiği de saptanmıştır.

KAYNAKLAR

Ackermann, H. W. (2007). 5500 Phages examined in the electron microscope. *Archives of virology*, 152(2), 227-243.

Akçalı, A. (2020). Virolojiye giriş, virüslerin yapısı ve sınıflandırılması, viroidler ve prionlar. D. Gazel (Ed.), *Sağlık Bilimlerinde Klinik Mikrobiyoloji* içinde (ss. 139-149). Ankara: Akademisyen Kitabevi.

Akpınar, M., Halkman, A. K. (2019). Gıda patojenlerinin biyokontrolünde bakteriyofaj uygulamaları. *Gıda*, 44(6), 1106-11207.

Atamer, Z., Hinrichs, J. (2010). Thermal inactivation of the heat-resistant Lactococcus lactis bacteriophage P680 in modern cheese processing. *International dairy journal*, 20(3), 163-168.

Atamer, Z., Ali, Y., Neve, H., Heller, K. J., Hinrichs, J. (2011). Thermal resistance of bacteriophages attacking flavour-producing dairy Leuconostoc starter cultures. *International dairy journal*, *21*(5), 327-334.

Atamer, Z., Samtlebe, M., Neve, H., Heller, K. J., Hinrichs, J. (2013). Elimination of bacteriophages in whey and whey products. *Frontiers in Microbiology*, (4), 191.

Aydoğan, D. Y., Hadımlı, H. H. (2016). Bakteriyofaj tedavisi. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 27(1), 38-47.

Başaran B., Güzelyurt M., Okur Ö. (2020). Peynir altı suyunun içeceklerde kullanılması. *Gıda Mühendisligi Dergisi*, (45), 51-62.

Björkroth, J., Koort, J. (2011). Taxonomy and biodiversity. J. W. Fuquay, P. F. Fox, P. L. H. McSweeney (Eds). *In Encyclopedia of Dairy Sciences* içinde (ss. 45-48). Amsterdam: Elsevier Scientific.

Carminati, D., Giraffa, G., Quiberoni, A., Binetti, A., Suárez, V., Reinheimer, J. (2010). Advances and trends in starter cultures for dairy fermentations. *Biotechnology of lactic acid bacteria: Novel applications*, (177), 177-192.

Coşkun, MY. (2003). Bakteriyofaj Tedavisi. *Bilim ve Teknik*. 474 (5): 82-85.

Cooper, I. R. (2016). A review of current methods using bacteriophages in live animals, food and animal products intended for human consumption. *Journal of microbiological methods*, (130), 38-47.

Davey, G. P., Ward, L. J., Brown, J. C. (1995). Characterisation of four Leuconostoc bacteriophages isolated from dairy fermentations. *FEMS microbiology letters*, 128(1), 21-25.

Del Rio, B., Binetti, A. G., Martín, M. C., Fernández, M., Magadan, A. H., Alvarez, M. A. (2007). Multiplex PCR for the detection and identification of dairy bacteriophages in milk. *Food microbiology*, 24(1), 75-81.

Desiere, F., Lucchini, S., Canchaya, C., Ventura, M., Brüssow, H. (2002). Comparative genomics of phages and prophages in lactic acid bacteria. *Lactic Acid Bacteria: Genetics, Metabolism and Applications*, (82), 73-91.

Dupuis, M. È., Moineau, S. (2010). Genome organization and characterization of the virulent lactococcal phage 1358 and its similarities to Listeria phages. *Applied and environmental microbiology*, 76(5), 1623-1632.

D'souza, D. H., Su, X., Roach, A., Harte, F. (2009). High-pressure homogenization for the inactivation of human enteric virus surrogates. *Journal of food protection*, 72(11), 2418-2422.

Ergin, F., Yıldız, G., Göçer, E. M. Ç., Küçükçetin, A. (2017). Bakteriyofajların antibakteriyel ajan olarak kullanımı. *Akademik Gıda*, 15(2), 172-181.

Ergüllü, E. (1982). Bakteriyofaj ve süt teknolojisinde yarattığı sorunlar. *Gıda*, *7*(5), 239-245.

Erkmen, O. (2017). *Gıda mikrobiyolojisi (5.baskı).* Ankara: Efil Yayınevi.

Fernández, L., Escobedo, S., Gutiérrez, D., Portilla, S., Martínez, B., García, P., Rodríguez, A. (2017). Bacteriophages in the dairy environment: From enemies to allies. *Antibiotics,* 6(4), 27.

Guenther, S., Loessner, M. J. (2011). Bacteriophage biocontrol of Listeria monocytogenes on soft ripened white mold and red-smear cheeses. *Bacteriophage,* 1(2), 94-100.

Guglielmotti, D. M., Mercanti, D. J., Reinheimer, J. A., Quiberoni, A. D. L. (2012). Efficiency of physical and chemical treatments on the inactivation of dairy bacteriophages. *Frontiers in microbiology*, (2), 282.

Hayes, S., Murphy, J., Mahony, J., Lugli, G. A., Ventura, M., Noben, J. P., Franz, C.M.A.P., Neve, H., Nauta, A., Sinderen, D.V. (2017). Biocidal inactivation of Lactococcus lactis bacteriophages: Efficacy and targets of commonly used sanitizers. *Frontiers in microbiology*, (8), 107.

Huang, C., Virk, S. M., Shi, J., Zhou, Y., Willias, S. P., Morsy, M.K., Abdelnabby, H.E., Liu, J., Wang, X., Li, J. (2018). Isolation, characterization, and application of bacteriophage LPSE1 against Salmonella enterica in ready to eat (RTE) foods. *Frontiers in microbiology*, (9), 1046.

Kakita, Y., Obuchi, E., Nakano, K., Murata, K., Kuroiwa, A., Miake, F., & Watanabe, K. (2000). Photocatalytic inactivation of Lactobacillus PL-1 phages by a thin film of titania. *Biocontrol Science*, 5(2), 73-79.

Küçükduman, Y., Bayrak, R., Esmer, E., Başaran, P. (2021). Gıda teknolojilerinde inovatif bir yaklaşım olarak "Bakteriyofajlar". *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 6-16.

Khorshıdtalab, M. (2016) *Atık sulardan litik bakteriyofaj izolasyonu ve karakterizasyonu* Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Le Marrec, C., Van Sinderen, D., Walsh, L., Stanley, E., Vlegels, E., Moineau, S., Heinze P., Fitzgerald G., Fayard, B. (1997). Streptococcus thermophilus bacteriophages can be divided into two distinct groups based on mode

of packaging and structural protein composition. *Applied Environmental Microbiology*, (63), 3246-3253.

Madera, C., Monjardín, C., & Suárez, J. E. (2004). Milk contamination and resistance to processing conditions determine the fate of Lactococcus lactis bacteriophages in dairies. *Applied and environmental microbiology*, 70(12), 7365-7371.

Mata, M., Trautwetter, A., Luthaud, G., Ritzenthaler, P. (1986). Thirteen virulent and temperate bacteriophages of Lactobacillus bulgaricus and Lactobacillus lactis belong to a single DNA homology group. *Applied and Environmental Microbiology*, 52(4), 812-818.

Marcó, M. B., Moineau, S., & Quiberoni, A. (2012). Bacteriophages and dairy fermentations. *Bacteriophage*, 2(3), 149-158. https://doi.org/10.4161/bact.21868

Marcó, M. B., Suárez, V. B., Quiberoni, A., & Pujato, S. A. (2019). Inactivation of dairy bacteriophages by thermal and chemical treatments. *Viruses*, 11(5), 480.

Marcó, M. B., & Mercanti, D. J. (2021). Bacteriophages in dairy plants. *In Advances in Food and Nutrition Research*, (97), 1-54. https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2021.02.015

Mercanti, D. J., Guglielmotti, D. M., Patrignani, F., Reinheimer, J. A., & Quiberoni, A. (2012). Resistance of two temperate Lactobacillus paracasei bacteriophages to high pressure homogenization, thermal treatments and chemical biocides of industrial application. *Food microbiology*, 29(1), 99-104.

Moineau, S., ve Lévesque, C., (2005). Control of bacteriophages in industrial fermentations. E. Kutter, A. Sulakvelidze (Eds), In Bacteriophages: Biology and Applications içinde (ss. 285–296). FL: CRC Press, Boca Raton.

Moroni, O., Jean, J., Autret, J., & Fliss, I. (2002). Inactivation of lactococcal bacteriophages in liquid media using dynamic high pressure. *International Dairy Journal*, 12(11), 907-913.

Olson, E. G., Micciche, A. C., Rothrock Jr, M. J., Yang, Y., Ricke, S. C. (2021). Application of Bacteriophages to Limit Campylobacter in Poultry Production. *Frontiers in Microbiology*, (12), 458721. https://doi.org/10.3389%2Ffmicb.2021.458721.

Pursals, J. C. (2016). *Epigenetic control of O-antigen chain length in Salmonella enterica*. Doktora Tezi, Sevilla Üniversitesi, Sevilla. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.21907.94248

Pulit, A.C., Mitula, P., Sliwka, P., Laba, W., Skaradzinska, A., 2015. Bacteriophage encapsulation: Trends and potential applications. Trends in Food Science & Technology, (45), 212221.

Pujato, S. A., Quiberoni, A., Mercanti, D. J. (2019). Bacteriophages on dairy foods. *Journal of applied microbiology,* 126(1), 14-30.

Quiberoni, A., Moineau, S., Rousseau, G. M., Reinheimer, J., Ackermann, H. W. (2010). Streptococcus thermophilus bacteriophages. *International Dairy Journal*, 20(10), 657-664.

Samson, J. E., Moineau, S. (2010). Characterization of Lactococcus lactis phage 949 and comparison with other lactococcal phages. *Applied and environmental microbiology*, 76(20), 6843-6852.

Samson, J. E., Moineau, S. (2013). Bacteriophages in food fermentations: new frontiers in a continuous arms race. *Annual review of food science and technology,* (4),347-368.

Son, H. M., Duc, H. M., Masuda, Y., Honjoh, K. I., & Miyamoto, T. (2018). Application of bacteriophages in simultaneously controlling Escherichia coli O157: H7 and extended-spectrum beta-lactamase producing Escherichia coli. *Applied microbiology and biotechnology*, 102(23), 10259-10271.

Sozzi, T., Poulin, J. M., Maret, R., & Pousaz, R. (1978). Isolation of a bacteriophage of Leuconostoc mesenteroides from dairy products. *Journal of Applied Bacteriology,* 44(1), 159-161.

Sulakvelidze, A., Alavidze, Z., & Morris Jr, J. G. (2001). Bacteriophage therapy, *Antimicrobial Agents*, 45(3): 649–659. https://doi.org/10.1128%2FAAC.45.3.649-659.2001

Stiles, M. E., & Holzapfel, W. H. (1997). Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International journal of food microbiology*, 36(1), 1-29.

Tayyarcan, E. K., Acar Soykut, E., Boyaci, I. H. (2018). A Raman-spectroscopy-based approach for detection and discrimination of Streptococcus thermophilus and Lactobacillus bulgaricus phages at low titer in raw milk. *Folia microbiologica*, 63(5), 627-636.

Temelli, S., Çetin, E. (2011). Gıdalarda Patojen Kontrolünde Bakteriyofaj Kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30(2), 45-52.

Verreault, D., Gendron, L., Rousseau, G. M., Veillette, M., Massé, D., Lindsley, Moineau, S., Duchaine, C. (2011). Detection of airborne lactococcal bacteriophages in cheese manufacturing plants. *Applied and environmental microbiology*, 77(2), 491-497.

Villion, M., & Moineau, S. (2009). Bacteriophages of lactobacillus. https://doi.org/10.2741/3332

Yerlikaya, O., Kınık, Ö., & Akbulut, N. (2010). Peyniraltı suyunun fonksiyonel özellikleri ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen yeni nesil süt ürünleri. *Gıda*, 35(4), 289-296.

BÖLÜM 10

HAYVANSAL ATIKLARIN YÖNETİMİ VE KONTROLÜ

Müge ERKAN CAN[1]

1 Dr. Öğr. Üyesi Müge ERKAN CAN, https://orcid.org/**0000-0002-0744-1496,** Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Adana/TÜRKİYE

1. Giriş

Birleşmiş Milletler dünya nüfus tahminlerine göre 2020 yılı için dünya nüfusunun yaklaşık 7 milyar 800 milyon kişi olduğu ve en fazla nüfusa sahip ülkeler arasında ilk sırayı yaklaşık 1 milyar 440 milyon kişi ile Çin'in aldığı belirlendi. Nüfus sıralamasında diğer üç ülke yaklaşık 1 milyar 381 milyon kişi ile Hindistan, 331 milyon 2647 kişi ile Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olurken bu üç ülke aynı zamanda dünya toplam nüfusunun %40,4'üdür (Anonim, 2019). Nüfus büyüklüğüne göre 235 ülke arasında 19. sırada yer alan Türkiye ise 83 milyon 384680 kişi ile dünya toplam nüfusunun %1,1'ini oluşturdu (Anonim, 2021). Hızla artan nüfusla doğru orantılı olarak temel beslenme ihtiyaçlarında da artışlar görülecek bunun yanı sıra sağlıklı beslenebilmek için önerilen protein yönünden zengin gıdalara yönelik talepler de artacaktır. Artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarının aynı oranda karşılanamadığı hallerde ise açlık, kıtlık ve hatta ölümle sonuçlanan trajik tablolarla karşılaşılması kaçınılmaz olacaktır. İlk çağlardan günümüze dek, insan hayatından ve sağlıklı beslenmeden bahsedilen hemen her konuda hayvansal ürünler ve hayvancılık konularına da değinilme gerekliliği doğmuştur. Talepleri karşılamak üzere, gelişen teknoloji ile birlikte hayvancılık da hızla büyüyen, yaygınlaşan ve diğer iş kollarını ile bağlarını güçlendiren bir sektör olmuştur. Dünyada birçok ülkede özellikle hayvancılık konusunda ilerleme kaydetmiş ülkelerde, gelişen teknolojiden de faydalanarak hızla büyüyen ve geniş alanlarda faaliyet göstermeye başlayan hayvancılık sektörü, ülke ekonomilerinde önemli bir pay sahibi olabilecek düzeylere erişmiştir. Söz konusu bu süreç, başta gıda taleplerini karşılamak ve ekonomik katkılar olmak üzere ciddi faydalar sağlarken, hayvancılık bakımından göz ardı edilen detaylar; çevre kirliliği ve yoğun miktarlarda atık oluşumu ile sonuçlanan olumsuz tablolara da sebep olmuştur.

Gelişen hayvancılık sektöründen ve artan hayvan kapasitelerinden bahsedildiğinde, hayvan bakımı ve beslemenin yanı sıra aynı özenle göz önünde bulundurulması ve projelenmesi gereken en önemli husus hayvanların barındırıldığı barınaklar olmaktadır. Hayvanların yaşamı, beslenmesi ve bakımı için gereksinimleri karşılamak ve hayvanları olumsuz çevre etkilerinden korumak amacıyla inşa edilen hayvan barınakları, yetiştirilen hayvan türüne göre ahır, kümes ve ağıl şeklinde sınıflandırılabilir. Yetiştirilen hayvanlardan maksimum verimi alabilmek ancak barınağın planlanması ve inşası aşamasında, yetiştirilecek hayvanın ihtiyaçlarına ve yörenin iklimine göre tasarlanmış, ilgili projeleme kriterlerine uyulmuş, gereken işletme içi standartların sağlandığı; hem canlılar hem de çevre için tehdit oluşturmayan barınaklar ile mümkün olabilecektir. Bu amaçla, barınaklarda, hayvan sağlığı ve verimi üzerine doğrudan etkili olan tüm iç ve dış çevre koşulları dikkatle değerlendirilmelidir. Barınaklarda çevre

koşulları denildiğinde ilk akla gelen kavramlar; iç ve dış ortam sıcaklığı, nem, yem rasyonu, su tüketimi, aydınlatma, havalandırma, yalıtım ve hayvan bakımı olmaktadır. Oysa optimum koşulların sağlandığı barınak hedefi için; yardımcı ekipman bölmeleri de değerlendirilerek planlanmış işletme içi şartlar, işletme içi ve çevresi için uyulması gereken mesafeler, koku ve drenaj koşulları, ortamın gaz ve toz miktarı, hijyen ve refah kriterleri ve barınaklarda oluşan atıkların yönetimi ile ilgili kavramların da büyük önem verilerek projelenmiş olması gerekmektedir. Aksi halde ulaşılması umulan verimi elde etmek mümkün olamayacaktır. Bu konuda yapılan araştırmaların ve sürdürülen faaliyetlerin sonuçları kapsamında, sıklıkla ihmal edilen bu projeleme kriterlerinin insan ve hayvan sağlığı ile verimi doğrudan etkilediği, kimi kriterler için ise izin verilen üst limitlerin aşılması halinde, telafisi mümkün olmayan hasarların hatta ölümlerin görülebileceği vurgulanmıştır. Yine bu kriterlerin dikkate alınmadığı hayvancılık işletmeleri gerekli denetimlerden ve kontrollerden geçirilmeden faaliyetlerine devam ederse kötü kokuların, zararlı gazların ve canlı ve çevre sağlığını tehdit eden tehlikeli kirleticilerin kontrolsüzce döngüde olduğu yayılı birer kirletici kaynağı haline gelebilecektir. Hayvancılık endüstrisi atıkları şehir ve sanayi gibi diğer sektörlerden kaynaklanan atıklar kadar önemsenmemektedir. Bu atıklar toksik olarak sınıflandırılmamaktadır ancak yoğun miktarlarda üretilip çevreye yayılan atık ile birlikte zaman içerisinde toprak ve su kaynaklarında birikim meydana gelecek bu sayede ise hayvansal atıklar da diğer atık türleri gibi ciddi bir kirletici halini alacaktır.

Hayvancılık endüstrileri için de geçerli olan atık hiyerarşisi, atık biriktirilen alanlara, çöplüklere veya belediye su arıtma tesislerine atılan malzeme miktarlarını azaltmak ve malzeme kaynaklarından en fazla değeri elde etmek amacıyla, malzeme kullanımını verimli hale getirmek için bir strateji sağlar. Verimlilik ve/veya hayvan sağlığı üzerinde önemli etkileri olmaksızın, hayvancılık endüstrilerindeki pek çok faaliyet ve süreç için atık ve gübre oluşumunu önlemek mümkün görünmemektedir. Hayvancılık endüstrilerinde etkili ve uzun süredir devam eden atık minimizasyon stratejileri mevcuttur (Örneğin; post ve donyağı dahil yan ürünlerin üretilmesi). Aslında, bu yan ürünler sanayileşmiş gıda üretiminden önce gelir ve insanlık tarihi boyunca kullanılmıştır (Ockerman ve Hansen, 1988). Artan maliyetler nedeniyle, karkastan maksimum değeri geri kazanacak ve atıkları azaltacak teknolojiler geliştirilmektedir (Anderson 2007; Drummond ve ark., 2019). Ayrıca, atık azaltma, verimliliği artırma fırsatı sunar, ancak bu atık üretim önlemleri, sermaye ve işletme maliyetlerindeki artışlarla ilişkilendirilebilir. Hayvancılık işletmelerini de kapsayan atık hiyerarşisi Şekil 1'de gösterilmektedir (Commonwealth of Australia, 2017; Ramirez, 2021).



Şekil 1. *Atık hiyerarşisi*

Hayvansal atıklardan kaynaklanan kirlilik risklerinden söz edildiğinde ilk akla gelmesi gereken unsur barınaklarda yoğun miktarlarda üretilen gübre olmalıdır. Geleneksel yöntemlerde hayvansal atıkların bertaraf edilmesi için seçilen yöntem önce işletme arazisi üzerinde biriktirmek, belirli bir süre sonra ise tarım arazilerine atmak şeklinde olmuştur. Ancak gübre ile ilgili çalışmalarda, özelikle toprak üzerinde açıkta bekletilen gübreden buharlaşma ve süzülme yolu ile bitki besin elementlerinin kaybolduğu görülmüştür. Oluşan buharlaşma ile hava kirliliği, derine sızıntılar ile ise toprak ve su kaynaklarında kirlilik meydana gelecektir. Bunun yanı sıra kaybolan bitki besin elementleri nedeniyle gübre işlevini yitirecek ve bitkiler için daha az yarayışlı bir materyal halini alacaktır. Hayvanların hem merada otlatılması hem de barınaklarda beslenmesi aşamalarına gelişmiş gübre yönetim sistemlerinin eşlik etmesi, bitki besin elementi kayıplarının önüne geçilmesi bakımından önem arz etmektedir (Powell ve Williams, 1995).

Hayvancılık işletmelerinde özellikle küçük ölçekli işletmelerde gübrenin toplanması, depolanması ve bu esnada oluşan kirlilik ve besin elementi kayıpları; tarımda gübre uygulamaları kadar ilgi görmemiştir. (Powell ve Williams 1995; Powell, 2004; Rufino ve ark., 2006). Bunun yanı sıra, gübre yönetimi hakkındaki bilgi eksiklikleri nedeniyle, diğer unsurlarla birlikte bir bütün halini alan tüm faktörlerin birleşik etkilerini değerlendirmek de zordur (Paul ve ark., 2009). Tarımda bitki besin elementi olarak, ısı veya elektrik üretmek için ve enerji üretiminin bazı yan ürünlerinin eldesi gibi alanlarda faydalı bir materyal olarak kullanılabilecek gübre için, uygun şartlarda yönetilmez ve kontrolsüzce çevreye bırakılır ise ölümcül patojenler de içeren bir kirletici demek mümkündür. Bu nedenle barınaklarda üretilen gübrenin miktarının ve özelliklerinin bilinmesi, barınaktan alınması, depolanması ve kullanılması aşamalarının bilinçli şekilde ve bir sistem dâhilinde yürütülmesi ve titizlikle takip edilmesi gerekmektedir.

2. Hayvan Türlerine Göre Gübre Üretimi ve Gübre İçerikleri

Hayvansal gübre birçok faydalı ve geri dönüştürülebilir bileşen içerir. Gübrenin faydalı bir materyal olarak kullanımını özetleyen alternatifler Tablo 1'de verilmektedir (USEPA, 2015; Malomo ve ark., 2018).

Tablo 1. *Hayvansal gübrenin yarayışlı kullanım alternatifleri*

Gübre Bileşeni	Kullanım Alanları	Avantajları
Bitki besin elementi	Kompost, gübre, biyokütle dönüşümü (hayvan yemi, toprak ıslahı, gübreleme vb.)	Gübrede maliyet tasarrufu ve gübre satışından elde edilen gelir
Organik madde	Toprak iyileştirme ve toprak yapılandırma	Toprak yapısını ve su tutma kapasitesini iyileştirir; mahsul verimini olumlu etkiler
Katılar	Yataklık	Yatak malzemeleri maliyetlerinde tasarruf
Enerji	Biyogaz, biyo-yağ ve sentez gazı	Çiftlik kullanımı için ek enerji; fosil yakıtlara daha az bağımlılık; enerji satışından elde edilen gelir
Lifler	Torf yerine kullanım, kağıt ve yapı malzemeleri	Potansiyel çevresel sorumlulukların faydalı materyallere dönüşümü

Hayvan barınaklarında üretilen atıklar katı, sıvı ve gaz halinde olabilir. Hayvancılık çıktıları ve atık terimleri, bunların nasıl oluştuğuna göre farklılık gösterir. Hayvancılık atığı, barınak içerisinde veya işletmede oluşan, dışkı ve idrar gibi biyokütle biçimindeki materyaller, altlık ve yem kalıntıları ile ölü hayvanlar ve yıkama-kullanma sularıdır. Hayvancılık çıktıları ise takip edilen çeşitli işlemler neticesinde ortaya çıkan deri, kemik, kan, iç organlar, kürk, boynuz, sindirim sistemini oluşturan organlar olarak sınıflandırılabilir. Hayvancılık çıktıları eğer çeşitli endüstrilerde veya yan ürün olarak değerlendirilirse bir kullanım amacı olarak bertaraf edilmiş olacak fakat değerlendirilmediği takdirde atık sınıfına dahil edilebilecektir. Gaz formundaki atıklar ise bir gaz fazı deşarjının tüm sonuçlarıdır. Ruminantların (inek, manda, keçi ve koyun) ürettiği dışkı kaynaklı gazlar başta metan gazı olmak üzere küresel ısınmada çeşitli sorunları beraberinde getirmektedir (Said, 2019).

Hayvan türlerine göre gübre üretim miktarları Tablo 2 (ASAE, 2003) ve Tablo 3'de (ASAE, 2001 ve USDA, 2008) verilmiştir.

Tablo 2. *Hayvan türlerine göre, 1000 kg canlı ağırlık için ortalama gübre üretim miktarları*

Hayvan Türü	Gübre Üretimi (kg/gün)	Sıvı Gübre (kg/gün)
Süt Sığırı (640 kg)	86	26
Dana (91 kg)	62	-
Besi sığırı (360 kg)	58	18
Koyun- Kuzu (27 kg)	40	15
Keçi (64 kg)	41	-

Yumurta Tavuğu (1.8 kg)	64	-
Etlik Piliç (0.9 kg)	85	-
Hindi (6.8 kg)	47	-
Ördek (1.4 kg)	110	-
At (450 kg)	51	10
Tüm değerler yaş gübre içindir. Her hayvan türü veri noktası sayıları farklılık göstermektedir. Her tür için maksimum veri noktası sayıları sırasıyla: Süt sığırı 85 adet; besi sığırı 50 adet; dana 5 adet; koyun 39 adet; keçi 3 adet; at 31 adet; yumurta tavuğu 74 adet; etlik piliç 14 adet; hindi 18 adet ve ördek 6 adet olarak hesaplanmıştır.		

Tablo 3. *Hayvan türlerine göre gübre üretim miktarları*

Hayvan Türü	Ağırlık (kg)	Gübre Üretimi (kg/gün)	Gübre Üretimi (L/gün)
Buzağı	68	6.00	5.70
	113	10.00	9.10
Düve	340	29.00	28.30
İnek	454	48 / 36*	48.20
	635	67.00	68.00
İnek	454	37.00	36.80
	635	52.00	51.60
Dana	113	4.00	4.00
Buzağı	204	12.00	5.70
Besi sığırı	454	29 / 26*	28.30
Koyun	45	1.80	1.70
Yumurta tavuğu	2	0.12	0.10
	454	27*	-
Etlik piliç	1	0.08	0.10
	454	36*	-
Hindi	9	0.41	0.40
	454	20*	-
Ördek	3	0.15	0.10
At	454	23.00	22.70

Dışkılamanın ardından gübre yönetim şekli, genellikle gübrenin temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinde farklılıklara neden olur. Gübre yönetim uygulamalarına göre gübre özellikleri değişirken yağış ve buharlaşma gibi faktörlerin de etkisiyle gübre içeriğindeki yem ve altlık kalıntıları, yıkama ve kullanma suyu etkisi, toprakla bulaşma ve biyolojik aktivite koşulları da değişim gösterecektir. Gübre yönetim şeklinin yanı sıra iklim faktörleri de gübre içeriğinde etkili olmakta, kurak bölgelerde atılan gübre, buharlaşma nedeniyle önemli ölçüde nem kaybedebilmektedir. Hayvanlardan gelen toz, saç ve tüyler de gübreye sınırlı miktarlarda bulaşabilir. Gübre içeriğini ve miktarını belirleyen en önemli faktörlerin başında ise hayvan türü ve yaşı, yem rasyonu ve tüketilen yemlerin kalitesi, hayvanların barındırıldığı çevre koşulları ve verim özellikleri gelmektedir. Hayvansal üretimden elde edilen gübrenin, genellikle yataklık/altlık malzemeler, sıvı gübre, yıkama suyu, yağış, dökülen yem ve dökülen su gibi dış etkenleri de içerdiği unutulmamalıdır (BCMA, 2017).

Hayvansal gübre karakteristikleri; hayvanın yediği yeme, rasyona, hayvanın yaşına, türüne, içtiği su miktarına ve su özelliklerine ayrıca yetiştiricilik tipine göre değişim gösterebilecektir. Bu nedenle gübre karakteristiğini içeren planlamalarda bu hususların göz önünde bulundurulması gerekir. Bunun yanı sıra yetiştiriciliğin yapıldığı bölgeler için yerel olarak türetilen değerler mevcutsa daha genel veriler yerine bu değerlere öncelik verilmelidir. Hayvan gübrelerinin içeriğini değiştirebilecek bir diğer faktör de besi sığırlarının farklı rasyonları olabilmektedir. Besi sığırları geviş getiren hayvanlar olduğundan, genellikle sindirilebilirliği daha düşük olan kaba yemlerle ayrıca genellikle sindirilebilirliği daha yüksek olan konsantre yemlerle beslenebilirler. Üretim aşamasına bağlı olarak, kaba yem/konsantre yem oranı büyük ölçüde değişebilir. Konsantre yemlere kıyasla, hayvanlar zayıf sindirilebilir kaba yemler (lif) ile beslendiğinde, üretilen gübre hacimleri tablolarda verilen değerlerden çok daha fazla olacaktır. Tablolarda verilen parametrelerin dışında, hayvan gübrelerinde, ağır metaller gibi kirleticilerin de olması mümkündür. Bu kirleticiler çiftlik hayvanlarının diyetlerine tali yollarla eklenerek, hayvan gübrelerinde farklı konsantrasyonlarda bulunabilir. Sağlık ve refah nedenleriyle veya büyüme destekleyicileri olarak belirli yemlere ek iz elementler olarak eklenebilirler. Çiftlik gübresi ayrıca içme suyuyla alınan veya yatak malzemelerine (örneğin saman) eklenen ağır metalleri de içerecektir. Hayvan barınakları inşa etmek için kullanılan galvanizli metalin korozyonu ve metal barınak bileşenlerinin yalanması ve ısırılması, hayvan gübresinde potansiyel bir çinko kaynağıdır. Bakır veya çinko içeren ayak banyoları, koyunlar ve sığırlar için toynak dezenfektanı olarak kullanılabilir ve bunlar gübre depolarına atılarak toprağa yayılan gübrelerin ağır metal içeriğine katkıda bulunabilir. Tüm çiftlik hayvanlarında, yem ile alınan ağır metallerin çoğu dışkı veya idrarla atıldığı için sonrasında toprağa uygulanan veya otlatma sırasında atılan gübrede de bulunacaktır (Petersen ve ark., 2007). Ruminantlarda, rumen bakterileri etkisiyle oluşan metan gazı (CH_4) üretimi, bir çiftlikten kaynaklanan genel sera gazı emisyonlarının önemli bir miktarını oluşturur. Metan, rumende karbonhidratların fermantasyonunun bir son ürünüdür; rasyon bileşiminden etkilenir ve ruminant üretimi üzerinde olumsuz etkiler olmaksızın tamamen bertaraf edilemez (Moss ve ark., 2000). Modelleme tekniklerini kullanan Danfær ve Weisbjerg (2006), CH_4 emisyonunun (brüt enerji içeriğinin yüzdesi olarak ifade edilir) artan yem alımıyla ve rasyondaki daha yüksek konsantre yem oranlarıyla azaldığını; ot silajının sindirilebilirliğinin artmasıyla ise arttığını göstermişlerdir. Ayrıca, diyetteki yağın arttırılması ve nişastanın arttırılmasıyla (şeker de artacaktır) CH_4 üretimi azaltılabilir. Özellikle emisyonları azaltmak ve katı ve sıvı gübre özelliklerini değiştirmek için diyetleri manipüle etmek de mümkündür (Dourmad ve Jondreville, 2007). Ayrıca, diyet manipülasyonu koku durumunu değiştirmenin bir yolu olabilir. Hayvan besleme,

bitki besin elementleri akışının kontrolünde kilit bir rol oynamaktadır. Diyet, gübrenin miktarını ve bileşimini ve bunun sonucunda ortaya çıkan emisyonları doğrudan etkiler. Ayrıca, bir besleme stratejisinin seçimi, çiftliğin ürün rotasyonunu ve sonucunda gübreyi kullanma olanaklarını da etkileyecektir. Hayvansal gübre içerikleri hakkında yığışımlı ve yoğun miktarların etkisini vurgulayabilmek amacı ile 1000 kg canlı ağırlık için derlenen gübre karakteristikleri Tablo 4'de verilmektedir.

Tablo 4. *Hayvan türlerine göre, 1000 kg canlı ağırlık için ortalama gübre karakteristikleri**

Hayvan Türü	Süt Sığırı	Dana	Besi sığırı	Koyun	Keçi	Yumurta Tavuğu	Etlik Piliç	Hindi	Ördek	At
Yoğunluk (kg/m^3)	990	1000	1000	1000	1000	970	1000	1000	-	1000
Toplam Katı (kg/gün)	12	5,2	8.50	11.00	13.00	16.00	22	12.00	31.00	15
Uçucu Katılar (kg/gün)	10	2,3	7,2	9,2	-	12.00	17	9,1	19.00	10
BOI (kg/5gün)	1,6	1,7	1,6	1,2	-	3,3	-	2.10	4.50	1,7
KOI (kg/gün)	11	5.30	7.80	11.00	-	11.00	16	9.30	27.00	-
pH	7	8.10	7.00	-	-	6,9	-	-	-	7,2
N (kg/gün)	0,45	0,27	0.340	0,42	0,45	0,84	1,1	0,62	1,5	0,30
Amonyak N (kg/gün)	0,079	0,12	0,086	-	-	0,21	-	0,080	-	-
P_2O_5(kg/gün)-P	0,094	0,066	0,092	0,087	0,11	0,30	0,30	0,23	0,54	0,071
K_2O(kg/gün)-K	0,29	0,28	0,21	0,32	0,31	0,30	0,40	0,24	0,71	0,25
Kalsiyum	0,16	0,059	0,14	0,28	-	1,3	0,41	0,63	-	0,29
Magnezyum	0,071	0,033	0,049	0,072	-	0,14	0,15	0,073	-	0,057
Sülfür	0,051	-	0,045	0,055	-	0,14	0,085	-	-	0,044
Sodyum	0,052	0,086	0,030	0,078	-	0,10	0,10	0.066	-	0,036
Klorür	0,13	-	-	0,089	-	0,56	-	-	-	-
Demir (gr)	12	0,33	7,8	8,1	-	-	60	75	-	16
Manganez (gr)	1,9	-	1,2	1,4	-	6,1	-	2,4	-	2,8
Boron (gr)	0,71	-	0,88	0,61	-	1,8	-	-	-	1,2
Molibden (gr)	0,074	-	0,042	0,25	-	0,30	-	-	-	0,083
Çinko (gr)	1,8	13	1,1	1,6	-	19	3,6	15	-	2,2
Bakır (gr)	0,45	0,048	0,31	0,22	-	0,83	0,98	0,71	-	0,53
Nikel (gr)	0,28	-	-	-	-	0,25	-	-	-	0,62
Kurşun (gr)	-	-	-	0,084	-	0,74	-	-	-	-
* ASAE, 2003'den uyarlanmıştır.										

1000 kg canlı ağırlık baz alınarak elde edilen gübre içeriklerine ilişkin yaklaşım, nihai ağırlığına ulaşmış olgun hayvanlar için oldukça kullanışlıdır. Fakat ilk ve son ağırlığı farklı olan besi hayvanları ve ağırlığı günlük olarak değişen olgunlaşmamış çiftlik hayvanları için yetiştirme periyodu boyunca takip veya ulaşılan son ağırlık için gübre içeriği değerlerinin elde edilmesi daha sağlıklı sonuçlar verecektir. Hayvan türlerine göre farklı ağırlıklar için elde edilen değerler Tablo 5.de verilmiştir.

Tablo 5. *Hayvan türlerine göre gübre karakteristikleri**

Hayvan Türü	Ağırlık (kg)	Nem (%)	Yoğunluk (kg/L)	Toplam Katı (kg/gün)	Uçucu Katılar (kg/gün)	BOI (kg/gün)	N (kg/gün)	P_2O_5 (kg/gün)-P	K_2O (kg/gün)-K
Buzağı	68	88	1.00	0.60	0.60	0.09	0.023	0.005	0.018
	113	88	1.10	1.00	0.90	0.15	0.036	0.009	0.032
Düve	340	88	1.00	3.10	2.60	0.45	0.104	0.032	0.100
İnek (Laktasyon)	454	88	1.00	4.50	3.90	0.73	0.263	0.136	0.141
	635	88	1.00	6.40	5.40	1.02	0.372	0.191	0.218
İnek (Kuruda)	454	88	1.00	4.30	3.70	0.54	0.163	0.050	0.127
	635	88	1.00	6.00	5.10	0.77	0.227	0.091	0.181
Dana	113	96	1.00	0.10	0.10	0.10	0.018	0.014	0.027
Buzağı	204	92	2.10	1.50	1.30	0.26	0.064	0.045	0.050
Besi sığırı	454	88	1.00	3.50	2.70	0.64	0.141	0.082	0.118
Koyun	45	75	1.10	0.50	0.40	0.05	0.018	0.009	0.018
Yumurta tavuğu	2	75	1.00	0.00	0.00	0.01	0.002	0.001	0.001
	454	-							
Etlik piliç	1	74	1.00	0.00	0.00	0.00	0.001	0.001	0.0005
	454	-							
Hindi	9	75	1.00	0.10	0.10	0.30	0.006	0.005	0.002
	454	-							
Ördek	3	73	1.10	0.00	0.00	0.01	0.002	0.002	0.001
At	454	78	1.00	5.00	4.20	0.64	0.127	0.050	0.104

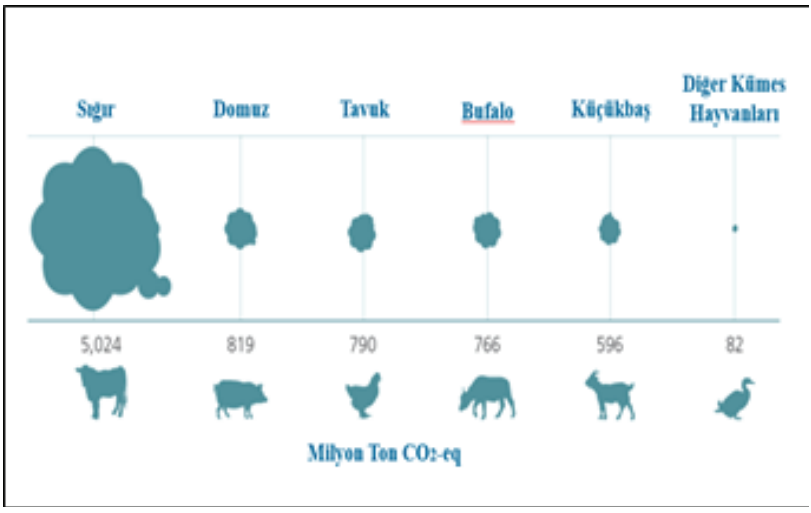
* Derlenerek uyarlanmıştır (ASAE, 2001 ve USDA, 2008).

Depolama ve arıtma, hayvan gübrelerindeki kirleticileri azaltmak için potansiyel yöntemler olarak düşünülebilir. Bununla birlikte, katı gübrelerin yığınlar halinde veya kompostlama yoluyla geleneksel olarak depolanması, ağır metalleri ortadan kaldırmaz (Petersen ve ark., 2007).

3. Hayvansal Atıklar ve Çevre İlişkileri

Hayvan gübreleri, tarih boyunca, toprağın fiziksel özelliklerini de koruyan bitki besin elementi ve organik madde bakımından zengin faydalı toprak iyileştiricilerinden olarak kabul edildi. Çiftçiler geleneksel olarak bu organik gübreleri topraklarının uzun vadeli faydası için uyguladılar. Bitki gereksinimlerini aşan ve sürekli tekrarlanan toprağa aşırı gübre uygulamaları, yalnızca N, P ve K gibi makro besinlerin değil, aynı zamanda ağır metallerin, özellikle Cu ve Zn'nin de birikmesine yol açar ve otlatma ve besleme yoluyla hayvan bünyesine alınarak hayvan sağlığını etkiler (Lopez Alonso ve ark., 2000). Bunun yanı sıra aşırı yüklü toprakların ana sonucu, toprak ile su ve hava fraksiyonları arasındaki kritik etkileşimdir. Su kirliliği esas olarak bitki ihtiyacını aşan gübre uygulanan topraklardan nitratın sızması yoluyla meydana gelirken, hava kirliliği nitrifikasyon/denitrifikasyon dahil olmak üzere karmaşık süreçlerin ve ayrıca topraktaki organik maddenin parçalanması ve dönüştürülmesinin sonucudur. Bu nedenle topraklar, gaz veya çözünür haldeki bileşiklerin tutulmasında, dönüştürülmesinde ve salınmasında önemli bir rol oynar (Martinez ve ark., 2009).

Hayvansal üretim, atmosferik kirlilikte önemli oranda pay sahibi olan bir sektör olarak tanımlanmıştır (Pain, 1999). Sığırlar, hayvancılık sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarının yaklaşık % 62'sini temsil eden (yaklaşık 5.0 gigaton CO_2-eq) CO_2 salınımı ile sektör emisyonlarının ana bileşenini oluşturmaktadır. Sığır ve süt sığırları benzer miktarlarda sera gazı üretir. Domuzlar, kümes hayvanları, bufalolar ve küçük geviş getiren hayvanlar, sektör emisyonlarının % 7 ila 11'ini temsil eden daha düşük emisyonlara sahiptir. Sera gazı emisyonlarının hayvan türlerine göre dağılımı Şekil 2'de vurgulanmıştır (FAO, 2017).



Şekil.2 *Türlere göre küresel emisyon tahminleri*

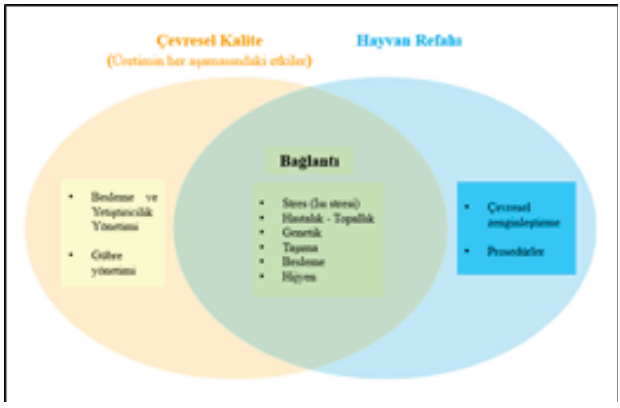
Hayvancılıktan kaynaklanan gazların en büyük kısmı, mikrobiyal aktivite yoluyla taze biriktirilmiş veya depolanmış dışkı ve idrardan üretilir. Hayvan barınaklarında, hem hayvanlar hem de işletmede çalışan insanlar için, hava kalitesini etkileyen çeşitli unsurlar bulunmaktadır. Bu unsurlar içerisinde zararlı gazlardan sıklıkla bahsedilir fakat bahsedilmesi gereken diğer detaylara ilişkin limitler Tablo 6'da verilmiştir (Takai ve Petersen, 2002).

Tablo 6. *Hayvancılık işletmelerinde havada asılı çeşitli konsantrasyonlar*

	Sığırcılık	Domuz Çiftlikleri	Kümesler
Solunabilir toz (mg/m^3)	0.4	2.2	3.6
Telafi edilebilir solunan toz (mg/m^3)	0.1	0.2	0.4
Solunabilir endotoksin (EU/m^3)	140	670	2000
Telafi edilebilir solunan endotoksin miktarı (EU/m^3)	10	70	210
Bakteri (log cfu/m^3)	4.3	5.1	6.4
Fungus (log cfu/m^3)	3.8	3.7	4

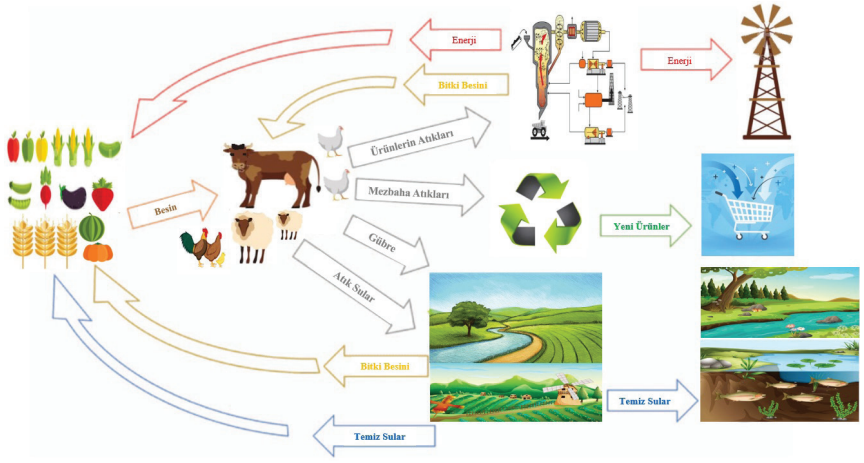
Hayvansal üretimden kaynaklanan su kirliliği genellikle minerallerin topraktan derine sızması ve yüzey akış ile akması veya atıkların doğrudan su yollarına atılması ile oluşur. Tarım topraklarına bitki ihtiyacından fazla uygulanan hayvan gübresi ile topraklarda birikim oluşur ve hatta toprak doyar. Doygun toprakta, bitki besin elementleri ve kirleticiler ya yüzey ya da yeraltı sularına karışır. Azot ve fosfor, su kirliliği yaratma potansiyeli en yüksek olan özel tarımsal öneme sahip iki besin maddesidir. Şu anda bir sorun olmasa da, potasyum (K) yakın gelecekte bir diğer önemli sorun olacaktır, çünkü fosforun bitki alımına dayalı gübre uygulaması genellikle bu mineralin fazla uygulanmasına yol açar (Béline ve ark., 2003). Amonyuma kıyasla serbest amonyak, birçok balık türü için zehirli olması nedeniyle su kaynağı üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptir (Martinez ve ark., 2009).

Hayvansal atıkların yönetimi ve kontrolü konusundaki ihmaller ve yetersizlikler çevre ve insan sağlığı için risk oluşturduğu kadar barındırılan hayvanlar için de sağlık ve refah konusunda çok ciddi bir tehdittir. Barınak içerisinde görülen hijyen sıkıntısı ve hayvan refahı parametrelerinin sağlanamaması; verim düşüşü başta olmak üzere hayvanlarda strese, yaralanmalara, mastisit gibi ciddi hastalıklara hatta ölümlere bile sebebiyet verecektir. Hem çevresel kaliteyi hem de hayvan refahını etkileyen konuların bağlantısı Şekil 3'de görülmektedir. Kesişim kümesindeki öğeler, her iki endişe alanı için de etkili olan sorunları temsil eder. Diğer iki küme ise ya çevresel kalite ya da hayvan refahı açısından etkili olan konuları vurgulamaktadır (Place ve Mitloehner, 2014).



Şekil 3. *Çevresel kalite ve hayvan refahı bağıntısı*

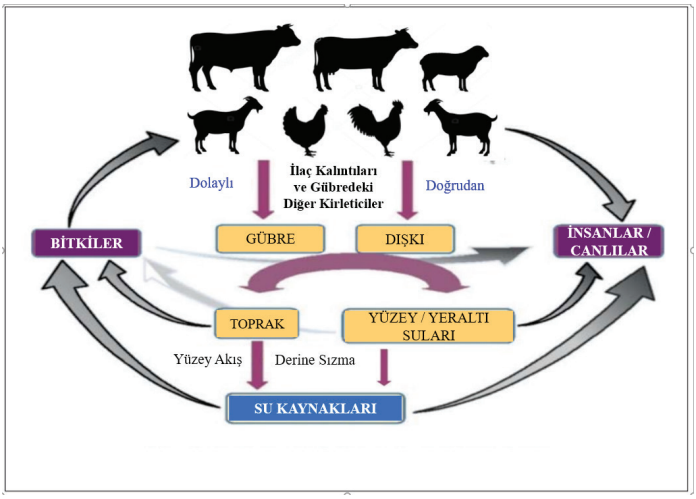
Hayvan gübresinin içeriği, depolama kriterleri ve çevre ile etkileşimi hakkında yorum ve her bir aşama için planlama yapabilmek amacıyla gübre döngüsünü de takip etmek gerekir. Hayvan gübresinin çevrimine ilişkin görsel Şekil 4'de verilmektedir (Ramirez ve ark., 2021'den yorumlanarak yeniden çizilmiştir).



Şekil 4. *Hayvansal gübrenin ve diğer hayvansal çıktıların döngüsü*

Şekilden de görüleceği gibi hayvancılık ve hayvansal atıklar hem çevre hem de başka birçok sektör ile iletişim halindedir. Hayvan gübresi çevriminde potansiyel sağlık etkileri içerisinde; kirleticilerin hatta patojenlerin insanlara, diğer canlılara ve doğal çevreye doğrudan transferi ile sağlık ve kirlilik riskleri, su kaynaklarının ve toprağın kirlenmesi sonucu tarım ürünleri ve yem bitkileri ile çevrimin sürdürülmesi aşamaları göze çarpacaktır.

Kalıcı organik kirleticiler gibi organik kirleticiler genellikle hayvan gübrelerinde bir endişe kaynağı olarak kabul edilmez (Stevens ve Jones, 2003; Petersen ve ark., 2003). Ancak, ilaçlar hayvan yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanıldığından hayvan dışkısında bulunmaktadır. Yeterli depolama ve kompostlama sağlayarak mikrobiyal patojenlerden kaynaklanan riskleri azaltmak için tasarlanan gübre yönetimi uygulamalarının, toprağa uygulanan bir dizi hayvan gübresi genelinde etkinliklerini tam olarak değerlendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat, bu uygulamaların hayvan gübrelerindeki veteriner ilaçlarının konsantrasyonlarını da azaltması beklenen olasılıklardandır (Petersen ve ark., 2007). Hayvan gübresinde bulunan kirleticiler ve veteriner ilaçlarının doğal döngüsü Şekil 5'de görülmektedir (Said, 2019).



Şekil 5. *Hayvan gübresindeki kirleticilerin ve ilaç kalıntılarının döngüsü*

Hayvansal atıklar ve çevre etkileşimi hakkında bahsedilen bilgiler derlenerek Tablo 7'de sunulmuştur (Place ve Mitloehner, 2014). Kirleticilerin, yüzey akış ve derine sızma yolu ile yeraltı su kaynaklarını da olumsuz etkilediği bilinmektedir.

Tablo 7. *Hayvancılıktan kaynaklanan çevresel kalite endişelerinin ana kategorileri*

Parametre	Hayvansal Üretimdeki Kaynak Noktası	Etkilediği Alan
Karbondioksit (CO_2)	Hayvanların solunumu, fosil yakıt kullanımı, dekompozisyon	İklim değişimi, hava kirliliği
Metan (CH_4)	Enterik fermantasyon, anaerobik gübre depolama, dekompozisyon	İklim değişimi, hava kirliliği
Azot oksit (N_2O)	Gübre uygulanmış toprak	İklim değişimi, hava kirliliği
Amonyak (NH_3)	Gübre	Hava kirliliği, ötrofikasyon, koku
Uçucu organik bileşikler	Taze gübre, fermente edilmiş yemler	Troposferik ozon formasyonu
Partikül madde	İşletme içi işlemler, yetiştiricilik tipi, amonyak formasyonu	Çevre kirliliği, hava kalitesi
Nitrat (NO_3)	Gübre, gübre uygulanmış toprak	Çevre kirliliği, ötrofikasyon
Fosfor yüzey akış	Gübre, gübre uygulanmış toprak	Çevre kirliliği, ötrofikasyon
Tuzlar	Gübre, gübre uygulanmış toprak	Toprak kalitesi
Bakteri	Gübre, gübre uygulanmış toprak	Sağlık riski, toprak ve su kalitesi
Bazı Patojenler*	Gübre	Sağlık riski, toprak ve su kalitesi
Salmonella spp	Sığırcılık, kümesler, domuz	Sağlık riski, toprak ve su kalitesi
Pathogenic Escherichia coli	Sığırcılık	Sağlık riski, toprak ve su kalitesi
Yersinia enterocolitica	Domuz yetiştiriciliği	Sağlık riski, toprak ve su kalitesi
Rotavirus	Sığırcılık, domuz yetiştiriciliği	Sağlık riski, toprak ve su kalitesi
Avian influenza virus	Kümesler	Sağlık riski, toprak ve su kalitesi
Campylobacter spp.	Sığırcılık, kümesler, domuz	Sağlık riski, toprak ve su kalitesi
Cryptosporidium parvum	Sığırcılık	Sağlık riski, toprak ve su kalitesi
Giardia lamblia	Sığırcılık	Sağlık riski, toprak ve su kalitesi
Antimikrobiyal ajanlar	Gübre, gübre uygulanmış toprak	Sağlık riski, toprak ve su kalitesi
* Martens ve Bohm, 2009'dan derlenmiştir.		

4. Hayvansal Atıkların Yönetimi

Hayvancılık atık yönetim sistemleri, atığın üretiminden kullanımına kadar yıl boyunca tüm atıkları hesaba katan toplam sistem yaklaşımı kullanılarak geliştirilmelidir (Anonymous, 1996, Anonymous, 1995a; Tadesse, 2009). Bir hayvancılık atık yönetim sistemi altı temel bileşenden oluşur. Bu bileşenler sırası ile; "Atığın oluşumu – Atığın Toplanması – Atık Depolama – İşlem Uygulama – Nakliye – Kullanım" olarak sıralanabilir. Hayvan atıklarının barınaklardan, arazilerden veya depolardan toplanması, atık yönetim sisteminin oluşum aşamasından sonraki ilk bileşenidir. Toplama yöntemleri; "Kazıma (makine yardımı ile veya otomatik sistemler ile), Kazıma; Yerçekimi Kanalları ile Tahliye, Yıkama, Otomatik Sistemler (genellikle kümeslerde) ve Basınçlı Su ile Yıkama" şeklinde sınıflandırılabilen yöntemler içerisinde farklılık gösterebilir. Kimi barınaklarda bu yöntemlerin biri veya birkaçı periyodik olarak uygulanırken kimi barınakta ise geleneksel yöntemler (insan gücü ve kürek ile dışarı atma) tercih edilmektedir. Toplama yöntemi ne olursa olsun, hayvansal atıklar belirlenen bir noktaya taşındıktan sonra depolama veya arıtma için taşınmaktadır (Anonymous, 1995a; Tadesse, 2009, BCMA, 2017).

Hayvancılıktan elde edilen farklı atık ve gübre türlerinin işlenmesi için çok çeşitli arıtma sistemleri mevcuttur (Burton ve Turner, 2003). Bu arıtma türlerinin asıl amacı, zararlı çevresel etkinin ve kirliliğin azaltılması olmasına rağmen, tüm sistemlerden etkili bir randıman beklenemez. Bu tür sistemlerin çalıştığı mekanizmalar şu şekilde sınıflandırılabilir:

a. Ekili bir üründe veya tarımda, gübre besin maddelerinin kullanımı için zaman sağlayan stabilizasyon ve gübre hacmindeki kayıpların önlenmesi,

b. Toplama, biriktirme ve/veya dışarıya satma (Kompost gibi değerli bir ürün eldesi ile ek gelir)

c. CH_4 veya NH_3 emisyonu gibi istenmeyen koşulların, bitki besin elementi kayıplarının ve kirliliğin ortadan kaldırılması. Patojen ve antibiyotik konsantrasyonlarının indirgenmesi ve kontrolü.

Gübre kullanımı ile ilgili farklı yasal gereklilikler nedeniyle, belirli bir sistemi uygulamaya koyma teşviki ülkeler arasında hatta bölgelere göre bile büyük farklılıklar gösterebilir (Petersen ve ark., 2007). Her gübre yönetimi sisteminin, özellikle bitki besin elementi yönetimiyle ilgili bazı kısıtları ve zorlukları vardır. Detaylı etütler ile izlenecek yöntem seçilmelidir. Hayvansal atık yönetimine ilişkin genel itibariyle kabul görmüş ve sıklıkla uygulanan gübre değerlendirme sistemlerine ilişkin yöntemler literatürden derlenerek Tablo 8'de listelenmiştir (Brandjes ve ark., 1996; Malamo ve ark., 2018).

