TARIMSAL ÜRETİMDE GÜNCEL GELİŞMELER

EDİTÖR
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL

İKSAD
Publishing House

TARIMSAL ÜRETİMDE GÜNCEL GELİŞMELER

EDİTÖR
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL

YAZARLAR
Prof. Dr. Bahri BAYRAM
Prof. Dr. Hatice KAYA
Prof. Dr. Mustafa TAN
Doç. Dr. Adem KAYA
Doç. Dr. Aycan Mutlu YAĞANOĞLU
Doç. Dr. Gökhan ARSLAN
Doç. Dr. Muhammed KÜPE
Doç. Dr. Nuray DEMİR
Dr. Öğr. Üyesi ÖZLEM YILMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÇİNAR TOPÇU
Dr. Öğr. Üyesi Kübra FETTAHOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Sedat KARADAVUT
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL
Öğr. Gör. Adnan ÇOLAK
Arş. Gör. Ali KAYA
Arş. Gör. Oğuz Fatih ERGÜN
Arş. Gör Veysel Fatih ÖZDEMİR
Zir. Yük. Müh. Abdulkadir ERGÜN
Doktora Öğr. Hanife ORHANGAZİ
Y.L. Öğr. Esra ZEREN DURSUN

İKSAD
Publishing House

Copyright © 2023 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher,
except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com
It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2023©
ISBN: 978-625-367-149-5
Cover Design: İbrahim KAYA
June / 2023
Ankara / Türkiye
Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1
KÖKBOYA (*Rubia tinctorum* L.)'DA ÇİMLENDİRME ÇALIŞMALARI
Prof. Dr. Mustafa TAN
Dr. Öğr. Üyesi Sedat KARADAVUT
Öğr. Gör. Adnan ÇOLAK.....3

BÖLÜM 2
KOLOSTRUMUN YAPISI VE BUZAĞI BESLENMESİNDEKİ ÖNEMİ
Arş. Gör Veysel Fatih ÖZDEMİR
Prof. Dr. Bahri BAYRAM.....27

BÖLÜM 3
KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE TARIMSAL KURAKLIĞIN HAYVANCILIK SEKTÖRÜNE ETKİSİ VE HAYVANCILIKTA SU SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ
Arş. Gör. Oğuz Fatih ERGÜN
Prof. Dr. Bahri BAYRAM.....47

BÖLÜM 4
MAKRO VE MİKRO MİNERALLERİN YUMURTA KABUK KALİTESİNE ETKİSİ
Doktora Öğr. Hanife ORHANGAZİ
Prof. Dr. Hatice KAYA.....81

BÖLÜM 5
TANENLERİN YAPISI VE RUMİNANT HAYVANLARDAKİ ROLÜ
Arş. Gör. Ali KAYA
Doç. Dr. Adem KAYA.....123

BÖLÜM 6
RUMİNANTLARDA ENTERİK METAN GAZININ OLUŞUMU VE ÖLÇÜM METOTLARI
Arş. Gör. Ali KAYA
Doç. Dr. Adem KAYA.....147

BÖLÜM 7
KIRSAL ALANIN KALKINMASINDA ÖNEMLİ BİR İTİCİ GÜÇ: KIRSAL TURİZM
Zir. Yük. Müh. Abdulkadir ERGÜN
Doç. Dr. Nuray DEMİR.....185

BÖLÜM 8
KAYSERİ 'DE KABAK ÇEKİRDEĞİ ÜRETİMDE ETKİLİ OLAN SOSYO- EKONOMİK FAKTÖRLER
Doç. Dr. Nuray DEMİR.....219

BÖLÜM 9
YAPAY ZEKÂ VE TARIM ALANINDA KULLANIMI
Doç. Dr. Aycan Mutlu YAĞANOĞLU
Doç. Dr. Gökhan ARSLAN.....241

BÖLÜM 10
KAHRAMANMARAŞ YEREL BAĞCILIĞINDA SON YILLARDAKİ GELİŞMELER VE MEVCUT DURUM
Doç. Dr. Muhammed KÜPE.....263

BÖLÜM 11
STAPHYLOCOCCAL PROTEAZ VE LİPAZLAR
Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÇİNAR TOPÇU
Dr. Öğr. Üyesi Kübra FETTAHOĞLU.....295

BÖLÜM 12
TARIMSAL GIDA ATIKLARINDAN BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN MİKRODALGA DESTEKLİ EKSTRAKSİYONU
Dr. Öğr. Üyesi ÖZLEM YILMAZ.....325

BÖLÜM 13
KÖPEKDİŞİ (CYNODON DACTYLON L. PERS) BİTKİSİ ÜZERİNE BAZI ABİYOTİK STRESLERİN ETKİSİ
Y.L. Öğr. Esra ZEREN DURSUN
Doktora Öğr. Zeynep DUMLU GÜL.....359

ÖNSÖZ

Çok sayıda işleve sahip olan tarımsal üretim ülkemizde değişim ve dönüşüme bağlı olarak her dönem değişmektedir. Doğal çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması, güncel gelişmelerin takip edilmesi, arazilerin verimli kullanılması ve daha pek çok ihtiyacın karşılanması, tarımsal üretimde sürdürülebilirliği etkileyen gereklilikler arasında yer almaktadır. 'Tarımsal Üretimde Güncel Gelişmeler' başlığı altında ziraatın farklı kollarından toplanan tüm bölüm ve konular öğrenci, araştırmacı, akademisyen ve üreticilerin faydalanabileceği bir kaynak olması için hazırlanmıştır. Yazımda, düzenlemede ve basımda emeği geçen herkese teşekkür eder, ilgilenenlere faydalı olmasını dilerim…

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL

Haziran, 2023

BÖLÜM 1

KÖKBOYA (*Rubia tinctorum* L.)'DA ÇİMLENDİRME ÇALIŞMALARI

Prof. Dr. Mustafa TAN[1]
Dr. Öğr. Üyesi Sedat KARADAVUT[2]
Öğr. Gör. Adnan ÇOLAK[3]

1 Trakya Üniversitesi Havsa Meslek Yüksekokulu Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Edirne, Türkiye. ORCID: 000-0001-7939-7087, e-posta: mustafatan@trakya.edu.tr
2 Trakya Üniversitesi Havsa Meslek Yüksekokulu Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Edirne, Türkiye. ORCID: 0000-0001-5070-6747, e-posta: sedatkaradavut@trakya.edu.tr
3 Trakya Üniversitesi Havsa Meslek Yüksekokulu Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Edirne, Türkiye. ORCID: 0000-0002-5085-9329, e-posta: adnancolak@trakya.edu.tr

1. GİRİŞ

Günümüz tarımında suni gübre ve pestisitlerin yoğun olarak kullanılması tüketicilerde endişeye yol açmaktadır. Buna karşılık olarak da organik tarım ve iyi tarım gibi daha güvenli üretim teknikleri ve doğal olana dönme yönünde akımlar gelişmektedir. Bu durum gıda üretiminde olduğu gibi insanlar tarafından günlük hayatta kullanılan bütün ürünlerde görülmektedir. Güvenli gıda talep eden bilinçli tüketici, giydiği kıyafetlerin ve kullandığı aksesuarların da organik veya doğal üretilmiş ham maddelerden imal edilmesini arzu etmektedir. Bu çerçevede iplik ve kumaş boyamada kullanılan doğal boyar maddeler önem kazanmaktadır. İnsanlar Tunç Çağından beri boya bitkilerini kullanmışlar ve bitkilerden elde ettikleri boyalarla deri, kumaş, halı ve kilimleri boyamışlardır. Genç (2014) bu amaçla eski dönemlerden beri 300 civarında hayvansal ve bitkisel maddenin kullanıldığını bildirmektedir. Türk kültüründe bitkisel boyamacılık Orta Asya'ya kadar dayanmaktadır (Eşberk ve Köşker, 1945). Osmanlılar zamanında Edirne, Bursa, Kayseri, Tokat ve Konya gibi şehirler boyacılığın gelişmiş olduğu yerlerdir. Bu merkezlere yakın yerlerde ve Anadolu'nun hemen hemen her bölgesinde boyacılık yapılmış, özel olarak boya bitkileri yetiştirilmiştir (Arlı, 1984). Hatta boya bitkileri Avrupa ülkelerine ciddi miktarlarda ihraç edilmiştir (Genç, 2014). 19. yüzyılda boya maddelerinin sentetik olarak ucuz ve daha kolay üretilmesi ile doğal boyalar önemini kaybetmiştir. Günümüzde ise insan ve çevre sağlığı için doğal boya maddelerine yeniden dönüş başlamıştır. Bu çerçevede hem Avrupa'da hem de

ülkemizde boya bitkileri yetiştiriciliğini konu alan projeler planlanmaktadır.

İnsanlar tarihin eski dönemlerinden beri boyamacılıkta kırmızı rengi en fazla kökboya (*Rubia tinctorum* L.) bitkisinden elde etmişlerdir. Bu bitki Osmanlı İmparatorluğu döneminde Anadolu ve Rumeli'de geniş alanlarda yetiştirilmiş ve bu bitkiden elde edilen renk Avrupa'da *Türk kırmızısı* veya *Edirne kırmızısı* olarak ün yapmıştır (Baykara, 1998; Genç, 2014). Avrupalılar başlangıçta kökboyayı büyük oranda Edirne, İzmir ve Rumeli'den ithal etmiş, daha sonra Avrupa'da yetiştirmeye başlamışlardır (Becenen ve Sarıca, 2018). Rubiaceae familyasından olan kökboya 50-100 cm kadar boylanan otsu yapıda çok yıllık bir türdür (Resim 1). Rizom adı verilen toprak altında yayılan gövdelere sahiptir (Baydar ve Karadoğan, 2006). Saplar dört köşeli, tırmanıcı ve yapışkan, yaprakları ise elips şeklinde, her boğumda 4-6 adet, ışınsal formda ve kenarları düzdür. Çiçekler beyazımsı-sarı renkte olup, gevşek ve piramidal salkım oluştururlar. Davis (1982) bu bitkinin İran-Turan kökenli olduğunu; Kuzeybatı ve Orta Asya'dan Kuzeybatı Himalayalar'a kadar olan bölgeye ve Avrupa'nın batı, güney ve güneydoğusuna yayılmış olduğunu bildirmektedir. Karadağ (2007) ise bu bitkinin anavatanının muhtemelen Anadolu olduğunu ileri sürmektedir. Bu bitki ülkemizde birçok bölgede görülmekte olup, Trakya'nın İstanbul ve Çanakkale sınırlarında da kayıtlara geçmiştir (TÜBİVES, 2023). Bitki çalılık alanlarda, tarla ve yerleşim yerlerinin kenarlarında, boş bırakılan arazilerde ve bahçelerde yabani olarak bulunmaktadır (Başlar ve Oflas, 1996; Akyürek, 2001). Fazla ıslak ve

kurak olmayan, gölge ve nemli yerlerde, dere yataklarında, organik maddece zengin, kireçli-killi, killi-kumlu, derin topraklarında iyi gelişir (Şanlı ve Çatalkaya Gök, 2017). Halk arasında kök boya, gök boya, çubuk boya, boyalık otu, boyacı kökü, kızılkök veya kırmızı kök gibi isimlerle anılmaktadır.

Resim 1. Kökboya (*Rubia tinctorum* L.) (Foto: M. Tan)

Rubiaceae familyası 600 cins ve 13.000 civarında tür ile temsil edilen büyük bir ailedir (Davis ve ark., 2009). Bu familyaya giren Rubia cinsi ılıman ve sıcak bölgelerde yayılış gösteren 30-40 kadar türü kapsar. Bu familyaya dahil olan bütün türler özellikle köklerinde boyar madde içermektedirler. Ancak yapılan çalışmalarda *R. tinctorum*'un bu yönden daha zengin olduğu bildirilmektedir. Doğal boya kaynağı olan kökboyanın rizomlarından (kök-gövde) ekstre edilen etken maddeler sekonder metabolit olan naftokinonlar, antrakinonlar ve naftohidrokinonlardır (Deli, 2004). Literatüre göre bitkinin köklerinde 35'ten fazla antrakinon pigmenti bulunmaktadır (Derksen, 2001). Kırmızı renk tonları elde edilmesinin yanı sıra turuncu, kahverengi ve mor rengin elde edilmesinde de kullanılmaktadır. Bu boyar maddelerin en önemlileri alizarin ve purpurin olup, diğerleri pseudopurpurin, munjistin ve rubiadindir (Enez, 1987; Gilbert ve Cooke, 2001). Bitkinin kökleri ilkbahar ve sonbahar aylarında toplanıp kurutularak boyar madde elde edilmektedir (Baytop, 1983).

Ülkemizde yabani olarak Ege'den Doğu Anadolu'ya kadar yaygın olan kökboya bitkisinin henüz ticari bir çeşidi geliştirilmemiştir. Zaten bütün dünyada halihazırda doğadan toplanarak kullanılmaktadır. Hindistan ve İran gibi ülkelerde doğadan toplanıp uluslararası piyasalarda ticareti de yapılmaktadır. Ülkemizde ise daha çok Batı Anadolu (Balıkesir, Manisa, Afyon, Denizli, Uşak) ve Akdeniz (Antalya ve Isparta) bölgelerinde hala yöresel olarak boyamacılıkta kullanılmaktadır. Zaten bitki bu bölgelerde yabani olarak oldukça yaygın bulunmaktadır. Akyürek (2001) kökboyanın Batı ve Orta Anadolu'da XIX. yüzyılın

sonlarına kadar tarımının yapıldığını, doğal florada bulunan formlarının önceden tarımı yapılmış bölgelerde yaygın olduğunu bildirmektedir. Muhtemelen yabani popülasyonlar yüzlerce yıllık bir süreçte kültür formalarından doğal hayata adaptasyon sağlamış olan formlardır.

Gelişmiş ülkelerden başlayarak birçok dünya ülkesinde doğal boyalara olan talebin artması ile birlikte kökboya tarımı da yeniden gündeme gelmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinde bu bitkinin yetiştiriciliği için bazı projeler geliştirilmektedir. Kökboyanın ticari olarak geliştirilmiş tescilli bir çeşidi yoktur. Bu nedenle tarımında yabani popülasyonlardan alınan tohumlar kullanılmaktadır. Bu durumda en önemli sorun yabani özellik gösteren bitkinin düşük oranda çimlenmesidir. Kökboya tohumları etli meyve içerisinde olgunlaşırlar. Bu meyve kuruduğu zaman kalın bir kabuk şeklinde tohumun etrafında yapışık olarak kalır. Genellikle bitkilerde meyve kabuğu çimlenmeyi engelleyici maddeler içerir. Bu meyve kabuğu eriyip parçalanmadığı sürece sağlıklı bir çimlenme gerçekleşmez. Bu yüzden tohum toprakta yıllarca bozulmadan kalır, meyve kabuğu parçalandıktan sonra çimlenme gerçekleşir. Bundan dolayı böyle tohumların çimlendirilmesi için engelleyici maddeleri içeren meyve kabuğunun uzaklaştırılması gerekir. Bunun için de nemli tohumların düşük sıcaklıkta tutulması (katlama), fiziksel veya kimyasal aşındırma ve hormon uygulaması gibi yöntemler kullanılmaktadır. Kökboya yaygın tarımı yapılan bir bitki olmadığı için meyve, tohum ve çimlenme özellikleri ile ilgili yeterli bilgi bulunmamaktadır. Ancak bu bitkide çimlenme sorunları olduğu bilinmekte olup, bu konuda yabancı literatürde bazı çalışmalara rastlanmaktadır. Sharifi ve ark. (2016) taze

tohumların hiç çimlenmediğini belirtirken, Adams (1927) çimlenme oranının %30'lar seviyesinde olduğunu belirlemiştir. Raxmatullo ve Yorqulovich (2021) bir aylık tohumların %3 oranında çimlendiğini, 3 ay dinlenmiş tohumların ise ancak %6 oranında çimlendiğini bildirmişlerdir. Bu sorun üzerine planlanan çalışmalarda Farhoudi ve ark. (2007) ise %90'lık sülfirik asit ile 15 dakika muamele edilmesinin çimlenmeyi artırdığını bulmuşlardır. Yine başka araştırmada tohumların mekanik olarak aşındırılması ve sıcak su ile muamele edilmesi de tavsiye edilmektedir (Sedigheh ve ark., 2009).

Yukarıda verilen bilgilerin ışığında bu araştırma, kökboya tarımı için önemli bir darboğaz olan çimlenme oranının düşüklüğü sorununa çözüm bulmak amacıyla planlanmıştır. Araştırmada öncelikle tohum ve meyve ile ilgili bazı genel özellikler belirlenmiş, daha sonra çimlenmeyi kolaylaştırıcı bazı pratik uygulamaların sonuçları incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırma Trakya Üniversitesi Havsa Meslek Yüksekokulu'nda 2020-2022 yıllarında yürütülmüştür. Edirne şartlarında 2020, 2021 ve 2022 yılları içerisinde doğal floradan toplanmış yabani kökboya (*Rubia tinctorum* L.) tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Yabanilik özelliğinden dolayı çimlenme sorunlarına sahip olan bitkinin tohum ve çimlenme özelliklerinin belirlenmesi amacı ile 4 farklı çalışma yapılmıştır. Bunlardan birincisi meyve ve tohum özelliklerinin belirlenmesine yönelik olup, diğer üçü çimlendirme testlerinden

oluşmaktadır. Bannayan ve ark. (2006) bu bitkide en yüksek çimlenmenin 15-25 ºC'lerde gerçekleştiğini bulmuşlardır. Bu nedenle çimlendirme testleri 20 ± 3 ºC sıcaklık ortamında gerçekleştirilmiştir. Testler şansa bağlı tam bloklar deneme deseninde yürütülmüş, önemli bulunan ortalamalar %5 ihtimal seviyesinde LSD testi kullanılarak harflendirilmiştir.

1. Tohum ve meyve özelliklerinin belirlenmesi: Kökboyada çiçeklenme temmuz ayında başlamakta ve tohum olgunlaştırma uzun bir dönemde gerçekleşmektedir. Bu nedenle bazı tohumlar Ağustos ayında, bazı tohumlar ise Eylül ayı içerisinde olgunlaşır. Farklı zamanlarda olgunlaşan tohumların özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2020 yılı içerisinde aynı bitkiden 3 farklı tarihte (20 Ağustos, 5 Eylül ve 20 Eylül) toplama yapılmıştır (Resim 2). Toplanan tohumlar açık havada iki hafta süresince kurutulduktan sonra 1000-meyve ağırlığı ve meyve çapı belirlenmiştir. Daha sonra meyveler ılık suda 2 saat bekletilerek ovalanmış ve meyve kabukları uzaklaştırılmıştır. Yine birkaç gün açık havada kurutulan tohumlarda 1000-tohum ağırlığı ve tohum çapı bulunmuş, tohum ağırlıkları meyve ağırlıklarına oranlanarak meyve kabuk oranı (%) belirlenmiştir.

Resim 2. Farklı dönemlerde toplanmış *R. tinctorum* tohumları (meyveleri) (Foto: M. Tan)

2. Farklı tarihlerde toplanan tohumların çimlenme oranlarının belirlenmesi: 2020 yılı içerisinde aynı bitkiden farklı tarihlerde alınan tohumlar 1 ay sonra çimlendirme testlerine tabi tutulmuştur. Çimlendirme çalışmaları 10 cm çapındaki petri kapları içerisinde (4x25 adet) yapılmıştır. Her gün yapılan inceleme ile çimlenen tohumlar uzaklaştırılmış, çimlenme sayıları ve süreleri belirlenmiştir.

3. Çimlenme üzerine bazı uygulamaların etkilerinin belirlenmesi: Önceki çalışmada kökboya tohumlarında çimlenme ile ilgili sorunlar olduğu belirlenmiş ve bu nedenle çimlenmeyi artırmak amacıyla bazı pratik uygulamalar yapılmıştır. Bu uygulamalar çeşitli araştırmalarda önerilen sıcak su uygulaması, mekanik aşındırma ve meyve kabuğunu uzaklaştırma olarak ele alınmıştır. Bu uygulamalar ilave olarak hiçbir uygulama yapılmayan kabuklu tohumlar da kontrol olarak teste dahil edilmiştir. Sıcak su uygulaması Sedigheh ve ark. (2009)'nın tavsiye

ettiği 90 ºC'lik sıcak suda 5 dakika bekletme şeklinde uygulanmıştır. Mekanik aşındırma meyvelerin zımpara ile hafifçe ovalanarak tohum kabuğunun çizilmesi şeklinde yapılmıştır. Meyve kabuğunun uzaklaştırılması ise ılık su içerisinde 24 saat bekletilen meyvelerin ovalanarak kabuğunun soyulması şeklinde gerçekleştirilmiştir (Resim 3).

Resim 3. Kabuklu ve kabuğu soyulmuş kökboya tohumları (Foto: M. Tan)

4. Çimlenmenin zamana göre değişiminin belirlenmesi: Son çimlendirme testinde ise 2020, 2021 ve 2023 yıllarında toplanan farklı yaşlardaki tohumların çimlendirme testlerini konu almıştır. Bu çalışma yine petri kaplarında 4x25 tekrarlamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Testler hem meyve kabuğu ile kaplı tohumlarda hem de kabuğu soyulmuş çıplak tohumlarda yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Tohum ve meyve özellikleri

Bu incelemeler araştırmanın ilk aşaması olup, çimlendirme testlerinden önce bazı meyve ve tohum özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Metot bölümünde açıklandığı gibi 20 Ağustos, 5 Eylül ve 20 Eylül tarihlerinde aynı bitkiden toplanan meyveler açık havada kurutulduktan sonra Tablo 1'de verilen özellikler belirlenmiştir. Farklı tarihlerde toplanan kökboyanın 1000-meyve ağırlığı 40.75 gramdır. En yüksek meyve ağırlığı (51.50 g) ilk olgunlaşan meyvelerde yani 20 Ağustos tarihinde belirlenmiştir. Daha sonraki tarihlerde istatistiksel olarak önemli düşüler görülmüş olup, 5 Eylül ve 20 Eylül tarihlerinde toplanan meyvelerin 1000-tane ağırlığı sırasıyla 44.00 g ve 26.75 g olarak bulunmuştur.

1000-tohum ağırlığı meyve ağırlığına benzer bir seyir takip etmiş, ancak toplama zamanları arasındaki farklılıklar daha küçük olmuştur. 20 Ağustos, 5 Eylül ve 20 Eylül tarihlerinde toplanan tohumların 1000-tane ağırlıkları sırasıyla 26.88, 25.87 ve 23.94 g olarak tespit edilmiştir. 20 Ağustos ve 5 Eylül tarihlerindeki 1000-tohum ağırlıkları arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur. 5 Eylül tarihindeki değer ise diğerlerinden önemli ölçüde düşüktür (Tablo 1).

Tablo 1. Farklı tarihlerde alınan meyve ve tohumların bazı özellikleri*

Toplama Zamanı	1000-Meyve Ağ. (g)	1000-Tohum Ağ. (g)	Meyve Çapı (mm)	Tohum Çapı (mm)	Meyve Kabuğu Oranı (%)
20 Ağustos	51.50 a	26.88 a	5.21a	4.29 a	52.2 b
5 Eylül	44.00 b	25.87 a	4.75 ab	3.97 ab	58.8 b
20 Eylül	26.75 c	23.94 b	4.20 b	3.69 a	89.5 a
Ortalama	40.75	25.56	4.72	3.98	66.8
LSD	4.35	1.21	0.92	0.43	7.2

* Aynı sütun içinde ayrı harf ile işaretlenen ortalamalar %5 ihtimal sınırlarında farklıdır.

Kökboya meyvelerinin çapı ortalama 4.72 mm olup, olgunlaşma zamanına göre değişiklik göstermektedir. 20 Ağustos'ta olgunlaşan meyveler daha büyük olup 5.21 mm çapındadır. 5 Eylül ve 20 Eylül tarihlerindeki meyveler daha küçüktür ve sırasıyla 4.75 mm ve 4.20 mm çapındadırlar. 20 Ağustos ile 20 Eylül tarihlerindeki meyve çapı değerleri istatistiksel olarak farklıdır.

Kabuklar soyulduktan sonra ortaya çıkan tohumların çapında da meyvelerdeki gibi bir sonuç belirlenmiştir. Başlangıçta 4.29 mm olan meyve çapı ilerleyen tarihlerde 3.97 mm ve 3.69 mm olarak ölçülmüştür. Birinci ve son dönem verileri birbirinden önemli seviyede farklıdır (Tablo 1).

Ağırlık esasına göre meyve kabuğu oranı ilginç sonuçlar ortaya koymuştur. Örneklemenin önceki tarihlerinde %52.2 ve %58.8 olan meyve kabuğu oranı son dönemde çok önemli artışla %89.5'e yükselmiştir. Bu durum geç dönemlerde kök boya meyveleri

içerisindeki tohumların önemli oranda küçüldüğünü ortaya koymaktadır (Tablo 1).

Araştırmanın ilk aşamasında elde edilen veriler, kökboyanın meyve ve tohum özellikleri ile ilgili önemli sonuçlar ortaya koymuştur. Dönemlerin ortalaması olarak bu bitkide 1000-meyve ağırlığı, meyve çapı, 1000-tohum ağırlığı, tohum çapı ve meyve kabuğu oranı sırasıyla 40.75 g, 4.72 mm, 25.56 g, 3.98 mm ve %66.8'dir. Bu sonuçlara göre aynı bitki üzerinde tohum ve meyveler olgunlaşma tarihine göre önemli farklılıklar göstermektedir. Daha büyük ve ağır materyaller ilk olgunlaşma tarihlerinden alınırken, daha sonraki tarihlerde düşüşler belirlenmiştir. Buna karşılık meyve kabuğu oranı tarih ilerledikçe önemli seviyede artmıştır. Bu durum kökboyanın sıcağı seven bir bitki olduğunu göstermektedir. Daha büyük ve kuvvetli tohumlar yaz periyodunda ortaya çıkmaktadır.

3.2. Farklı tarihlerde toplanan tohumların çimlenme özellikleri

Araştırmanın ikinci aşamasında ilk denemede kullanılan ve farklı tarihlerde toplanan tohumlarla çimlendirme çalışması yapılmıştır. Kökboya tohumlarında çimlenme oranının düşük ve çimlenme hızının yavaş olması önemli bir sorundur. Bu testte bu çimlenme durumunun bitkideki olgunlaşma tarihi ile olan ilişkisi araştırılmıştır (Tablo 2). Bir bitkiden alınan tohumların aynı yıl içerisindeki çimlenme oranı ortalamasının %28.0 olduğu belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı (%33.1) erken toplanan tohumlarda belirlenmiş, diğer toplama

tarihlerinde çimlenme oranı önce düşmüş (%22.3), daha sonra bir miktar artış göstermiştir (%28.7).

Tablo 2. Farklı tarihlerde alınan tohumların çimlenme oranı ve çimlenme hızları*

Toplama Zamanı	Çimlenme Oranı (%)	Çimlenme Hızı (gün)		
		Çimlenmenin Başlaması	%50 Çimlenme	Çimlenmenin Tamamlanması
20 Ağustos	33.1 a	3	19 a	27
5 Eylül	22.3 c	4	15 b	27
20 Eylül	28.7 b	3	16 b	29
Ortalama	28.0	3	17	28
LSD	4.1	-	2.3	-

* Aynı sütun içinde ayrı harf ile işaretlenen ortalamalar %5 ihtimal sınırlarında farklıdır.

Bir bitkiden farklı tarihlerde alınan tohumların çimlenme hızları farklılık göstermiş, ancak bu farklılık sadece %50 çimlenmede istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 2). 20 Ağustos ve 20 Eylül tohumlarında çimlenme 3. günde, 5 Eylül tohumlarında ise 4. günde başlamıştır. Tohumların %50'sinin çimlenmesi birinci grupta 19. günde gerçekleşmiştir. İkinci ve sonuncu tarihlerde toplanan tohumlar ise daha hızlı çimlenerek 15. ve 16. günlerde %50 çimlenme oranına ulaşmışlardır. Fakat çimlenmenin tamamlanması (en son çimlenme tarihi) çok büyük farklılık göstermemiştir.

Çimlenme oranı ve hızının belirlenmesi amacı ile yürütülen testte farklı tarihlerde olgunlaşan tohumların çimlenme hızları ile ilgili net bir sonuç ortaya çıkmamıştır. Çimlenmenin 3. ve 4. günlerde başladığı, toplama

tarihlerine göre düzensiz devam ettiği ve çimlenme faaliyetinin yaklaşık bir ay devam ettiği görülmektedir. Araştırmada düzensizlik ve uzun çimlenme süresi tipik bir yabani bitki görüntüsü vermektedir. Khorsandi ve Banakar (2011) bu bitki ile yaptıkları çimlenme testinde çimlenmenin 22 gün devam ettiğini belirlemişlerdir. Bu testte çimlenme oranı ile ilgili sonuçlar daha belirgin ve dikkat çekicidir. Genel olarak tohumlarda çimlenme oranının düşük olduğu öncelikle göze çarpan bir durumdur. Nitekim *Rubia tinctorum*'da yapılan çimlenme çalışmalarında bitkide çimlenmenin sorun olduğu vurgulanmıştır. Sharifi ve ark. (2016) taze tohumların hiç çimlenmediğini belirtirken, Adams (1927) çimlenme oranının %30'lara kadar düştüğünü belirlemiştir. Raxmatullo ve Yorqulovich (2021) bir aylık tohumların %3 oranında, 3 ay dinlenmiş tohumların ise %6 oranında çimlendiğini bildirmişlerdir. Bu testte elde edilen veriler yapılan diğer çalışmaların sonuçları ile uyum içerisinde olup, bitkinin yabanilik özelliği gösterdiğini ve taze tohumların düşük oranda çimlendiğini ortaya koymuştur.

3.3. Çimlenme oranı üzerine bazı uygulamaların etkisi

Bu çimlendirme testinde kökboyanın çimlenmesi üzerine bazı pratik uygulamaların etkileri incelenmiştir (Tablo 3). Hiçbir uygulama yapılmayan meyve kabuğu ile kaplı taze tohumların çimlenme oranı %4.2 olarak bulunmuştur. Tohumların sıcak su ile muamelesi %2.0, mekanik aşındırma uygulaması %5.4 oranında çimlenme ortaya çıkarmıştır. Bu uygulamaların istatistiksel olarak kontrolden farkı

yoktur. Ancak meyve kabuğunun yıkama ve ovalama ile uzaklaştırılması çok yüksek bir çimlenme oranına (%63.1) yol açmıştır.

Tablo 3. Bazı uygulamaların kökboya tohumlarında çimlenme oranı üzerine etkileri *

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)
Kontrol	4.2 b
Sıcak su uygulaması	2.0 b
Mekanik aşındırma	5.4 b
Meyve kabuğunun uzaklaştırılması	63.1 a
Ortalama	18.7
LSD	3.8

* Aynı sütun içinde ayrı harf ile işaretlenen ortalamalar %5 ihtimal sınırlarında farklıdır.

Bu testin sonuçları taze ve meyve kabuğu ile kaplı kökboya tohumlarının çimlenme sorunu olduğunu bir kez daha göstermiştir. Ancak sıcak su uygulaması ve mekanik aşındırma uygulaması da önemli bir farklılık oluşturmamıştır. Sedigheh ve ark. (2009)'nın önerileri doğrultusunda yapılan sıcak su uygulaması muhtemelen tohumların canlılıklarının kaybolmasına sebep olmaktadır. Mekanik aşındırma ise meyve kabuğunun ortamdan uzaklaştırılmaması nedeniyle yine düşük çimlenme ile sonuçlanmaktadır. Bu sonuçlar belirgin olarak ortaya koymaktadır ki, kökboya tohumlarındaki meyve kabuğu çimlenmeyi engelleyici maddeler içermektedir. Bu kabuğun uzaklaştırılması çimlenmenin belirgin olarak artmasını sağlamaktadır. Ayrıca kökboya tohumları etrafında bulunan meyve kabuğu, çürükçül

mantarların oluşmasına neden olarak da çimlenmeye zarar vermektedir (Resim 4).

a. Kabuklu tohumlarda çimlenme seyri

b. Kabuğu soyulmuş tohumlarda çimlenme seyri

Resim 4. Kabuklu ve kabuğu soyulmuş tohumların çimlendirme testlerinden görüntüler

3.4. Çimlenmenin yıllara göre değişimi

Araştırmada son test; kökboya tohumlarının yıl bazında yaşına göre çimlenme oranının değişimini konu almaktadır. Bu amaçla bir, iki ve üç yaşında tohumlar, meyve kabuğu ile kaplı olarak ve meyve kabuğu uzaklaştırılmış olarak çimlendirmeye tabi tutulmuşlardır (Tablo 4). Yine bu testte kabuklu ve kabuksuz tohumlar arasında belirgin bir farklılık olduğu ortaya çıkmıştır. Meyve kabuğu ile kaplı olan tohumlar ortalama %29.9 oranında çimlenirken, meyve kabuğu uzaklaştırılmış tohumların çimlenme oranı ortalama %62.1 olarak bulunmuştur.

Tohumların yaşı da çimlenme oranına etki eden önemli bir faktör olmuştur. Kabuklu tohumlarda en düşük çimlenme oranı bir yaşındaki tohumlarda belirlenirken, iki yıllık tohumlarda en yüksek çimlenme oranına ulaşılmış, üç yıllık tohumlarda çimlenme oranı bir miktar düşmüştür. Meyve kabuğu uzaklaştırılmış tohumlarda ise birinci ve ikinci yıldaki tohumların çimlenme oranı yüksek bulunmuş, üçüncü yıldaki tohumlarda çimlenme düşmüştür.

Tablo 4. Farklı yaşlardaki kabuklu ve kabuksuz tohumların çimlenme oranları (%)*

Tohum Yaşı (Toplanma Yılı)	Kabuklu Tohum	Kabuksuz Tohum
1 (2022)	5.6 a	62.9 a
2 (2021)	46.1 a	67.1 a
3 (2020)	37.9 b	56.2 b
Ortalama	29.9	62.1
LSD	5.2	6.1

* Aynı sütun içinde ayrı harf ile işaretlenen ortalamalar %5 ihtimal sınırlarında farklıdır.

Elde edilen veriler kökboyanın doğal hali ile meyve kabuğundan dolayı ilk yılda çok düşük çimlendiğini göstermektedir. İkinci yıl tohumlarında çimlenme artmakta, son yılda ise muhtemelen tohum canlılıkları azalmaya başladığı için çimlenme oranı düşüşe geçmektedir. Ancak kabukları çıkarılan tohumlar ilk iki yıl yüksek oranda çimlenmekte, üçüncü yılda kabuklu tohumlarda olduğu gibi tohum canlılıkları azalmaya başlamaktadır.

4. SONUÇ

Rubia tinctorum L. doğal boyaların yeniden gündeme gelmesi ile önem kazanan boya bitkilerinden birisidir. Bu nedenle bitkinin agronomik istekleri üzerine yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır. Ancak bu bitkinin meyve, tohum ve çimlenme özellikleri üzerine yeterli araştırma bulunmamaktadır. Sadece bitkide çimlenme oranının düşük olduğuna dair bazı kayıtlar mevcuttur. Bu çalışma literatürde kökboya ile ilgili önemli bir eksikliği dolduracak sonuçlar ortaya koymuştur. Araştırmadan elde edilen bilgiler kökboya yetiştiriciliğine ışık tutacak özelliktedir.

Kökboya bitkisi temmuz ayında çiçek açmakta ve bu çiçeklerde oluşan tohumlar ağustos ve eylül ayları içerisinde olgunlaşmaktadır. Bu uzun olgunlaşma dönemi bitkinin fizyolojik faaliyetleri, çevrenin sıcaklık ve ışık şartları gibi sebeplerden dolayı farklı tohumluk kalitelerini ortaya çıkarmaktadır. Bitkide erken tarihlerde olgunlaşan tohumların ağırlık ve ebat olarak daha büyük oldukları ve meyve içerisinde tohum oranının daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Tohumların uygun ortamda çimlenmesi yaklaşık bir ay devam etmekte, Ağustos ayı içerisinde olgunlaşan tohumlar daha yüksek oranda çimlenmektedir. Diğer bir ifade ile bitki üzerinde daha erken olgunlaşan tohumların tohumluk kaliteleri daha yüksektir.

Kökboyada çimlenme oranının düşüklüğü önemli bir sorundur. Nitekim bu durum yapılan diğer çalışmalarda da belirlenmiştir. Bitkinin yabanilik özellikleri gösterdiği düşünülürse bu durum beklenen bir

sonuçtur. Çimlenmeyi düşüren en önemli faktörün tohumun etrafında bulunan siyah renkli meyve kabuğu olduğu ortaya çıkmıştır. Muhtemelen meyve kabuğu çimlenmeyi engelleyici maddeler içermektedir. Bu meyve kabuğunun uzaklaştırılması çimlenme oranına olumlu etki yapan en önemli uygulamadır. Mekanik aşındırma işlemi çok büyük fayda sağlamamıştır. Muhtemelen çimlendirme ortamında yer alan meyve kabuğu parçaları çimlendirmeyi baskılamaya devam etmiştir. Sıcak su uygulamasının ise tohum canlılığını düşürdüğü ortaya çıkmıştır. Bu nedenle daha düşük derecelerde sıcak su uygulamasının etkilerinin araştırılmasında fayda vardır.

Birçok yabani bitkide olduğu gibi kökboyada da taze tohumlar daha düşük oranda çimlenmektedir. Toprakta meyve kabuğunun parçalanması ve bozulması ile ikinci yılda yüksek çimlenme oranlarına ulaşılmaktadır. Ancak meyve kabuğu uzaklaştırılırsa ilk yıldan itibaren yüksek çimlenme oranlarının gerçekleştiği görülmektedir. Araştırmadan elde edilen bu sonuçlar kökboya yetiştiriciliği için önemli bilgiler ortaya koymaktadır. Bu bilgiler ışığında ekilecek tohumlarla ilgili kararlar verilebilir. Ancak bitkinin tohumlarında daha yüksek çimlenme oranlarına ulaşılabilmesi için daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

Adams, J., 1927. The germination of the seeds of some plants with flesshy fruits. *American J. Botany*, 14(8): 415-428

Akyürek, C., 2001. Anadolu'da Bulunan *Rubia tinctorum* L.'lardaki Antrakinon Türevi Boyarmaddelerin HPLC İle Kantitatif Olarak Araştırılması. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Doktora Tezi), Konya

Arlı, M., 1984. Doğal boyalarda boyama yetenekleri üzerinde düşünceler. 2. Ulusal El Sanatlar Sempozyumu Bildirileri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları* No: 19, İzmir. 15-25

Bannayan, M., Nadjafi, F., Rastgoo, M., Tabrizi, L., 2006. Germination properties of some wild medicinal plants from Iran. *Seed Technology*, 28(1): 80-86

Başlar, S., Oflas, S., 1996. Demirci (Manisa) ve çevresinde yayılış gösteren *Rubia tinctorum* L. (Rubiaceae) üzerinde morfolojik ve ekolojik araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1), 155-161

Baydar, H., Karadoğan, T., 2006. Agronomic potential and industrial value of madder (*Rubia tinctorum* L.) as a dye crop. *Turk J. Agric. For*., 30, 287-293

Baykara, T., 1998. Kökboya. *Arış*, 1 (4), 64-71

Baytop, T., 1983. Farmasötik Botanik. *İstanbul Üniversitesi Yayınları*: 3158, Eczacılık Fakültesi Yayınları: 36, İstanbul

Becenen, N., Sarıca, A., 2018. Edirne'de Bitkisel Doğal Boyama. *Hiperlink Yayınları*, İstanbul, 111 s

Davis, A.P., Govaerts, R., Bridson, D.M., Ruhsam, M., Moat, J., Brummitt, N.A., 2009. A global assessment of distribution, diversity, endemism,

and taxonomic effort in the Rubiaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard*., 96, 68-78

Davis, P.H., 1982. Flora of Turkey. Vol: 7, Edinburgh, England

Deli, Ö., 2004. *Rubia tinctorum* L. (Kökboya) Bitkisinin Kök Dokularından Kallus Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Derksen, G.C.H., 2001. Red, redder, madder-analysis and isolation of antraquinones from madder roots (*Rubia tinctorum*). Dissertion, *Wageningen University*, The Netherlands, ISBN 90-5808-462-0

Enez, N., 1987. Doğal Boyamacılık; Anadolu'da Yün Boyamacılığında Kullanılmış Olan Bitkiler ve Doğal Boyalarla Yün Boyamacılığı. *Marmara Üniversitesi Yayınları* No: 449, Güzel Sanatlar Fakültesi Yayın No: 1, İstanbul

Eşberk, T., Köşker, Ö., 1945. Kökboya. *Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 376-384

Farhoudi, R., Makkizadeh, M.T., Sharifzadeh, F., Kochak Por, M., Rashidi, S., 2007. Study of dormancy-breaking of Madder seed (*Rubia tinctorum*). *Seed Science and Technology*, Volume 35, Number 3, 739-743

Genç, M., 2014. Başbakanlık Osmanlı arşiv belgelerinde kökboya ve cehri ile ilgili bazı kayıtlar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi*, 7(13): 174-212

Gilbert, K.G., Cooke, D.T., 2001, Dyes from plants: Past usage, present understanding and potential. *Plant Growth Regulation*, 34: 57-69

Karadağ, R., 2007. Doğal Boyamacılık. Ankara: *Dösim*: Geleneksel El Sanatları ve Mağazalar İşletme Müdürlüğü

Khorsandi, F., Banakar, M.H., 2011. Salt tolerance of *Rubia tinctorum* at germination stage. American-*Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.,* 11 (4): 547-550

Raxmatullo, X.O., Yorqulovich, T.B., 2021. Aspects of growth and development of *Rubia tinctorum* L. plant in medium salty soils of mirzachol. *European Scholar Journal*, 2(6): 78-81

Sedigeh, S., Ashrafi, Z.Y., Tabatabai, M.F., Hassan, Alizade, H.M., 2009. Study methods of dormancy breaking and germination of common madder (*Rubia tinctorum* L.) seed in laboratory conditions. *Botany Research International*, 2(1): 7-10

Sharifi, H., Nemati, A., Gerdakaneh, M., 2016. Effects of breaking dormancy on seed germination characteristics in two medicinal plants species *Allium altissimum* and *Rubia tinctorum. Journal of Seed Ecophysiology*, 1(2): 105-116

Şanlı, H.S., Çatalkaya G.E., 2017. Bitkisel boyacılıkta kökboyanın (*Rubia tinctorum* L.) önemi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(48): 772-778

TÜBİVES, 2023, Türkiye Bitkileri Veri Servisi. www.tubives.com. Erişim tarihi: 29.02.2023

BÖLÜM 2

KOLOSTRUMUN YAPISI VE BUZAĞI BESLENMESİNDEKİ ÖNEMİ

Arş. Gör Veysel Fatih ÖZDEMİR[1]

Prof. Dr. Bahri BAYRAM[2]

[1]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0003-3035-7695, e-mail: veysel.ozdemir@atauni.edu.tr
[2]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0002-4742-6768, e-mail: bbayram@atauni.edu.tr

1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde kullanılan gıdalar, bitkisel ve hayvansal kökenli gıdalar olmak üzere, iki sınıfa ayrılırlar. Hayvansal kökenli gıda maddeleri, içerdiği protein miktar ve kalitesi itibariyle, artan dünya nüfusunun dengeli ve yeterli beslenmesi ve gelecek nesillerin bedensel ve zihinsel açıdan sağlıklı olarak yetişmesinde oldukça önemlidir (Terin vd., 2017; Ergün ve Bayram, 2021). Hayvansal kaynaklı protein tüketim seviyeleri günümüzde ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Sağlıklı bir insanın, her bir kg vücut ağırlığı için günde bir gr protein tüketmesi gerektiği ve bu tüketimin en az %42'sinin hayvansal kökenli olması gerektiği bildirilmektedir (Gürer, 2021). Avrupa Birliği Ülkeleri ve ABD gibi gelişmiş ülkelerde, hayvansal proteinlerin günlük protein tüketimi içerisindeki payı %50'den fazla iken, Türkiye'de bu oran %34.2 düzeylerindedir. Ülkemiz için bu değer, Dünya ortalaması için bildirilen değerden de (%39.8) düşüktür (Ergün ve Bayram, 2021).

Tablo 1.1. Kişi Başı Günlük Protein Tüketimi (Anonim, 2018).

Ülke	Bitkisel Protein (g/kişi/gün)	Hayvansal Protein (g/kişi/gün)	Toplam Protein (g/kişi/gün)	Hayvansal Protein Oranı (%)
Dünya Ortalaması	49.7	32.9	82.7	39.8
AB Ülkeleri	45.8	59.4	105.2	56.5
ABD	47.7	47.8	95.5	50.0
Türkiye	72.8	37.9	110.7	34.2

Avrupa Birliği ve ABD gibi gelişmiş ülkelerde, hayvansal proteinlerin günlük protein içerisindeki payı %50'den fazla olurken, Türkiye'de %34.2 olmuştur. Ülkemiz için bu değer, Dünya ortalaması için bildirilen değerden de (%39.8) düşüktür. Bu düşüklüğün en önemli nedenini üretim yetersizliği oluşturmaktadır. Ülkemizde, hayvansal ürünlerin üretim yetersizliğini ortaya çıkaran başlıca unsurlar: a) yetiştiriciliği yapılan ırkların verim düşüklüğü, b) yem başta olmak üzere, girdi fiyatlarının yüksekliğinden dolayı sektörden ayrılışlar, c) yüksek oranda ortaya çıkan buzağı kayıpları şeklinde sıralamak mümkündür.

Türkiye'de hayvansal kaynaklı protein içeren gıdaların üretildiği işletmelerdeki kayıpların azaltılarak karlılığın artırılması ülke nüfusunun bu protein kaynaklarına erişimi açısından oldukça önemlidir. Sığırcılık faaliyeti dünya et ve süt üretiminde diğer hayvancılık sektörlerine göre daha ön plandadır. Dünya sığır varlığı 2021 yılı itibariyle 1 529 milyonu aşmış, bu üretim miktarı ile sığırlar dünyada en çok üretimi yapılan çiftlik hayvanları arasında yer almaktadır (Anonim, 2023a).

Her bir inekten yılda bir buzağı elde edilmesi ve bu buzağıların sağlıklı şekilde büyütülebilmesi sığırcılık işletmelerinin karlılığı açısından oldukça önemlidir. Sürünün devamlılığı, sağlıklı buzağı yetiştirme programındaki başarıya bağlıdır. Bunun sağlanabilmesi için neonatal denilen doğum-28 günlük dönemde buzağı kayıplarının en aza indirilmesi oldukça önemlidir.

Türkiye'de yılda ortalama 900 bin ile 1 milyon arasında buzağının öldüğü tahmin edilmektedir (Şahal ve ark., 2018; Günlü, 2020). Dünyada süt ırkı buzağıların ölüm oranı %10 olarak bildirilirken, ülkemizde - bu oranın %15'den fazla olduğu tahmin edilmektedir (Şahal ve ark., 2018; Demir ve ark., 2019). Sığırcılık işletmelerinde hem anneye hem de buzağıya uygulanacak olan etkili bakım, besleme ve koruma tedbirleri ile bu kayıpların en az %25'inin önlenmesi mümkündür. Buzağı ölümlerinin azaltılması ile işletmelerde üretim kapasitesi ve karlılık artacak, ekonomik kayıpların önüne geçilebilecektir.

Bir buzağının hayatında doğum ile başlayıp yirmi sekizinci güne kadar olan dönem neonatal adlandırılmakta ve buzağı kayıplarının %80'ine yakınının bu süreçte gerçekleşmektedir (Karslı ve Evci, 2018). Neonatal dönem buzağı kayıplarının birçok sebebi olmakla beraber hipotermi, güç ve prematüre doğum, septisemi ve ishal bu dönemde en fazla mortaliteye sebep olan problemlerin başında gelmektedir.

Buzağı ishalleri, genellikle mikrobiyal (enfeksiyöz) ve mikrobiyal olmayanlar olarak sınıflandırılır. Enfeksiyöz ishaller mikrobiyal, viral veya paraziter sebeplere bağlı olarak gelişim göstermektedir. Enfeksiyöz olmayan ishaller, beslenme ve çevre koşullarına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Karslı ve Evci, 2018). İshal kaynaklı buzağı kayıplarının başlıca nedenleri arasında, yeni doğan buzağılarda gerekli zamanda ve yeterli miktarda kaliteli kolostrum tüketmemesi gelmektedir (Yanar, 2022). 2007 yılında ABD Ulusal Hayvan Sağlığı İzleme Sistemi (NAHMS) buzağı ölümlerinin %57'sinin ishale bağlı

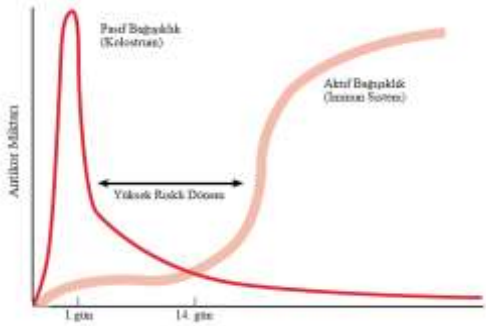
olduğunu ve vakaların çoğunun 1 aylıktan daha küçük buzağılarda görüldüğünü bildirmiştir (Yanar, 2022). Yine aynı ülkede yürütülmüş başka bir çalışmada, doğumun ardından bir hafta içerisinde ölen buzağıların yaklaşık üçte birinin (%31), yetersiz kolostrum tüketimine bağlı pasif immunite yetersizliğinden öldüğü bildirilmiştir (Walsh ve ark., 2007). Yaşamlarının ilk döneminde yeterli pasif bağışıklığa sahip olabilmeleri için, buzağılarda serum Ig düzeyinin 10 mg/ml'nin üzerinde olması gerektiği bildirilmiştir (Weaver et al., 2000; Swan et al., 2007; Beam et al., 2009). Bu durum, ancak buzağının erken dönemde yeterli ve kaliteli kolostrumu zamanında almasına bağlıdır.

2. BUZAĞILARDA PASİF BAĞIŞIKLIK

Buzağılarda bağışıklık insanlardan farklı olarak annelerinin rahminde gelişmez. Diğer bir deyişle buzağılar doğdukları zaman bünyelerinde hastalık yapan mikroorganizmalardan korunmak için hiçbir antikor bulunmamaktadır. Vücutlarında aktif bağışıklığın oluşması zamanla gerçekleşmektedir. Doğumdan sonraki ilk saatler hayata iyi bir başlangıç için oldukça önemlidir. İlk bağışıklık maddelerini buzağılara annelerinin kolostrumu sağlamaktadır (Kozat, 2018). Antikorlar nispeten büyüktür ve kana bağırsak mukozası yolu ile geçerler. Kolostrum tarafından sağlanan bu pasif bağışıklık zamanla azalır ve dört ila altı hafta içerisinde önemli oranda kaybolur. Bu süre zarfında, buzağıların kendi aktif bağışıklığı henüz kurulmamıştır. Buzağı kayıplrı bu dönemde oldukça yüksek düzeydedir. Pasif bağışıklık elemanlarının başında IgG gelmektedir. Serum IgG seviyesinin 10mg/ml'nin altına düşmesi halinde buzağının risk altında olduğu bildirilmiştir (Quigley ve

ark., 2002). Moreas vd. (2000) serum immunoglobulin düzeyi 5 g/L'nin altındaki buzağıların pasif bağışıklık transferinin yeterli düzeyde olmadığını ve bu durumdaki buzağıların hastalık hassasiyetlerinin yüksek olduğunu bildirmiştir.

Erken ve yeterli düzeyde kaliteli kolostrum tüketiminin sağlanması, yeni doğan buzağıların sağlığını ve hayatta kalmasını belirlemede oldukça önemlidir (McGuirk ve Collins, 2004). Buzağıya zamanında ve yeterli miktarda kolostrum verilmediği takdirde serum Ig seviyeleri yeterli düzeylere çıkmamakta ve pasif bağışıklık yetersiz kalmaktadır. Bunun nedeni buzağıların bağırsaklarının kolostrum Ig emilim etkinlik seviyelerinin doğumla birlikte yüksek seviyelerde iken doğumdan 24 saat sonra yok denecek seviyelere kadar düşmesidir (Weaver ve ark., 2000). Buzağılarda pasif ve aktif bağışıklığın oluşumu ve geçiş dönemi Şekil 1'de verilmiştir. Doğum ile başlayıp aktif bağışıklığın oluşumuna kadar geçen süre buzağılar için oldukça riskli bir dönem olmakla birlikte iyi bir kolostrum beslemesi bu dönemdeki riskleri önemli ölçüde azaltacaktır.



Şekil 2.1. Buzağılarda pasif ve aktif bağışıklığın oluşumu ve geçiş dönemi (Anonim, 2023b).

3. KOLOSTRUMUN YAPISI

Doğumdan hemen sonra memeden salgılanan renk, bileşim ve kıvam bakımından sütten oldukça farklı olan sıvıya kolostrum (ağız sütü) denir (Erdem ve Atasever, 2005). Sığır kolostrumu, doğum öncesi kuru dönemde meme bezinde biriken meme salgıları ve kan serumu bileşenlerinin, özellikle Ig ve diğer serum proteinlerinin bir karışımından oluşmaktadır (Godden ve ark., 2019). Kolostrum oluşum süreci doğumdan birkaç hafta önce hormonların etkisi ile birlikte başlar. Kolostrumun temel bileşenleri arasında %18,5 yağsız kuru madde, %14,3 protein, %6,8 total immunoglobulin, %5,2 kazein, %2.7 karbonhidrat, % 6.7 yağ, vitaminler (özellikle vitamin A) ve çeşitli minarelerden oluşmakta, tüm bu bileşenleri ile kolostrum normal sütten oldukça farklıdır (Tablo 2.). Kolostrumun önemli bileşenleri arasında ise immunoglobulinler (Ig), maternal lökositler, büyüme faktörleri, hormonlar, sitokinler, spesifik olmayan antimikrobiyal faktörler ve besinler bulunmaktadır. Bu maddeler başta Ig olmak üzere lizozomal enzimler, laktoferrin, laktoperoksidaz, sitokin ve lökositlerdir. Bu maddeler arasında en kıymetli olanı immunoglobulinlerdir, immunoglobulinler yeni doğan buzağıya zarar verecek mikroorganizmaları etkisiz hale getirerek hastalıklardan korumada oldukça önemli bir görev üstlenir. Kolostrumda bulunan total immunoglobulinlerin % 85'i IgG, % 7'si IgM , % 6'sı IgA ve diğer kısmı da IgE'den oluşmaktadır. IgG de IgG1 ve IgG2 olmak üzere iki alt sınıftan oluşmaktadır, kolostrumdaki IgG1'in ve IgG2'ye oranı 7:1'dir (Lopez ve Heinrichs, 2020). Ig düzeyi kolostrum kalitesini

belirleyen ana unsurdur. Kaliteli bir sığır kolostrumunda immünoglobulin içeriği 50 g/L'den az olmamalıdır (Ok, 2020). İmmunglobulinler ve proteinler bakımından normal sütten oldukça zengin olması ağız sütünü normal sütten farklı kılmaktadır. Ağız sütündeki proteinin %55'i globülin formundadır. Protein içindeki immunoglobulinler hastalıklara karşı antibadiler ihtiva etmektedirler. Kolostrum yağında normal süte göre 10 kat fazla Vitamin A ve 3 kat fazla Vitamin D bulunur.

Tablo 3.1.. Ağız Sütü (ilk 24 saat) İle Normal Sütün Besin Maddeleri Kompozisyonu. (Tüzemen ve Yanar, 2013)

Besin Maddeleri	**Ağız Sütü**	**Normal Süt**
Yağ (g/100 g)	3,6	3,5
Yağsız kuru madde (g/100 g)	18,5	8,6
Protein (g/100 g)	14.3	3.3
Kazein (g/100 g)	5.2	2.6
Albumin (g/100 g)	1.5	0.5
α-laktoglobülin (g/100 g)	0.27	0.13
β-laktoglobülin (g/100 g)	0.80	0.30
γ- Globülin (immün globülin) (g/100 g)	6.80	0.09
Kalsiyum (g/100 g)	0.26	0.13
Magnezyum (g/100 g)	0.04	0.01
Vitamin A (µg/1g yağ)	42-48	8.0
Vitamin D (µg/1g yağ)	0.9-1.8	0.6
Vitamin E (µg/1g yağ)	100-150	20

4. KOLOSTRUMUN YAPISINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Kolostrumdaki Ig konsantrasyonu, ineğin hastalık geçmişine, üretilen kolostrum hacmine, mevsime, ırka ve kuru dönemde beslenme gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Farklı ırklardaki ineklerin kolostrum kalitelerini belirlemek üzere yürütülen bir çalışmada Montbéliarde, Alman Holstein Friesian, İsviçre Esmeri ve Murnau-Werdenfels ırklarından elde edilen kolostrumlarda IgG konsantrasyonlarının sırasıyla 123.6±43.6 mg/mL, 110.5±39.0 mg/mL, 110.2±34.0 mg/mL ve 51.0±20.3 mg/mL olarak bildirilmiştir (Kessler ve ark., 2020). Yaşlı inekler, genç ineklerden ya da düvelerden genellikle daha kaliteli kolostrum üretirler (Phlipps ve ark., 2017; Chuck ve ark., 2017). Bununla birlikte, yaşlı inekler yaşamları, boyunca çeşitli patojenlere maruz kalmazsa, üretilen kolostrum kalitesi daha düşük olabilmektedir (Sellers, 2001). Doğum mevsimi de kolostrum kalitesine etki edebilmekte, nitekim Gulliksen ve ark., 2008) kışın doğum yapan ineklerde kolostrum kalitesinin diğer mevsimlerde doğum yapan ineklere göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Kolostrumdaki antikorların tipi, ineğin hastalığa maruz kalması veya aşılama yoluyla maruz kaldığı antijenlere bağlıdır. Ayrıca, bir çiftlikte yetiştirilen sığırlar, o çiftlikteki organizmalara özgü antikorlar içeren kolostrum üretecektir. Ayrıca buzağılamadan önce sütün sağılması veya memeden sızması, kolostrumun antikor konsantrasyonunu önemli ölçüde azaltmaktadır (Sellers, 2001). Kolostrumda bulunan bileşenlerin birçoğunun miktarları doğumun ardından en yüksek seviyededir, ancak bu maddelerin miktarları sonraki sağımlarda giderek

azalmakta önce geçiş sütüne dönüşmekte ve sonrasında da normal süte dönüşmektedir (Godden, 2008). Doğumun ardından geçen süre ile birlikte kolostrumun içeriğindeki değişim Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 5.1. Doğumdan sonraki 48 saatlik sürede kolostrum içeriğindeki değişim (Tüzemen ve Yanar, 2013).