5. Sonuçlar

Her duruma uygun tek bir atık yönetim planının olmadığı açıktır. Bu bağlamda bir arıtma ve/veya depolama; yönetim metodolojisinin uygulanması ve yerel kısıtlamaların bir sonucu olarak belirlenen (faz ayırma, anaerobik çürütme, asitlendirme, amonyak giderme, konsantrasyon, nitrifikasyon-denitrifikasyon, kompostlaştırma, ozonizasyon vb.), bir hedefe götüren üniter süreçlerin bir kombinasyonu olarak anlaşılmalıdır (Flotats ve ark., 2001, Teira-Esmatges ve Flotats, 2003). Birçok yerel hayvancılık işletmesinde ve hatta ticari üretim sisteminde, hayvanlar kapalı, yarı kapalı veya açık ahırlarda yetiştirilmekte ve yetiştiricilik tipi fark etmeksizin işletme atıkları iklim ve ekin koşullarının uygun olduğu durumlarda tarım arazilerinde gübre olarak kullanılıncaya dek, çeşitli sürelerde, biriktirilip depolanmaktadır. Bu depolama işlemi için kimi zaman gübre depoları kullanılsa da çoğunlukla toprak üzerinde ve gübre yığınının üstü açık şekilde biriktirilme söz konusudur. Gübre depolarının kullanıldığı hayvancılık işletmelerinde ise çoğu durumda gübre deposunun yetersiz kalması veya uygun olmaması nedeniyle yine depolama şartları yerine getirilememektedir. Bahsedilen koşullarda gübre faydalı bir materyal olmaktan uzaklaşarak canlılar ve çevre için bir tehdit unsuru haline gelmektedir. Bu nedenle gübre depolama sistemlerini de kapsayan hayvansal gübre işleme ve yönetim konusu hem hayvancılık sektörü için hem de özenle korunması gereken insan ve çevre sağlığı için kritik noktayı temsil eder. Yenilikçi yöntemler ile mevcut durumun ve gelişmelerin yakın takibi ve ilgili yasaların-yönetmeliklerin uygulanması; hem koruma hem de önleme aşamalarında hayvansal atık yönetimi stratejileri için çözüm olacaktır.

Tablo 8. *Hayvansal atık yönetim sistemleri*

Sistem	Tanımı	Karakteristik Özellik	Kısıtlar	Depolama Süresi[3]
Otlatma/ Mera[1]	Hayvanlar, otlatma sırasında doğrudan tarlaya gübre bırakırlar	Mera alanlarında gübre etkisi (Kontrolsüz)	Özellikle sızma ve buharlaşma ile önemli besin kayıpları meydana gelir. Mera otlayan hayvanlardan elde edilen gübrenin olduğu gibi kalmasına izin verilir ve hiç işlenmez.	Uzun süre (Ay-yıl)
Çitle çevrilen depolama (Kraals)	Hayvanlar, dönüşümlü olarak gelecekte ürün ekilecek olan kapalı bir arazide tutulmaktadır.	Geleneksel Yatırım maliyeti yok / düşük Yerinde gübreleme Kaynakların yetersiz olduğu durumlarda mahsul üretimini mümkün kılar[1]	Sızdırma yoluyla yüksek besin kaybı ve kirlilik Eşdeğer N ve K gübreleme oranları arttığından, yıkamadan kaynaklanan kayıplar otlatma sırasında olduğundan biraz daha yüksek olacaktır[2]	
Günlük Dağıtma[1]	Gübre, kazıma gibi bazı yöntemlerle katı halde toplanır.	Toplanan gübre günlük olarak tarlalara uygulanır.	Günlük düzenli bakım ve iş gücü gereklidir.	-

Çukur Depolama[1]	Gübre, hayvanların barındırıldığı alanın altındaki çukurda depolanır.	Gübre ve idrar birlikte depolanır.	Sıcaklık değerlerine ve hijyene dikkat edilmelidir. Sıcaklık için iklim verileri yanı sıra iç ortam sabit sıcaklıkları da dikkate alınmalıdır.	<1 ay >1ay
Katı Depolama[1,2]	Gübre, kazıma gibi bazı yöntemlerle katı halde toplanır.	Katılar bertaraf edilmeden önce (altlıklı veya altlıksız), bir çukurda toplanır ve depolanır (Sıvı akışı olsun veya olmasın)	Günlük düzenli bakım ve iş gücü gereklidir. Hijyen bakımından özenli olunması gerekir.	Uzun süre (Ay-yıl)
Kurutulmuş depolama (Dry-lot)	Kuru iklimlerde, gübre ve idrar, yataklık malzemeleriyle birlikte biriktirilir. Genellikle, gübrenin periyodik olarak kaldırılana kadar kurumasına izin verilen asfaltsız besi alanlarında hayvanlar tutulabilir.[1]	Gübre kaldırıldıktan sonra tarlalara yayılabilir[1]	Özellikle sıvı sızıntısı ve yüzey akış ile önemli besin kayıpları ve kirlilik meydana gelebilir	> 6ay
Bulamaç / Sıvı depolama[1, 2]	Bu sistemler genellikle zemine yerleştirilmiş büyük beton kaplı tanklarla karakterize edilir.[1] İdrar ve dışkı birlikte depolanır ve gübre genellikle yarı sıvı haldedir.	Etlik piliçler hariç OECD ülkelerinde yoğun besicilik sistemlerinde ana sistemdir.[1]	Uçuculuk kayıpları havalandırmaya, depolama tanklarının derinliğine ve depolama uzunluğuna bağlıdır. Genellikle atılan toplam N'nin %5 ila %35'i arasında değişir.[1]	> 6ay
Lagün Anaerobik lagün[1, 2]	Sıvı gübre anaerobik lagün içinde katılar ayrılmış veya ayrılmamış olarak işlenir Gübreyi lagünlere taşımak için su kullanan yıkama sistemleri ile karakterize edilir.[3]	Lagünden gelen su, yıkama suyu olarak geri dönüştürülebilir veya tarlaları sulamak ve gübrelemek için kullanılabilir.[3]	Lagün tabanından sızma, su yüzeyine deşarj ve koku. Yüksek düzeyde amonyak, bazı metan ve azot oksit emisyonları oluşabilir	30 gün - 200 gün
Anaerobik Çürütme[1,5]	Enerji için CH_4 gazı üretimine dayanır. Oksijen yokluğunda hayvan gübresi ve diğer biyo kütlenin biyolojik çürütülmesi.[5]	Azaltılmış koku[5] Sera gazlarının (metan, CO_2 ve az miktarda N_2, CO, H_2, O_2 ve H_2S) etkilerini azaltır[5] Enerji üretimi için kullanılan biyogaz imkanı[5] Patojenler önemli ölçüde azalır[5] Nihai ürünler: sıvı ve katılar gübre olarak kullanılabilir[5] Potansiyel gelir[5]	Üretilen CH_4 miktarı çürütücünün çalışma özelliklerine ve gübrenin özelliklerine bağlıdır. Uygulama için gerekli olan büyük alanlar ve ilk yatırım maliyeti gerekebilir[5] Atık ürün için ekstra arıtma gerekebilir [5]	<1 ay >1ay

Tablo 8. *Devam Ediyor*

Sistem	Tanımı	Karakteristik Özellik	Kısıtlar	Depolama Süresi[3]
Aerobik Çürütme[5]	Hayvan gübresi ve diğer biyokütlenin oksijen varlığında biyolojik arıtımı (en yaygın olarak sıvı)[5]	İndirgenmiş metan ve NOx[5] Patojenler önemli ölçüde azalır[5] Azaltılmış koku[5] Fosfor ve potasyum geri kazanılabilir ve gübre olarak kullanılabilir[5] Atık ürün – anaerobik prosesten daha temiz[5] Mevcut teknoloji, hava emisyonu sorunlarını yok etmeyi büyük ölçüde mümkün kılar[5]	Elektrik ihtiyacı nedeniyle yüksek işletme maliyeti[5] Atmosfere önemli miktarda nitrojen salınımı[5]	İşlenme özelliklerine göre değişim gösterir
Kompost[5]	Hayvan gübresi veya diğer organik yan ürünlerin biyolojik olarak kararlı organik maddelere işlenmesi (katı hayvan gübresi)[5]	Azaltılmış gübre hacmi/ağırlığı[5] Kararlı son ürün[5] Fosfor ve potasyum tutulumu[5] Patojenler önemli ölçüde azaltılır.[5] Toprak ıslahında kullanılabilir. [5] Besin içeriğine bağlı olarak organik gübre olarak nitelendirilebilir. [5] Toprak ve ekin kalitesi bakımından faydalı[5]	Atmosfere, önemli miktarlarda NH_3, CO_2, metan ve NO_x salınımı olabilir (uygun şekilde havalandırılan kompost minimum NOx emisyonuna sahip olacaktır) Bitmiş bir ürünün işlenmesi 3-6 ay veya daha fazla sürebilir. Gübre içindeki tuzlar konsantredir. Piyasalar hızla doygun hale gelebilir.	İşlenme özelliklerine göre değişim gösterir
Anaerobik Çürütme + Aerobik Çürütme[5]	Anaerobik çürütme ve ardından aerobik çürütme[5]	İndirgenmiş metan/NOx[5] Patojenler önemli ölçüde azalır[5] Azaltılmış koku[5]	Her iki sistemi de korumak için yüksek birleşik masraf İnşaat alanı ve projeleme ihtiyacı Atmosfere önemli miktarda nitrojen salınımı	İşlenme özelliklerine göre değişim gösterir
Yakıt olarak kullanma (Biyogaz)	Gübre ya doğrudan yakıt olarak yakılır ya da biyogaz üretimi için anaerobik olarak işlenir. Gübre toplanıp kalıplarda kurutulur ve ısıtma veya pişirme için yakılır.[1]	Bu sistem Asya ve Uzak Doğu'da yaygındır. Hindistan'da sığır gübresinin üçte ikisinin yakıt için yakıldığı tahmin edilmektedir.[1]	Yanma sonucu azot, karbon ve kükürt kayıpları. Bulamacın yüksek su içeriği, işlenmesini zorlaştırır	-
Feed[4]	Gübre hem çiftlik hayvanları hem de balıklara verilerek geri dönüştürülebilir, ancak bu uygulama sınırlıdır.	Et ve süt sığırı rasyonlarına kanatlı gübresinin dahil edilmesi ile toplam yem maliyeti %50-80'den %20-40'a düşürülebilmektedir.	Bu kullanım biçimleri sınırlıdır ve hayvan yemi olarak gübre kullanımı teşvik edilmez.	-
Ev inşaatı için sıva malzemesi[2]	Ev yapımı için sıvama malzemesi olarak hayvan gübresi kullanılır.	Özellikle Afrika'da önemlidir, ancak küresel ölçekte dahil edilen gübre miktarının çok önemsiz olduğu düşünülmektedir.	İnşaat için kullanılan gübre tarım kapsamında değerlendirilemez.	-

[1] Zeeman and Gerbens, 2000
[2] Brandjes ve ark., 1996
[3] Tadesse, 2009
[4] Muller, 1980
[5] Porter ve ark., 2010; Martin-Marroquin ve Hidalgo, 2014

KAYNAKLAR

Anderson, K.G., 2007. New animal-derived ingredients. In 'Technology of reduced additive foods'. (Ed. J Smith) pp. 1–29. (Blackwell Science: NJ, USA)

Anonim, 2019. Birleşmiş Milletler Dünya Nüfus Beklentileri. TUİK veri tabanı.

Anonim, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu Veri Tabanı

Anonymous, 1995. Livestock waste management practices and legislation outside British Columbia. Retrieved on Nov. 15, 2007, from http://www.rem.sfu.ca/FRAP/9629.pdf.

Anonymous, 1995a. Animal waste management to protect water quality: animal waste management systems. Alabama cooperative extension system.

Anonymous, 1996. The health state guidelines for livestock waste management. Hawaii State Department of Health and Waste Water Branch. http://www.hawali.gov/ health/environmental/compliance/sb_library/livestock.pdf

ASAE, 2001. American Society of Agricultural Engineers. Committee S&E-412 report AW-D-1, revised 6-14-73.

ASAE, 2003. American Society of Agricultural Engineers. Manure Production and Characteristics, ASAE D384.1 FEB03.

BCMA, 2017. British Colombia Ministry of Agriculture. Summary of manure handling systems in the context of Hullcar. A part of the Hullcar Situation Review: Nutrient Management Practices – Technical Report. File No. 631.700-6; October, 14 p.

Béline, F., Daumer, M.L., Guiziou, F. 2003. Traitement biologique aérobie du lisier de porcs: performances des systèmes de séparation de phases et caractéristiques des co-produits. Ingénieries-EAT, 34, 25-33.

Brandjes, P.J, de Wit, J., van der Meer, H.G., 1996. Environmental Impact of Manure Management. Rome: FAO. http://www.fao.org/WAIRDOCS/LEAD/X6113E/x6113e00.htm

Burton, C.H., Turner, C., 2003. Manure Management-Treatment Strategies for Sustainable Agriculture, 2nd ed. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford, UK. (490 pp).

Commonwealth of Australia, 2017. 'National Food Waste Strategy: Halving Australia's food waste by 2030, Commonwealth of Australia 2017'.https://www.environment. gov.au/system/files/resources/4683826b-5d9f-4e65-9344-a900060915b1/ files/national-food-waste-strategy.pdf

Danfær, A.,Weisbjerg, M.R., 2006. Modelling methane emission from dairy cows. In: Petersen, S.O. (Ed.), 12th Ramiran International Conference. Technology for recycling of manure and organic residues in a whole farm perspective, Vol I. Danish Institute of Agricultural Sciences, pp. 79–82 (DIAS Report No. 122).

Dourmad, J.Y., Jondreville, C., 2007. Impact of nutrition on nitrogen, phosphorus, Cu and Zn in pig manure on emissions of ammonia and odours. Livest. Sci. 112, 192–198 (this issue). doi:10.1016/j. livsci.2007.09.002.

Drummond, L., Álvarez, C., Mullen, A.M., 2019. Chapter 4. Proteins recovery from meat processing coproducts. In 'Sustainable meat production and processing'. (Ed. CM Galanakis) pp. 69–83. (Academic Press: London, UK).

FAO. 2017. Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM) [online]. Rome. www.fao.org/gleam/en/

Flotats, X., Campos, E., Palatsi, J., BonmatI, A. 2001. Tratamiento de residuos orga´nicos. In: Boixadera, J., Teira, M.R. (Eds.), Aplicacio´n agricola de residuos orga´nicos. pp. 17–36.

López Alonso, M., Benedito, J.L., Miranda, M., Castillo, C., Hernández, J., Shore, R.F. 2000. The effect of pig farming on copper and zinc accumulation in cattle in Galicia (North-Western Spain). The Veterinary Journal, 160, 259-266.

Malomo, A. G., Madugu, A. S., Bolu, S.A., 2018 Sustainable Animal Manure Management Strategies and Practices. Agricultural Waste and Residues, DOI: 10.5772/intechopen.78645

Martens, W., Bohm, R., 2009. Overview of the ability of different treatment methods for liquid and solid manure to inactivate pathogens. Bioresource Technol 100(22):5374–5378.

Martinez, J., Dabert, P., Barrington, S., Burton, C., 2009. Livestock waste treatment systems for environnemental quality, food safety, and sustainability. Bioresource Technology, Elsevier. 100 (22), p. 5527-5536. ff10.1016/j. biortech.2009.02.038ff. ffhal-00504207

Martin-Marroquin, J.M., Hidalgo, D., 2014. Livestock Waste: Fears and Opportunities. Environment, Energy and Climate Change I: Environmental Chemistry of Pollutants and Wastes, Hdb Env Chem, DOI 10.1007/698_2014_268. Springer International Publishing Switzerland.

Moss, A., Jouany, J.P., Newbold, J., 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. Ann. Zootech. 49: 231–253.

Muller , Z.O., 1980. Feed from Animal wastes: state of knowledge. FAO Animal Production and Health Paper 18.Rome. Retrieved on October 5, 2007. http://www.fao.org/DOCREP/004/X6518E/ X6518E00.htm

Ockerman, H.W., Hansen, C.L., 1988. 'Animal by-product processing.' (1st ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781482293920

Pain, B.F., 1999. Gaseous pollutants from organic waste use in agriculture. In Proceedings of the 8th International Conference of the FAO-Network on Recycling Agric., Municipal and Industrial Residues in Agriculture (Ra-

miran 98). J.Martinez & M.N. Maudet (eds), Rennes, France. 26-29 May 1998. Cemagref-FAO editions.

Paul, S., Onduru, D., Wouters, B., Gachimbi, L., Zake, J., Ebanyat, P., Ergano, K., Abduke, M., van Keulen, H., 2009. Cattle manure management in East Africa: Review of manure quality and nutrient losses and scenarios for cattle and manure management. Wageningen UR Livestock Research, Report 258. ISSN 1570 – 8616

Petersen, S.O., Henriksen, K., Mortensen, G.K., Krogh, P.H., Brandt, K.K., Sørensen, J., Madsen, T., Petersen, J., Grøn, C., 2003. Recycling of sewage sludge and household compost to arable land: fate and effects of organic contaminants, and impact on soil fertility. Soil Tillage Res. 72, 139–152.

Petersen, S.O., Sommer, S.G., Béline, F., Burton, C., Dach, J., Dourmad, J.Y., Leip, A., Misselbrook, T., Nicholson, F., Poulsen, H.D., Provolo, G., Sørensen, P., Vinnerås, B., Weiske, A., Bernal, M.P., Böhm, R., Juhász, C., Mihelic, R., 2007. Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. Livestock Science 112:180–191. 10.1016/J.LIVSCI.2007.09.001.

Place, S., Mitloehner, F., 2014. The Nexus of environmental quality and livestock welfare. Annu Rev Anim Biosci 2:1.1–1.15

Porter, J., Davis, J., Hickman, D., 2010. Selection guidance for manure management technologies. In: Abstracts of the international symposium on air quality and manure management in agriculture, Dallas, Texas, 13–16 September.

Powell J.M., Williams T.O., 1995. An overview of mixedfarming systems in Sub-Saharan Africa. In: Powell J.M., Fernández-Rivera S., Williams T.O. and Renard C. (eds), Livestock and Sustainable Nutrient Cycling in Mixed Farming Systems of Sub-Saharan Africa. Vol II: Technical Papers. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, pp. 21–36. (568 pp)

Powell, J.M., 2004. Crop-Livestock interactions in the West African Drylands. Agronomy Journal 96, 469-483.

Ramirez, J., McCabe, B., Jensen, P.D, Speight, R., Harrison, M., van den Berg, L., O'Hara, I., 2021. Wastes to profit: a circular economy approach to value-addition in livestock industries. Animal Production Science. 61: 541–550. https://doi.org/10.1071/AN20400.

Rufino, M.C., Rowe, E.C., Delve, R.J., Giller, K.E., 2006. Nitrogen cycling efficiencies through resource-poor African crop–livestock systems. Agriculture, Ecosystems and Environment 112, 261–282.

Said M.I, 2019. Characteristics of by-product and animal waste: a review. Large Animal Review. 25: 243-250.

Stevens, J.L., Jones, K.C., 2003. Quantification of PCDD/F concentrations in animal manure and comparison of the effects of the application of cattle manure and sewage sludge to agricultural land on human exposure to PCDD/Fs. Chemosphere 50, 1183–1191.

Tadesse, A., 2009. Climate change, livestock and people: Challenges, opportunities, and the way forward Proceedings of the 17th annual conference of the Ethiopian Society of Animal Production (ESAP) September 24-26, p-77, Ethiopia.

Takai, H., Pederson, S. 2002. Livestock related fine dust – composition, structure and flows. Landbauforschung Volkenrode 235, 139-144.

Teira-Esmatges, M.R., Flotats, X., 2003. A method for livestock waste management planning in NE Spain. Waste Management 23:17–932. doi:10.1016/S0956-053X(03)00072-2

USDA, 2008. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. Part 651, Agricultural Waste Management Field Handbook. Agricultural Waste Characteristics, 210–VI–AWMFH.

USEPA, 2015. The Cattle Site. Beneficial Uses of Animal Manure and Environmental Protection. England: 5m Publishing. http://www.thecattlesite.com/focus/5m/2311/beneficial-uses-of-manure-and-environmental-protection

Zeeman, G., Gerbens, S., 2000. Methane emission from animal manure. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/4_3_CH4 _Animal_Manure.pdf

BÖLÜM 11

AKUAPONİK SİSTEMLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ VE GELECEĞİ

Nuray ÇİÇEK[1]
Arda ÖZEN[2]

1 Dr. Öğretim Üyesi Nuray ÇİÇEK, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, nuraycicek3b@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-5044-5276

2 Dr. Öğretim Üyesi Arda ÖZEN, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ardaozen@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-5315-8424

GİRİŞ

Akuaponik sistemler, geleneksel akuakültür (akuatik canlılardan olan balık, kerevit, karides üretimi) ile hidroponik sistemin (topraksız tarım/bitkilerin su ve besin eriyikleri ile beslenmesi) birleşmesi ile oluşturulan sürdürülebilir gıda üretim sistemi alternatiflerindendir (Rakocy,1993; Graber &Junge, 2009).

Akuakültür'de zamanla oluşan su kirliliği balık sağlığı için zararlı düzeye gelir. Bu su, hidroponik sistemde yetişen ürünlere, sistemi tıkayacak partiküller filtrelenip gönderilerek, bitkinin ihtiyaç duyduğu mutlak gerekli besin maddelerini almasına, aynı zamanda akuakültürde yetişen canlıların suyunun temizlenerek kapalı devre simbiyotik yaşamın oluşmasını sağlar. Akuaponik terimi de akuakültür ve hidroponik kelimelerinin birleşiminden meydana gelmiştir.

Akuaponik Sistemlerin Tarihçesi

Tarihsel kanıtlar, hidroponik ve su ürünleri yetiştiriciliğinin ortak kullanımını yani akuaponik sistemlerin ilk kökeninin MÖ 2000 yılına kadar uzandığını göstermektedir. Tarihte Aztekler, Mısırlılar ve Çinliler arasında daha yaygın olarak kullanılmakla beraber, Japonlar, Perulular ve Yunanlılar da dahil olmak üzere birçok kültür akuaponik sistemleri kullanmıştır.

Tarihsel olarak yoğun nüfus baskısı altındaki medeniyetler için akuaponik sistemler, tarımsal çözümler sağlamıştır. Kronolojik olarak aşağıdaki gibi bir sıralama yapılabilir:

MÖ 2000

Çinliler, bir hayvancılık yöntemi olarak tarımla eşleştirilmiş su ürünleri yetiştiriciliğini birleştiren ve geliştiren ilk milletdir. Sazan, bu sistemlerde en çok kullanılan balık türü olmuştur.

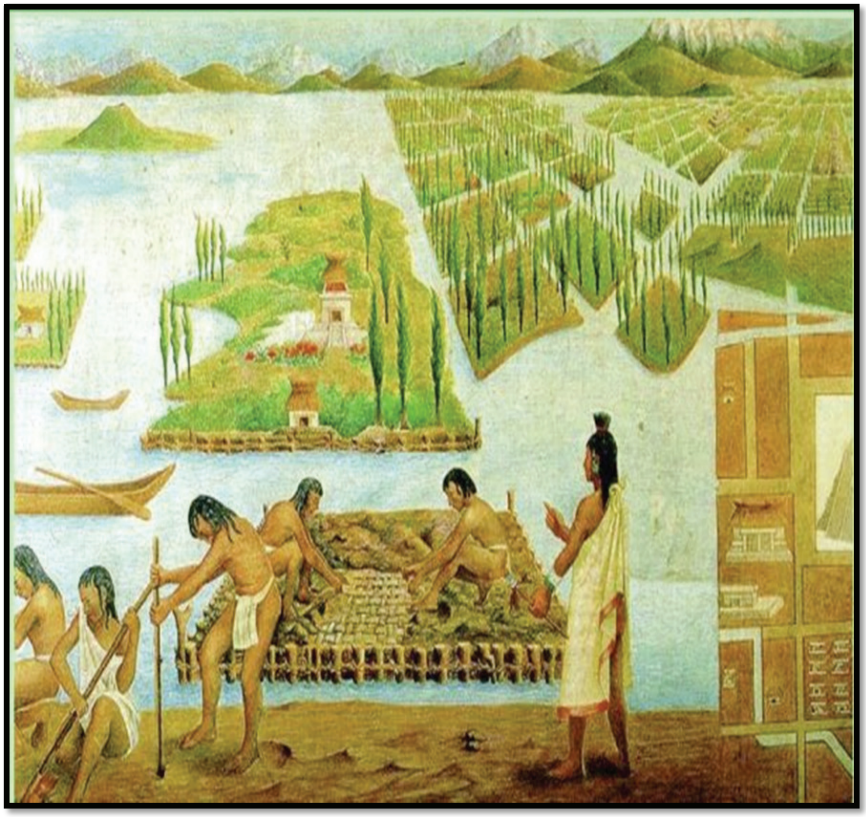
MÖ 500

MÖ 500, "Balık Kültürü Klasiği" monografisinin ortaya çıkışının yaklaşık tarihidir. Çin'de Fan Lai tarafından yayınlanan bu eser, akuaponik uygulama ve metodolojisinin ilk yazılı kaydıdır. Daha sonra uygulama Doğu Asya'ya ve hatta Hindistan alt kıtasına kadar yayılmıştır.

MS 600

Çinli çiftçiler 6. yüzyılda su üzerindeki kafeslerde ördek yetiştirirken alttaki suda da sazan ve yayın balığı beslemişlerdir. Daha sonra bu yöntem çeltik tarlalarına ve sebze yataklarına uygulanmıştır. Bu şekilde balıkların, çeltiğin ve sebzelerin faydalandıkları ve bir arada bulunduğu bir sistemi geliştirmişlerdir.

Eski mısırda Nil nehri üzerinde (Şekil 1), yüzen bahçeler sayesinde su kültüründe tarımsal üretim yapıldığına dair bilgilere hiyegrografiler de ve duvar resimlerinde rastlanmıştır (URL-1, 2014).



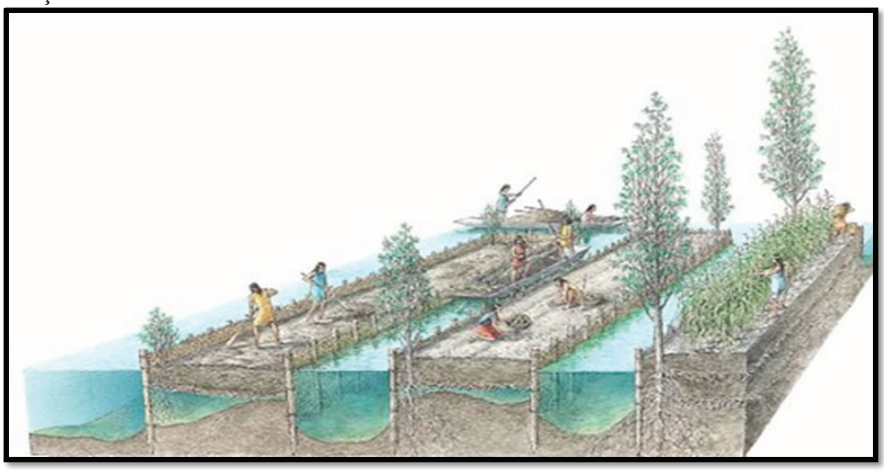
Şekil 1 *Nil Nehri üzerinde su kültüründe tarım yapan Eski Mısırlılar (URL-1, 2014)*

Orta Amerika da çinampa (chinampa) adlı tarım sistemi 1400 lü yıllarda Azteklerde ortaya çıkmıştır (Şekil 2, Şekil 3). Meksika Havzasında çinampa tarımı hakkında arkeolojik araştırmalar sonucunda elde edilen ilk raporlar Pedro Armillas tarafından yayınlandı (Armillas, 1971). Çinampa terimi, Nahuatl dilindeki chinamitl kelimesinden türemiştir ve çit veya bastonlarla çevrili bir alan anlamına gelmektedir (Molina, 1944). Bilim adamları ve çiftçiler, bu kavramı arazilerin su üzerinde yükseldiği ve sulak alan içerisinde su ve kanallar ile çevrili tarım arazileri anlamında kullanmaktadır. Çinampa alanları tipik olarak yaklaşık 4 m genişliğinde, uzunluk olarak 400-900 m aralığında olan erozyondan korunmak için genellikle söğüt veya selvi ağaçlarının kenarlara ekildiği alanlardır (Santamaria, 1912; Morehart, 2012). Günümüzde Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak bu çinampa alanlarının kalıntıları ve hidrolojik yapıları tespit edilmiştir (Morehart, 2012).

Aztek imparatorluğu kurulmadan önce Meksika'nın güney havzalarında, önce Xochimilco ve Chalco göllerinin kıyılarında, daha sonra da Texcoco gölünde çinampalar inşa edilmiştir (Parsons et al., 1982). Tatlı su kaynaklarının kenarlarına su kanalları inşa edip aralarına toprak yığınları yerleştirerek mısır, kabak ve fasulye gibi sebzeleri ekmişlerdir. Aztek imparatorluğun kurulmasından sonra yaklaşık 12000 hektarlık bir alanda düzenli chinampa tarımı yapılmış ve bu chinampalar Aztek başkenti Tenochtitlan nüfusunun yarısına kadarının (200000 kişi) besin ihtiyacını karşılamıştır (Armillas, 1971; Parsons, 1976; Robles et al., 2019).

Bu eski alt sulama tarım sistemi, Mexico City'nin güneyindeki Xochimilco'da halen uygulanmaktadır (Robles et al., 2019). Günümüzde, orijinal olarak tasarlandığı gibi korunmuş olan ve çalışan chinampa'ların bazıları, sürdürülebilirliği nedeniyle yerel üreticiler tarafından kullanılmaktadır. Günümüzde az da olsa hala mevcut olan ve agroturizme de hizmet eden modern çinampalarda (Şekil 4) marul, kişniş, ıspanak, pazı, kabak, maydanoz, karnabahar, kereviz, nane, soğan, biberiye, mısır ve turp gibi sebzeler üretmektedir.

Aralık 1984'te, Meksika Vadisi'ndeki chinampa sistemi, UNESCO tarafından İnsanlığın Kültürel Mirası olarak ilan edilmiş; 1992'de Meksika hükümeti bölgeyi 'Doğal Koruma Alanı' ilan etmiş ve 2004 yılında chinampa'yı destekleyen sulak alanlar da RAMSAR alanı olarak ilan edilmiştir.



Şekil 2 *Azteklere ait çinampa çizimi (URL-1, 2014)*



Şekil 3. *Azteklere ait çinampalar (URL-2, 2022)*



Şekil 4. *Agroturizm değeri olan modern çinampalar (URL-3, 2022)*

Modern Akuaponik Sistemlerin Gelişimi

Orta Amerika ve Doğu Çin'in eski halkları, balık ve bitkiyi birlikte yetiştirme kavramını başlattığı halde, günümüzde ivme kazanan modern akuaponik sistemlerin varlığı 1970'lerde başlamıştır. Modern bağlamda akuaponik sistemleri, balık çiftçilerinin toprağa, suya ve diğer kaynaklara olan bağımlılıklarını azaltmaya çalışırken, yeni balık yetiştirme yöntemlerini keşfetmeleriyle ortaya çıkmıştır.

Modern akuaponik gelişmelerin çoğu, New Alchemy Institute ve North Carolina State Üniversitesi'nden Dr. Mark McMurtry'nin çalışmalarına atfedilmektedir. Bir araştırma merkezi olan New Alchemy Enstitüsü, 1969'da John Todd, Nancy Jack Todd ve William McLarney tarafından Amerika da kurulmuştur. New Alchemy Enstitüsün kuruluş amaçlarından biri modern endüstriyel tarım yöntemleri kabul etmeyerek doğa ile uyumlu, enerji tasarruflu, ekoloji tabanlı ve bütünleşik yaşam sistemleri oluşturmaktı. John Todd ve William McLarney'in deniz biyologları olduğu için, çalışma konusu olarak seçtikleri sulak alan ekolojisinden mikro ortamlar oluşturarak "yaşayan makineler" adını vermişlerdir. Araştırmalarında daha çok yenilebilir balık yetiştirmeyi denedikleri su ürünleri yetiştiriciliğine odaklanmışlardır. Bu araştırmalarda, yarı saydam balık tankları yerin üstüne yerleştirildi ve tanktaki verimli sular seradaki bitki örtüsünü beslemek için kullanıldı. İnşa ettikleri serada bütünleşmiş bir şekilde balık ve sebze yetiştirerek (Şekil 5) sürdürülebilir akuaponik sistemlerin ilk örneğini sunmuşlardır. Bu enstitünün konu ile ilgili araştırmaları ve dergileri New Alchemy Journals'da bulunmaktadır (Yegül ve Eminoğlu, 2020).



Şekil 5 *New Alchemy Enstitüsündeki akuaponik sistemin genel görüntüsü (Anonim)*

New Alchemy Insitute'deki çalışmalar, Kuzey Carolina Eyalet Üniversitesi'nden Dr. Mark McMurtry'ye akuaponik sistemler üzerine daha fazla araştırma yapması için ilham verdi. McMurtry, Prof. Doug Sanderson ile 1984 yılında balık ve sebze yetiştirdikleri ilk kapalı döngü akuaponik sistemini geliştirdiler. Bu sistemde yetiştirme ortamı olarak deniz kumu kullanılmıştır. Tasarladıkları sistemi "Integrated Aqua-Vegaculture System" ya da kısaca IAVS olarak adlandırmışlardır. Integrated Aqua-Vegaculture System hobi amaçlı üretim yapanların tercih ettiği sistemlerden biridir. Bu sistemde, bir akvaryumdan gelen atık su, kumla dolu yetiştirme yataklarında hıyar ve domates gibi mahsulleri sulamak için kullanıldı. Ayrıca kum, sistemde içinden geçen atık suları filtreleyen biyo-filtre görevi görmüştür. Kumdan boşalan su tekrar akvaryuma döndürülmüş yani sisteme geri kazandırılmıştır. Bu kapalı sistemde su kum içinde süzüldüğü (Filtrelendiği) gibi ayrıca kum içinde süzülen balık gübresi de sebze yetiştiriciliğinde organik gübre kaynağı olarak kullanılmaktadır (Goddek et al., 2015).

Yukarıda bahsedilen araştırmacılar, akuaponik kavramının ve sisteminin ilk araştırmacıları olarak değerlendirilirken, 1986 yılında Tom ve Paula Sperano çifti, McMurtry ve Prof. Doug Sanders'in sistemini modifiye ederek, dünya çapında birçok ev tabanlı ve ticari akuaponik sistem kurulumu için model olarak hizmet veren Speraneo Bioponic Sistemini geliştirmişlerdir. Tasarladıkları sistemde Tilapia balığı ile domates bitkisini birlikte yetiştirmişlerdir (McMurtry et al., 1993; McMurtry et al., 1997). Tom ve Paula Sperano sayesinde ilk defa akuaponik sistemde yetiştirme ortamı olarak çakıl kullanılmıştır. Speraneo'lar çakıl yetiştirme yataklarını kullanarak ebb-flow bir sistemde sebze vb. mahsuller yetiştirmişlerdir. Sistemdeki bitkilere, tilapia tanklarından çıkan besin açısından zengin su, sulama suyu olarak uygulanmıştır. Çakıllar, yetiştirme ortamı olarak hidroponik sistemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak Speraneo'lar çakılları yetiştirme ortamı olarak ilk kez akuaponikte başarılı bir şekilde kullanan bilim insanlarıdır.

Virgin Islands Üniversite'sinde 1990 sonları 2000 başlarında Dr. James Rakocy ve diğer akademisyenler akuaponik sistemler üzerine o dönemde en fazla araştırma yapan bilim adamlarıdır (Şekil 6 ve Şekil 7). Daha sonra Avustralya'lı Dr. Wilson Lennard'da Dr. Rakocy ile çalışmış ve akuaponik üzerine doktora tezi hazırlamıştır. Dr. Wilson Lennard akuponik, akuaponik sistemde ilk olarak ticari anlamda uygulama yapan ürettiği balıkları ve sebzeleri de satan kişidir.



Şekil 6. *Dr. James Rakocy ve ekibine ait akuaponik sistemler (Anonim)*



Şekil 7. *Dr. James Rakocy ve ekimine ait akuaponik çalışma alanları (Anonim)*

Akuaponik sistemler ile ilgili yapılan çalışmaların detaylı bir değerlendirmesi için 1978-2018 yılları arasında yapılmış 529 yayını inceleyen Yep & Zheng (2019)'in araştırması önemlidir. Bu çalışmaya göre akuakültür ve hidroponik kısmın ayrı olduğu sistemler birleşik sistemlere göre daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Yine akuaponik sistemlerden, derin

su kültürü yöntemi ticari olarak yaygın kullanılırken bilimsel araştırmalarda ise ortam kültürü yöntemi daha fazla tercih edilmektedir. Tilapia en yaygın kullanılan balık türü iken yeşil yapraklı sebzeler en çok ilgi gören bitki türleri olarak belirlenmiştir.

Akuaponik sistemlerin mevcut durumu ve geleceği

Akuaponik sistemler günümüzde bilimsel, ticari, eğitim ve hobi amaçlı olarak dünyanın farklı bölgelerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Ticari olan sistemlerde büyük tesislerin daha ekonomik ve karlı olduğu ve kâr marjının perakende fiyatlarından etkilendiği, üretim ve yatırımların artması için iyi bir planlama ve organizasyon ağının olması Greenfeld et al., (2019) tarafından yapılan literatür değerlendirilmesinde ortaya konmuştur. Çevreci ve sürdürülebilir olması ile öne çıkan akuaponik sistemlerin ticari olarak da yaygınlaşması için araştırmalar ve girişimler devam etmektedir. İngiltere'deki bir firma buna örnek olarak gösterilebilir. GrowUp Farms Limited adlı firma 2013 yılında Londra'da ilk defa dikey tarım ile akuaponik sistemleri bir araya getiren ve otomasyon ile kontrol edilebilen şehir içi üretim yapan sistemleri geliştirdiler ve ticari olarak satışa sundular (Şekil 8). Şirket yetkilileri bu sistem sayesinde %95 daha az su kullanmayı ve çevresel etkileri en aza indirmeyi başardıklarını belirtmiştir. Bu sistem ile üretici firma restoran ve marketlere olan tedarik zincirlerini kısaltmayı, daha taze ve sağlıklı balık, sebze ve meyve üretmeyi ayrıca üretimin her aşamasını geliştirdikleri yazılım ve donanım ile takip etmeyi planlamaktadır.



Şekil 8. *Growup sistemleri (Anonim)*

Akuaponik sistemler genel olarak tatlı su balıkları ve buna uygun bitkiler ile yapılmaktadır. Ancak gelecekte iklim değişikliği ile su kaynaklarında tuzlanmanın artması beklenmektedir. Yine deniz balıkları üretimi için de akuaponik sistemlerin alternatif bir sistem olması için çalışmalar devam etmektedir. Tuzluluğa karşı hassas bölgelerdeki gıda güvenliğini arttırmak, tuza dayanıklı ürün pazarlarını genişletmek ve azalan deniz ürünleri üzerindeki stresi azaltmak için akuaponik sistemlerin tuzlu sular

ile yapılması için bilimsel çalışmalar yapılmaktadır ancak bunlar küçük ölçekte olup, ticari olarak üretime geçilmemiştir. Tuzlu su akuaponikleri gibi iklim dostu ve alternatif tarım sistemlerini benimsemek iklim değişikliğinin hafifletilmesini, adaptasyonunu ve gıda güvenliğini destekleyebilir (Spradlin & Saha, 2022).

Akuaponik sistemlerde enerji maliyetlerini azaltmak için güneş panellerinin sisteme entegre edilmeye başlanmıştır. Bu durum enerji ve üretim maliyetlerini azaltmada başarılı bir alternatif olarak görülmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. *Güneş panelleri entegre edilmiş akuaponik sistemler (Anonim)*

Akuaponik sistemlerde bitki ve balık kadar önemli olan başka bir bileşen de bakterilerdir. Bitkiler tarafından bitki besin maddelerinin daha etkin bir şekilde alınması için gelecekte bu bakterilerin önemli roller oynadığı biyoteknolojik yöntemlerin de geliştirilmesi önerilmektedir (Yep & Zheng, 2019).

Akuaponik sistemlerde kullanılan başka bir alternatif ise yetiştirilen bitkilerin hayvan yemi olarak kullanılmasıdır. Artan hayvan yemi fiyatları, azalan mera alanları gibi sorunlar nedeni ile hızlı bir şekilde ve küçük ölçekte akuaponik sistemler ile yetiştirilebilen hayvan yemlerinin gelecekte daha da fazla ilgi görmesi beklenmektedir. Akuaponik yem, kontrollü bir ortamda sürdürülebilir ve toprak dostu teknoloji kullanılarak 6-10 gün içinde yetiştirilen tahıl veya çim tohumlarından yetiştirilen genç yeşil bitkilerdir. Bu 15-20 cm uzunluğundaki yeşil bitki, tahılın yerine ve ya normal saman ile besleme miktarlarının önemli bir yüzdesini karşılamak için doğrudan hayvanlara verilebilmektedir.



Şekil 10. *Aquaponik sistem ile üretilen hayvan yemi (Anonim)*

Akuaponik sistemlerin daha otomatik hale getirilmesi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Bu konuda ayrıntılı bir değerlendirme Reyes Yanes et al (2020) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmaya göre yarı ve tam otomatik otomasyon sistemleri küçük ölçekteki akuaponik sistemlerde başarı ile uygulanmıştır. Yine bu çalışmada literatürdeki boşluklar ve gelecekte çalışılması gereken önemli konular vurgulanmıştır.

Sonuç

Akuaponik sistem teknolojisindeki gelişmeler bu sistemlerin daha sürdürülebilir gıda sistemleri haline gelmesini sağlayabilir. Akuaponik sistemlerin biyolojik ve teknolojik özellikleri hakkında daha fazla araştırma yapılması çevresel, operasyonel ve sosyo-ekonomik yönleri arasında ilişkilerin ortaya konması hem araştırmacıların hem de paydaşların akuaponik sistemlere ilgisinin daha da artmasını sağlayacaktır (Krastanovaa et al., 2022).

Akuaponik sistemler, günümüzde geleneksel organik tarım yöntemleri kadar yaygın olarak uygulanmasa da akuaponik sistemlerin tarihine bakıldığında, bu kavramın uzun süredir var olduğu anlaşılmaktadır. Bu üretim şekli, balıklar ve bitkiler arasındaki simbiyotik ilişkiye dayandığından akuaponik çevre için güvenli bir sistem olarak kabul edilmektedir. Ayrıca ticari veya ev tabanlı sistemlerde kullanılmak üzere rahatlıkla uy-

gulanabilmektedir. Bu teknik, eko-çiftçiliğin geleceği olma potansiyelini gösterdiğinden, daha verimli bir akuaponik sistem tasarlamak için günümüzde daha fazla bilimsel araştırma yapılmaktadır. Bu bağlamda akuaponik sistemleri otomasyon sistemlerinin entegre edilmesi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Gelecekte nesnelerin interneti (IOT), akıllı sensörler, yapay zekâ kontrollü üretim gibi sistemlerin de akuaponik sistemlere entegre edilmesi ile akuaponik sistemlerin daha pratik ve yaygın hale gelmesi beklenmektedir. Akuaponik sistemlerin, sağladığı birçok fayda ile ileride dünya çapında birçok insan ve ticari kuruluş için daha çekici bir endüstriyel tarım alternatifi olmaya devam edeceği anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

Armillas, P. (1971). Gardens on Swamps. *Science,* 175,653-661.

Goddek, S., Delaide, B., Mankasingh, U., Ragnarsdottir, K.V., Jijakli,H., and Thorarinsdottir, R. (2015). Challenges of Sustainable and Commercial Aquaponics. *Sustainability*, 7(4),4199-4224.

Graber, A., Junge, R. (2009). Aquaponic Systems: Nutrient Recycling From Fish Wastewater by Vegetable Production. *Desalination,* 246,147–156.

Greenfeld, A., Becker, N., Mcilwain, J., Fotedar, R., Bornman, J. (2018). Economically Viable Aquaponics? Identifying The Gap Between Potential and Current Uncertainties. *Reviews in Aquaculture*, 11,848-862.

Krastanova M., Ivo Si, Sofiya I.K., Dobry Y., Petya O. (2022) Aquaponic Systems: Biological and Technological Parameters. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 36:1,305-316.

McMurtry, M.R., Sanders, D.C., Cure, J.D., Hodson, R.G., Haning B.C., St. Amand, P.C. (1997). Efficiency of Water Use of an Integrated Fish/Vegetable Co-Culture System. *Journal of the World Aquaculture*, 28,420–428.

McMurtry, M.R., Sanders, D.C., Patterson, R.P., Nash. A. (1993). Yield of Tomato Irrigated with Recirculating Aquaculture Water. *Journal of Productive Agriculture* 6:429–432.

Molina, A. (1944). Vocabularo en Lengua Castellan y Mexicana. Ediciones Cultura Hispanica IV. Colección de Incunables Americanos, Madrid.

Morehart Christopher T. (2012). Mapping Ancient Chinampa Landscapes in the Basin of Mexico: a remote sensing and GIS approach. *Journal of Archaeological Science*, 39(7), 2541-2551.

Parsons, J. (1976). The Role of Chinampa Agriculture in the Food Supply of Aztec Tenochtitlan. In: Cleland, C. (Ed.), Cultural Change and Continuity: Essays in Honor of James B. Griffin. Academic Press, New York, pp. 233-257.

Parsons, J., Brumfiel, E., Wilson, D. (1982). Prehispanic Settlement Patterns in the Southern Valley of Mexico: The Chalco-Xochimilco Region. Memoirs of the Museum of Anthropology 14. Museum of Anthropology University of Michigan, Ann Arbor.

Rakocy, J. (2019). Hargreaves Integration of vegetable Hydroponics with fish culture: A review. In Proceedings of the Techniques for Modern Aquaculture; American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, USA, 21–23 June 1993; pp. 112–136.Robles B, Flores J, Martínez JL, Herrera P. The Chinampa: an ancient Mexican sub-irrigation system. Irrig Drain.;68(1):115-122.

Yanes, A. R., Martinez, P., & Ahmad, R. (2020). Towards Automated Aquaponics: A Review on Monitoring, IoT, and Smart Systems. *Journal of Cleaner Production*, *263*,121571.

Santamaría, M. (1912). Las Chinampas del Districto Dederal. La Secretaria de Fomento, Mexico.

Spradlin A., Saha, S. (2022). Saline Aquaponics: A Review of Challenges, Opportunities, Components, and System Design. *Aquaculture*, Volume 555,738173.

URL-1. (2014). https://blog.meyvelitepe.org/2014/12/01/chinampalarin-isigi-7/. Erişim tarihi: 25.05.2022.

URL-2. (2022). https://ezgrogarden.com/history-of-hydroponics-2/aztec-chinampas-of-central-america/. Erişim tarihi: 25.05.2022.

URL-3. (2022). https://tr.wikipedia.org/wiki/Chinampa. Erişim tarihi: 25.05.2022.

Yegül, U., Eminoğlu, M.B. (2020). Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Akademik Çalışmalar- II / Akuaponik Tarım Yöntemi Ve Tasarımı. Gece Kitaplığı Yayınları

Yep, B., Zheng, Y. (2019). Aquaponic Trends and Challenges – A review. Journal of Cleaner Production. 228:1586-1589.

BÖLÜM 12

ODUN DIŞI ORMAN ÜRÜNLERİNİN YÖRE HALKINA KATKISI (MERSİN YÖRESİ ÖRNEĞİ)

Sevim İNANÇ ÖZKAN[1]
İbrahim DAĞADUR[2]

1 Doç. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin Yöresinde Envanteri Yapılan Gelir Getirici Türler ve Yöre Halkına Katkısı, Yüksek Lisans Tezi, İbrahim DAĞADUR, Danışman: Doç. Dr. Sevim İNANÇ ÖZKAN, ORCID: 0000-0002-9154-266X

2 Orm. Yük. Müh., Konya Orman Bölge Müdürlüğü Ermenek Orman İşletme Müdürlüğü KARAMAN, ORCID: 0000-0003-4518-6617

Giriş

Orman, dağınık veya bitişik olması ile geniş bir alanda kendine ait iklim oluşturabilen, belirli yüksekliğe, yapıya ve belirli çoğunluktaki ağaç, ağaççık, çalı ve otsu bitkiler, yosun, eğrelti ve mantarlar, toprak altı ve üstündeki mikroorganizmalar, çeşitli böcek ve hayvanlar ile toprağın oluşturduğu bir ekosistemdir (Aytuğ, 1976). Ormanların birçok faydası vardır. Oksijen kaynağı olma, sel, taşkın ve erozyonu önleme, su miktarı ve kalitesini düzenleme, karbon depolama, iklimi dengeleme, gürültüyü azaltma, ulusal savunmaya katkı sağlama, yapacak ve yakacak hammadde kaynağı olma, iş olanağı, hayvanlar için sığınma ve korunma alanı olma, odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) sağlama, fiziksel, sosyal ve zihinsel sağlığı iyileştirmek olarak sıralanabilir (OGM, 2015; URL-1, 2017). Ekonomik, ekolojik ve sosyal bakımdan büyük değere sahip ve canlı bir varlık olan orman, açıkta bulunması sebebiyle, idari müddetini tamamlayıncaya kadar, biyotik (insan, bitki, hayvan vb.) ve abiyotik (iklim, toprak vb.) birçok zararlının ortaya çıkardığı çeşitli olumsuzluklarla karşı karşıya gelmektedir (Çanakçıoğlu, 1985; Küçükosmanoğlu, 1994; Usta, 2018).

Dünya ve Türkiye ormanlarından üretilen ürünler; odun, yaprak, meyve, tohum, reçine, kil, taş, kabuk, çiçek, kök, çalı, ot, av hayvanı, su, toprak, kömür ve madenler gibi çok farklı çeşitlikte ve özellikte hammaddelerdir. Çok farklı çeşitlikte ve özellikteki maddeler niteliklerine ve pazar isteklerine göre çok farklı kullanım alanlarına sahiptir (Kurt, 2011).

FAO teşkilatının bir çalışmasında bulunan tanımda, yapay olmayan ekosistemlerde, devlete ait olmayan ormanlardan, tarım bitkilerinin ve hayvanların yetiştirildiği alanlardan toplanan, hanelerde değerlendirilen ve ekonomik olarak kazanç sağlanan, sosyo-kültürel ve dini anlam ifade eden tüm biyolojik ürünler ODOÜ diye tarif edilmektedir (FAO, 1995). Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması ile Satış Esasları isimli 302 nolu tebliğde yer alan ormanlardan ve ağaçlardan üretim esnasında açığa çıkan asli ana orman ürünleri haricindeki mineral ve biyolojik asıllı ürünleri kök, kozalak, kabuk, kütük, çalı, yonga gibi ürünler oluşturur. Orman örtüsü, orman humusu ve mantarlarda bu kapsam dâhilindedir. Odun üretimi esnasında ya da çeşitli sebeplerle meydana gelen üretim artıkları kozalak, kök gibi ürünler ile humus gibi organik ve mineral asıllı ürünler de diğer ODOÜ'leri ifade etmektir (OGM, 2016).

ODOÜ kapsamında yer alan: sumak, keçiboynuzu, sandal, menengiç, kestane, çamfıstığı, gibi meyveler; reçine, sığla yağı, çam sakızı, defne gibi sakızlar ve yağlar; göknar, mersini, şimşir gibi ince dal ve sürgün; kardelen, sümbül, sarı kokulu sıklamen gibi yumrulu ve soğanlı bitkiler mantarlar, çimenler orman örtüsü olarak da söylenebilir (İlter ve Ok, 2007).

Ülkemiz dünya üzerindeki konumu, iklimi ve topoğrafya özellikleri bakımından oldukça zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Bu zengin bitki örtüsünde belirlenen tohumlu bitki türü sayısı yaklaşık 13.135 adettir (URL-2, 2022).

Sahip olduğumuz zengin bitki örtüsünün %33'ü sadece Türkiye'de yetişmektedir. Bitki türlerinin %33'nün sadece burada yetişmesi gösteriyor ki Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik bakımımdan azımsanmayacak kadar varlıklı olduğunu ortaya koymaktadır.

Türkiye'nin biyolojik çeşitliliğinin büyük bir kısmın ormanların içerisinde barındırmaktadır (Davis, 1965,1985; Davis ve ark., 1988). Ormanlarda bulunan biyolojik çeşitliliğin çok önemli bir bölümünde odun dışı orman ürünleri yer alır (DPT, 2007).

Şimdiki orman işletmeciliği çalışmaları neticesinde kazanılan orman ürünleri, asli ana orman ürünleri ve odun dışı orman ürünleri olarak 2 farklı kısımda gruplandırabiliriz. 1.gruptaki asli ana orman ürünleri ormandan çalışmalar sonucunda kazanılan yapacak ve yakacak odun hammaddesini ifade eder. Bu hammaddelerden yapacak odun olarak; tomruk, maden direği, sanayi odunu, tel direği, kâğıtlık odun, lif-yonga odunu, sırık, çubuk ve yakacak odun olarak bölümlendirebiliriz. 2.gruptaki odun dışı orman ürünler ise ağaç, ağaççık, çalı ve otsu bitkilerin odunları dışındaki farklı uçucu yağları, meyve, tohum, çiçek, yaprak, kabuk, kök genç dal ve sürgünleri, soğan, yumru ve rizomları ile mantarları içermektedir (URL-3, 2010; Kurt, 2011).

Ülkemizde ODOÜ'lerin 2020 yılında ihracat miktarı 820 bin ton iken bu miktarın gelire karşılığı 1 milyar 350 milyon dolara denk gelmiştir (URL-4, 2022). ODOÜ'ün büyük bir miktarını Odun Dışı Bitkisel Orman Ürünleri (ODBOÜ) meydana getirir. Odun dışı orman ürünleri ekonomik kazanç, iş olanağı sağlama ve döviz tasarrufu yönünden direk katkı sağlar. Odun dışı orman ürünleri sağladığı çok yönlü olanaklar ile bazı yörelerde orman köylüsüne asli orman ürünlerinin üretiminden daha çok ekonomik kazanç sağlanmaktadır (Yılmaz ve ark., 2009). Gelişmekte olan ülkelerde ODOÜ'nün büyük çoğunluğunu yerel halkın ihtiyaçları için kullanılmakta, diğer bölümünü de tüccarlar aracılığıyla kentlerde ve kent merkezlerinde satılmakta ya da ihraç edilmektedir. Dünya genelinde üretimin büyük bir miktarını oluşturan ODOÜ'lerin bir kısmının endemik olması ve 1990 yılından sonra Türkiye'nin orman ürünlerindeki ihracat değerinin %97'lik kısmını ODOÜ oluşturur. Böylece Türkiye'deki ormancılık sektöründe ODOÜ'nün değeri yükselmektedir (Konukçu, 2001; Türker ve ark., 2000).

Odun dışı orman ürünleri orman işletmesi ile orman köylüsü arsındaki ilişkiler bakımından azımsanmayacak derecede özel bir yere sahiptir.

Aslında odunundan yararlanılan çıralı çam kökü, şimşir gibi birkaç farklı ürün haricinde diğer odun dışı orman ürünlerinin tamamı tarife bedeli ile çok cüzi bir ücret karşılığında orman köylülerince toplatılıp işletilmektedir. Bu odun dışı orman ürünleri kırsalda yaşayan orman köylülerinin ihtiyaçlarını gidermede ve hane gelirlerine katlısı azımsanmayacak kadar çoktur. Net bir şekilde bilinmemekle birlikte kırsalda yaşayan halk tarafından toplatılıp ekonomik olarak değerlendirilen türlerin yıllık ihracat değeri yaklaşık olarak 100 milyon dolardır ama bu gelirin az miktarı orman köylülerinin hane ekonomisine destek sağladığı bilinmektedir (OGM, 2006).

ODOÜ tabiri, her geçen gün ekonomik ve kültürel değeri artmaktadır. ODOÜ verimli ormanlarda, ormanların dışında ve orman topraklarında (OT), orman ekosisteminde büyüyen, gelir getiren veya getirmeyen nedenlerle toplanan, ağaççık, çalı ve bütün bitkiler ODOÜ'nün içerisinde yer alır. Bu kapsamda ODOÜ'ler 'ikincil ürünler', 'özel orman ürünleri', 'geleneksel olmayan ürünler'diye ifade edilmektedir (Leakey ve ark., 1996).

Yapılan bu çalışma ile Mersin Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde envanteri yapılan odun dışı orman ürünlerine ilişkin 12 adet tür tespit edilmiştir (Tablo 2). OGM tarafından faydalanma planlarına konu edilen bu türlerin, Mersin Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki 24 adet orman köyünde yöre halkına sağladığı sosyo-kültürel ve sosyo-ekonomik faydaları irdelenmiştir.

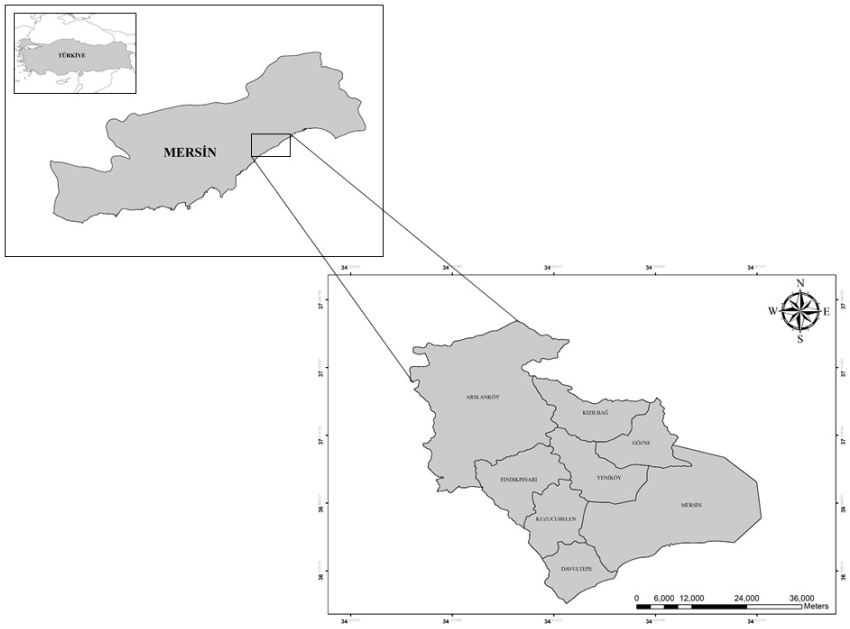
1. MATERYAL VE YÖNTEM

1.1.Materyal

Çalışma Mersin ilindeki envanteri yapılan odun dışı orman ürünlerinin ortaya konulmasını ve bu türlerin yöre halkına olan katkısının belirlenmesini içermektedir. Bu bağlamda, materyal ve yöntem bölümünde *i)* envanteri yapılan türlerin ortaya konulması ve *ii)* yöre halkına olan katkısının belirlenmesi yapısal organizasyon düzeni izlenmiştir.