Doğumdan sonra geçen süre (saat)	Kuru madde %	Ham protein %	Ham proteinde Albümin + Globülin %	Yağ %	Kül %
0	36.99	7.57	11.34	5.10	1.01
6	20.46	10.0	6.30	6.85	0.91
12	14.53	6.05	2.96	3.8	0.89
24	12.77	4.52	1.48	3.40	0.86
36	12.22	3.98	1.03	3.55	0.84
48	11.44	3.74	0.99	2.80	0.83

5. KOLOSTRUM BESLEMESİNİN ÖNEMİ

Kolostrum yeni doğan buzağılar için yüksek kaliteli enerji kaynağıdır. Yeni doğan buzağılarda glikojen depoları çok düşüktür ve glukoneogenez yetersizdir, bu nedenle glikojen çok hızlı tüketilir ve bu durum hipoglisemiye neden olabilmektedir. Glikojenden sağlanan sınırlı enerji kaynağına ek olarak, buzağıların doğumda vücut yağı oldukça düşüktür ve mevcut enerji ihtiyacını karşılamada yeterli olmayabilir (Morrill ve ark., 2012). Kolostrum yüksek oranda

sindirilebilen yağlar bakımından oldukça zengindir. Bu yağ, yeni doğan buzağıda enerji sağlanmasında, glikoz homeostazında ve protein sentezinde önemli bir rol oynar (Lepine vd., 1991). Ayrıca, sığır kolostrumunda kalsiyum, magnezyum, demir, manganez, çinko, E vitamini, A vitamini, riboflavin, karoten, B12 vitamini, folik asit, kolin ve selenyum gibi esansiyel vitaminler ve mineraller de çeşitli oranlarda bulunmaktadır (Hammon vd., 2000).

Ağız sütündeki yüksek vitamin A içeriğinin buzağılarda epitel dokuyu koruyucu ve hastalıklara karşı buzağının direncini artırıcı etkisi bulunmaktadır. Doğduklarında buzağıların Vitamin A rezervleri oldukça düşüktür ve buzağılar karotinden yeteri kadar faydalanamamaktadır. Bu nedenle kolostrumun yüksek vitamin A düzeyi buzağılar için yüksek öneme sahiptir. Kolostrumun vitamin A içeriği ananın gebelik dönemindeki beslenmesi ile yakından ilişkilidir. Sütün aksine kolostrumda bulunan vitamin A rezervi doğumun ardından hızla azalmaktadır, bu nedenle ağız sütünün buzağıya oldukça erken dönemde verilmesi buzağının sağlığı açısından yüksek öneme sahiptir (Furman-Fratczak ve ark., 2011).

Yeni doğan buzağılarda henüz bağışıklıkları gelişmediği için Ig bakımından oldukça zengin olan kolostrumun antikorlarına ihtiyaç duyarlar. Buzağılarda pasif bağışıklığı sağlayan bu immunoglobulinler doğumun ardından hemen vücuda alınmalıdırlar (Tüzemen ve Yanar, 2013). Yeterli pasif bağışıklığa sahip olabilmeleri için buzağıların serum immunoglobulin düzeylerinin 10mg/ml'nin altına düşmemesi gerekmektedir (Karslı ve Evci, 2018). Kolostrum tüketiminin hemen

ardından kolostrumdaki IgG'ler seçici olmayan pinositoz mekanizması ile barsak epitel hücreleri tarafından emilerek ekzositoz ile lenfatik ve ardından torasik duktus yardımı ile kan dolaşımına aktarılır ve değişikliğe uğramadan maksimum seviyede emilir (Kozat, 2019). Buzağıların kolostrumdaki antikorlardan yeterince yararlanabilmeleri açısından doğumu takip eden ilk 12-24 saatler içerisinde kolostrum almaları oldukça önemlidir. Zira intestinal absorbsiyonun doğumdan sonraki ilk 6 saat içinde maksimum seviyeye ulaşmakta sonra ise hızla düşmektedir (Sert ve Polat Açık, 2020). Kolostrum ve geçiş sütünün normal süte göre 3'-sialillaktoz ve 6'-sialillaktoz gibi oligosakkaritler bakımından daha zengin olduğu ve bu özelliği ile bağırsak mukozasını bakterilere yapışarak koruduğu bildirilmektedir (Lopez ve Heinrich, 2020).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğumdan hemen sonra üretilen ve yavrunun beslenmesinde hayati rol oynayan kolostrum, buzağıların büyümeleri, bağışıklık sistemlerinin güçlenmesi ve sağlıklı bir şekilde gelişmeleri için kritik öneme sahiptir. İçerdiği yüksek protein, yağ, vitaminler, mineral maddeler ve antikorlar ile kolostrum buzağıların doğumun ardından hayata tutunmalarında, büyüme ve gelişmelerinde en önemlisi de pasif bağışıklık sağlayarak buzağıları hastalık etmenlerine karşı korunmalarında oldukça önemlidir.

Kolostrum beslenmesinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus, buzağının kaliteli kolostrumu doğumun ardından ilk saatlerde yeterince tüketmesini sağlamaktır. Zira intestinal absorbsiyon doğumdan sonraki

ilk 6 saat içinde maksimum seviyeye ulaşmakta sonra ise hızla düşmektedir. Zamanında ve yeterli miktarda kolostrum tüketmeyen buzağıların serum Ig seviyeleri yeterli düzeylere çıkmamakta ve pasif bağışıklık yetersiz kalmaktadır. Bunun nedeni buzağıların bağırsaklarının kolostrum Ig emilim etkinlik seviyelerinin doğumla birlikte yüksek seviyelerde iken doğumdan 24 saat sonra yok denecek seviyelere kadar düşmesi ve kolostrum içeriğinin zamanla normal süte dönüşmesidir. Ülkemizde ve dünyada yetersiz kolostrum tüketimine bağlı pasif immunite yetersizliğinden kaynaklı buzağı ölümleri oldukça yüksek düzeydedir. Zamanında ve yeterli kaliteli kolostrum beslenmesi ile işletmelerdeki buzağı kayıpları ve buna bağlı ekonomik kayıplar azaltılmak suretiyle işletmelerin karlılığı artırılabilir. Bu sonuç, işletmelerin sürdürülebilirliğine olumlu katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Anonim, (2018). Food and Agricultute Organization of The United Nations, http://www.fao.org/faostat/en/#data/FS, Erişim tarihi: 01.08.2021

Anonim, (2023a). Food and Agriculture Organization of the United Nations, http://www.fao.org/faostat/en/#data/FS, Erişim tarihi: 01.05.2023.

Anonim (2023b). The importance of colostrum. NZ Farm Life Media. https://nzfarmlife.co.nz/the-importance-of-colostrum/ Erişim tarihi: 01.05.2023.

Beam, A. L., J. E. Lombard, C. A. Kopral, L. P. Garber, A. L. Winter, J. A. Hicks, and J. L. Schlater. (2009). Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. *Journal of dairy science* 92:3973–3980.

Chuck, G. M., Mansell, P. D., Stevenson, M. A., Izzo, M. M. (2017). Factors affecting colostrum quality in Australian pasture-based dairy herds. *Australian veterinary journal* 95(11): 421-426.

Demir, P. A., Aydın, E., Ayvazoğlu, C., (2019). Estimation of the Economic Losses Related to Calf Mortalities Kars Province, in Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25(3): 283-290.

Erdem, H., Atasever, S. (2005). Yeni Doğan Buzağilarda Kolostrumun Önemi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(2): 79-84.

Ergün, O.F., Bayram, B. (2021). Türkiye'de hayvancılık sektöründe yaşanan değişimler. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(2): 158-175.

Furman-Fratczak, K., Rzasa, A., Stefaniak, T. (2011). The influence of colostral immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *Journal of dairy science*, 94(11): 5536-5543.

Godden, S. (2008). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 24(1): 19-39.

Godden, S.M., Lombard, J.E., Woolums, A. R. (2019). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 35(3): 535-556.

Gulliksen, S. M., Lie, K. I., Sølverød, L., & Østerås, O. (2008). Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy cows. *Journal of dairy science* 91(2): 704-712.

Günlü, A. (2020). Buzağı kayıpları ve buzağı hastalıklarının ekonomik değerlendirilmesi. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. https://books.akademisyen.net/index.php/akya/catalog/download/904/995/20226?inline=1 Erişim tarihi: 01.05.2023.

Gürer, B. (2021). Türkiye'de Nüfusun Yeterli ve Dengeli Beslenmesi Açısından Hayvansal Gida Arz ve Talebinin Değerlendirilmesi. Gıda, 46(6): 1450-1466.

Hammon, H. M., Zanker, I. A., Blum, J. W. (2000). Delayed colostrum feeding affects IGF-I and insulin plasma concentrations in neonatal calves. *Journal of Dairy Science* 83(1): 85-92.

Karslı M. A., Evci Ş. (2018) Buzağı kayıplarının önlenmesinde inek ve buzağı beslemesinin önemi, *Lalahan Hayancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 58 (Özel Sayı): 23-34.

Kessler, E.C., Bruckmaier, R.M., Gross, J.J. (2020). Colostrum composition and immunoglobulin G content in dairy and dual-purpose cattle breeds. *Journal of Animal Science*, 98(8).

Kozat, S. (2019). Yenidoğan buzağılarda kolostrum yönetiminin önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 14(3): 343-353.

Lepine, A.J., Boyd, R.D., Whitehead, D.M. (1991). Effect of colostrum intake on hepatic gluconeogenesis and fatty acid oxidation in the neonatal pig. *Journal of Animal Science* 69:1966-1974.

Lopez, A. J., Heinrichs, A. J. (2022). Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. *Journal of dairy science.* 105(4):2733-2749.

McGuirk, S.M., Collins, M. (2004). Managing the production, storage and delivery of colostrum. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 20(3): 593–603.

Moraes, M. P., Weiblen, R., Rebelatto, M. C., Moraes da Silva, A. (2000). Relationship between passive immunity and morbidity and weight gain in dairy cattle. *Ciência Rural Santa Maria* 30:299-304.

Morrill, K. M., Conrad, E., Lago, A., Campbell, J., Quigley, J., & Tyler, H. (2012). Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States. *Journal of Dairy Science*, 95(7): 3997-4005.

Ok, M. (2020). Yeni Doğan Buzağılarda Kolostrum Yönetiminin Önemi. Buzağı Kayıplarının Önlenmesinde Buzağı Sağlığı ve Yetiştiriciliği, *Medisan Yayınevi* 38-41.

Phipps, A.J., Beggs, D.S., Murray, A.J., Mansell, P.D., Pyman M.F. Factors associated with colostrum immunoglobulin G concentration in Northern-Victorian dairy cows. *Australian Veterinary Journal* 95:237–243.

Sellers, R., (2001). A Guide to Colostrum and Colostrum Management for Dairy Calves.

https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/bamn/BAMN01_Colostrum.pdf. Erişim tarihi: 04/05/2021.

Şahal, M., Terzi, O. S., Ceylan, E., Kara, E. (2018). Buzağı ishalleri ve korunma yöntemleri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 58(3*), 41-49.

Sert, F., Polat Açık İ. (2020). Yeni doğan buzağıların beslenmesinde ağız sütünün önemi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 3(2): 193-198.

Swan, H., Godden, S., Bey, R., Wells, S., Fetrow, J., Chester- Jones, H. (2007). Passive transfer of immunoglobulin G and preweaning health in Holstein calves fed a commercial colostrums replacer. *Journal of Dairy Science* 90:3857–3866.

Terin, M., Bilgiç, A., Güler, İ.O. (2017). Türkiye'de hanelerin tavuk eti tüketim harcamalarına etki eden faktörlerin ikili bağımlı heckman örneklem seçicilik modeli ile analizi. *4. Uluslararası Beyaz Et Kongresi*, 26-30 Nisan 2017, 198-206, Antalya.

Tüzemen, N., Yanar, M. (2013). Buzağı yetiştirme teknikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları* (232).

Şahal, M., Terzi, O.S., Ceylan, E., Kara E. (2018). Buzağı ishalleri ve korunma yöntemleri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 58(3): 41-49.

Quigley, J., Hammer, C. J., Russel, L. E., Polo, J. (2002). Passive immunity in newborn calves. *Advances in Dairy Technology* 14: 273-292.

Walsh, R. B., Walton, J. S., Kelton, D. F., Le Blanc, S. J., Leslie, K. E., Duffield, T. F. (2007). The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. J. Dairy Sci., 90, 2788-2796.

Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E., Barrington, G.M. (2000). Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 14: 569–77.

Yanar, K.E. (2022). Yenidoğan buzağı ishallerinin nedenleri, tedavileri ve korunma yöntemleri. *Palandöken Journal of Animal Sciences Technology and Economics* 1(1): 54-59.

BÖLÜM 3

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE TARIMSAL KURAKLIĞIN HAYVANCILIK SEKTÖRÜNE ETKİSİ VE HAYVANCILIKTA SU SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Arş. Gör. Oğuz Fatih ERGÜN[1]

Prof. Dr. Bahri BAYRAM[2]

[1]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0002-9471-8835, e-posta: oguzergun@atauni.edu.tr
[2]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum, Türkiye.
ORCID ID: 0000-0002-4742-6768, e-posta: bbayram@atauni.edu.tr

GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu 2022 yılı sonunda 8 milyara ulaşmıştır. 2010 yılından günümüze insan nüfusu, 1 milyar artış göstermiştir. Dünya nüfusunun önümüzdeki 30 yıl içinde yaklaşık 2 milyar kişi artması beklenmektedir. 2050 yılında 9,7 milyara ve 2080'lerin ortalarında ise 10,4 milyara ulaşması tahmin edilmektedir (Anonim, 2023a). Türkiye nüfusu ise, 1950 yılında 21 milyon iken, 2022 yılı sonu itibariyle 85 milyona ulaşmıştır. 2060 yılında da 107 milyon olması beklenmektedir (Anonim, 2023f).

Dünya nüfusunun hızlı artışına bağlı olarak gıda talebindeki artışa karşılık, tarım sektörü ve gıda üretiminin önündeki en büyük tehdit olarak iklim değişikliği öne çıkmaktadır (Kadıoğlu ve ark., 2017). Dünya Ekonomik Forumu'nun 2017 yılında yaptığı ankete göre, dünyadaki en kritik ilk sorun, iklim değişikliği (%48,8) olmuştur (Koca, 2019).

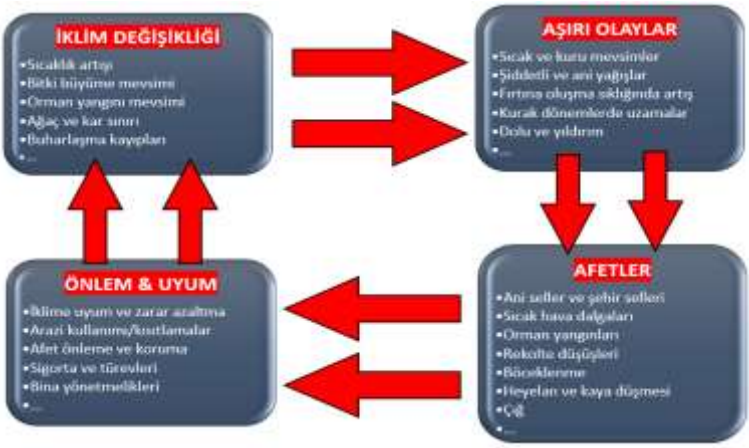
İklim değişikliği, iklimin ortalama durumunda ve değişkenliklerinde uzun yıllar devam eden istatistiksel olarak anlamlı değişimler olarak tanımlanır. Belirli bir bölgede çok sık görülmeyen aşırı (*ekstrem*) hava olaylarının (yüksek sıcaklık, aşırı yağış, fırtına, kuraklık vb.) şiddeti ve sayısındaki uzun bir zaman boyunca görülen belirgin artış, iklim değişikliği etkilerine işaret eder (Sayman ve ark., 2015). İklim değişikliği, tarih boyunca süre gelen doğal bir olgu olmasına rağmen, hiçbir dönem günümüzdeki kadar hızlı gerçekleşmemiş ve insan etkisi de bu derecede etkili olmamıştır. Son yıllarda dünyanın farklı bölgelerinde, daha önce görülmemiş çok sayıda aşırı hava olayı

meydana gelmiştir. Bu değişimler, dünya üzerinde yaşayan tüm canlıları ve insanların sosyo-ekonomik gelişimlerini tehdit edecek boyuta ulaşmıştır (Kadıoğlu, 2012).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporları, iklim değişikliği konusunda dünyada varılan bilimsel uzlaşının altın standardını oluşturmaktadır (Şahin ve Kurnaz, 2014). IPCC'nin kuruluş amacı; iklim değişikliği, nedenleri, etkileri ve bu etkilerle mücadele yöntemleri (azaltım/uyum) gibi konularda bilimsel çalışmaları düzenli aralıklarla değerlendirmek ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi sürecindeki tüm aktör ve paydaşlara bulgular hakkında bilgilendirme yapmaktır (Sayman ve ark., 2015). 1990 yılından günümüze altı değerlendirme raporu yayınlayan IPCC, son raporunda (AR6), iklim değişikliğinin ve küresel sıcaklıklardaki artış eğiliminin, bütün ülkelerce kabul edilen kesin ve tartışmasız bilimsel bir gerçek olduğu ve bu durumun baş sorumlusunun insan kaynaklı faaliyetler sonucu sera gazları salınımı artışından kaynaklandığını açıkça belirtmiştir. Ayrıca raporda, dünyanın her bölgesinde sıcak hava dalgaları, yoğun yağışlar, tropik siklonlar, bazı bölgelerde tarımsal ve ekolojik kuraklıklar gibi birçok aşırı iklim olaylarının görülme sıklığının arttığı, iklim kuşaklarının her iki yarımkürede de kutuplara doğru kaydığı ve aşırı sıcakların yoğunluğunda ve görülme sıklığında açıkça fark edilebilir artışa neden olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2021b). Ayrıca iklim değişikliğinin küresel boyutları, detaylı olarak başlıca şu şekilde raporlanmıştır:

- 1850'den günümüze kayıt altına alınan küresel sıcaklık verilerine göre, 1850–2020 yıllarını kapsayan dönemde, küresel (kara/okyanus) yüzey sıcaklığı artışı ortalama 1,09 °C olarak gerçekleşmiştir.
- 1850'den bu yana, son kırk yılın her biri, kendisinden önceki on yıldan daha sıcak geçmiştir.
- İnsan kaynaklı etkilerden dolayı, küresel yüzey sıcaklığı 1970 yılından günümüze, son iki bin yıldaki diğer 50 yıllık dönemlere göre daha hızlı artış göstermiştir.
- Sıcak dalgaları dahil aşırı sıcak hava olayları, 1950'lerden günümüze çoğu kara bölgesinde daha sık ve yoğun görülürken, aşırı soğuklar ise daha az sıklık ve şiddette görülmüştür.
- Buz tabakası kaybı oranı, 1999–2019 arası dönemde dört kat artmıştır.
- Küresel ortalama deniz seviyesi, 1901–2018 arası dönemde ortalama 0,2 m artmıştır. 1970 yılından günümüze, insan etkisi bu artışın ana faktörü olmuştur.
- 2019 yılında, iklim ve çevre sorununa neden olan başlıca sera gazlarından karbondioksit gazı (CO_2) konsantrasyonu, son 2 milyon yılda olduğundan daha yüksek bir değerdedir. Metan (CH_4) ve nitröz oksit (N_2O) gazları konsantrasyonları ise, son 800 bin yılda olduğundan daha yüksek bir değerdedir.
- Sera gazı salınımı nedeniyle yaşanan birçok iklim değişikliği, özellikle okyanus, buz tabakaları ve küresel deniz seviyesindeki değişimler, yüzyıllarca hatta bin yıllarca geri döndürülemez boyuttadır.

Küresel iklim değişikliğinin potansiyel etkileri açısından Türkiye, Akdeniz Havzası'nda bulunması itibariyle, dünyada bu değişikliklerden en fazla etkilenecek bölgelerin başında gelmektedir (Şahin ve Kurnaz, 2014). Küresel iklim değişikliği nedeniyle Türkiye'de, üst tropik bölgelerdeki çöl iklimine benzer sıcak ve kuru iklimin hâkim olmaya başladığı görülmektedir. Ülkemizde bu iklim değişikliği etkisi ile, düzensiz, ani ve şiddetli yağışlar, sel, dolu, hortum, fırtına, sıcak hava dalgaları, heyelan ve çığ gibi doğal afet görülme sıklığında artış yaşanacağı ve bu durum sonucu olarak toprak erozyonu, orman yangınları ve çölleşmeyi artıracağı öngörülmektedir (Şekil 1; Kadıoğlu, 2012). Ülkemizde 2022 yılı, 1.030 adet ile en fazla aşırı hava olayı yaşanan yıl olmuştur. Aşırı hava olayı sayısında, son yirmi yılda artış eğilimi vardır (Anonim, 2023d).



Şekil 1. Küresel İklim Değişikliği, Afetler ile Birlikte İklim Değişikliğine Uyum ve Afet Risklerini Azaltma/Önleme Çalışmaları Arasındaki İlişkiler (Kadıoğlu, 2012)

Hızla artan dünya nüfusu dolayısıyla, gıda ve biyoyakıt talebinin hızla artacağı, tarım arazilerinin azalmaya devam edeceği ve ortalama

sıcaklıkların 2°C artacağı dikkate alınırsa, tarımsal verimlilik endeksinin en az 2,5 kat artması (2005 yılı baz alındığında) gerekmektedir (Lotze-Campen ve Schellnhuber, 2009; Koç ve Uzmay, 2016). Sonuç olarak, küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkileri, ekilebilir tarım alanlarının azalması ve artan nüfusun beslenmesi, özellikle de yeterli ve dengeli beslenmesinin sağlanması bütün dünya ülkelerinin ana hedefi olacaktır.

1. KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HAYVANCILIK SEKTÖRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

Hayvancılık sektörü, insanların yeterli ve dengeli beslenmesinde önemli rolü bulunmasının yanı sıra, ulusal geliri ve istihdamı artırmak, et, süt, tekstil, deri, kozmetik ve ilaç sanayi dallarına hammadde sağlamak, kalkınmaya katkıda bulunmak ve ihracat yoluyla döviz gelirlerini artırmak gibi önemli ekonomik ve sosyal fonksiyonlara sahiptir (Ergün ve Bayram, 2021). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, 2021 yılında dünyada gerçekleşen tarımsal üretimin %30,7'si (1,36 trilyon $) hayvancılık sektöründen elde edilmiştir (Anonim, 2021a). Aynı şekilde Türkiye'de de 2020 yılında, hayvansal üretimin toplam tarımsal üretimdeki payı %30,6 (108,6 milyar TL) olmuştur (Anonim, 2020).

Küresel ısınma ve iklim değişikliği dünyayı hızla etkisi altına almakta ve bu durumdan tüm sektörler etkilenmektedir. Ancak gerçekleşen bu değişikliğin tarım sektörü üzerine etkisinin, diğer sektörlere göre daha fazla olduğu açıkça görülmektedir. Tarımsal üretimin büyük oranda doğal koşullara bağlı gerçekleştiği göz önünde bulundurulduğunda,

değişen iklim ve toprak özelliklerinin, tarımsal ürünlerin verim ve kalitesinde düşüşe neden olacağı ön görülmektedir (Tıraşcı ve Erdoğan, 2021). Gelişmekte olan ülkelerin ekonomisinin büyük oranda tarımsal üretime bağlı olması, küresel iklim değişikliği etkilerinin daha fazla hissedilmesine sebep olmaktadır (Bayraç ve Doğan, 2016). Küresel iklim değişikliği son 30 yılı kapsayan dönemde tarımsal üretimde, her on yıl başına %1-5 azalmaya neden olmuştur (Thorne, 2007).

Tarım sektörü, özellikle bitkisel üretim bakımından doğrudan iklimden etkilenen bir yapıya sahipken, hayvancılık ise hem doğrudan hem de yem bitkileri üretimi boyutuyla sektörler arası etkileşim içerisinde olduğundan, dolaylı olarak da etkilenmiş olmaktadır (Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020). İklim değişikliğinin bitkisel üretim üzerindeki etkilerini üretim ve ekonomik yönüyle inceleyen çalışmalar olmasına rağmen, hayvansal üretimdeki etkisini inceleyen çok az çalışma bulunmaktadır (Koç ve Uzmay, 2016).

Genel olarak hayvancılıkta, bütün türlere özgü uygun (*optimal*) çevre koşulları bulunmaktadır. Bu çevre koşulların sağlanamaması, çiftlik hayvanlarının sağlığı ve refahını dolayısıyla da hayvansal ürün üretimini nitelik ve nicelik olarak olumsuz etkilemektedir (Bıyıkoğlu, 2009). Farklı hayvan türlerinde artan sıcaklığa bağlı olarak yem tüketimi, üreme ve verim seviyelerinde azalış görüleceği tahmin edilmektedir. İklim değişikliği, hayvanların hastalıklara karşı hassasiyetini artırırken, hastalık ve parazit etkenlerinde mutasyonlar meydana gelmesine, zoonoz hastalıkların artmasına ve yeni tip hastalıkların ortaya çıkmasına neden olacaktır. (Thorne, 2007;

Koyuncu, 2017). Hayvancılık sektörünün geliştiği ülkelerde, küresel iklim değişikliğinin doğrudan etkilerine ek olarak su ve yem (kaba/kesif) kaynaklarında azalma ve hastalık etmenleri gibi dolaylı etkiler de hayvancılığı olumsuz etkileyebilecektir (Şekil 2; Naqvi ve

Sejian, 2011).

Şekil 2. Küresel İklim Değişikliğinin Hayvansal Ürün Verimliliği Üzerine Etkileri (Naqvi ve Sejian, 2011)

1.1. Küresel İklim Değişikliğinin Hayvansal Ürün Üretimi ve Kalitesi Üzerine Etkisi

İklim değişikliğinden kaynaklanan aşırı hava olaylarının temelinde, dünya genelinde sıcaklıkların ortalama 1-3°C arasında artması yatmaktadır (Şahin ve Kurnaz, 2014). İklim değişikliği sonucunda oluşan sıcaklık stresi (*ısı stresi, termal stres*), hayvancılık sektörünün karşısında duran en büyük olumsuzluklardan birisidir ve dünyanın her bölgesinde ciddi endişelere sebep olmaktadır (Bajagai, 2011; Koç ve

Uzmay, 2016). Hayvancılık sektöründe, sıcaklık artışının termal konfor bölgesi üzerine çıkmasından dolayı, hayvanlarda stres, verim düşüklüğü, hastalık ve ölüm oranının artması, döl veriminin (*fertilite*) düşmesi ve refahın azalması gibi üretimi miktar ve kalite anlamında olumsuz yönde etkileyen doğrudan sonuçlar doğurmaktadır (Sarıözkan ve Küçükoflaz, 2020).

Vücut iç dengesinin (*homeostasi*), metabolizmada herhangi bir değişme yol açmadan, hayvanların rahat ettikleri çevre koşulları '*termik konfor bölgesi*' olarak tanımlanır (Bıyıkoğlu, 2009). Süt sığırları için termik konfor bölgesi, 13-18°C çevre sıcaklığı, %60-70 bağıl (*nisbi*) nem, orta derecede solar radyasyon ve saatte 5-8 km rüzgâr hızı olarak tanımlanmaktadır (Göncü, 2020). Koyunlar için termik konfor bölgesi, 10-15°C çevre sıcaklığı, %30-40 bağıl nem olarak tanımlanmaktadır (Marai ve ark., 2007; Taşkın ve ark., 2015). Kanatlılar için ise, 18-21°C çevre sıcaklığı, %40-60 bağıl nem ve 1,5-2,5 m/s rüzgâr hızı termik konfor bölgesinin sınırlarını oluşturmaktadır (Türkoğlu ve Sarıca, 2014).

Sıcaklık stresinin derecesi, genellikle hava sıcaklığıyla birlikte bağıl nem ile de ilişkilidir. Ortam sıcaklığının normal sınırları (5-25°C) aşması ile birlikte bağıl nemin artması, çiftlik hayvanlarının termoregülasyon yeteneğini olumsuz yönde etkilemektedir. Ortam sıcaklığı ile bağıl nem arasındaki bu ilişki, '*sıcaklık-nem indeksi*' ile açıklanmaktadır. Hayvan verimi ve refahını etkileyen asıl unsur sıcaklık ve nem arasındaki interaksiyon etkisidir. Şekil 3'te görüldüğü üzere, daha düşük sıcaklık değerinde olsa bile, bağıl nem değeri

yükseldikçe, hayvanın strese girerek verim kaybı yaşayacağı ve tedbir alınmadığı durumda, sıcaklık ile bağıl nemin birlikte yüksek olduğu kırmızı renkli bölgelerde ölümlere yol açacağı ön görülmektedir. Yeşil renkli sınırlar sıcaklık stresinin görülmediği, sarı renkli sınırlar orta şiddetli sıcaklık stresinin olduğu ve turuncu renkli sınırlar ise, şiddetli sıcaklık stresinin yaşanacağı kritik değerlerdir (Durmuş ve Koluman, 2019; Sarıçiçek, 2022).

Sıcaklık (°C)	Bağıl/Nisbi/Relatif Nem (%)								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
22	66	66	67	68	69	69	70	71	72
24	68	69	70	70	71	72	73	74	75
26	70	71	72	73	74	75	77	78	79
28	72	73	74	76	77	78	80	81	82
30	74	75	77	78	80	81	83	84	86
32	76	77	79	81	83	84	86	88	90
34	78	80	82	84	85	87	89	91	93
36	80	82	84	86	88	90	93	95	97
38	82	84	86	89	91	93	96	98	100
40	84	86	89	91	94	96	99	101	104
42	86	89	92	94	96	100	103	105	108
44	88	91	94	96	99	102	105	108	111
46	90	93	96	99	102	106	109	112	115
48	92	95	98	102	105	108	111	115	118

Şekil 3. Sıcaklık-Nem İndeksi (THI) Tablosu (Durmuş ve Koluman, 2019)

Tüm çiftlik hayvanları sıcak iklimlere adapte olabilir fakat vücudun tepki mekanizmaları verim performansı üzerine olumsuz etkilere sebep olur (Koyuncu, 2017). Sığırlarda sıcaklık stresi 26-28°C ve %50 üzerinde bağıl nem ve rüzgâr hızının 5 km/h altında olduğu zaman gerçekleşmeye başlar. Genel olarak 23-24°C sıcaklıkta ve %85 üzerinde yüksek bağıl nem olduğu bir ortamda, sağmal inekler üzerinde verimde düşme olmaksızın hafif şiddette bir stres oluştuğu gözlemlenmiştir. 32°C sıcaklıkta ve %45-50 üzerinde bağıl nem olması

durumunda, süt veriminde düşmenin başladığı görülmüştür. 38°C ve üzeri sıcaklıklarda ve %50 bağıl nem oranının üzerinde bir çevresel ortamda, verimde ciddi düşüşler gerçekleştiği bildirilmektedir (Göncü, 2020; Sarıçiçek, 2022).

Holstein ırkı sağmal inekler üzerinde yapılan bir çalışmada, sıcaklık stresi olarak sınırı kabul edilen sıcaklık-nem indeksi 72 değerinin üzerindeki her birim artış için süt verimi günde ortalama 0,88 kg azalırken, iklim değişikliğine bağlı olarak sıcak hava dalgası koşullarına maruz kalan süt ineklerinin, süt verim potansiyelinde %10-14 oranında azalma olduğu bildirilmiştir (West, 2003).

Çevre sıcaklığında 30°C üzerindeki her 1°C'lik artışa karşılık; sığır, koyun, keçi ve kanatlı türlerinin yem tüketimlerinde ortalama %3-5 düzeyinde azalmanın olduğu belirtilmektedir (Anonim, 1981). Sıcaklık stresi yanında yem tüketiminin azalması da sağmal hayvanlar üzerinde süt verimini olumsuz etkileyen önemli bir faktördür. Süt sığırlarında uzun süreli sıcaklık stresi durumunda, süt miktar ve kalitesinde düşüş, laktasyon süresinde kısalma, canlı ağırlık kaybı ve vücut kondisyon skorunda (VKS) gerilemeler görülmektedir (Kadzere ve ark., 2002; Bajagai, 2011; Sarıçiçek, 2022). Sağmal ineklerde, 35°C hava sıcaklığında süt veriminde %33 ve 40°C ise %50 oranında azalma görüldüğü bildirilmiştir (Rhoads ve ark., 2009).

Süt sığırları üzerinde yapılan çalışmalarda, süt verimimindeki azalışın %65'i sıcaklık stresinin doğrudan etkisi nedeniyle oluşurken, %35'i ise yem tüketiminin düşmesinden (dolaylı etkisi) kaynaklandığı bildirmiştir (Rhoads ve ark., 2009; Wheelock ve ark., 2010). Günlük

sıcaklık 25-27°C'ye ulaştığı durumda, süt sığırlarının yem tüketimi azalmaya başlamaktadır (Beede ve Collier, 1986). Ortam sıcaklığı 35°C ve üzerine çıktığı durumda ise, yem tüketimi %10-35 düzeyinde azalış göstermektedir (Conrad, 1985; Koç ve Uzmay, 2016; Sarıçiçek 2022).

Sıcaklık stresi, süt hayvanlarında süt verimini olumsuz etkilediği gibi süt kalitesini de olumsuz etkiler. Sıcaklık stresi koşullarında, sütteki yağ, protein, laktoz ve kısa zincirli yağ asitleri miktarında düşüş ve uzun zincirli yağ asitleri miktarında artış görülmüştür (Kadzere ve ark., 2002; Van Laer ve ark., 2015).

Kırmızı et üretiminde, küresel iklim değişikliği sonucu gerçekleşen aşırı hava olayları, özellikle açık havada barındırılan buzağıların büyüme-gelişme performansını (canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı) ve besi sonu karkas ağırlığını düşürmektedir. Aynı zamanda, et sululuğu-yumuşaklığını ve kas içi yağ miktarını düşürerek et kalitesini olumsuz etkilemektedir (Keane ve Allen, 1998).

Beyaz et üretiminde ise, yüksek sıcaklık seviyeleri, tavuklarda protein sentezinde azalmaya ve protein katabolizmasında (*parçalanması*) artışa neden olduğu ve bunun sonucu olarak canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, karkas ağırlığı ve kas kalori-protein içeriğinde azalma görüldüğü bildirilmiştir. Sıcaklık stresi altında yetiştirilen piliçlerde, vücut ve kas dokusu proteininde azalma ve yağ seviyesinde büyük bir artış görüldüğü ve et kalitesinin düştüğü bildirilmiştir (Gonzalez-Esquerra ve Leeson, 2005).

1.2. Küresel İklim Değişikliğinin Hayvan Refahı Üzerine Etkisi

Çiftlik hayvanlarının refah düzeyleri, genel olarak sağlanan çevre koşulları ile ilgilidir (Göncü, 2020). Stres oluştuğu durumda, hayvanın fizyolojisi dış etkilere karşı tepki verir ve hayvanlar stres koşullarına fizyolojik olaylarla uyum sağlamaya yönelik mekanizmalar geliştirir. Bu mekanizmalar, hayvanın refahı düzeyinin tespit edilmesinde önemli rol oynamaktadır (Durmuş ve Koluman, 2019).

Hayvansal üretimde sağlık ve refah parametreleri, çevresel sürdürülebilirliğin ayrılmaz birer parçasıdır. Entansif yetiştiricilikte üretim sürecinde oluşan gübre/çamur çevre ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileri hayvan refahını azaltmaktadır. Azalan refah koşulları, hayvan sağlığını da tehdit ederek yetiştiricilikte önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Hayvan refahının iyileştirilmesi, iklim değişikliğinden kaynaklanan sorunlarla baş edilmesinde önemli bir avantaj sağlayacaktır (Koyuncu, 2017).

1.3. Küresel İklim Değişikliğinin Hayvan Sağlığı Üzerine Etkisi

Küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkileri, hayvanların değişen iklim şartlarına adaptasyon sürecinden kaynaklanan yem ve su kıtlığı, yemden kaynaklanan hastalık etmenleri, bulaşıcı konukçuların direnci, mikroorganizma popülasyonlarının artışı ve vektör kaynaklı hastalıkların yayılması şeklinde ortaya çıkabilmektedir. Yüksek sıcaklık, parazit ve patojenlerin gelişimini arttırmasının yanı sıra, hava olaylarındaki değişimler ise, bazı patojen ve vektörlerin (*hastalık*

taşıyıcıların) yayılmasına yol açabilmektedir (Harvell ve ark., 2002; Tirado ve ark., 2010; Koyuncu, 2017). Sıcaklık faktörünün, eklem bacaklı vektörlerinin gelişim hızları ve vektör kaynaklı hastalıkların bulaşma riski üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu ve 14-18°C alt ve 35-40°C üst sıcaklık değerlerinde etkilerinin daha belirgin olduğu bildirilmiştir (Githeko ve ark., 2000).

İklim değişikliği, hastalıkların yayılması, hastalık görülme sıklığının artışı, epidemi/pandemi ve yeni tip hastalık tiplerinin ortaya çıkmasına neden olabileceği ön görülmektedir. İklim değişikliği ile birlikte küresel ısınma, yağış düzensizlik ve değişimleri sonucunda kara sinek, kene ve sivrisinek gibi vektör kaynaklı zararlıların sayısı ve yayılım alanını etkileyecektir. Buna ek olarak yüksek sıcaklıkta, hastalık bulaşma riskinin daha fazla olduğu belirtilmektedir. Bu hususta, hastalık etmenlerini ve hayvanların adaptasyonuna özen göstermek ve ayrıca bağışıklıklarını korumak önemli bir husustur. (Thornton ve ark., 2009; Koyuncu ve Nageye, 2020).

2. KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BİR SONUCU OLARAK KURAKLIK

Kuraklık tanımı itibariyle, bir bölgede normal şartlarda oluşan yağış miktarına göre, azalmanın düzeyine bakılarak değerlendirildiği için, göreceli bir kavramdır. Kuraklık, yağışların bir bölgede beklenenden daha az olması durumuna denir. Sadece devamlı az yağış olan bölgelerde değil, yağışlı bölgelerde de kurak dönemler olabilmektedir. Kuraklığın yaşanması için, yağışların normal ya da beklenen düzeyin

altında olduğu zamanın belli bir süre (en az bir mevsim veya bir yıl) sürmesi gerekir (Şahin ve Kurnaz, 2014).

Kuraklık süreci, bilimsel olarak dört kategoride sınıflanır (Mishra ve Singh, 2010):

1. **Meteorolojik Kuraklık:** Bir bölgenin normalden uzun bir süre, ortalamaların altında yağış almasına denir. Ortalamaların altında gerçekleşen yağış miktarı, akarsu akışı ve yeraltı su seviyesinin azalmasına neden olmasının yanı sıra, toprak nemliliğinde de düşüşe yol açar.
2. **Tarımsal Kuraklık:** Toprak nemliliğindeki azalmanın sonucu olarak, tarımsal ürün miktarının azaldığı bir dönem olarak tanımlanır. Havadaki bağıl nem oranı ve toprağın aldığı yağış miktarı azalsa bile, topraktaki mevcut su miktarı hemen azalmadığı için, tarımsal kuraklık çoğu zaman uzun süren meteorolojik kuraklığın sonrasında ortaya çıkar.
3. **Hidrolojik Kuraklık:** Bir bölgedeki mevcut su yönetim sistemleri içinde, yüzey (*baraj, göl, akarsu*) ve yeraltı su seviyelerindeki düşüşle ortaya çıkmaktadır. İnsanların, tarım ve enerji üretimi gibi faaliyetleri sebebiyle oluşan su ihtiyaçları, dönemsel farklılıklar gösterdiği için, meteorolojik kuraklık ile hidrolojik kuraklık eş zamanlı gerçekleşmeyebilir.
4. **Sosyo-ekonomik Kuraklık:** Kuraklık sadece doğa olayı olarak görülmemelidir. Kuraklığın, insan faaliyetlerinin su kaynaklarına sürekli olarak bağlı olması nedeniyle, toplum üzerinde de önemli etkileri vardır (Kapluhan, 2013). Kuraklığın tarıma ve doğaya,

aynı zamanda da su kaynaklarına etkisi ve dolaylı olarak da bu kaynaklardan yararlanması gereken sektörlere etkisi sosyo-ekonomik kuraklığı neden olur. Suyun ekonomik bir girdi olarak talep edildiği seviyede temin edilememesi sonucu sosyo-ekonomik kuraklığın kaynağını oluşturmaktadır.

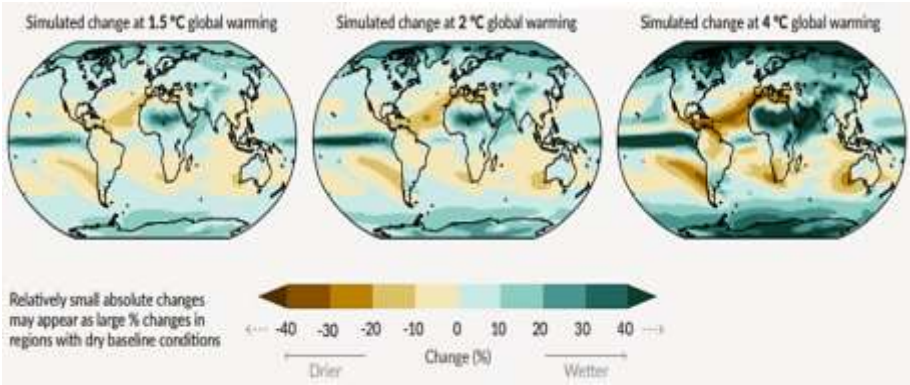
Kuraklığın tarım sektörüne doğrudan etkisinden dolayı, kırsalda yaşayan toplumlar ekonomik olarak kuraklık durumundan daha fazla etkilenecektir. Kuraklığın dolaylı etkisi ile, kırsal alanda toplum üzerinde oluşturacağı ek baskı, gelir ve iş azalmasına bağlı olarak göçlere yol açabileceği ön görülmektedir (Şahin ve Kurnaz, 2014). Bu sebepten dolayı, dünyada milyonlarca insan '*iklim göçmeni*' durumda bulunacaktır. Oluşacak iklim göçmenlerinin sayısının 2050 yılına kadar 150 milyonu geçmesi beklenmektedir (Kadıoğlu, 2012).

Küresel iklim değişikliğinin günümüzde yaşadığımız ve gelecekte beklenen ana sonuçlarının başında, dünya ortalama sıcaklığının yükselmesi gelmektedir. Sonraki en önemli etki de yağış sisteminde görülen değişimdir. Küresel iklim değişikliğinin iki yağış arasındaki süre ve yağış şiddetini artırması beklenmektedir. Yağış şiddetinin artması, sel olayı görülme miktarı ve şiddetini artırmasının yanı sıra toprağın suyu emmesine zaman tanımadığı için, hem toprak nem oranının azalmasına, hem de yeraltı su kaynaklarının yeterince beslenememesine yol açmaktadır (Şahin ve Kurnaz, 2014).

Tarım sektöründe ileri ülkelerde bile, tarımsal üretimin temel sorunlarından biri de kuraklıktır. Dünya üzerindeki karaların, yaklaşık %16'sının (~22 milyon km^2) kurak ve yarı kurak bölgeler olduğu

tahmin edilmektedir. Bu bölgelerde yağış azlığı, yağış rejimi düzensizliği ve su kaynaklarının yetersiz olması, tarımın temel sorunları arasında yer almaktadır (Kapluhan, 2013).

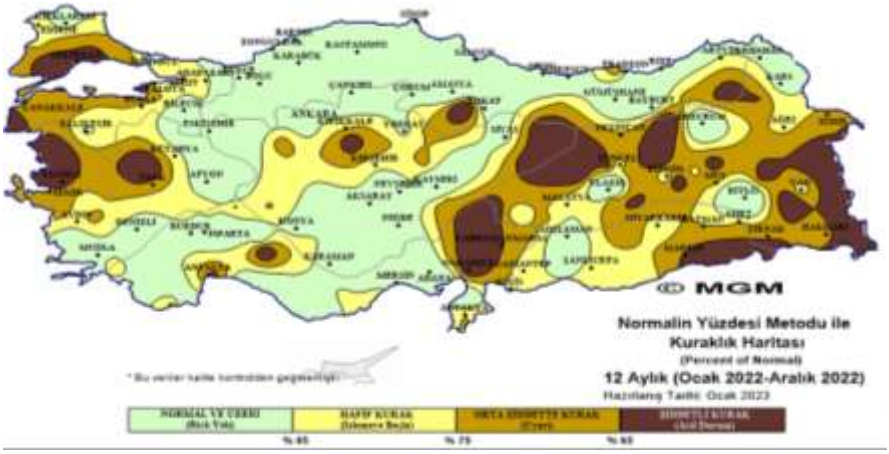
IPCC son raporunda (AR6), küresel ısınmanın artmasıyla birlikte, her bölgenin iklimsel etki faktörlerinde, giderek artan şiddette eşzamanlı ve çoklu değişimler yaşanacağı öngörüldüğünü bildirmektedir. Tüm dünya boyunca Asya hariç tüm kıtalarda, 1850'lere kıyasla, bazı bölgeler daha sık ve şiddetli tarımsal ve ekolojik kuraklık tahmin edildiğini ve bazı bölgelerde de meteorolojik kuraklık sayısında artış olabileceği tahmin edildiği bildirmiştir (Şekil 4; Anonim, 2021b).



Şekil 4. Farklı Küresel Isınma Senaryolarına Göre, Yıllık Ortalama Yağış Rejimi Değişimi (1850-1900 Dönemine Kıyasla) (Anonim, 2021b)

Su kaynakları, Türkiye için de hem enerji üretimi hem de tarımsal ürün üretimi açısından son derece önemli yer tutar. Türkiye'nin büyük çoğunluğu yarı kurak iklim şartlarının etkisi altında bulunmaktadır. Ülkemizin kurak ve yarı kurak alan miktarı 51 milyon hektar olup, %37,3'ünde yarı kurak iklim şartları hüküm sürmektedir. Bu nedenle ülkemizde, mevcut su kaynakları ve genel olarak yağışa bağlı olarak yapılan kuru tarım nedeniyle, yağışın miktar ve dağılımında meydana

gelebilecek değişiklikler, çok ciddi şekilde etkisini gösterebilmektedir (Kadıoğlu, 2012). Ülkemizde kuraklık olaylarının en şiddetli ve geniş yayılım alanı göstermiş olanları, 1971-1974, 1983-1984, 1989-1990, 1996, 2001 ve 2007-2008 yıllarında meydana geldiği görülmüştür. Bu kuraklık olayları, meteorolojik kuraklık olarak başlayıp devamında tarımsal ve hidrolojik kuraklık halini almıştır (Şahin ve Kurnaz, 2014). 2022 yılı boyunca da, Türkiye'nin tüm bölgelerinde değişen şiddetlerde meteorolojik kuraklık etkili olmuştur (Şekil 5; Anonim, 2022).



Şekil 5. 2022 Yılına Ait 12 Aylık Dönemde (Ocak-Aralık 2022) Normalin Yüzdesi İndeksi Metodu (PNI) ile Kuraklık Haritası (Anonim, 2022)

2.1. Tarımsal Kuraklığın Hayvancılık Sektörüne Etkisi

Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak gerçekleşen tarımsal üretimde beklenen düşüş, büyük oranda kuraklıkla, başka bir ifadeyle yağışlardaki düzensizlik, buharlaşmada artış ve toprak nemindeki azalmayla ilişkilidir (Şahin ve Kurnaz, 2014).

Kuraklık, etkilerini doğrudan veya dolaylı olarak gösterir. Tarımsal kuraklık tüm çiftlik hayvanlarını, artan sıcaklık ve su kaynaklarının

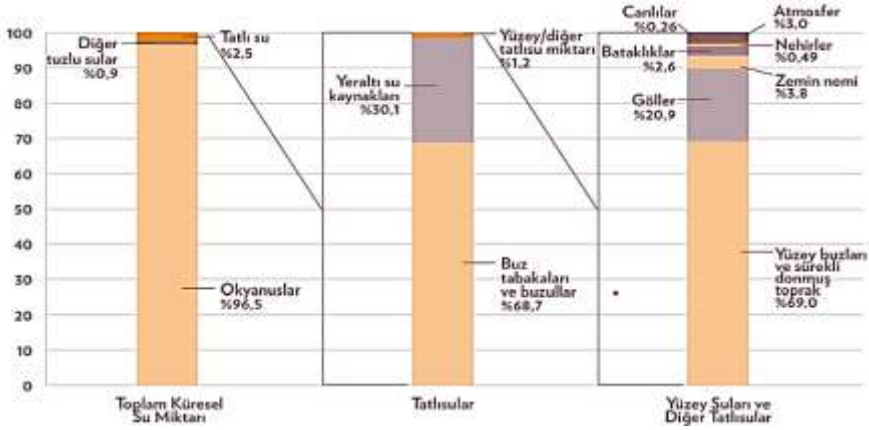
azlığı nedeniyle verim kayıpları, hastalıkların yaygınlaşması ve ölüm oranının artışı olarak doğrudan etkilemesinin yanı sıra, çayır-mera alanlarının azalması/kalitesinin düşmesi, yem bitkisi üretiminin azalması ve kaliteli yem temininde düşüş yaşanması nedeniyle de dolaylı olarak etkilemektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmada, hayvancılık sektörünün değişen iklim koşulları nedeniyle oluşan çevresel stres nedeniyle, yıllık 1,69 ile 2,36 milyar $ arasında ekonomik kayba sebep olduğunu bildirilmektedir (St-Pierre ve ark., 2003). Avustralya'da yapılan bir araştırmada, 1997–2006 arasındaki 10 yıllık dönemde yaşanan büyük çaplı kuraklığın, tarihsel bir rekor olduğunu, 2006 yılı kuraklığı sonucunda tahıl üretiminin 2005 yılına göre %60 düştüğü ve toplam bitkisel ve hayvansal ürün üretiminin ise, %35 azaldığı bildirilmiştir (Murphy ve Timbal, 2007). Yaşanan bu kurak dönem, ülkenin kırsal kesimlerinde 3,5 milyar Avustralya doları ekonomik zarara yol açmıştır. (Mishra ve Singh, 2010). Türkiye'de yapılan bir araştırmada ise, 2007–2008 yıllarında yaşanan küresel kuraklık sonrası, süt sektöründe sıkıntılar yaşandığı, sonraki dönemde de kırmızı et sektörünü etkilediği ve ciddi kırmızı et üretim açığına neden olduğu bildirilmiştir (Saygın ve Demirbaş, 2018).

3. HAYVANCILIK SEKTÖRÜNDE SU SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

3.1. Küresel Su Sorunu

Yeryüzündeki toplam su miktarı milyarlarca yıldır sabit kalmıştır. Toplam su miktarının (1,35 milyar km^3) çok büyük bir kısmı (%97,4) tuzlu sulardan oluşmaktadır. Tatlı suyun önemli bir kısmı ise,

buzullarda (%68,7) ve yeraltında (%30,1) bulunmaktadır. Yeryüzünde serbest haldeki tatlı suyun da ancak %5'i (200 bin km^3) kullanılabilir durumdadır (Şekil 6; Şahin ve Kurnaz, 2014).



Şekil 6. Yeryüzünde Bulunan Suların Dağılımı (Şahin ve Kurnaz, 2014)

Dünya nüfusunun yaklaşık 1/3'ünün su kıtlığından etkilendiği ve nüfus artışı, kentleşme, iklim değişikliği, kuraklık ve tarımsal/endüstriyel su kullanımının artışı gibi nedenlerle bu oranın arttığı bildirilmektedir (Şahin ve Kurnaz, 2014). Birleşmiş Milletler raporuna göre, 2 milyar insan, yüksek su stresi yaşayan ülkelerde yaşamaktadır (Anonim, 2019).

Türkiye de, bir yandan iklim değişikliği sebebiyle kullanılabilir su miktarı baskı altında bulunan, bir yandan da nüfusu, üretim hacmindeki artış ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi nedeniyle su kullanımı hızla artan bir ülkedir (Şahin ve Kurnaz, 2014). Ülkemiz su potansiyeli incelendiğinde, Türkiye su zengini bir ülke değil, aksine su kıtlığı sınırında olan bir ülke olduğu görülmektedir (Kadıoğlu ve ark., 2017). Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı 2000 yılında

1.652 m^3, 2009 yılında 1.544 m^3 ve 2020 yılında ise 1.346 m^3 olmuştur (Anonim, 2023b). Günümüz itibariyle Türkiye, kişi başına düşen su miktarı 2.000 m^3 altında olduğu için, su azlığı çeken bir ülke olarak sınıflandırılmaktadır. 2030 yılında da, Türkiye nüfusunun 100 milyona ulaşacağı ve kişi başına düşen su miktarının 1.120 m^3'e gerileyeceği öngörülmektedir. Dolayısıyla artan nüfusu, değişen iklim şartları ve azalan su kaynaklarıyla Türkiye, '*su fakiri*' olma tehlikesi yüksek olan ülkelerden biri konumundadır (Anonim, 2023c).

3.2. Hayvansal Üretimde Su Kullanımı

Günümüzde dünyada, insanlar tarafından kullanılan suyun %70'i (yaklaşık 3,8 milyar m^3/yıl) tarım sektöründe kullanılmaktadır (Kadıoğlu ve ark., 2017). Türkiye'de ise, tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su kaynakları potansiyeli yılda toplam 112 milyar m^3 olup, 57 milyar m^3'ü kullanılmaktadır. Kullanılan 57 milyar m^3 suyun %77'si tarımsal sulama suyu olarak (44 milyar m^3) ve %23'ü de içme-kullanma ve sanayi suyu olarak (13 milyar m^3) değerlendirilmektedir (Anonim, 2023b).

Hayvansal ürün üretiminde su, hem doğrudan hem de dolaylı olarak kullanılmaktadır. Hayvanların içtikleri su doğrudan ve hayvansal ürün üretimi süreci boyunca kullanılan su miktarı da dolaylı olarak harcanan su miktarını oluşturur. Tüm dünyada üretilen ürünler için, harcanan toplam su miktarlarının karşılaştırılması '*su ayak izi*' kavramıyla değerlendirilir. Su ayak izi, birim zamanda harcanan (buharlaşma dahil) ve kirletilen su miktarı ile ölçülen bir değerdir. Küresel ölçekte kişi başına, evsel amaçlar için günde ortalama 30-300 litre su tüketirken,

tüketilen gıda ürünleri için günde ortalama 3.000 litre su kullanmaktadır (Turner ve ark., 2004). Tarımsal ürünlerde, hayvansal ürün üretimi süreci boyunca harcanan su miktarı, bitkisel ürünlere göre daha fazladır (Tablo 1; Kadıoğlu ve ark., 2017).

Tablo 1. Bazı Tarımsal Ürünlerde 1 Kg Ürün Başına Dolaylı Yoldan Harcanan Su Miktarları (Kadıoğlu ve ark., 2017)

Ürün	Su Tüketimi (lt)	Ürün	Su Tüketimi (lt)
Sığır Eti	15.000 – 70.000	Peynir	3.178 – 5.000
Koyun Eti	6.100 – 10.412	Buğday	900 – 2.000
Tavuk Eti	3.500 – 5.700	Arpa	1.423
İnek Sütü	1.020	Mısır (Dane)	1.000 – 1.800
Yumurta	3.136	Yonca	900 – 2.000
Tereyağı	5.553	Soya	1.100 – 2.000

3.3. Hayvansal Üretimde Su Sürdürülebilirliği

Sürdürülebilirlik kavramı, çevrenin ekolojik süreçleri, biyoçeşitliliği ve üretkenliğini geleceğe devam ettirme yeteneği olarak tanımlanır (Koyuncu ve Nageye, 2020). Sürdürülebilirlik, küresel ısınma ve iklim değişikliği sonucunca doğal kaynakların tükenmesini esas alarak, bu kaynakların yeniden üretimi ve gelecekte de devam edebilmesi durumunu ifade etmektedir. Sürdürülebilirliğin oluşması için çevre, ekonomi ve toplum bileşenleri birbiriyle ilişkili olup, bir bütün olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Özçelik, 2020).