1.1.1. Araştırma Alanı Genel Özellikleri

Bu araştırmanın arazi çalışması, odun dışı orman ürünleri bakımından oldukça zengin olan Akdeniz bölgesini temsilen Mersin ilinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı olarak Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Mersin Orman İşletme Müdürlüğü seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu

1.2. Yöntem

1.2.1. Veri Toplama

Çalışmanın veri toplama aşaması büro ve anket çalışması olarak iki farklı aşamada gerçekleştirilmiştir. Büro aşaması anket çalışmasının gerçekleştirileceği orman köyleri ile envanteri yapılan odun dışı orman ürünleri tespitini kapsarken, anket çalışması ise anket uygulamasını içermektedir.

1.2.1.1. Büro Çalışması

Çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan 31. ve 32. Madde köyleri İşletme Müdürlüğü kayıtlarından elde edilmiştir (Tablo 1). İşletme Müdürlüğü bünyesindeki İşletme Şefliklerine ait bilgiler, Orman Bilgi Sistemi (ORBİS) içerişinde bulunan Halk-Orman İlişkileri modülünden sağlanmıştır. Elde edilen bilgiler anket çalışmasının yürütüleceği köylerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan ve faydalanma planları yapılan odun dışı orman ürünlerinin tespiti, Orman Genel Müdürlüğü kayıtlarından elde edilmiştir. Bu amaçla, OGM resmi web sitesi Odun Dışı Ürünler sekmesinde yer alan veriler kullanılmıştır (URL-5, 2021). Elde edilen veriler anket çalışması kapsamında değerlendirilecek olan odun dışı orman ürünlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Büro çalışmasında yer alan çalışma alanı içerisindeki orman köylerinin belirlenmesi ve envanteri yapılan odun dışı orman ürünlerinin tespit çalışmaları OGM kayıtlarından elde edilmiş olup, anket çalışmasına altlık olarak kullanılmıştır.

1.2.1.2. Anket Çalışması

Araştırmanın anket çalışması aşaması envanteri yapılan odun dışı orman ürünlerinin yöre halkı tarafından kullanımının ve yöre halkına olan ekonomik katkısının belirlenmesini içermektedir. Bu amaçla, verilerin sağlanmasında anket yönteminden yararlanılmıştır. Anket içeriği büro aşamasında tespit edilen odun dışı orman ürünlerini esas almaktadır. Uygulama alanı ise aynı şekilde büro aşamasında belirlenen orman köyleridir.

Anket içeriğinde, Mersin Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde envanteri yapılan toplam 12 adet türün tamamı dikkate alınmıştır. Anket çalışmasının uygulama alanı ise İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki 28 adet orman köyünden 24 adedini kapsamaktadır. Anket çalışması zaman kısıtlılığı ve yeteri kadar kişiye ulaşılamaması gibi nedenlerle 4 adet orman köyünde uygulanamamıştır. Söz konusu köyler İşletme Müdürlüğü içerisindeki genel özellikleri değiştirebilecek büyükte olmayıp, anket çalışması her bir işletme şefliği içerisinde genel yapıyı yansıtacak kadar orman köyünde uygulanmıştır. Anket formları köyde ikamet eden orman köylüsü ile yüz yüze görüşülerek doldurulmuştur (1).

$$n=\frac{F\times t^2\times P\times Q}{(F\times m^2)+(t^2\times P\times Q)} \qquad (1)$$

Burada;

n: Örnek sayısı,

F: Yerleşim birimindeki kişi sayısı (9831 kişi),

t: Güven düzeyi (%95 güven düzeyi için 1,96)

m: Hata payı (%10 olarak alınmıştır)

P ve Q: Heterojenlik katsayısı (-en büyük değer seçilmiştir-0,5 x 0,5)

$$n=\frac{9831\times 1,96^2\times 0,5\times 0,5}{(9831\times 0,1^2)+(1,96^2\times 0,5\times 0,5)}= 95 \text{ Kişi}$$

Güven düzeyinin daha fazla ve hata payının daha az olması için 95 kişiden daha fazla kişi ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

Orman köylüleri tarafından doldurulan anket formaları bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Aktarma esnasında boş, birden fazla cevabı içeren vb. nitelikteki anketler değerlendirmeye alınmamıştır. Tam ve eksiksiz olarak doldurulan 224 adet anket formu dikkate alınmıştır. Bilgisayar ortamındaki veriler Excel paket programı yardımıyla analiz edilmiştir.

Elde edilen bilgilerin istatiksel analizleri için Excel programı kullanılmıştır. Veriler düzeltildikten sonra Excel ortam ikili ilişkilerine bakılmıştır. Excel paket programı ile de ODOÜ, ormancılık uygulamalarının orman köylüsü hane ekonomisine etkisini öğrenmek amacıyla frekans analizi yapılmıştır.

2. BULGULAR VE TARTIŞMA

2.1. Envanteri Yapılan Odun Dışı Orman Ürünleri ve Orman Köyleri

Mersin Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki 31. ve 32. Madde köylerine ilişkin yapılan araştırma sonucunda 28 adet orman köyü tespit edilmiştir. Tespit edilen köylerin şeflik, ilçe ve nüfus bilgilerini içeren tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Mersin Orman işletme Müdürlüğü 31. ve 32. Madde köyleri

Köy	Şeflik	İlçe	Nüfusu
Kavaklıpınar	Aslanköy	Toroslar	280
Değnek	Aslanköy	Toroslar	376
Yavca	Aslanköy	Toroslar	318
Tırtar	Aslanköy	Toroslar	237
Zeybekler	Fındıkpınarı	Mezitli	162
Kocayer	Fındıkpınarı	Mezitli	647
Sarılar	Fındıkpınarı	Mezitli	447
Demirışık	Fındıkpınarı	Mezitli	354
Yüksekoluk	Fındıkpınarı	Toroslar	465
Uzunkaş	Kuzucubelen	Yenişehir	331
Kuzucu	Kuzucubelen	Mezitli	353
Kuzucubelen	Kuzucubelen	Mezitli	516
Akarca	Kuzucubelen	Mezitli	593
Tol	Kuzucubelen	Mezitli	121
Turunçlu	Kuzucubelen	Toroslar	185
Çandır	Gözne	Toroslar	308
Şahinpınarı	Gözne	Toroslar	116
Musalı	Gözne	Toroslar	588
Bekiralanı	Gözne	Toroslar	697

Böğrüeğri	Gözne	Tarsus	470
Alanyalı	Kızılbağ	Toroslar	135
Kızılkaya	Kızılbağ	Toroslar	104
Değirmendere	Kızılbağ	Toroslar	763
Horozlu	Kızılbağ	Toroslar	191
Sadiye	Kızılbağ	Toroslar	171
Çevlik	Davultepe	Mezitli	416
Pelitkoyağı	Davultepe	Mezitli	123
Takanlı	Davultepe	Mezitli	364
Toplam			9831

Orman köylerine ait nüfus verileri değerlendirildiğinde, toplam nüfusun 9831 kişi olduğu tespit edilmiştir. En az nüfusun 104 kişi ile Kızılbağ Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki Kızılkaya köyünde, en fazla nüfusun ise yine Kızılbağ Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki Değirmendere köyünde olduğu görülmektedir.

2.2. Envanteri Yapılan Odun Dışı Orman Ürünleri

Mersin Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde envanteri yapılan odun dışı orman ürünlerine ilişkin gerçekleştirilen araştırma sonucunda 12 adet tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin sınıf bazında listesini içeren tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Mersin Orman İşletme Müdürlüğünün sınırlarında bulunan envanteri yapılan odun dışı orman ürünleri

Latince Adı	Türkçe Adı	Sınıf
Juniperus drupacea	Andız	Ağaç
Thymus kotschyanus	Kekik	Otsu
Cistus creticus	Laden	Otsu
Laurus nobilis	Defne	Ağaççık-Çalı
Juniperus excelsa	Boz Ardıç	Ağaç
Ceratonia siliqua	Keçiboynuzu	Ağaç
Rosmarinus officinalis	Biberiye	Otsu
Pinus pinea	Fıstık çamı	Ağaç
Arbutus andrachne	Sandal	Ağaççık-Çalı
Erica manipuliflora	Püren	Otsu
Myrtus communis	Mersini (Murt)	Ağaççık-Çalı
Olea europaea	Zeytin	Ağaç

Envanteri yapılan odun dışı orman ürünleri sınıf bazında dağılımı değerlendirildiğinde, 5 adet tür ağaç, 3 adet tür ağaççık-çalı ve 4 adet tür de otsu sınıfta yer almaktadır. Yosun-liken, mantar, geofit ve diğer odun

dışı orman ürünleri tür sınıfında bulunan türlerin envatere konu edilmediği görülmektedir.

Envateri yapılan odun dışı orman ürünleri Türkiye geneli ve Mersin Orman İşletme Müdürlüğü bazında alan ve miktar bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır. Söz konusu değerlendirmeyi içeren tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Envanteri yapılan odun dışı orman ürünlerinin Türkiye geneli ve Mersin Orman İşletme Müdürlüğü bazında alan ve miktarlar dağılımı

		Türkiye Geneli		Mersin Orman İşletme Müdürlüğü			
Latince Adı	Türkçe Adı	Alan (ha)	Miktar (kg)	Alan (ha)	Miktar (kg)	Alan (%)	Miktar (%)
Juniperus drupacea	Andız	6.505,59	177.787,28	982,21	45.474,59	15,10	25,56
Thymus kotschyanus	Kekik	13.497,26	3.397.738,49	3.405,35	131.584,25	25,23	3,87
Cistus creticus	Laden	47.697,33	25.632.328,58	2.420,30	107.708,94	5,07	0,42
Laurus nobilis	Defne	36.519,99	550.260.468,23	21.362,05	4.711.128,23	6,16	0,85
Juniperus excelsa	Boz Ardıç	59.490,05	7.421.716,65	1.137,99	55.862,73	1,91	0,75
Ceratonia siliqua	Keçiboynuzu	13.664,98	2.683.390,66	1.541,66	615.838,44	11,28	22,95
Rosmarinus officinalis	Biberiye	4.311,17	7.690.320,01	56,88	14.326,89	1,32	0,19
Pinus pinea	Fıstık Çamı	45162,00	305.000,00	25,00	6554,00	0,06	2,15
Arbutus andrachne	Sandal	22.739,22	11.917.604,23	3.218,56	615.860,60	14,15	5,17
Erica manipuliflora	Püren	8.466,89	7.334.566,46	920.74	44.029,64	10,87	0,60
Myrtus communis	Mersini (Murt)	23.453,23	9.382.007,80	1.760,28	804.417,30	7,51	8,57
Olea europaea	Zeytin	13.657,27	1.786.886,32	1.919,91	25.208,05	14,06	1,41

Odun dışı orman ürünleri alan bazında dağılımı değerlendirildiğinde, Ülkemiz genelinde 59.490,05 ha alan ile boz ardıç en fazla alana sahipken, 4.311,17 ha ile biberiye en az alana sahip olan türdür. Mersin Orman İşletme Müdürlüğü genelinde ise 21.362,05 ha alan ile defne en fazla alana sahipken, 25,00 ha ile fıstık çamı en az alana sahip olan türdür. Türlerin Mersin Orman İşletme Müdürlüğü içerisindeki alanlarının Türkiye genelindeki payına bakıldığında, en fazla paya sahip olan tür %25,23 ile kekik iken, en az paya sahip olan tür ise %0,06 ile fıstık çamıdır.

Odun dışı orman ürünleri miktar bazında dağılımı değerlendirildiğinde, Ülkemiz genelinde 550.260.468,23 kg ile defne en fazla miktara sahipken, 177.787,28 kg ile andız en az miktara sahip olan türdür. Mersin

Orman İşletme Müdürlüğü genelinde ise 4.711.128,23 kg ile defne en fazla miktara sahipken, 6554,00 kg ile fıstık çamı en az miktara sahip olan türdür. Türlerin Mersin Orman İşletme Müdürlüğü içerisindeki miktarlarının Türkiye genelindeki payına bakıldığında, en fazla paya sahip olan tür %25,26 ile andız iken, en az paya sahip olan tür ise %0,19 ile biberiyedir.

2.3. Anket Çalışması Yapılan Orman Köyleri

Anket çalışmasında katılımcılara 15 adet sorudan oluşan toplam tam ve eksiksiz olarak değerlendirilen 224 adet anket formu doldurtulurmuştur. Anket formlarından elde edilen veriler değişkenlere göre analiz edilmiştir.

İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki 28 adet orman köyünden 24 adedinde anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması zaman kısıtlılığı ve yeteri kadar kişiye ulaşılamaması gibi nedenlerle 4 adet orman köyünde uygulanamamıştır

2.3.1. Demografik Özellikler

Ankete katılan orman köylüklerinin demografik özelliklerine göre dağılımları değerlendirilmiştir. Katılımcıların demografik özelliklerine göre dağılımlarını gösteren tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 4).

Cinsiyet	Kişi Sayısı	%
Erkek	151	67,4
Kadın	73	32,6
Yaş Aralığı		
46-65	88	39,3
26-45	66	29,5
65 ve üzeri	45	20,1
18-25	25	11,2
Öğrenim Durumları		
İlkokul	105	46,9
Ortaokul	44	19,6
Lise	31	13,8
Okuma/yazma bilmiyor	17	7,6
Üniversite	13	5,8
Yüksekokul	12	5,4
Okuma/yazma biliyor, ancak okul bitirmemiş	2	0,9
Meslekler		

Çiftçi	81	36,2
Emekli	45	20,1
Ev Hanımı	43	19,2
İşçi	16	7,1
Öğrenci	14	6,3
Esnaf	13	5,8
Serbest Meslek	5	2,2
Memur	4	1,8
Tüccar	3	1,3
Kişi Sayısı		
3	65	29,0
4	61	27,2
2	60	26,8
5 ve üzeri	38	17,0
Miktar Aralığı (TL)		
1000-2000	132	58,9
2000-5000	52	23,2
0-1000	36	16,1
5000 ve üstü	4	1,8
Diğer	0	0,0

Tablo 4. Ankete katılan köylülerin demografik özelliklere göre dağılımı

Anket uygulamasına katılanların %67,4'ünü erkekler , %32,6'sını kadınlar oluşturmaktadır. %39,3'ü 46-65 yaş aralığında iken, en az katılım sağlayan grup %11,2 ile 18-25 yaş aralığıdır. %46,9'u ilkokul, %19,6'sı ortaokul, %13,8'i lise, %7,6'sı okuma/yazma bilmeyen, %5,8'i üniversite, %5,4'ü yüksekokul ve %0,9'u okuma/yazma biliyor, ancak okul bitirmemiş kişilerdir. %36,2'si çiftçi, %20,1'i emekli, %19,2'si ev hanımı, %7,1'i işçi, %6,3'ü öğrenci, %5,8'i esnaf, %2,2'si serbest meslek, %1,8'i memur ve %1,3'ü tüccardır. %58,9'u 1000-2000 TL aralığında, %23,2'si 2000-5000 TL aralığında, %16,1'i 0-1000 TL aralığında ve %1,8'i ise 5000 ve üstü aralığındadır. Hane halkı %29,0'ı 3 kişiden, %27,2'si 4 kişiden, %26,8'i 2 kişiden ve %17,0'ı ise 5 ve üzeri kişiden oluşmaktadır (Tablo 5).

2.3.1.1. Köylülerin Türlerden Gelir Elde Etme Durumu

Ankete katılan orman köylüklerinin gelir elde ettiği odun dışı orman ürünleri değerlendirilmiştir. Katılımcıların gelir elde ettiği türlerin durumlarını gösteren tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Ankete katılan köylülerin gelir elde ettiği odun dışı orman ürünlerinin dağılımı

Latince Adı	Türkçe Adı	Kişi Sayısı	%
Thymus kotschyanus	Kekik	197	87,9
Olea europaea	Zeytin	180	80,4
Pinus pinea	Keçiboyuzu	139	62,1
Laurus nobilis	Defne	116	51,8
Juniperus drupacea	Andız	113	50,4
Myrtus communis	Mersini (Murt)	109	48,7
Rosmarinus officinalis	Biberiye	89	39,7
Thymus kotschyanus	Boz Ardıç	50	22,3
Pinus pinea	Fıstık Çamı	33	14,7
-	Diğer	22	9,8
Arbutus andrachne	Sandal	20	8,9
Erica manipuliflora	Püren	10	4,5
Cistus creticus	Laden	4	1,8

Anket uygulamasına katılanların %87,9'u kekik, %80,4'ü zeytin, %62,1'i keçiboynuzu, %51,8'i defne, %50,4'ü andız, %48,7'si mersin yaprağı, %39,7'si biberiye, %22,3'ü boz ardıç, %14,7'si çam fıstığı, %9,8'i diğer, %8,9'u sandal, %4,5'i püren ve %1,8'i laden türünden gelir elde etmektedir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde en fazla gelirin gıda amaçlı kullanılan türlerde olduğu görülmektedir (Tablo 6). Bu durum köylüler tarafından bilinen ve buna bağlı olarak da daha fazla miktarda toplanan türlerden kaynaklanmakladır. Yani köylüler tanıdıkları odun dışı orman ürünlerini daha fazla toplamakta ve daha fazla gelir elde etmektedirler. Burada kullanım amacı da aynı şekilde en fazla gıda amaçlı kullanılan türlerdedir.

2.3.1.2. Köylülerin Odun Dışı Orman Ürünlerini Değerlendirme Durumu

Ankete katılan orman köylüklerinin topladıkları türleri nasıl ve ne şekilde değerlendirdikleri sorgulanmıştır. Katılımcıların topladıkları türleri değerlendirme biçimlerini gösteren tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Ankete katılan köylülerin topladıkları türleri değerlendirme şekilleri

Değerlendirme Şekli	**Kişi Sayısı**	**%**
Kendin toplayıp pazarda	126	56,3
Orman teşkilatı ile birlikte	121	54,0
Tüccar veya aracılar ile birlikte	92	41,1
Aktarlar ile birlikte	86	38,4

Anket uygulamasına katılanların % 56,3'ü pazarda kendi imkânları ile %54,0'ı orman teşkilatının destek ve girişimleri, %41,1'i tüccar ya da aracılar vasıtasıyla toptan ve %38,4'ü ise aktarlar gibi yerel girişimler vasıtasıyla perakende olarak topladıkları ürünleri değerlendirmektedir. Genel olarak köylülerin yarısına yakını kendi imkânları ile ya da orman teşkilatının destek ve girişimleri ürünlerini değerlendirdiği görülmektedir (Tablo 7). Yine önemli bir kısmı özel girişimler vasıtasıyla, bir kısım da toptan ya da perakende olarak ürünü değerlendirmektedir. Burada tercihlerin aynı kişide dahi şartlara bağlı olarak farklılık gösterdiği görülmektedir. Katılımcı yönelimini belirleyen temel faktörün türe verilen maddi tutarın yüksekliği olduğu düşülmektedir. Üreticinin hangi değerlendirme şeklini seçeceği o andaki ekonomik koşulların bağlı olmaktadır. Üreticinin topladığı odun dışı orman ürünlerini satarken kullandığı yöntem en yüksek geliri elde ettiği, en kısa sürede ücretini aldığı ve en kısa sürede bozulmadan satabildiği gibi birçok değişkene bağlıdır. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada orman köylüsünün odun dışı orman ürünlerini kendi ihtiyaçlarını karşılamak için topladıkları ve tükettikleri, kalan kısmını da pazarlara götürüp sattıkları ya da aracılar vasıtası ile düşük fiyatlarla şehir pazarlarına gönderdikleri ya da ihraç ettikleri belirlenmiştir (Gedik, 2014). Yapılan bir diğer çalışmada ise, odun dışı orman ürünlerini toplanmadan önce ödenmesi gereken tarife bedelinin genellikle aracı/tüccar tarafından ödendiği, OGM tarafından çok düşük olarak belirlenen bu bedelin aracı/tüccar tarafından ödenerek odun dışı orman ürünlerinin nakliyesinin gerçekleştirildiği, üreticinin pazarlama konusunda herhangi bir problem yaşamadığı, toplayacağı ürün için dahi alım garantisinin aracı/tüccar tarafından verildiği, satış fiyatının aracı/tüccar tarafından belirlendiği ve fiyatlardan memnun oldukları, kendilerinden alınan ürünlerin nereye satıldığı konusu ile ilgilenmedikleri, devletin destek veya teşvik vermesi konusunda tarımda uygulanan desteğin verilebileceğini düşündükleri ortaya konulmuştur (Altunel, 2011).

2.3.1.3. Köylülerin Odun Dışı Orman Ürünlerinden Elde Ettiği Gelir Durumu

Ankete katılan orman köylüklerinin topladıkları türleri nasıl ve ne şekilde değerlendirdikleri sorgulanmıştır. Katılımcıların topladıkları türleri değerlendirme biçimlerini gösteren tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Ankete katılan köylülerin topladığı odun dışı orman ürünlerinden elde ettiği yıllık ortalama gelir dağılımı

Miktar Arılığı	**Kişi Sayısı**	**%**
1000-2000	81	36,2
0-1000	80	35,7
2000-5000	48	21,4
5000 ve üstü	15	6,7
Diğer	0	0,0
Toplam	**224**	**100**

Anket uygulamasına katılanların %36,2'si 1000-2000 TL aralığında, %35,7'si 0-1000 TL aralığında, %21,4'ü 2000-5000 TL aralığında ve %6,7'si ise 5000 ve üstü TL aralığında topladıkları türlerden yıllık gelir elde etmektedir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, katılımcıların aylık geliri ile topladıkları türlerden elde ettikleri yıllık gelir arasında bir ilişki olduğu görülmektedir (Tablo 8). Özellikle aylık gelir seviyesi açlık seviyesine yakın olan kesimin daha fazla odun dışı orman ürünlerinin toplanması ve değerlendirilmesine yöneldiği görülürken, gelir düzeyi yüksek olan (5000 ve üstü TL) kesimin bu tarz bir girişimde az bulunduğu görülmektedir. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada, katılımcıların odun dışı orman ürünlerini ikinci derece gelir kaynağı olarak gördükleri ve odun dışı orman ürünlerinin hane ekonomisine 500 TL'ye kadar katkı sağlayabildiği tespit edilmiştir (Tunç, 2015).

Tablo 8. Ankete yapılan köylüler yıllık geliri ile topladığı odun dışı orman ürünlerinden elde ettiği yıllık ortalama gelirinin dağılımı

Köy	Şeflik	Yıllık Gelir (TL)	Odun Dışın Orman Ürünlerinden Kazanılan Yıllık Gelir (TL)	Türden Kazanılan Gelir/yıllık Gelir *100 (%)
Musalı	Gözne	318.000	19.000	5,97
Takanlı	Davultepe	306.000	23.500	7,68
Akarca	Kuzucubelen	294.000	25.000	8,50
Tırtar	Aslanköy	264.000	9.000	3,41
Bekiralanı	Gözne	252.000	20.500	8,13
Pelitkoyağı	Davultepe	252.000	19.000	7,54
Kocayer	Fındıkpınarı	234.000	17.500	7,48
Tol	Kuzucubelen	234.000	21.000	8,97
Kavaklıpınar	Aslanköy	228.000	11.000	4,82
Değnek	Aslanköy	228.000	12.000	5,26
Yüksekoluk	Fındıkpınarı	228.000	12.500	5,48
Demırışık	Fındıkpınarı	216.000	11.000	5,09
Çevlik	Davultepe	198.000	19.500	9,85
Değirmendere	Kızılbağ	198.000	14.000	7,07
Şahinpınarı	Gözne	198.000	32.000	16,16
Kuzucu	Kuzucubelen	192.000	11.000	5,73

Yavca	Aslanköy	186.000	11.500	6,18
Alanyalı	Kızılbağ	180.000	15.500	8,61
Turunçlu	Kuzucubelen	168.000	18.000	10,71
Sarılar	Fındıkpınarı	156.000	11.000	7,05
Kuzucubelen	Kuzucubelen	150.000	9.500	6,33
Uzunkaş	Kuzucubelen	144.000	17.000	11,81
Kızılkaya	Kızılbağ	138.000	7.500	5,43
Horozlu	Kızılbağ	54.000	17.000	35,48
Toplam		**5.016.000**	**404.500**	**8,06**

Anket yapılan köylerde yıllık gelir dağılımı değerlendirildiğinde, 318.000 TL yıllık gelir ile Musalı köyü en fazla gelire sahipken, 54.000 TL ile Horozlu en az gelire sahip olan köydür. Anket yapılan köylerde odun dışı orman ürünlerinin köylülere kazandırdığı yıllık gelir dağılımı değerlendirildiğinde, 32.000 TL ile yıllık gelir kazancı sağlayan ile Şahinpınarı köyü en fazla gelire kazanırken, 7.500 TL ile Kızılkaya en az gelire kazanan köydür.

Odun dışı orman ürünleri yıllık kazandırdığı miktarın, köylülerin kazandığı yıllık miktara oranına değerlendirildiğinde, %35,48'lik en yüksek oranla Horozlu köyü odun dışı orman ürünlerinden en fazla katkıyı kazanırken, %3,41'lik en düşük oranla Tırtar köyü odun dışı orman ürünlerinden en az katkıyı kazanmıştır. Bütün köylerin hepsinde odun dışı orman ürünlerinin toplam miktarının, toplam yıllık miktarına yaptıkları ortalama oran %8,06'dır (Tablo 8). Horozlu köyü 54.000 TL ile en az gelire sahip olmasına karşın %35,48'lik oranla toplam ortalama oranın 4 katından fazla odun dışı orman ürünlerinden faydalandığı görülmektedir. Bu da bize geliri düşük olan köylülerin odun dışı orman ürünleri ile daha çok ilgilendiği göstermektedir. Yani açlık sınırındaki insanların daha çok ekonomilerine katkı sağlayacağını düşündükleri veya para harcamadan yaşamlarını devam ettirebilecek bu türlerle ilgilendikleri ortaya çıkmaktadır.

2.3.1.4. Köylülerin Topladıkları Odun Dışı Orman Ürünlerinin Aile Ekonomisine Katkısı

Ankete katılan orman köylüklerinin topladıkları türlerden elde ettikleri geliri aile ekonomisine olan katkısı sorgulanmıştır. Katılımcıların topladıkları türlerden elde ettikleri gelirin aile ekonomisine olan katkısını gösteren tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 9)

Tablo 9. Ankete katılan köylülerin topladığı türlerden elde ettikleri gelirin aile ekonomisine olan katkısı

Aile Ekonomisine Olan Katkı	Kişi Sayısı	%
Evet	213	95,1
Hayır	11	4,9
Diğer	0	0,0
Toplam	**224**	**100**

Anket uygulamasına katılanların %95,1'i topladıkları türlerden elde ettikleri gelirin aile ekonomisine artı bir katkısının olduğunu belirtirken, %4,9'u herhangi bir katkının olmadığını belirtmiştir. Gerek aylık gelir gerekse de odun dışı orman ürünlerinden elde edilen gelirde görüldüğü üzere tür toplamanın genel amacı aile ekonomisine olan katkı sağalmaktadır (Tablo 9). Hayır, yanıtını verenler ise kendi ihtiyacı için kullanan ve satış yapmayan kesim olarak değerlendirilebilir. Konuyla ilgili yapılan birçok çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir (Altunel, 2011; Gedik, 2014; Tunç, 2015; Bilir, 2017).

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, Mersin Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde envanteri yapılan odun dışı orman ürünleri tespiti ile bu türlerin orman köylüsü üzerindeki sosyo-kültürel ve sosyo-ekonomik etkilerinin ortaya konulmasıdır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de odun dışı orman ürünlerinin öneminin kavranmasına paralel olarak kullanım alanı ve yoğunluğu her geçen gün artmaktadır. Oduna dayalı üretime kıyasla daha az fiziksel güç ve aktivite gerektirmesi, finansal fayda açısından daha verimli olması ve aynı zamanda iklim dostu bir faaliyet olması gibi avantajları odun dışı orman ürünlerinin öneminin kavranmasına katkı sağlamaktadır. Odun dışı orman ürünleri Türkiye'nin kırsal ve ulusal ekonomisinde önemli bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla odun dışı orman ürünlerinin tespiti ve faydalanılmasına yönelik analizlerin yapılması oldukça önemlidir (Duman, 2019; FAO, 2020).

Genellikle orman köylüsünde ekonomik gelir elde etmek amacıyla odun dışı orman ürünleri ile uğraşan erkeklerdir. Orman köylerinde yaş ortalamasının 46-65 yaş aralığında olduğu, köylerde en az yaş grubunu 18-25 yaşa sahip genç nüfusun oluşturduğu görülmektedir.

Bu da odun dışı orman ürünleri ile ilgilenenlerin orta yaş grubundan insanlardan olduğu, gençlerin ise köylerden ayrılıp iş bulma ve yaşam standartlarının daha iyi olabileceği şehirlere ve kent merkezlerine göç ettikleri anlaşılmaktadır.

Eğitim seviyesinin artması ile birlikte odun dışı orman ürünlerine olan ilginin azaldığı görülmektedir. Odun dışı orman ürünlerine eğitim seviyesi

daha düşük kişilerin ilgi duyması yoksulluk oranı ile de alakalıdır. TÜİK 2012-2020 yılları arasındaki eğitim durumuna göre yoksulluk oranında en fazla orana sahip grupların lise bitirememiş ve daha alt öğrenim düzeyinde olan kişilerden oluştuğu anlaşılmaktadır. Eğitim ve gelir seviyesi iyi olanlar bu türlerle ilgisinin daha az olduğu görülmektedir. Odun dışı orman ürünleriyle uğraşanlar bu ürünleri genel olarak ek iş olarak değerlendirmektedir.

Anket yapılan köylerde aylık ortalama gelirin 1000-2000 TL olduğu tespit edilmiştir. Anket yapıldığı zamanda asgari ücretin 2.825,9 TL olduğu ve açlık sınırının da 3000 TL ve üzeri olduğu düşünülürse aylık geliri açlık sınırına yakın olan kişilerin odun dışı orman ürünleriyle daha çok ilgilendiği ortaya çıkmaktadır.

Orman köylülerinin çoğunluğunun envanteri yapılan odun dışı orman ürünlerini tanıdıklarını (Kekik 222, Zeytin 222 kişinin), bu türleri tanıyanların da tamamına yakını da türleri topladıkları (Kekik 213, Zeytin 186 kişinin), toplayanlarında büyük çoğunluğu bu türleri satarak ekonomik gelir elde ettiği ortaya çıkmaktadır. Köylüler tarafından en çok bilinen türler toplanılmakta ve bu türlerden gelir elde edilmektedir.

Orman köylüleri gelir elde ettikleri ürünlerin sürdürebilirliğini düşündüğü anlaşılmaktadır. Bu bağlamda köylülerin topladıkları türlerle kendi edindiği tecrübeleri sayesinde gelecek kuşaklara aktarma uğraşındadırlar.

Odun dışı orman ürünlerinin değerlendirilmesi kısmında köylüler genellikle ürünleri kendi imkânlarıyla veya aracılar vasıtasıyla tüketiciyle buluşturmaktadır. Burada köylülerin amacı topladıkları ürünlerden en hızlı bir şekilde gelir elde etmektir.

Anket çalışmaları neticesinde envanteri yapılan odun dışı orman ürünlerinin orman köylüsüne yıllık kazandırdığı ortalama gelir 1000-2000 TL olduğu tespit edilmiştir. Bu gelirin hane ekonomisine hiç azımsanmayacak bir katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Anket çalışmasında en az yıllık gelire sahip Horuzlu köyünün odun dışı orman ürünlerinin kazandırdığı gelirin yıllık gelire oranına (%35,48) bakıldığında geliri düşük olan köylülerin daha çok odun dışı orman ürünleri ile ilgilendikleri ortaya çıkmaktadır.

Bu tez çalışması sonucunda geliştirilen bazı öneriler:

- Odun dışı orman ürünleri daha çok ekonomik kazanç sağlayabilmek adına klasik ormancılık anlayışının değişmesi gereklidir. Burada en büyük sorumluluğu yöneticilerin alması gerekmektedir. Hem türlerin en doğru bir şekilde tespit edilmesi, toplatılması ve değerlendirilmesi hem de sürdürebilirliğinin devamlılığının sağlanabilmesi bakımından bütün yükleniciler (Üreticiler, Aracılar, Tüccarlar ve İlgili Kurum Yöneticileri) koordineli bir çalışma yürütmesi gerekir.

• Ülkemizde tür tespiti, envater çalışması ve faydalanma planlarının hazırlanması işlemleri taşra teşkilatlarında orman işletme şefliklerı düzeyinde yapılmaktadır. Meslektaşlarımız sahalarda bulunan birçok odun dışı orman ürünlerini tanımamaktadır. Bir kısmının da bu türlere karşı ilgisinin olmaması sonucunda bu işleri sadece yük olarak görmektedir. İlgisi olan işletme şeflerinin de iş yoğunluğunun fazla olması ve eleman yetersizliğinin olması gibi nedenlerle bu türlere yeteri kadar zaman ayıramamaktadır.

Şu anda bu türlerin tespiti, envanter çalışması ve faydalanma planlarının hazırlanması aşamalarında danışman hizmet alımları yapılmakta olup hizmet alımında çalışanlar sadece Orman Mühendisleri olan kişilerdir. Bu durum belki de ormanlarımızda var olan önemli türlerin tespitinde ve diğer aşamalarında aksamalara ve değer kayıplarına neden olmaktadır. Kısa süreli çözüm olarak yapılan danışman hizmet alımında orman mühendislerinin yanı sıra alanlarında uzman kişiler de (Biyolog, Ziraat Mühendisi gibi) çalıştırılmalıdır. Uzun vadeli çözümlerde ise alanlarında uzman kişilerin OGM'de sürekli olarak çalıştırmak üzere istihdam edilmesi gereklidir.

• Çalışmanın yapıldığı Mersin yöresinde var olan ama envanteri ve faydalanma planı yapılmamış türler (Sumak, Adaçayı, Mantar çeşitleri gibi) bulunmaktadır. Bu türlerin envanteri yapılarak faydalanma planlarının hazırlanması gereklidir.

• odun dışı orman ürünlerinin ihracat ve ithalatlardaki güncel fiyat bilgilerinin sürekli takip edilerek kayıt altına alınması gerekmektedir. Güncel fiyatlar karşılaştırılarak odun dışı orman ürünlerinin o zaman ki tarife bedellerini güncellememiz gerekmektedir. Güncellenen tarife bedelleri orman köylüsüne daha çok gelir elde etmesini sağlaması öngörülmektedir.

• Yurt dışında sertifikalı ürünlere son zamanlarda ilginin çok arttığı gözlemlenmektedir. Bu durum son zamanlarda ülkemizde odun üretiminde (FSC sertifikası gibi) de görülmektedir. Bütün bunların neticesinde doğal olan odun dışı orman ürünlerinde de sertifikalanmaya geçilmesi gerektiğini öngörülmektedir.

• Odun dışı orman ürünlerinin değerlendirilmesi aşamasında üreticiler genellikle tüketicinin ayağına gitmeyi tercih etmektedir. Bu durum köylülerin kazancında azalmaya sebep olurken bazen de topladıkları ürünlerin bozularak değer kaybetmesine neden olmaktadır. Bu durumlar sonucunda doğal olan bu türlerin faydalarının daha çok reklam yapılması, tüketicinin üreticiye gelmesine ve üreticinin daha fazla gelir kaybı yaşanmamasına neden olacaktır.

• Genellikle odun dışı orman ürünleri köylülerin kendi imkânlarıyla pazarlarda veya aracılar/tüccarlar vasıtasıyla değerlendirdikleri görülmektedir. Sanayileşmenin olmamasından ötürü türlerin değerlendirmesi daha çok hammadde olarak yapılmakta bu da kazanılması gereken değerlerin çok uzağında kaldığı bilinmektedir. Gerekirse devlet teşvik ve destekleriyle sanayileşmenin yani özel sektörün önünün açılması sağlanmalıdır.

• Özellikle gençlerin işsizlik sorunu yaşadığı bu dönemde onları odun dışı orman ürünleri ile uğraşıp kendilerine iş olanağı sağlanması adına gençlerin sıkça kullandığı sosyal medya platformlarında (Facebook, Instagram, Twitter gibi) bu türlerin tanıtımı yapılmalıdır. Bu durum doğal türlerin tanınırlığını artırıp istihdamı arttıracaktır.

• Mersin yöresinde tanınan ve ekonomik değeri yüksek olan odun dışı orman ürünlerimiz (Defne yaprağı, Zeytin, Kekik) bulunmaktadır. Bu türlerin birim fiyatının yüksek olduğu dönemlerde halkın gelirini arttırmak istemesi sonucunda bu türlere karşı aşırı ve bilinçsizce yönelinilmesi neticesinde bu türler yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmıştır. Bu zamanlarda bu türlerin bilinçsizce tüketilmemesi adına ihracata kota konulabilir. İlgili kurumlar (OGM, DKMP) bu dönemlerde imkânlar dâhilinde koruma faaliyetlerini arttırmalıdır.

• Odun dışı orman ürünlerinin devamlılığı sürdürebilirlikle sağlanmalıdır. Bu türlerde sürdürebilirlik ilk olarak üreticinin türe yaklaşımı ile alakalıdır. Üreticinin türleri tanıma ve değerlendirme aşamasından eğitimli olması şarttır. Bu durumda konu ile direkt alakalı kurumların (OGM, DKMP) yöre halkına eğitim vermesi için toplantılar düzenlemesi, el broşürleri ve kitap bastırması, afiş astırması gibi eğitici birçok faaliyet yapılması gereklidir.

• Odun dışı orman ürünleri orman köylüsüne olan ekonomik kazancı azımsanmayacak kadar fazladır. İzinsiz ve mevzuata aykırı herhangi bir bedel ödemeden yöre halkının gelir kaynağını bilinçsiz bir şekilde toplayanlara karşı önlemler alınmalıdır.

• Odun dışı orman ürünleri ülkemizde ve yurt dışında yapılan fuar ve etkinliklerde tanıtılması gerekmektedir. Tanınırlığı bilinen ürünlere ilgi daha da artacağından fiyatları da bu eksende paralel olarak artacaktır. Bu durum da üreticiye ekstra gelir sağlayacaktır.

Odun dışı orman ürünlerinden faydalanılırken Juniperus drupacea (Andız) IUCN kırmızı listesinde (EN) soyu tükenme tehlikesi çok büyük olan türler kategorisinde bulunduğu için dikkatli olunmalıdır. IUCN kırmızı listesinde yaygın bulunan türler kategorisinde yer alan diğer türler ise faydalanılmaya konu edilmelidir. Söz konusu listede bulunamayan türlerin ise tehlike sınıfları araştırılarak faydalanma planı bu doğrultuda yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Altunel, T. A., 2011. Odun Dışı Orman Ürünlerinin Dünyada ve Türkiye'de Sosyoekonomik Boyutu, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aytuğ, B., 1976. Orman Tanımlaması ve Bu Tanımlamada Yer Alan Ağaç, Ağaççık ve Çalı Kavramları, I. Orman Kadastro Semineri, OGM Yayın No: 607/13, Ankara.

Bilir, A., 2017. Odun Dışı Orman Ürünlerine Yönelik Toplumsal Algının İncelenmesi: Kahramanmaraş İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Çanakçıoğlu, H., 1985. Orman Koruma. İ Ü Orman Fakültesi Yayınları, İ Ü Yayın No: 3315, O F Yayın No: 376, İstanbul, 486 s.

Davis, P. H., (1965-1985). Flora of Turkey and the Aegean Islands. Edinburgh University Press., London, Volume: 1-9.

Davis, P. H., Tan, K., Mill. R., 1988. Flora of Turkey and the Aegean Islands. Edinburgh University Press., London, Volume: 10 (supplement).

DPT, 2007. IX Beş Yıllık Kalkınma Planı. Ormancılık Özel İhtisas Komisyon Raporu, Ankara, ISBN 978-975-19-4031-5, 102 s.

Duman, E., A., 2019. Odun Dışı Orman Ürünlerinin Dış Ticareti ve Geleceğe Yönelik Projeksiyonlar, Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.

FAO, 1995. Non-Wood Forest Products for Rural Income and Sustainable Forestry, Non Wood Forest Products Series No 7, Rome.

FAO, 2020. Non-Wood Forest Products Assessment Report of Turkey "Light in Weight Heavy in Value". https://ormuh.org.tr/uploads/docs/D1-NWFPs%20Assessment%20Report%202020%20Cleared%20by%20FAO-17%20September%202020%20(1).pdf, 48 s.

Gedik, S., 2014. Elazığ Orman Bölge Müdürlüğünde Odun Dışı Orman Ürünlerinin Sosyoekonomik Boyutları Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

İlter, E., Ok, K., 2007. Ormancılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi, Form Ofset Matbaacılık, Ankara, 975-96967-2-X

Konukçu, M., 2001. Ormanlar ve ormancılığımız. Faydaları, İstatistiki Gerçekler, DPT Yayınları, DPT Yayın No: 2630, Ankara, Eylül 2001, 258 s.

Kurt, R., 2011. Türkiye Odun Dışı Orman Ürünlerinin Mevcut Durumu Ve Dış Ticaret Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

Küçükosmanoğlu, A., 1994. Ülkemizde Orman Yangınları ve Yangın Sezonları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 44, 1-2, 121-128.

Leakey, R., B., Temu, A., B., Melynk, M., Vantomme, P., 1996. Domestication and Commercialization of Non-Timber Forest Products. Non-Wood Forest Products Series 9, Rome. 92-5-103935-6.

OGM, 2006. Odun Dışı Orman Ürünleri Yönetimi. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriterler ve Göstergeler 2006 Yılı Raporu, Orman Genel Müdürlüğü, 32 s.

OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 36 s.

OGM, 2016. Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması İle Üretim Ve Satış Esasları. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 124 s.

Tunç, İ., 2015. Odun Dışı Orman Ürünlerinin Hanehalkı Ekonomisine Katkıları: Balıkesir- Dursunbey Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Türker, M., F., Pak. M., Öztürk, A., 2000. The review of non-wood forest products management in Turkey as from the five year development plans and forestry main plans. Seminar on Harvesting of Non-Wood Forest Products, Menemen, İzmir, 2-8 October 2000, s. 307-317.

URL-1. https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%C4%B1n%20Faydal

ar%C4%B1.pdf. Orman Genel Müdürlüğü, (06 Mart 2017, 14:30).

URL-2. https://www.teknolojidenbihaber.com/ulkemizdeki-her-3-bitkiden-1i-ende

mik/, (06 Ocak 2022, 09:00).

URL-3. http://www.ogm.gov.tr/bilgi/urunler.htm, Ormanlardan Elde Edilen Ürün ve Hizmet Çeşitleri, Orman Genel Müdürlüğü, (18 Aralık 2010, 17:00).

URL-4. https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/odun-disi-orman-urunlerinde-2023te-2-milyar-dolarlik-ihracat-hedefleniyor/2432085, (01 Ocak 2022, 11:00).

URL-5. https://oduhservis.ogm.gov.tr/, (21 Temmuz 2021, 16:00).

Usta, Y., 2018. Normal Kapalı Kızılçam Meşcerelerinde Ölü Örtü Nem Dinamikleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Yılmaz, E., Duran, C., Tüfekçi, S., Ünal, E., 2009. Adana İli Feke İlçesi Sedir Mantarı Toplayıcılarına Yönelik Sosyo-Ekonomik Çözümlemeler ve Yerel Bilginin Değerlendirilmesi, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları, Yayın No: 389, Tarsus, 104 s.

BÖLÜM 13

ÇİFTLİK HAYVANLARINDA KULLANILAN BAZI YEM KATKI MADDELERİ

Müzeyyen KUTLUCA KORKMAZ[1]

1 Dr. Öğr. Üyesi Müzeyyen KUTLUCA KORKMAZ, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, https://orcid.org/0000-0002-1542-7088

Hayvancılıkta başarıyı hayvanın iyi bakım ve beslenmesi, yetiştiricinin sahip olacağı pratik bilgiler, hayvanların sağlığı ve mevcut hayvan sayısı gibi birçok faktör etkilemektedir. Son yıllarda yem, yem teknolojisi ve hayvan besleme üzerine yapılan çalışmalarda, ekonomik ölçütler, sürdürülebilirlik ve ürün kalitesini artırıcı gelişmeler sağlanmıştır (Çakıcı, 2015).

Hayvancılık işletmelerinde ancak rasyonel besleme uygulanmaları ile kaliteli hayvanlardan istenen verim alınabilir. Verimli hayvancılık için kaliteli kaba ve kesif yem kaynaklarının kullanılması, hayvanın içerisinde bulunduğu çevre şartlarının iyileştirilmesi gerekmektedir. Hayvancılık işletmelerinde toplam işletme masraflarının % 60-70'ini yemleme ile ilgili masraflar oluşturmaktadır. Hayvancılıkta yemleme bu kadar önemli bir yer tutmasına rağmen, hayvanların gerektiği şekilde ve yeterli beslendiği söylenemez. Bu yüzden, hayvancılığın geleceği açısından yemleme ile ilgili yapılacak ekonomik düzenlemelerle yeni, kaliteli ve uygun fiyatlı yem kaynaklarının araştırılarak uygulamaya geçirilmesi önemlidir (Tugay ve Bakır, 2008).

Hayvan beslemede normal şartlarda ihtiyaç duyulmayan, ancak yeme ilave edildiklerinde yemlerin bozulmasını engelleyen, sindirimini kolaylaştıran, hayvansal ürün miktarında artış sağlayan, yemden yararlanmada katkısı olan, ürün görünümünü iyileştiren, niteliğini etkileyip kalitesini yükselten veya herhangi bir nedenle ekonomik fayda sağlayan 'Yem Katkı Maddeleri' üzerine son yıllarda oldukça fazla araştırma yapılmaktadır. Yem katkı maddesi olarak kullanılan antibiyotik içerikli büyüme uyarıcılarının yasaklanması ile birlikte organik asitler, probiyotikler, prebiyotikler, antimikrobiyal ve antioksidan etkiye sahip bitkisel ekstraktlar, sindirimi kolaylaştırıcı eksojen enzimler ve toksin bağlayıcılarla ilgili araştırmalar sürmektedir (Kutlu ve Şahin, 2017).

Son birkaç yıldır yem katkı maddeleri besin maddesinden faydalanmak, sağlık parametrelerini iyileştirmek ve hayvan performansını geliştirmek için hayvan beslemede kullanılmaktadır. Bununla birlikte, antibiyotiklerin yem katkı maddesi olarak kullanılmasının, daha önce antibiyotiklerle tedavi edilebilen hastalıkların morbidite ve mortalitesinde bir artışa yol açabilen antimikrobiyal direncin ortaya çıkmasında etkili olduğu bildirilmiştir. Bu bağlamda, antimikrobiyal peptitler, birden fazla biyolojik aktiviteye sahip oldukları ve dirençli mikroorganizmaların gelişimini önlemek için güçlü bir potansiyele sahip oldukları için umut verici bir uygulama olduğu belirtilmiştir. İn vivo uygulanan az sayıda çalışmaya rağmen, yemden yararlanmanın artması ve bazı hayvan hastalıklarının önlenmesi/tedavisi nedeniyle antimikrobiyal peptiplerin, hayvan beslemede antibiyotik kullanımına güçlü bir alternatif olarak görüldüğü bildirilmiştir (Silveira et al., 2021).

Uzun yıllar besi performansını artırıcı katkı maddesi olarak kullanılan antibiyotiklerin 2006 yılında Avrupa birliği ve ülkemizde yasaklanmasının ardından antibiyotiğin oluşturduğu etkiyi gösterebilecek alternatif yem katkı maddeleri üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Araştırmacılar, antibiyotiklere alternatif olarak genelde probiyotikler, prebiyotikler, humektanlar, bakteriyosinler, bitkisel ekstraktlar ve organik asitler üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Son yıllarda bunlara ilaveten yem katkı maddesi olabilirlik açısından arı ve arı ürünleri de araştırma konusu olmaya başlamıştır. Bal, balmumu, propolis, polen, arı zehiri ve arı sütü gibi arı ürünleri sahip oldukları biyolojik özellik ve kimyasal yapılarından dolayı oldukça fazla alanda kullanılmaktadır. Hayvan beslemede, yem katkı maddesi olarak antibiyotiklere alternatif olabileceği düşünülen özellikle polen ve propolis ile ilgili çalışmalar dikkat çekmektedir. Polen proteinler, amino asitler, karbonhidratlar, lipidler, fenolik bileşikler, enzimler, vitaminler ve mineralleri yapısında bulundurmasından dolayı önemli bir arı ürünüdür (Sarıkaya vd., 2018).

Arıdan elde edilen ürünler, güçlü antioksidan aktiviteleri, bağışıklık üzerindeki olumlu etkileri ve çeşitli hayvan türlerinde büyüme performansını artırma kapasiteleri gibi olumlu özellikleri nedeniyle geniş çapta araştırılmaktadır. Yetiştiriciliği yapılan balıkların hastalıklarını önlemek veya tedavi etmek ve performanslarını artırmak için antioksidan potansiyelleri nedeniyle bu nutrasötik ürünlerin balık yemlerine ilavesinin etkilerini belirlemek için araştırmalar yapılmıştır. (Panettieri et al., 2020).

Antibiyotiklere alternatif olabilecek polen, arılar tarafından toplanmakta olan çiçek tozları olarak tanımlanmaktadır. Aslında polenin çiçeklerin erkek üreme hücreleri olduğu bilinmektedir. Polenin kaynağı olan bitki tür ve çeşitliliği, polenin insan sağlığına olan etkisi nedeniyle de kıymetini artırmaktadır. Hayvan besleme ile ilgili yürütülen araştırmalarla tıbbi ve aromatik bitkilerin iştah artışı, sindirim uyarımı, canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranında gelişme ve karkas kalitesinde iyileşme gibi olumlu etkilerde bulunduğu tespit edilmiştir (Akın, 2017).

Arı poleni, son zamanlarda tıpta ve hayvanlarda büyük bir kullanım potansiyeline sahip doğal bir arı ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Önceki çalışmalara dayanarak, arı poleninin 1–20 g/kg düzeyinde rasyonlara dahil edilmesinin hayvanlarda üretkenlik, üreme ve bağışıklık durumunu iyileştirdiği tespit edilmiş ve arı poleninin bir yem katkı maddesi olarak pratikte besleme stratejisi olarak hayvanlarda kullanılabileceği bildirilmiştir (Abdelnour et al., 2018).

İn vivo yapılan besleme çalışmalarında, kuluçkanın 16. günü etlik damızlık yumurtalarına yapılan polen ekstrakı enjeksiyonunun civciv ağırlığı oranını arttırdığı bildirilmiştir (Abdulqader vd., 2017).

Damızlık Japon bıldırcınlarında yapılan bir çalışmada arı poleni tozunun (APT) farklı düzeylerde (K: 0, APT1: 1, APT5: 5, APT10: 10 ve APT20: 20 g/kg yem) kullanımının kuluçkalık yumurta kalite özellikleri ve kuluçka sonuçlarına olan etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonunda bıldırcın rasyonuna ilave edilen arı poleni tozunun yumurta kalite kriterlerinden; sarı renk değerinde, kabuk kalınlığında ve Haugh Birimi değerinde etkisinin önemli, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta ağırlığı, şekil-sarı-ak indeksi, kabuk ağırlığına ise eksinin önemsiz olduğu bildirilmiştir. Kuluçka sonuçlarına olan etkilerinde ise; döllülük oranı, çıkış gücü, kuluçkadan çıkan civciv ağırlığında, erken dönem ölümleri ve dış pip oranında önemli, yumurta ağırlık kaybı, kuluçka randımanı, orta-geç dönem ölümlerinde etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Akın, 2017).

Sina horozları ile yapılan bir çalışmada yeme arı poleni takviyesinin üreme performansı, bazı hematolojik parametreler ve spermin fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre uygulama grubundaki hayvanlarda nihai vücut ağırlığı ile toplam ağırlık kazancının önemli ölçüde arttığı, kırmızı ve beyaz kan hücresi sayıları ile hemoglobin düzeyinde artış olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda ejakülat hacmi ortalamaları ve canlı sperm yüzdeleri kontrol grubuna kıyasla artış gösterirken, ölü sperm ve sperm anormalliği yüzdelerinin yine kontrol grubuna göre azaldığını, bu sonuçlara göre yeme farklı seviyelerde arı poleni ilave edilmesinin kilo alımı ve sperm özelliklerini iyileştirdiğini bildirmişlerdir (Abuoghaba and Ismail, 2018).

Bıldırcın (*Coturnix Coturnix Japonica*) rasyonlarına farklı oranlarda arı poleni takviyesinin canlı ağırlık artışı, canlı ağırlık, yemden yararlanma oranı, yem tüketimi ve bazı karkas parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 42 günlük bir çalışma yapılmıştır. Çalışma genelinde (1-42. günler) canlı ağırlık artışı, canlı ağırlık, yemden yararlanma oranları, yem tüketimi açısından gruplar arasında farklılığın istatistiki açıdan önemli olmadığı bildirilmiştir. Değerlendirilen karkas özelliklerinden sıcak ve soğuk karkas ağırlığı, kalp, karaciğer, taşlık, bağırsak, göğüs, but, kanat, sırt+boyun ve diğer ağırlıklar ile bağırsak uzunluğu bakımından gruplar arasında istatistiki farklılık tespit edilmemiştir. Abdominal yağ ağırlığı ve oranı bakımından % 0,50 arı poleni grubunun kontrol grubuna göre düşük olduğu bildirilmiştir. Sıcak ve soğuk karkas oranlarının % 0,25 ve % 0,50 arı poleni takviyeli gruplarda kontrol grubuna göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, bıldırcın rasyonlarına %0,25 ve %0,50 düzeyinde arı poleni takviyesinin; çalışma süresince besi performansı açısından kontrol grubu ile benzer sonuçlar alınması, sıcak ve soğuk karkas oranını iyileştirmesi ve abdominal yağ oranında azalma sağlaması nedeniyle yem katkı maddesi olarak kullanımının faydalı olaca-

ğı kanaati bildirilmiştir (Sarıkaya vd., 2018).

Bir günlük Hubbard broyler civcivleri, 6 hafta süreyle % 0 (kontrol),% 0,2, % 0,4 ve % 0,6 oranında doğal büyümeyi teşvik edici olarak arı poleni takviyeli bazal yemle beslendikleri bir çalışma yapılmıştır. Çalışma süresince bazal yemle beslenen etlik civcivler ile yemlerinde arı poleni bulunan civcivler arasında canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı açısından önemli farklılıkların bulunduğu bildirilmiştir. % 0,6 arı poleni ile beslenen civcivlerde önemli şekilde canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışının olduğu tespit edilmiştir. Arı poleni takviyesi gruplarının, kontrol grubuna kıyasla daha az yem tüketimi ve daha fazla yemden yararlanma özelliği gösterdiği bildirilmiştir. Arı poleni ilaveli yemle beslenen civcivlerde nispi karkas ağırlığının önemli ölçüde daha yüksek olduğu, %0,6 arı polen yemi ile beslenen civcivlerin en yüksek timus, yumurtalık ve dalak ağırlıklarına ve en yüksek hemoglobin konsantrasyona, kırmızı kan hücreleri, beyaz kan hücreleri, hetrofiller ve lenfosit değerlerine sahip oldukları bildirilmiştir. Serum toplam protein, albümin ve globulinin arı poleni ile beslenen civcivlerde kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Arı poleninin %0,2, %0,4 ve %0,6'sı ile beslenen civcivlerde serum ürik asit, kreatinin, trigliserit ve kolesterol konsantrasyonlarının kontrol grubuna göre daha düşük bulunduğu bildirilmiş ve etlik civcivlerin yemlerine arı poleni eklenmesinin karkas özellikleri ve kan parametreleri performansını artırdığı sonucuna varılmıştır (Farag and El-Rayes, 2016).

Gebeliğin son altı haftasındaki toplam 21 Rahmani koyun ile yapılan bir çalışmada, koyunlar üç gruba ayrılarak 1. gruptaki koyunlara katkısız bazal rasyon (kontrol, G1) verilirken, 2. (G2) ve 3. (G3) gruptaki koyunlara sırasıyla 4.5 ve 9 g günlük arı poleni ilaveli bazal rasyon beslemesi yapılmıştır. Besleme süreci doğumdan 4-6 hafta önce başlatılıp sütten kesime kadar sürdürülmüştür. Koyun ve kuzuların canlı ağırlıkları kaydedilmiş, kolostrum analiz edilmiş ve süt verimi ile kompozisyonu belirlenmiştir. Sütten kesim ve çiftleşmede hematolojik parametreler tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre doğum öncesi, kuzulama, emzirme, sütten kesim ve sütten kesim sonrası koyunların canlı ağırlıklarının arı poleninden etkilenmediği tespit edilmiştir. Koyunların ortalama günlük süt veriminin arı poleninden etkilenmediği, süt yağı ve toplam kuru madde içeriğinin sadece G2 ve G3 gruplarında arttığı, en yüksek G3 grubunda olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, doğum öncesi ve sonrası koyun başına 9 g oral arı poleni dozunun süt verimi, süt bileşimi, koyunların kan parametreleri, kolostrum bileşimi ve doğan kuzuların büyüme performansı üzerinde olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir (Fodail et al., 2018).

Propolis, bal arıları tarafından çeşitli bitkilerden toplanan arı tutkalı olarak da bilinen reçineli bir üründür. Bal arısı bu yapışkan ve toksik olmayan maddeyi tükürük bezi salgılarının yardımı ve özel karın bezlerinin

ürettiği balmumu parçacıkları ile harmanlar. İmmüno-modülatör, anti-inflamatuar, hepatoprotektif, anti-oksidatif, antiviral, antibakteriyel, antifungal, antitümör ve kardiyo-koruyucu gibi değerli özelliklere sahiptir. Çok sayıdaki araştırma ile büyüme, bağışıklık, et kalitesi, gastrointestinal sistem mikrobiyotası ve kan hematolojisi ile ilgili olarak kanatlılar üzerindeki olumlu etkileri tespit edilmiştir. Propolis yaklaşık 200-300 doğal bileşik içerir. Biyolojik ve farmakolojik özellikleri esas olarak flavonoidler, triterpenler, fenolik asit esterleri (ferulatlar ve kafeatlar), aromatik asitler, diterpenik asitler ve lignanlar dahil olmak üzere büyük miktarda polifenollerin varlığından kaynaklanmaktadır. Günümüzde, güncel araştırmaların çoğu, propolisin biyolojik özelliklerine ve insanlarda, çiftlik hayvanlarında ve kümes hayvanlarında potansiyel sağlığı geliştirici etkilerine odaklanmıştır (Saeed et al., 2017).

Propolis, toplama zamanına, floraya, coğrafi kökene ve salgı toplanan ağaç türlerine göre değişiklik gösteren 300 kadar kimyasal bileşene sahip karmaşık bir maddedir. Bu nedenle, propolisin kümes hayvanlarında yem takviyesi olarak kullanıldığında, sağlığı iyileştirici etkisini gösterebilme özelliğini etkileyecek olan biyolojik özellikleri topografik bölge ile sıkı bir şekilde ilişkilidir. Propolisin içerdiği bileşikler (başlıca flavonoidler) çeşitli farmakolojik ve biyolojik ürünlerde kullanılmakta ve antiinflamatuar, antikanser, antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerin sürdürülmesinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca bazı araştırmalar propolisin ısı stresi ve hayvan yoğunluğu gibi faktörlerin neden olduğu oksidatif stresin olumsuz etkilerini iyileştirebileceğini göstermiştir. Propolis temelli yem katkı maddeleri, büyüme destekleyicisi, bağışıklık arttırıcı ve/veya antioksidan maddeler olarak piliçlerde hâlihazırda kullanılmıştır. Trigliserit ve kolesterol konsantrasyonları gibi kan parametrelerinin, 35 gün boyunca sürekli olarak 300 mg/kg propolis takviyesi yapılan etlik piliçlerde ve günlük 100 veya 150 mg/kg propolis takviyesi ile sekiz hafta boyunca beslenen yumurtacı tavuklarda önemli ölçüde düştüğü yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulguların muhtemelen propolisin gelişmiş biyolojik fonksiyonlara (karaciğer morfolojik yapısı ve lipid metabolizması) yol açabilen güçlü antioksidan potansiyelinin bir sonucu olduğuna vurgu yapılmıştır (Saeed et al., 2017).

Etlik piliçlerde rasyonlardaki farklı propolis düzeylerinin performans, karkas özellikleri, gastrointestinal morfoloji ve bazı kan parametreleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Toplam 224 adet bir günlük yaşta Ross 308 civcivleri, tamamen rastgele bir deneme planında (dört uygulama, dört tekrar grubu, her grupta 14 civciv) 16 yer kümesinden her birine rastgele dağıtılmıştır. Yemleme uygulamaları, tüm araştırma süresince (42 gün) 0 (kontrol), 500, 1500, 2000 ppm olmak üzere 4 farklı propolis tozu seviyesinden oluşturulmuştur. Yemleme ad-libitum

olarak yapılmış ve tüm civcivler aynı çevre ve yönetim koşullarında barındırılmıştır. Her periyodun sonunda canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı ölçülmüş, ayrıca 42 günlük yaşta üretim indeksi hesaplanmıştır. Araştırma süresi sonunda her kümesten iki civciv seçilmiş ve kan örneği alındıktan sonra manuel olarak kesilip parçalara ayrılmıştır. Hematolojik ve biyokimyasal parametrelerin yanı sıra karkas özellikleri, gastrointestinal morfolojileri belirlenmiştir. Rasyonda milyonda 2000 parça propolis tozunun kullanılmasının, tüm araştırma dönemlerinde canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve üretim indeksini pozitif etkilediği bildirilmiştir. Rasyondaki yüksek propolis tozu seviyelerinin, diğer uygulama dozlarına kıyasla nispi ağırlığı, but ve taşlık uzunluğunu arttırdığı ve etlik piliçlerin karaciğerlerinin nispi ağırlığını azalttığı tespit edilmiştir. Sıkıştırılmış eritrosit hacmi (PCV) ve heterofil sayılarının önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre kanatlı rasyonlarına propolis tozu ilavesinin büyüme performansı, karkas özellikleri ve kan parametreleri üzerinde olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir (Shaddel-Tili et al., 2017)

Propolisin etlik piliçlerde performans, karkas özellikleri ve kan parametreleri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla başka bir çalışma yapılmıştır. Çalışma, 6 hafta boyunca 0, 1, 2 ve 3 mg/kg yem oranında propolis ilavesi yapılan dört uygulama grubundan oluşmuştur. Çalışma sonuçları, kanatlı yemine propolis takviyesinin, canlı ağırlığı arttırdığı, yem tüketimini azalttığı ve yemden yaralanmayı iyileştirdiğini göstermiştir. Karkas randımanı dışında, karkas özelliklerinin uygulama grupları arasında önemli farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Propolis katkılı yemle beslenen piliçlerde serum total protein ve globulinlerinin önemli ölçüde arttığı, serum kolesterol ve trigliseritlerin ise önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. Farklı gruplar arasında hematolojik parametrelerde önemli farklılıklar gözlenmediği belirtilmiştir. Kanatlı rasyonlarına propolis ilavesinin, büyüme performansı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ve kan globulin seviyesini yükselterek bağışıklık tepkisini iyileştirdiği sonucuna varılabileceği, ayrıca kandaki kolesterol ve trigliserit düzeylerini düşürdüğü bildirilmiştir. (Hassan et al., 2018).

Yumurta tavuklarının beslenmesinde 30 mg/l su veya 5 gr/kg yem dozunda propolis ilavesinin yumurtlama performansını ve yumurta kabuğu kalınlığını arttırarak yumurta ağırlığını artırdığı bildirilmiştir. Broyler yemine propolis ilavesinin daha fazla ağırlık artışı ve daha yüksek yemden yararlanma oranı sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan başka bir çalışmada, propolis takviyesi alan bir grupta civciv ölüm oranın daha düşük olduğu bildirilmiştir. Yine başka bir çalışmada ethanol propolis ekstraktının civcivlere uygulanması ile kaslardaki toplam protein fraksiyonu ve mikrofibrillerde önemli artış sağladığı belirtilmiştir (Kadhim et al., 2018).

Propolisin yumurta tavuğu yemlerine 3 g propolis/kg oranında ilavesinin kan serumunda IgG ve IgM seviyesini yükseltip ve periferik kandaki eritrosit sayısını arttırarak bağışıklığı da artırdığı bildirilmiştir (Çetin et al., 2010). 15 gün boyunca her gün 100 g tavuk yemi başına 20 mg propolis ekstraktı ilavesinin, toplam plazma proteini, γglobulinler, IgG ve IgA artışına neden olduğu tespit edilmiştir (Mathivanan et al., 2013).

Tavuklar tarafından 15 gün boyunca günlük 20 mg propolis ekstresi tüketiminin kolesterol ve transaminaz (ALT, AST) düzeylerini düşürdüğü ve periferik kandaki protein ve amino asit düzeylerini artırdığı bulunmuştur (Seven et al., 2008).

Besleme çalışmalarında propolis takviyesinin sadece kanatlılarda olumlu sonuçlar vermediği, kuzu rasyonuna propolis ilavesinin canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranını ve sindirilebilirliği ile etin yüzde içeriğini arttırdığı (Bonomi and Bonomi, 2002), aynı zamanda gebe ineklerde canlı ağırlık artışını ve yemden yararlanmayı iyileştirdiği (Bonomi, 2003) bildirilmiştir.

Gebeliğin son dönemi, hayvanların sonraki üretkenlik yaşamını etkileyebileceğinden dolayı koyunların üreme yaşamlarının en kritik ve stresli dönemlerinden biridir. Propolisin, besi ve süt sığırlarında rumen fermentasyonunu ve tüm hayvan sağlığı koşullarını iyileştirdiği kabul edilirken, gebe koyunlar üzerinde bu olumlu etkileri doğrulanmamıştır. Bu amaçla yapılan bir çalışmada, kırmızı propolis ekstraktı (KPE) ilavesinin gebeliğin son dönemindeki koyunlarda görünür sindirilebilirlik, pürin türevleri, metan (CH4) emisyonu ve kan metabolitleri üzerindeki yararlı etkileri değerlendirilmiştir. 18 Santa Inês koyunu (52,5 ± 2,50 kg canlı ağırlıkta) kapalı ağıllarda bireysel barındırılmıştır. Çalışma 14 gün alıştırma periyodu ve 30 gün deneme süreci olmak üzere 44 gün sürmüştür. Koyunlar rastgele, propolis ilavesi olmadan bazal rasyon ile yemlenen kontrol grubu (K) ve günde koyun başına 3 g KPE ilave edilen bazal rasyon grubu olarak iki gruba ayrılmışlardır. KPE'nın GC/MS analizi ile tümü flavonoid sınıfına ait olan 20 farklı bileşenin varlığı tespit edilmiştir. Propolis takviyesinin, kontrol grubuna göre organik madde ve ham protein sindirilebilirliğini arttırdığı tespit esilmiştir. Kontrol grubuna göre KPE ilavesi grubunda daha yüksek nitrojen alımı ve vücut N tutulumunun gözlendiği, ayrıca, g/g N alımı olarak ifade edilen tutulan N'in artma eğiliminde olduğu bildirilmiştir. KPE uygulamasının, kontrol grubuna göre üriner allantoin türevi atılımını arttırdığını ve ayrıca toplam pürin türevlerinin de artma eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir. Toplam kısa zincirli yağ asitleri ve asetat/propionat oranının bireysel olarak artışlarının kontrol grubuna kıyasla KPE takviyesi ile ortaya çıktığı, yine KPE uygulanan grupta kontrol grubuna göre CH4 emisyonunun azaldığı bildirilmiştir. Toplam protein, globulin ve glukoz dahil olmak üzere tüm hematolojik parametreler ve

biyokimyasal parametrelerin, kontrol grubuna kıyasla KPE ilavesi ile geliştiği, propolis ilavesi ile test edilen kortizol, triiyodotironin ve tiroksin hormonlarınının kontrol grubuna oranla azaldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, KPE'nın, hayvan üretkenliği veya çevre üzerinde olumsuz bir etkisi olmaksızın, gebeliğin son döneminden emzirmeye geçiş sırasında vücut aktivasyonlarını desteklemek için umut verici bir doğal takviyeyi temsil ettiği bildirilmiştir (Morsy et al., 2021).

Doğal yem katkısı olarak rasyona propolis ve uçucu yağ ilavesinin boğalarda hayvan performansı, yem tüketimi ve karkas özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek üzere bir çalışma yapılmıştır. 30 boğa üzerinde yürütülen çalışmada, kontrol, propolis ve uçucu yağ grubu oluşturulmuş ve 55 gün boyunca bireysel yemleme uygulanmıştır. Kontrol grubu rasyonu %45 mısır silajı, %40 konsantre (kırık mısır, soya küspesi, kalker ve mineral tuz) ve %15 gliserinden oluşturulmuştur. Propolis grubu, kontrol ile aynı rasyona ilave günlük hayvan başına 3 gram propolis ilavesi içeren yemden oluşturulmuştur. Uçucu yağlar grubunda ise, kontrol ile aynı rasyona ilave günlük hayvan başına 3 gram uçucu yağ (kaju ve hint yağları) eklenmiştir. Uçucu yağlar ve propolis takviyesi yapılan boğalarda besi sonu ağırlığı, ortalama günlük ağırlık artışı, yemden yararlanma ve sıcak karkas ağırlığının, kontrol grubuna göre daha iyi olduğu bildirilmiştir. Yem tüketimi, karkas yapısı ve doku bileşiminin katkı maddelerinden etkilenmediği, boğaların rasyonlarına propolis ve uçucu yağların eklenmesinin, hayvan performansını ve karkas ağırlığını iyileştirdiği bildirilmiştir (Valero et al., 2014).

Sindirim sistemini destekleyici olarak yem katkı maddelerinin kullanımı günümüzde oldukça geniş uygulama alanı bulmaktadır. Probiyotikler de bu yem katkı maddeleri arasında yer almaktadır. Probiyotikleri FAO ve WHO, 'gıdanın bir parçası olarak yeterli miktarda tüketildiğinde konakçısının sağlığı üzerinde olumlu etkiler gösteren canlı mikroorganizma' olarak tanımlamaktadır. Probiyotikler, insan ve hayvan sağlığını korumada, hem gastrointestinal sistem hem de bağışıklık sistemi üzerine olan etkilerden dolayı birçok hastalığı tedavi etme ve önleme amacıyla kullanılmaktadır. Yine, çiftlik hayvanlarında mikrobiyal ekosistemi düzenlediği, besin madde sindirim oranını artırarak büyüme ve gelişmeyi teşvik edici özelliğe sahip olduğu belirtilmektedir. Yem katkı maddesi olarak kullanım alanı bulan probiyotikler, canlı bakteri, mantar, maya ve maya kültürlerinden oluşabilirler. Probiyotiklerin, organik asit, hidrojen peroksit ve bakteriyosin gibi engelleyici maddeler üreterek, potansiyel patojenik bakterilerin artışını engellediği bilinmektedir (Toprak ve Pehlivan, 2020).

İnsan beslenmesinde, ruminantlar önemli protein kaynaklarıdır. Dünya nüfusundaki artış ve hayvansal ürünlere olan talep, tarım arazilerinde

gıda ve hayvan yemi üretimi noktasında rekabeti artırmıştır. Bunun yanında patojen mikroorganizmaların sebep olduğu enfeksiyonlar hayvancılık endüstrisinde bir tehdit olarak karşımıza çıkmaktadır. Rumen sindirim faaliyetlerinin arttırılması, dengeli ve yeterli rumen fermantasyonu hayvansal üretimde artışın sağlanması ve ekonomik kayıpların en aza indirilmesinde öncelik arz etmektedir. Bu noktada, rumen mikrobiyel varlığını ve rumen fermantasyonunu geliştirip güvenilir ve kaliteli hayvansal üretim gerçekleştirmek amacıyla, probiyotiklerin doğal yem katkı maddesi olarak kullanılması noktasında araştırmacılar yoğunlaşmıştır (Sarıpınar Aksu ve Mis, 2017).

Antibakteriyellerin yem katkı maddesi tarzında kullanımına getirilen sınırlandırmalar sonrasında probiyotiklerin immün modülatör özellikleri üzerine dikkatler yoğunlaşmış ve çeşitli hayvan türlerinde bağışıklığa olan etkilerini araştıran çalışmalarda artışlar olmuştur. Probiyotiklerin bağışıklık üzerine olan etkileri ile ilgili bilinenlerin çoğunluğu, insanlarda fazlaca kullanılan laktobasil ve bifidobakteri mikroorganizmalarını içermeleridir. Probiyotiklerin immünomodülasyon özelliklerine yönelik çalışmalar çoğunlukla fareler üzerinde yoğunlaşmış olup, domuz, pet hayvanları, kümes hayvanları ve ruminantlar üzerinde daha az sayıda araştırma yapılmıştır (Kutay vd., 2019).

Hayvanlarda yemden yararlanma oranında iyileşme sağlayarak verim artışına sebep olan probiyotiklere karşı direnç oluşmaması ve kalıntı riski oluşturmaması yanında, bağırsak enfeksiyonlarını engellemesi ve kanser gibi hastalıkların tedavisinde destekleyici rol üstlenmesi nedeniyle probiyotiklere yönelim artmaktadır (Güler vd., 2019).

Canlı ağırlık kazancını artırmak, yemden yararlanmayı geliştirmek, kümes hayvanları ve insan gıda kaynaklı patojenleri azaltmak için kümes hayvanlarında subterapötik antibiyotiklerin uygulaması yaygın olarak kullanılmaktadır. 50 yılı aşkın süredir kümes hayvanlarında uygulanmalarına rağmen, tüketici tercihleri ve bakterilerde antibiyotik direncinin gelişmesiyle ilgili endişelerden kaynaklanan düzenlemeler nedeniyle antibiyotik büyüme destekleyicilerinin kullanımı azalmıştır. Kümes hayvanları ve diğer çiftlik hayvanlarının antibiyotiksiz üretimine yönelik talep artmaya devam etmiş, antibiyotiklere alternatiflerin sürekli olarak geliştirilmesi giderek daha önemli hale gelmiştir. Antibiyotiklerin yararlı etkileri, gastrointestinal (GI) kanaldaki mikrobiyal topluluk üzerindeki aktivitelerine atfedildiğinden, antibiyotik büyüme destekleyicilerine alternatiflerin geliştirilmesi için GI mikrobiyota önemli bir hedef olmaktadır (Broderick et al., 2021).

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi, doğrudan beslenen mikrobiyal ürünleri “canlı mikroorganizmaları içeren ürünler” ola-

rak tanımlamıştır. Yine Uluslararası Bilimsel Derneği Probiyotikler ve Prebiyotikler için, bir prebiyotik'i "sağlık yararı sağlayan konakçı mikroorganizmalar tarafından seçici olarak kullanılan bir substrat" olarak tanımlamıştır. Fitojenik preperatlar, hayvan yemlerinde verimliliği veya yem kalitesini artırmak için kullanılan bitki kaynaklı ürünlerden oluşur. Doğrudan beslenen mikroorganizmalar, prebiyotikler ve fitojenik preparatlar, geleneksel besin gereksinimlerini karşılamanın ötesinde bir fayda sağlayabilecek fonksiyonel katkı maddeleri olarak, kanatlı üretiminde antibiyotik büyüme destekleyicileri kullanımına önemli bir alternatif olarak görülmektedir (Broderick et al., 2021).

Doğrudan beslenen mikroorganizmalar, diyet prebiyotikleri ve fitojenik preparatlar dahil olmak üzere fonksiyonel yem katkı maddelerinin uygulanmasının, kümes hayvanları ve hayvanlarda büyüme performansını, hayvan sağlığını ve mikrobiyal gıda güvenliğini iyileştirdiği bildirilmiştir. Bu konuda yapılan bir çalışmada, doğrudan beslenen mikroorganizma olarak *Bacillus licheniformis'in* (*BL*) kullanılmıştır. BL'nin bir diyet prebiyotik ve bir fitojenik preperatı (BL + A) karışımının katkı maddesi olarak birlikte ve BL'nin bir diyet prebiyotik ile bir sinbiyotik olarak birlikte uygulanması 21 günlük büyüme sürecinde antibiyotiklerle etlik piliçlerde karşılaştırılmıştır. Kuluçkadan sonra 14 gün boyunca uygulama yapılmayan piliçlere kıyasla BL uygulamasının yemden yararlanma oranını iyileştirdiği bildirilmiştir. BL + A ve sinbiyotik uygulamasının, antibiyotik uygulanan ve uygulanmayan piliçlere kıyasla sırasıyla toplam Laktik Asit Bakterilerini arttırdığı ve *Clostridium perfringens'i* azalttığı tespit edilmiştir. BL uygulamasının uygulama yapılmayan kontrol grubuna göre villus yüksekliğinin kript derinliğine oranını arttırdığı da gözlenmiştir. Araştırmacılar genel olarak, elde edilen sonuçların *B. licheniformis'in* doğrudan beslenen mikroorganizma olarak diğer fonksiyonel yem katkı maddeleri ile birlikte uygulanmasının yemden yararlanmayı artırabildiğini, gastrointestinal mikrobiyota popülasyonlarında pozitif değişimi desteklediğini ve gastrointestinal fonksiyon ölçümlerini iyileştirebildiğini belirtmişlerdir (Broderick et al., 2021).

Yeni doğmuş ruminant hayvanlarda gastrointestinal sistem steril olup herhangi bir mikroorganizma içermez. Doğumdan hemen sonra oluşmaya başlayan rumen mikrobiyotası, hayvan büyüdükçe fazla yoğunlukta bakteri içeren mikrobiyal ekosisteme dönüşmektedir. Yenidoğan dönemde çok hassas olan rumen mikrobiyatası çeşitli etkenlerden çok kolay zarar görebilir özelliğe sahiptir. Mikrobiyal ortamında meydana gelen değişiklikler çoğu ruminantta performans ve sağlık sorunlarını ortaya çıkarabilir. Yeni doğan kuzu rasyonuna eklenen yem katkı maddeleri ile sütten kesim döneminde ağırlık artışı sağlamak ve rumen gelişimini desteklemek amaçlanmaktadır. Yeterli düzeyde alındığı zaman bağırsak mikroflorası-

nı düzenleyerek etkin bir şekilde bağırsak sağlığını artıran, canlı mikroorganizmalar içeren ürünlerden olan probiyotikler son yıllarda geliştirilen alternatif yem katkı maddeleri arasında yer almaktadır. Yapılan araştırmalara göre probiyotik tür ve dozuna bağlı olarak performansın arttığı, sindirim sistemindeki mikrobiyal dengenin korunduğu, bağışıklığın güçlendiği, stresin azaldığı ve gıda sindirilebilirliğinin arttığı bildirilmiştir. Hayvanlarda et kalitesi kesim öncesi ve sonrası şartlar, glikojen birikimi, cins, cinsiyet, ağırlık ve rasyon içeriği gibi çeşitli özelliklerden etkilenmektedir. Probiyotiklerin de hayvan sağlığı üzerine olan etkileri ile et kalitesini etkileyebileceği varsayılmaktadır. Ancak et kalitesi üzerine probiyotik takviyesinin etkisi tam olarak açıklanmış değildir (Tekce vd., 2021).

Kuzu rasyonlarına probiyotik (Lactobacillus reuteri E81 [LRE], Lactobacillus rhamnosus GG [LRG]), maya (Saccharomyces cerevisiae S81 [SCS]) ve karışımlarının ilavesinin canlı ağırlık (CA), günlük canlı ağırlık artışı (GCAA), yem tüketimi (YT), yemden yararlanma oranı (YYO), et kalitesi, rumen ve duodenum histolojisi üzerine etkisini belirlemek üzere Anadolu Merinosu koyunlarında bir çalışma yapılmıştır. 2,5 aylık yaşta 90 adet kuzu üzerinde yürütülen çalışma 70 gün devam etmiştir. 9 farklı grup (Kontrol, LE-300, LE-600, LR-300, LR-600, SC-300, SC-600, MİX-300 ve MİX-600) oluşturulmuş ve her grupta 10 kuzu çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma sonucunda besi performansı (CA, GCAA, YT, YYO) sonuçları bakımından kontrol grubu ile karşılaştırıldığında en iyi sonuçların L. reuteri E81 600 ppm katkılı gruptan elde edildiği bildirilmiştir. Yem katkısı içeren grupların iç organ ağırlığı ve duodenum ile rumen histolojisi üzerine etkisinin olmadığı, ette renk özellikleri üzerine ise kontrol grubuna göre L* parametresinde LRE 600 ve SCS 300 dışındaki uygulama gruplarında artış gözlendiği tespit edilmiştir. a* ve b* renk özellikleri üzerine probiyotik yem katkısının herhangi bir etkisinin gözlenmediği, et pH değeri üzerine ise oldukça etkili olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, besi performansı (CA, GCAA ve YYO), iç organ ağırlıkları ve et kalitesi üzerine etkilerde kuzu rasyonlarına eklenen probiyotik, maya ve karışımlarının en iyi sonuçlarının L. reuteri E81 600 ppm gruplarından elde edildiği bildirilmiştir (Tekce vd., 2021).

Günümüze kadar hem sentetik hem de doğal renk maddelerinin etlik piliçlerde kullanımı ile ilgili araştırmalar yapılmıştır. Temelde mısır-soya içerikli karma yemlere 10 veya 20 mg/kg likopen ya da 17 g/kg domates salçası (~5 mg likopen/kg yem) ilave eden araştırmacılar, piliçlerin yem tüketimi, yemden yararlanma, canlı ağırlık ve oransal organ ağırlıklarında birbirine benzerlik tespit ettiklerini bildirmişlerdir. 22-42. günler arasında etlik piliçleri doğal vitamin E (150 mg/kg), kone çiçeği ekstraktı (560 mg/kg), kekik ekstraktı (560 mg/kg), adaçayı ekstraktı (560 mg/kg), kadife çiçeği (20 mg/kg lutein), BHA (Butillenmiş hidroksiyanozil) +EQ+-

BHT (Butillenmiş hidroksitoluen) (48.6 mg/kg) antioksidan karışımı ve β-apo-8-karotenoid etil ester (40 mg/kg) içerikli karma yemlerle besleyen araştırmacılar performans (canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma) ve kesim özellikleri (karkas randımanı ile göğüs, abdominal yağ ve karaciğer oransal değerleri) açısından önemli seviyede değişimler tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Başka araştırmacılar ise, 21-43.günlerde etlik piliçleri sadece kadife çiçeği unu (%25 zeaksantin içeren) veya kadife çiçeği unu (%10 zeaksantin içeren) ile birlikte 2 veya 5 ppm kantaksantin katkılı yemler ile yemlemişler, canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma ve ölüm oranlarının benzer olduğunu ve göğüs eti derisinde L ve a değerlerinde azalma b değerinde ise artma olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan başka bir araştırmacı, etlik piliç karma yemine likopen (100 ppm) ve/veya organik krom (400 ppb) takviyesinin performansa etki etmediğini, hatta likopen ve kromun beraber verilmesi ile yem tüketimi ve canlı ağırlık artışında gerileme tespit ettiklerini bildirmiştir. Isı stresine maruz bırakılan (12 saat/gün 34^{o} C) bıldırcınlarla yapılan bir çalışmada ise yeme 50, 100 ve 200 mg/kg likopen takviyesinin yem tüketiminde, canlı ağırlık artışında, yemden yararlanma ve soğuk karkas ağırlığında ve karkas randımanında artış sağladığı bildirilmiştir (Mert ve Kırkpınar, 2021).

Prebiyotikler, probiyotikler, enzimler, organik asitler, bitki ekstraktları ve humatlar çevre dostu olmaları, hayvan ve insan sağlığını olumsuz etkilememeleri, yem katkı maddesi olarak antibiyotik kullanımının yasaklanması sonrası ürünlerin kalite ve miktarını artırmaları nedeniyle yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Humatlar, topraktaki bitki ve hayvan kalıntılarının bozunması ve ayrışmasıyla oluşan karbonhidratlar, amino asitler ve fenoller gibi maddelerden oluşur. Humatlar, humik, fulvik, ulmik asit ve humustan kaynaklanan bazı mikromineralleri içerir ve humatlar, bazı metal iyonları ile şelat oluşturabilen ve elektron transferi yapabilen organik maddelerdir. Histopatolojik ve histokimyasal çalışmalar humatların kan, kardiyovasküler sistem, endokrin sistem ve diğer önemli organ sistemleri üzerinde zararsız olduğunu göstermiştir. Çalışmalar ayrıca humatların hastalıklara karşı koruyucu etkisinin olduğunu, gebe hayvanlarda dahi güvenle kullanılabileceğini ve embriyotoksik etkisinin olmadığını göstermiştir. Humatlar üzerinde yapılan araştırmalar ile buzağılarda ve besi sığırlarında ortalama günlük kazanç üzerinde olumlu etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir; ancak besi sığırlarında kuru madde alımı üzerine etkilerinin olmadığı bildirilmiştir. Saanen keçilerinde süt verimini artırmalarına rağmen süt yağı, yağsız kuru madde, süt proteini, laktoz içeriği ve sütteki toplam somatik hücre ve bakteri sayısını değiştirmedikleri belirtilmiştir. Ayrıca, süt sığırlarında süt verimini ve süt yağının süt proteinine oranını arttırdığı tespit edilmiştir (Yüca ve Gül, 2021).

Süt sığırlarında yapılan bir çalışma ile doğum öncesi 40. günden do-

ğum sonrası 60. güne kadar olan dönemde rasyona farklı düzeylerde humat eklenmesinin kolostrum kalitesi, süt bileşimi, somatik hücre sayısı, bazı kan metabolitleri ve üreme performansına olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, doğum öncesi 40. günden doğum sonrası 60. güne kadar olan dönemde süt ineklerine kuru madde tüketim esasına göre (75 g, 150 g) hesaplanan dozlarda humat katkı maddesi verilmiştir. Aynı bakım besleme şartları ve ikinci laktasyonlarında olan 26 İsviçre Esmeri inek çalışmada kullanılmıştır. Günlük olarak her bir ineğin kuru madde tüketimini tespit etmek için yemlerin tartıldığı, doğum öncesi 40, 30, 20 ve 10. günlerde, doğum anında (0. gün) ve doğum sonrası 5, 10, 20, 30, 45 ve 60. günlerde vena jugularis'ten kan alındığı belirtilmiştir. Ayrıca kolostrum ve süt örneklerinin de alındığı bildirilmiştir. Çalışma sonunda yem katkı maddesi olarak humat kullanımının vücut kondisyon skoru, canlı ağırlık, sütte; yağsız kuru madde, yoğunluk, protein, laktoz, donma noktası, somatik hücre sayısı, kanda; trigliserid, fosfor, magnezyum, albümin, glukoz ve kan üre azotu üzerine etkisiz olduğu bildirilmiştir. Fakat kolostrum özgül ağırlığını, doğum öncesi ve doğum sonrası kuru madde tüketimini, süt verimini ve sütteki yağ oranını arttırdığı, serum esterleşmemiş yağ asiti ve kan beta-hidroksi bütirik asit düzeylerini azalttığı, doğum sonrası serum kalsiyum seviyesini yükselttiği tespit edilmiştir. Kuru madde tüketim esasına göre hesaplanan 75 g humatın süt inek rasyonlarına bu dozda ilave edilebileceği, kolostrum kalitesi, süt verimi, sütte yağ oranı, negatif enerji dengesi üzerine pozitif etkisinin olduğunun sonucuna varıldığı bildirilmiştir (Yüca ve Gül, 2021).

Hayvancılıkta kârlılığı etkileyen en önemli faktörlerden olan yem maliyetleri azaltılabildiğinde uygun fiyatlarla hayvansal ürün üretmek mümkün hale gelmektedir. Bu amaçla alternatif yem ham maddeleri araştırılmakta ve mevcut ham maddelerin değerliliği arttırılarak yem maliyetlerinde düşüşler sağlanabilmektedir. Bu amaçla melasın fermentasyon ürünü olan beta vinasının yem sanayinde kullanım olanaklarına dair çalışmalar yürütülmektedir. Kimyasal bileşiminin %35'i ham protein ve %31'i betainden oluşan beta vinas bu açıdan iyi bir besin ve mineral kaynağı olarak değerlendirilebilir. Betain glisinin trimetil türevi olup metil grubu vericisidir ve protein ve enerji metabolizmasında önemli rolü vardır. Kanatlı hayvanlar metil grubu bileşenleri sentezleyemedikleri için mutlaka rasyonlarına dışarıdan ilave edilmesi gerekmektedir. Betain, kolin ve metiyonin gibi diğer metil verici gruplarından farklı olarak doğrudan bir metil grubu vericisi olarak fonksiyon gösterebilmektedir. Homosisteinin metiyonine dönüşümünde bir metil grubu sağlayan betain, rasyonda metiyoninin bir bölümünü ikame edebilir özelliğe sahiptir. Dolayısıyla, betain sayesinde protein sentezinde metiyonin kullanımı buna bağlı olarak maksimum performans elde edilebilir. Yapılan çalışmalarda bıldırcın

rasyonlarına %0,06 ve %0,12 betain ilavesi ile performans özelliklerinde artış sağlandığı görülmüştür. Yine, betainin metil vericisi olarak bir çok çalışmada performansı artırdığı bildirilmiştir (Çetin vd, 2021).

Yapılan bir çalışmada, yumurtacı bıldırcın rasyonlarında melastan elde edilen bir fermantasyon ürünü olan beta Vinasın kullanımı ile performans ve yumurta kalitesi üzerine olan etkileri değerlendirilmiştir. 8 haftalık yaşta toplam 180 adet Japon bıldırcını, her grupta 60 adet hayvan olacak şekilde üç gruba ayrılarak (5 alt grup her grupta 12 bıldırcın) araştırma planlanmıştır. Araştırma grupları; mısır ve soya temeline dayalı bazal rasyona sırasıyla %0 (Kontrol), %1,5 (15g/kg) (Araştırma I) ve %3 (30 g/kg) (Araştırma II) beta vinas eklenen gruplardan oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta verimi ve yumurta ağırlığı gibi performansa ilişkin parametrelerde istatistiki olarak önemli farklılıkların olmadığı bildirilmiştir. Kontrol grubuna göre, rasyona beta vinas ilavesinin yumurta kabuk kalınlığını ve yumurta kabuk direncini önemli ölçüde iyileştirdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte yumurta şekil indeksi, yumurta sarı rengi ve haugh birimi özelliklerinde önemli bir farklılığın tespit edilmediği bildirilmiş ve sonuç olarak her iki doz beta vinasın da yumurtacı bıldırcınların yumurta kabuk kalitesinde iyileştirici etki gösterdiğinin belirlendiği bildirilmiştir (Çetin vd., 2021).

Lamiaceae familyasından önemli bir tıbbi ve aromatik bitki olan Biberiye (Rosmarinus officinalis L.), çalı görünümlü, yıl boyu yeşil renklere sahip, 50-100 cm ye kadar boylanabilen, çok yıllık bir bitkidir. Biberiye güçlü bir antioksidan etkinliğe sahip olup, içerdiği uçucu yağların büyük bir çoğunluğunu monoterpenler, seskiterpenler, diterpenler gibi terpen hidrokarbonların oluşturduğu ve bunların oksijene türevleri olan alkoller, esterler, aldehit ve ketonlardan oluşturmaktadır. Biberiye de bitkisel ekstraların çoğunda olduğu gibi iştah açıcı olmasının yanı sıra tükürük salgısı, safra asitlerinin sentezi, lipitlerin sindirimi ve emilimini artırıcı özelliğe sahiptir. Yapılan çalışmalarda amilaz, proteaz ve lipaz gibi enzimlerin salınım ve aktivitesini uyararak sindirilebilirliğini artırdığı bildirilmiştir (Sevim vd, 2021).

Erkek Japon bıldırcınlarında (Coturnix coturnix Japonica) karma yeme farklı seviyelerde biberiye esansiyel yağ takviyesinin performans özellikleri, bazı serum ölçütleri ve üreme hormonlarındaki etkisini belirlemek üzere 49 günlük yaşta 60 adet erkek Japon bıldırcınında bir çalışma yürütülmüştür. Çalışma 3 hafta süreyle, 4 muamele grubunda 5 tekerrürlü, her bir kafeste 3 adet hayvan bulunan 20 alt grupta gerçekleştirilmiştir. Çalışmada biri kontrol (0 mg/kg) ve 3'ü farklı düzeyde (100, 200 ve 400 mg/kg) biberiye esansiyel yağ takviyeli olmak üzere farklı 4 karma yem rasyonu oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, erkek bıldırcın karma yemine ilave edilen biberiye esansiyel yağının canlı ağırlık artışı ve serum

parametrelerinden glikoz üzerine etkisinde istatistiksel farklılık olduğu bildirilmiştir (Sevim vd., 2021).

Esansiyel yağlar sahip oldukları aktif metabolitler sayesinde sindirim sistemi fonksiyonları ve incebağırsak mikroflorasını iyileştirerek hayvan performansına pozitif etki yaptığından son zamanlarda büyümeyi teşvik edici olarak hayvan beslemede antibiyotiklerin yerine tercih edilmeye başlanmış doğal yem katkı maddesi olarak dikkat çekmektedir. Lavanta esansiyel yağı, farmakoloji ile gıda ve kozmetik sanayisinde en çok kullanım alanı bulan ve en popüler olan esansiyel yağlardan biridir. Lamiaceae familyasından çiçekli bir bitki olan lavantanın (Lavandula angustifolia) yaprak ve çiçek kısımları esansiyel yağ yönünden oldukça zengindir. Lavanta esansiyel yağı ilavesinin yumurta tavuklarında etkisini belirlemek üzere çok az sayıda yapılan araştırmaya göre performans ve kabuk kalitesinin iyileştiği ya da etkilenmediği, etlik piliçlerde ise canlı ağırlık ve yem değerlendirmeyi iyileştirdiği bildirilmiştir. Bununla birlikte rasyona lavanta esansiyel yağı ilavesi ile kan kolesterol ve LDL seviyelerinin düşerek kan profilinin iyileştiği belirtilmiştir (Tatlı ve Olgun, 2021).

Yumurta dönemindeki Japon bıldırcınlarında (Coturnix Japonica) rasyona farklı düzeylerde ilavesi yapılan lavanta esansiyel yağının performans, yumurta kalitesi ve serum parametreleri üzerine etkisini tespit etmek için bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada rasyona 0, 25, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde lavanta esansiyel yağı ilavesi yapılmış ve her grupta beş dişi bıldırcın bulunan altı muamele grubunda sürdürülmüştür. Toplam 150 adet ve sekiz haftalık yaşta olan dişi bıldırcınlara 12 hafta boyunca yem ve su ad-libitum olarak verilmiştir. Performans parametrelerinden yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi ve yem tüketimi rasyona ilave edilen lavanta esansiyel yağından istatistiki olarak önemli derecede etkilenirken, canlı ağırlık ve yem değerlendirme bakımından bir etki tespit edilmemiştir. Rasyona lavanta esansiyel yağ ilavesi kırık yumurta oranı, kabuk kırılma direnci ve kabuk ağırlığını etkilemezken, 200 ve 400 mg/kg seviyelerindeki esansiyel yağ ilavesinin yumurta kabuk kalınlığını önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir. Ayrıca lavanta esansiyel yağ ilavesinin yumurta iç kalite parametrelerini de etkilemediği belirtilmiştir. Serum biyokimyasal parametrelerinde, lavanta esansiyel yağ ilavesinin sadece HDL seviyesini önemli derecede etkilediği ve serum HDL seviyesinin rasyona 200 ve 400 mg/kg seviyelerinde ilave edilen lavanta esansiyel yağı ile önemli seviyede arttığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, yumurtlayan bıldırcın rasyonuna lavanta esansiyel yağının 100 mk/kg düzeyinde ilave edilmesi ile kabuk kalınlığının ve 200 mg/kg düzeyinde ilavesinin ise serum HDL seviyesinin düzelmesinde etkili olabildiği bildirilmiştir (Tatlı ve Olgun, 2021).

Bitkisel büyümeyi teşvik edici maddelerin etkin bir şekilde kullanı-

mı, yem verimliliğini ve sağlık durumunu iyileştirerek kanatlı sektörüne daha fazla kazanç sağlamaktadır. Hayvan beslemede performansı artırmak için kullanılan bitki kaynaklı katkı maddeleri fitojenik yem katkı maddeleri olarak adlandırılmıştır. Günümüzde, bu katkı maddeleri kümes hayvanlarında büyümeyi teşvik etmek için kullanılmaktadır. Fitojenik yem katkı maddeleri çok çeşitli baharatları, şifalı otları ve uçucu yağları içerir. Limon otu (*Cymbopogon citratus*) fitojenik maddeler listesine dahil edilir. *C. citratus*, *Poaceae* familyasına ait, yaygın yayılış gösteren çok yıllık bir bitkidir. Besleyici ve kozmetik tıbbi etkileri, yemeklere verdiği hoş tat ve aroma nedeniyle yaygın olarak tüketilmektedir. Limon otu ve yağının sahip olduğu tıbbi özelliklerinin kanatlı hayvanlarda üretkenlik performansı üzerine olumlu etkiye sahip olduğu bildirilmektedir. Uçucu bir yağ olan, limon otu esansiyel yağı (LOEY) doğrudan taze limon otundan elde edilmektedir. LOEY'nda bulunan ana bileşenler α-sitral, β-sitral, izoneral, α-mirsen ve linalool'dur. Sitral, LOEY'nın temel bileşenidir ve anti-inflamatuar, immünomodülatör, fungistatik antimikrobiyal, antioksidan ve antiseptik özellikleri ile bilinmektedir. LOEY antimikrobiyal özelliğinden dolayı kanatlı endüstrisinde antibiyotiklerin yerine kullanılabilmektedir. Limon otu yüksek miktarda C vitamini içermekte ve yağı da antioksidan aktivite göstermektedir. Yapılan bazı araştırmalar, limon otu veya ikincil metabolitlerinin etlik piliçlerde performans arttırıcı amaçlarla kullanılabileceğini göstermiştir. LOEY içeren yemlerle beslenen piliçlerde vücut ağırlığı artışını önemli ölçüde iyileştirdiği bildirilmiştir. Yine başka araştırmacılar tarafından LOEY'nın antimikrobiyal ve antioksidan etkileri nedeniyle sindirimi ve besin emilimini iyileştirdiği belirtilmiştir (Alagawany et al., 2021).

Bıldırcınlar ile yapılan bir araştırmada, limon otu esansiyel yağının (LOEY) yeme takviyesinin büyüme performansı, karkas özellikleri, karaciğer ve böbrek fonksiyonu, bağışıklık, antioksidan indeksleri ve büyüyen bıldırcınların çekum mikrobiyotası üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. 1 haftalık yaşta toplam 200 Japon bıldırcını, beş tekerrürlü olarak (her tekerrürde 8 adet) 40 civcivden oluşan 5 gruba gelişigüzel bir şekilde ayrılmıştır. Birinci grup kontrol grubu iken, LOEY, 2., 3., 4. ve 5. gruplara sırasıyla 150, 300, 450 ve 600 mg/kg yem seviyelerinde eklenmiştir. LOEY'nın yeme ilavesi (150, 300 ve 450 mg/kg diyet) 3 ve 5 haftalık yaştaki bıldırcınların vücut ağırlığını artırdığı ve kontrol grubuna kıyasla tüm dönemlerde vücut ağırlığı kazancını artırdığı ($P< 0.05$) bildirilmiştir. LOEY'nın tüm uygulama düzeylerinin, 1 ila 3 ve 1 ila 5 haftalık dönemlerde yemden yararlanma oranını iyileştirdiği tespit edilmiştir. 3 ila 5 hafta boyunca, LOEY (300 ve 450 mg/kg yem) ile beslenen bıldırcınlarda, kontrol ve diğer uygulamalara kıyasla yemden yaralanma oranını iyileştirdiği bildirilmiştir. Karkas özellikleri, plazma globulin, alanin aminotransferaz

ve üre değerlerinin, uygulamalar arasında farklılık göstermediği, ancak aspartat aminotransferazın plazmadaki aktivitesinin, LOEY uygulaması yapılan gruplarda önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, toplam protein ve albümin değerleri, LOEY' ı ile beslenen bıldırcınlarda 600 mg/kg yem grubu hariç önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. LOEY'nın bıldırcın yemlerine ilave edilmesinin plazma lipid profilini iyileştirdiği bildirilmiştir. LOEY'nın yeme ilavesinin, sekal Koliform, E. coli ve Salmonellayı düşürdüğü, ancak LOEY 300 ve 450 mg/kg uygulama grubundakiler kontrol grubundakilerle karşılaştırıldığında toplam bakteri sayısı ve Lactobacillus sayısının arttığı tespit edilmiştir. Sindirim enzimlerinin aktiviteleri, LOEY uygulama gruplarının hepsinde kontrol grubundaki bıldırcınlara göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, LOEY'nın yeme ilavesinin, performansı, lipid profilini, bağışıklık ve antioksidan indekslerini iyileştirebildiği ve bağırsak patojenlerini azaltabildiği ve böylece büyüyen bıldırcınların sağlık durumunu iyileştirebildiği bildirilmiştir (Alagawany et al., 2021).

Yeterli ve dengeli beslenmede önemli rol oynayan hayvansal ürünlere olan talep, dünya nüfusunda hızlı ve yoğun artışla beraber artış göstermektedir. Artan talebi karşılayan gıdaların başında gelen beyaz et ve yumurta tüketiminde de her geçen yıl artış olmaktadır. Bir yandan kanatlı hayvanların hızlı büyümesini sağlamak diğer yandan insan için güvenilir gıda temini için çeşitli yöntemler araştırma konusu olmaktadır. Kanatlılarda performansı iyileştirmek ve optimum seviyeye ulaştırmak için çevresel ve fizyolojik faktörler ile besleme rejimlerini ayarlamak gerekmektedir. Hayvanlarda performansı iyileştirici, bazı metabolik ve fizyolojik süreçleri etkileyen ve bu süreçlere pozitif katkı sağlayan bazı alternatif yem katkı maddeleri kullanım alanı bulmaktadır. Ayrıca yem maliyetini azaltarak rasyon formülasyonlarında esneklik ve çevre kirliliğini azaltma gibi özellikleri nedeniyle de yem katkı maddeleri önemli olmaktadır. Eksojen enzimler de bir alternatif yem katkı maddesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Yem hammaddelerinde antinutrisyonel içeriklerin etkisini azaltarak rasyonun enerji ve protein kullanılabilirliği ve hayvan sağlığına olan pozitif etkilerinin yanı sıra ürün kalitesini de artırmada etkili olan eksojen enzimler kanatlı hayvan rasyonlarında kullanım alanı bulmaktadır. Tek bir substratı etkileyen enzimler ile yapılan yoğun çalışmaların ardından kanatlı hayvanlarda etkili olabileceği düşüncesi ile birden fazla enzimi bir arada bulunduran multi-enzim kullanımı ile ilgili çalışmalar yapılmaya başlamıştır. Kanatlı rasyonlarında sıkça kullanılan yem hammaddelerinde belirli seviyede bulunan Fitik asit, nişasta olmayan polisakkaritler gibi antinutrisyonel faktör olarak adlandırılan bazı bileşikler, kanatlılarda sindirim zorluğu, besin maddesinin biyo-yarayışlılığında azalma ve perforformansta düşüşlere neden olmaktadır. Sonuçta hem besin madde israfı

hemde rasyon maliyetini artırarak elde edilecek ürün maliyetini de artırmaktadır (Yıldız vd., 2021a).

Yumurtlayan bıldırcın rasyonlarına farklı seviyede multi-enzim ilavesinin performans, yumurta dış ve iç kalite özellikleri ile bazı serum parametreleri üzerine etkilerini belirlemek üzere, 10 haftalık yaşta, toplam 96 adet Japon bıldırcını üzerinde bir çalışma yürütülmüştür. Mısır-Soya fasulyesi küspesine dayalı bazal rasyona 100, 500, 1000, 1500 ve 2000 mg/kg multi-enzim ilavesi yapılarak yürütülen çalışma sonucunda, farklı seviyelerdeki multi -enzim ilavesinin canlı ağırlık değişimi, yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranını istatistiksel olarak etkilemediği tespit edilmiştir. Ayrıca, kabuk kalınlığı dışında dış ve iç kalite parametreleri üzerine de etkisi önemsiz olarak bildirilmiştir. 1000 mg/kg multienzim düzeyinde en yüksek yumurta kabuk kalınlığı belirlenmiştir. Serum parametrelerinden glukoz, kreatinin ve kolesterol multi-enzim seviyelerinden etkilenmezken, 100 mg/kg seviyesinde AST, 2000 mg/kg seviyesinde albümin, globülin, total protein, kalsiyum ve fosfor konsantrasyonlarının en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre yüksek seviyede (2000 mg/kg) rasyona ilave edilen multi-enzimin bıldırcınlarda serum parametrelerini iyileştirdiği, fakat serum parametrelerindeki bu iyileşmenin bıldırcınlarda performans ve yumurta kalitesine etki etmediği bildirilmiştir (Yıldız vd., 2021a).

Yapılan bir çalışmada, farklı metabolik enerji seviyesine sahip yumurtlayan bıldırcın rasyonuna ilave edilen probiyotik-enzim karışımının performans, yumurta kalite ve serum parametreleri üzerine etkileri belirlenmiştir. 3 farklı metabolik enerji seviyesi (2900 (kontrol), 2775 ve 2650 kkal/kg) ile iki probiyotik-enzim karışımı takvesinden (0 ve 1 g/kg) oluşan, her birinde 5 dişi bıldırcının bulunduğu 4 tekerrür 6 muameleden oluşan gruplar ile çalışma yürütülmüştür. 10 hafta süren araştırmada toplam 120 adet ve 10 haftalık yaşta olan dişi bıldırcınlar deneme rasyonları ile yemlenmişlerdir. Rasyon metabolik enerji seviyesinin 2650 kkal/kg'a düşürülmesi ile yemden yararlanma oranının ve kabuk kalınlığının olumsuz etkilendiği, Haugh birimini ise olumlu etkilediği ve serum kolesterol konsantrasyonunu yükselttiği bildirilmiştir. (Yıldız vd, 2021b).

Mikroalgal türler içerisinde ekonomik ve ekolojik potansiyele sahip tek hücreli, fotosentetik Siyanobakteri olan Spirulina platensis yapısındaki esansiyel amino asitler, karotenoidler, vitaminler, mineraller ve γ-Linolenik Asit (GLA) ağırlıklı olmak üzere yağ asitleri bakımından keşfedildiğinden beri insan gıdası olarak kullanılan önemli bir fonksiyonel gıda katkı maddesidir. Yüksek protein değeri başta olmak üzere 30 yıldan fazla süredir hayvan besleme araştırmalarında kullanılmaktadır. Yetiştirildiği ortama göre %55-70 oranında ham proteine sahip zengin bir protein

kaynağ olan Spirulina, yine yetiştirildiği ortama göre değişmekle beraber %5-6 toplam lipit oranının, %1,5-2 oranında çoklu doymamış yağ asiti (PUFAs) ve toplam PUFAs değerinin de %36'sı kadar αlinoleik asit (omega-3) içermektedir. Aynı zamanda Linoleik, Stearidonik, Eikosapentaenoik, Dodosaheksaenoik, Araşidonik asit gibi esansiyel yağ asitlerini de içermektedir. Yapılan çalışmalarda yumurtacı tavuk yemine ilave edilen Spirulina'nın yumurta sarı kolesterol düzeyini düşürdüğü tespit edilmiştir. Sahip olduğu zengin antioksidan ve Omega-3 grubu çoklu doymamış yağ asitleri nedeniyle Spirulina'nın, kolesterol düzeyini düşürücü etkiye sahip olabileceği sonucuna varılmıştır (Tufan ve Kutlu, 2021).

Yumurtacı tavuklar ile yapılan bir çalışmada, yumurta sarısı yağ asit kompozisyonu ve yumurta sarısı kolesterol seviyesine Spirulina ununun etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. 38 haftalık yaşta, birbirine yakın ağırlıkta toplam 72 yumurtacı tavuk, %0 (Kontrol), %0,5, %1, %2 (%KM' de) Spirulina unu içerecek şekilde standart tavuk yemiyle beslenen 4 gruba ayrılmıştır. 8 hafta süreyle devam eden araştırmada tavuklar bireysel kafeslerde barındırılmış ve 16:8 saatlik aydınlık:karanlık ışıklandırma periyodu uygulanmıştır. Ad-libutum olarak yem ve su sağlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre kontrol grubu ile muamele grupları arasında yumurta sarısı kolesterol miktarları bakımından istatistiksel fark bulunmadığı bildirilmiştir. Yağ asidi komposizyonu ile ilgili elde edilen verilere göre yeme ilave edilen Spirulina ununun gruplar arasında linolenik asit miktarı üzerine etkili olduğu belirtilmiştir (Tufan ve Kutlu, 2021).

Yem takviyeleri ve katkı maddeleri kanatlı rasyonlarında verimliliği artırmak ve genel sağlık ve refahın iyileştirilmesi için etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Nano parçacıkların kullanımı gibi birçok yeni teknoloji, nicelik ve nitelik açısından kanatlı üretiminin iyileştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dünyada yıllık olarak üretilen metal nanopartiküller (NP) arasında çinko oksit nanopartiküller (ZnO-NP'ler) büyüklük bakımından üçüncü sırada yer almakta ve çok fonksiyonlu fiziksel ve kimyasal özellikleri ve kolay sentezlenmeleri bakımından Nano-SiO2 ve Nano-TiO2'den sonra gelmektedir. Nanoteknolojinin ortaya çıkmasıyla birlikte, birçok formda eser minerallerin verimliliğini artırmak için kümes ve çiftlik hayvanlarına yem takviyesi olarak çinko eklenebilir. Çinko (Zn), hayvan vücudunun genel işleyişi için önemli bir eser elementtir. 300 den fazla enzim işleyişinde katalitik rolü, yapısal roller ve düzenleyici roller olmak üzere 3 tane temel biyolojik fonksiyonu vardır. Ayrıca canlı sisteminde bağışıklık sistemi, nükleik asit sentezi, hücre çoğalması, protein sentezi, protein ve karbonhidrat metabolizması ve enzimatik aktiviteleri etkiler. Çalışmalar, çiftlik ve kümes hayvanlarının fizyolojik durumu ve büyüme performansında ZnO-NP doza bağımlı etkisi olduğunu kanıtlamıştır.

Ayrıca, ZnO toksik olmayan özelliklerinden dolayı ABD Gıda ve İlaç İdaresi tarafından "Genel Olarak Güvenli Olarak Tanınan" bileşik olarak listelenmiştir. (FDA 21CFR182.8991). Diyetlerde Biyolojik nano çinko kullanımının, Japon bıldırcınlarında performans, yem tüketimi ve sağlık açısından yararlı etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bu nedenle biyolojik nano çinkonun antibakteriyel ve antifungal etkisini belirlemek ve büyüyen Japon bıldırcınlarının fizyolojik durumları ve performansı geliştirmedeki rolünü değerlendirmek üzere bir çalışma yapılmıştır. Bu amaçla, 1 haftalık yaşta toplam 200 adet Japon bıldırcını, her biri 40 cinsiyetsiz kuştan oluşan rastgele beş uygulama grubuna ayrılmıştır (beş uygulama, her biri sekiz kuş). Bıldırcınlar 5 hafta boyunca yem ve su sağlanarak geleneksel kafeslerde (90x 40x 40 cm) yetiştirilmiştir. Uygulama grupları, 1.grup bazal diyetle beslenirken, 2.,3., 4. ve 5.guruplara nano çinko (Zn-NPs) katkılı rasyon sırasıyla 0.1, 0,2, 0,3 ve 0,4 g/kg diyet şeklinde verilmiştir. Araştırma sonuçları, canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı 0.2 g/kg of Zn-NPs rasyonla beslenen bıldırcınlarda önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Aynı zamanda 0.1-0.3 g/kg Zn-NPs takviyeli beslemede ALT, AST ve LDH aktivitesi üzerinde olumlu bir etki gösterdiği bildirilmiştir. Karaciğer profil parametrelerinin toplam kolesterol (TC), yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) hariç biyolojik nano çinkodan istatistiksel olarak etkilenmediği belirtilmiştir. Ayrıca, 0,1-0,3 g/kg konsantrasyonlarındaki biyolojik Zn-NPs diyet takviyesi diyet süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPX), malondialdehit (MDA), immünoglobulin G (IgG) ve immünoglobulin M (IgM) üzerinde olumlu bir etki göstermiştir. Rasyona Zn-NPs takviyesinin, faydalı mikrobiyal popülasyonlarda artışa yol açtığı, elde edilen sonuçlara göre, rasyonda 0.2 g/kg Zn-NPs takviyesi, büyüyen Japon bıldırcınlarının performansı ve fizyolojik durumu üzerinde olumlu etki sağladığı bildirilmiştir (Reda et al., 2021).