Sürdürülebilir hayvansal üretim, mevcut kaynakları verimli kullanarak, çevreye zararlı olmayan, ekonomik, güvenilir, sağlıklı, verimli ve sosyal olarak kabul edilebilir gıda üretimi olarak tanımlanmaktadır (Darnhofer ve ark., 2010). Sürdürülebilir hayvancılık sistemi, çevreye zarar vermeden yeterli gelir oluştururken, insan tüketimi için yeterli,

sağlıklı ve güvenilir gıda üretmeyi hedeflemektedir (Koyuncu ve Nageye, 2020).

Sürdürülebilir hayvancılık, sürdürülebilirlik kavramının farklı boyutlarınca çeşitli başlıklarda ele alınabilir. Sürdürülebilir hayvansal üretim kapsamında, kullanılan su miktarı ve kalitesi, su kullanımının doğru şekilde yönetilmesi ve çevresel zararların en aza indirilmesi, su sürdürülebilirliğini oluşturur. Su kaynaklarının, hayvancılık için vazgeçilmez bir girdi olduğu göz önünde bulundurulduğunda, ileriki yıllarda, dünyanın pek çok bölgesinde suya olan talep ve rekabetin arttığı daha fazla hissedilecektir. Aynı zamanda su bulma ve verimliliği konularının ele alındığı politikalara daha fazla ihtiyaç duyulması kaçınılmaz olacaktır (Thornton ve ark., 2009; Anonim, 2023e).

Sürdürülebilir hayvancılığa etki eden en önemli etkenlerden biri şüphesiz iklim değişikliğidir. Küresel iklim değişikliği, hayvan refahı ve verimliliğini doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir. Hayvan ve bitki biyoçeşitliliğini etkisi altına almasının yanında su kaynaklarını, yem üretim miktarı ve kalitesini azaltarak, hayvancılık sektörünün sürdürülebilirliği boyutunda büyük bir tehdit oluşmaktadır (Koyuncu ve Nageye, 2020).

Küresel ölçekte değişen iklim şartları, artan aşırı hava olayları ve ortalama sıcaklığın artışı, hayvansal üretim süreci boyunca, gelecekte su kaynaklarına daha fazla ihtiyaç olması anlamına gelmektedir. Etçi sığırlar üzerinde yürütülen bir araştırmada, ortamda 2,7°C bir sıcaklık artışının, sürünün su ihtiyacını ortalama %13 arttığını ve sıcaklık artmaya devam ettiği sürece de, doğrusal olmayan bir artışla su

ihtiyacının artmaya devam ettiği bildirilmiştir (Howden ve Turnpenny, 1998).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsan kaynaklı sera gazları salınımı, küresel ortalama hava sıcaklığı ve aşırı hava olaylarının hızla artışıyla görülen küresel iklim değişikliği 21. yüzyılın en önemli sorunu haline gelmiştir. Artan nüfus ile birlikte, insanların dengeli ve yeterli beslenmesi göz önünde bulundurulduğunda, tarım sektörü iklim değişikliği tehdidi ile karşı karşıya bulunmaktadır. Sektör kendi içinde pek çok sorunla boğuşurken, iklim değişikliğinin olumsuz etkisinin artması başka sorunları da beraberinde getirmiştir. Dünya genelinde yapılan araştırmalar, küresel boyutta iklim değişikliğinin sonucu olarak aşırı hava olayları ve afetlerin görülme sıklığının daha da artacağını, tarımsal kuraklığın pek çok coğrafi bölgede somut olarak görüldüğünü ve gelecekte de daha da yaygınlaşacağını, hayvansal ürün verimliliğinin düşeceğini ve toplumların gıda temininde ciddi sıkıntılar yaşayacağı sonucunu öngörmektedir. İklim değişikliği, sürdürülebilirlik ve verimlilik bir bütün olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye de, küresel iklim değişikliği ile ilgili yapılan konferans, panel, sözleşme ve protokoller doğrultusunda, küresel iklim değişikliği azalttım ve uyum politikaları üstlenmiştir. Bu hedef doğrultusunda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, farklı sektörleri kapsayan eylem planı oluşturmuştur. Eylem planının çerçevesinde, tarımsal üretimde iklim değişikliği etkilerinin belirlenmesi, küresel iklim değişikliğinin

olumsuz etkilerine karşı uyum çalışmalarının tarım sektörü ve gıda güvencesi politikalarına entegre edilmesi, hızlı, uygulanabilir ve güvenilir bir uyum politikasının sağlanabilmesi için bilimsel çalışmaların desteklenmesi, tarımsal su kullanımının sürdürülebilir olarak planlanması ve tarımsal biyoçeşitliliğin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı korunması öncelikli uygulanacak politikalar arasında yer almaktadır.

Küresel ölçekte, ülkelerin küresel iklim değişikliği azalttım ve uyum çerçevesinde planlanan tüm politikalar, icraata geçilmedikçe bir anlam ifade etmeyecektir. Bu açıdan tüm ülkelerin iklim değişikliği süreci, sürdürülebilirlik ve verimlilik konuları esas alınarak, uzun vadede ve kalıcı olarak ulusal ve uluslararası politikalar etkin bir şekilde uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

Anonim (1981). National Research Council (NRC). Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals. Subcommittee on Environmental Stress. National Academy Press, Washington, DC, US.

Anonim (2019). Birleşmiş Milletler (UN), Küresel Sorunlar, Su, https://www.un.org/en/global-issues/water, (Erişim Tarihi: 18.05.2023).

Anonim (2020). Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), Tarımsal Ürün Fiyatları ve Üretim Değerleri İstatistikleri, https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr, (Erişim Tarihi: 08.05.2023).

Anonim (2021a). Food and Agricultute Organization of The United Nations (FAO), https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV, (Erişim tarihi: 08.05.2023).

Anonim (2021b). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report. Cambridge University Press, Cambridge, UK, https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/, (Erişim Tarihi: 05.05.2023).

Anonim (2022). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), Meteorolojik Kuraklık Analizi, Yıllık Kuraklık Durumu, https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yillik#sfB, (Erişim Tarihi: 10.05.2023).

Anonim (2023a). Birleşmiş Milletler (UN), Küresel Sorunlar, Nüfus, https://www.un.org/en/global-issues/population, (Erişim Tarihi: 03.05.2023).

Anonim (2023b). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), Toprak Su Kaynakları, https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754, (Erişim tarihi: 18.05.2023).

Anonim (2023c). Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF-Türkiye), Tatlı Su, https://www.wwf.org.tr/calismalarimiz/tatli_su/, (Erişim Tarihi: 18.05.2023).

Anonim (2023d). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2022 Yılı İklim Değerlendirmesi, 23 s., Ankara, Türkiye.

Anonim (2023e). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı 2011-2023, 141 s., Ankara, Türkiye.

Anonim (2023f). Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), Nüfus ve Demografi İstatistikleri, https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1, (Erişim Tarihi: 03.05.2023).

Bajagai, Y.S. (2011). Global climate change and its impacts on dairy cattle, *Nepalese Veterinary Journal*, 30: 2–16.

Bayraç, H.N., Doğan, E. (2016). Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi,* 11 (1): 23–48.

Beede, D.K., Collier, R.J. (1986). Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress, *Journal of Animal Science*, 62 (2): 543–554.

Bıyıkoğlu, K. (2009). Genel Zootekni. 6. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi Anı Kitabı, Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 231, Ziraat Fakültesi Yayınları No:117, Ders Kitapları Serisi No:15, 316 s., Erzurum, Türkiye.

Conrad, J.H. (1985). Feeding of Farm Animals in Hot and Cold Environments: In Stress Physiology in Livestock. Yousef, M.K. ed. (1): 205–226, CRC Press, Boca Raton.

Darnhofer, I., Fairweather, J., Moller, H. (2010). Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking. *International Journal of Agricultural Sustainability,* 8 (3): 186–198.

Durmuş, M., Koluman, N. (2019). Yüksek çevre sıcaklığına maruz kalan ruminant hayvanlarda meydana gelen hormonal değişimler, *J. Anim. Prod.*, 60 (2): 159–169.

Ergün, O.F., Bayram, B. (2021). Türkiye'de hayvancılık sektöründe yaşanan değişimler. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi,* 10 (2): 158–175.

Githeko, A.K., Lindsay, S.W., Confalonieri, U.E., Patz, J.A. (2000). Climate change and vector-borne diseases: A regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization,* 78: 1136–1147.

Gonzalez-Esquerra, R., Lesson, S. (2005). Effects ofacute versus chronic heat stress on broilerresponse to dietary protein. *Poultry Science,* 84: 1562–1569.

Göncü, S. (2020). Sığırcılık. Sığır Yetiştiriciliği Sürü Yönetiminde Temel Uygulamalar. Akademisyen Kitabevi, 716 s., Ankara, Türkiye.

Harvell, C.D., Mitchell, C.E., Ward, J.R., Altizer, S., Dobson, A.P., Ostfeld, R.S. (2002). Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science,* 296 (5576): 2158–2162.

Howden, S.M., Turnpenny, J. (1998). Modelling heat stress and water loss of beef cattle in subtropical Queensland under current climates and climate change. *CSIRO Wildlife & Ecology.*

Kadıoğlu, M. (2012). Türkiye'de İklim Değişikliği ve Risk Yönetimi. Türkiye'nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, 172 s., Ankara, Türkiye.

Kadıoğlu, M., Ünal, Y., İlhan, A., Yürük, C. (2017). Türkiye'de İklim Değişikliği ve Tarımda Sürdürülebilirlik. Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Dernekleri Federasyonu, 166 s.

Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N., Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livestock Prod. Sci.,* 77: 59–91.

Kapluhan, E. (2013). Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi,* 27: 487–510.

Keane, M.G., Allen, P. (1998). Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livestock Production Science,* 56: 203–214.

Koca, S. (2019). 5. Uluslararası Beyaz Et Kongresi Açılış Konuşması. *5. Uluslararası Beyaz Et Kongresi,* 24-28 Nisan 2019, 18–28, Antalya, Türkiye.

Koç, G., Uzmay, A. (2016). İklim değişikliğinin süt sığırcılığı üzerindeki etkilerinin gıda güvencesi ve ekonomik açıdan değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi,* 22 (2): 29–35.

Koyuncu, M. (2017). Küresel iklim değişikliği ve hayvancılık. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences,* 31 (2): 98–106.

Koyuncu, M., Nageye, F.İ. (2020). İklim değişikliğinin sürdürülebilir hayvancılığa etkileri. *Journal of Animal Production,* 61 (2): 157–167.

Lotze-Campen, H., Schellnhuber, H.J. (2009). Climate impacts and adaptation options in agriculture: What we know and what we don't know. *Journal für verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit,* 4 (2): 145–150.

Marai, I.F.M., El-Darawany, A.A., Fadiel, A., Abdel-Hafez, M.A. (2007). Physiological traits as affected by heat stress in sheep. *Small Ruminant Research*, 71: 1–12.

Mishra, A.K., Singh, V.P. (2010) A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 391: 202–216.

Murphy, B.F., Timbal, B. (2007) A review of recent climate variability and climate change in Southeastern Australia. *International Journal of Climatology*, 28 (7): 859–879.

Naqvi, S.M.K., Sejian, V. (2011). Global climate change: Role of Livestock. *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 3 (1): 19–25.

Özçelik, E. (2020). *Sürdürülebilirlik perspektifinden tarım ve enerji* (Yüksek Lisans Tezi). Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Kırklareli, Türkiye.

Rhoads, M.L., Rhoads, R.P., Van Baale, M.J., Collier, R.J., Sanders, S.R., Weber, W.J., Baumgard, L.H. (2009). Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *Journal of Dairy Science*, 92 (5): 1986–1997.

Sarıçiçek, B.Z. (2022). The effects of climate change on animal nutrition, production and product quality and solution suggestions. *Black Sea Journal of Agriculture*, 5 (4): 491–509.

Sarıözkan, S., Küçükoflaz, M. (2020). İklim mi hayvancılığı yoksa hayvancılık mı iklimi etkiliyor? *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi,* 17 (3): 255–259.

Saygın, Ö., Demirbaş, N. (2018). Türkiye'de kırmızı et tüketimi: Sorunlar ve öneriler. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32 (3): 567–574.

Sayman, R.Ü., Gündoğan, A.C., Baş, D. (2015). A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi. Bölgesel Çevre Merkezi-REC Türkiye, 205 s., Ankara, Türkiye.

St-Pierre, N.R., Cobanov, B., Schnitkey, G. (2003). Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science,* 86: 52–77.

Şahin, Ü., Kurnaz, L. (2014). İklim Değişikliği ve Kuraklık. İstanbul Politikalar Merkezi, Sabancı Üniversitesi, 36 s., İstanbul, Türkiye.

Taşkın, T., Ünal, H.B., Canbolat, Ö. (2015). Koyunculuğun Temel Esasları. Hasad Yayıncılık, 320 s., İstanbul, Türkiye.

Thorne, P.S. (2007). Environmental health impacts of concentrated animal feeding operations: Anticipating hazards-searching for solutions. *Environ. Health Perspect.,* 115: 296–297.

Thornton, P.K., Van de Steeg, J., Notenbaert, A., Herrero, A. (2009). The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems,* 101 (3): 113–127.

Tıraşcı, S., Erdoğan, Ü. (2021). Küresel ısınmanın tarıma etkisi. *Tarım, Gıda, Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi,* 2 (1): 16–33.

Tirado, M.C., Clarke, R., Jaykus, L.A., Mc Quatters Gollop, A., Frank, J.M. (2010). Climate change and food safety: A review. *Food Research International*, 43 (7): 1745–1765.

Turner, K., Georgiou, S., Clark, R., Brouwer, R., Burke, J. (2004). Economic Valuation of Water Resources in Agriculture. From the Sector Alto a Functional Perspective of Natural Resource Management. FAO Paper Reports No: 27, Water and Livestock for Human Development. IWMI Books, Reports H040205, International Water Management Institute, Rome, Italy.

Türkoğlu, M., Sarıca, M. (2014). Tavukçuluk Bilimi (Yetiştirme, Besleme ve Hastalıklar). Genişletilmiş 4. Basım, Bey Ofset Matbaacılık, 671 s., Ankara, Türkiye.

Van laer, E., Tuyttens, F.A.M., Ampe, B., Sonck, B., Moons, C.P.H., Vandaele, L. (2015). Effect of summer conditions and shade on the production and metabolism of Holstein dairy cows on pasture in temperate climate. *Animal,* 9 (9): 1547–1558.

West, J.W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science,* 86: 2131–2144.

Wheelock, J.B., Rhoads, R.P., VanBaale, M.J., Sanders, S.R., Baumgard, L.H. (2010). Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cow. *Journal of Dairy Science,* 93: 644–655.

BÖLÜM 4

MAKRO VE MİKRO MİNERALLERİN YUMURTA KABUK KALİTESİNE ETKİSİ

Doktora Öğr. Hanife ORHANGAZİ[1]

Prof. Dr. Hatice KAYA[2]

[1] Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı, Erzurum, Türkiye
eposta: hanife.orhangazi@kudaka.gov.tr ORCID No: 0009-0005-9847-8401
[2] Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 25240 Erzurum, Türkiye
eposta: hkaraca@atauni.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9627-3318

1. GİRİŞ

Hayvansal protein kaynakları, sağlıklı ve dengeli bir beslenme için ihtiyaç duyulan proteinin karşılanması bakımından önem arz etmektedir. Son yıllarda, yüksek maliyet ve ekonomik kriz vb. nedenlerle başlıca hayvansal protein kaynaklarından birisi olan kırmızı etin üretimi, giderek azalmaktadır. Bu sebeple, kırmızı et hayvansal kaynaklı protein ihtiyacının karşılanmasında yetersiz kalmaktadır. Kolaylıkla temin edilebilmesi ve kırmızı ete oranla daha ucuz olması vb. avantajları göz önünde bulundurulduğunda yumurta, hayvansal kaynaklı protein ihtiyacının karşılanması açısından önemli bir rol oynamaktadır (Aydın, 2019).

Türkiye'de sürekli büyüyen tavukçuluk sektörü, oluşturduğu ihracat hacmi ve istihdamla ekonomiye önemli derecede katkı sağlayan bir sektör hâline gelmiştir (Çiçekgil ve Yazıcı, 2016). Tablo 1'de 2012-2022 yılları arasında yumurta tavuğu sayısı ve yumurta üretimine ilişkin istatistiklere yer verilmiştir. Tablo 1'de yer alan verilere göre, 2012 yılında 84.677.290 adet olan yumurta tavuğu sayısı %43 oranında artarak 2021 yılında 121 milyona ulaşmıştır. 2012 yılında 14.9 milyar adet olan yumurta üretimi ise, 2022 yılında 18 milyar adete ulaşarak %21 oranında artmıştır. Bu veriler, 2012-2022 yılları arasında yumurta tavukçuluğunun hızlı bir şekilde geliştiğini göstermektedir (TÜİK, 2023).

Tablo 1. Türkiye'de Yumurta Tavuğu Sayısı ve Yumurta Üretimi (TÜİK, 2023)

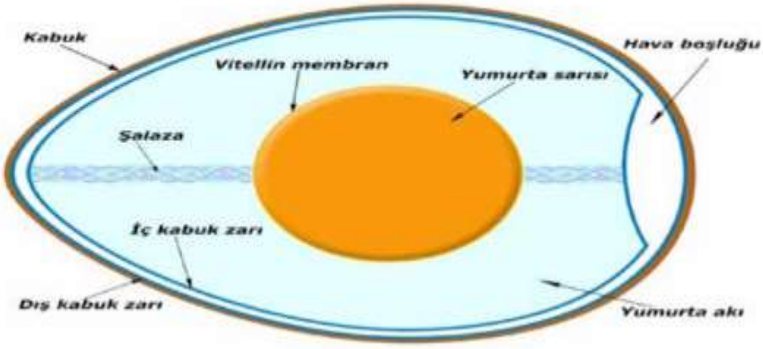
Yıl	Yumurta Tavuğu	Yumurta Üretimi
2012	84.677.290	14.910.773
2013	88.720.709	16.496.751
2014	93.751.470	17.145.388
2015	98.597.340	16.727.509
2016	108.689.340	18.097.605
2017	121.556.027	19.281.196
2018	124.054.810	19.643.711
2019	120.725.299	19.898.126
2020	121.302.869	19.788.064
2021	121.000.775	19.297.590
2022	-	18.062.610

Kabuk kalitesi, yumurta üretiminde ekonomik açıdan kritik bir öneme sahiptir. Yumurta tavukçuluğunda, üretilen yumurtaların yaklaşık %8-10'unda kabuk problemleri meydana gelmektedir. Söz konusu kabuk problemleri, tavuk çiftliklerinde önemli derecede ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Üretilen yumurtaların kabuk kalitesinde olan bozukluk nedeniyle %2-5'i, toplama sırasında ise %3-8'i kırılmaktadır. Bu nedenle, yumurta kabuk kalitesi ve yumurta kabuk kalitesini etkileyen faktörler, yumurta üretiminde verimliliği ve kârlılığı arttırmak açısından önem arz etmektedir (Onbaşılar ve Tabib, 2019). Kullanılamayan bu yumurtalar, ticari açıdan önemli ekonomik kayıplara sebep olmakla birlikte insan beslenmesinde önemli protein kaynağının azalmasına da sebep olmaktadır. Üstelik, kırık veya çatlak kabuklu yumurtaların saklanması zorlaştığından hijyen ve gıda güvenliği bakımından tüketici açısından risk teşkil etmektedir. Yumurta kabuk kalitesinin artırılması ile yukarda sıralanan kayıpların önüne

geçilmesini hedefleyen çalışmalar yıllardan beridir araştırıcıların ilgilendiği çalışma konusu olmuştur (Erol ve Cufadar 2012).

2. YUMURTA KABUĞUNUN YAPISI

Yumurta yapısal olarak üç temel kısım olan yumurta sarısı, yumurta akı ve yumurta kabuğu ile zarlar ve hava boşluğundan meydana gelmektedir. (Şekil 1). Ortalama ağırlıktaki bir yumurtanın %10.5'ini kabuk, %58.5'ini yumurta akı, %31'ini ise yumurta sarısı oluşturmaktadır (Aksoy ve ark., 2000). Yumurtada bulunan bu bileşenlerden; yumurta kabuğu mineral, yumurta akı protein, yumurta sarısı ise yağ açısından önem taşımaktadır. Önemli bir mineral kaynağı olan ve yumurtanın %9-12'sini oluşturan yumurta kabuğu, yapısında bulunan porlar sayesinde yumurtayı fiziksel ve mikrobiyal etmenlere karşı korumaktadır. Ayrıca, yumurtanın su ve gaz değişimini kontrol altında tutmak da yumurta kabuğunun fonksiyonları arasında yer almaktadır (Yüccer ve ark., 2012).



Şekil 1. Yumurtanın İç Kesiti (Şamlı ve Okur, 2016).

Yumurta kabuğu içten dışa doğru kabuk altı zarı, mememsi tabaka, kristal çit tabaka, dikey kristal tabaka, pigment tabaka ve kutikula olmak üzere 7 tabakadan oluşmaktadır (Kutlu, 2017). Yumurta kabuğunun membran tabakası iç kısımda iki membran, dış kısımda ise sert bir tabakadan meydana gelmiş olup, kabuğa sıkı bir şekilde bağlı proteinler ve glikoproteinlerden meydana gelmektedir. Bu yapı, kolojen ve kitin gibi ürünlerin sentezinde görev almaktadır. Aynı zamanda, lizozim ve beta N-asetil glukozaminidaz gibi bakterilerin termal dirençlerini değiştiren bakteriyolitik enzimleri ve mineral maddeleri içermektedir. Bu mineral maddelerden kalsiyum minerali başta olmak üzere, kanatlı hayvanların beslenme ve yetiştirilme biçimine bağlı olarak magnezyum, fosfor, çinko, demir ve selenyum gibi maddelerden her biri farklı oranlarda yer almaktadır (Adal, 2018).

Yumurta yolu istmusta, kabuk zarının üstünde olacak şekilde mememsi yapılar oluşmaktadır. Bu yapılarca oluşturulan organik matriks tüm zar üzerinde kafes şeklinde yer almaktadır. Ara boşluklarda kalsiyum kristalleri birikmektedir. Kristal çit tabaka kalsifikasyon sırasında kalsiyum kristallerinin çit örgü şeklinde yapılanmasından oluşup, kabuğa dayanıklılık sağlamaktadır. Dikey kristal tabaka yumurta kabuğunun en dış yüzeyindeki dikey konumdaki mineral tabakasıdır. Pigment tabaka, kalsifikasyon sonunda kabuk içine pigment depolanarak oluşan renkli dış tabakadır. Kutikula yumurtanın en dışında olup protein tabiatındadır ve yumurta uterustan ayrılmadan hemen önce yumutayı kaplayarak kayganlık, parlaklık pürüzsüzlük verir ayrıca mikroorganizma girişini engellemektedir (Kutlu, 2017).

Ali ve Badawy (2017), farklı kaynaklardan elde edilen yumurta kabuklarının kimyasal bileşimini ve mineral madde içeriklerini belirlemek üzere; beyaz yumurtacı tavuk, kahverengi yumurtacı tavuk, bıldırcın ve ördek yumurtasının kabuklarını analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonunda, farklı hayvan türlerinden elde edilen yumurta kabuklarının mineral madde içeriğinin kaynağına bağlı olarak değiştiğini ve tüm yumurta kabuklarında kalsiyumun en yüksek düzeyde bulunan mineral madde olduğunu saptamışlardır (Tablo 2).

Tablo 2. Farklı Türde Yumurta Kabuklarının Mineral Madde İçerikleri (mg/g)

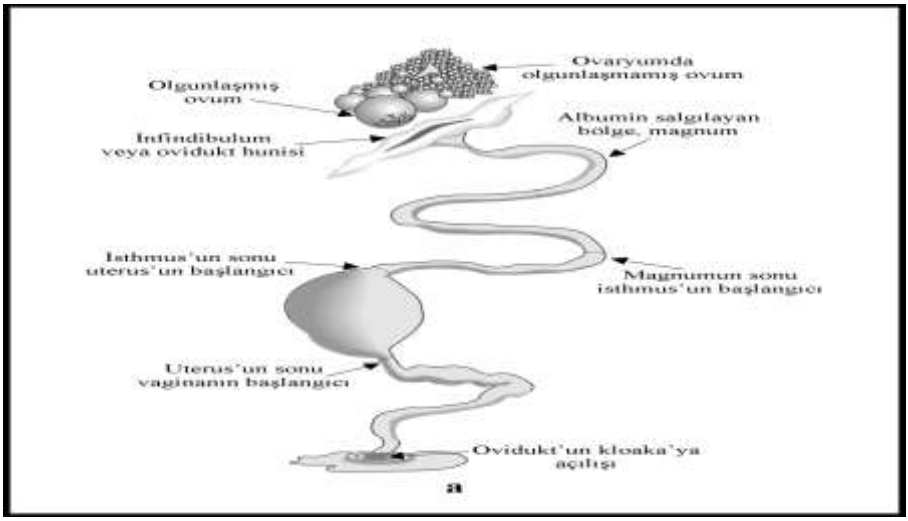
Mineral	Beyaz Yumurtacı Tavuk Yumurtası	Kahverengi YumurtacıTavuk Yumurtası	Ördek Yumurtası	Bıldırcın Yumurtası
Ca	113	108	171	116
K	0,456	0,366	0,261	0,639
Mn	0,0112	0,0030	0,0028	0,0032
Mg	3,800	5,000	1,885	11,160
Na	1,694	1,894	2,092	2,076

Bir başka çalışmada; yumurta kabuğunun %36,4 kalsiyum, %0,002 demir, %0,097 potasyum, %0,398 magnezyum ve %0,116 fosfor içerdiği saptanmıştır (Walton ve ark., 1973). Sonuç olarak, kaynağına bağlı olarak mineral madde içeriği değişse de yumurta kabuğu en fazla kalsiyum; en az ise manganez, potasyum, sodyum ve magnezyum minerallerini içermektedir.

3. YUMURTA KABUĞUNUN OLUŞUMU

Tavuk organizmasında yumurta üretim kanalının bir bölümü olan isthmus, yumurta kabuk oluşumunun ilk başladığı yerdir (Şekil 2).

Döllenmeyle birlikte infundibulumda ovumun oluşması ve magnumda albüminin salgılanmasını takiben isthmusa giren yumurta, burada yaklaşık 2-3 saat kalmaktadır. 2-3 saatlik süre içerisinde, isthmusta bulunan granüler hücreler tarafından kabuk zarlarının çeşitli bileşenleri oluşturulmaktadır. Kabuk oluşumunun yalnızca bir kısmı isthmusta gerçekleşmekte, aktif kalsifikasyonun ve kabuk oluşumunun büyük çoğunluğu uterustaki yumurta kabuk bezlerinde meydana gelmektedir. Uterusa gelen yumurta, kabuk bezlerinde yaklaşık 20 saat kalmaktadır. Kabuk bezlerinde salgılanan salgılar, yumurta kabuğunda yaklaşık 5-6 g kalsiyum karbonatın biriktirilmesini sağlamaktadır. Uterusta gerçekleşen kalsifikasyon işleminden sonra yumurta kabuğu "kütikül" olarak isimlendirilen bir tabaka ile kaplandıktan yaklaşık yarım saat sonra yumurtlama işlemi gerçekleşmektedir (Lavelin ve ark., 2000; Erol ve Cufadar, 2012).

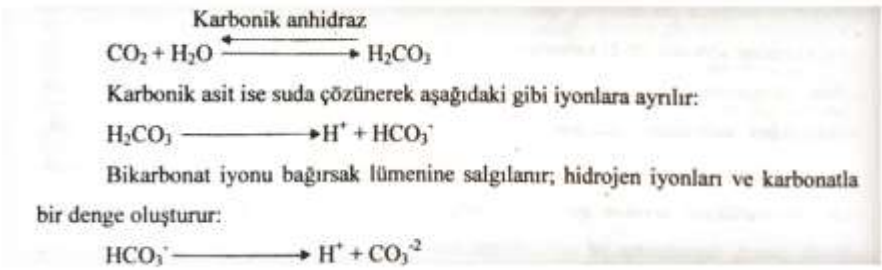


Şekil 2. Yumurtlayan tavuğun üreme sistemi (Aksoy ve ark.,2000)

Uterusta yer alan kabuk bezlerinde yeterli miktarda kalsiyum depolanmadığından kalsifikasyon işleminin gerçekleştiği sırada ihtiyaç duyulan kalsiyumun tamamı kandan karşılanmaktadır. Kandaki kalsiyumun düzeyi ise, rasyonun ve kemiklerdeki kalsiyumun düzeyi ile doğrudan ilişkilidir. Yumurta üreticiliğinde kabuk kalitesi yüksek yumurtaların sağlanması için yumurtacı tavukların rasyonlarında bulunması gereken optimum kalsiyum düzeyi, %3.6'dır. Rasyonda %3.6 düzeyinde kalsiyum bulunduğu taktirde kabuk oluşumu sırasında ihtiyaç duyulan kalsiyumun %80'i rasyondan, %20'si kemiklerden karşılanmaktadır. Kalsiyum düzeyi %1.9'a düştüğünde ise, kalsiyum ihtiyacının %30-40'ı kemiklerden karşılanmaktadır. Bu durum kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı, kabuk oranı gibi yumurta kabuk kalitesine ilişkin parametrelerde ve yumurta veriminde düşüşe sebebiyet vermektedir. Bu bağlamda, yumurta tavukçuluğunda optimum düzeyde kabuk kalitesini elde edebilmek için yeterli düzeyde kalsiyum karbonatın kabuk bezlerine ulaşmasını sağlamak önem arz etmektedir (Aksoy ve ark., 2000; Erol ve Cufadar, 2012).

Kandan alınan kalsiyum iyonları kabuk bezlerinden salgılanan bikarbonat iyonları ile reaksiyona girmekte, bu reaksiyon sonucunda meydana gelen kalsiyum karbonat depolanmak üzere yumurta kabuğuna gönderilmektedir (Özkan ve Açıkgöz, 2007). %98'i inorganik maddelerden oluşan yumurta kabuğunun yaklaşık %94'ü kalsiyum karbonattan oluşmaktadır. Kalsiyum karbonatın ise %40'ını kalsiyum, %60'ını karbonat oluşturmaktadır (Kutlu, 2017). Bu karbonatın ise neredeyse tamamı gaz (CO_2), karbonik asit (H_2CO_3) ve

bikarbonat (HCO_3) şeklinde olup gerçek karbonatın (CO_3) yoğunluğu önemsenmeyecek kadar azdır. Yumurta kabuğunda depolanan karbonat, kabuk bezlerinde salgılanan bikarbonat tarafından sağlanmaktadır. Kabuk bezlerinde salgılanan bikarbonatın üretiminde, çinko ihtiva eden karbonik anhidraz enzimi önemli bir rol oynamaktadır. Kandan alınan karbondioksit (CO_2) ile su (H_2O), karbonik anhidraz enziminin katalizörlüğünde reaksiyona girerek karbonik asite (H_2CO_3) dönüşmekte, karbonik anhidraz enzimi sayesinde üretilen karbonik asit ise çeşitli kimyasal reaksiyonlara uğrayarak yumurta kabuğunun önemli bir bileşeni olan karbonata dönüştürülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Kabuk Bezlerinde Karbonik Asitin Karbonata Dönüşümü (Aksoy ve ark., 2000)

Karbonik asidin bikarbonata dönüşümü sırasında serbest kalan hidrojen iyonları, kabuk bezlerinde bikarbonat ile nötralize edilmektedir ya da kana aktarılmaktadır. Kana aktarılan ve asit niteliğinde olan hidrojen iyonları ise kandaki bikarbonat iyonlarıyla tamponlanmakta, bu sayede kanın bikarbonat düzeyi dengelenmektedir. Kalsifikasyon sırasında yüksek çevre sıcaklığı kanda kalsiyum çözülmesini azaltmakta bu durum karbondioksit kaybını yükseltmektedir. Böylece karbonik

anhidraz enziminin aktivitesi etkilenerek kabuk oluşumu olumsuz yönde değişmektedir. Yemlerdeki pestitid kalıntıları da karbonik anhidraz enziminin aktivitesini engellemektedir (Aksoy ve ark., 2000; Özkan ve Açıkgöz, 2007).

Yumurta kabuk oluşumunda, kalsiyum ve karbonatla birlikte fosfor, çinko, bakır, manganez elementlerinin ve vitamin D'nin de önemli rolleri bulunmaktadır. Özellikle mikro minerallerden çinko, bakır ve manganez yumurtada kabuk kalitesini arttırmada etkili minerallerdendir. Ayrıca, yumurta kabuğunun sentezinde etkili olan kalsiyumun barsaklarda emiliminden sorumlu olan vitamin D'nin kabuk oluşumuna ve kabuk kalitesine etkisi, göz ardı edilemeyecek düzeydedir (Kutlu, 2017).

4. YUMURTA KABUK KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Yumurta kalitesini belirlemek üzere kullanılan parametreler, dış kalite parametreleri ve iç kalite parametreleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Ak indeksi, ak yüksekliği, sarı indeksi, sarı rengi vb. özellikler iç kalite parametrelerini; kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı, kabuk kırılma direnci, şekil indeksi ve yumurta ağırlığı gibi özellikler dış kalite parametrelerini oluşturmaktadır. Yumurtanın en önemli dış kalite parametrelerinden birisi olan kabuk kalitesi ise, birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Özkan ve Açıkgöz, 2007).

Yumurta kabuk kalitesi; genotip (Poyraz, 1989; Aslan ve ark., 2022; Akkuş ve Yıldırım, 2018; Gökmen ve ark., 2021), yaş (Akkuş ve

Yıldırım, 2018), yumurtlama zamanı (Onbaşılar ve Avcılar, 2011), rasyon (Aslan ve ark., 2022; Gökmen ve ark., 2021), su kalitesi (Balnave ve Yoselewitz, 1987; Konca ve Yazgan, 2002;), yetiştirme sistemi (Akkuş ve Yıldırım, 2018; Artan ve Durmuş, 2015; Polat, 2020), sıcaklık-nem ve hastalıklar gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir.

Genotip, kabuk kalitesini belirleyen önemli unsurlardan birisidir (Onbaşılar ve Tabib, 2019). Sekiz farklı genotipten yumurtacı tavuklara ait yumurtalarda; yumurta kabuk kriterlerinin (kabuk ağırlığı, sertliği ve kalınlığı, kabuk kırılma direnci, şekil indeksi) incelendiği bir çalışmada (Poyraz, 1989), incelenen tüm parametreler için genotipin yumurta kabuk kalitesine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Yumurta kabuk kalitesi genç yaştaki tavuklardan elde edilen yumurtalarda yüksek olurken yaşlı hayvanlardan elde edilenlerde düşmektedir. Bunun sebebi yumurta ağırlığının yumurta kabuk ağırlığına oranla daha hızlı artmasına karşın aynı miktarda kalsiyumun kullanılması olmaktadır (Onbaşılar ve Tabib, 2019). Ayrıca yaşla birlikte kalsiyum emilim oranı da düşmektedir. Yaşın ve kafes katının yumurta kabuk kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada (Akkuş ve Yıldırım, 2018), iki farklı genotipten ticari yumurtacı tavuk (beyaz ve kahverengi) kullanılmıştır. Araştırma kapsamında, ticari yumurtacı tavuklardan elde edilen yumurtaların kabuk kalınlığı, kabuk kırılma direnci, kabuk yüzey alanı ve şekil indeksi incelenmiştir. Çalışmanın sonunda; genotip, yaş ve kafes

katının yumurta kabuk kalitesi üzerine etkilerinin önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0,01).

Yaş ve yumurtlama zamanının yumurta kabuk kalitesine etkilerini araştıran Onbaşılar ve Avcılar (2011), araştırmalarında 36 ve 46 haftalık yaşlarda kahverengi yumurtacı tavuk kullanmışlardır. Kabuk kalınlığını, kabuk oranını ve kabuk kırılma direncini incelemek üzere, 3 gün süre ile peş peşe yumurtlanan yumurtalar, sabah (09.00) ve öğleden sonra (15.00) olmak üzere günde iki kez toplamıştır. Onbaşılar ve Avcılar (2011)'ın araştırma sonuçlarına göre, sabah toplanan yumurtaların kabuk kalitesinin, öğleden sonra toplanan yumurtaların kabuk kalitesine göre daha yüksek olduğu ayrıca gün içerisinde yumurtlama zamanının daha geç olmasının da kabuk kalitesini artırdığı saptanmıştır. Çalışmalarının sonunda elde ettikleri sonuç ve bulgulara dayanarak yumurta toplama ve yumurtlama zamanı ile yaşın yumurta kabuk kalitesini önemli derecede etkilediğini belirtmişlerdir.

Farklı küspelere (mısır-soya küspesi/buğday-ayçiçeği küspesi) dayalı rasyonların, farklı genotipteki (ATAK-S ve Tinted) yumurtacı tavuklarda, yumurta kabuk kalitesine etkilerini araştıran Gökmen ve ark. (2021), araştırmalarının sonunda, yumurta kabuk kalitesinin Tinted yumurta tavuğu genotipinden elde edilen yumurtalarda daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, rasyonlarında mısır-soya küspesi kullanılan gruplardan elde edilen yumurtalarda kabuk kalitesinin, buğday-ayçiçeği küspesi kullanılan gruplara göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Genotip, yaş, yumurtlama zamanı ve rasyonun yanı sıra su kalitesi de yumurta kabuk kalitesini etkileyen faktörlerden birisidir. Yüksek düzeyde elektrolit içeren su, yumurta kabuk kalitesini olumsuz etkilemektedir (Balnave ve Yoselewitz, 1987). Suyun elektrolit seviyesine ilave olarak su sıcaklığı da özellikle sıcaklık stresi altındaki kanatlı hayvanlar açısından önem arz etmektedir (Onbaşılar ve Tabib, 2019).

Yapılan çalışmalarda köy tavukçuluğu, serbest ve kafeste yetiştirme sistemlerinin yumurta kabuk kalitesini etkilediği tespit edilmiştir. Farklı yetiştirme sistemlerinin yumurta kabuk kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülen bir çalışmada (Artan ve Durmuş, 2015), üç farklı yetiştirme sisteminden (serbest, kafeste, köyde) 120 adet olmak üzere, toplam 360 adet yumurtanın kabuk kalitesi incelenmiştir. Araştırmanın sonunda, farklı yetiştirme sistemlerinin yumurta kabuk kalitesini önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0.01$). Köy şartlarında üretilen yumurtaların şekil indeksinin, kabuk kırılma mukavetinin ve kabuk kalınlığının; kafes sistemi ve serbest tavukçuluk sisteminde yetişen tavukların yumurtalarından daha düşük olduğu saptanmıştır. Başka bir çalışmada ise Polat (2020), yumurta kabuk kalitesi üzerine serbest tavukçuluk sistemi ve köy tavukçuluğu yetiştirme sistemlerinin etkilerini araştırmış, serbest sistemden elde edilen yumurtaların şekil indeksinin, kabuk kırılma mukavetinin ve kabuk kalınlığının köy şartlarında üretilen yumurtalardan daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Çevre sıcaklığı yumurta kabuk kalitesini önemli derecede etkileyen diğer bir faktördür. Tavuklar, çevre sıcaklığı 27 °C'yi aştığı zaman (kritik üst sıcaklık), sıcaklık stresine maruz kalırlar ve yem tüketimlerini azaltarak yemle alınan mineralleri yetersiz alırlar. Sıcaklık stresi yaşayan yumurtacı tavuklarda, vücutta potasyum tutulumunda azalma, sodyum, kükürt, selenyum ve bakır gibi minerallerde de kayıplar oluşmaktadır. (Arslan ve Duru 2004). Yaz aylarında artan çevre sıcaklıkları, yumurta kabuk kalitesini olumsuz etkilemektedir (Konca ve Yazgan, 2002). Yaz aylarında sıcaklık stresine giren kanatlı hayvanlar, ısı atabilmek için daha sık solumaya çalışmaktadır. Bu durumda, sıcaklık stresine maruz kalan kanatlı hayvanların kanında pH yükselmekte ve kandaki karbondioksit seviyesi düşmektedir. Yükselen pH değeri ve düşen karbondioksit seviyesi ise, solunum alkolozusuna sebebiyet vermektedir. Böylece kandaki asit-baz oranında değişim meydana getirmektedir. Bu durumda kalsiyum karbonat formundaki kalsiyum iyonlarının miktarı azalarak, kabuk kalınlığında incelme meydana getirmektedir (Webster, 2002). Sıcaklık stresine maruz kalan hayvanlarda yumurta kanalı olumsuz etkilendiğinden normal olmayan yumurta elde edilmektedir. Yumurta oluşum süresi etkilenmekte ve kabuk bezinde (uterus) yumurtanın kalış süresi uzamaktadır (Arslan ve Duru 2004). Sıcaklık stresine maruz kalan kanatlı hayvanlara sağlanan soğuk suyun, yumurta kabuk kalitesini iyileştirirdiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Onbaşılar ve Tabib, 2019).

Genellikle yumurta kalitesini azaltan faktörler birden fazla olduğundan, yumurta kalitesindeki düşüşün nedenini veya nedenlerini tespit etmek zordur. Yönetim, besleme ve hastalık gibi birçok faktör kombine biçimde hayvan sağlığına etki ederek yumurta iç ve dış kalitesini düşürmeye neden olabilmektedir. Kanatlı hayvanlarda görülen herhangi bir hastalık, üreme sistemini etkileyerek doğrudan veya dolaylı olarak yumurta kabuk kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Yumurtalık ve yumurta kanalının enfekte olmasına sebep olan enfeksiyöz bronşit ve asendan enfeksiyon gibi bazı hastalıklar, yumurta kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır (Roberts ve ark., 2011).

5. MİNERAL MADDELERİN YUMURTA KABUK KALİTESİNE ETKİSİ

Önemli bir yumurta dış kalite parametresi olarak değerlendirilen yumurta kabuğu, yumurtanın dış etkenlere karşı korunmasını sağlamaktadır. Yumurta kabuk kalitesi, rasyonun bileşiminden ileri derecede etkilenmekte, bu kapsamda özellikle mineral maddeler önem arz etmektedir (Atik ve Ceylan, 2009). Yaşam, verim ve kaliteli üretim için kanatlı hayvanların rasyonlarında bulunması gereken minerallerin yemlerle alınmaması durumunda büyüme gerilemekte, verimde ve ürün kalitesinde düşüş gözlemlenmektedir (Kaplan ve Avcı, 2012).

Hayvansal organizmayı oluşturan su, protein, karbonhidrat, lipit ve vitaminlerin bileşimini oluşturan C, H, O ve N hariç, organizmada serbest hâlde veya organik-inorganik bileşikler şeklinde bulunan mineraller, organizmanın yakılması sonucu geriye kalan külü oluşturmaktadır. Hayvansal organizmada, külü oluşturan bu

minerallerin hiçbiri sentezlenememekte; et, yumurta, tüy gibi hayvansal ürünlerde ihtiva edilen minerallerin tamamı rasyondan karşılanmaktadır (Özkan ve Açıkgöz, 2007).

Hayvan sağlığının optimum düzeyde olması ve hayvanlardan elde edilen verimin en yüksek düzeyde tutulması için hayvanlara yedirilen rasyonun yapısal ve fonsiyonel anlamda önemli görevler üstlenen mineralleri içermesi önem arz etmektedir. Bu kapsamda, mineral maddelerin en önemli fonksiyonlarına aşağıda maddeler hâlinde verilmiştir.

- En önemli makro minerallerden olan Ca ve P elementleri, dişlerin ve kemiklerin ana unsurlarını oluşturarak kemiklere sertlik ve sağlamlık kazandırmaktadır. Ayrıca, keminlerin bileşiminde bulunun Mg, F ve Si; organizmada mekanik stabilitenin sağlanmasında rol oynamaktadır.
- Na, K ve Cl elementleri Ca, Mg ve P elementleri ile reaksiyona girerek yumuşak dokularda ve vücut sıvılarında elektrolit dengeyi sağlamaktadır. Özellikle kanda bulunan elektrolitler, ozmotik basıncın ve asit-baz dengesinin sağlanmasında önemli görevler üstlenmektedir. Bununla birlikte kandaki elektrolitler memran geçirgenliğinin ayarlanmasında, kas ve sinirlerin uyarılmasında doğrudan etkilidirler. Salya, mide, barsak ve rumende bulunan tuzlar ise enzimler ve mikroorganizmaların yaşaması için optimum koşulları oluştrurarak besinlerin sindirimine katkıda bulunmaktadır.

- Esansiyel mikro mineraller, bazı enzimlerin ve bileşiklerin yapısında bulunurlar. Örneklendirmek gerekirse demir elementi hemoglobinin, kobalt B12 vitaminin, iyot tiroksin hormonunun yapısında yer almaktadır.
- Esansiyel mikro minerallerin, enzimlerin ve bazı önemli bileşiklerin yapısında yer almalarının yanı sıra enzimlerin aktivitörü olarak da önemli görevleri bulunmaktadır (Aksoy ve ark., 2000).

Hayvansal doku değişik miktar ve konsantrasyonlarda olmak üzere 45 kadar mineral element ihtiva etmektedir. Bu mineral maddeler, makro (70 mg/kg canlı ağırlığın üzerinde) ve mikro mineraller (70 mg/kg canlı ağırlığın altında) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Makro mineraller, mikro minerallere kıyasla daha fazla gereksinim duyulan minerallerdir (Aksoy ve ark., 2000; Bolat ve Kara, 2017). Makro mineraller; kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum, sodyum, klor ve kükürttür. Mikro mineraller ise demir, selenyum, iyot, çinko, bakır, kobalt ve manganezdir (Hira, 2012). Tablo 3'te, yumurta kabuk kalitesine önemli derecede etki eden makro ve mikro minerallerin, yumurtacı tavuk rasyonlarında bulunması gereken miktarına ilişkin verilere yer verilmiştir (Atik ve Ceylan, 2009).

Tablo 3. Yumurtacı Tavuk Rasyonlarında Bulunması Gereken Makro ve Mikro Mineral Düzeyleri (%90 KM)

Mineral	Birim	Damızlık	Ticari	Ticari
Kalsiyum	%	3,25	3,25	3,6
Klor	%	0,130	0,130	0,145
Magnezyum	mg/kg	50	50	55
Fosfor	%	0,25	0,25	0,275
Potasyum	%	0,150	0,150	0,165
Sodyum	%	0,150	0,150	0,165
İyot	mg/kg	0,01	0,004	0,004
Demir	mg/kg	6	4,5	5
Manganez	mg/kg	2	2	2,2
Selenyum	mg/kg	0,006	0,006	0,006
Çinko	mg/kg	4,5	3,5	3,9

Tablo 3 incelendiğinde yumurtacı tavuk rasyonlarında en çok gereksinim duyulan makro minerallerin kalsiyum, fosfor ve magnezyum; mikro minerallerin ise demir, çinko ve manganez olduğu açıkça görülmektedir.

5.1. Makro Minerallerin Yumurta Kabuk Kalitesine Etkisi

Hayvansal organizmada ve hayvansal ürünlerde (et,süt, yumurta vb.) diğer minerallere oranla daha fazla miktarda bulunan makro mineraller; kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum, klor ve kükürtten oluşmaktadır. Hayvanın türü, yaşı ve besleme durumuna göre bu minerallerin hayvansal organizmadaki ve hayvansal ürünlerdeki oranı değişim göstermektedir. Buna karşılık makro minerallerin kandaki oranı ise hastalık gibi özel durumlar dışında daha az değişkendir (Özkan ve Açıkgöz, 2007).

Rasyondaki mineral maddelerin miktarından ve oranından doğrudan etkilen yumurta kabuk kalitesi, özellikle kalsiyum ve fosfor elementleri ile yakından ilişkilidir. Kalsiyum, yumurta kabuğunun en önemli unsurudur. İskelet kalsiyumunun depolanmasında önemli bir rol oynayan fosfor ise, yumurta kabuk oluşumu için ihtiyaç duyulan kalsiyumun temin edilmesinde görev almaktadır. Rasyondaki kalsiyum seviyesinin optimum düzeyden daha yüksek veya daha düşük seviyede olması, yumurta kabuk kalitesinde düşüşlerin meydana gelmesine sebebiyet vermektedir. Yüksek kalsiyum seviyesi, fosforun yarayışlılığını olumsuz etkilemekte ve yem tüketimini düşürmektedir. Bu durum da yumurta kabuğu oluşumunda noksanlıklara neden olmaktadır (Onbaşılar ve Tabib, 2019).

Kalsiyum metabolizmasının regülasyonu; barsaklarda kalsiyumun emilimi, böbreklerde boşaltımı ve mineralizasyonundan meydana gelmektedir. Parathormon, kalsitonin ve 1.25 dihidroksikolekalsiferol; kalsiyum metabolizmasında etkin rol oynayan üç önemli unsurdur. Kan serumunda kalsiyum seviyesinin düştüğü durumlarda parathormon devreye girerek kemiklerdeki kalsiyumun ve hidrojenfosfatın serbest hâle geçmesini sağlamaktadır. Serbest kalan kalsiyum, kan serumunda kalsiyum düzeyinin artmasına katkıda bulunmaktadır. Böbreklerde hidroksiliz enzimi aracılığıyla 25-hidroksi vitamin D'den dönüşen 1.25 dihidroksikolekalsiferol ise, bağırsak epitel hücrelerine aktarılarak kalsiyumu bağlayan özel bir protein sentezini başlatmaktadır. Bu durum, böbreklerde emilen kalsiyumun miktarını arttırmaktadır. Kan serumunda kalsiyuım seviyesinin yükselmesi durumunda ise kalsitonin

hormonu salgılanarak kemiklerde bulunan serbest hâldeki kalsiyumun seviyesinin azalmasını sağlamakta, idrar ile atılan kalsiyumun miktarını arttırmaktadır. Kalsiyum gibi fosfor ve magnezyum elementlerinin önemli bir miktarı da yumurta kabuğunun bileşenleri oluşturduğundan bu elementlerin vücuttan atılımı idrarın yanı sıra yumurta oluşumuyla da gerçekleştirilmektedir (Atik ve Ceylan, 2009; Özkan ve Açıkgöz, 2007).

Yumurta verimine bağlı olarak yumurtlayan tavukların kalsiyum ihtiyacı, yumurtlamayan tavuklara göre 20-30 kat daha yüksektir. Ortalama büyüklükte bir yumurta yaklaşık 2 gram kalsiyum ihtiva etmektedir. ortalama ağırlıktaki bir tavuğun iskeleti ise yaklaşık 20 gram kalsiyum taşımaktadır. Bu durumda, ortalama büyüklükteki bir yumurtanın iskelet kalsiyumunun %10'ununu ihtiva ettiğini ifade etmek mümkündür. Yumurtlayan tavuklarda kalsiyum eksikliği yumuşak kabuklu yumurta oluşumuna neden olmakla birlikte yumurta veriminin ve kemik mineralizasyonun düşmesine de sebebiyet vermektedir (Erener ve Altop, 2002; Baycan, 2008).

Diğer elementlerle karşılaştırıldığında, kalsiyum elementinin kullanılılabilirliği çok daha yüksektir. Ancak bitkilerde yer alan fosforun kullanılabilirliği yaklaşık %30 oranında daha düşüktür. Bu durum, bitkilerde bulunan fosforun üçte ikisinin fitin formunda olup kanatlılar tarafından kullanılamaz durumda olmasından kaynaklanmaktadır. Bu sebeple kanatlı hayvanlar, bitkilerde bulunan fosforun yalnızca üçte birinden faydalanabilmektedir (Erener ve Altop, 2002). Yumurtacı tavukların fosfor ihtiyacını; yemin besin madde

içeriği ve kalsiyum düzeyi, tüketilen yem miktarı, iklimsel ve çevresel koşullar, genotip, yaş ve verim gibi birçok faktör belirlemektedir (Atik ve Ceylan, 2009). Fosfor, yumurta kabuğunda çok az miktarda bulunan bir element olmasına rağmen kalsiyum metabolizması ile doğrudan ilgili olduğundan yumurta kabuğunun meydana gelmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Yumurtlayan tavuklarda plazmadaki fosfor düzeyi, yumurtlamadan yaklaşık 3-4 saat önce önemli derecede artmakta, yumurtlamadan yaklaşık 5-6 saat sonra ise düşmektedir (Baycan, 2008). Yumurtacı tavukların rasyonundaki düşük fosfor düzeyi, yumurta kabuk kalitesini düşürmekte, yumuşak kabuklu yumurtaların oluşumuna sebep olmaktadır. Rasyonda yüksek seviyede yer alan fosfor ise, kandaki fosfor seviyesini yükseltmektedir. Kanda yükselen fosfor seviyesi, kalsiyumun kullanılabilirliğini azaltarak yumurta kabuk kalitesini düşürmektedir (Onbaşılar ve Tabib, 2019). Buınunla birlikte kanatlı hayvanlarda ihtiyaç duyulandan daha fazla alınan fosfor; dışkıyla fitin fosforu şeklinde atılmakta, dışkıdaki yüksek fosfor seviyesi ise toprak ve yer altı sularında kirliliğe yol açmaktadır (Küçükyılmaz, 2011).

Hayvansal organizmada kalsiyum ve fosfordan sonra en fazla bulunan makro mineral magnezyumdur. ATP'yi stabilize etmesinin yanı sıra protein ve yağların üretiminde de görev alan magnezyumun eksikliği, kalsiyum metabolizmasını olumsuz etkilemektedir. Magnezyum eksikliği aynı zamanda oksidatif strese yol açarak serbest radikallerin artmasına neden olmaktadır. Serbest radikallerin artmasıyla kanatlı hayvanlarda çeşitli hastalıklar meydana gelmekte, bu durum verimin ve

yumurta kalitesinin düşmesine sebebiyet vermektedir (Kaplan ve Avcı, 2012). Yumurta kabuğunun %94'ü, kalsiyum karbonattan oluşmaktadır. Geriye kalan %6'lık kısım ise organik maddelerin yanı sıra kalsiyum fosfat, magnezyum fosfat, magnezyum karbonat ve sudan meydana gelmektedir. Magnezyum metabolizması ile doğrudan etkileşim hâlinde olan kalsiyum ve fosforun yarayışlılığı, yemdeki magnezyum düzeyinden ve kalsiyum/fosfor oranından önemli ölçüde etkilenmektedir. Kalsiyum metabolizmasını doğrudan etkileyen magnezyum elementinin eksikliğinde, kalsiyumun kullanılabilirliği olumsuz etkilendiğinden yumurta kabuk kalitesinde düşüşler meydana gelmektedir. Başka bir ifadeyle, yemdeki kalsiyum, fosfor ve magnezyum elementlerinin miktarı ve oranları; yumurta kabuk kalitesi üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Özek, 2016).

Makro mineraller arasında yer alan sodyum, potasyum ve klor elementlerinden; sodyum ve potasyum ana katyonik, klor ise ana anyonik elektrolittir. Yemlerle birlikte organizmaya alınan her üç elementin emilimi de bağırsaklarda gerçekleşmekte, bu mineraller vücut sıvılarındaki iyon dengesinin korunmasını sağlamaktadır. Sodyum elementi, kan basıncını ve ozmotik basıncını dengelemek üzere ekstraselüler katyon olarak görev almaktadır. Potasyum elementi ise, hücre içi sıvıların basınç dengesini ve ozmotik basıncın dengesini sağlamak üzere intrasellüler katyon olarak rol oynamaktadır. Her iki katyon da hücresel iletişimi ve sinir uyarılarının üretimini etkilemektedir. Birincil ekstraselüler anyon olan klor ise, ozmotik basınç ile kan basıncının düzenlenmesinden ve sinir uyarılarının

üretilmesinden sorumludur. Aynı zamanda, mide bezlerine taşınan klor burada hidroklorik aside dönüştürülerek besin maddelerinin sindiriminin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Kemiklerde depolanan kalsiyum, fosfor ve magnezyum elementlerinin tersine sodyum, potasyum ve klor elementlerinin büyük bir kısmı elektrolit dengeyi sağlamak üzere yumuşak dokular ve vücut sıvılarında yer almaktadır. Yumurtlayan tavukların klor ihtiyacını belirlemek üzere yapılan araştırmalarda, %0.006 düzeyinde Cl ve %0.12-0.30 düzeyinde Na içeren rasyonlarla beslenenen tavuklarda yumurta veriminin ve kabuk kalitesinin arttığı görülmüştür (Konanç ve Öztürk, 2012). Rasyonda bulunan Na, K, Cl genellikle elektrolit dengesi olarak düşünülmekte ve yaklaşık 250 mEq/kg seviyesinde bir denge olması arzu edilmektedir (Atik ve Ceylan, 2009).

5.2. Mikro Minerallerin Yumurta Kabuk Kalitesine Etkisi

Hayvansal organizmada çok az düzeyde bulunan mikro mineraller; enzim aktivitesi, vitamin ve kollagen sentezi, hormon ve enerji üretimi, oksijenin taşınması, hücrelerde ozmotik basıncın dengelenmesi, büyüme ve üreme vb. pek çok önemli fonksiyonda doğrudan görev almaktadır. Söz konusu fonksiyonların yerine getirebilmesi için gerekli mikro mineraller sağlanmadığı taktirde bir takım sorunlar meydana gelmekte ve bu sorunlar üreticilerin hayvancılıktan elde ettikleri geliri de önemli derecede etkilemektedir (Hira ve Yörük, 2015).