KAYNAKLAR:

Abdelnour, S.A., Abd El-Hack, M.E., Alagawany, M., Farag, M.R. and Elnesr, S.S., 2019. Beneficial impacts of bee pollen in animal production, reproduction and health. J Anim Physiol Anim Nutr. 2019;103:477–484.

Abdulqader, A.F.A., Olgun, O. ve Yıldız, A.Ö., 2017. In ovo besleme. Hayvansal Üretim 58(2): 58-65.

Abuoghaba, A.A. and Ismail, I.I., 2018. Impact of bee pollen supplementatıon on productıve performance, some hematologıcal parameters, blood constıtuents and semen physıcal characterıstıcs of Sınaı Chıckens. Egypt. Poult. Sci. Vol. (38)(II): 621-635.

Akın, Y., 2017. Damızlık Japon Bıldırcını (Coturnix Coturnix Japonica) rasyonlarına arı poleni tozu eklenmesinin kuluçkalık yumurta kalitesi özellikleri ve kuluçka sonuçlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak.

Alagawany, M., El-Saadony, M.T., Elnesr, S. S., Farahat, M., Attia, G., Madkour, M. and Reda, F.M., 2021. Use of lemongrass essential oil as a feed additive in quail's nutrition: its effect on growth, carcass, blood biochemistry, antioxidant and immunological indices, digestive enzymes and intestinal microbiota. Poult Sci. 100(6): 101172.

Bonomi, A. and Bonomi, B.M., 2002. The use of propolis in feeding youngbulls. La Rivista di Scienza dell Alimentazione 31: 91-103.

Bonomi, A., 2003. Use of propolis in the feeding of sows. Rivista di Suinicoltura 2: 101-106.

Broderick, T. J., Gutierrez, O., Lee, J. T. and Duong, T., 2021. Evaluation of functional feed additive administration in broiler chickens to 21 d. J. Appl. Poult. Res. 30:100121.

Çakıcı, K.,2015. Peletlenmiş zeytin küspesinin kuzu besi performansı, kan parametreleri ve bazı karkas kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Çetin, E., Silici, S., Çetin, N. and Güçlü, B.K., 2010. Effects of diets containing different concentrations of propolis on hematological and immunological variables in laying hens. Poult Sci 89: 1703-1708.

Çetin, İ., Yeşilbağ, D. ve Cengiz, Ş.Ş., 2021. Yumurtacı bıldırcın rasyonlarında beta vinas kullanımının performans, yumurta verimi ve yumurta kalitesi üzerine etkileri. Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi, 6(1), 106-111.

Farag, S.A. and El-Rayes, T.K., 2016. Effect of bee-pollen supplementation on performance, carcass traits and blood parameters of broiler chickens. Asian J. Anim. Vet. Adv. 11, 168-177.

Fodail, M., Abdel-Khalek, A.E., Gabr, Sh.A., Shehata, E.I. and El-Maghraby, M.M., 2018. Productıve performance of ewes admınıstrated wıth bee

pollen durıng pre- and post-partum. Egyptian Journal of Sheep & Goat Sciences, 13 (3): 23 -35.

Güler, A., Kaplan, O. ve Bozkaya, F., 2019. Bazı kaba yemlere ilave edilen probiyotiklerin in vitro organik madde sindirimi ve metan üretimi üzerine etkileri. Harran Üniv Vet Fak Derg. 8 (1): 93-98.

Hassan, R.I.M., Mosaad, G.M.M. and Abd El-wahab, H.Y., 2018. Effect of Feeding Propolis on Growth Performance of Broilers. Journal of Advanced Veterinary Research. 8(3): 66-72.

Kadhim, M.J., Los, A., Olszewski, K., Borsuk, G., 2018. Propolis in Livestock Nutrition . Entomol Ornithol Herpetol 7: 207.

Kutay, H.C., Abaş, İ. ve Demirel, G., 2019. Hayvan beslemede probiyotik kullanımının bağışıklık üzerine etkileri. Demirel, G., editör. Hayvanlarda Beslenme ve Bağışıklık İlişkisi. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri, p.62-7.

Kutlu, H.R. ve Şahin, A., 2017. Kanatlı beslemede güncel çalışmalar ve gelecek için öneriler. Hayvansal Üretim 58(2): 66-79.

Mathivanan, V., Shah, G. N., Manzoor, M. and Selvisabhanayakam, M. G., 2013. A review on propolis as a novel folk medicine. Ind. J. Sci. 2, 23–30.

Mert, S. ve Kırkpınar, F., 2021. The Effects of Carotenoids supplementation to broiler diets on performance, carcass and some blood parameters, J. Anim. Prod., 62 (1): 53-60.

Morsy, A.S., Soltan, Y.A., El-Zaiat, H.M., Alencar, S.M. and Abdalla, A.L., 2021. Bee propolis extract as a phytogenic feed additive to enhance diet digestibility, rumen microbial biosynthesis, mitigating methane formation and health status of late pregnant ewes. Animal Feed Science and Technology. 273: 114834.

Panettieri, V., Chatzifotis, S., Messina, C.M., Olivotto, İ., Manuguerra, S., Randazzo, B., Ariano, A., Bovera, F., Santulli, A., Severino, L., and Piccolo, G., 2020. Honey bee pollen in Meagre (Argyrosomus regius) Juvenile Diets: E ects on growth, diet digestibility, ıntestinal traits, and biochemical markers related to health and stress. Animals, 10, 231.

Reda, F.M., El-Saadony, M.T., El-Rayes, T.A., Attia, A.İ., El-Sayed, S.A.A., Ahmed, S.Y.A., Madkour, M. and Alagawany, M., 2021. Use of biological nano zinc as a feed additive in quail nutrition: biosynthesis, antimicrobial activity and its effect on growth, feed utilisation, blood metabolites and intestinal microbiota, Italian Journal of Animal Science, 20:1, 324-335.

Saeed, M., Arain, M.A., Kamboh, A.A., Memon, S.A., Umar, M., Rashid, M., Babazadeh, D., El-Hack, M.E.A., Alagawany, M., 2017. Raw propolis as a promising feed additive in poultry nutrition: trends and advances. J. Anim. Health. Prod. 5(4): 132-142

Sarıkaya, Y., Tufan, T. ve Bolacalı, M., 2018. Bıldırcın rasyonlarına polen ilavesinin besi performansı ve karkas parametreleri üzerine etkisi. Harran Üniv Vet Fak Derg; 7 (1): 26-31.

Sarıpınar Aksu ve Mis, L., 2017. Probiyotikler: probiyotiklerin rumen fermentasyonu üzerine etkileri. Turkiye Klinikleri J Anim Nutr&Nutr Dis-Special Topics. 3(1):36-44

Seven, P.T., Seven, I., Yilmaz, M. and Simsek, G., 2008. The effects of Turkish propolis on growth and carcass characteristics in broilers under heat stress. Anim Feed Sci Technol 146: 137-148.

Sevim, B., Gökmen, S.A., Curabay, B., Cufadar, Y., Ayaşan, T. ve Bahtiyarca, Y., 2021. Erkek Japon Bıldırcınlarının karma yemlerine biberiye esansiyel yağ katkısının performans, serum ölçütleri ve üreme hormonları üzerine etkisi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(1): 102-109.

Shaddel-Tili, A., Eshratkhah, B., Kouzehgari, H. and Ghasemi-Sadabadi, M.,2017. The effect of different levels of propolıs in diets on performance, gastrointestinal morphology and some blood parameters in broiler chickens. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine. 20(3), 215–224.

Silveira, R.F., Roque-Borda, C.A. and Vicente, E.F., 2021. Antimicrobial peptides as a feed additive alternative to animal production, food safety and public health implications: An overview, Animal Nutrition, 7:896-904.

Tatlı, Y. ve Olgun, O., 2021. Rasyona Lavanta Esansiyel Yağı ilavesinin yumurtlayan bıldırcınlarda performans, yumurta kalitesi ve serum parametreleri üzerine etkisi. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi, 10 (1): 20-27.

Tekce, E., Bayraktar, B., Aksakal, V., Dertli, E., Kamiloğlu, A., Karaalp, M., Timurkaan, S. ve Gül, M., 2021. Response of probiotics and yeast added in different doses to rations of Anatolian Merino lambs on fattening performance, meat quality, duodenum and rumen histology. Kafkas Univ Vet Fak Derg, 27 (1): 57-65.

Toprak, N.N. ve Pehlivan, E., 2020. sütten kesilmiş oğlaklarda yeme maya destekli bakteriyel probiyotik ilavesinin performans üzerine etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 7(2): 315–322.

Tufan, M. ve Kutlu, H.R., 2021. Yumurtacı tavuk rasyonlarına Spirulina platensis ilave edilmesinin yumurta kolesterol seviyesi ve yağ asit kompozisyonuna etkisi. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 9(3): 584-589.

Tugay, A. Ve Bakır, G., 2008. Giresun yöresindeki sığırcılık işletmelerinde kullanılan yem çeşitleri ve hayvan besleme alışkanlıkları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 39 (2), 231-239.

Valero, M.V., do Prado, R.M., Zawadzki,F., Eiras, C.E., Madrona, G.S. and do Prado, I.N., 2014. Propolis and essential oils additives in the diets impro-

ved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. Acta Scientiarum. Animal Sciences. Maringá, 36(4): 419-426.

Yıldız, A., Olgun, O. ve Şentürk, E.T., 2021b. Farklı seviyelerde metabolik enerji içeren rasyonlara probiyotik-enzim karışımı ilavesinin yumurtlayan bıldırcınlarda performansa, yumurta kalitesine ve serum parametrelerine etkisi. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi, 10 (1): 10-19.

Yıldız, A., Şentürk, E.T. ve Olgun, O., 2021a. Bıldırcın rasyonlarına multi-enzim ilavesinin performansa, yumurta kalitesine ve serum parametrelerine etkisi. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 9(3): 536-541.

Yüca, S. ve Gül, M., 2021. Effect of adding humate to the ration of dairy cows on yield performance. Ankara Univ Vet Fak Derg, 68, 7-14.

BÖLÜM 14

KARAGÖL-SAHARA MİLLİ PARKI ZİYARETÇİ PROFİLİNİN BELİRLENMESİ*

Sevim İNANÇ ÖZKAN[1]

Ufuk GÖKSU[2]

1 Doç. Dr ., Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, ARTVİN, ORCID: 0000-0002-9154-266X

2 Orm. Yük. Müh., Tarım ve Orman Bakanlığı 12. Bölge Müdürlüğü Karagöl-Sahara Milli Park Şefliği, ORCID: 0000-0003-1041-4007

Ufuk GÖKSU "Korunan Alanlarda Taşıma Kapasitesi ve Ziyaretçi Memnuniyetinin Belirlenmesi: Karagöl-Sahara Milli Parkı Örneği" Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Danışman Doç. Dr. Sevim İNANÇ ÖZKAN, 01 Mart 2022

1. GİRİŞ

Milli parkların barındırdığı tüm özelliklerle birlikte gelecek nesillere aktarılabilmesi için birçok bilimsel çalışma yapılmaktadır. Bu alanların, doğal, kültürel ve rekreasyonel kaynak değerlerinin koruma kullanma dengesi içerisinde korunmasını, geliştirilmesini ve devamlılığını sağlayacak uzun devreli gelişme planlarına veya master planı çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca ziyaretçi taşıma kapasitesinin hesaplanması da yapılan çalışmalar arasında önemli bir yer tutmaktadır. Ziyaretçi yoğunluğundan kaynaklanan sorunları büyük ölçüde engellemek için söz konusu alanın hem doğal hem de kültürel değerleri açısından hizmet verebilecekleri birey sayısının hesaplanması ve kullanımın bu yönde sınırlandırılması çalışmaları uzun yıllardır süregelmektedir (Gülez, 2003; İkiz, 2007).

Doğa koruma tarihine baktığımızda, çoğu devlet yöneticilerinin şahsi kullanımlarından kaynaklı av organizasyonlarını yaptıkları, özel bahçe ve orman olarak kullandıkları bilinir. Bandırma' daki Kuş Cenneti Milli Parkı buna örnek verilebilir. Antik Çağ' da da kuş cenneti olarak anılmış ve dönemin valisi tarafından korunmuştur. Doğal alanların bitmeyecekmiş algısıyla ve yanlış kullanılması sonucunda doğal denge bozulmaya başlamış ve çevre bilinci oluşarak doğa koruma tüm dünyada önemsenmiştir. Ancak bu konuda uluslararası yasal düzenlemeler 19. yüzyılda ortaya çıkmıştır (Yücel ve Babuş, 2005). 1872 yılında Amerika Birleşik Devletleri Wyoming eyaleti Gaiserler bölgesinde Yellowstone Milli Parkı ilan edilmesiyle doğa koruma düşüncesinin başlangıcı resmen kabul edilmiştir (Yücel, 1995).

Milli parkların günümüze kadar geçirdiği süreçte ulaştığı nitelikleri de üç grupta toplamak olanaklıdır. Bunlar; 1) yapısal 2) işlevsel 3) yönetsel olarak açıklanmaktadır. Bir milli parkın doğal değerleri yapısal niteliklerini; tarihi, turistik, rekreasyonel vb. değerler işlevsel niteliklerini; yapısal ve işlevsel niteliklerin özel bir yönetim birimiyle idaresi de yönetsel niteliklerini belirtmektedir (Öztura, 2010).

Ülkeler, kendi doğal kaynaklarını kullanma ve yönetme biçimlerini belirlerken, uluslararası düzeyde benimsenmiş koruma alanı, ulusal parklar ve korunan alanların yönetimi gibi kavramları da ulusal politikalarına yerleştirmişlerdir. Dünyada çeşitli doğa koruma sistemleri kullanılmaktadır. Ancak üzerinde en fazla durulan sistem, "canlı doğal kaynakların korunmasıdır" ve bu korumanın amaçları:

Yaşam alanların korunması, türlerin ve ekosistemlerin sürdürülebilir kullanımı ve genetik çeşitliliğin korunmasıdır. Bu koruma için ise üç yol önerilmektedir.

1. Alan dışında (ex-situ, off-site) organizmanın yeniden üretilmesini sağlayacak parçaların korunması

2. Alan dışında (ex-situ, off-site) organizma, doğal yaşam alanları dışında bir bütün olarak korunması

3. Yerinde (in-situ, on-site) koruma: tür, topluluk ve doğal zenginliğin bulundukları yerle birlikte korunması

Korumanın amacına göre bunlardan bir ya da tamamı aynı korum programı içinde kullanılabilir. Bugün dünyada uluslararası düzeyde en fazla kabul gören yerinde koruma kategorileri, IUCN koruma alanları ile UNESCO biyosfer rezervleri ve dünya miras alanlarıdır (Kurdoğlu, 2007).

"Korunan alanlar neden bu kadar önemlidir?" sorusuna şu cevaplar verilebilir:

- Hava, su, toprak kirliliğinin önlenmesinde
- Genetik kaynakların, biyoçeşitliliğin korunmasında
- İnsanlara tedarik hizmeti vermesi, beden ve ruh sağlığı sağlaması
- Doğal afet önleyiciliği
- Sulak alanların korunması gibi maddeler sayabiliriz.

Korunan Alanlar, doğal ortamlarda deneyim arayan ziyaretçiler için güçlü bir çekiciliğe sahiptir. Ziyaretçi Memnuniyetinde, yöneticilerin onlara tatmin edici bir deneyim sağlaması için temel olarak beklentilerini ve deneyimlerini anlamaları gerekmektedir. Bu deneyimler, korunan alanların karizmatik tür varlığı, peyzajın çekiciliği gibi kaynak değerlerinden etkilenebilir (Agyeman, 2019).

Bu çalışma ile ziyaretçilerin sosyo-demografik özellikleri, motivasyonları ve tatminleri arasındaki ilişkileri, onların ziyaret kalıplarını ve seyahat davranışlarını tahmin etmede yardımcı olacağı düşünülmektedir (Anson vd., 2018).

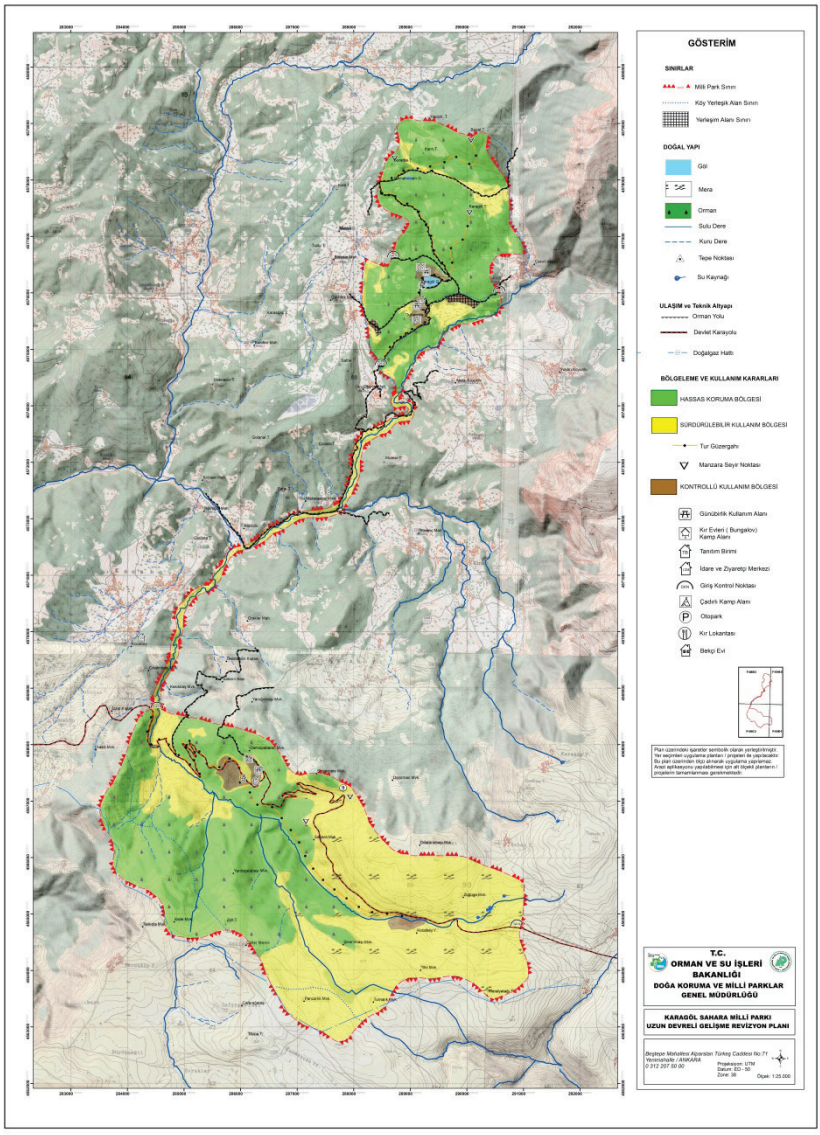
Korunan alanlara gelenlerin etkin bir şekilde yönetimi doğal kaynakların korunması için çok önemli bir unsurdur. Bu nedenle, korunan alanlardaki taşıma kapasitesinin belirlenmesi, ziyaretçilerin memnuniyeti ve gelecekteki davranışsal niyetlerinin neler olacağı bu alanların yönetim planları için bir öncelik olmalıdır. Ziyaretçilerin memnuniyet düzeyleri hakkında bilgilere sahip olmak doğal alanın yönetiminde anahtardır (Agyeman, 2019).

Bu çalışmada Karagöl ve Sahara Milli Parkı' na gelen ziyaretçiler ile yüz yüze anket çalışması yapılmış ve ziyaretçi profili belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Alan Tanıtımı



Şekil.1 Karagöl-Sahara Milli Parkı Uzun Devreli Gelişme Planı

Milli park alanı Karadeniz Bölgesinin Artvin ili Şavşat ilçesi sınırları içerisindeki Karagöl-Sahara Milli Parkı' dır. Karagöl-Sahara Milli Parkı; Türkiye' nin Doğu Karadeniz Bölgesinde, 7436 km² lik bir alana sahip Şavşat ilçe sınırları içinde bulunmaktadır.

Karagöl-Sahara Milli Parkı, Karagöl ve Sahara olmak üzere iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Karagöl, Şavşat ilçesinin yaklaşık olarak 45 km kuzeyinde, Veliköy (Merya) beldesinin 4 km doğusunda yer almaktadır. Sahara yaylası ise Kocabey köyü sınırları içinde, Şavşat ilçesinin yaklaşık 17 km uzaklıktadır (Uzun Devreli Gelişme Planı, 2008).

Karagöl – Sahara Milli Parkı 31 Ağustos 1994 yılında mili park olarak ilan edilmiştir. İdari açıdan Doğa Koruma ve Milli Parklar 12. Bölge Müdürlüğü' ne bağlı olup 3.250,28 ha büyülüğünde ve 1140 m' den 2625 m' ye uzanan geniş bir yükselti aralığına sahiptir. Bölgede, Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu iklim zonları arasındaki geçiş tipi iklim görülür. Milli Parkın kaynak değerlerini iki temel kesim oluşturmaktadır. Birinci kesim, paleojen ve neojen arazilerin egemen olduğu yöredeki sedimanter kökenli kayaçların kayması sonucu ortaya çıkan çanakta su birikmesi ile oluşan Karagöl ve yakın çevresi, ikinci kesim ise Sahara yaylasıdır. Milli parkın Karagöl kesimi ilçe merkezine 26 km mesafede kuzeyde, Sahara kesimi ise 17 km mesafede kuzeydoğudadır (Uzun Devreli Gelişme Planı, 2008).

Milli parkın ilk kez 2008 yılında yürürlüğe giren uzun devreli gelişme planı, 2016 yılında Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü 250325 sayılı olurlarıyla revizyonu onaylanarak yenilenmiştir. Koruma-kullanma dengesinin gözetilerek gelecek nesillere milli bir miras bırakılabilmesi için arazi kullanım kararlarının alındığı uzun devreli gelişme planı üç adet bölgeye ayrılarak stratejik kararlar ile günümüzde kullanılmaktadır (Uzun Devreli Gelişme Revizyon Planı, 2016).

Milli parkın Sahara kesiminde; geleneksel yaylacılık faaliyetleri gibi her yıl düzenlenen "Pancarcı Festivali" organizasyonu da devam etmektedir. Sahara bölümü; insanların doğa ile iç içe zaman geçirebileceği psikolojik rahatlık ve huzur getiren günübirlik kullanıma açık bir korunan alandır. Kocabey, Kirazlı, Karaköy, Yavuzköy civar köylerindendir. Milli parkın içerisinde; ziyaretçilerin temel ve dini ihtiyaçları için kamelyalar, tuvalet ve mescit, içilebilir üç faklı bölgede su kaynağı, çadırlı kamp şeklinde konaklamaya müsait alan, yağmur ve aşırı sıcaklıklar için yağmur barınakları ve çocuk oyun parkı bulunmaktadır.

Milli parkın Karagöl bölümünde 2021 yılında biten tesis ile insanların konaklama – otel, lokanta – cafe ihtiyaçları karşılanmaktadır. Meşeli, Yukarı Koyunlu, Aşağı Koyunlu, Veliköy civar köylerindendir. Milli parkta; insanların günübirlik gezeceği, piknik yapabileceği alanlar, yağmur ve aşırı sıcak havalar için kamelya ve yağmur barınakları, konaklama için çadırlı kamp alanı – bungavol – otel, yürüyüş parkuru, manzara yerleri, üç ayrı bölgede tuvalet ve bir adet mescit, kürekli kayık hizmeti, geniş otopark hizmeti, düğün, tören vs. gibi hizmetler verilmektedir. Ayrıca milli parkın kaynak değerini oluşturan Karagöl' ün üstten görünüşünün kalp şeklinde olması ziyaretçiler arasında "Turizmin Kalbi" lakabını getirmiştir. Gölün

yaklaşık derinliği 38 metre, kullanım alanı 8 hektardır. İçerisinde Aynalı Sazan, Kara Sazan ve Akvaryum balığından oluşan yaklaşık 11 çeşit balık yaşamaktadır. Hatta İlkbahar döneminde göçmen kuşların uğrak yeridir.

2.1.2. Milli Park Alanın Biyolojik Çeşitliliği

Milli Park alanında Iran-Turan elementi 45, Avr.-Sib. Elementi 109, Karadeniz elementi 91 ve Karadeniz (dağ) elementi 25 şeklindedir. Geri kalan türler geniş yayılışlı ya da fitocoğrafik bölgesi bilinmemektedir. Milli Park alanında tespit edilen bitki türlerinin 568' i LC (en az endişe verici), 7'si VU (zarar görebilir) ve 1'i EN (tehlikede) kategorisindedir. Alanda 26 endemik bitki türü tespit edilmiştir. Milli Park alanında endemik olmayan, tehlike kategorisi önemli bir bitki türü tespit edilmiştir. Bu tür, Lilium kesselringianum Muscz. (VU, Zambak) tır. Ayrıca bilim dünyası için yeni tür olabilecek Crataegus sp. (Alıç) örneği değerlendirilmektedir (Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, 2007).

Karagöl-Sahara Milli Parkı ve çevresinin flora ve vejetasyonu çalışmasında; 57 adet endemik bitki saptanmış olup, endemizm oranı % 6.26'dır. Endemik ve endemik olmayan nadir bitkiler, uluslararası IUCN tehlike kategorilerine göre sınıflandırılmış, 154 takson saptanmıştır. Yapılan bu araştırmada 6 farklı vejetasyon tipine ait 21 bitki birliği tanımlanmıştır. Bunlardan 16'sı bilim dünyası için yenidir (Eminağaoğlu, 2001).

Genel bir değerlendirme ile böcek faunası bakımından Sahara bölümünde Camuzpatlatan ve civarı, Karagöl de ise Okurlar Mahallesi civarındaki Göller bölgesi, Karagöl'ün çevresi, Gamabostan (Guretba) gölü ve çevresi eldeki veriler ve gözlemler ışığında besin zinciri de dikkate alındığında böcekler için önemli alanlar olarak belirlenmiştir. BERN Sözleşmesi'ne göre kesinlikle korunması gereken bir tür olan Boz Ayı (Ursus arctos)'nın popülasyon yoğunluğunun nispeten yüksek olduğu tespit edilmiştir. Milli Park alanının memeli faunasıyla ilgili olarak genel bir değerlendirme yapıldığında kendi içinde yeme-yenilme ilişkilerine sahip türleri içermesi bakımından birçok besin zincirini bir arada bulunduran sağlıklı bir memeli kommunite yapısının olduğu söz konusudur. Kocabey yaylasının yapılaşma dışında kalan kesimleri, Göller Bölgesi, Camuzpatlatan mevkisi, Festival alanı olarak bilinen bölge, Meşeli köyü girişi, Okurlar Bölgesindeki göller ve çevresi, Karagöl ve çevresi, Gamabostan Gölü'nü de içine alan Guretba mevkisi, Kocabey yaylası çevresi Mansurat deresi, Laşet deresi alabalık tesislerinin bulunduğu bölge sucul canlılar, omurgalılar, böcekler için önemli beslenme, yuvalama, barınma ve bitki komposizyonu açısından önemli alanlardır (Uzun Devreli Gelişme Planı, 2008).

2.2. Yöntem

Ziyaretçi Memnuniyeti Ölçümü; Rekreasyon alanı ziyaretçi memnuniyetliliği, taşıma kapasitesi ve milli park algısı hakkındaki düşünceleri belirlemek maksadıyla 2017 - 2021 yılları arasındaki yıllık ziyaretçi sayılarının ortalaması 49.996 kişi olarak hesaplanmıştır (Karagöl-Sahara Milli Park Şefliği Resmi Kayıtları, 2021). Bu rakam tabloda yer alan 25.000 ve 50.000 nüfusları arasında bir değer olması nedeniyle üst değer olan 50.000 nüfusu esas alınmıştır (Arkin ve Colton, 1968). Tabloda 50.000 nüfus ve ±%5 hata payına karşılık gelen 397 örnek büyüklüğü değeri kabul edilmiştir. Bu rakam, 397 örnekle yapılacak anket çalışmasının ±%5 hata payıyla 50.000 kişiyi temsil edebileceği anlamına gelmektedir. Çeşitli sebeplerle oluşabilecek kayıp veri sorununu tolere edebilmek için anketin 400 kişiye uygulanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Karagöl - Sahara Milli Parkının Ziyaretçi Sayıları

Karagöl-Sahara Milli Parkı Şefliği sınırları içerisinde Sahara bölümü milli parkında kalıcı personel bulunmadığı ve herhangi bir müstecir tarafından işletilmediği için girişler kontrolsüz ve ziyaretçi sayıları belirsizdir. Ancak Şeflik personelleri ve yöre halkı ile yapılan görüşmeler, Karagöl-Sahara Milli Parkı Şefliğince işletildiği ve kayıt altına alındığı dönem verileri ve şefliğin uzun süreli gözlemlerine dayanarak; Sahara (Kocabey Kışlası) bölümü milli parkı ortalama günlük ziyaretçi sayısı tatil günlerindeki değişimlerin olmasıyla birlikte 50 ile 300 arasında değişmektedir (Tablo 2). Karagöl bölümü 2017- 2021 yılları arası resmi giriş sayılarına göre ortalama yıllık ziyaretçi sayısı 49.996 kişi olarak kayıt edilmiştir (Karagöl-Sahara Milli Parkı Şefliği Resmi Kayıtları, 2021).

Tablo 1 Karagöl bölümü 2017-2021 yılları arası resmi ziyaretçi sayıları

Yıllar	Yıllık Ziyaretçi Sayısı (Adet)	Yıl İçerisindeki En Yüksek Ay/ Sayı (Adet)
2017	32.276	10.978 / Temmuz
2018	35.304	17.574 / Temmuz
2019	63.101	20.003 / Ağustos
2020	59.263	20.468 / Ağustos
2021	60.035	39.232 / Temmuz
TOPLAM	**249.979**	**108.255**

3.2. Karagöl-Sahara Milli Parkı Ziyaretçilerinin Profili

Milli parkın sosyal taşıma kapasitesinin belirlenmesine yönelik olarak, 2021 yılı Mart, Nisan, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında yüz yüze görüşme yöntemiyle araştırma alanında 400 adet anket uygulanmıştır.

Ankete katılan ziyaretçilerin sosyo-demografik özellikleri, milli park algısı hakkındaki düşünceleri, milli parkla ilgili memnuniyetlik durumu, milli parkın taşıma kapasitesi hakkındaki düşünceleri ve milli parktan beklentileri hakkındaki düşünceleri aşağıda verilmiştir:

3.3. Ziyaretçilerin Sosyo-Demografik Yapısı

Yapılan ankete göre ziyaretçilerin % 64' ü erkek olmasına karşın % 36' lık kısmı bayandır. % 22' si 15-30 yaş aralığında, % 25' i 31-45 yaş aralığında, % 30' unun 46-60 yaş grubu arasında ve % 23' ünün ise 61 yaşından büyük olduğu belirlenmiştir. Gelen ziyaretçilerin %22 'sinin eğitim düzeyinin olmadığı ve takibinde % 20' sinin ilköğretim, %29' unun ortaöğretim/lise, %22' sinin üniversite ve %7' lik kısmının ise yüksek lisans eğitimli olduğu anlaşılmıştır. Ziyaretçilerin %33' ünün gelir düzeyinin 3.000-7.000 TL arasında olduğu ve %12' sinin 7.000 TL yukarısında, %35' inin 3.000 TL ve aşağısında, %20' sinin ise gelirinin olmadığı görülmüştür (Tablo 2).

Tablo 2 Ankete katılan ziyaretçilerin sosyo-demografik yapısı

Cinsiyet	**Kişi Sayısı (adet)**	**Yüzde (%)**
Erkek	257	64
Bayan	143	36
Toplam	**400**	**100**

Yaş Grupları	**Kişi Sayısı (adet)**	**Yüzde (%)**
15-30	87	22
31-45	101	25
46-60	121	30
>61	93	23
Toplam	**400**	**100**

Eğitim Durumu	**Kişi Sayısı (adet)**	**Yüzde (%)**
İlköğretim	81	20
Ortaöğretim/Lise	115	29
Üniversite	88	22
Yüksek Lisans	27	7
Okuryazar değil	89	22

Toplam	**400**	**100**

Gelir Düzeyi	**Kişi Sayısı (adet)**	**Yüzde (%)**
Geliri olmayan	79	20
<3000	141	35
3000-7000	133	33
>7000	47	12
Toplam	**400**	**100**

Eskişehir' de yüz yüze görüşme şeklinde yapılmış bir çalışmada; katılımcıların demografik özellikleri ile ilgili verilerin analizinde frekans ve yüzde dağılımlarından yararlanılmış ve bulgulara göre araştırmaya katılan yerel halkın % 56'sı erkek, % 44'ü ise kadınlardır. Ankete katılan 277 kişinin % 42,7' si 16 ile 30 yaş arasında, % 38,6' sı ise 31- 45 yaş aralığındadır. Ankete katılanların % 50,4' ü Lisans / Ön lisans düzeyinde, %29,2' lik kısmını memur, % 22' sini öğrenci ve % 21,7' lik kısmını da işçiler oluşturmuştur. % 17,7' lik kısmının geliri yokken, % 23,7' sinin 1001-2000 TL arasında, % 22,8' inin ise 3000 TL ve üstünde aylık geliri olduğu bulunmuştur (Seçilmiş ve Kılıç, 2018).

Çanakkale, Balıkesir ve Manisa illerinde yapılan bir anket çalışmasında; ziyaretçilerin % 53,1' ini erkek kalan % 43,7' sini ise kadın katılımcılar oluşturur. % 2,5' lik kısmının okum yazmasının olmaması, % 4,5' inin okuma yazmasının olduğu, % 11,2' sinin ilkokul, % 3,5' inin ortaokul ilköğretim, %37,5' inin lise, %6,7' sinin öz lisans, %29,1' lik kısmının ise lisans ve lisansüstü eğitimini tamamladığı görülmüştür. Araştırmaya katılanlardan % 55' inin aylık geliri 1000 TL' nin altında iken % 34,3' ünün bu rakamın üzerinde olduğu belirtilmiştir (Öztura, 2010).

3.4. Ziyaretçilerin Milli Park Algısı

Gelen ziyaretçiler ile yapılan anket sonuçlarına göre; "milli park kavramı hakkında bir şeyler duydunuz mu?" sorusuna karşın %57' lik kısmın "evet", %43 lük kısmın ise "hayır" cevabını verdiği ve "Bu alanın Milli Park olduğunu biliyor musunuz?" sorusuna ise %71' inin "evet", %28' inin "hayır" cevabını verdiği ayrıca Karagöl-Sahara Milli Parkı' nın "neden" milli park olarak ilan edildiği sorusuna ise %58' lik kısmın "evet", %42' lik kısmının ise "hayır" şeklinde cevaplandırıldığı görülmektedir (Tablo 3).

Tablo 3 Ziyaretçilerin milli park algısı

Milli Park Algısı Hakkındaki Sorular	CEVAPLAR				TOPLAM
	EVET		HAYIR		
	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	
Milli Park kavramı hakkında bir şeyler duydunuz mu?	228	57	172	43	400
Bu alanın Milli Park olduğunu biliyor musunuz?	284	71	112	28	396
Karagöl-Sahara Milli Parkı' nın neden milli park olarak ilan edildiğini biliyor musunuz?	232	58	168	42	400

Çoğu ziyaretçilerin milli park kavramı hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı, milli parkların belirli bir kuralları olduğu ve herkesin bu kurallara uyması gerektiğini düşünmediği görülmektedir. Bu durum gerek milli park işletmecisi (kurum ya da özel sektör) gerekse ziyaretçi memnuniyetini olumsuz etkileyeceği uzun yıllar boyunca deneyimlenmiştir. Bu alanın milli park olduğunu çoğu ziyaretçilerimiz tabelalardan, tur reklamlarından, tavsiye edilen kişilerden, vs. öğrenildiği ancak ne amaçla milli park olarak ilan edildiği hakkında genel olarak alanın ileri nesillere doğal olarak aktarılması gerekliliği düşünülmektedir.

3.5. Ziyaretçilerin Milli Park ile İlgili Düşünceleri

Araştırma alanında, gelen ziyaretçilerle yapılan anket sonuçlarına göre; "Bu alanda olmaktan ve verilen hizmetten memnun musunuz?" sorusuna ziyaretçilerin %76' sının "evet", %24' ünün ise "hayır" şeklinde cevaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4 Ziyaretçilerin milli park ile ilgili düşünceleri

Ziyaretçi Memnuniyetliliği Profili Belirlemeye Yönelik Sorular	CEVAPLAR								TOPLAM
	EVET		HAYIR		BELKİ		KARARSIZIM		
	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	
Bu alanda olmaktan ve verilen hizmetten memnun musunuz?	304	76	96	24	_	_	_	_	400
Tekrar gelmeyi düşünür müsünüz?	248	62	20	5	132	33	_	_	400
Geleneksel ürün satışının artmasıyla ziyaretçi memnuniyetinin artacağını düşünüyor musunuz?	292	73	104	26	_	_	4	1	400
Milli Parkı yakınlarınıza tavsiye etmeyi düşünüyor musunuz?	248	62	124	31	_	_	28	7	400

Karagöl-Sahara Milli Parkı' nda "yöresel, geleneksel ürün satışının artmasıyla gelen ziyaretçi memnuniyet durumunun artacağını düşünüyor musunuz?" anket sorumuzda gelen ziyaretçilerin %73' lük kısmının "evet", %26' lık kısmının ise "hayır" ve %1' lik kısmının ise kararsız kaldığı görülmektedir. Geleneksel ürün satış yerlerinin yapılmasıyla alanın doğal görüntüsünün bozulacağı düşüncesine karşın insanların farklı alternatiflerden yararlanması ve uzaktan gelmiş ziyaretçilerin geleneksel ürünleri tek bir yerden ulaşılabilmesi daha çok talep edilmektedir.

"Tekrar gelmeyi düşünür müsünüz?" ve "Karagöl-Sahara Milli Parkı'nı yakınlarınıza tavsiye etmeyi düşünüyor musunuz?" sorularına ise sırasıyla; %62 "evet", %5 ve %31 "hayır" cevapları verildiği görülmüştür. Gelen ziyaretçilerin milli parktan memnun kaldığı anlaşılmakta iken geleneksel ürün satışı gibi yöresel hizmetlerin de ziyaretçi memnuniyet seviyesini artıracağı sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda, Sahara bölümünün kontrolsüzlüğü, günlük temizliğinin aksaması ve ziyaretçilerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek tesisin olmaması gibi problemlerin ziyaretçi memnuniyetini olumsuz yönde etkilediği anlaşılmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Korunan alanlar için hazırlanan master planlarının özellikle planlama aşamasında yerel halk ve yerel yönetimlerin de önerileri dikkate alınması gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır. Katılımcıların da milli park hakkındaki düşüncelerine önem verilmelidir.

Araştırma sonucu, milli parkta bulunan tesis çalışanlarının konusunda eğitimli ve deneyimli olması ziyaretçi memnuniyetini daha çok arttıracağı sonucuna varılmıştır. Konu ile alakalı işletme sahiplerinin personel eğitimlerini yapmasının sağlanması gereklidir. Milli park kavramını daha belirgin şekilde anlatmak için, idarenin korunan alanlar, milli parklar hakkında çeşitli afişler, reklamlar, eğitimler gibi bilgilendirme, haber vs leri daha da arttırması gerekmektedir.

Ziyaretçilere yapılan ankete göre; Paintball alanı, Ziplıne, Kuş gözlem kule/kuleleri, Çocuklar için Orman Park, Ağaç evler, Yıldız gözlem alanları gibi aktivitelerin olması ziyaretçi memnuniyetliliğini daha da arttıracağı anlaşılmıştır. Yapılan bu çalışmayla bahsedilen bu tür aktivitelerin uzun devreli gelişme planlarına ilavesi düşünülebilir.

Milli parkın sahara kesiminde, geleneksel yaylacılık faaliyetleri gibi her yıl düzenlenen Pancarcı Festivali organizasyonu da devam etmektedir. İnsanların doğa ile iç içe zaman geçirebileceği psikolojik rahatlık ve huzur getiren günübirlik kullanıma açık bir korunan alanımızdır. Milli Parkın içerisinde; ziyaretçilerin temel ve dini ihtiyaçları için kamelyalar, tuvalet ve mescit, İçilebilir 3 farklı bölgede su kaynağı, çadırlı kamp şeklinde konaklamaya müsait alan, yağmur ve aşırı sıcaklıklar için yağmur

barınağı, çocuk oyun parkı bulunmaktadır. Sahara bölümünde faaliyete başlayan yüklenici firmanın çalışmalarıyla alanın peyzaj güzelliği ve en önemlisi çevre temizliği bakımından sorunları ortadan kalkmıştır.

Milli parkın karagöl bölümünde ise, 2021 yılında biten tesis ile insanların konaklama-otel, lokanta-cafe ihtiyaçları karşılanmaktadır. İnsanların günübirlik gezeceği, piknik yapabileceği alanlar, yağmur ve aşırı sıcak havalar için kamelya ve yağmur barınakları, konaklama için çadırlı kamp alanı- bungalov ve otel, yürüyüş parkuru, manzara yerleri, 3 ayrı bölgede tuvalet ve 1 adet mescit, kürekli kayık hizmeti, geniş otopark hizmeti, düğün, tören vs gibi hizmetler verilmektedir. Karagöle gelen ziyaretçiler aradığı güzellikleri yerinde görme fırsatı bulabilmektedir.

Milli parka gelen ziyaretçilerin çoğunluğu orta yaş grubunda yer almakta ve ortaöğretim/lise eğitim seviyesindedir. Ziyaretçilerin milli park hakkındaki düşünceleri alanın çevre temizliği, alan içi tabelaların konumu, tesislerin kullanımı ve temizliği bakımından olumlu olduğu görülmekte ancak Karagöl yoluna ulaşım için kullanılan Şavşat-Ciritdüzü-Veliköy-Meşeli güzergahı yol bakım çalışmaları devam ettiğinden dolayı çoğunluğun şikayetçi olduğu görülmüştür. Ziyaretçilerin büyük bir çoğunluğunun yeşil örtünün korunması için alınan önlemler hakkındaki düşüncelerinin olumlu yönde olduğu görülmüştür.

Yapılan uzun süreli gözlem ve anket sonuçlarımıza göre alana gelen ziyaretçilerin çoğunda, sahara kesiminin mesire alanından farklı bir milli park olduğu algısının oluştuğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

Agyeman, YB, Aboagye, OK ve Ashie, E. (2019). Gana'daki Kakum Milli Parkı' nda Ziyaretçi Memnuniyeti. Turizm Rekreasyon Araştırması, 44 (2), 178-189.

Anonim, 2007. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Resmi Kayıtları

Anonim, 2008. Karagöl-Sahara Milli Parkı Şefliği Uzun Devreli Gelişme Planı

Anonim, 2016. Karagöl-Sahara Milli Parkı Şefliği Revizyon Uzun Devreli Gelişme Planı

Anonim, 2021. Karagöl-Sahara Milli Parkı Şefliği Resmi Kayıtları

Eminağaoğlu, Ö. (2002). Şavşat ilçesi Karagöl-Sahara milli parkı ve çevresinin flora ve vejetasyonu.

Gülez, S. (1990). Orman içi rekreasyon potansiyelinin saptanması için geliştirilen bir değerlendirme yöntemi. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 40(2).

Kurdoğlu, O. (2007). Dünyada doğayı koruma hareketinin tarihsel gelişimi ve güncel boyutu.

Leujak, W., ve Ormond, R. F. (2007). Visitor perceptions ve the shifting social carrying capacity of South Sinai's coral reefs. Environmental Management, 39(4), 472-489.

Ma, A. T., Chow, A. S., Cheung, L. T., Lee, K. M., & Liu, S. (2018). Impacts of tourists' sociodemographic characteristics on the travel motivation ve satisfaction: the case of protected areas in South China. Sustainability, 10(10), 3388.

Maldonado, E., ve Montagnini, F. (2005). Carrying capacity of La Tigra National Park, Honduras: Can the park be self-sustainable?. Journal of Sustainable Forestry, 19(4), 29-48.

Manning, RE ve Lawson, SR (2002). "Bilgilendirilmiş yargı" olarak taşıma kapasitesi: Bilimin değerleri ve değerler bilimi. Çevre yönetimi, 30 (2), 157-168.

Moore, S. A., ve Polley, A. (2007). Defining indicators ve standards for tourism impacts in protected areas: Cape Range National Park, Australia. Environmental Management, 39(3), 291-300.

Müderrisoğlu, H. (2002). Açık hava rekreasyonunda taşıma kapasiteleri-rekreasyonel kullanım ilişkilerinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 129s. İstanbul.

Öztura, E. (2010). Truva Tarihi Milli Parkı, Kazdağı Milli Parkı ve Spil Dağı Milli Parkı ziyaretçilerinin Türkiye'de milli park kavramı ve eğitimi üzerine görüşleri (Master's thesis, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Seçilmiş, C., ve Kılıç, İ. (2018). Turistik Destinasyonlarda Yerel Halk ve Turist Gözünden Taşıma Kapasitesinin Değerlendirilmesi: Eskişehir Örneği. Journal of Travel ve Hospitality Management/Seyahat ve Otel Isletmeciligi Dergisi, 15(3).

Springuel, N. (2007). Island Monitoring Task Force Three-Year Pilot Project 2004-2006: Final Report. Unpublished Technical Report. University of Maine Sea Grant, Orono.

Yücel, M. (1995). Doğa Koruma Alanları ve Planlaması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları yayın, (104).

BÖLÜM 15

GERBERA (*GERBERA JAMESONİİ* BOLUS EX. HOOKER)'NIN DOKU KÜLTÜRÜ YOLUYLA ÇOĞALTILMASI

Emine KIRBAY[1]

Fahriye ÖCAL ÖZDAMAR[2]

Gökçen BAYSAL FURTANA[3]

Görkem Eren ÖZDEMİR[4]

1 Öğr. Gör., Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, ASHMYO TAB, Afyonkarahisar. ORCID: 0000-0002-0343-0829

2 Araş. Gör. Dr., Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Teknikokullar, Ankara. ORCID: 0000-0003-0584-2242

3 Araş. Gör. Dr., Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Teknikokullar, Ankara. ORCID: 0000-0001-6931-2430

4 Wageningen University, Plant Science Department, M.Sc. Student, The Netherlands. ORCID: 0000-0001-9459-8792

1. GİRİŞ

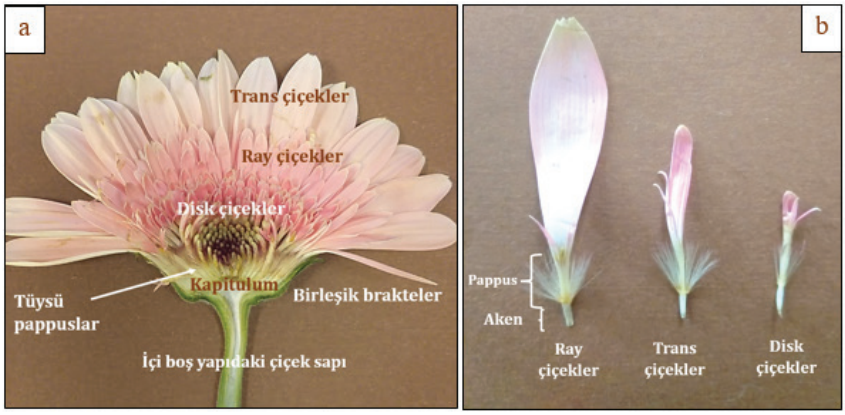
Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hooker), dünyada en fazla ticareti yapılan kesme çiçeklerden biridir. Aynı zamanda saksılı süs bitkisi (iç mekân) olarak da kullanılmaktadır. Gerbera'yı ticari açıdan önemli kılan başlıca özellikleri; çok çeşitli renklere sahip olması, farklı çiçek büyüklüklerine (büyük, orta, küçük) sahip olması, yıl boyu çiçek açması ve çiçeklerinin uzun süre canlılığını koruyabilmesidir. Papatyagiller (Asteraceae) familyasına ait olan gerberanın taksonomik ailesi için bazı kaynaklarda sinonim olarak Compositae (Bileşik çiçekliler) de kullanılmaktadır. Gerbera'nın orijini ve tarihçesi, taksonomisi, biyolojisi ve ıslahı konularında detaylı açıklamaların bulunduğu bir kitap bölümü, diğer bazı önemli süs bitkileri ile birlikte 2021 yılında Türkçe olarak yayınlanmıştır (Alp ve Kazaz, 2021).

Bilinen 40 gerbera türünden sadece *G. jamesonii*'nin ticari anlamda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Doğal türlerinin kökeni Güney Afrika ve Asya olan gerbera, 1890'larda Lynch tarafından ıslah edilmesinin ardından süs bitkisi potansiyeli kazanarak yaygınlaşmıştır. Adını Alman doğa bilimci Traugott Gerber'in onuruna alan gerbera, aynı zamanda Transvaal veya Barbeton papatyası olarak da anılmaktadır. Günümüzde her yıl yüzlerce yeni çeşidi geliştirilen gerbera bitkisi 80'den fazla ülkede yetiştirilmekte ve Hollanda'daki kesme çiçek mezatı olan Royal FloraHolland'da en fazla ticareti yapılan kesme çiçek türleri arasında yer almaktadır. Alp ve Kazaz (2021), bu mezatta ilk sırayı alan 'kesme gül'den sonra sırasıyla sprey krizantem, lale, lilyum, standart krizantem türlerinin en fazla ciro yaptığını; saatlik satışlarda 37 milyon Euro ve 298 milyon adet dal ile gerberanın 6. sırada bulunduğunu belirtmektedirler. ABD'deki sıralamada ise gerbera bitkisi, laleden sonra ikinci sırada yer almaktadır (yaklaşık 32 milyon Dolar, 90-100 milyon dal) (USDA, 2019).

Türkiye'de de gerbera üretimi, yıllar içerisinde artış göstermiştir. 2019 verilerine göre, gerbera üretimi 1202 dekarlık alan ve 134.48 milyon dal ile kesme çiçekler arasında üçüncü sırayı almıştır. İlk iki sırada karanfil ve kesme gül bulunmakta olup, gerbera ile birlikte en fazla üretimi yapılan ilk üç kesme çiçek türünü oluşturmuşlardır. 2020 yılında ise karanfilden sonra en çok üretilen kesme çiçeğin, %7,2'lik üretim payı ile gerbera olduğu anlaşılmaktadır (TUİK, 2020). Yıllara göre değişen üretim değerleri ile, kesme çiçek alanında ilk sıralarda yerini koruyan gerberada en fazla üretim yapan ilimiz Antalya olup (905 da alan), ikinci sırada İzmir (177 da) bulunmaktadır (TUİK, 2019).

Gerbera çiçekleri, bileşik çiçekliler familyasının diğer üyelerinde olduğu gibi çok sayıda küçük çiçeğin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Çiçeklerin bir arada bulunduğu ve üzerine yerleştiği, çiçek sapından sonra gelen taşıyıcı kısma kapitulum (baş) adı verilir. Asteraceae familyasının diğer üyelerinden olan ayçiçeği (*Helianthus* spp.)'nde ve papatyada da olduğu gibi bileşik halde bulunan küçük çiçeklerin tümünü, çiçek tablası veya kapitulum adı verilen bölüm üzerinde taşımaktadır. Baş çapı, çiçek

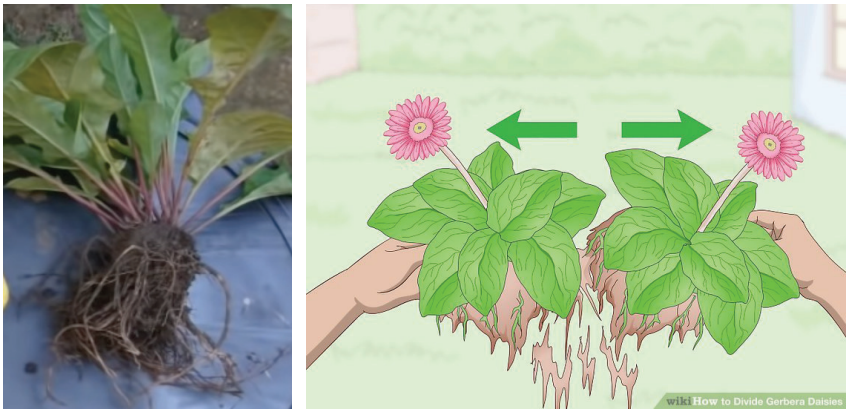
açtığında 7-15 cm arasında değişir. Bir çiçek tablası (baş) üzerinde en dışta ray (dilsi, ışınsal) çiçekler, ortada trans çiçekler ve merkezi kısımda disk çiçekler bulunur (Şekil 1a).



Şekil 1. *Gerbera jamesonii türünde bileşik çiçek ve çiçek tablasının (kapitulum) dikey kesiti (a) ve bir bileşik çiçekte yer alan üç farklı tipteki çiçeğin görünümü (b).*

Bir çiçek başında üç farklı çiçek tipi değişik oranlarda bulunabilmektedir. Buna göre yalın kat, yarı katmerli, tam katmerli ve spider olarak adlandırılan örümcek yapraklı tiplerde çiçekler oluşabilmektedir. Şekil 1b'de bir bileşik çiçekte bulunan üç farklı tipteki çiçekler gösterilmiştir. Diğer *Asteraceae* (*Compositae*) familyası üyelerinde olduğu gibi, çiçekler grubunun tümü brakteler ile sarılmıştır (Watson ve Dallwitz, 1992).

Gerberalar geleneksel olarak hem tohumla (generatif) hem de vegetatif yöntemlerle çoğaltılabilir. Tohumla çoğaltmada karşılaşılan en önemli sorun, yetiştirilen gerberaların çoğunlukla heterozigot olması bunlardan elde edilen fidelerin üniform özellik göstermemesidir (Minerva ve Kumar, 2013). Kesilen rizom parçalarıyla veya ayırma yoluyla çoğaltma yöntemleri, uzun süredir bu bitkinin klonal çoğaltımında kullanılmaktadır (Şekil 2). Fakat bu yolla bir bitkiden en fazla 50-100 adet yeni birey olacak şekilde sınırlı bir çoğaltım söz konusudur. Ayrıca bu yöntemlerde toprak kökenli fungal hastalıkların veya virüs, bakteri gibi hastalık etmenlerinin taşınması olasılığı da en önemli dezavantajı oluşturmaktadır. Ayrıca materyalin alındığı topraklarda nematod gibi zararlıların bulunması halinde bulaşık çoğaltım materyalinin kullanılması, ticari gerbera yetiştiriciliğini olumsuz etkileyecektir. Topraksız yetiştiricilik sistemlerinin kullanılması bu dezavantajların giderilmesi için bir alternatif çözüm oluşturmakta ise de, geleneksel yöntemlerin çok yavaş ilerlemesi ve enfeksiyonlara açık olması (Das ve Singh, 1989), ayrıca çoğaltım katsayısının düşüklüğü nedeniyle (Murashige ve ark., 1974; Rogers ve Tjia, 1990), klasik çoğaltım yöntemleri yetersiz kalabilmektedir. Bundan dolayı sağlıklı ve temiz vejetatif üretim materyalinin kısa süre içinde kitlesel olarak çoğaltımını sağlayacak yöntemlerin geliştirilmesi büyük bir önem arz etmektedir.



Şekil 2. *Gerbera bitkisinin kökleri (Anonymous, 2022a) ve bunların ayrılması (Anonymous, 2022b).*

2. GERBERANIN DOKU KÜLTÜRÜ YOLUYLA ÇOĞALTIMI

Gerbera'nın büyük ölçekli ticari üretimi, daha kolay, daha hızlı ve ekonomik olarak uygulanabilir bir çoğaltma yöntemi olan doku kültürleri sayesinde başarıyla gerçekleştirilebilmektedir. Bu teknik ile hem tek tip ve nitelikli çeşitlere ait dayanıklı bitkiler zamana bağlı olmaksızın yılın her döneminde çoğaltılabilmekte hem de kısa sürede çok sayıda bitki elde edilebilmektedir (Rogers ve Tjia, 1990; Reynoird ve ark., 1993; Xi ve Shi, 2003; Kumar ve ark., 2004; Prasanth ve Sekar, 2004). Mikroçoğaltım yöntemi, gerberaların hızlı ve büyük ölçekli çoğaltılması konusunda uygulanabilir bir sistemdir (Aswath ve Choudhary, 2002a; Zhang, 2002). Doku kültürleri, mevsimsel farklılık ve kısıtlamalardan etkilenmeksizin hastalıksız bitkilerin üretimine izin verme özelliğine sahiptir ve bu sayede her yıl elit bir çeşitten bir milyondan fazla bitki üretmek mümkündür. Ticari olarak gerbera yetiştiriciliğinde kullanılan fideler, doku kültürüyle çoğaltılmış temiz ve sağlıklı fideler olması nedeniyle tercih edilir. Gerbera'nın mikroçoğaltımı, birçok ülkede çeşitli eksplantlar kullanılarak yapılmaktadır. Bu eksplantlardan ilki sürgün uçlarıdır. Shoot-tip veya sürgün ucu kültürleri kullanılarak doğrudan yeni sürgünlerin rejenerasyonu, gerberanın kitlesel üretimi için en uygun yöntemlerden biridir (Murashige ve ark., 1974; Petru ve Mathous, 1984; Huang ve Chu, 1985); dolaylı sürgün rejenerasyonu ise yaprak, taç yaprakları ve yaprak tomurcukları gibi farklı eksplantlardan oluşturulan kallus aracılığıyla sağlanmaktadır (Parthasarthy ve ark., 1997; Le ve ark., 1999; Posada ve ark., 1999). Çiçek tomurcuklarından/kapitulumlardan adventif sürgün rejenerasyonu ise çoğu zaman tercih edilen başka bir yöntemdir (Pierik ve ark., 1975; 1979; Pawlowska, 1979; Chen ve Chen, 2002; Laliberte ve ark., 1985; Schum ve Busold, 1985; Mansuroğlu ve Altan, 1998; Radice ve Marconi, 1998; Mercurio, 2002). 1970'ten beri, doku kültürü gerberanın ticari üretiminde üstün bir yöntem haline gelmiştir. Bu sistem yeknesak, dallanma olmayan, güçlü, her zaman seraya dikilebilecek niteliğe sahip, patojensiz bitkiciklerin elde

edilmesini sağlamaktadır (Rogers ve Tjia, 1990).

Tyagi ve Kothari (2004), *in vitro* çoğaltım çalışmalarında yaprak ve kapitulumdan organogenesis kapasiteleri karşılaştırmış ve her ikisinde de sürgün rejenerasyonunda başarı elde etmiştir; en yüksek sürgün/eksplant sayısı yaprak eksplantlarından ziyade kapitulumdan elde edilmiştir. Kapitulum kültürü ile kıyaslandığında sürgün ucu kültürünün eksplant başına daha fazla sürgün verdiği, ancak kontaminasyonun daha yüksek oranda ortaya çıktığı (%80 civarında) belirtilmektedir. Bu kontaminasyon oranı kapitulumdan elde edilen eksplantlarda ise %10'a kadar düşebilmektedir (Murashige ve ark., 1974). 2006 yılında Ege Üniversitesi'nde yürütülen bir doktora çalışmasında çiçek sapı, yaprak, sürgün ucu ve kapitulum eksplantları kullanılarak *in vitro* gerbera çoğaltımı üzerinde denemeler gerçekleştirilmiştir (Mohammed, 2006). Çalışmada en iyi başlangıç eksplantının 1-1.5 cm çapındaki olgunlaşmamış genç kapitulumlar (ışınsal yaprakları tamamen kapalı) olduğu ortaya konmuştur. Nitekim Pawlowska (1979) da, farklı büyüklükteki çiçek tomurcukları ile yaptığı denemeler sonucunda 1-1.5 cm çaplı çiçek tomurcuklarının en uygun kapitulum büyüklüğü olduğunu bildirmektedir. Kontaminasyon konusunda eksplantlar arasında bir karşılaştırma veya eksplantların kültüre alınmasından sonra oransal bir bilgi bulunmamakla birlikte; kapitulum eksplantlarının yüzeysel dezenfeksiyonunda sırasıyla çeşme suyunda yıkama, %70'lik etil alkolde birkaç saniye bekletme, %15'lik (v/v) klorak çözeltisinde (%1.5 sodyum hipoklorit) 90 dk bekletme ve steril su ile durulama işlemleri yapıldığı bildirilmektedir. Sürgün ucu eksplantlarında dezenfektanın kullanım dozu %10 ve bekletme süresi 10 dk; çiçek sapında ise %20 ve 30 dk olarak belirtilmektedir.

Kontaminasyon, doku kültürü çalışmalarında üstesinden gelinmesi gereken bir problem olarak karşılaşılabilen bir sorundur. Gerbera'nın mikroçoğaltımında, eksplantların türüne ve kökenine bağlı olarak, farklı yöntemler, kimyasal maddeler ve uygulama sürelerinin kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte eksplantların yüzeysel sterilizasyonunda ana aktif bileşikler olarak klor veya civa bazlı ticari ürünlerin kullanımı yaygındır. Gerbera ile yapılan *in vitro* çalışmalarda eksplant sterilizasyonu için en fazla tercih edilenler sodyum hipoklorit (NaOCl) ve %0.1'lik civa klorür ($HgCl_2$)'dür. NaOCl yüzey sterilizasyonunda kullanılan bir kimyasaldır (Pierik ve ark., 1979; Rezende ve ark., 2008; Cardoso ve Texteira de Silva, 2012). Ancak Naz ve ark. (2012) yaptığı çalışmada yüzey sterilizasyonu için kullandığı %20'lik NaOCl'nin kontaminasyonu engelleyemediği sonucuna ulaşmıştır. Shabbir ve ark. (2012) farklı dozlarda NaOCl denemesi yaptığı çalışmada, bakteriyel ve fungal kontaminasyona karşı en iyi sonucun %15 NaOCl uygulamasında olduğunu ancak bu dozda en yüksek nekroz oranına da ulaşıldığını, mevcut yöntemin dokulara zarar vererek hücre ölümüne yol açtığını bildirmiştir. Eksplant sterilizasyonu için kullanılan bir diğer yöntemde ise $HgCl_2$ kullanılmaktadır. Çeşitli araştırıcılar yaptıkları çalışmalarda kapitulum eksplantlarını %0.1'lik $HgCl_2$ çözeltisinde farklı sürelerde 2 dakika (Rashmi ve ark., 2018), 3 dakika (Tyagi

ve Kothari, 2004), 7 dakika (Son ve ark., 2011), 10 dakika (Shabanpour ve ark., 2011) tutarak yüzey sterilizasyonu işleminde başarı elde etmişlerdir. Ruchi ve Beura tarafından (2021) yapılan bir diğer çalışmada, değişen sürelerde (4, 5, 6 veya 7 dakika) %0,1'lik $HgCl_2$ çözeltisinin, 2 dakika %0.5'lik NaOCl ile birlikte veya tek olarak kullanımının Gerbera kapitulum eksplantlarının yüzey sterilizasyonuna olan etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, 7 dk süreyle %0.1'lik $HgCl_2$ çözeltisi ve 2 dakika %0.5'lik NaOCl ile yapılan sterilizasyon uygulamasının en düşük enfeksiyon ve en yüksek hayatta kalma yüzdesine sahip olduğu bildirilmiştir.

Gerbera, özellikle çoğalma aşamasında kültür ortamında yüksek miktarlarda besin elementlerine ihtiyaç duyan, otsu ve hızlı büyüyen tek yıllık bir bitkidir. Sahip olduğu bu özellikler, bu türün mikroçoğaltımı için pek çok çalışmada kullanılan MS kültür ortamının başarısını da açıklamaktadır, çünkü bu ortam diğer ortamlar ile kıyaslandığında daha yüksek miktarda mineral tuzları içermektedir (Cardoso ve Teixeira de Silva, 2013). Gerbera'da ien iyi sürgün çoğaltımı için kültür ortamı pH'sının 5.7-6.7 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Aswath ve Choudhary, 2002b). Gerbera'nın çoğaltımında en yaygın olarak kullanılan ortam, hem sahip olduğu içeriğin zenginliği nedeniyle hem de pH'nın uygunluğu nedeniyle tam MS ortamıdır; bitki büyüme düzenleyicilerinin türü ve konsantrasyonlarının etkisi de oldukça kapsamlı bir şekilde pek çok çalışmada da incelenmiştir (Budi, 2000; Sousa ve ark., 2006; Feng ve ark., 2009; Son ve ark., 2011).

Genotiplerin *in vitro* çoğaltım ve sürgün oluşturma kapasitesi bakımından oldukça farklı yanıtlar verdiği, Mohammed ve Özzambak (2007) tarafından belirtilmektedir. Bazı genotipler vitrifikasyona daha yatkın iken bazılarında ise gelişme daha başarılı olmuştur. Eksplant tipi x genotip interaksiyonu, sürgün oluşum kapasitesine etki yapmaktadır. Örneğin bazı genotiplerden, çiçek sapı eksplantından rejenerasyon sağlanabilirken bazılarında ise cevap alınamamaktadır (Chu ve Huang, 1983). Çiçek tomurcuğu eksplantları ise genotiplere bağlı olarak oransal farklılık göstermekle birlikte, sürgün elde edilmesi için iyi bir başlangıç materyali olarak öne çıkmıştır. Mohammed ve Özzambak (2007) bu yöntemle elde ettikleri sürgünleri alt kültüre aldıklarında bir eksplanttan, çoğaltma ortamında 6 civarında yeni sürgün oluşabildiğini, köklenme ve dış koşullara aktarma işlemlerinin de kolaylıkla sağlanabildiğini ortaya koymuşlardır.

Ortamdaki sitokinin yoğunluğu, sürgün oluşturma miktarına ve sürgün kalitesine önemli düzeyde etki eder (Pierik ve ark., 1979). Gerbera kapitulum eksplantlarından sürgün rejenerasyonu için, yüksek sitokinin dozları (2 ilâ 10 mg L^{-1} BA) ve düşük oksin yoğunluğu (0.1 mg L^{-1} IAA) gereklidir (Pierik ve ark., 1975; Radice ve Marconi, 1998). Huang ve Chu (1985) gerberada farklı BA (0.0, 5.0, 10.0, 20.0 mg L^{-1}) konsantrasyonlarının sürgün çoğalması üzerine etkilerini incelemişlerdir. BAP (sitokinin) olmaması halinde sürgün oluşumu hiç meydana gelmezken, çok yüksek olması durumunda da engellenmektedir. En yüksek sürgün çoğalma oranı

5 mg L^{-1} BA dozunda meydana gelmiştir. Murashige ve ark. (1974) sürgün çoğalması için başka bir sitokinin cinsini, kinetin'i kullanmışlardır. 0.0, 2.5, 5.0, 10.0, ve 20.0 mg L^{-1} dozlarında kullanılan kinetinden en iyi sonucu 10 mg L^{-1} kinetin konsantasyonu vermiştir. Minerva ve Kumar (2013), doğrudan sürgün rejenerasyonu amacıyla sürgün uçlarını kullanmışlar ve MS besin ortamına hem 1 mg L^{-1} BA hem de 1.5 mg L^{-1} kinetin ilave ederek iki sitokinin cinsini birden ortamda bulundurmuşlardır. Mohammed ve Özzambak (2007)'ın kapitulumları kullandıkları çalışmada ise proliferasyon aşamasında 2.5 ve 5.0 mg L^{-1} BA kullanmak, 10 mg L^{-1} kinetin kullanmaktan daha iyi bir sürgün oluşum performansına sahip olmuştur.

Diker ve Şan (2016), gerberanın *in vitro* çoğaltımının halen ülkemiz koşullarında geliştirilmeye ihtiyaç duyulduğundan bahsederek, Rosalin gerbera çeşidinde *in vitro* koşullarda geliştirilmiş bitkilerden alınan yaprak ve yaprak sapı eksplantlarından sürgün rejenerasyonu üzerine bazı büyümeyi düzenleyici madde kombinasyonlarının etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla MS ortamına benzil aminopürin'in (BAP) 3 dozu (1.0, 2.0, ve 3.0 mg L^{-1}) ya da thidiazuron'un (TDZ) 3 dozunun (0.3, 0.6, 1.2 mg L^{-1}) gümüş nitrat'ın 3 dozu (0, 1.0 ve 2.0 mg L^{-1}) ile oluşturduğu 18 farklı büyümeyi düzenleyici madde kombinasyonu ilave edilmiştir. Ayrıca tüm uygulamalarda, MS ortamına 0.1 mg L^{-1} NAA eklenmiştir. Eksplant olarak yapraklar kullanıldığında, hiçbir uygulamada sürgün oluşumu gözlenmemiştir. Yaprak sapları eksplant olarak kullanıldığında ise, en yüksek sürgün rejenerasyon oranı, sürgün sayısı ve yaprak sayısı değerleri 3 mg L^{-1} BAP+ 0.1 mg L^{-1} NAA ilave edilmiş MS ortamında sırasıyla %22.5, 2.0 adet ve 3.33 adet olarak elde edilmiştir. Bir başka çalışmada da 1 mg L^{-1} BAP ve 0.1 mg L^{-1} NAA içeren MS ortamında çoğaltılan sürgünlerde ışıklanmanın etkileri incelenmiş ve eksplantların %90'ında 5.35 adet sürgün oluşumu ile soğuk floresan lambanın en etkili aydınlatmayı sağladığı belirlenmiştir.

Önceki yıllarda yapılan çalışmalar göz önüne alınarak, ticari olarak yetiştiriciliği yapılan bir gerbera çeşidinde deneysel bir *in vitro* çoğaltım uygulaması gerçekleştirilmiştir. Buradan elde edilen sonuçlar, yöntemin yeni ıslah edilen elit bitki materyallerinin çoğaltımı için zemin oluşturacaktır. Bu amaçla yapılan çalışmada, gerberanın doku kültürü ile çoğaltımında kullanılan kapitulum eksplantlarının sterilizasyonu, *in vitro* sürgün farklılaşmasının ardından elde edilen yeni sürgünlerin çoğaltımı aşamasında uygulanan farklı NAA ve demir tuzlarına ait dozların sürgün oluşumu üzerindeki etkileri, köklenme aşaması uygulamaları ve dış koşullara alıştırma aşamaları incelenmiştir.

3. GERBERA'NIN DOKU KÜLTÜRÜYLE ÇOĞALTILMASI ÜZERİNDE DENEMELER

Çalışmada bitkisel materyal olarak *Gerbera jamesonii* türüne ait disk çiçekleri siyah, ray çiçekleri kırmızı olan standart tip çiçeklere sahip 'Yanara' çeşidi kullanılmıştır. Çalışma, 1. Kapitulum eksplantlarının yüzeysel sterilizasyonu, kapitulum eksplantlarından sürgün oluşumu, 2. Proli-

ferasyon aşaması (sürgün çoğaltma), 3. Köklendirme ve 4. Dış koşullara alıştırma ve seraya aktarma olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilmiştir.

3. 1. Kapitulum eksplantlarının sterilizasyonu ve sürgün rejenerasyonu

Gerbera bitkisinin yoğun tüylere sahip olması, doku kültürü çalışmalarında kontaminasyonu da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle çalışmanın ilk aşaması olarak etkin bir çoğaltım prosedürünün vazgeçilmez parçası olan sterilizasyon için öncelikle bir deneme grubu kurularak bu problemin üstesinden gelinmesi amaçlanmıştır.

İlk olarak taban çapı 1.5 cm olan açılmamış çiçek tomurcukları bitkilerin üzerinden toplanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. *Kültüre almak için uygun gelişme dönemindeki 1.5 cm çapına sahip gerbera çiçek tomurcukları (Kapitulumlar).*

Toplanan çiçek tomurcukları, 10 dakika süreyle 1-2 damla antibakteriyel sabun (Protex) ve Tween-20 ile sterilize edilmiş, ardından da 15-20 dk akan su altında durulanmıştır. Durulanan kapitulumlar kabin içerisine getirilerek ikinci bir sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Bunun için öncelikle %20 NaOCl (Sodyum Hipoklorit) ve 3-4 damla Tween-20'de 20 dk boyunca karıştırılmış; daha sonra steril distile suda 3 kez 5'er dakika çalkalanıp durulanmıştır. Ancak bu sterilizasyon işleminden geçen kapitulumlar hiçbiri yaşam belirtisi göstermediği için farklı ve yeni bir deneme kurulmuştur.

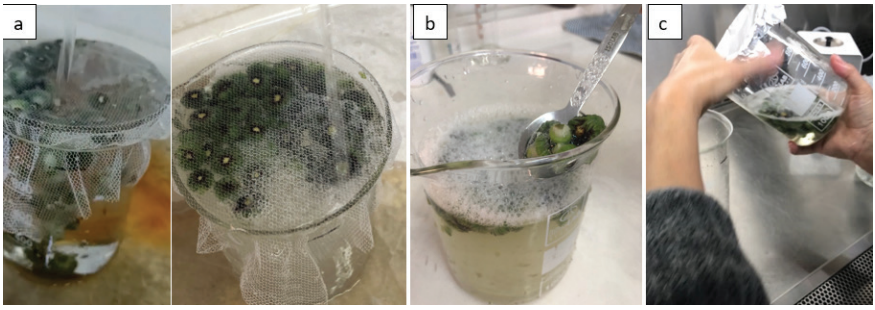
Yeniden tasarlanan yüzeysel dezenfeksiyon çalışmasında üç farklı uygulama denenmiştir. 108 adet kapitulumun kullanıldığı çalışmada dikim sırasında her bir çiçek tomurcuğu sterilizasyon denemesinde eşit olarak

dağıtılmıştır. Üç farklı uygulamaya 108'er adet eksplant (36'şar adet kapitulum) yerleştirilmiştir. Kapitulumların sterilizasyonu için aşağıda verilen yöntemler her biri ayrı uygulama grubu olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 4).

1. Sterilizasyon: 10-15 dk akan suda antibakteriyel sabun ile yıkamanın ardından, %70 etil alkolde 1 dk bekletme, durulama (3 kez 5 dk), %0.1 $HgCl_2$ (6 dk), 4-5 kez saf suda durulama (5dk),

2. Sterilizasyon: 10-15 dk akan suda antibakteryel sabun ile yıkamanın ardından, %70 etil alkolde 1 dk bekletme, durulama (3 kez 5 dk), %1 PPM® (plant preservation mixture) (10 dk), durulama (3 kez 5 dk), %0.1 $HgCl_2$ (3-4 dk), durulama (3 kez 5 dk).

3. Sterilizasyon: 10-15 dk akan suda antibakteriyel sabun ile yıkamanın ardından, %70 etil alkolde 1 dk bekletme, durulama (3 kez 5 dk), %20 'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde (75 dk), Durulama (3 kez 5 dk), 3 ml/L imazalil (15 dk), durulama (3 kez 5 dk).



Şekil 4. *Gerbera kapitulumlarının çeşme suyu altında yıkanması (a), civa klorür ile sterilizasyonu (b), sodyum hipoklorit ile sterilizasyonu (c) işlemlerinden görünümler.*

Diğer taraftan doku kültürü çalışmasında kullanılacak olan ekipmanlar ile besin ortamları 121 °C sıcaklık ve 1 atm basınç altında 15 dakika süre boyunca otoklavda steril edilmiştir. Besin ortamlarının kaplara dağıtılması işlemi steril laminar kabin içerisinde, Magenta kaplarına 30'er ml olacak şekilde yapılmıştır.

Çalışmada ana besin ortamı olarak MS (Murashige ve Skoog, 1962) kullanılmıştır. Sterilizasyon işleminin devamında kapitulumlar 6 farklı besin ortamı bileşimine yerleştirilmiştir. Kullanılan ortamlarda IAA (Indol-Asetik Asit) miktarı sabit tutularak, BAP (Benzil Aminopürin) ile sakkaroz miktarları değiştirilmiş ve sürgün oluşumuna etkileri incelenmiştir. Tüm uygulamalarda besin ortamlarının pH değeri 5.7-5.8 olacak şekilde ayarlanmış, tümüne 0.1 mg L^{-1} IAA ilavesi yapılmış ve jelleştirici ajan olarak da 7 g L^{-1} agar kullanılmıştır.

B1. MS + 0.1 mg L^{-1} IAA + 2 mg L^{-1} BAP + 10 g sakkaroz

B2. MS + 0.1 mg L^{-1} IAA + 4 mg L^{-1} BAP + 10 g sakkaroz

B3. MS + 0.1 mg L^{-1} IAA + 8 mg L^{-1} BAP + 10 g sakkaroz

B4. MS + 0.1 mg L^{-1} IAA + 2 mg L^{-1} BAP + 20 g sakkaroz

B5. MS + 0.1 mg L^{-1} IAA + 4 mg L^{-1} BAP + 20 g sakkaroz

B6. MS + 0.1 mg L^{-1} IAA + 8 mg L^{-1} BAP + 20 g sakkaroz

Tüm sterilizasyon ve besin ortamı kompozisyonu uygulamalarında 108 kapitulum kullanılmıştır. Çiçek tomurcukları yüzeysel dezenfeksiyon işleminin ardından 4 eşit parçaya bölünmüş ve toplamda 432 eksplant olarak kültüre alınmıştır. 3 farklı sterilizasyon uygulamasına tabi tutulan eksplantlar, 6 farklı besin ortamına dikilmiştir. Toplam 18 uygulamanın her birinde 24 adet eksplant bulunacak şekilde deneme planlanmıştır (Çizelge 1, Şekil 5).

Çizelge 1. *Farklı sterilizasyon uygulamaları ve besin ortamlarının sürgün oluşumuna etkisi*

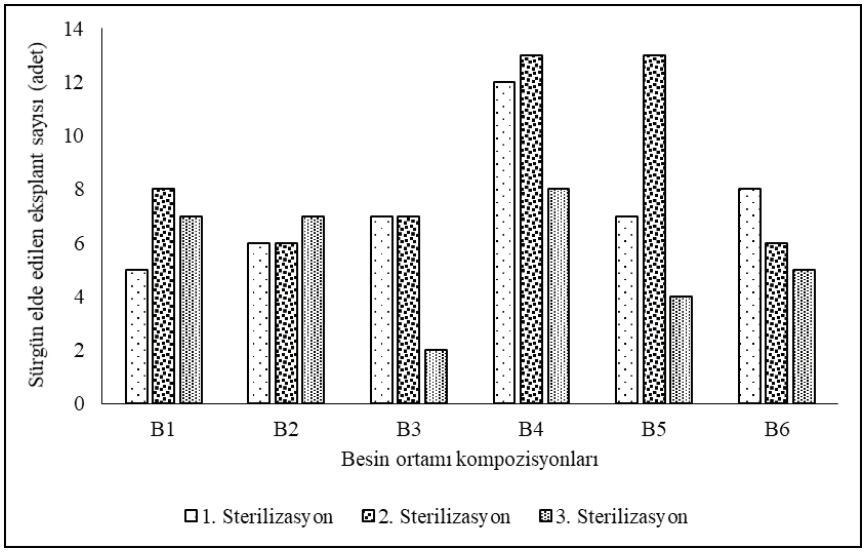
Besin Ortamları		**Sürgün elde edilen eksplant sayısı**				
		%0.1 $HgCl_2$ 6 dk (1.Sterilizasyon)	**PPM® +%0.1 $HgCl_2$ 6 dk (2.Sterilizasyon)**	**75 dk sodyum imazalil (3. Sterilizasyon)**	**Toplam sürgün oluşan eksplant (adet)**	**Sürgün oluşturma oranı (%)**
B1	MS+2 mg L^{-1} BAP +10 g sakkaroz	5	8	7	20	27.77
B2	MS+4 mg L^{-1} BAP +10 g sakkaroz	6	6	7	19	26.39
B3	MS+8 mg L^{-1} BAP +10 g sakkaroz	7	7	2	16	22.22
B4	MS+2 mg L^{-1} BAP +20 g sakkaroz	12	13	8	33	45.83
B5	MS+4 mg L^{-1} BAP +20 g sakkaroz	7	13	4	24	33.33
B6	MS+8 mg L^{-1} BAP +20 g sakkaroz	8	6	5	19	26.39
	Toplam	45	53	33	131	30.32
	Sağlıklı eksplant oranı (%)	31.25	36.80	22.91		

Besin ortamları bazında bir değerlendirme yapıldığında; üzerinde sürgün farklılaşması meydana gelen kapitulum eksplantları bakımından en yüksek miktar, tüm sterilizasyon denemeleri için toplamda 33 sürgün ile B4 ortamından, 24 sürgün ile de B5 ortamından elde edilmiştir. BAP'nin 8 mg L^{-1} dozunda kullanıldığı B3 ve B6 no'lu ortamlar üzerinde

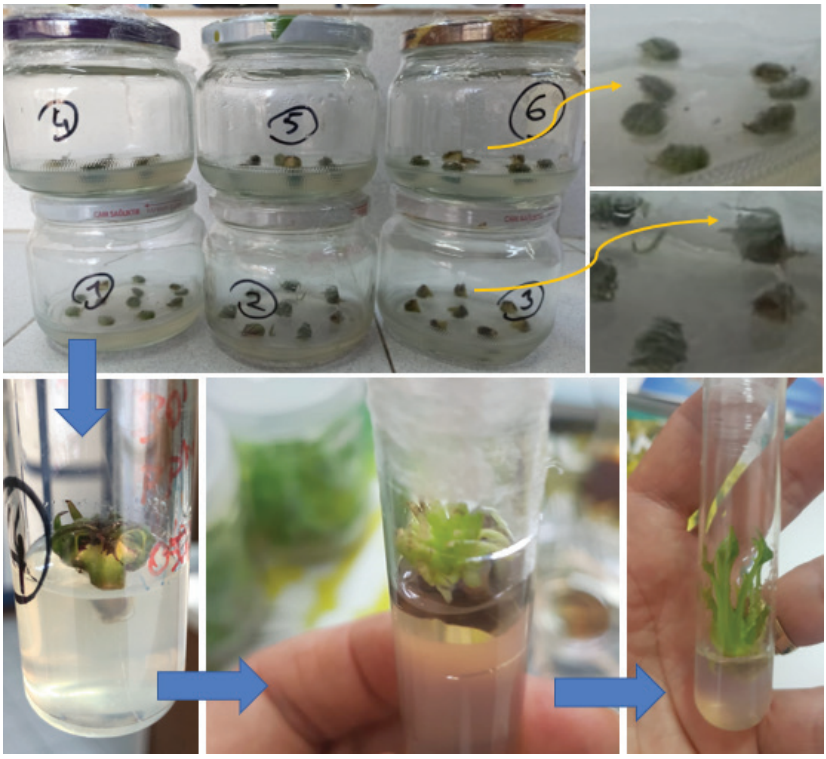
meydana gelen sürgün ve yeşil yapraklarda 'vitrifikasyon (camsılaşma)' gözlenmiştir.

Yüzeysel sterilizasyon bazında bir değerlendirme yapıldığında ise en etkili yöntemin %0.1 PPM® + %0.1 Civa Klorür ($HgCl_2$) olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, tüm sterilizasyon uygulamaları içerisinde en az kontaminasyon görülen ve %36.8 oranında sağlıklı eksplant elde edilen bu uygulamanın hemen ardından sadece %0.1 Civa klorür uygulaması gelmektedir. Bu uygulamada da toplam %31.25'lik bir oranda sağlıklı eksplant elde edilmiştir. Başlangıçta elde edilen bu eksplant sayısı düşük olarak algılansa da, materyalin sürgün çoğalma aşamasındaki yatkınlığı ve başarısı, başlangıçtaki kurulum aşamasında bu düşük görünen sağlıklı eksplant oranının aslında yeterli bir nitelik taşıdığını, çalışmanın ilerleyen aşamalarında ortaya koymuştur. 100 eksplanttan 30 adet sağlıklı başlangıç materyalini *in vitro* kültüre alabilmiş olmak, gerbera için tarafımızca yeterli bulunmuştur. Şekil 6'dakapitulumların kültüre alınışı ve bunlardan sürgün rejenerasyonu aşamaları gösterilmiştir.

Gerbera bitkisinin kapitulumlarından ortamlara dikilen eksplantların sürgün verme başarısı, bu uygulama kapsamında %30.32 olarak belirlenmiştir. Kapitulum eksplantları, büyüme düzenleyici maddelerin eklenmesiyle oluşturulan besin ortamlarında kültüre alınmıştır. Kapitulum eksplantlarından ilk sürgün çıkışı yaklaşık 28-30 gün sonra gerçekleşmiştir. B4 ortamı, ilk kurulum için optimum seviyede büyümeyi sağlamıştır.



Şekil 5. *Farklı sterilizasyon uygulamaları ve besin ortamı kompozisyonlarının sağlıklı eksplant gelişimi ve sürgün oluşturma üzerine etkisi.*



Şekil 6. *Gerberada kapitulum eksplantlarından sürgün rejenerasyonuna ait görüntüler.*

Gerbera'da, *in vitro* büyüme ve morfogenesis, besin ortamlarında sağlanan büyüme düzenleyicilerinin etkileşimi ve dengesi ile düzenlenmektedir (George ve Sherrington, 1984). Gerbera'da da çoklu sürgün indüksiyonunu sağlamak için araştırıcılar tarafından sitokininler ve oksinlerin çeşitli kombinasyonları denenmiştir (Murashige ve ark., 1974; Schiva ve ark., 1982; Barbosa ve ark., 1993). 2000-2022 yılları arasında gerbera türünde yapılan doku kültürü çalışmalarından bazıları Çizelge 2'de özetlenmiştir. Çizelgede gerbera çoğaltımında son 20 yıl içinde yapılan belli başlı doku kültürü çalışmalarında çoğaltım için kullanılan büyüme düzenleyicileri cins ve kombinasyonları ile elde edilen sonuçlara kısaca değinilmiştir.

Doku kültürü çalışmalarında eksplant tipi, bulunduğu evre, kullanılan besiyeri ve biyokimyasal bileşimi, fitohormonların varlığı ve miktarları eksplantların *in vitro* davranışlarına karar vermektedir (Rashmi ve ark., 2018). Kapitulum eksplantları, sürgün ucu eksplantlarına göre hem daha az kontamine olması hem de daha fazla sürgün vermesi bakımından tercih sebebidir (Pierik ve ark., 1975; Topoonyanont ve Dillen, 1988; Shabanpour ve ark., 2011; Bhatia ve ark., 2012). Çalışmamızda da kullanılan kapitulum eksplantları, 3 farklı sterilizasyon uygulamasına maruz bırakılmış ve 6 farklı besin ortamına dikilmiştir. Kontaminasyonun en az görüldüğü

sterilizasyon uygulamasının 2. uygulama olduğu belirlenmiştir (10 dk %0.1 PPM® + 3-4 dk %0.1 $HgCl_2$). Gerbera doku kültürü çalışmalarında kullanılan en etkili kimyasal maddelerin başında $HgCl_2$ geldiği bilinmektedir. %0.1 olarak belirlenen uygulama dozu, farklı araştırıcılar tarafından farklı sürelerde (2-10 dk) denenmiştir (Tyagi ve Kothari, 2004; Son ve ark., 2011; Shabanpour ve ark., 2011; Rashmi ve ark., 2018). Çalışmamızda da %0.1 $HgCl_2$ 6 dakikalık iki farklı uygulama süresine maruz bırakılmış ve 6 dakika boyunca sterilize edilen eksplantlarda sağlıklı eksplant oranı %30'luk kabul edilebilir sınırın üzerinde kalmıştır.

Çizelge 2. *2000-2022 yılları arasında gerberada yapılan bazı in vitro çoğaltım çalışmalarının kısa özetleri*

Eksplant Türü	**Kültür Koşulları**	**Besin Ortamları**	**Elde edilen sonuçlar**	**Kaynak**
Yaprak	pH: 5.8 Sıcaklık: 23 °C Işık: 60 mol $m^{-2}s$ Fotoperiyot: 16 saat aydınlık/8 saat karanlık	Kallus oluşumu için, MS+0; 0,2; 0,4; 1,0 ve 4,0 mg L^{-1} NAA+BAP+ 30mg L^{-1} sükroz+10 mg L^{-1} agar içeren besin ortamında 4 hafta süreyle tutulmuştur. Kallus çoğaltımı için, MS+ 0, 1, 2 ve 4 mg L^{-1} NAA+BAP içeren ortamlar kullanılmıştır. Köklendirme için de NAA, IAA veya hormonsuz MS ortamına aktarılmıştır.	Optimal kallus oluşumu; MS+0.4 mg L^{-1}+BAP+4.0 mg L^{-1} NAA+30mg L^{-1} sakkaroz, 10 mg L^{-1} agar içeren ortamda gerçekleşmiştir. Optimal kallus çoğaltımı; MS+2 mg L^{-1} NAA ve 1 mg L^{-1} BAP (%83.3 oranında gelişim göstermiş) içeren ortamda gerçekleşmiştir. Köklenme, tüm ortamlarda olumlu yanıt vermiş olup toprağa aktarımda başarı oranı%95 olarak bulunmuştur.	Aswath ve Choudhary (2002a)
Sürgün ucu	pH:5.7-6.7 Sıcaklık: 23 °C Fotoperiyot: 16 saat aydınlık/8 saat karanlık	Sürgün oluşumu için, ½ MS+Kinetin ve BA'nın değişik konsantrasyonlarda uygulandığı hormon kombinasyonları kullanılmıştır. Köklenme için sürgünler, her 8 haftada bir ½ MS+0,5 mg L^{-1} 2,4-D ortamına aktarılmıştır.	En yüksek sürgün verimi, hormonsuz ½ MS ortamında olurken; en düşük sürgün verimi ise, ½ MS +Kinetin+BA kombinasyonlu büyüme ortamında gözlenmiştir. En iyi köklenme, ½ MS+0,5 mg L^{-1} 2,4-D kombinasyonunda gerçekleşmiştir (5-6 hafta). Köklenme, tüm ortamlarda olumlu yanıt vermiş olup toprağa aktarımda başarı oranı %100 olarak bulunmuştur.	Aswath ve Choudhary (2002b)
Yaprak ve kapitulum eksplantı		Kallus oluşumu için, farklı konsantrasyonlarda KIN ve IAA ile desteklenen farklı MS besin ortamları (MS, MSI, MSA) kullanılmıştır. Organojenik kallusun hızlı çoğalması için ise 2 mg L^{-1} KIN+0.5 mg L^{-1} PAA içeren ortam tercih edilmiştir.	Her üç besiyerinde de sürgün indüksiyonu sağlanmıştır. Ancak 4 mg L^{-1} KIN+ 0.5 mg L^{-1} IAA ile desteklenen MSI ortamı, kapitular bölümlerden sürgün tomurcuk başlangıcı (8-11) için en uygun ortam olmuştur. Kapitulumdan oluşan sürgün sayısı (10/ eksplant), yaprak eksplantından oluşanlardan fazla bulunmuştur (6.8/eksplant). En iyi *in vitro* köklenme ortamı MS+0.5 mg L^{-1} IAA'dır.	Tyagi ve Kothari (2004)
Disk çiçek Ray çiçek Taç yaprak		Kallus indüksiyonu için, NAA ve 2,4-D'nin değişen dozlarıyla desteklenmiş MS ortamları kullanılmıştır. Sürgün rejenerasyonu için, BAP ve IAA'nın değişen dozlarıyla desteklenmiş MS ortamları denenmiştir.	En yüksek kallus indüksiyonu, sırasıyla MS+1.5 mg L^{-1} NAA, 2 mg L^{-1} NAA ve 2 mg L^{-1} 2, 4-D içeren ortamlarda; En yüksek kallus üreten sürgün sayısı ve kallus başına en yüksek ortalama sürgün sayısı, MS+2 mg L^{-1} BA + 0,5 mg L^{-1} IAA ortamlarında; Sürgün rejenerasyonu 2 mg L^{-1} BA ve 0.5 mg L^{-1} IAA içeren MS ortamında elde edilmiştir. Dış koşullara alıştırma aşamasında, saksılara transfer edilen bitkiciklerin 30 gün sonra hayatta kalma oranı %56-60 olarak bulunmuştur.	Kumar ve Kanwar (2005)

Çizelge 2 (devam). *2000-2022 yılları arasında gerberada yapılan bazı in vitro çoğaltım çalışmalarının kısa özetleri*

Enine ince hücre tabakası kültürü	pH 5.8, 25 °C sıcaklık, 3000 lux beyaz floresan ışığı altında 12 saatlik fotoperiyot koşullarında inkübasyon	Sürgün oluşumu için, (0.01–1.0 mg L^{-1}) TDZ+MS kullanılmıştır. Adenin ve hindistancevizi suyu (CW) gibi organik bileşenler de kullanılmıştır. Köklenme için, ½ MS+1 mg L^{-1} IBA besin ortamı seçilmiştir.	Sterilizasyon, 15 dk My Hao deterjanı (Viet Nam) + 25 dk %7 (a/h) $Ca(ClO)_2$+durulama şeklinde yapılmıştır. Sürgün rejenerasyon oranı %57, En düşük kallus indüksiyon oranı %5 ve en yüksek sürgün rejenerasyon oranı %95 olarak belirlenmiştir.	Nhut ve ark. (2007)
Genç kapitulum	21±2°C sıcaklık; 40 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ışınım altında 16//8 saat fotoperiyot	TDZ'nin genç kapitulumdan sürgün üretimine etkisi ilk kez incelenmiştir. Bu amaçla, MS+0.01, 0.1, 0.5 ve 1 mg L^{-1} TDZ şeklinde hazırlanan hormon kombinasyonları denenmiştir.	En fazla sürgün sayısı, MS+0.5 ve 0.1 mg L^{-1} TDZ içeren ortamda 4.5 sürgün/eksplant ile Jaimy çeşidinden elde edilmiştir. En uzun boylu sürgün oluşumu, 1 mg L^{-1} TDZ'de (ortalama yükseklik 2.6 cm) ve en kısa sürgün oluşumu ise 0.01 mg L^{-1} TDZ (0.85 cm) içeren MS'ten alınmıştır.	Rabori ve Ghazvini (2007)
Yaprak ve petiol eksplantı	16 saat aydınlık/8 saat karanlık fotoperiyot, 25 °C sıcaklık	*In vitro* rejenerasyon için, MS+BAP (0.5-2.0 mg L^{-1}), NAA (0.5-1.0 mg L^{-1}) ortamı; *in vitro* köklenme için MS+BAP, 2,4-D, NAA, zeatin, IAA ve 2iP ortamları kullanılmıştır. Adventif sürgün rejenerasyonu için, MS+ 2.0 mg L^{-1} BAP+0.5 mg L^{-1} NAA; Kallus oluşumu için, MS+1.0 mg L^{-1} BAP+2.0 mg L^{-1}+2, 4-D içeren ortam kullanılmıştır.	1.0 mg L^{-1} BAP ve 2.0 mg L^{-1} 2, 4-D içeren MS ortamındaki yaprak eksplantlarından kallus oluşumu sağlanmıştır. Petiol segmenti, bu türün rejenerasyonu için en iyi eksplant olarak tanımlanmıştır. Rejenere bitkiler MS ortamında köklendirilmiştir. Bitkicikler daha sonra %75 hayatta kalma oranı ile araziye transfer edilmiştir.	Hasbullah ve ark. (2008)
Kapitulum segmenti	16 saat aydınlık/8 saat karanlık fotoperiyot, 25 °C sıcaklık	Sürgün oluşumu için değişen konsantrasyonlarda BA ve IAA içeren MS ortamı; çoğaltım aşamasında NAA kullanılmıştır. Dış koşullara alıştırma için, 0, 5, 10, 15, 20 ve 25 gün boyunca için %80-90 bağıl nemde tutulmuşlardır.	Sürgün oluşumu için ideal kombinasyonun MS+2.87 uM IAA+8.88 uM BA; sürgün çoğaltımı için de MS+ 2.68 µM NAA olduğu belirlenmiştir.	Chakrabarty ve Datta (2008)
Kapitulum eksplantı	pH: 6 25 ± 2ºC sıcaklık, 16/8 saatlik fotoperiyot,	Bunun için de MS + 6.0 mg L^{-1} BAP+ 0.0; 2.0 veya 4.0 mg L^{-1} NAA şeklinde hazırlanan ortamlarda kapitulumlar kültüre alınmıştır.	MS +6.0 mgL^{-1} BAP+ 4.0 mg L^{-1} NAA ortamında en iyi sonuç elde edilmiştir (3.2 sürgün ve 6.6 yaprak)	Rezende ve ark. (2008)
Kapitulum	7200 lux veya 97.2 µ mol m2 s) 16 saat aydınlık/8 saat karanlık fotoperiyot	Sterilizasyon için, 15-20 dakika Teepol+5 dakika karbendazim (%0.1) +7 dk %0.1 $HgCl_2$ uygulanmıştır. Kültür oluşumu için MS+ (3, 5 ve 10 mg L^{-1}) BAP + 0.1 mg L^{-1} IAA; sürgün rejenerasyonu için MS+1, 2 ve 3 mg L^{-1} BAP ve 0.1 mg L^{-1} NAA; köklenme için, MS+ 0.5, 1 veya 2 mg L^{-1} NAA ortamları denenmiştir.	Arianna çeşidinde optimum gelişim MS+3 mg L^{-1} BAP ortamında; Tobia çeşidinde MS+2 mg L^{-1} BAP ortamında alınmıştır. Köklenmeye en iyi yanıt, Bonnie çeşidinde %76 köklenme oranı ile 17.6 günde ve en fazla kök sayısı (5.8) ile 2 mg L^{-1} NAA ile MS ortamında gerçekleşmiştir.	Son ve ark. (2011)

Çizelge 2 (devam). *2000-2022 yılları arasında gerberada yapılan bazı in vitro çoğaltım çalışmalarının kısa özetleri*

Sürgün ucu kültürü		Besiyeri sterilizasyonu için %0, %0.0025, %0.0050, %0.0075 ve %0.010 oranında ClO_2 ile Kontrol grubu olarak otoklavlanmış ortam kullanılmıştır. Eksplant gelişimi için MS (3% SCR) + 1.0 mg L^{-1} BA içeren ortam tercih edilmiştir.	Kültür ortamını sterilize etmek için %0.0025 ClO_2 kullanımının, mikro çoğaltma aşamasına bakılmaksızın otoklavlanmış ortama göre daha iyi bitki gelişimi ile sonuçlandığı belirlenmiştir.	Cardoso ve Texteira de Silva (2012)
Petiol, *İn-vitro* sürgün, Yaprak		Gama ışınımının eksplantlarda *in vitro* büyümeye, kallus, sürgün ve bitkicik oluşumuna etkisini araştırmak üzere üç farklı besiyeri kullanılmıştır. MS + 2.0 mg L^{-1} BA + 0.5 mg L^{-1} NAA MS + 2.0 mg L^{-1} BA + 0.5 mg L^{-1} NAA MS + 1.0 mg L^{-1} BA + 2.0 mg L^{-1} 2,4-D	Gama ışınlama dozu arttıkça bitki boyunda buna bağlı olarak kademeli bir düşüş gözlenmiştir. Taze kallus ağırlığı (%89.7±0.5) kontrol grubuna kıyasla 2,0 mg L^{-1} BAP ve 0.5 mg L^{-1} NAA ile desteklenmiş MS ortamında %76.4±2.2'ye düşmüştür.	Hasbullah ve ark. (2012)
Apikal meristemler, Vejetatif tomurcuklar		Apikal meristemden sürgün indüksiyonu için 1-10 mg L^{-1} arasında değişen farklı BAP konsantrasyonları; vejetatif tomurcuktan sürgün indüksiyonu için ise değişen konsantrasyonlarda BAP ve IAA içeren MS ortamları kullanılmıştır. Sürgün çoğaltımı için MS ortamı ya BAP ile tek başına ya da NAA ve KIN ile birlikte kullanılmış, Köklenme için, 1 ile 10 mg L^{-1} arasında değişen miktarlarda NAA içeren MS ortamı hazırlanmıştır.	Apikal meristemden en iyi sürgün oluşumu (%90), 10 mg L^{-1} BAP içeren MS ortamından; vejetatif tomurcuktan ise (%80) 8.8 µM BAP + 2.87 µM IAA içeren MS ortamından elde edilmiştir. En iyi sürgün çoğaltımı, 10 mg L^{-1} BAP içeren MS ortamında (%90) belirlenmiştir. En iyi köklenmenin MS+10 mg L^{-1} NAA ortamında olduğu, ortalama kök uzunluğunun ise 5cm olarak ölçüldüğü bildirilmiştir.	Naz ve ark. (2012)
Petal	25 ± 2°C sıcaklık, 16/8 saatlik fotoperiyot, 50-60 mmol/m^2/s floresan lamba; 40W	Sterilizasyon için, deterjan (Teepol, Tween-20). fungusit (Carbendazim + Mancozeb, Bavistin), 0.2% (w/v). % 0.1 $HgCl_2$ kullanılmıştır. Doğrudan sürgün rejenerasyonu için MS+1 mg L^{-1} BA+ 1 mg L^{-1} Kinetin; dolaylı sürgün rejenerasyonu için de MS+2 mg L^{-1} 2,4-D+ 0,5 mg L^{-1} IAA+ 2 mg/L BA ortamları kullanılmıştır.	Doğrudan sürgün rejenerasyonunda sürgün uçları 2 hafta içinde büyüyerek 2 cm uzunluğa ulaşırken; dolaylı sürgün rejenerasyonu ancak 4-5 haftada başlamıştır. Köklenme için, 4-5 cm uzunluğundaki *in vitro* sürgünlerin, sürgün tabanlarının 2.000 mg L^{-1} IBA çözeltisine 3-5 saniye hızlı daldırma, bunun ardından çiftlik gübresi, toprak ve kum içeren saksılara aktarılması yöntemi kullanılarak sonuca ulaşılmıştır.	Minerva ve Kumar (2013)
Kapitulum		Eksplantların yüzey sterilizasyonu için, H_2O_2 ve 2 dakika %0.1 $HgCl_2$ kullanılmıştır. Çoğalmanın başlatılması için, Arka Ashwa çeşidine ait kapitulumlar 60 parçaya ayrılarak ve MS+ 1, 2 veya 3 mg L^{-1} BAP; MS+ 1 mg L^{-1} BAP + 0.1 mg L^{-1} NAA; MS+2 mg L^{-1}BAP + 0.2 mg L^{-1} NAA; MS+3 mg L^{-1} BAP + 0.3 mg L^{-1} NAA ortamlarına aktarılmıştır.	En yüksek sürgün yenileme MS+3.0 mg L^{-1} BAP+0.3 mg L^{-1} NAA besin ortamına ekilen/dikilen Arka Ashwa (%70.0) çeşidinde görülmüştür.	Rashmi ve ark. (2018)

Çizelge 2 (devam). *2000-2022 yılları arasında gerberada yapılan bazı in vitro çoğaltım çalışmalarının kısa özetleri*

Sürgün ucu	Beş gerbera çeşidi sürgün çoğaltma için 10, 12 ve 16 saatlik fotoperiyot uygulamalarına tabi tutulmuştur.	Eksplantlar, MS+0.5 mgL^{-1} BA+ 30 mg L^{-1} sakkaroz, 10 mg L^{-1} agar içeren ortamlarda kültüre alınmıştır.	Fotoperiyodun 16 saatten 12 saate düşürülmesi, çalışmada kullanılan tüm çeşitlerde sürgün çoğalmasını %41.8-%97.2 oranında artırmıştır.	Cardoso (2018)
Kapitulum	pH: 5.7 Kültürler önce 2 hafta karanlıkta, ardından 40.5 µmol m^{-2} s^{-1} yoğunlukta ve 16/8 saatlik fotoperiyodik döngüde ve 25±2°C sıcaklıkta inkübe edilmiştir.	Standart sterilizasyonun ardından kabin içerisine alınan eksplantlar, antioksidan solüsyon olarak 150 mg L^{-1} sitrik asit ve 100 mg L^{-1} askorbik asit eklenmiş %15 sodyum hipoklorit ve 2 damla tween 20 karışımında 20 ile 30 dakika boyunca sürekli çalkalanıp, süre sonunda durulanmıştır. *In vitro* sürgün rejenerasyonu için MS+0, 2, 4, 6 ve 10 mg L^{-1} BAP ortamı; *in vitro* köklenme için de MS+0, 0.5, 1, 2 mg L^{-1} IBA ortamı kullanılmıştır.	En yüksek sürgün/eksplant sayısı (4.77 sürgün), MS+4 mg L^{-1} BAP ortamında, görülmüştür. Katı ortam, sıvı ortama oranla (1.53) önemli ölçüde daha fazla sürgün/eksplant (2.37) vermiştir. BAP içermeyen ortamda sürgün oluşumu görülmemiştir. Kapitulumun 8 parçaya ayrılması ile, yanıt veren eksplantların en yüksek yüzdesi %76.6'ya ve eksplant başına en yüksek sürgün sayısı ise 6.55'e ulaşmıştır. En yüksek köklenme yüzdesi (%86.6) 2 mg L^{-1} IBA uygulamasından elde edilirken, en düşük köklenme yüzdesi (%66.6) kontrol grubunda olmuştur. 2 mg L^{-1} IBA uygulaması, sürgün başına en yüksek kök sayısını (8.8) verirken; en düşük kök sayısı (2.1) kontrol grubunda gözlenmiştir. 0.5 mg L^{-1} IBA uygulaması en yüksek kök uzunluğunu (20.7 mm) vermiştir.	Mohamed ve Hamad (2021)

MS: Murashige ve Skoog (1962) ortamı, NAA: Naftalenasetik asit, BA: Benzil adenin, BAP: benzil amino pürin, IAA: Indol-3-asetik asit, IBA: Indol-3-bütirik asit, 2,4-D: 2,4 Diklorofenoksiasetik asit, KIN: Kinetin, TDZ: Tidiazuron, 2iP 6: (γ,γ-dimetillallylamino) pürin, PAA: Fenil asetik asit

Çalışmamızda, materyalin yüzeysel sterilizasyonu sırasında PPM® kullanımı, enfeksiyonları önleme konusunda katkıda bulunmuş görünmektedir. Bu katkı sayesinde daha az süre ağır metal çözeltisine maruz kalan eksplantlarda hayatta kalan eksplant oranı da artmıştır. Bitki Koruyucu Karışım (PPM®), bitki doku kültürü için geniş spektrumlu bir biyosittir. PPM®, hava kaynaklı, su kaynaklı ve endojen (dokusal) mikrobiyal kontaminasyona karşı kullanılan, yüzeysel sterilizasyon esnasında veya besin ortamlarında katkı maddesi olarak yer alabilen bir enfeksiyon önleyicisidir. Patentli bir bileşim olan bu kimyasal hakkında detaylı bilgi Anonymous (2022c) kaynağında yer almaktadır. Gerberanın yüzeysel sterilizasyonunda kullanımı, temiz materyal elde edilmesini olumlu yönde etkilemiştir. Toksik bir bileşik olan $HgCl_2$'ün uygulama süresindeki artışa bağlı olarak bitkisel dokulara zarar verdiği ve bunun da eksplant gelişimini inhibe ettiği düşünülmektedir. Nitekim Ruchi ve Beura (2021) tarafından yapılan çalışmada, kapi-

tulum eksplantlarının yüzey sterilizasyonunda kullanılan %0.1 $HgCl_2$'ün uygulama süresi arttıkça fungal ve bakteriyel enfeksiyonun azaldığı ancak sürgünlerin hayatta kalma oranının düştüğü bildirilmiştir. Aşırı sterilizasyon olarak ifade edilebilecek bu durum, eksplantlarda doku ölümlerini artırmaktadır (Majid ve ark., 2014). Bu nedenle az sürede civa klorürde bekletme ve yardımcı olarak PPM ilavesi, gerbera kapitulumlarının yüzeysel sterilizasyonu için uygun bulunmuştur. Bununla birlikte PPM ilave olmadan farklı süreler ve dozlarda civa klorür ya da sodyum hipoklorit ile yapılacak yeni uygulamalar sonrasında yaşamaya devam eden ve sağlıklı gelişen temiz eksplant oranını artırmak amacıyla yeni çalışmalar da kurgulanabilir.

Sterilizasyon uygulamalarının ardından, dört eşit parçaya bölünen kapitulumlar 6 farklı içerikteki besin ortamlarına yerleştirilmiş ve sürgün gelişimi gözlemlenmiştir. 0.1 mg L^{-1} IAA miktarı sabit tutularak BAP (2, 4 ve 8 mg L^{-1}) ve sakkaroz dozları (10 g ve 20 g) değiştirilerek oluşturulan kompozisyonlar arasından 20 g sakkaroz miktarı, kapitulum eksplantlarından (eksplant başına düşen sürgün sayısı 0.351) sürgün gelişimi özelliği bakımından 10 g sakkaroz dozuna göre (eksplant başına düşen sürgün sayısı 0.254) daha iyi sonuç vermiştir.

Kapitulum eksplantlarından sürgün elde etmek amacıyla kurulan besin ortamı denemesinde, 2 mg L^{-1} BAP + 0.1 mg L^{-1} IAA ile 4 mg L^{-1} BAP + 0.1 mg L^{-1} IAA kombinasyonu ile hazırlanan besin ortamları eksplant gelişimini desteklemiştir. Shylaja ve ark. (2014) tarafından yapılan bir araştırmada, gerberanın ticari olarak çoğaltımı için, eksplant kaynağı olarak çiçek tomurcukları kullanılmış; 3 mg L^{-1} BAP + 0.1 mg L^{-1} NAA bulunan MS besin ortamında optimum büyümenin gerçekleştiği bildirilmiştir. Pierik ve ark. (1975) kapitulum eksplantlarından sürgün rejenerasyonunda sitokininlerin mutlaka gerekli olduğunu, özellikle de yüksek BAP ve düşük dozlarda oksin kullanımının sürgün rejenerasyonu için önemli olduğunu bildirmişlerdir. Uygulamalardan elde edilen sonuçlar, 3 mg L^{-1} BAP ile gerberada en yüksek sürgün rejenerasyonu oranlarına ulaşan Shailaja (2002)'nın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte Laliberte ve ark. (1985) Mardi Grass çeşidine ait kapitulum eksplantlarının 3 mg L^{-1} BAP konsantrasyonunda canlılığının ve sürgün sayısının azaldığını bildirmişlerdir. Burada sonuçları sunulan çalışmada da 4 mg L^{-1} ve üzerindeki dozlar, Yanara çeşidi için daha az tavsiye edilir bulunmuştur. Genel olarak gerberada doku kültürüne verilen tepkiler genotiplere bağlı olarak değişmekte ve bu özellik önceki bölümlerde ifade edildiği gibi birçok kaynakta belirtilmektedir. Bu nedenle ticari olarak mikroçoğaltım yapılması düşünülen genotip bazında çoğaltım prosedürünün optimize edilmesi, uygun büyüme düzenleyicilerinin cins ve dozlarının en başta belirlenmesinin gerekli görülmüştür.