Özellikle kümes hayvanları yetiştiriciliğinde mikro mineraller, yumurta kalitesinin arttırılmasını ve yumurta üreticiliğinden elde

edilen kârın en yüksek düzeyde tutulmasını sağlamak açısından önem arz etmektedir. Katalitik özellikleri sayesinde enzimlerin yapısına katılan mikro mineraller, yumurta zarı ve kabuğunun oluşumunda doğrudan görev almakta, kalsit kristallerinin oluşumunu şekillendirmektedir. Kaliteli yumurta üretimini sağlamak adına rasyonda yeterli düzeyde bulunması gereken manganez, bakır ve çinko elementleri; yumurta kabuk oluşumunda birçok süreçte görev almaktadır (Mabe ve ark., 2003; Hira ve Yörük, 2015).

Kanatlı hayvanlarda kabuk kalitesini doğrudan etkileyen manganez, bakır ve çinko gibi mikro mineraller, kalsit kristal ve yumurta kabuğunun kristalografik yapısının oluşumunda temel rol oynamaktadır. İleri derecede bakır eksikliği, yumurtacı tavuklarda kusurlu yumurta kabuğu oluşumuna neden olmaktadır. Benzer şekilde, manganez ve çinko eksikliği de kabuk kalitesini doğrudan etkilemekte, manganezce düşük rasyonlar, yumurta kabuğunda incelmeye sebebiyet vermektedir (Hira, 2012).

Kabuk oluşumunda önemli bir rol üstlenen manganez, glikosil transferazları aktive ederek proteoglikanların bileşenleri arasında yer alan mukopolisakkaritlerin oluşumunu sağlamaktadır. Kemiklere epifiz bölgesinden gelen proteoglikanlar, kemiklerin direncini ve sağlamlığını arttırmaktadır. Benzer şekilde yumurta kabuğu matriksinin yapısına ve dokusuna dâhil olan keratan ve dermatan proteoglikanlar, yumurta kabuğunun kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu kapsamda, manganezce eksik rasyonlarla

beslenen tavuklardan elde edilen yumurtalarda, kabuk kalınlığında incelme ve anormallikler görülebilmektedir.

Çinko, magnezyum ve mangan gibi bazı mikro elementlerin metabolizmasıyla doğrudan ilgili olan bakır elementi de yumurta kabuğu oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır. Yumurta kabuk kalitesini doğrudan etkileyen ve bakır ihtiva eden lizil oksidaz enzimi lizinin çapraz bağlı desmozine dönüştürülmesinde görev almaktadır. Bakır düzeyi düşük rasyonlarla beslenen tavuklarda, lizil oksidaz enziminin yeterince aktive olamamasından ötürü anormal yumurta kabuğu oluşumu meydana gelebilmektedir. Lizinden türetilen çapraz bağlardaki anormallikler, kabuk zarı liflerinin anormal dağılımına sebebiyet vererek yumurta şeklinde deformasyona yol açmaktadır (Mabe ve ark., 2003). Yumurta kabuğunun oluşumda görev alan bakır elementi, benzer şekilde demirin sindirimi ve emiliminde de rol oynamaktadır. Bakır yetersizliğinde, yemlerle vücuda alınan demir hemoglobine dönüşemediğinden karaciğerde depolanmaktadır. Demirin organizmada sindirim ve emiliminin düşüşüne bağlı olarak meydana gelen anemi, yumurta verimi ve kalitesini dolaylı olarak etkileyebilmektedir (Kaya ve ark., 2013).

Yumurta kabuğu oluşumunda önemli rol oynayan bir başka mikro element, çinkodur. Çinko, yumurta kabuğu oluşumu sırasında karbonat iyonlarının sentezini sağlayan karbonik anhidraz enziminin bileşiminde yer almaktadır. Karbonik anhidraz enziminin aktivitesinin düşmesi, bikarbonat salgısının azalmasına sebebiyet

vermekte, bu durum yumurta kabuk ağırlığını önemli ölçüde düşürmektedir (Mabe ve ark., 2003).

Kanatlı hayvanlarda bazı mikro minerallerin eksikliğinde görülen semptomlar, Tablo 4'te yer almaktadır. Tablo 4'te yer alan bilgilere dayanarak yumurta kabuk oluşumunda doğrudan görev alan mikro minerallerden özellikle manganez, bakır ve çinko elementlerinin yumurta kabuk kalitesini önemli derecede etkilediği ifade edilebilir. Selenyum, iyot ve demir elementlerinin eksikliğinin ise bağışıklığın zayıflaması, anemi gibi çeşitli semptomlara sebebiyet vererek yumurta verimi ve kalitesini dolaylı olarak etkileyebileceğini söylemek mümkündür.

Tablo 4. Kanatlı hayvanlarda bazı mikro minerallerin eksikliğinde görülen semptomlar (Erener ve Altop, 2022)

Mineral Madde	Semptom
Manganez	Yumurta verimi ve kabuk
Bakır	Anormal kabuk oluşu, anormal
Çinko	Yumurta veriminde ve yumurta
Selenyum	Tüylerde kabarma, eksüdatif
İyot	Büyüme ile yumurta veriminde düşme, yağ birikiminde aşırı artış
Demir	Anemi

Protein metabolizması, oksijenin depolanması, enerji üretimi vb. birçok temel reaksiyonda rol oynayan demir elementi; kanatlı hayvanlar için önem taşımaktadır. Yumurta kalitesini arttırmak ve yumurta içeriğini zenginleştirmek üzere rasyona ilave edilen demir, yumurtanın demir oranını iyileştirmektedir. Ancak demirin yumurta

kabuk kalitesi üzerine etkileri üzerine yürütülen çalışmalar yetersiz olmakla birlikte, yürütülen bazı çalışmalar demirin yumurta kabuk kalitesini önemli derecede etkilemediğini göstermiştir (Xie ve ark., 2019; Zhang, 2020). Selenyum ve iyot elementlerinin yumurta kalite parametreleri üzerine etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada (Rizzi ve ark., 2009) ise, yumurtlayan tavukların rasyonlarına potasyum iyodür ve sodyum selenit ilave edilmiş, 6 hafta süren denemenin sonunda rasyonlarına potasyum iyodür ve sodyum selenit ilave edilen tavuklardan elde edilen yumurtalarda kabuk kalınlığının daha yüksek olduğu görülmüştür ($P < 0.01$).

5.3. Yumurta Kabuk Kalitesi Üzerine Makro ve Mikro Minerallerin Etkilerine Ait Çalışmalar

Yumurta verimini ve kalitesini arttırmak üzere kabuk sentezinde önemli rol oynayan makro ve mikro minerallerin yumurtacı tavukların rasyonlarına ilavesi, git gide yaygınlaşan bir metod hâline gelmiştir (Küçükyılmaz ve Erkek, 2012; Arslan Kaya ve Macit, 2018).

Cufadar ve ark. (2011), farklı düzeylerde kalsiyum (30, 36, 42 g.) ve farklı partikül büyüklüklerinde (2 mm'den küçük, 2-5 mm arasında, 5 mm'den büyük) kireç taşı içeren rasyonların yumurta kabuk kalitesine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, 76 haftalık yaşta 72 adet kahverengi yumurtacı tavuk (Brown Nick) kullanmışlardır. Deneme 3x3 faktöriyel deneme planına göre düzenlenmiş, her tekerrürde 8 hayvan olacak şekilde gruplandırılmıştır. Çalışmanın sonunda, farklı düzeylerde kalsiyum konsantrasyonunun ve farklı partikül boyutlarının kabuk kırılma mukavemeti ve kabuk kalınlığı üzerinde önemli bir etkisi

olmadığı belirtilmiştir. Kalsiyum konsantrasyonları ve partikül boyutları arasındaki etkileşimlerin ise, kabuk kırılma mukavemetini önemli derecede etkilediği saptanmıştır.

Bıldırcın rasyonlarına farklı düzeylerde kalsiyum ve fosfor ilavesinin yumurta kabuk kalitesine etkisini araştırmak üzere yapılan başka bir çalışmada (Ayaşan ve Okan, 1999), bıldırcın (6 haftalık yaşta) yemlerine %1.0, 2.0 ve 3.0 düzeylerinde kalsiyum ve her kalsiyum düzeyinde de %0.4 ve 0.8 fosfor ilave edilmiştir. Toplam 11 hafta süren denemenin sonunda, karma yeme ilave edilen kalsiyumun artışına paralel olarak yumurta ağırlığı ve şekil indeksi ile kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığının da artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Manganez, magnezyum, çinko ve kalsiyumun yumurta kabuk kalitesine etkisini belirlemek üzere yürütülen bir araştırmada (Holder ve Huntley, 1978), üç farklı deney yürütülmüştür. İlk deneyde, %2,5 ve %3,5 oranında kalsiyum içeren yumurtacı tavuk rasyonlarına manganez, magnezyum ve çinko eklenmiş, %3,5 oranında kalsiyum ilave edilen gruplardan elde edilen yumurtalarda kabuk kalınlığınının iyileştiği görülmüştür. Ayrıca, magnezyum veya çinko ilavesiyle karşılaştırıldığında manganez ilavesinin, kabuk kalınlığını iyileştirdiği belirtilmiştir. İkinci deneyde, %3.6 oranında kalsiyum içeren yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı (0, 200 veya 400 mg/kg) düzeylerde çinko ilave edilmiş, çinko ilavesinin yumurta kabuk kalitesi üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Üçüncü deneyde, %3.6 oranında kalsiyum içeren yumurtacı tavuk rasyonlarına %1 kalsiyum (istiridye kabuğu), 180 mg manganez/kg ve %1 kalsiyum (istiridye kabuğu)+180

mg manganez/kg eklenmiştir. Denemenin sonunda, kalsiyum ilavesinin kabuk kalınlığını önemli ölçüde iyileştirdiği saptanmıştır.

Atteh ve Leeson (1983), rasyonda artan kalsiyum (%3; 3,6; 4,2) ve magnezyum düzeyinin (%17, 37, 57, 77) yumurta kabuk kalitesine etkisini araştırmak üzere yürüttükleri çalışmalarında, 96 adet White Leghorn yumurtacı tavuğu 4x3 faktöriyel deneme planına göre düzenlemiş, her tekerrürde 8 hayvan olacak şekilde gruplandırmışlardır. Denemenin sonunda, rasyonda magnezyum veya kalsiyum düzeyinin arttırılmasının, yumurta kabuğu deformasyonunu etkilemediği ($P>0.05$), rasyona ilave edilen magnezyumun artışına paralel olarak yumurta kabuğunda kalsiyum içeriğinin önemli ölçüde ($P<0.01$) azaldığı, magnezyumun ise önemli ölçüde ($P<0.05$) arttığı saptanmıştır.

Bıldırcın rasyonlarına ilave edilen farklı magnezyum kaynaklarının (MgO, MgSO4 ve Mg) yumurta kabuk kalitesine etkilerini araştıran Kaplan ve Avcı (2012), araştırmalarında 12 haftalık yaşta 264 adet dişi bıldırcın kullanmışlardır. Araştırma 4x6 faktöriyel deneme planına göre düzenlenmiş her tekerrürde 11 hayvan olacak şekilde gruplandırılmıştır. Araştırmalarının sonunda, bıldırcın rasyonlarına magnezyum ilavesinin yumurta kabuk kalınlığını ve kabuk ağırlığını olumlu etkilediği bildirilmiştir.

Farklı düzeylerde kalsiyum içeren yumurta tavuğu rasyonlarına eggshell-49 (mangan ve çinko kaynağı) ilavesinin yumurta kalitesine etkisini araştıran Kocaoğlu ve İşcan (2004), araştırmalarında 62 haftalık yaşta 128 adet beyaz yumurtacı (Nick Chick) tavuk kullanmışlardır. Bir

kontrol (%3.5 Ca), üç deneme grubu (%4 Ca, %3.5 Ca+1g/kg eggshell-49, %4 Ca+1g/kg eggshell-49) olmak üzere 4 grup oluşturulmuş, her grupta ise 32 tavuk yer almıştır. Toplam on hafta süren araştırmanın sonunda, tüm gruplarda yumurta kabuk kalınlığının önemli oranda ($p<0.01$) arttığı, deforme yumurta sayısının ise azaldığı ($p<0.01$) saptanmıştır. Ayrıca, "yumurtlama periyodunun ilerleyen dönemlerinde rasyonun Ca düzeyinin %3.5'den %4'e çıkarılması gerektiği ifade edilmiştir.

Yumurta tavuklarının yemlerine ilave edilen çinkonun (organik ve inorganik) yumurta kabuk kalitesi üzerine etkisini araştıran Bülbül ve Küçükersan (2004), 200 adet yumurtacı tavuğu iki kontrol ve üç deneme grubu olmak üzere 5 gruba ayırmışlardır. Kontrol gruplarına hazırlanan rasyonları, negatif kontrol grubu (çinko içermeyen mineral karması) ve pozitif kontrol grubu (çinko içeren mineral karması) şeklinde düzenlemişlerdir. Rasyonları çinko içeren üç deneme grubunun yemlerine ise sırasıyla; 50 mg/kg ZnO, 10 mg/kg Zn-proteinat, 50 mg/kg ZnO + 10 mg/kg Zn-proteinat ilave etmişlerdir. Araştırmalarının sonunda, rasyonlarına 10 mg/kg Zn-proteinat ve 50 mg/kg ZnO + 10 mg/kg Zn-proteinat ilave edilen yumurtacı tavuklardan elde edilen yumurtalarda, kabuk kırılma direncinin daha yüksek olduğunu, rasyona çinko ilavesinin kabuk kalitesini iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Artan düzeyde farklı çinko kaynaklarının yumurtacı tavukların rasyonlarına ilavesinin yumurta kalitesine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada (Yıldırım, 2017), 24 haftalık yaşta 270 adet yumurta

tavuğu (H&N Super Nick) kullanılmıştır. Araştırma, 3x5 faktöriyel deneme planına göre yürütülmüş, gruplar her birinde 18 hayvan olacak şekilde oluşturulmuştur. Grupların rasyonlarına 3 farklı çinko kaynağı (inorganik çinko-oksit, organik çinko-proteinat, nano çinko-oksit) artan düzeylerde (20, 40, 60, 80 ve 100 mg/kg) ilave edilmiştir. Çalışmanın sonunda, rasyona çinko ilavesinin kabuk kırılma mukavetini ve yumurta kabuk oranını istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilemediği fakat yemlerine inorganik çinko-oksit ilave edilen gruplardan elde edilen yumurtalarda kabuk kalınlığının daha yüksek olduğu ($P<0.01$) saptanmıştır.

Xiao ve ark. (2014), yumurtacı tavukların yemlerine ilave edilen Mn (manganez)'in yumurta kabuk kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, 50 haftalık yaşta toplam 216 Hy-Line Grey yumurtacı tavuğu 3 gruba ayırmışlardır. 12 haftalık besleme denemesinin ilk 8 haftasında, tüm gruplar manganez hariç tüm besin gereksinimlerini karşılayan temel bir rasyonla beslenmiştir. Son 4 haftada, her grup 0,25 ve 100 mg Mn/kg içeren rasyonla beslenmiştir. Denemenin sonunda, rasyona manganez ilavesinin yumurta kabuk kırılma mukavemetini, kalınlığını ve kırılma tokluğunu önemli ölçüde iyileştirdiği ($P< 0.05$) bildirilmiştir.

Demir elementinin ve Bacillus subtilisin yumurta kalitesine etkisini araştıran Zhang ve ark. (2020), 3x2 faktörüyel deneme planına göre çalışmalarını yürütmüş, damızlık kazların rasyonlarına 40, 60 ve 80 mg/kg düzeyinde demir ilave etmişlerdir. Çalışmalarının sonunda,

damızlık kazların rasyonlarına ilave edilen demirin kabuk kalınlığını önemli derecede etkilemediğini saptamışlardır (P>0.05).

Yumurtacı tavukların (Lohman) yemlerine farklı düzeylerde (0, 50, 75 ve 150 mg/kg) ilave edilen borun yumurta kabuk kalitesine etkisini araştıran Arslan Kaya ve Macit (2018), 12 hafta süren denemenin sonunda elde edilen yumurtaların kabuk kalitesini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda, yumurtacı tavukların yemlerine ilave edilen borun, kabuk kırılma direncini (P<0.06) arttırdığını, kırık-çatlak yumurta oranını ise azalttığını (P<0.01) tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, rasyona ilave edilen borun yumurta kabuğundaki bor, fosfor ve kalsiyum miktarını artırdığını (P<0.05); demir miktarını düşürdüğünü (P<0.01); çinko, magnezyum, manganez, sodyum ve kükürt miktarını ise etkilemediğini (P>0.05) belirlemişlerdir.

6. SONUÇ

Yumurta kabuk sorunları nedeniyle kullanılamayan yumurtalar dikkate değer ölçüde ekonomik kayıplara yol açmakta ve değerli bir protein kaynağının kaybı anlamını taşımaktadır. Yumurta kabuğunun sağlamlığı ve bütünlüğü karlılık ve tüketim kalitesi açısından son derece önemlidir. Ayrıca çatlak yumurtalar hijyen açısından da sorun oluşturmaktadır.

Kârlı bir üretim yapmak ve kabuk kalitesini arttırarak yumurta kayıplarını en aza indirgemek, yumurta tavukçuluğu yapan işletmelerin asıl hedeflerindendir. Önemli bir yumurta dış kalite parametresi olarak

değerlendirilen yumurta kabuğu, mineral maddeler başta olmak üzere rasyonun bileşiminden ileri derecede etkilenmektedir.

Kalsiyum ve fosfor başta olmak üzere makro mineraller, yumurta kabuğunun mineralizasyonunda aktif rol oynayan elementlerdir. Kalsiyum, yumurta kabuğunun en önemli mineral madde içeriğini oluşturmakta, rasyonda bulunma seviyesinin optimum düzeyde olmaması yumurta kabuk kalitesinde düşüşlerin meydana gelmesine sebebiyet vermektedir. Makro minerallerden fosfor ve magnezyum kalsiyum metabolizması ile doğrudan ilgili olduklarından, Na K, Cl ise elektrolit dengesi oluşturduklarından yumurta kabuğunun teşkilinde rol oynamaktadırlar. Makro minerallerin yanı sıra yemlerle birlikte alınan çinko, bakır, manganez gibi mikro minerallerinde yumurta kabuk oluşumunda önemli rolleri bulunmaktadır. Yumurta kabuğunun sentezinden sorumlu enzimlerin yapısında yer alan mikro mineraller, yumurtlayan kümes hayvanlarından elde edilen yumurtalarda optimum düzeyde verimin ve kalitenin sağlanması bakımından önem arz etmektedir. Yumurtlayan kümes hayvanlarının mikro mineral ihtiyacının karşılanmaması, yumurta veriminde düşüşe ve zayıf/anormal kabuk oluşumlarına neden olabilmektedir. Mineral maddelerin yumurta kabuk kalitesine etkisini incelemek üzere birçok araştırma yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre yumurta kabuk oluşumunda görev alan makro ve mikro minerallerin uygun miktarlarda tavuk rasyonlarına ilavesinin kabuk kalitesini arttırdığı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Adal S. (2018). *Yumurta kabuğu tozu kullanılarak mineral madde bakımından zenginleştirilen ekmeklerin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi) Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa

Akkuş, B., Yıldırım, İ. (2018). Beyaz ve kahverengi ticari yumurtacı tavuklarda, tavuk yaşı ve kafes katının yumurta dış kalite parametreleri üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi,* 7 (2): 211-218

Aksoy, A., Macit, M., Karaoğlu, M. (2000). Hayvan Besleme Ders Kitabı, Enerji Metabolizması. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 220, Erzurum

Ali, M., Badawy, W. Z. (2017). Utilization of eggshells by-product as a mineral source for fortification of bread strips. *Journal of Food and Dairy Sciences,* 8 (11): 455-459

Anonim (2023). Hayvancılık İstatistikleri (TÜİK), https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1., (Erişim Tarihi: 18.01.2023)

Arslan Kaya, H., Macit, M. (2018). Yumurtlamanın son dönemindeki yumurtacı tavukların rasyonlarına bor (ortoborik asit) ilavesinin yumurta kabuk kalitesi ve tibia biyomekaniği parametreleri ile serum, kabuk ve tibia mineral konsantrasyonları üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi,* 13 (1): 42-53

Arslan, A., Duru, M. (2004). Kanatlılarda sıcaklık stresinin yönetilmesinde besleme açısından alınacak önlemler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* 9 (1-2): 93 - 100

Artan, S., Durmuş, İ. (2015). Köy, serbest ve kafes sistemlerinde üretilen yumurtaların kalite özellikleri bakımından karşılaştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi,* 4 (2): 89-97

Aslan, S., Şimşek, Ü. G., Altundal, B. (2022). Farklı bıldırcın varyetelerinde yeme ve suya ilave edilen borik asidin yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 36 (3): 229-237

Atik, Z., Ceylan, N. (2009). Yumurta kabuk kalitesine mineral maddelerin etkisi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 6: 50-57.

Atteh, J. O., Leeson, S. (1983). Influence of increasing dietary calcium and magnesium levels on performance, mineral metabolism and egg mineral content of laying hens. *Poultry Science*, 62 (7): 1261-1268

Ayaşan, T., Okan, F. (1999). Japon bıldırcınlarının karma yemlerine katılan kalsiyum ve fosfor'un yumurta verim özellikleri ile yumurta kabuk kalitesine olan etkisi. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 39 (1): 98-104

Aydın, C. B. (2019). Türkiye'de yumurta üretimi, tüketimi, ihracatı ve geleceği. *International Marmara Sciences Congress.* (IMASCON). 01-03 November, P.241-246. Kocaeli, Turkey

Balnave, D., Yoselewitz, I. (1987). The relation between sodium chloride concentration in drinking water and egg-shell damage. *British Journal of Nutrition*, 58 (3): 503-509

Baycan S. C. (2008). *Bıldırcınlarda (Coturnix coturnix Japonica) farklı yaş dönemlerinin kan kolesterol, kalsiyum ve fosfor düzeyleri ile yumurta verimi ve kabuk kalitesine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa

Bolat, İ., Kara, Ö. (2017). Bitki besin elementleri: kaynakları, işlevleri, eksik ve fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi,* 19 (1): 218-228

Bülbül, T., Küçükersan, S. (2004). Yumurta tavugu rasyonlarina organik ve inorganik çinko katılmasının yumurta verimi ve kalitesi ile bazi kan parametreleri üzerine etkisi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 20: 53-60

Cufadar, Y., Olgun, O., Yildiz, A. Ö. (2011). The effect of dietary calcium concentration and particle size on performance, eggshell quality, bone mechanical properties and tibia mineral contents in moulted laying hens. *British Poultry Science,* 52 (6): 761-768

Çiçekgil, Z., Yazıcı, E. (2016). Türkiye'de tavuk yumurtası mevcut durumu ve üretim öngörüsü. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 2 (2): 26-34

Erener, G., Altop, A. (2022). Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesi. Efe Akademi Yayıncılık, Aydın

Erol, A, Cufadar, Y. (2012). Effect of calcium sources used in diets for laying hens on egg shell quality. *Journal of Poultry Research,* 9 (3): 1-5

Gökmen, S. A., Gül, E. T., Curabay, B., Olgun, O., Cufadar, Y. (2021). Farklı rasyonların serbest dolaşımlı sistemde yetiştirilen iki yumurta tavuğu genotipinin performans ve yumurta kalite parametrelerine etkisi. *3. Internatıonal Cukurova Agrıculture And Veterınary Congress.* 9-10 October, P.371-379. Adana, Turkey

Hira F. (2012). *Yumurta tavuklarında inorganik ve organik bakır, çinko, manganın farklı düzeylerinin yumurta verim ve kalitesine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum

Hira, F., Yörük, M. A. (2015). Yumurta tavuklarında inorganik ve organik bakır, çinko, manganın farklı düzeylerinin yumurta verim ve kalitesine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi,* 10(2): 77-87

Holder, D. P., Huntley, D. M. (1978). Influence of added manganese, magnesium, zinc, and calcium level on egg shell quality. *Poultry Science,* 57 (6): 1629-1634

Kaplan, O., Avcı, M. (2012). Bıldırcın karma yemlerine katılan organik ve inorganik magnezyum katkılarının yumurta verimi ve kalitesi üzerine

etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi,* 23 (2): 77-81

Kaya, A., Kaya, H., Çelebi, Ş., Macit, M., & Utlu, N. (2013). Yumurta tavuğu rasyonlarına değişik düzeylerde bakır sülfat ilavesinin karaciğer, but ve göğüs dokularının mineral içerikleri üzerine etkisi. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences,* 24 (1): 1-6

Kocaoğlu Güçlü, B., İşcan, K. M. (2004). Farklı düzeylerde kalsiyum içeren yumurta tavuğu rasyonuna eggshell-49 ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve bazı kan parametrelerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi,* 51 (3): 219-224

Konanç, K., Öztürk, E. (2012). Kanatlı Hayvan Beslemede Mineraller, Samsun

Konca, Y., Yazgan, O. (2002). Yumurta tavuklarında sıcaklık stresi ve vitamin C. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 43 (2): 16-25

Kutlu, H. R. (2017). Yumurta kabuk kalitesi iyileştirme yolları. *Yumurta Haber Bülteni*, 37: 8-11

Küçükyılmaz K. (2011). *Farklı düzeylerde kalsiyum ve fosfor içeren yumurta tavuğu karma yemlerine bor ilavesinin verim performansı, yumurta kalitesi ile bazı kan, kemik ve dışkı parametreleri üzerine etkileri* (Doktora Tezi) Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir

Küçükyılmaz, K., Erkek, R. (2012). Farklı düzeylerde kalsiyum ve fosfor içeren yumurta tavuğu karma yemlerine bor ilavesinin yumurta mineral içerikleri üzerine etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* 9 (1): 33-38

Lavelin, I., Meiri, N., Pines, M. (2000). New insight in eggshell formation. *Poultry Science,* 79 (7): 1014-1017

Mabe, I., Rapp, C., Bain, M. M., Nys, Y. (2003). Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese, copper, and zinc from organic or

inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. *Poultry Science,* 82 (12): 1903-1913

Onbaşılar, E. E., Avcılar, Ö. V. (2011). Kahverengi yumurtacı tavuklarda yaş ve yumurtlama zamanının yumurta ağırlığı ve kabuk kalitesi üzerine etkileri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi,* 51 (1): 15-19

Onbaşılar, E. E., Tabib, İ. (2019). Tavuklarda yumurta kabuğunun yapısı ve kabuk kalitesini etkileyen faktörler. *Journal of Poultry Research,* 16 (2): 48-54

Özek, K. (2016). Kanatlı beslemede magnezyumun fonksiyonları ve metabolizması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 6 (2): 165-173

Özkan, K., Açıkgöz, Z. (2007). Kanatlı Kümes Hayvanlarının Beslenmesi, İzmir

Polat Y. E. (2020). *Niğde ili Çamardı ilçesinde KOP tarafından uygulanan serbest tavuk ve geleneksel köy tavukçuluğu yetiştirme sistemlerinin yumurta kalitesi bakımından karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi) Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde

Poyraz, Ö. (1989). Kabuk kalitesi ile ilgili yumurta özellikleri arasındaki fenotipik korrelasyonlar. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 29 (1): 66-79

Rizzi, L., Bochicchio, D., Bargellini, A., Parazza, P., Simioli, M. (2009). Effects of dietary microalgae, other lipid sources, inorganic selenium and iodine on yolk n-3 fatty acid composition, selenium content and quality of eggs in laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 89 (10): 1775-1781

Roberts, J. R., Souillard, R., Bertin, J. (2011). Avian diseases which affect egg production and quality. In Improving the safety and quality of eggs and

egg products. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, 376-393

Şamlı, E., Okur, A. A. (2016). Tüm Yönleriyle Yumurta. İstanbul Ticaret Borsası Yayınları Yayın No: 208 Sektör Araştırmaları: 2016/1, İstanbul

Walton, H. V., Cotterill, O. J., Vandepopuliere, J. M. (1973). Composition of shell waste from egg breaking plants. *Poultry Science,* 52 (5): 1836-1841

Webster, A. B. (2002). Things to remember to preserve egg quality during summer. *The University of Georgia Cooperative Extension Service, College of Agricultural and Environmental Science*, 4262-4356

Xiao, J. F., Zhang, Y. N., Wu, S. G., Zhang, H. J., Yue, H. Y., Qi, G. H. (2014). Manganese supplementation enhances the synthesis of glycosaminoglycan in eggshell membrane: a strategy to improve eggshell quality in laying hens. *Poultry science,* 93 (2): 380-388

Xie, C., Elwan, H. A. M., Elnesr, S. S., Dong, X. Y., Zou, X. T. (2019). Effect of iron glycine chelate supplementation on egg quality and egg iron enrichment in laying hens. *Poultry Science,* 98 (12): 7101-7109