3. 2. Alt kültüre alınan sürgünlerden adventif sürgün oluşumu (Proliferasyon aşaması)

Çalışmanın bu aşamasında kapitulum eksplantlarından elde edilen bitkiciklerden hazırlanan 2-2.5 cm'lik yapraklı tek sürgünler, önce 2 mg L^{-1} BAP ve 20 g L^{-1} sakkaroz bulunan MS ortamlarına aktarılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. *Kapitulumdan gelişen sürgünlerin (a), ayrılarak 2 mg L^{-1} BAP ve 20 g L^{-1} sakkaroz içeren MS ortamında kültüre alınması (b) ve bir ay sonraki çoğalmış görüntüsü (c).*

20 g L^{-1} sakkaroz içeren MS ortamında bir ay boyunca gelişmeleri sağlanan sürgünler, besin ortamına BAP ile birlikte 0.4 mg L^{-1} NAA ilavesinin ve çift doz FeEDTA'nın etkisini araştırmak amacıyla kurulan denemedeki bitkisel materyali oluşturmuşlardır. Yaprakların açık yeşil renkte oluşu, besin ortamına demir takviyesi yapılması gerektiği izlenimi verdiğinden bazı ortamlarda FeEDTA miktarı, MS reçetesinin 2 katı kullanılmıştır. Proliferasyon aşamasındaki her bir uygulama grubunda 1 litre besin ortamı için 30 g sakkaroz ve 7 g agar kullanılmış, pH ise 5.7 olacak şekilde ayarlanmıştır. Kullanılan besi yerlerinin bileşimi aşağıdaki gibidir:

MS1: MS + 2 mg L^{-1} BAP + 0.4 mg L^{-1} NAA + çift doz Fe EDTA

MS2: MS + 2 mg L^{-1} BAP + 0.4 mg L^{-1} NAA + tek doz Fe EDTA

MS3: MS + 2 mg L^{-1} BAP + çift doz Fe EDTA

MS4: MS + 2 mg L^{-1} BAP + tek doz Fe EDTA

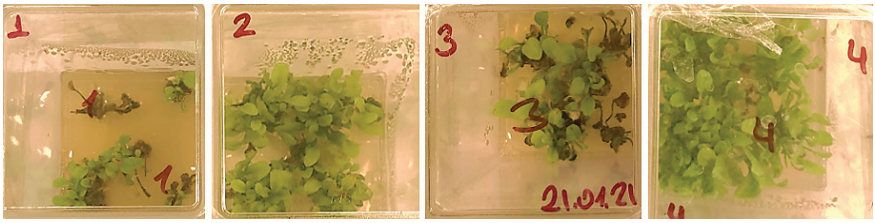
Çalışmanın bu aşamasında, 4 farklı besin ortamı, her birinden 14 adet Magenta kabı olacak şekilde hazırlanmış ve her bir kap içerisine 5 adet bitki dikilmiştir. Proliferasyon aşaması denemesinin kurulumuna ilişkin sürgünlerin alt kültüre alınmasına ait görüntüler Şekil 8'de yer almaktadır. Elde edilen sonuçlar ise Çizelge 3 ve Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 8. *Proliferasyon aşaması denemesinin kurulumunda kullanılan sürgünlerin alt kültüre alınması.*

Çizelge 3. *Besin ortamına BAP ile birlikte NAA ilavesi ve çift doz FeEDTA'nın gerbera sürgün proliferasyonu üzerine etkisi*

Besin ortamı bileşimi	MS1 (MS + 2BAP + 0.4 NAA + çift doz FeEDTA)	MS2 (MS + 2BAP + 0.4 NAA + tek doz FeEDTA)	MS3 (MS + 2BAP + çift doz FeEDTA)	MS4 (MS + 2BAP + tek doz FeEDTA)
Adventif sürgün sayısı/ eksplant (adet)	2.20±2.24	5.32±3.32	2.53±4.42	6.11±2.04
Proliferasyon görülen eksplant oranı (%)	18.5	87.1	30	88.5



Şekil 9. *Sürgün çoğaltma aşamasında kullanılan 4 ortam bileşimindeki sürgünlerin gelişimi (MS1: MS + 2BAP + 0.4 NAA + çift doz FeEDTA; MS2: MS + 2BAP + 0.4 NAA + tek doz FeEDTA; MS3: MS + 2BAP + çift doz FeEDTA; MS4: MS + 2BAP + tek doz FeEDTA).*

Alt kültürde sürgün çoğalması için MS4 ortamı optimum bulunmuştur. Bu kompozisyonda sürgünler normal ve sağlıklı olarak gelişim göstermiş ve iyi bir proliferasyon oranı (%88.5) elde edilmiştir. Sürgün başına 6.11±2.04 adet yeni adventif sürgün oluşmuş, bu özellik bakımından MS2 ortamı (5.32±3.32 adet sürgün) ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bununla birlikte NAA içeren ortamlardaki gelişme daha zayıf olarak değerlendirilmiş, oluşan sürgünler daha ufak yapılı meydana gelmiştir. Besin ortamına çift doz demir ilavesi yapılarak yaprak renginin daha koyu olması amaçlanmış olmakla birlikte, FeEDTA'nın fazla kullanımı gelişimi olumsuz etkilemiştir. Başka demir kaynakları, yeni

denemelerde bu amaçla değerlendirilebilir. En düşük proliferasyon oranı MS1 ortamında (%18.5) elde edilmiş ve burada adventif sürgün sayısı da 2.20±2.24 adet ile en düşük veriyi sağlamıştır. Bununla birlikte yine çift doz FeEDTA kullanılan ancak NAA bulundurmayan MS3 ortamı da bir miktar artış sağlasa da (2.53±4.42 adet sürgün ve %30 oran), demir katkısının MS reçetesinde bulunan dozdan fazla kullanılmaması uygun olacaktır. 4 farklı içerikteki ortamda gelişen gerbera sürgünlerinin ölçümleri sırasında alınan görüntüler Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. *Sürgün çoğaltım ortamlarındaki gerbera sürgün gelişimlerinin ölçü skalası ile birlikte görünümleri. 1) MS1 ortamı, 2) MS2 ortamı, 3) MS3 ortamı, 4) MS4 ortamı.*

Alt kültürlerde 2 mg L^{-1} BAP + 30 g L^{-1} sakkaroz içeren MS ortamı kullanımı, önceki kaynaklardakine benzer çoğaltım sağlamıştır. Sağlıklı ve gürbüz sürgünler elde edilmiştir. Şekil 11'de, en iyi gelişme ve sürgün çoğaltımının olduğu MS4 ve MS2 ortamlarındaki kültürlere ait toplu görüntülere yer verilmiştir.



Şekil 11. *MS2 ve MS4 no'lu ortamlarda gerbera sürgünlerinin çoğalmaları.*

3. 3. Köklenme aşaması

MS2 ve MS4 ortamlarındaki alt kültürlerde 4-5 cm'ye ulaşan *in vitro* gerbera sürgünleri kullanılarak *in vitro* ve *ex vitro* kök indüksiyonu amacıyla uygulamalar yapılmıştır.

i: In vitro kök indüksiyonu

Çalışmanın bu aşamasında, sürgün çoğaltım çalışmalarında en iyi gelişimin görüldüğü 2. ortam (MS2) ve 4. ortam (MS4)'dan gelen sürgünler ile devam edilmiş, söz konusu besin ortamlarındaki bitkicikler, köklenme için yeni ortamlara eşit sayılarda olacak şekilde aktarılmıştır. Besin ortamlarına 20 g L^{-1} sakkaroz ilave edilmiş ve pH 5.7'ye ayarlanmıştır. IBA'nın 0, 0.1 ve 0.5'lik varyasyonu sağlanan üç adet besin ortamı bileşimi elde edilmiştir. *In vitro* kök indüksiyonu hem köklenmenin gerçekleşmesi bakımından hem de kök uzunluğu bakımından incelenmiştir. K1-K3 arasında kodlanan ortamların bileşimleri şöyledir:

K1. Köklenme Ortamı: MS

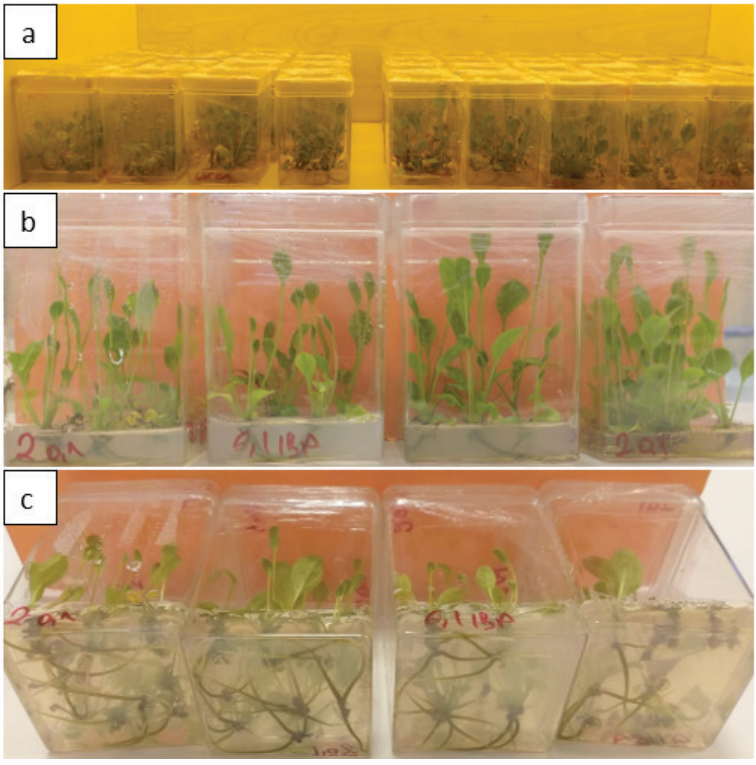
K2. Köklenme Ortamı: MS + 0.1 mg L^{-1} IBA

K3. Köklenme Ortamı: MS + 0.5 mg L^{-1} IBA

Kök oluşum oranı bakımından en başarılı uygulamalar; MS2+K1, MS4+K1 ve MS4+K3 olarak kaydedilmiştir. Bu ortamlarda bulunan bitkilerin tamamı (%100) köklenmiştir (Çizelge 4). MS4+K2 uygulamasında %96 oranında köklenme elde edilerek tamamı köklenenler gruba dahil edilmiştir. Sürgün proliferasyonu ortamında NAA ilavesi bulunan MS2 ortamından gelen sürgünlerin köklenme için IBA içeren ortamlara aktarılması ise (MS2+K2 ve MS2+K3) kök oluşum oranını bir miktar azaltmış, sırasıyla %82.5 ve %83 değerlerini vermiştir. Köklenmeye yatkın türlerde hormonsuz besin ortamlarının ve patta yarı kuvvette besin ortamlarının köklenmeyi teşvik ettiği bilgisiyle (Türközü ve ark., 2014) uyumlu bir sonuç elde edilmiştir. Köklenme uygulamalarının bulunduğu kültür koşulları, denemeye ait örnek bir uygulamadan görüntüler Şekil 12'de verilmiştir.

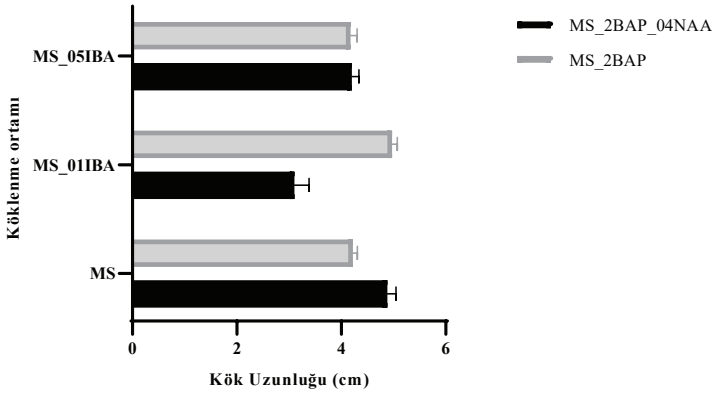
Köklenme Ortamı		MS2		MS4	
		% Kök oluşumu	Kök uzunluğu	% Kök oluşumu	Kök uzunluğu
K1	MS	%100	4.88±0.17	%100	4.22±0.09
K2	MS+0.1 IBA	%82.5	3.102±0.28	%96	4.97±0.1
K3	MS+0.5 IBA	%83	4.2±0.14	%100	4.18±0.12

Çizelge 4. *Köklenme uygulamalarının % kök oluşumu ve ortalama kök uzunluğuna etkisi*

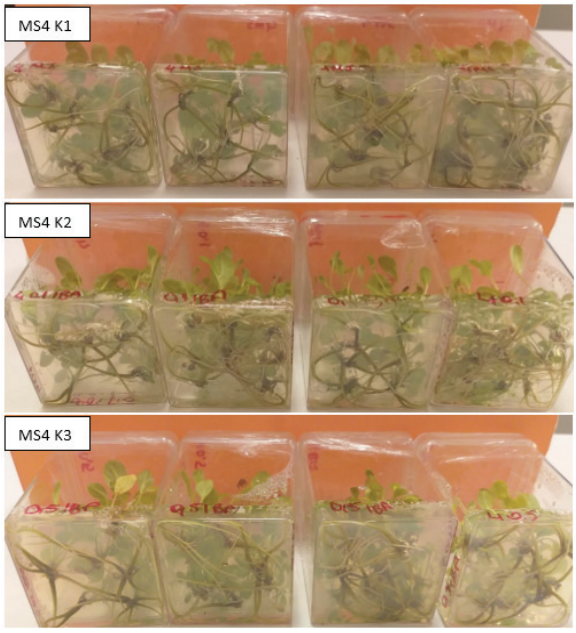


Şekil 12. *Köklendirme denemesinin iklimlendirme kabinindeki görünümü (a), MS2 K2 uygulamasındaki bitkiciklerin gelişimi (b), aynı uygulamadaki bitkiciklerin köklenmeleri (c).*

MS4 ortamında yetiştirilen ve daha sonra K2 (MS+0.1 mg L^{-1} IBA) köklenme ortamına alınan bitkiler, maksimum kök uzunluğuna (4.97±0.1) sahip olmuştur (Çizelge 4). Minimum kök uzunluğu ise, MS2 ortamında büyüyen ve daha sonra K2 ortamına alınan bitkilerde (3.10±0.28) tespit edilmiştir. Ortalama kök uzunluğu, hem sürgünlerin çoğaltıldığı ortamdaki NAA varlığından hem de daha sonra bitkiciklerin alındığı köklenme ortamlarındaki IBA varlığı ve dozundan etkilenmiştir (Şekil 13). Bu etki istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.01$). IBA katkısı, köklerin kalın ve dallanmış olmalarını sağlamıştır (Şekil 14).



Şekil 13. *Köklenme uygulamalarının in vitro sürgünlerde oluşan kök uzunluklarına etkisi.*

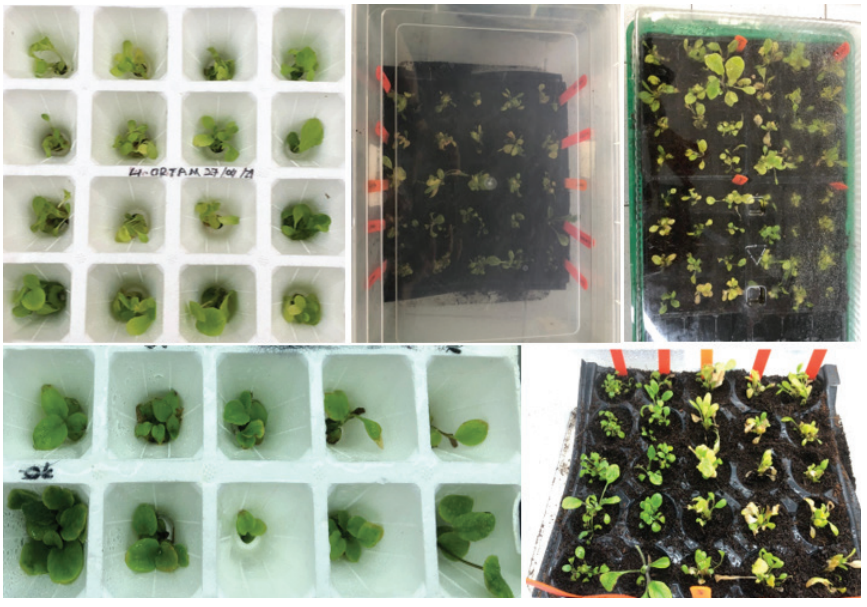


Şekil 14. *MS4 ortamından gelen sürgünlerin köklenme ortamlarındaki kök gelişimleri.*

Gerberanın *in vitro* koşullarda köklenmesi ve köklerin dallanarak uzaması için gereken süre, sürgünlerin ortama dikilmesinden sonra yaklaşık 30 gün olarak bildirilmektedir (Aswath ve Choudhary, 2002a; Cardoso ve Teixeira da Silva, 2012). Bu bulgular bizim çalışma sonuçlarımızla uyum içerisindedir.

***ii. Ex vitro* kök indüksiyonu**

Sürgün çoğaltma ortamlarında gelişen adventif sürgünler kullanılarak *ex vitro* köklendirme çalışması yapılmıştır. Bu amaçla MS1, MS2, MS3 ve MS4 ortamından 80'er adet sürgün, yarı yarıya Torf kültürüne ve Su kültürüne aktarılmıştır. Magentalardan çıkarılan sürgünler bistüri ile birbirinden ayrılmış ve tek sürgün haline getirilmiştir. Sürgünler bu aşamadan sonra torfta ve suda köklendirilmek üzere iki gruba ayrılmıştır. İlk grupta yer alan sürgünler, içerisinde steril edilmiş torf bulunan 55x70 mm'lik viyollere dikilmiştir. Bu viyoller 30 L'lik kapaklı saklama kaplarına konulmuş ve iklim odasına yerleştirilmiştir. Torf kültürü için 20'şer adet sürgün de kapaklı plastik mini seralara yerleştirilmiştir. İkinci grupta yer alan bitkiler de 35x35x62 sitrafor viyollerin 6x6 göz olacak şekilde kesilmesiyle oluşturulan taşıyıcılar içine yerleştirilmiş ve sitrafor viyoller, dışı siyah plastik örtü ile sarılı leğenlere doldurulan su üzerine bırakılmıştır. Böylece kurulan "durgun su kültürü yöntemi" ile bitkilerin köklenmesi amaçlanmıştır. *Ex vitro* köklendirme uygulamalarına ilişkin görüntüler Şekil 15'te verilmiştir.



Şekil 15. *Ex vitro köklendirme uygulamalarına ait durgun su kültürü ve torf kültürü uygulamalarına ait görüntüler.*

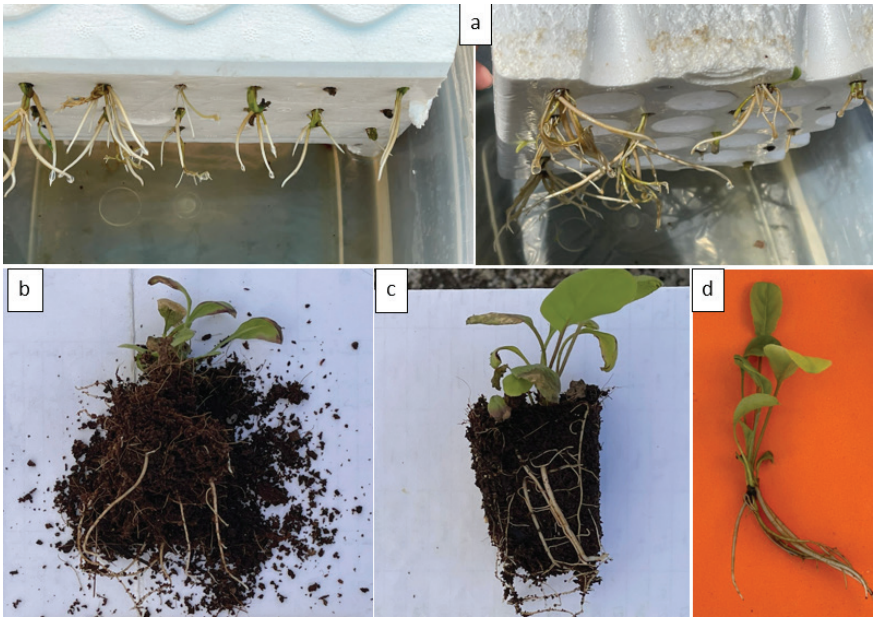
Köklenme denemesine alınan tüm bitkicikler için ortam koşulları eşit tutulmuştur. İklim odasının sıcaklığı 25 ±2°C, nemi %50-70 ve ışığı da beyaz serin 5000-6000 lux olan floresan lambalar ile sağlanmıştır. Bu süreç 4 hafta sürmüştür. 4 haftanın 1. haftasında saklama kaplarında bulunan bitkilere nem oranının düşmemesi için her gün sabah ve akşam olmak üzere günde 2 kez su ile spreyleme yapılmıştır. 2. hafta plastik kaplarda bulunan bitkiler aynı şekilde sabah akşam spreylenerek kapakları %30 oranında açık bırakılmıştır 3. hafta da spreyleme günde bir kez yapılmış ve kapaklar %60 oranında açık bırakılmıştır. 4. ve son haftada ise spreyleme yapılmamış olup kapaklar %95 oranında açık bırakılmıştır. Böylece bitkilerin dış koşullara tamamen alışması sağlanmıştır. 4. haftanın sonunda köklenme sayıları belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. *Torf kültürü ve Durgun su kültüründe köklenen sürgün sayıları.*

Çoğaltım aşamasındaki besin ortamı	Torf kültürü		Su kültürü		Toplam köklenen sürgün sayısı ve oranı
	Aktarılan sürgün sayısı	Köklenen sürgün sayısı ve oranı	Aktarılan sürgün sayısı	Köklenen sürgün sayısı ve oranı	
MS1	40	29 (%72.5)	40	32 (%80.0)	61 (%76.5)
MS2	40	32 (%80.0)	40	38 (%95.0)	70 (%87.5)
MS3	40	26 (%65.0)	40	38 (%95.0)	64 (%80.0)
MS4	40	34 (%85.0)	40	39 (%97.5)	73 (%91.3)

Elde edilen sonuçlara göre, durgun su kültüründe gerçekleşen köklenme ile torfta gerçekleşen köklenme arasında toplamda önemli düzeyde bir farklılık gözlenmemiş ise de, durgun su kültürü bir miktar daha olumlu sonuçlar vermiştir. Bu yöntem Clapa ve ark. (2013) tarafından önerilmektedir. Gerbera bitkisinde ilk kez uygulanmış olup %97.5 oranında köklenme elde edilmesini sağlamıştır. Son derece pratik bir yöntem olup, e*x vitro* köklenme ve dış koşullara alıştırma aşamalarını bir arada gerçekleştirmeye olanak sağlamaktadır. Sürgünlerin doğrudan torf ortamına aktarılarak *ex vitro* köklendirilmesi de başarılı bulunmuştur. Bununla birlikte sürgünlerin yetiştirildiği besin ortamının bileşimi, köklenme oranı üzerinde bir miktar etki yapmıştır. Köklenme oranı buna bağlı olarak %65 ile %85 arasında değişiklik göstermiştir. Sürgün çoğaltma ortamı olarak MS2 tercih edildiğinde, köklenme oranı toprak kültüründe %85, durgun su kültüründe %97.5 olarak en yüksek değerleri vermiştir. Her iki yöntemde oluşan köklerin görünümü Şekil 16'da gösterilmiştir.

Önceki yıllarda yapılan çalışmalarda, doku kültüründe çoğaltılarak köklendirilmiş gerbera sürgünlerinin dış koşullara alıştırılması aşamasında hem normal toprak hem de otoklavlanmış toprak kullanılmış ve her iki durumda da bitkilerin kolaylıkla adapte olup sağlıklı şekilde geliştikleri gözlenmiştir (Kaur ve ark.,1999; Naz ve ark., 2012).



Şekil 16. *Durgun su kültüründe oluşan gerbera kökleri (a), torf kültüründe gelişen kökler ve bitkiler (b ve c), su kültüründe köklenen ve gelişen bir gerbera bitkisi (d).*

3.4. Dış koşullara alıştırma ve seraya aktarma

In vitro köklendirme uygulamasından gelişen bitkicikler, torf dolu viyollere aktarılmış ve bunlarda alıştırma işlemi, 3. bölümde açıklandığı şekilde yapılmıştır. Bitkiler dış koşullara alıştırma amacıyla 6 m genişlik, 30 m uzunlukta, oluk altı yüksekliği 2.5 m, yanal yüzeyleri polikarbonat, çatı örtüsü polietilen olan seraya (180 m^2) aktarılmıştır. Dış koşullara aktarılan bitkiler serada cocopeat + torf (1:1; v/v) içeren 1.5 lt'lik saksılara dikilmiş (Şekil 17) ve bu saksılar sera içerisinde yetiştirme masalarına yerleştirilmiştir. Bitkilere su ve besin elementleri damla sulama sistemiyle (kılcal borular, 2 l/h) verilmiş ve sistem fertigasyon bilgisayarıyla otomatik olarak kontrol edilmiştir. Sera içi sıcaklık vejetasyon periyodu süresince 25-30 °C arasında, nispi nem ise %65-70 arasında tutulmuştur. Bitkilerin sera içerisinde yüksek ışık yoğunluğundan zarar görmelerini önlemek amacıyla %45 oranında gölge sağlayan yeşil renkli gölge tülü (net) kullanılmıştır.

Seraya aktarılan bitkiler 45 gün içinde oldukça iyi gelişme göstermiş ve çok sayıda yeni yaprak oluşturmuştur (Şekil 18).



Şekil 17. *Seradaki saksılara şaşırtılan (üstte) bitkilerden bir ay sonra görünüm.*



Şekil 18. *Seraya aktarılan bitkiden 45 gün sonra görünüm.*

4. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Gerbera, dünyada olduğu gibi ülkemizde de en fazla tercih edilen kesme çiçekler arasında yer almaktadır. Islah çalışmalarının da son yıllarda hız kazandığı bu türde doku kültürü yoluyla özellikle elit ve anaçlık materyalin çoğaltımı önem taşımaktadır. Kısa sürede çok sayıda hasta-

lıksız bitki materyalinin çoğaltımına olanak sağlayan doku kültürü yoluyla gerbera üretiminde, çiçek tomurcukları (kapitulum) eksplant olarak başarıyla kullanılabilir. Ağır sterilizasyon protokollerine gerek duyulmadan, sodyum hipoklorit uygulamalarının ardından 2 mg L^{-1} BAP + 0.1 mg L^{-1} IAA içeren MS ortamında başlangıç kültürleri kurulduktan sonra; 2 mg L^{-1} BAP + MS ile sürgün çoğaltımına devam edilmesi, köklendirme için de *in vitro* hormonsuz MS ortamı ile *ex vitro* durgun su kültürü kullanımı; uygulanabilir bir protokol olarak belirlenmiştir.

Çoğaltım çalışmalarının yanı sıra *in vitro* mutasyon uygulamaları için de çok elverişli bulunan gerbera bitkisinde, ıslah çalışmalarında yeni genetik varyasyonların oluşturulması için yöntemin kullanıma hazır duruma getirilmesi sağlanmıştır. Bir yandan yeni çeşitlerin geliştirilmesinde, diğer yandan ıslah edilmiş bulunan materyalin hızlı ve hastalıklardan ari bir şekilde çoğaltılmasında doku kültürü ile çoğaltım önem taşımaktadır. Bu amaçlara yönelik olarak gereksinim duyulan pratik yöntem, kullanılabilir biçimde optimizasyona ulaştırılmıştır.

Teşekkür

Yazarlar; Prof. Dr. Soner KAZAZ (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkiler Bölümü, Altındağ-Ankara) ve Prof. Dr. Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU (Ankara Üniversitesi Teknokent, Doqutech Academy Ltd. Şti., Gölbaşı-Ankara)'na deneme materyalinin temini, çalışmanın kurgulanması, yürütülmesi ve yazımı sırasında yapmış oldukları katkılardan dolayı teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Alp, A.H., Kazaz, S. (2021). Gerbera. in: *Süs Bitkileri Islahı (Türler).* Gece Kitaplığı Birinci Basım, s. 91-132.

Anonymous (2022a). https://youtu.be/WShZITrfl28.

Anonymous (2022b). How to Divide Gerbera Daisies: 11 Steps (with Pictures) - wikiHow.

Anonymous (2022c). Appendix Eight: Plant Preservative Mixture - Micropropagation of Orchids - Wiley Online Library.

Aswath, C.R., Choudhary, M.L. (2002a). Rapid plant regeneration from *Gerbera jamesonii* Bolus callus cultures. *Acta Botanica Croatica, 61*: 125–134.

Aswath, C.R., Choudhary, M.L. (2002b). Mass propagation of gerbera (*Gerbera jamesonii*) through shoot tip culture*. Indian J Hortic., 59*: 95–9.

Barbosa, M.H.P., Pasqual, M., Pinto, J.E.B.P., Arello, E.F. (1993). Effect of benzyl aminopurine and indole-3-acetic acid on *in vitro* propagation of *Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook cultivar Appelbloesem. *Pesquisa Azropecuaria Brasileira*, 28 (1): 15-19.

Bhatia, R., Singh, K.P., Singh, M.C. (2012). In vitro mass multiplication of gerbera (*Gerbera jamesonii*) using capitulum explant. *Indian Journal of Agricultural Sciences 82* (9): 768–774.

Budi, R., Suwandi, S., Teo C.K.H. (2000). Micropropagation and acclimatization of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bollus*). J Penelit Pertan*, 19: 40–7.

Cardoso, J.C., Teixeira da Silva, J.A. (2012). Micropropagation of gerbera using chlorine dioxide (ClO_2) to sterilize the culture medium. *In Vitro Cell Dev Biol Plant*, *48*: 362–368.

Cardoso, J.C., Teixeira da Silva, J.A. (2013). Gerbera micropropagation. *Biotechnological Advances*, *3*1(8): 1344–1357. https://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.

Cardoso, J.C. (2018). In vitro responses of gerbera (*Gerbera jamesonii*) cultivars multiplied under different photoperiods, *Advances in Horticultural Science, 32* (4): 557-562.

Chakrabarty, D., Datta, S.K. (2008). Micropropagation of gerbera: Lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities during acclimatization process. *Acta Physiologia Plantarum, 30*: 325-331.

Chen, F., Chen, B. (2002). Effect of La 3+ on tissue culture of *Gerbera jamesonii* 'Sunbird'. *Acta Hortic*, *29*: 383–385.

Chu, C.V., Huang, M.C. (1983). *In vitro* formation of gerbera *(Gerbera hybrida* Hort.) plantlets through excised scape culture. *J. Japanese Soc. Hort. Sci.*, *52* (1): 45-50.

Clapa, D., Fira, A., Joshee, N. (2013). An efficient ex vitro rooting and acclimatization method for horticultural plants using float hydroculture. *HortScience*, *48*(9): 1159-1167.

Das, P., Singh, P.K.S. (1989). Gerbera. In: Commercial Flowers (Bose, T.K. and Yadav, L.P. Eds.). Naya Prakash, CALCUTTA, 601– 622.

Diker, M.M., Şan, B. (2016). Gerberanın (*Gerbera jamesonii* Bolus) yaprak ve yaprak sapından *in vitro* adventif sürgün rejenerasyonu. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, *11*(1): 104-111.

Feng, X., Lai, C., Lai, Z. (2009). Optimization of micropropagation conditions in *Gerbera jamesonii*. *Subtropical Agric Res*, 4.

George, E.F., Sherrington, P.D. (1984). Plant Propagation by Tissue Culture, pp. 236-237. Eastern Press, Reading, Berks, UK.

Hasbullah, N.A., Taha, R.M., Awal, A. (2008). Growth optimization and organogenesis of *Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f. in vitro. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, *11*(11): 1449-1454.

Hasbullah, N.A., Taha, R.M., Saleh, A., Mahmad, N. (2012). Irradiation effect on in vitro organogenesis, callus growth and plantlet development of *Gerbera jamesonii. Horticultura Brasileira*, *30*: 252-257.

Huang, M.C., Chu, C.Y. (1985). A scheme for commercial multiplication of gerbera (*Gerbera hybrida* Hort.) through shoot tip culture. *Jpn Soc Hortic Sci, 54*: 94–100.

Kumar, S., Kanwar, J. K. (2005). Plant regeneration from callus and cell suspension cultures of *Gerbera jamesonii* cv. Diablo. *European Journal of Horticultural Science*, *70*(6): 265.

Kumar, S., Kanwar, J.K., Sharma, D.R. (2004). In vitro regeneration of *Gerbera jamesonii* Bolus from leaf and petiole explants. *J. Plant Biochem. Biotechnol*, *13*: 73-75.

Kaur, R., Chander, S., Sharma, D.R. (1999). Modified Murashige medium for micro propagation of gerbera. *Hort. J*, *12*(1): 89-92.

Laliberte, S., Chretien, I., Veith, J. (1985). *In vitro* plantlet production from young capitulum explants of *Gerbera jamesonii*. *Hort Science 20*:137–139.

Le, C.L., Julmi, C., Thomas, D., Tschuy, F. (1999). *In vitro* regeneration and multiplication of *Gerbera jamesonii* Bolus. Rev. Suisse Vitic. *Arboric. Hortic., 31*: 207–211.

Mansuroğlu, S.G., Altan, S. (1998). Gerbera L.'nin değişik organlarından yararlanarak *in vitro* yöntemlerle üretim olanaklarının saptanması üzerine bir araştırma. 1. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi, Bildiriler, s: 168-174. Yalova.

Majid, B.N., Roopa, G., Sampath, K.K.K., Kini, R.K., Prakash, H.S., Abbagai, S. (2014). Establishment of an efficient surface sterilization protocol for *in vitro* micropropagation of *Salacia chinensis* L, an endangered antidi-

abetic medicinal plant. *World J of Pharmacy and Medicinal Sciences, 3*(12):1266-1274.

Mercurio, G. (2002). Gerbera cultivation in greenhouse. Schreurs B. V. De Kwakel, The Netherlands, 206 p.

Minerva, G., Kumar, S. (2013). Micropropagation of *Gerbera* (*Gerbera jamesonii* Bolus).in: *Protocols for Micropropagation of Selected Economically-Important Horticultural Plants*, Methods in Molecular Biology, vol. 994, Chapter: 24, pp: 305-315.

Mohamed, S.A., Hamad, A.A.K. (2021). Micropropagation of Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bollus) using capitulum explants. *Nile Journal for Agricultural Sciences, 6* (1): 43-52. ISSN: 1585-5507.

Mohammed, S.A. (2006). Gerbera'nın (*Gerbera Jamesonii* Bolus) Doku Kültürü ile Çoğaltımının Optimizasyonu. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir, 216 s.

Mohammed, S.A., Özzambak, M.E. (2007). In vitro formation of Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) plantlets from capitulum explants. *Propagation of Ornamental Plants*, *7*(1): 37-42.

Murashige, T., Serpa, M., Jones, J.R. (1974). Clonal multiplication of gerbera through tissue culture. *Hort Science 9*: 175–180.

Murashige, T., Skoog F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, *15*(3): 473-497.

Naz, S., Naz, F., Tariq, A., Aslam, F., Ali, A., Athar, M. (2012). Effect of different explants on in vitro propagation of gerbera (*Gerbera jamesonii*). *Afr J Biotechnol.*, *11*: 9048–9053.

Nhut, D.T., An, T.T.T., Huong, N.T.D., Don, N.T., Hai, N.T., Thien, N.Q., Vu, N.H. (2007). Effect of genotype, explant size, position, and culture medium on shoot generation of Gerbera jamesonii by receptacle transverse thin cell layer culture. *Scientia Horticulturae*, *111*(2): 146-151.

Parthasarthy, V.A., Parthasarthy, U., Nagaraju, V., Mishra, M. (1997). Callus induction and subsequent plant regeneration from leaf explants of *Gerbera jamesonii*. *Folia Hortic*, *9*: 83–86.

Pawlowska, H. (1979). Trials on gerbera propagation in vitro. Hod. Rosl. Aklimat. Nasienn, 21 (2) 177-181. *Horticultural Abstracts, 49*: 450.

Petru, F., Matous, J. (1984). *In vitro* cultures of gerbera (Gerbera *jamesonii* Bolus). Sbornik Uvtiz, Zahradnictvi, 11: 309–311.

Pierik, R.L.M., Jansen, J.L.N., Maasdan, A., Binnendijk, C.M. (1975). Optimization of gerbera plantlet production from excised capitulum explants. *Sci Hortic*, *3*: 351–357

Pierik, R.L.M., Steegmans, H.H.M., Verhaegh, J.A.M., Wouters, A.N. (1979). New developments in the vegetative propagation of gerberas in test-tubes. *Vakbl Bloemisterij*, *34*:36–7.

Posada, M., Ballesteros, N., Obando, W., Angarita, A. (1999). Micropropagation of gerbera from floral buds. *Acta Hortic., 482*: 329–332.

Prasanth, M., Sekar, K. (2004). Studies on age of explant on callus induction in gerbera cv. Mammut. *Sci. Hort., 9*: 207-211.

Rabori, A.N., Ghazvini, F.R. (2007). Shoot regeneration of Gerbera jamesonii cultivars from young capitulum. In *III International Symposium on Acclimatization and Establishment of Micropropagated Plants 812* (pp. 197-200).

Radice, Si., Marconi, P. L. (1998). Micropropagation from *in vitro* capitulum culture of several *Gerbera jamesonii* cultivars. Rev. Fac. Argon., La planta 103(2): 111-118 (Abstract).

Rashmi, R., Aswath, C.., Dhananjaya, M.V., Satish, R.P. (2018). Commercial multiplication of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hooker F.) from young capitulum explants *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.,*7(11): 2524-2537.doi:10.20546/ijcmas.2018.711.287.

Reynoird, J.P., Chriqui, D., Noin, M., Brown, S., Marie, D. (1993). Plant regeneration from in vitro leaf culture of several Gerbera species. *Plant Cell Tissue & Organ Culture, 33*(2): 203-210.

Rezende, R.K.S., Paiva, L.V., Paiva, R., Chalfun, A., Torga, P.P., Castro, E.M. (2008). Organogênese em capítulos florais e avaliação de características anatômicas da folha de Gerbera jamesonii Adlam. *Ciênc Agrotéc, 32*: 821–7.

Rogers, M.N., Tjia, B.O. (1990). Gerbera production for cut flowers and pot plants. Timber Press, INC., Portland, Oregon. 115 P.

Ruchi, Beura, S. (2021). Surface sterilization and in vitro callusing of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) cv. Intense. *The Pharma Innovation Journal*, 10(8):1706-1708. *The Pharma Innovation Journal 10*(8):1706-1708. ISSN (E): 2277- 7695 ISSN (P): 2349-8242.

Schiva, T., Lercari, B., Giusta, R. (1982). Micropropagation of gerbera: variable response to in vitro culture. *Annalidell'IstitutoSperimentale-per-la-Floricoltura, 13*: 56-61.

Schum, A., Busold, M. (1985). *In vitro* shoot production from inflorescence of *Gerbera.* Gb + Gw 85:1744–1746.

Shabanpour, K., Sharifi, A., Bagheri, A., Moshtaghi, N. (2011). Effect of genotypes and culture medium on shoot regeneration and proliferation of *Gerbera jamesonii. African Journal of Biotechnology*, *10*: 12211-12217.

Shabbir, K., Ahmad, T., Hafiz, I.A., Hussain, A., Abbasi, N.A., Ahmad, J. (2012). In vitro regeneration of *Gerbera jamesonii* cv. Sunglow. *African Journal of Biotechnology*, *11*: 9975–84.

Shailaja, V.P. (2002). *Studies on in vitro propagation of Gerbera jamesonii Bolus.* Dharwad (India): MSc Thesis of the University of Agricultural Sciences.

Shylaja, M.R., Sashna, P., Chinjusha,V., Nazeem, P.A. (2014). An efficient micropropagation protocol for *Gerbera jamesonii* Bolus from flower buds. *Int J. Plant, Animal and Env. Sci. 4*(3): 641-643.

Son, N.V., Mokashi, A.N., Hegde, R.V., Patil, V.S., Lingaraju, S. (2011). Response of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) varieties to micropropagation. *Karnataka J. Agric. Sci., 24*(3): 354-357.

Sousa, C.M., Santos, R.P., Miranda, R.M. (2006). Otimização da concentração dos sais do meio MS na propagação in vitro de gérbera, var. 'Ornela' (Optimization of salts concentration of medium MS in the micropropagation of gerbera, var. 'Ornela'). *Agronomia,* 40: 52–8.

Topoonyanont, N., Dillen, W. (1988). Capitulum explants as a start for micropropagation of gerbera; culture technique and applicability. *Med Fac Landbouww Rijksuniv Gent, 53*: 169–73.

TUİK (2019). Türkiye İstatistik Kurumu, 2019 yılı Bitkisel üretim istatistikleri. https://www.tuik.gov.tr

TUİK (2020). Türkiye İstatistik Kurumu, 2020 yılı Bitkisel üretim istatistikleri. https://www.tuik.gov.tr

Türközü, D., Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Yıldırım, B. (2014). Tarhun (*Artemisia dracunculus* L.) bitkisinin doku kültürü yoluyla çoğaltılması üzerinde çalışmalar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, *26* (3): 300-308.

Tyagi, P., Kothari, S.L. (2004). Rapid in vitro regeneration of *Gerbera jamesonii* (H. Bolus ex Hook f.) from different explants. *Indian Journal of Biotechnology*, *3*: 584-586.

USDA, United States Department of Agriculture (2019). Floriculture crops 2018. Summary National agricultural statictics service ISSN:1949-0917. https://www.nass.usda.gov/ publications/Todays_Reports/reports/floran19.pdf.

Watson, L., Dallwitz, M.J. (1992). The Families of Flowering Plants: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval. Version: 14th December 2000. http://biodiversity.uno.edu/delta/'.

Xi, M., Shi, J.S. (2003). Tissue culture and rapid propagation of *Gerbera jamesonii*. *Journal Wanjing Forestry University, 27*: 33-36.

Zhang, W. (2002). Research on rapid propagation of *Gerbera jamesonii*. *Fujian Agric Sci Technology, 1*: 17–18.

BÖLÜM 16

GTUNCELİ İLİNDE FAALİYET GÖSTEREN ALABALIK ÜRETİM TESİSLERİNDEKİ, GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARININ (*ONCORHYNCHUS MYKİSS*) KAN PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ[1]

Kıvanç DALAR[2]
Önder AKSU[3]
Başar ALTINTERİM[4]

1 Not: Yüksek lisans öğrencisi Kıvanç DALAR'ın YÖK Başkanlığı 606787 numaralı tezinden özetlenmiştir ve Bu çalışma Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: YLMUB018-01.
2 Munzur Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi, Tunceli, Türkiye, Kivanc.dlr@gmail.com
3 Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye, onderaksu@munzur.edu.tr, Orcid: 0000-0003-3735-6732
4 Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Doğanşehir Vahap Küçük Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Bölümü, Doğanşehir, Malatya, Türkiye. basar.altinterim@ozal.edu.tr, Orcid: 0000-0003-4544-2163

1. GİRİŞ

Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Salmonidae familyasına ait olup, iç su balıkları içerisinde ticari değeri yüksek olan, en lezzetli, sevilen, dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği en yaygın olarak yapılan alabalık türüdür. Bu familyaya ait balıklar genellikle ince uzun, iğ şeklinde olup, sırt yüzgeci ile kuyruk yüzgeci arasında bir yağ yüzgeci taşırlar. Karnivor balıklar olup, ağızlarında türlere göre değişen miktarlarda dişler taşırlar. Yine türlere göre değişen, çeşitli renkleri vardır (Sarıeyyüpoğlu ve ark., 2017). Normal ergin bir alabalık 2-3 kg iken, 11 yaşında 25.4 kg ağırlığa ve 120 cm boy uzunluğuna ulaşabilir (Froese ve Pauly, 2009).

Gökkuşağı alabalıkları denizlerin ve nehirlerin üst ve soğuk bölümlerinde yaşarlar. Diğer alabalıklarda olduğu gibi yaşama ortamları ve beslenme şekilleri, vücut formunu ve renklerini biçimlendirir. Gökkuşağı alabalıkları birçok nehir sisteminde yaşayan yerel soylara sahiptir ve bunlardan sayısız ticari türler geliştirilmiştir. Yetiştiricilikte bu balığın tercih edilmesinin nedeni; hızlı büyüme, ani değişen çevresel ortamlara hızlı uyum, yüksek üreme kapasitesi ve hastalıklara direncinin yüksek olmasından ötürüdür (FAO, 2011).

Vahşi doğada sonbaharda ve ilkbaharda ayrı ayrı üreme dönemleri olan iki soy birleştirilmiştir. Bu iki populasyonun özellikleri aynı sadece üreme dönemleri farklıdır. Bu iki soyun birleştirilmesi ile verim daha da artmıştır (FAO, 2011).

Alabalık yetiştiriciliği, dağlık su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı için ideal bir seçenektir, çünkü burada hem yüzey hem de yeraltı suları bu amaç için uygundur. Gelirin ve istihdam olanaklarının az olduğu bölgelerde, alabalık yetiştiriciliği yapılması istihdamın ve istikrarlı gelirlerin sürekli sağlanmasına yardımcı olabilir. Bu sayede restoranlar yoluyla satış yapılıp gelir elde dilebileceği gibi, aynı zamanda olta balıkçılığı turizmine de katkı sağlayabilir (USDA, 2000).

Gökkuşağı alabalığının yaşayabilmesi için en uygun değerler; su sıcaklığı 12-16 °C, pH 6,5-8,0, oksijen 9,2-11,5 mg O_2/L olarak kabul edilmektedir (Çelikkale, 2002; Emre ve Kürüm, 2007). Bununla beraber balıkların üreme ve normal büyüme dönemlerinde sıcaklık ihtiyaçları farklılık göstermektedir. Gökkuşağı alabalığının doğal beslenme şekli, yaşına ve büyüklüğüne bağlıdır. Balıklar, besin maddelerinin büyüklüğüne ve yaşam alanlarına yayılma durumuna göre beslenirler. Gökkuşağı alabalığı saldırgan ve beslenmede açgözlüdür. Gökkuşağı alabalığı, karasal böcekleri de suya düştüğünde tüketir. Bu böcekler yetişkin böcekler (Coleoptera), sinekler (Diptera), karıncalar (Formicidae) ve Lepidoptera larvaları (güveler ve kelebekler) (Montgomery ve Bernstein, 2008; FAO, 2011).

Çoğu balık sağlığı araştırması ve ilacı, geleneksel olarak balık yetiştiriciliği ve sofralık balık türlerine odaklanmıştır. Toplum, doğal kaynaklarını koruma ihtiyacını yöneldiğinden, halka açık akvaryum tesisleri, ticari süs balık üreticileri, koleksiyonerler ve popüler teşhir balıkları için balık sağlığı uygulamalarını geliştirerek su ürünleri endüstrisinin liderliğini takip etmektedir. Ev hayvanları tıbbının bir disiplin olarak büyümesi son birkaç on yılda da balık tıbbı üzerinde etkili olmuştur. Balıklar dâhil olmak üzere evcil hayvanların çoğu zaman ailenin üyeleri olduğuna inanılır ve bunun sonucunda evcil hayvan olarak balıklarının sağlığı konusunda daha fazla uzmanlara danışılmaktadır (Bolasina, 2006).

Hematolojik analizler kullanarak balıklarda hastalığın teşhisi özellikle önemlidir, çünkü ölümcül olmayan yollarla güvenilir bir değerlendirme sağlayabilir (Satheeshkumar ve ark., 2011). Hematolojik veriler, balık sağlığının değerlendirilmesinde, numune alma zorluğu, hemogramların değerlendirilmesinde karşılaşılan zorluklar ve kan değerlerinin durumunu anlamaya yardımcı olacak anlamlı referans aralıklarının bulunmamasından dolayı her zaman kullanılmamıştır. Hematolojik değerlendirme, hücrelerin görünümünü ve elde edilen kantitatif değerleri etkileyebilecek içsel ve dışsal faktörleri açıkladığı sürece, balıkların sağlık durumunu izlemede yararlı olabilir. Verilerin karşılaştırılmasında, yayınlanmış birçok referans aralığının, örneğin, cinsiyet, su kalitesi ve mevsim gibi faktörlere atfedilen farklılıkları hesaba katmadığından, dikkatli olunmalıdır. Balıklardan kan örnekleri elde etmede yer alan yakalama ve taşıma bile hemogram üzerinde derin etkilere neden olabilir (Bolasina, 2006). Bir balık yetiştiriciliğinin hematolojik profili, rutin teşhis yöntemleri ile birlikte kullanılan hematolojinin kullanılabilmesi için, fizyolojik durumunu ve sağlığını gösterebilir. Üretim performansını etkileyen stres veya hastalıklara neden olan koşulları belirlemek ve değerlendirmek gerekebilir (Tavares-Dias ve Moraes, 2007).

Tam kan sayımı profili, hem insan hem de veteriner hekimlikte iyi kurulmuş laboratuar protokolleri ve referans aralıkları ile önemli bir tanı aracıdır. Hematolojik parametrelerin bilgi ve araştırması, beslenme, su kalitesi ve hastalık ile ilgili değişikliklere cevap olarak balıkların sağlık durumu göstergelerinin gelişimini kolaylaştırabilir. Hastalık salgınları uzun zamandır su ürünleri üretimi ve ekonomik uygulanabilirliği için önemli bir kısıtlama olarak kabul edilmektedir. Çok çeşitli patojenler (virüsler, bakteriler, parazitler vb.), çevresel faktörler (su kalitesi vb.) ve hatta hayvancılık faktörleri bile yetiştiricilik tesislerinde ağır kayıplara neden olmuştur (Blaxhall, 1972; Humphrey ve Langdon, 1985; Noga, 2000). Davranış, habitat ve iklim gibi diğer faktörler de hematolojik değerleri etkileyebilir (Tavares-Dias and Moraes, 2004).

Balıklar üzerindeki, kan biyokimyası ve hematolojik çalışmalar, balık yetiştiriciliğine artan vurgu ve tropik doğal su kaynaklarının kirliliği konusunda daha fazla farkındalık nedeniyle daha büyük önem kazanmıştır. Bu tür çalışmalar genellikle balıklardaki fizyolojik ve patolojik değişiklikleri izlemek için etkili ve hassas bir indeks olarak kullanılmıştır (Chekrabarty ve Banergee, 1988; Kulkarni, 2015). Farklı hematolojik parametrelerin değerlerinin balıkların fizyolojik durumlarını, sağlıklarını ve hayatta kalmalarını önemli ölçüde etkilediği bulunmuştur. Bu nedenle, balığın toplandığı yerdeki balığın hematolojisini su kalitesi ile değerlendirmek gerekir (Kulkarni, 2015).

Tarım ve Orman Bakanlığı İl Müdürlüğü'nden alınan bilgilere göre, 2018 yılında Tunceli İli'nde alabalık yetiştiricilik faaliyeti gösteren 17 göl kafes işletmesi ve 8 tanede karasal havuz tesisi bulunmaktadır. Bu tezin amacı bu tesislerdeki alabalıkların kan parametrelerinin tespit edilerek mevcut durumun tespit edilmesi ve tesisler arasındaki farklılıkların ortaya çıkarılmasıdır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmanın materyalini Tunceli İli'nde faaliyet gösteren işletmelerde üretilen Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) oluşturmaktadır.

3.1.1. Çalışma Bölgesi

Çalışma Tunceli İli ve ilçelerinde, kafeslerde ve havuzlarda alabalık yetiştiricilik faaliyeti gösteren işletmelerde yapıldı. Bu tesislerdeki balıklardan kan almak amacıyla Tunceli merkez, Nazimiye, Ovacık, Pertek ve Çemişgezek ilçelerindeki alabalık üretim tesislerinden kan örnekleri alındı. Çalışma bölgesindeki alabalık üretim tesislerinin dağılımı Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. *Çalışma bölgesindeki alabalık üretim tesislerinin dağılımı.*

	İşletme Adı	Faaliyet Bölgesi
1	Munzur üniversitesi	Uzun Çayır Baraj Gölü
2	Deniz yarıcı-2	
3	Deniz Yarıcı	Mazgirt Keban Baraj Gölü
4	Cebrail Sonar	
5	Ömer Mustafa Yöntürk	Pertek Keban Baraj Gölü
6	Gülcan Çetintaş	
7	Kumru Alabalık	
8	Hasan Kurt	
9	Tekin Orgun	

10	Aysel Ünlü 1	Çemişgezek Keban Baraj Gölü
11	Aysel Ünlü 2	
12	Aysel Ünlü 3	
13	Hasan Ali Baysal	
14	Fatih Baysal	
15	Osman Baysal	
17	Ada Alabalık	
Karasal Havuz Üretimi Yapan İşletmeler		
1	Özlem Korhan	Mazgirt
2	Hıdır Özgül	
3	Gökhan Fidan	Nazimiye
4	Hüseyin Düşkün	Ovacık
5	Kurtuluş Demirdöğen	
6	Hıdır Aydın	
7	Kılınçoğlu	
8	Vadi Alabalık	Çemişgezek

3.2. Metot

3.2.1. Balıklardan Kan Örneklerinin Alınması

Kan alma işlemine başlamadan önce balıklar anestezik maddeyle (Fenoksietanol 30 mg/L) bayıltıldı. Balıkların tam olarak bayıldığının anlaşılması için operkulum hareketlerinin durması ve balıkların tamamen hareketsiz hale gelmeleri beklendi.

Bayıltılan balıkların kavdal venalarına vacuteyner ile alttan giriş yapılarak, kanları 3 mm edtalı tüplere alındı. Kan alma işlemi bitirildikten sonra kanlar soğuk zincir ile Malatya Turgut Özal Üniversitesi Su Ürünleri fakültesine götürüldü ve burada kanların analizleri yapıldı.

3.2.2. Balıkların Kan Parametrelerinin Tespit Edilmesi

Malatya Turgut Özal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne soğuk zincir içerisinde götürülen kanlar burada; PROCAN PE6800VET marka tam otomatik hematoloji analiz cihazında okunmuştur. Cihaz ile balıkların Lökosit (WBC), Lenfosit yüzdesi (LYM%), Orta ölçekli hücre yüzdesi (MID%), Garnülosit yüzdesi (%GRAN), Lenfosit (LYM#), Orta ölçekli hücre (MID#), Garnülosit (GRAN#), Eritrosit (RBC), Hemoglobin konsantrasyon (HGB), Hematokrit (HCT), Ortalama Eritrosit Hacmi (MCV), Hücre hemoglobin ortalaması (MCH), Hücre hemoglobin yüzdesi (MCHC), Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği standart sapma (RDW-SD), Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği-varyasyon katsayısı (RDW-CV), Trombosit (PLT), Ortalama trombosit hacmi (MPV), Trombosit dağılım genişliği (PDW), Trombosit yüzdesi (PCT), Trombosit-hücre genişliği oranı (P-LCR) değerleri ölçülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. *Procan tam kan sayım cihazı ile kan örneklerinin analizi.*

Bu çalışmanın etik olarak yürütülebilmesi için İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Deney hayvanları Etik Kurulu'ndan 2018/A-01No'lu belge alınmıştır.

3.2.3. İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde rutin istatistiksel yöntemler ve SPSS 24.0 istatistik programı kullanılmıştır. Elde edilen hematolojik verilerin değerlendirilmesi One Way Anova testi ve Karşılaştırmalı "T" testi $p < 0.05$ güven aralığında yapıldı.

4. BULGULAR

4.1. Kan Analiz Sonuçları

Karasal işletmelerden sadece 2 tanesinden kan örnekleri alınabilmiştir. Bu iki tesisteki balıkların kan değerlerinden sadece GRAN, MCV, MCHC ve MPV değerleri arasında istatistiksel bir farkın olmadığı ($p>0,05$), diğer kan değerlerinin ise birbirinden oldukça farklı oldukları görülmüştür ($p<0,05$).

İldeki tüm işletmeler ve kafes işletmelerindeki balıkların kan değerleri incelendiğinde sadece MCV ve MCHC değerlerinde istatistiksel bir

farkın olmadığı ($p>0,05$), diğer bütün kan değerlerinin birbirinden istatistiksel olarak farklı oldukları tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Üretim şekline göre ortalamaları ile Tunceli genel ortalaması kan değerleri Tablo 4.1'de ve ilde kafes ünitelerinde ve karasal havuzlarda üretim yapan tüm işletmelerdeki balıkların ortalama kan değerleri Tablo 4.2 ve verilmiştir.

Tablo 4.1. *Karasal ve havuz tesislerinde üretilen balıkların kan parametrelerinin ortalamaları.*

Kan Değerleri	Kafes İşletmeleri	Karasal havuz İşletmeleri	Tunceli Geneli
WBC (10*3/µL)	57,28±4,77	42,93±8,53	54,67±7,69
LYM (%)	92,7±1,39	93,07±1,025	92,77±1,29
MID (%)	4,68±0,66	4,54±0,43	4,65±0,61
GRAN (%)	2,57±0,61	2,49±0,43	2,56±0,57
LYM (10*3/µL)	52,32±4,16	41,78±4,94	50,4±5,87
MID (10*3/µL)	2,7±0,47	1,96±0,59	2,57±0,55
GRAN (10*3/µL)	1,89±1,04	1,2±0,14	1,76±0,97
RBC (10*6/µL)	172,97±13,74	140,5±26,44	167,06±19,83
HGB (g/dL)	9,81±0,98	7,91±1,46	9,47±1,25
HCT (%)	22,94±1,63	18,83±3,55	22,19±2,48
MCV (fL)	132,91±6,06	130,71±4,18	132,51±5,65
MCH (pg)	58,33±2,07	54,5±1,13	57,63±2,44
MCHC (g/dL	43,81±2,85	41,83±0,49	43,45±2,67
RDW-SD (fL)	86,53±7,14	78,81±2,28	84,98±7,13
RDW-CV (%)	14,66±1,53	15,97±2,18	14,89±1,62
PLT (10*3/uL)	24,34±17,77	19,54±5,35	23,47±16,11
MPV (fL)	12,64±0,69	12,04±1,07	12,53±0,74
PDW (%)	13,65±3,68	11,81±0,44	13,31±3,38
PCT (%)	0,029±0,01	0,02±0,01	0,027±0,01
P-LCR (%)	38,55±6,37	36,64±6,22	38,21±6,08

Tablo 4.2. *Karasal ve havuz tesislerinde üretilen balıkların kan parametreleri.*

Kan Değerleri	Ada Alabahk (Çemişgezek)	Aysel Ünlü (Çemişgezek)	Hasan Ali Baysal (Çemişgezek)	Fatih Baysal (Çemişgezek)	Osman Baysal (Çemişgezek)	Kumru Alabahk (Pertek)	Ömer Mustafa Yöntürk (Pertek)	Hasan Kurt (Pertek)	Gülcan Çetintaş (Pertek)	Kılınçoğlu (Ovacık)	Kurtuluş Demirdöğen (Ovacık)	İstatistik
WBC (10*3/µL)	50±15,6^{ab}	53,8±4,46^{abc}	64±3,37^{cd}	61,28±6,63^{cd}	59,51±7,77^{bcd}	62,04±2,45^{cd}	57,88±11,43^{abcd}	53,6±4,06^{abc}	53,46±4,75^{abc}	36,9±5,26^{c}	48,97±4,92^{a}	P<0,05
LYM (%)	93,6±0,75^{a}	93,25±1,17^{ab}	90,07±1,53^{d}	91,53±1,83^{bcd}	91,3±1,77^{cd}	94,02±3,22^{a}	93,48±0,58^{a}	93,14±0,61^{abc}	93,95±0,77^{a}	93,8±1,31^{a}	92,35±1,44^{abc}	P<0,05
MID (%)	4,15±0,58^{a}	4,2±0,6^{a}	5,88±0,57^{c}	4,54±0,8^{ab}	5,23±0,82^{bc}	5,4±0,87^{bc}	4,55±0,44^{ab}	4,2±0,9^{a}	4,01±0,53^{a}	4,23±0,69^{a}	4,85±0,84^{ab}	P<0,05
GRAN (%)	2,08±0,43^{a}	2±0,25^{a}	3,62±0,58^{c}	2,92±0,31^{cd}	3,46±1,02^{abc}	2,45±0,64^{abc}	2,12±0,21^{a}	2,44±0,33^{abc}	2,08±0,3^{a}	2,18±0,59^{ab}	2,8±0,7^{bc}	P<0,05
LYM (10*3/µL)	46,75±14,39^{abc}	50,4±4,34^{bcd}	57,65±2,86^{cd}	56,01±5,14^{cd}	52,78±5,18^{bcd}	57,22±6,98^{cd}	53,45±6,49^{bcd}	46,82±6,76^{abc}	49,8±5,07^{bcd}	38,28±9,93^{a}	45,28±4,9^{ab}	P<0,05
MID (10*3/µL)	2,46±0,54^{ab}	2,28±0,39^{a}	3,6±0,14^{c}	3±0,73^{cd}	2,86±0,53^{bcd}	3,14±0,68^{dc}	2,28±0,34^{a}	2,6±0,1^{abc}	2,15±0,2^{a}	1,54±0,42^{f}	2,38±0,31^{ab}	P<0,05
GRAN (10*3/µL)	1,22±0,26^{a}	4,2±1,87^{a}	2,6±0,85^{c}	1,7±0,3^{ab}	2,43±0,25^{bc}	1,66±0,66^{ab}	1,15±0,12^{a}	1,02±0,31^{a}	1,05±0,17^{a}	1,1±0,29^{a}	1,3±0,36^{a}	P<0,05
RBC (10*6/µL)	165±9,56^{abc}	154,3±23,94^{a}	175,2±13,02^{abc}	172,66±38,6^{abc}	152±18,76^{a}	184,25±13,96^{abc}	175,2±28,43^{abc}	187,5±30,4^{a}	190,6±20,65^{c}	121,8±13,22^{d}	159,2±18,86^{ab}	P<0,05
HGB (g/dL)	7,75±2,93^{ab}	8,88±1,28^{abc}	10,25±1,09^{cd}	9,96±2,21^{bcd}	9,7±2,07^{cd}	10,28±1,01^{cd}	10,22±1,74^{cd}	10,05±1,92^{cd}	11,21±1,07^{cd}	6,88±1,26^{a}	8,95±1,21^{abc}	P<0,05
HCT (%)	19,72±6,53^{ab}	21,7±3,57^{b}	22,98±3,2^{b}	22,26±7,44^{b}	22,98±4,71^{b}	24,38±1,77^{b}	25,13±1,75^{b}	22,87±4,91^{b}	24,43±4,13^{b}	16,32±2,18^{a}	21,35±3,87^{ab}	**P>0,05**
MCV (fL)	143,4±2,33^{a}	140,98±2,7^{ab}	126,52±8,77^{b}	126,68±20,55^{b}	130,11±17,21^{ab}	135±10,11^{ab}	128,08±14,86^{ab}	134,14±12,07^{ab}	131,25±14,79^{ab}	133,67±4,11^{ab}	127,75±5,79^{ab}	**P=0,05**
MCH (pg)	54,87±7,6^{ab}	57,78±2,24^{abc}	56,35±2,71^{abc}	57,71±1,79^{abc}	59,2±2,95^{abc}	58,38±6,25^{abc}	60,32±5,5^{bc}	58,42±4,78^{abc}	61,95±4,21^{c}	55,3±4,04^{ab}	53,7±1,31^{a}	**P>0,05**
MCHC (g/dL	38,3±4,8^{a}	41,08±2,22^{ab}	44,9±4,66^{ab}	46,95±9,45^{b}	46,3±6,83^{b}	42,14±3,49^{ab}	46,18±7,2^{b}	43,46±6,63^{ab}	45,02±3,92^{ab}	41,48±2,51^{ab}	42,18±2,75^{ab}	P<0,05
RDW-SD (fL)	71,62±35,37^{a}	82,54±7,27^{abc}	Veri yok	87,4±2,68^{abc}	91,76±11,83^{bc}	85,6± 0,00^{abc}	94,8± 0,00^{c}	87,4± 0,00^{abc}	91,15±10,53^{bc}	80,43±15^{abc}	77,2±17,11^{ab}	P<0,05
RDW-CV (%)	13,13±1,28^{ab}	12,34±1,12^{a}	17,4± 0,00^{c}	14,73±1,73^{ab}	14,23±1,73^{ab}	15,1±3,39^{bc}	15,7±2,12^{bc}	15,67±2,04^{bc}	13,65±1,76^{ab}	14,43±3,01^{ab}	17,52±4,45^{c}	P<0,05
PLT (10*3/µL)	10±4,3^{a}	13,25±4,65^{ab}	69,5±18,52^{e}	16,06±7,86^{abc}	27,44±6,47^{d}	17,5±8,81^{abcd}	20,5±10,6^{abcde}	25±7,21^{de}	19,85±4,78^{bcde}	15,75±4,5^{abc}	23,33±11,15^{cde}	P<0,05
MPV (fL)	12,75±1,41^{ab}	12,75±0,97^{ab}	11,38±1,39^{bc}	11,88±1,04^{c}	12,33±0,58^{abc}	13,62±0,96^{b}	13,2±0,67^{ab}	12,7±1,46^{b}	13,17±0,67^{ab}	12,8±0,49^{ab}	11,28±0,99^{c}	P<0,05
PDW (%)	11,47±4,24^{a}	10,08±1,13^{a}	11,5±2,27^{a}	13,56±4,55^{ab}	17,48±5,81^{bc}	9,87±1,33^{a}	18,46±5,78^{c}	11,36±2,16^{a}	19,07±6,3^{c}	12,13±5,33^{a}	11,5±3,88^{a}	P<0,05
PCT (%)	0,016±0,009^{a}	0,02±0,013^{ab}	0,06±0,01^{d}	0,03±0,01^{c}	0,03±0,01^{bc}	0,03±0,005^{abc}	0,03±0,005c	0,02±0,009^{ab}	0,022±0,004^{ab}	0,0125±0,005^{a}	0,032±0,018^{abc}	P<0,05
P-LCR (%)	37,85±9,6^{abc}	41,5±3,53^{bcd}	26,52±5,14^{a}	31,6±3,76^{ab}	35,66±4,21^{ab}	43,02±7,6^{cd}	42,67±4,92^{cd}	46,96±6,49^{d}	41,21±5,77^{cd}	41,05±1,59^{bcd}	32,24±3,67^{abc}	P<0,05

5. TARTIŞMA

Balıkların rutin hematolojik değerlendirmesi, toplam eritrosit sayısı (RBC), hematokrit (PCV), hemoglobin konsantrasyonu (Hb), eritrosit indeksleri (MCV, MCH, MCHC), toplam beyaz kan hücresi sayımı (WBC) ve trombosit sayımı tayinini içerir (Campbell, 2004).

Balık çiftliklerinde stok sağlığını izlemek için temel RBC, PCV, HGB ve WBC değerlerinin incelenmesi özellikle rutin olarak önerilir (Fazio, 2019).

Aysever ve ark. (2014), *Lactoccus garvieae* ile doğal enfekte gökkuşağı alabalıklarında (*O. mykiss*) bazı kan parametrelerinin araştırmışlardır. Çalışmada enfekte olmuş balıkların WBC 21.88 ±1.12 10^3/mm^3, RBC 0.11 ±0.01 10^6/mm^3, HGB 5.65 ±0.35 g dL^{-1}, PLT 5.65 ±0.35 10^9 L^{-1}, MPV 4.36 ±0.06 fL ve PDW 16.30 ±0.06 fL değerleri olarak bulunmuştur. Aynı değerler kontrol grubunda ise WBC 29.36 ±0.22 10^3/mm^3, RBC 0.57 ±0.05 10^6/mm^3, HGB 11.30 ±050 g dL^{-1}, PLT 75.12 ±4.39 10^9 L^{-1}, MPV 5.24 ±0.23 fL ve PDW 17.85 ±0.44 fL değerleri olarak bulunmuştur.

Alabalıklar için henüz tam bir kan referans değerleri belirlenmiş olamamakla beraber, kontrol grubundaki sağlıklı balıklar ile enfekte balıkların kan değerlerinin karşılaştırılması balıkların kan değerlerinin normalliği ile ilgili bilgiler alınmasını sağlamaktadır. Aysever ve ark. (2014)'ün yaptıkları çalışmada enfekte balıkların değerlerinin, kontrol grubundaki balıklara göre istatistiksel olarak çok daha düşük olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada da aynı değerlerin kafes ünitelerindeki balıklarda havuz ünitelerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum iki farklı üretim ünitesindeki farklı etkenlerden kaynaklanabileceği gibi karasal havuz tesislerinde enfeksiyon varlığının göstergesi de olabilir. Diğer taraftan bu çalışma ile Aysever ve ark. (2014)'ün çalışmasında elde edilen rakamsal değerler birbirinden oldukça farklıdır. İki çalışmada incelene balıkların büyüklükleri birbirinden çok farklı olamamakla beraber, farklı su ve çevresel koşulların etkisinden kaynaklanmış olabilir.

Aysever ve ark. (2014), enfekte balıkların trombosit (PLT) sayısının azaldığını bulmuşlardır, bununla beraber farklı araştırmacılar ise enfekte balıklarda trombosit sayısında bir artışın olduğunu bildirmişlerdir (Altun ve Diler, 1999; Ceylan ve Altun, 2010).

Altınterim ve ark. (2018a) yemlere ilave edilen yeşil çay (*C. sinensis*) yağının hematolojik parametreler üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada kontrol grubunda bu çalışmadaki değerlere yakın sonuçlar elde etmişlerdir. Deneme gruplarında ise sadece PLT ve P-LCR değerlerinde azalmalar meydana geldiği için farklılıklar görülmüştür. Bu farklılık da yemlere katılan ayçiçek yağı ve yeşil çay yağının etkisinden dolayı ortaya çıkmıştır.

Altınterim ve ark. (2018b) oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAK) seviyeleri farklı bitki masere yağlarının yoğun stoklanmış gökkuşağı alabalıklarının (Oncorhynchus mykiss) bazı kan parametrelerine etkilerini inceledikleri çalışmada bulunan balıkların kontrol grubunda WBC, GRAN (%), HCT, MCHC, MPV, P-LCR değerleri yakın ve diğer değerler ise farklı olduğu görülmekle beraber, değerler arasında rakamsal olarak aşırı farklar da bulunmamıştır. Deneme gruplarında yeme ilave edilen farklı yağların ise kan değerlerinde değişime neden olduğu ve istatistiksel olarak farklı değerlerin elde edildiği görülmüştür. Elde edilen bu değerlerin bir kısmının bu çalışmadakine benzer, bir kısmının ise farklı olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki değerlerin tamamının bu çalışmdaki ile benze olmamasının nedeni çalışmada kullanılan balıkların büyüklükleri arasında çok fazla fark olmasından kaynaklanabilir.

Hematokrit, tam kanda kırmızı kan hücrelerinin (Eritrositler) ölçümlerini sağlarken, eritrositlerdeki hemoglobin oksijen ve karbondioksit için ana taşıma mekanizmasıdır. Hemoglobin ve hematokritteki azalma, daha az eritrosit nedeniyle olabilir (Kulkarni, 2015). Bu çalışmada da üç kan değeri havuz ünitelerinde, kafes ünitelerine oranla istatistiksel oranda düşüktür. Bu durum Kulkarni (2015)'i doğrulayabilir niteliktedir.

Altınterim ve ark. (2018c), *Yersinia ruckeri* ile enfekte sazan balığı (*Cyprinus carpio* L., 1758) üzerinde yaptıkları çalışmada kan değerlerini HCT 44.70±0.06 %, HGB 15.50±0.09 g/dL, RBC 2.11±0.0 10^6/µL ve WBC 72.90±0.2 10^6/µL olarak bulmuşlardır. Rajikkannu ve ark., (2015), *Labeo rohita* üzerinde yaptıkları çalışmada HGB 5.08 ± 0.01 %, HCT 27.67 ± 0.01 %, MCV 201.25 ± 0.39 ve MCHC 19.21 ± 0.65 değerlerini elde etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değer ile diğer araştırmacıların elde ettiği değerler birbirinden oldukça farklıdır. Bu farklılığın nedeni farklı türlerde, farklı metabolizma özelliklerinden dolayı farklı değerlerin elde edilmesi olabilir.

Protein, kolesterol, üre ve serum biyokimya aralıkları balıklarda yiyecek, yaş ve cinsiyet, sıcaklık, mevsimsel düzen, türlerden türe değişir ve su gibi birçok biyotik ve abiyotik faktörden etkilenir (Jawad ve ark., 2004).

PCV'si % 45 veya daha büyük olan balıkların genellikle dehidratasyondan kaynaklanan göreceli bir polisitemiye sahip oldukları söylenebilir. Polisitemi ayrıca cinsel olarak olgun erkekler balıklarda da görülebilir. Hipoksiye maruz kalan tatlı su balıklarında, stresli balıklarda splenik kasılma sırasında dalakolaminlerin salınımı ve eritrosit şişme görülür (Blaxhall, 1972; Clauss ve ark., 2008). Balıkların kanında referans değerlerin henüz tam olarak netleşmemiş olması nedeniyle bazı yorumları yapmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Polisitemi gibi rahatsızlarda eritrositlerin artmış olması gibi, artışın veya azalmanın tam olarak neden kaynaklandığının da tespit edilmesi bu konuda faydalı olacaktır.

Hematolojik parametreler metabolizma ile yakından bağlantılıdır. Bu nedenle, bu sonuçlar büyüme sırasında daha yüksek aktivite ve yüksek enerji ihtiyacı gibi metaboliklere bağlanabilir. Alabalık büyümesi sırasında metabolik talebin artmasıyla RBC ve HCT değerlerinde artışa neden olabilir. Jawad ve ark. (2004) balık boyunun artmasıyla RBC sayımı, HGB konsantrasyonu ve HCT değerlerinin arttığını gözlemlemişlerdir (Fazio ve ark., 2017).

KAYNAKLAR

Altınterim, B., Öztürk, E., Kutluyer, F., Aksu, Ö., 2018a. Yeşil çay yağının gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) yem değerlendirme oranına ve hematolojik parametrelerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi,* 13(2): 159-164.

Altınterim, B., Kutluyer, F., Aksu, Ö., 2018b. Oksijen radikal absorbans kapasitesi (orak) seviyeleri farklı bitki masere yağlarının yoğun stoklanmış gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) bazı kan parametrelerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi,* 13(1): 63-69.

Altınterim, B., Danabaş, D., Aksu, Ö., 2018c. The effects of common yarrow (*Achillea millefolium* Linnaeus), cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) and rosemary (*Rosemarinus officinalis* Linnaeus) hydrosols on the some immunological and hematological parameters of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) against to *Yersinia ruckeri*. *Cellular and Molecular Biology*, 64(14): 19-24.

Aysever, M.L., Tanrıkul, T., Güroy, D., Metin, S., Akşit, H., Tunalıgil, S., 2014. Investigation of certain blood parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) naturally ınfected with *Lactococcus garvieae*. *Journal of FisheriesSciences.com*, 8(2): 114-120.

Blaxhall, P.C., 1972. The hematological assessment of the health of freshwater fish: a review of selected literature. Journal of Fish Biology, 4: 593–604.

Bolasina, S.N., 2006. Cortisol and hematological response in Brazilian codling, *Urophycis brasilienisis* (Pisces, Phycidae) subjected to anesthetic treatment. *Aquaculture International*, 14: 569-75.

Campbell, T.W., 2004. Hematology of lower vertebrates. *55th Annual meeting of the American College of Veterinary For. Pathol. (ACVP) and 39th Annual meeting of the American Society of Clinical Pathology (ASVCP). ACVP and ASVCP*, eds. International Veterinary Information Service, Ithaca NY, Middleton WI, USA (1214–1104).

Chekrabarthy, P. Benerjee, V., 1988. Effects of sublethal toxicity of three organo phosphorus pesticide on the peripheral haemogram of the fish, *Channa punctatus*. *Envioronment and Ecology,* 6:151-158.

Clauss, T.M., Dove, A.D.M., Arnold, J.E., 2008. Hematologic disorders of fish. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 11: 445–462.

Çelikkale, M.S., 2002. İçsu balıkları ve yetiştiriciliği, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon, 419s.

Emre, Y., Kürüm, V., 2007. Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği, Posta Basım, İstanbul.

FAO, 2011. Small-scale rainbow trout farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 561: 1-81.

Fazio, F, Saoca, C., Vazzana, I, Piccione, G., 2017. Influence of body size on blood hemogram in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). *Veterinary Medicine*, 2(3): 91-94.

Fazio, F., 2019. Fish hematology analysis as an important tool of aquaculture: A review. *Aquaculture*, 500: 237–242

Froese, R., Pauly, D., 2009. Fish Base. World Wide Web electronic publication. http://www.fishbase.org/home.htm.

Humphrey, J.D., Langdon, J.S., 1985. Diseases of Australian fish and shellfish / proceedings of the first Australian Workshop on Diseases of Fish and Shellfish held at Benalla, Victoria, May 27-30.

Jawad, L.A., Al-Mukhtar, M.A., Ahmed, H.K., 2004. The relationship between haematocrit and some biological parameters of the Indian shad, *Tenualosa ilisha* (Family Clupidae). *Snimal Biodiversity Conservation*, 27: 478–483.

Kulkarni, R.S., 2015. Hematology of the freshwater fish, *Notopterus notopterus* in relation to Physico-chemical characteristics of the water. *International Letters of Natural Sciences*, 40: 19-23.

Montgomery, W.L., Bernstein, Y., 2008. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): a technical conservation assessment. Rocky Mountain Region, Species Conservation Project. USDA Forest Service.

Rajikkannu, M., Natarajan, N., Santhanam, P., Deivasigamani, B., Ilamathi, J., Janani, S., 2015. Effect of probiotics on the haematological parameters of Indian major carp (*Labeo rohita*). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(5): 105-109.

Sarıeyyüpoğlu, M., Özcan, M., Barata, S., 2017. Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda deri ensizyonuyla operasyon uygulanması ve balığın canlılığının kontrolü üzerine bir araştırma. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29(1): 9-13.

Satheeshkumar, P., Ananthan, G., Kumar, S.D., Jagadeesan, L., 2011. Haematology and biochemical parameters of different feeding behaviour of teleost fishes from Vellar estuary, India. *Comparative Clinical Pathology*, 21(6): 1-5.

Tavares-Dias, M., deMoraes, F.R., 2007. Haematological and biochemical reference intervals for farmed Channel Catfish. *Journal of Fish Biology*, 71(2):383- 388.

Tavares-Dias, M., Moraes, F.R., 2004. Hematology of Teleost Fish. Villimpress, Ribeirao Preto, Sao Paulo.

USDA, 2000. Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *United States Department of Agriculture Wildlife Habitat Menagement Institute*, 13:1-11.

BÖLÜM 17

BALIK PATOJENİ OLAN*YERSİNİA RUCKERİ*'YE KARŞI REZENE (FOENİCULUM VULGARE MİLLER) ESANSİYEL YAĞININ İN VİTRO ETKİSİ

Azime KÜÇÜKGÜL[1]

Veysiye ERKİL[2]

1 Prof. Dr.,Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Tunceli, Türkiye,https://orcid.org/0000-0002-0515-6667

2 Yüksek Lisans Öğr.,Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Tunceli, Türkiye, https://orcid.org/0000-0002-7373-1344

1. GİRİŞ

Su ürünleri sektöründe en önemli problemlerden birisi olan enfeksiyöz hastalıklar ve bu hastalıklara bağlı olarak oluşan ölümlerdir. Enfeksiyöz hastalıklar, tedavilerinin güç ve pahalı olması nedeniyle intensif balık yetiştiriciliğinde büyük ekonomik sorunlar yaratabilmekte ve işletme ekonomisinin olumsuz yönde etkilenmesine yol açmaktadır. Bu nedenle balık hastalıklarının erken teşhisi, etkili tedavisi ve gerekli kontrol önlemlerinin alınması, kültür balığı yetiştiriciliğinde büyük önem taşımaktadır (Arda ve ark., 2002). Bu sebeple yetiştiricilik sistemlerinde balık hastalıklarına karşı etkili tedavi metotlarının iyi tanımlanması gerekmektedir (Noga, 2000; Arda ve ark., 2002).

Günümüzde hastalık insidensi çok yüksek olan *Yersinia ruckeri*, Ülkemizde dâhil olmak üzere son yıllarda dünyanın birçok ülkesinde balık populasyonlarını enfekte eden oportunist (fırsatçı) bir patojendir. Etken, balıklarda, olumsuz çevre koşullarında hastalığa neden olmakta ve Yersiniozis veya Enterik Kızılağız Hastalığı'nı oluşturmaktadır (Rucker, 1966). Yersiniozis, alabalık yetiştiricilik ünitelerinde yavru aşamasında ciddi kayıplara sebep olan ve septisemi ile seyreden bakteriyel kökenli bir hastalıktır. *Y. ruckeri*, balıklarda lezyon (özellikle deri), ülser, kanamalar ve doku yıkımları, ayrıca karaciğer ve böbrekte nekrotik odaklar ile karakterize edilen hemorajik septisemi hastalığına sebep olmaktadır (Austin ve ark., 1985; Timur ve Timur, 1991).

Yetiştiriciliğin gün be gün artması ile paralel ivme gösteren hastalıklardan balıkları korumak için çeşitli ilaçlar, vitamin, mineral karışımları ve hormonlar kullanılmıştır. Bu ilaç ve yem katkı maddelerinin %30'unu antibiyotiklerin oluşturduğunu ve geçmişten günümüze gelen ekonomik kayba neden olan birçok hastalığın daha ortaya çıkmadan engellendiği bilinmektedir (Kaya ve Ünsal, 2000). Bu nedenle bilim insanları uzun yıllardır balık hastalıkları ile mücadelede antibiyotiklerden yararlanmış ve kurtarıcı olarak kullanmışlardır. Ancak patojenlere karşı hayvanlarda direnç gelişimi riskinin artırması nedeniyle kullanım alanı sınırlandırılmış ve buna alternatif yollar aranmıştır (Cabello, 2006; Moffitt ve Mobin, 2006; Benchaar ve ark., 2008; Navarrete ve ark., 2008).

İnsanlığın başlangıcından bu yana hayatın vazgeçilmez unsurlarından birisi bitkilerdir. Tıbbı amaçlarla birçok hastalığın iyileştirilmesinde ve tedavisinde doğal bitkisel ürünler kullanılmıştır. Günümüzde ise ayrıca yetiştiricilik sistemlerinde verim attırmadan sorumlu ve yem katkı maddeleri gibi birçok alanda da yararlanılmaktadır. Bununla birlikte bu ürünlerin (özellikle esansiyel yağ formları) bakteri, mantar, protozoa gibi birçok mikroorganizma üzerinde antimikrobiyal etkili olduğu ifade edilmektedir (Dean ve Ritchie, 1987; Chao ve Young, 2000; Çetin ve Yıldız, 2004).

Doğal kökenli bitkiler ve ürünleri (ekstrakt, uçucu yağ vb.) yan etkilerinin yok denecek kadar az olması, ucuz ve kolay temini gibi birçok faktör göz önünde bulundurulduğunda alternatif olarak değerlendirilebilme potansiyelleri ile bilim insanları tarafından araştırılmıştır. Bu amaçla gerek bitkinin kendisi gerekse ürünleri *in vivo* ve *in vitro* koşullarda denenmiş ve hastalıkların tedavisindeki etkinlikleri değerlendirilmiştir (Dadalioglu ve ark., 2004; Kucukgul Gulec ve ark., 2013; Gruenwald ve ark., 2004; Kubulay ve ark., 2016; Haşimi ve ark., 2015; Diao ve ark., 2013).

Bitkilerin çeşitli kısımlarından (yaprak, çiçek, tohum ve kök vb.) elde edilen uçucu yağlar temin edildiği bitkiye has karakteristik etkiler gösterip birçok kimyasal kompanente sahip, uçucu özellikli ve kokuludur (Sivropoulou ve ark., 1996). Uçucu yağlar yapılarında yer alan timol, trans-anetol, euganol vb. bileşenleri ile antibiyotiklere alternatif olarak değerlendirilmiştir (Sartoratta ve ark. 2004).

Apiaceae familyasından olan rezene (*Foeniculum vulgare* Miller) Akdeniz Bölgesi ve Batı Asya'dan köken alıp birçok ülkede de yabani olarak yetişebilmektedir. Ülkemizde de yetiştiriciliği yapılan halk arasında "arapsaçı, irziyan, mayana, raziyane ve rezene" olarak bilinen iki metre boyu olabilen rezene iki yıllık kokulu bir bitkidir. Rezene ekonomik olarak değerli bitkiler arasında olup ülkemizde de ihracatı yapılmaktadır. Aromatik ve tedavi özelliği ile dikkat çeken rezene gıda sanayi (gıdalara lezzetlendiricisi, raf ömrünü uzatma vb.), eczacılık ve baharat bitkisi olmak üzere pek çok alanda kullanıma sahiptir. Gaz giderici, süt artıcısı gibi birçok özelliği nedeniyle ilaç olarak uzun bir geçmişi olan geleneksel ve popüler bir bitkidir. Rezene esansiyel yağında trans-anethol, limonen, fenkon gibi bileşenler bulunması bitkiye analjezik, antibakteriyel, antioksidan, anti-spasmadik, anti-inflamator, diüretik vb. olmak üzere birçok etkinliği kazandırmaktadır (Oktay ve ark., 2003; Mimica-Dukic ve ark., 2003).

Antimikrobiyal etkileri üzerine odaklanan birçok araştırıcı özellikle uçucu yağ kimyasında yer alan bileşenlerin etkilerini incelemişlerdir (Ozcan ve ark., 2006; Mata ve ark., 2007). Birçok bakteri (*Bacillus cereus, Bacillus megaterium, Bacillus pumilus, Bacillus subtilis, Escherichia coli, Klebsiella pneumonia, Micrococcus luteus, Pseudomonas putida, Pseudomonas syringae, Candida albicans*) üzerinde fennel uçucu yağ bileşenlerinin antibakteriyel etkinliğini çalışılmış ve önemli antimikrobiyal aktivitelere sahip olduğu raporlanmıştır (Gulfraz ve ark., 2008). Küçükgül ve ark. (2013) tarafından yapılan*in vivo* bir çalışmada ise, *Y. ruckeri* ile oluşturulan enfeksiyon modelinde *F. vulgare* uçucu yağının antimikrobiyal etkileri araştırılmış, inflamasyon ve akut stresin giderilmesinde etkin olduğu bildirilmiştir.

Bu araştırmada, tıbbi özellikleri bilinen rezene esansiyel yağın, içerdiği bileşenlerin oranları GC-MS analiziyle tespit edilerek, ülkemiz ve yöremiz balık yetiştiricilik tesislerinde önemli risk faktörü oluşturan *Yersinia ruckeri*enfeksiyonunakarşı antibakteriyal etkiler agar difüzyon metodu kullanarak antibiyotiklere alternatif olarak doğal kaynaklı rezene (*Foeniculum vulgare* Miller) esansiyel yağının *in vitro* etkileri saptanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Bitki ve Bakteri

Çalışmada kullanılan rezene (*F. vulgare* L.) uçucu yağı yerel bir işletmeden temin edildi (Kırkambar/Elazığ, Türkiye). Bitki materyali (100 g) kurutulduktan sornra mikser yardımıyla öğütüldü. Clevenger tipi bir aparat kullanılarak hidro damıtma işlemine tabi tutuldu (3 saat).

Yersinia ruckeri (ATCC 29473) Pendik Veteriner Araştırma Enstitüsü'nden (Pendik/İstanbul) temin edildi.

2.2. Antimikrobiyal Aktivite

Antimikrobiyal aktivite için disk difüzyon metodu kullanıldı (CLSI, 2006). *Y. ruckeri*, Trptic soy agar (TSA) 28 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakıldı. Üreyen kolonilerden sıvı besiyerine aktarım sağlandı. Sıvı besi yerinde gelişen kültürler McFarland (0.5) standart tüpüne göre bulanıklık ayarı yapıldıktan sonra buyyon tüplerine aktarıldı. Sonrasında 45-50°C'ye kadar soğutulan Müller Hinton Agara *Y. ruckeri*'nin buyyondaki kültürü ile %1 oranında aşılanarak (10^6 bakteri/ml) 9 cm çapındaki sterilpetri kutularına 15'er ml konuldu ve homojen dağılımı sağlandı. Katılaşan agar üzerine 5 ve 10 µl rezene yağı emdirilmiş diskler yerleştirip inkübasyona bırakıldı (37±1°C'de 24 saat).Çalışma 3 paralel olarak yürütüldü ve sonuçlar ortalama değer olarak inhibisyonzonu (mm) şeklinde değerlendirildi (Collins ve Lyne, 1987; Özçelik, 1992). Kontrol için standart antibiyotik disk olarak Streptomisin 10 mcg ve Tetrasiklin 30 mcg kullanıldı.

2.3. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS) Analizi

Rezene esansiyel yağının kimyasal kompozisyonu, Gaz Kromatografi Kütle Spektrofotometresi (GC-MS) kullanılarak saptandı. Rezene uçucu yağının hekzan ilavesi ile 1:100 oranında seyreltilmesi sağlandıktan sonra cihaza verildi. Uçucu yağın bileşenleri, Tubitak Marmara Araştırma Merkezi (İstanbul, Türkiye)'nde saptandı. Uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi Thermon-600 T (30mx0,25 mmx 0.25 µm film kalınlığı) ekipmanı yardımıyla Shimadzu GC-9A kromatografisi kullanılarak belirlendi (Bagambula ve ark., 2004). Beş farklı konsantrasyondaki kalibrasyon çözeltileri gaz kromotografisine 3 tekerrürlü enjekte edilmiş ve elde edilen piklerin alanları temel alınarak her bir bileşik için cevap faktörü hesaplanmıştır (Anon, 2002)

3.SONUÇLAR

Rezene esansiyel yağının antimikrobiyal etkisi diğer bir deyişle mevcut çalışmada incelenen bakterinin sebep olduğu hastalığa karşı gösterdiği iyileştirme potansiyeli, agar disk diffüzyon metoduna göre inhibisyon zon çapı (mm inhibisyon zon çapı$^{-1}$) ile değerlendirilmiştir. GC-MS analiz sonuçlarına göre rezene esansiyel yağının ana bileşeninin trans-anetol (% 67,99) olduğu incelendi. Yüzdesi en fazla olan 5 bileşen varlığı ise tablo 1'de gösterildi. Buna göre dl-Limonene (%17,16) ikinci sırada en fazla yüzdeye sahip iken onu %16,67 ile 2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, (S)- izlediği gözlendi (Tablo 1).

Tablo 1

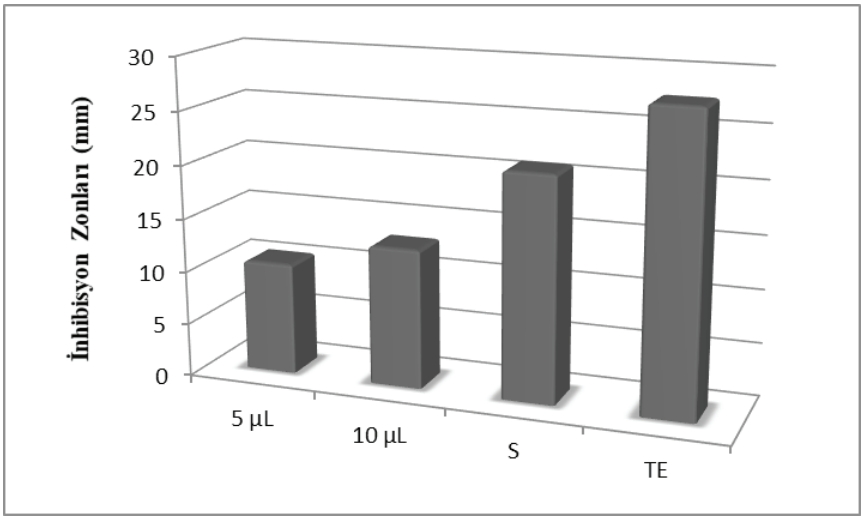
Rezene (Foeniculum vulgare Mill) esansiyel yağının kimyasal kompozisyonu

Numara	Komponentler	Cevap Faktörü (RT)	Pik Alan	Konsantrasyon (%)
1	Fenchone	10,05	1113831854	16,03
2	Benzene, 1-methoxy-4-(2- propenyl) - (CAS)	15,27	484400216	6,97
3	2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, (S)-	16,67	372032722	5,35
4	dl-Limonene	17,16	254578110	3,66
5	Trans-anethole	17,89	4725541671	67,99

Antimikrobiyal aktivite sonuçları değerlendirildiğinde; uygulanan her iki konsantrasyonda bakteri üzerinde farklı seviyelerde etkili olduğu incelendi (Şekil 1). 5 µL uygulaması ile *Y. ruckeri*'nin inhibisyon zonu 10,52 ± 1,04 mm; 10 µLmuamale edilen konsantrasyonda ise 13,10±1,67 mm olarak değerlendirildi. Pozitif kontrol olarak değerlendirilen Streptomisin (21,05±3,23 mm)ve Tetrasiklin (27,72±2,02 mm) ile karşılaştırıldığında her iki konsantrasyonda da daha düşük etkili inhibisyon zonu oluşturduğu incelendi (Şekil 2-Tablo 2).



Şekil 1: *Foeniculum vulgare esansiyel yağının (5 ve 10 µL) antibakteriyel etkinliği (orijinal)*



Şekil 2: *F. vulgare'nin İnhibisyon zonları (mm) [(S:Streptomisin; TE:Tetrasiklin)]*

Tablo 2

Foeniculum vulgare esansiyel yağının (5 ve 10 µL) inhibisyon zon değerleri

Bitki Adı	İnhibisyon zonları (mm)		Kontrol(Antibiyotik)	
	5 µl	10 µl	Streptomisin mcg	Tetrasiklin mcg
Rezene Esansiyel Yağı (*F. vulgare*)	10,52 ±1,04	13,10±1,67	21,05±3,23	27,72±2,02

4. TARTIŞMA

Günümüzde de balık hastalıklarında büyük sorunlardan birisi olan bakteriyel patojenler geniş bir spektruma sahiptir. Ülkemizde olduğu gibi, yöremizde de yetiştiricilik ünitelerinde büyük sorun oluşturan bakteriyel patojenlerden en önemlisi olanlarından birisi *Yersinia ruckeri*'dir. Bağırsağın opak, sarı, mukoid yâda sulu bir materyal ile dolması, intestinal yapının sarkık olması, internal organlarda peteşiyal ve subkutan hemorajilerin görülmesi gibi semptomlarla ve özellikle ağız ve boğaz kızarıklıkları ile karakterize bir hastalık olarak enterik kızılağız hastalığı (ERM)'nın etkeni *Y. ruckeri*'dir (Austin ve Austin, 2007). Yapılan bir çalışmada, ülkemizde değişik alanlarda yetiştiriciliği yapılan alabalık işletmelerinden (19 adet) *Y. ruckeri* suşu identifiye edilmiş fenotipik ve serotipik karakteristikleri araştırılmıştır. Söz konusu araştırmada karşılaştırma 2 referans suşla (serotip 1 ve serotip 2) yapılmıştır (Altun ve ark., 2010). Balık yetiştiriciliğinde balık hastalık salgınlarını kontrol altında tutmak ve önlemek için çeşitli kimyasallar ve antibiyotiklere alternatif olarak bitki özleri ve bitkisel esansiyel yağların kullanımı birçok araştırmacının da dikkatinin bu konu üzerinde odaklanmasına neden olmuştur (Harikrishnan ve ark., 2010a, 2010b) ve sucul canlılar için bitkisel yağların kullanımı ile ilgili araştırmalar gün geçtikçe artarak devam etmektedir. Yalnızca bitkisel yağlar değil aynı zamanda bitkinin tüm kısımlarının kullanıldığı birçok çalışma hastalıkların tedavisinde olumlu sonuçlar gösterdiğini vurgulamaktadır.

Son yıllarda özellikle balık yetiştiricilik ünitelerinde de kullanım alanı bulan bitkisel ürünlerle tedavi (fitoterapi) antibiyotiklerin yerini alması açısından önem arz etmektedir. Yapılan bir çalışmada Öntaş ve ark. (2016), limon kabuğu yağı ve (Citrus limon L.) ve argan (Argania spinosa L.) yağının *Yersinia ruckeri, Aeromonas hydrophila, Listonella anguillarum, Edwarsiella tarda, Citrobacter freundii ve Lactococcus garvieae* bakteriyel balık patojenlerine karşı antibakteriyel etkisini incelemişlerdir. Yağların özellikle Y. *ruckeri, A. hydrophila, L. anguillarum ve C. freundii* patojenlerinin gelişimini engellediği bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada, karanfil (*Eugenia caryopyllata*), nane (*Menta piperita*) ve lavanta (*Lavandula hybrida*) uçucu yağlarının bakteriyel balık patojenlerinden *Aeromonas sobria, Aeromonas salmonicida achromogenes, Aeromonas caviae, Aeromonas hydrophila, Vibrio anguillarum, Vibrio ordalli, Vibrio*

*alginolyticus, Yersinia ruckeri, Flavobacterium psychrophilum, Lactococcus garvieae ve Vagacoccus salmonina*rum' a karşı in vitro antibakteriyel etkilerini araştırılmıştır. Karanfil uçucu yağının güçlü antibakteriyel etki gösterdiği, nane ve lavanta yağlarının orta derecede etkili olduğu bulunmuştur (Metin ve ark., 2017).

Halk dilinde arapsaçı olarak bilinen rezene Apiaceae familyasına dâhildir. Akdeniz ve Yakın Doğu'dan köken alan rezene ülkemizde de Trabzon yöresinde yabani olarak bulunmaktadır. Güney bölgeleri ve Batı Anadolu'da ise yetiştiriciliği yapılmaktadır (Özbek, 2006). Önemli bir baharat bitkisi olup eskiden beri halk hekimliğinde de rezeneden faydalanılmaktadır. Konu ile ilgili yapılmış çalışmalar göstermiştir ki rezene birçok yönüyle etkili kullanım alanlarına sahiptir. Özellikle aromatik özelliği içeriğinde yer alan özünden kaynaklanmaktadır. Son yıllarda bilim insanları rezene bitkisinin meyvelerinden elde edilen esansiyel yağ bileşenlerinde majör rol oynayan transanetol'ün östrojenik, gaz söktürücü, antimikrobiyal etkileri olduğunu vurgulamışlardır (Baydar, 2007; Gruenwald ve ark., 2004). Ayrıca bakteriyel, fungal, viral ve ikobakteriyel enfeksiyon hastalığı tedavisi için rezenenin kullanıldığı bildirilmektedir. *Candida albicans* ve Aspergillus gibi mantar türleri ve dermatofitler üzerine etkinliği araştırılmış ve olumlu sonuçlar kaydedilmiştir (Rahimi ve Ardekani, 2013).Rezene uçucu yağının bir güçlü diğer etkisi ise antioksidan aktivitesidir. Bu etkinliğini ise bitki etanolik ve sulu ekstraktları ile sağladığı rapor edilmiştir (Parejo ve ark., 2004). Rezene metanol özütünün ise antiinflamatuvar aktiviteyi sağladığı; siklooksijenaz ve lipoksijenaz yoluyla iltihabı engellediği litaretürde rapor edilmiştir (Kataoka ve ark., 2002).

Eski zamanlardan beri halk hekimliğinde kullanılan rezene, günümüzde en fazla uçucu yağ bileşenleri çalışılmış bitkilerin başında gelmektedir ki uçucu yağ bileşenleri içerisinde majör konumda transanetol (% 50-75), fenkon (% 12-33) ve estragol (% 2-5) bulunmaktadır (Gruenwald ve ark., 2004). Rezene esansiyel yağının konu edildiği bir diğer çalışmada ise kimyasal kompozisyon içeriğine bağlı olarak 30'dan fazla terpen bileşiği içerdiği, bunların arasında önem sırası en yüksek olan transanetol (% 50-80), fenkon (% 8) ve limonen (%5) olduğu bildirilmektedir (Salehi Surmaghi, 2006). Bunun yanında rezene fenolik asitler, hidroksisinamik asitler, kumarin ve tanengibi fenolik bileşikler de içermektedir (Rahimi ve Ardekani, 2013).Major bileşeninin trans-anetol olarak bildirildiği bir diğer çalışmada Cerpa Chevez (2007), fenkon, fenchone, α-pinene, methyl-chavicol, α-phellandrene ve d-limoneni rezene esansiyel yağının diğer kimyasal bileşenleri olarak rapor etmişlerdir. Dadalioglu ve ark. (2004) ise rezene uçucu yağında %85,63 oranında trans-anethole bileşenini saptamışlardır. Bizim çalışmada rezene esansiyel yağının trans-anethol (% 67.99) ve fenchone (% 16.03) ile ortaya çıktığı görülmüştür. Ana bileşen olarak

trans-anethol (% 67.99) bulgumuz diğer çalışmalarla benzerlik gösterse de diğer bileşenler farklılıklar arz etmektedir. Bu farklılığın muhtemelen uçucu yağ oranı, uçucu yağ bileşenleri ve gelişme dönemleri boyunca bitki organ farklılığı ayrıca bitkinin toplanma yeri, zamanı ve çeşidinden kaynaklandığı söylenebilir.

Doğal bitkisel ürünlerden elde edilen esansiyel yağlar ve ekstraktların antibakteriyel etkileri üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar gösteriyor ki esansiyel yağ kimyasal bileşenlerinde bulunan etken maddeler (alkoller, aldehitler, fenoller vb.) gram negatif bakteriler üzerinde gram pozitiflere oranla daha dirençlidir. Bu direnç mekanizmasının ise hücre duvar yapısında bulunan lipopolisakkarit tabakasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Nikaido, 2003; Trombetta ve ark., 2005).

Rezene yağlarının antibakteriyal aktivitesi birçok araştırma ile ortaya konmuştur. Rezene esansiyel yağı linoleik asit, undekanal, 1, 3-benzendiol, oleik asit ve 2,4-undekadiyen, 5-hidroksi-furanokumarin gibi bileşikleri nedeniyle antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ifade edilmiştir. Rezenenin sulu özünün ise*Enterococcus faecalis, Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella typhi, Salmonella typhimurium ve Shigella flexneri'*ye karşı bakterisidal aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Parejo ve ark., 2004). Antibakteriyel aktivite testi için ise *Escherichia coli* (ATCC 35218), *Listeria monocytogenes* (NCTC 2167), *Salmonella typhimurium* (RHSM 1996) ve *Staphylococcus aureus* (43300) bakterileri kullanılmıştır. 0 (kontrol), 5, 10, 20, 30, 40, 50 ve 80 µL/mL gibi farklı dozlarda uçucu yağ aplike edildikten sonra hayatta kalan bakterileri sayılarak antibakteriyel aktivite sonucunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak bütün uçucu yağların test sırasında kullanılan tüm bakterilere karşı güçlü bir antibakteriyel aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Rezene ve adaçayı uçucu yağlarının antimirobiyal etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada gram pozitif (*Streptococcus pyogenes* ve *S. aureus*) ve gram negatif bakteriler (*E. coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*) deneysel bakteriler olarak seçilmiştir. Rezene esansiyel yağı *P. aeruginosa* dışında test edilen bakteriler üzerinde orta düzeyde (inhibisyon zonu <20-12 mm); *P. aeruginosa*da ise düşük seviyede (<12 mm) bir antimikrobiyal aktivite sergilemiştir ki bu değerler inhibisyon zon çapı değerlendirmesinde düşük bir inhibisyon seviyesi izlenmesi bizim çalışmamız ile paralel seyir izlemiştir (Haşimi ve ark., 2015). Amira ve Okubadejo (2007) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, *F. vulgare* yağının *Serratia marcescens*'e karşı gösterdiği antibakteriyal aktivite MIC ve disk difüzyon metodu ile ortaya konmuş ve *F. vulgare* yağının *S. marcescens*'e karşı 7- 20 mm arasında güçlü bir inhibisyon zona sahip olduğunu saptanmışlardır. Bu çalışmada ise *F. vulgare* esansiyel yağı (5 ve 10 µL) *Y. ruckeri* bakterisine karşı test edilmiş ve sırasıyla 10,52 ± 1,04 ve 13,10±1,67 mm arasında bir inhibisyon zon gösterdikleri saptan-

mıştır. Yapılan birçok çalışmada esansiyel yağların aktivasyonu esansiyel yağların tipine, kompozisyonuna ve konsantrasyonuna, etki ettiği mikroorganizmaların cinsine ve sayısına, substratın kompozisyonuna ve işleme ve depolama şartlarına bağlıdır (Pandit ve Shelef, 1994; Skandamis ve Nychas, 2000; Marino ve ark., 2001). Çalışmamızla diğer çalışmalar arasında ortaya çıkan farklılıklar bu sebeplerden kaynaklanabilir.

Birçok hastalığın tedavisinde eskiden beri kullanılan doğal bitkiler günümüzde de birçok formda kullanılarak etkinlikleri araştırılmıştır. Özellikle esansiyel yağ formda antibakteriyel etkinliklerinin belirlenmesinde esansiyel yağların kimyasal bileşimlerinde bulunan etken maddelerle mikroorganizma üzerine etki mekanizması en fazla incelenen konuların başında gelmektedir. Bu etki mekanizması mikrobiyal solunumu engelleme, plazma zar geçirgenliğini arttırarak bakterilerin hücre ölümüne sebep olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca büyümede hızlandırıcı, sindirimde uyarıcı, antimikrobiyel etkili özelliklere sahip olan esansiyel yağlar antibiyotiklerin kullanımını sınırlandırabilecek kapsamda olması sebebiyle alternatif olabilmektedir. Bununla birlikte içeriğinde bulunan birçok kompanentin sinerjistik ve/veya antagonistik etkisinin tam bilinmemesi gibi durumlardan dolayı tedavi edici, antimikrobiyel ve antioksidan özellikleri üzerine daha çok çalışılması gerekmektedir. Yapılan bu çalışma ile balık yetiştiriciliği yapılan işletmelerde önemli bir patojen olan *Yersinia ruckeri* üzerine rezene esansiyel yağının antbakteriyel etkinliği çalışılmıştır. Kontrol olarak kullanılan antibiyotikler rezene esansiyel yağları ile karşılaştırılmış ve oluşan inhibisyon zon çapları ile antibakteriyel etkinlik belirlenmiştir. Bu çalışma konu ile ilgili yapılan literatür taramalarında bir örnek teşkil etmektedir. Bakteriyel balık hastalıklarının tedavisinde doğal ürünlerin antibakteriyel, antioksidan etkinliği ile ilgili daha detaylı çalışmaların yapılması literatürde yer alan boşlukların doldurulmasa önderlik edecektir. Ayrıca

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (MÜNİBAP) tarafından YLTUB016-05 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

Altun, S., Kubilay, A., Diler, Ö. (2010). Yersinia ruckeri suşlarının fenotipik ve serolojik özelliklerinin incelenmesi. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*,*16*, 223-229.

Amira, O., Okubadejo, N.(2007). Frequency of complementary and alternative medicine utilization in hypertensive patients attending an urban tertiary care centre in Nigeria. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *7*(30), 1-5.

Anon, (2002). Risk profile on the microbiological contamination of fruits and vegetables eaten raw. Scientific Committee on Food. SCF/CS/FMH/SURF.

Arda, M., Seçer, S., Sarıeyyüpoğlu, M.(2002). *Balık Hastalıkları*, Medisan, Ankara, pp. 51- 57.

Austin, B., Austin Allen, D.(1985). Bacterial pathogens of fish. *J. Apl. Bacteriol*.,*58*, 483- 506.

Austin, B., Austin, D.(2007). Bacterial fish pathogens. *Diseases of farmed and wild fish*, 4th edn. Praxis Publishing, Chichester.

Bagamboula, C.F., Uyttendaele, M., Debevere, J. (2004). Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiol*, *21*, 33-42.

Baydar, H. (2007). *Tıbbi, aromatik ve keyf bitkileri bilimi ve teknolojisi* (4. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Yayın No: 51.

Benchaar, C.S. Calsamiglia, A.V., Chaves, G.R., Fraser, D., Colombatto, T.A., McAllister, Beauchemin, K.A.(2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Anim. Feed. Sci. Technol*. *145,* 209-228.

Cabello, F.C. (2006). Heavy use of prophylactic antibiotics ın aguaculture; a grewing problem for human and anımal health and for the environment. *Environ. Mikrobial*. 8, 1137-1144.

Cerpa Chávez, M.G., (2007). Hidrodestilación de aceites esenciales: Modelado y caracterización. Phd Thesis, Universidad de Valladolid.

Chao, S.C., Young, D.G. (2000). Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. *Journal of Essential Oil Research*, 12, 639– 649.

CLSI (Clinical Laboratory Standarts Instıtute) 2006. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Test. Approved Standard (9th edn). Wayne, PA: National Committee for Clinical Laboratory Standards, M2-A9.

Collins C.H., Lyne, P.M. (1987). *Mikrobiyological methots*. Butter Morths & Co (Publishers) Ltd. London pp-450 pp.

Çetin, T., Yıldız, G. (2004). Esansiyel yağların alternatif yem katkı maddesi olarak kullanımı. *Yem Magazin Dergisi*, 38, 41-47.

Dadalioglu, I., Akdemir Evrendilek, G. (2004). Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of turkish oregano (*Origanum minutiflorum*), bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish lavender (*Lavandula stoechas* L.), and fennel (*Foeniculum vulgare*) on common foodborne pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (26), 8255-8260.

Dean, S.G., Ritchie, G. (1987). Antibacterial properties of plant essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 5, 165-180.

Diao, W., Hua, Q., Zhang, H. and Xu, J. (2013). Chemical composition, antibacterial activity and mechanism of action of essential oil from seeds of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Food Control*. 35, 109-116.

Gruenwald, J., Brendler, T., Jaenicke, C. (2004). *PDR for Herbal Medicines*, 3rd Ed. Montvale, pp. 267-274NJ: Thomson Healthcare.

Gulfraz, M., Mehmood, S., Minhas, N., Jabeen, N., Kausar, R., Jabeen, K., Arshad, G. (2008). Composition and antimicrobial properties of essential oil of *Foeniculum vulgare*. African Journal of Biotechnology, 7 (24), 4364-4368.

Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Kim, M.C., Kim, J.S., Han, Y.J., Heo, M.S. (2010a). Effect of a mixed herb-enriched diet on the innate immune response and disease resistance of Paralichthys olivaceus against Philasterides dicentrarchi infection. *J. Aquat. Animal Health*., 22: 235-243.

Harikrishnan, R., Heo, J., Balasundaram, C., Kim, M C., Kim, J. S., Han, Y.J., Heo, M.S. (2010b). Effect of traditional Korean medicinal (TKM) triherbal extract on the innate immune system and disease resistance in Paralichthys olivaceus against Uronema marinum. *Vet Parasitol 170*, 1-7.

Haşimi, N., Kızıl, S., Tolan V. (2015). Rezene ve adaçayı uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine bir araştırma. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 5(2), 227-235.

Kataoka, H., Horiyama, S., Yamaki, M., Oku, H., Ishiguro, K., Katagi A. (2002). Anti-inflammatory and anti-allergic activities of hydroxylamine and related compounds. *Biol Pharm Bull*., 25(11), 1436-41.

Kaya, S., Ünsal, A. (2000). Besinlerdeki ilaç kalıntıları ve denetimi. Kaya, S., Pirinçci, İ., Bilgili, A. (Eds.), *Veteriner uygulamalı farmakoloji* (s. 713-730). Ankara: Medisan.

Kucukgul Gulec**,** A., Kucukgul, A., Danabas, D., Ural, M., Seker, E., Aslan, A., Serdar, O. (2013). Therapeutic effects of thyme (*Thymus vulgaris,* L.) and fennel *(Foeniculum vulgare,* M.) essential oils in infected rainbow trout (*Oncorhynchus* mykiss, Walbaum). *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 8(3), 1069-1078.

Kubulay, B., Küçükgül, A., Küçükgül, A. (2016). Deneysel yangı olusturulmus gökkusagı alabalıklarında *Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792 timolün apoptotik ve antiinflamatuvar etkinligi. *Yunus Arastırma Bülteni*, 4: 271-279.

Marino, M., Bersani, C., Comi, G. (2001). Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Copositae. *International Journal of Food Microbiology*, 67, 187-195.

Mata, A.T., Proenca, C., Ferreira, A.R., Serralheiro, M.L.M., Nogueira, J.M.F., Araujo, M.E.M. (2007). Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. *Food Chem*., 103, 778-785.

Metin, S., Didinen, B.I., Mercimek, E.B., Ersoy, A.T. (2017). Bazı Bakteriyel Balık Patojenlerine Karşı Bazı Bakteriyel Uçucu Yağlarının Antibakteriyel Aktivitesi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 1, 59-69.

Mimica-Dukic, N., Kujundzic, S., Sokovic, M., Couladis, M. (2003). Essential oil composition and antifungal activity of Foeniculum vulgare Mill. obtained by different distillation conditions. *Phytother. Res*., 9, 552-555.

Moffitt, C.M., Mobin, S.M.A. (2006). Profle of microflora of the posterior intestineof Chinook salmon before, during and after administration of rations with and without erythromycin. *North American Journel of Aguaculture*, 68, 176-185.

Navarrete, S.A., Broitman, B.R., Menge, B.A. (2008). Interhemispheric comparison of recruitment to rocky intertidal communities. Pattern persistence and scales of variation. *Ecology,* 89, 1308-1322.

Nikaido, H. (2003). Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited. *Microbiol. Mol. Biol. Rev*., 67, 593–656.

Ozcan, M.M., Chalchat, J.C., Arslan, D., Ates, A., Unver, A. (2006). Comparative essential oil composition and antifungal effect of bitter fennel (*Foeniculum vulgare* ssp. piperitum) fruit oils obtained during different vegetation. *J. Med Food*. 9(4), 552-561.

Öntaş, C., Baba, E., Kaplaner, E., Küçükaydın, S., Öztürk, M., Ercan, M.D. (2016). Antibacterial Activity of Citrus limon Peel Essential Oil and Argania spinosa Oil Against Fish Pathogenic Bacteria. *Kafkas Ünv. Vet. Fak. Dergisi*, 22(5), 741-749.

Özbek, A. (2007). *Foeniculum vulgare* L. (rezene), *Pimpinella anisum* L. (anason) ve *Coriandrium sativum* L. (kişniş) Uçucu Yağ Ekstrelerinin Karaciğeri Koruyucu Etkisinin Araştırılması. Farmokoloji Eğitiminde Kuşaklararası Bilimsel Etkileşme Semineri Programı, 7-9 Mart Aksu, Antalya. s: 31-36.

Pandit, V.A., Shelef, L.A. (1994). Sensitivity of *Listeria monocytogenes* to rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Food Microbiol*., 11, 57–63.

Parejo, I., Jauregui, O., Sánchez-Rabaneda, F., Viladomat, F., Bastida, J., Codina, C. (2004). Separation and characterization of phenolic compounds in fennel (*Foeniculum vulgare*) using liquid chromatography-negative electrospray ionization tandem mass spectrometry. *J Agric Food Chem,* 52(12), 3679-87.

Rahimi, R., Ardekani, M.R.S. (2013). Medicinal properties of *Foeniculum vulgare* Mill. in traditional Iranian medicine and modern phytotherapy. *Chin J Integr,* 19(1), 73-9.

Rucker, R. (1966). Redmouth disease of Rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Bull. Int. Epizoot.* 65, 825-830.

Oktay, M., Gulcin, I., Ufrevioglu, O. I. (2003). Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts. *Wiss. Technol*., 36, 263-268.

Özçelik S. (1992). *Gıda mikrobiyolojisi laboratuar kılavuzu*. Fırat Üniv Fen-Edebiyat Fak Yayın No:1, Elazığ, 85s.,

Salehi Surmaghi, H. (2006). *Medicinal plants and phytotherapy*. Donyaee Taghazie, Tehran, Iran. Pp-59-63.

Sartoratta, A., Machado, A.L., Delarmelina, C., Figueria, G.M., Duarte, M.C.T., Rehder, V.L.G. (2004). Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Environmental and Soil Microbiology*, 35, 275-280.

Skandamis, P., Nychas, G.J.E. (2000). Development and validation of a model predicting the survival of *Escherichia coli* O157:H7 in home-made eggplant under various temperatures, pH and oregano essential oil concentrations. *Appl. Environ. Microbiol*., 66, 1646 – 1653.

Timur, G., Timur, M. (1991). An outbreak of enteric redmouth disease in farmed rainbow trout (O. mykiss) in Turkey. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 11, 182-183.

Trombetta, D., Castelli, F., Sarpietro, M.G., Venuti, V., Cristani, M., Daniele, C., Saija, A., Mazzanti, G., Bisignano, G. (2005). Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. *Antimicrob. Agents Chemother*., 49, 2474–2478.