Yıldırım B. (2017). *Yumurta tavuklarında rasyona farklı çinko kaynaklarının farklı seviyelerde ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve serum mineral konsantrasyonuna etkisi* (Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya

Yüccer, M., Temizkan, R., Caner, C. (2012). Fonksiyonel gıda olarak yumurta: bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri. *Akademik Gıda*, 10 (4): 70-76

Zhang, B., Sui, F., Wang, B., Wang, Y., Li, W. (2020). Dietary combined supplementation of iron and Bacillus subtilis enhances reproductive performance, eggshell quality, nutrient digestibility, antioxidant

capacity, and hematopoietic function in breeder geese. *Poultry Science,* 99 (11): 6119-6127

BÖLÜM 5

TANENLERİN YAPISI VE RUMİNANT HAYVANLARDAKİ ROLÜ

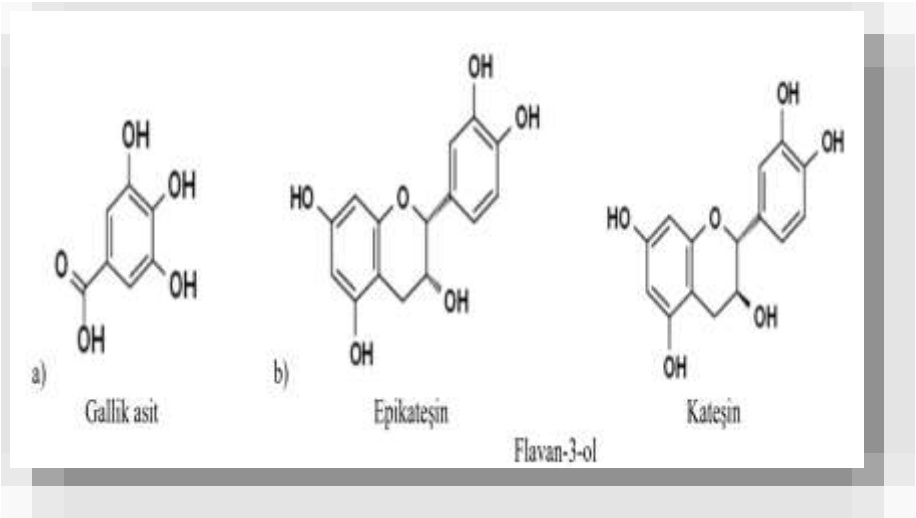
Arş. Gör. Ali KAYA[1], Doç. Dr. Adem KAYA[2]

[1] Atatürk üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum
ORCID No: **0000-0002-7694-7220 e-mail:** alikaya@atauni.edu.tr
[2] Atatürk üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum
ORCID No: **0000-0002-7726-6865 e-mail:** akaya@atauni.edu.tr

1-GİRİŞ

Polifenolik bileşikler olan tanenler, bitkilerin yapısında doğal ve yaygın olarak bulunmakta olup, molekül ağırlıkları 300-5000 dalton arasında değişen, sekonder metabolitler olarak tanımlanmaktadır (Aktaş ve Akkan,2011; Bocco ve ark., 2017; Besharati ve ark., 2022). Bitki savunma mekanizmalarında rol alan tanenler, bitkileri otçul hayvanlara, patojenlere ve çevresel stres faktörlerine karşı korumada önemli rol almaktadırlar. Tanenler, bitki dokularına acı ve büzücü bir tat vererek, otçulları onları tüketmekten caydırarak, beslenme önleyici görev görür. Bu savunma stratejisi, bitkilerin hayvanlar tarafından tüketilmelerini azaltmak ve besin kayıplarını sınırlamalarına yardımcı olmaktadır (Kamalak, 2007; Yalçın, 2013). Tanenler ayrıca bakteri, mantar ve virüsler gibi çeşitli patojenlerin büyümesini ve aktivitesini inhibe ederek antimikrobiyal özellikler sergilemektedirler. Tanenler, patojenlerin enzimatik aktivitelerine müdahale ederek veya hücre zarlarını bozarak bitkilerin enfeksiyonlar ve hastalıklarla savaşmasına yardımcı olmaktadırlar (Kaya ve Yalçın, 1999; Min ve ark., 2005; Aydın ve Üstün, 2007). Savunma mekanizmalarına ek olarak tanenler, bitki dokularını UV kaynaklı hasardan koruyarak ultraviyole (UV) radyasyonunu emebilir ve dağıtabilir özeliktedirler. Ayrıca antioksidan özelliğe sahip olup, serbest radikalleri temizlemede ve bitkileri çevresel faktörlerin neden olduğu oksidatif strese karşı korumaktadırlar (Mayes, 1993; Ağma Okur, 2010). Genellikle bitkinin; kök, yaprak, meyve, tohum ve kabuk gibi kısımlarında tanenlere rastlandığı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Aydın ve Üstün, 2007; Ünver ve ark., 2014;

Başer ve Kamalak, 2020). Farklı bitki türleri, bu bileşik grubu içindeki kimyasal çeşitliliğe katkıda bulunan farklı tip ve miktarlarda tanen içerir. Örneğin; iyi bilinen bir hidrolize tanen olan tannik asit, meşe ağaçları, çay yaprakları ve nar gibi meyveler gibi türlerde bol miktarda bulunur (Wiseman ve ark., 1997; Hassanat ve Benchaar, 2013; Kaya ve ark., 2014). Tanenlerin en belirgin özelliğinin, proteinleri bağlama ve çökeltme olduğu belirtilmektedir (Belščak-Cyitanović ve ark., 2018 ; Halvorson ve ark., 2016). Hagerman, (2002) tanenleri hidrolize olabilen tanenler ve yoğunlaştırılmış tanenler olarak iki ana kategoriye ayırmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. a) hidrolize tanenler ve b) kondanse tanenlerin molekül iskeleti (Hagerman, 2002).

Hidrolize olabilen tanenler

Bir şeker molekülü bağlanarak gallik asit veya ellagik asidin esterleri olabilen hidrolize tanenler; zayıf asitler, zayıf bazlar, sıcak su, gastrointestinal esterazlar ile bakteri, maya ve mantarlar tarafından salgılanan enzimlerce kolayca parçalanacağı bildirilmektedir (Kuloğlu, 2007). Hidrolize olabilen tanenler ayrıca ilgili asit tipine göre gallotanninler ve ellagitanninler olarak sınıflandırılmaktadır (Smeriglio ve ark., 2017). Gallotanninler, gallik asidin bir şeker molekülü ile esterleşmesiyle oluşan esterlerdir. Gallotanninlerin kimyasal yapısı, ester bağları ile birbirine bağlanan çoklu gallik asit birimlerinden oluşur. Şeker molekülü, gallotanninlerde bulunan en yaygın şeker olan glikoz ile yer değişebilir. Ellagitanninler, ellagik asidin bir şeker molekülü ile esterleşmesiyle oluşan esterlerdir. Ellagik asit birimleri, ester bağları yoluyla birbirine bağlanarak karmaşık yapılar oluşturmaktadırlar. Gallotanninlere benzer şekilde, ellagitanninler de kendilerine bağlı çeşitli şeker moleküllerine sahip yapılar olarak nitelendirilmektedir (Öp ve Piwowarski, 2018).

Yoğunlaştırılmış tanenler (Proantosiyanidinler)

Proantosiyanidinler olarak da bilinen yoğunlaştırılmış tanenler, kateşinler ve epikateşinler gibi flavan-3-ol alt birimlerinin polimerleri olarak tanımlanmaktadır (Aydın ve Üstün, 2007).

Yoğunlaştırılmış tanenlerin alt birimleri, dimerler, trimerler, oligomerler veya polimerler oluşturan karbon-karbon bağları yoluyla bağlanarak oluşmaktadır. Bağlantılar, stereokimyaya ve bağların

konumuna bağlı olarak B tipi veya A tipi olarak sınıflandırılabilir. B tipi bağlantılar 4-8 veya 4-6 konumlarını içerirken, A tipi bağlantılar 2-7 veya 2-8 konumlarını içermektedir (Akiyama ve ark., 2001; Goel ve ark., 2005; Karonen ve ark., 2019). Yoğun tanenlerdeki yapısal farklılıklar, alt birim bileşimindeki farklılıklardan ve alt birimler arasındaki bağlantıların yapılarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, protein çökelmesi, antioksidan kapasite, enzimler ve diğer moleküller ile etkileşimler dâhil olmak üzere çeşitli biyolojik aktivitelerine katkıda bulunur (Ma ve ark., 2016; Yang ve ark., 2017).

Bitkinin kısımlarında bulunan tanenlerin ektraksiyonu için Solvent ekstraksiyonu, Katı-Sıvı ekstraksiyonu, Soxhlet ekstraksiyonu (Hagerman ve Butler, 1978; Rubanza ve ark., 2005), Tanenlerin karakterizasyonu için Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC), Kütle Spektrometresi (MS), Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) Spektroskopisi gibi analitik teknikler, Tanenlerin profilini ve içeriğini tespit etmek için Kolorimetrik yöntemler, Spektrofotometrik yöntemler ve HPLC analiz yöntemleri kullanılmaktadır (Hagerman, 1987; Makkar ve ark., 1995; Schofield ve ark., 2001; Ma ve ark., 2016; Yang ve ark., 2017).

Ruminant Beslenmesinde Tanenlerin Etkileri

Bitkilerin çoğunda bulunan biyoaktif bileşikler olan tanenlerin, ruminantlar üzerindeki yararlı ve zararlı etkilerini anlamak için yem tüketimini, bileşiğin yapısını, moleküler ağırlığını ve tüketen türlerin fizyolojisini izlemek önemlidir (Aboagye ve ark., 2019; Besharati ve

ark., 2022). Ruminantlarda yaygın rahatsızlık olan rumen ve retikulum bölümlerindeki gaz birikmesini (köpüklü şişkinlik) Wang ve ark., (2012) tanen kullanılarak azaltılabileceğini belirtmektedir. Ayrıca, kıra yağmış merada otlatılan hayvanlardaki şişkinliği önlemesi açısından da kullanılacağı bildirmektedir (Li ve ark., 1996). Büzücü özelliklere sahip olmaları nedeniyle tanenler, yem alımında azalmaya neden olmaktadır. Alımdaki bu azalma, esas olarak acı tatlarından ve proteinler ile karbonhidratların sindirimini engelleyen tanen-protein komplekslerinin oluşumundan kaynaklanmaktadır. Ruminantlarda yem alımı, rasyonun kondanse tanen içeriğinin (>50 g/kg KM) olması durumunda azalabilir orta veya düşük alım (<50g/kg KM) olması yem alımını etkilememektedir (Waghorn ve ark., 1994). Yapılan in vivo çalışmada, Cabral ve Filho, (2013) koyunların yem alımını tanenin etkilemediğini belirtmişlerdir. Frutos ve ark., (2004), hayvanların tanen içeren yemleri tüketmesi sonucu tükürükte bulunan glikoproteinin tanen ile bileşik oluşturduğu bunun sonucu olarak da yemin lezzeti ve tüketimi azalmaktadır. Bazı hayvanların, tükürükteki prolin açısından zengin protein miktarlarını artırarak yüksek miktarda tanen içeren diyetlere uyum sağlayabildiğini rapor edilmektedir. Tükürüğün prolin açısından zengin olması, tanenin diyetteki proteinlerle bileşik yapmasını engellemektedir (Barry ve McNabb, 1999). Uzun süre tanen içeren yemleri (>50 g/kg KM) tüketen hayvanlarda tükürük bezinin büyüdüğü görülmüştür (Van soest, 1994). Kondanse tanenin etkisi ruminant türlerine göre değişmektedir. Koyun ve sığırların tükürüğü prolince zengin değildir. Bu nedenle koyun ve sığırların yabani ruminantlara göre tanenden daha fazla etkilenebileceği

belirtilmektedir (Austin ve ark., 1989). Narjisse ve ark., (1995), hayvanlarda, tanenden kaynaklı gönüllü beslenme alımının azalmasını gerçekten tanenden mi kaynaklı olduğunu tespit etmek için taneni doğrudan işkembeye naklettiler. Araştırmacılar, tanenin yem alımının tükürükteki proteinleri bağlamasından dolayı azalmadığını başka nedenlerinde olduğunu ve bunların yem alımını azalttığını tespit etmişlerdir.

Rumen Ekosistemi Üzerine Tanenlerin Etkisi

Rumen mikroorganizmaları, besin değeri düşük olan lifli ve lifsiz ürünleri rumende parçalayarak, ruminantların et ve süt gibi kaliteli ürünler elde etmesinde büyük öneme sahip canlılardır. Rumen; bakteri, protozoa, mantar, arkea ve bakteriyofajlar gibi çeşitli mikroorganizmalara ev sahipliği yapmaktadır. (Wright ve Klieve, 2010). Çalışmalarda tanenlerin, geniş bir pH aralığında (3.5-7), yem proteinlerini ile nişastayı ve şekerleri güçlü kompleksler oluşturduğu bildirilmektedir. Bu kompleksler sayesinde ürünlerin mikrobiyal bozunma ve enzimatik hidroliz için kullanılabilirlikleri azalmaktadır. Ruminant rasyonunun içerisinde tanen konsantrasyonunun %5'ten fazla olması durumunda, selülazlar ve hemiselülazlar gibi yem bozulmasında yer alan ruminal enzimlerin aktivitesini tanenlerin inhibe ettiği belirtilmektedir (Priolo ve ark., 2000; Aliyu ve ark., 2016). Yemde bulunan proteinlere bağlanarak bunların çökelmesine veya çözünmeyen kompleksler oluşturmasına neden olan tanenler, protein sindirimini etkilemekte olup rumende mikrobiyal bozunma ve enzimatik hidroliz için proteinlerin mevcudiyetini azaltmaktadır. Tanenler, mikrobiyal

protein üretimi için gerekli olan nitrojenli bileşiklerin, özellikle amonyağın mevcudiyetini sınırlayarak mikrobiyal protein sentezinin etkinliğini düşürmektedir. Bu, konakçı hayvan için mikrobiyal protein tedarikinde bir azalmaya neden olmaktadır. Tanenlerden kaynaklı, belirli amino asitlerin mevcudiyetinin azalması rumende sentezlenen mikrobiyal proteinin bileşimini etkilemektedir. Bu da hayvan tarafından emilim ve kullanım için mevcut proteinin profilini ve kalitesini düşürmektedir (Waghorn ve ark., 1994; McSweeney ve ark., 2001). Besharati ve Taghizadeh, (2009) yaptıkları çalışmada bitki materyalindeki tanen içeriklerinin rumen fermantasyonunu azalttığını ve deneme gruplarının VFA ile NH3–N değerleri arasında büyük farklılıklara yol açtığını belirtmişlerdir. Küresel ısınmaya sebep olan metan gazı, ruminantlarda mikrobiyal fermentasyon sonucu açığa çıkmaktadır. Dünyada ruminantlardan kaynaklı metan gazını çeşitli bitkilerde bulunan ve sekonder bileşikler olan tanenlerin azaltma potansiyeline sahip olmaları nedeniyle araştırmacıların dikkatini üzerine çekmiştir (Başer ve Kamalak, 2020).

Doğal metan inhibitörleri olarak tanımlanan tanenler;

- Rumende metan üretiminden sorumlu mikroorganizmalar olan arkeaların aktivitesini doğrudan inhibe edebilir, metabolizmasına müdahale edebilir veya metan sentezinde yer alan enzimatik süreçleri bozabilmektedirler (Patra ve ark., 2012).
- Fermantasyon sürecini etkileyerek mikrobiyal popülasyonlarda ve metabolik aktivitelerde değişimlere yol açabilir. Propiyonat üreten bakteriler gibi metanojenik olmayan mikroorganizmaların

büyümesini arkealara göre destekleyebilir. Yani rumen popülasyonunu etkileyebilir özelliğe sahiptirler (Canul-Solis ve ark., 2020).

- Metan üretimi için önemli bir öncü olan hidrojenin, propionat sentezi gibi alternatif metabolik yollara yönlendirerek metanojenez için mevcut olan substratı azaltabilirler (Hassan ve ark., 2020; Doğan ve Günal, 2020).
- Arkeaların büyümesini ve aktivitesini engelleyebilen anti-mikrobiyal özelliklere sahiptir. Fermentasyon sonucu oluşan metan üretimini azaltabilir özelliğe sahiptirler (Min ve ark., 2020).

Tanenlerin metan inhibitörleri olarak etkinliğinin, tanenlerin türü ve konsantrasyonu, hayvan türleri, rasyon bileşimi ve rumendeki mikrobiyal bileşim dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebileceğini belirtmek önemlidir. Tanenler, hidroksil grupları, polimerizasyon derecesi ve redoks aktiviteleri nedeniyle serbest radikalleri yakalayabildikleri için güçlü bir antioksidan etki ile karakterize edilmektedirler (Ricci ve ark., 2016; Nawab ve ark., 2020). Aboagye ve ark., (2018), Rasyona %1.5 oranında HT ve yoğunlaştırılmış tanen kombinasyonu eklediğinde, performans üzerinde olumsuz etkiler olmadığını CH4 emisyonlarını azaltma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Sadarman ve ark., (2019) hem akasya hem de kestane taneninin eklenmesinin DM, OM parçalanmasını, toplam uçucu yağ asitleri (TVFA), NH3 ve pH üzerinde önemli bir etki gösterdiğini tespit etti. Ayrıca 24 saatlik

fermentayon sonucunda rumende açığa çıkan gazların akasya taneninden etkilendiğini bildirmiştir.

Tanenlerin Hayvan Sağlığı Üzerine Etkileri

Antioksidan özelliğe sahip tanenler, hayvanın vücudundaki zararlı serbest radikalleri nötralize edebilir ve oksidatif stresi azaltabilmektedirler. Oksidatif stres, serbest radikallerin üretimi ile vücudun antioksidan savunma mekanizmaları arasında bir dengesizlik olduğunda ortaya çıkmaktadır. Tanenler, serbest radikalleri temizleyerek ve oksidatif hasarı önleyerek, hücrelerin ve dokuların oksidatif stresle ilişkili hastalıklardan korunmasına yardımcı olmaktadırlar. Çeşitli fizyolojik süreçlerin işleyişini destekleyerek genel hayvan sağlığının korunmasına da katkıda bulunmaktadırlar (Ayan ve ark., 2020; Acar ve ark., 2020). Gastrointestinal sistemde bulunan parazitik enfeksiyonlar bağlamında hayvan sağlığına, tanenler fayda sağlayabilecek anti-parazitik özellikler sergilemektedirler. Tanenler, helmintler olarak bilinen parazit solucanların yaşam döngüsüne ve üreme yeteneklerine müdahale edebilir. Yumurtaların, larvaların ve yetişkin solucanların gelişimini ve hayatta kalmasını engelleyerek hayvanın mide-bağırsak sistemindeki parazit yükünü azaltabilirler. Tanenler, parazitik larvaların enfektivitesini azaltabilir, bu da onları konakçı hayvanda bir enfeksiyon oluşturma konusunda daha az yetenekli hale getirmektedir. Bu, parazitik enfeksiyonların hayvan sağlığı ve üretkenliği üzerindeki etkisini en aza indirmeye yardımcı olmaktadır (Ünver ve ark., 2014; Acar ve ark., 2020). Tanenler bağırsak sağlığını etkileyebilir ve hayvanlarda bağışıklık

tepkilerini modüle ederek hayvanların genel refahına katkıda bulunur. Tanenler, hayvanın mide-bağırsak sisteminde bulunan karmaşık mikroorganizma topluluğu olan bağırsak mikrobiyotasının bileşimini ve aktivitesini etkileyebilir. Laktobasiller ve bifidobakteriler gibi yararlı bakterilerin büyümesini teşvik ederken zararlı patojenlerin büyümesini engellemektedir (Kutlu ve Özen, 2009; Ece ve Avcı,2018).

Tanenler, patojenlerin ve toksinlerin kan dolaşımına girmesini önlemeye yardımcı olan bağırsak bariyerinin bütünlüğünü artırmaktadır. Optimal besin emilimi ve bağışıklık fonksiyonu için sağlıklı bir bağırsak bariyeri gerekmektedir. Tanenler, hayvanlarda bağışıklık tepkilerini modüle edebilir, proinflamatuar ve antiinflamatuar süreçler arasındaki dengeyi etkileyebilir. Aşırı inflamasyonu azaltırken, patojenlere karşı bağışıklık savunmasını güçlendirebilir ve dengeli bir bağışıklık tepkisini teşvik edebilirler. Tanenlerin antioksidan özellikleri, parazit önleyici etkileri ve bağırsak sağlığı ve bağışıklık tepkileri üzerindeki etkileri de dahil olmak üzere hayvan sağlığı üzerindeki etkileri, hayvanların genel refahına ve performansına katkıda bulunur. Tanen bakımından zengin yemlerin veya tanen takviyelerinin hayvan diyetlerine dahil edilmesi, hastalıkların önlenmesi, gelişmiş bağırsak sağlığı ve gelişmiş bağışıklık fonksiyonu açısından potansiyel faydalar sağlayabilir. Bununla birlikte, tanen takviyesinin optimal dozu ve süresinin belirli hayvan türlerine, sağlık durumuna ve beslenme gereksinimlerine bağlı olarak değişebileceğini belirtmek önemlidir(Nozella, 2001; Oliveira, 2012; Hilbig, 2017; Sirena, 2019; Boğa ve ark., 2021).

Ruminantlarda Tanen Etkilerinin Üstesinden Gelme Stratejileri

Isıl İşlem: Buharla haddeleme, kızartma veya ekstrüzyon gibi ısıl işlem yöntemleri, yemlerdeki tanen içeriğini etkili bir şekilde azaltmaktadır. Bu işlemler tanenleri denatüre edebilir, moleküler yapılarını bozabilir ve sindirilebilirliklerini geliştirebilir. Bununla birlikte, aşırı ısıl işlem aynı zamanda besin kaybına veya yem kalitesinin düşmesine neden olabilir, bu nedenle dikkatli bir optimizasyon gerekmektedir (Makkar ve Sing, 1991).

Tanen Bağlayıcı Ajanlar: Tanen adsorbanları olarak da bilinen tanen bağlayıcı ajanlar, tanenlerle bağlanmak ve çözünmeyen kompleksler oluşturmak için hayvan yemlerine eklenebilir. Bu ajanlar, belirli tipte kil mineralleri, aktif karbon, tanen bağlayıcı reçineler ve bazı diyet liflerini içerir. Bağlayıcı ajanlar, tanenin biyo-yararlanımını azaltabilir ve bunların yem sindirimi ve besin kullanımı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilir (Makkar, 2003; EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed, 2010).).

Yem Katkı Maddeleri: Tanenlerin olumsuz etkilerini azaltmak için polietilen glikol (PEG) gibi bazı diyet katkı maddeleri kullanılabilir. PEG, işkembedeki tanenlere bağlanabilir, proteinlerle etkileşimlerini önleyebilir ve protein sindirilebilirliğini geliştirebilir. Tanen-protein komplekslerinin oluşumunu azaltarak PEG, yem kullanımını ve hayvan performansını artırabilir (Waghorn ve Shelton, 1997; Barry ve ark., 2001; Kamalak, 2007). Bu stratejilerin etkinliğinin, tanen türü ve konsantrasyonu, hayvan türleri, diyet bileşimi ve işkembe mikrobiyal

bileşimi dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olmaktadır. Ek olarak, işleme yöntemlerinin, bağlayıcı maddelerin veya katkı maddelerinin yem kalitesi, besin bileşimi ve hayvan performansı üzerindeki olası etkileşimleri ve yan etkileri dikkate alınmalıdır (Kamalak, 2007; Kemboi ve ark., 2023).

Sonuç

Tanenlerin yapısını, bitkilerde bulunmalarını, bitki savunmasındaki önemlerini ve rumen içindeki etkileşimleri araştırılmıştır. Tanenlerin, hayvan sağlığı, yemden yararlanma ve çevresel sürdürülebilirlik için çeşitli faydalar sunarak ruminantların beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Tanenlerin belirli sınırlar içerisinde hayvanlara verildiğinde, yem sindirimi, rumen fermantasyonu, metan azaltımı ve hayvan sağlığı üzerindeki etkileri de dahil olmak üzere ruminantların beslenmesi üzerindeki önemli etkilerini olduğu belirtilmiştir. Hem hidrolize olabilen hem de yoğunlaştırılmış tanenlerin fonksiyonel özelliklerinin; polimerizasyon derecesi, çözünürlük, biyoyararlanım ve proteinlerle etkileşim gibi özelliklerini etkilemektedir. Tanenler, çeşitli yöntemler kullanılarak bitki materyallerinden ekstrakte edilebilir ve analitik teknikler sayesinde tanenlerin miktar ve karakterizasyonun tespitine olanak sağlamaktadır. Tanenlerin ruminant beslenmesi üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkileri vardır. Yem sindirimini engelleyebilir ve besin mevcudiyetini azaltabilirken, aynı zamanda protein kullanımını iyileştirebilmektedir. Rumen fermantasyonunu modüle ederek ve metan emisyonlarını azaltabilirler. Anti- paraziter ve anti- oksidan özelliğe sahip tanenlerin hayvanlarda kullanılması

durumunda, bağırsak sağlığı ile bağışıklık sistemini düzenlediği belirtilmiştir. Ruminant rasyonlarında üst düzey tanen alımların üstesinden gelmek için fiziksel işlemler, ısıl işlemler, tanen bağlayıcı ajanlar ve katkı maddeleri gibi çeşitli işleme yöntemleri kullanılarak yem sindirimi üzerindeki olumsuz etkileri bertaraf edilmektedir.

Sonuç olarak, ruminant hayvanlarda pratik uygulamalar geliştirilerek, tanen açısından zengin yemlerin rasyona dahil edilmesi ve tanen bazlı yem katkı maddelerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu uygulamalar, hayvan performansını, bağırsak sağlığını iyileştirebilir, metan emisyonlarını azaltabilir ve sürdürülebilir hayvancılık üretimini teşvik edebilir. Gelecekteki araştırma yönergelerinin, tanenlerin daha fazla karakterize edilmesine, yem formülasyon stratejilerine dahil edilmesine, etki şeklinin aydınlatılmasına, uzun vadeli hayvan performansı ve sağlığının değerlendirilmesine ve çevresel etkinin değerlendirilmesine odaklanılması gerekmektedir. Bu araştırma alanlarını ele alarak, tanenlerin tüm potansiyelini ortaya çıkarabilir ve sürdürülebilir geviş getiren hayvan üretimi için bunlardan yararlanabiliriz.

KAYNAKÇA

Aboagye, I.A., Beauchemin, K.A. (2019). Potential of Molecular Weight and Structure of Tannins to Reduce Methane Emissions from Ruminants: A Review. Animals, 9, 856.

Aboagye, I.A., Oba, M.; Castillo, A.R.; Koenig, K.M.; Iwaasa, A.D.; Beauchemin, K.A. (2018). Effects of hydrolyzable tannin with or without condensed tannin on methane emissions, nitrogen use, and performance of beef cattle fed a high-forage diet. *J. Anim. Sci., 96*, 5276–5286.

Acar Z, Tan M, Ayan İ, Aşçı ÖÖ, Mut H, Başaran U, Gülümser E, Can M, Kaymak G. (2020). Türkiye'de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 13-17 Ocak, Ankara, Türkiye, p. 529-555.

Ağma Okur A. (2010). Etlik piliçlerde yemlere aromatik yağlar ve vitamin E ilavesinin bağırsak mikrobiyolojisi ve oksidatif stabilite üzerine etkileri. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s. 99, Tekirdağ.

Aktaş B, Akkan S. (2011). Sığır besi yemine ilave edilen meşe palamudu taneninin rumen fermantasyonuna etkilerinin rumen simulasyon tekniği (Rusitek) ile saptanması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 48: 249-254.

Akiyama, H., Fujii, K., Yamasaki, O., Oono, T., & Iwatsuki, K. (2001). Antibacterial action of several tannins against Staphylococcus aureus. *Journal of antimicrobial chemotherapy*, *48*(4), 487-491.

Aliyu, A., Olusola, O.O., Gilead, E.F., Abdullahi, S.U., Michael, D.M. (2016). Anti-nutritional and phytochemical profile of some plants grazed upon by ruminants in North Central Nigeria during the dry season (January to April). *Int. J. Livest. Prod. 7*, 19–23.

Austin, P.J., Suchar, L.A., Robbins, C.T., Hagerman, A.E. (1989). Tannin-binding proteins in saliva of deer and their absence in saliva of sheep and cattle. *J. Chem. Ecol. 15*, 1335–1347.

Ayan İ, Acar Z, Mut H, Can M, Kaymak G, Tunalı U. (2020). Çayır ve mera alanlarında mevcut durum sürdürülebilirlik ve gelecek", Tmmob Ziraat Mühendisleri Odası. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 13-17 Ocak, Ankara, Türkiye, p.105-119.

Aydın SA, Üstün F. (2007). Tanenler 1 kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri. İstanbul Üniv Vet Fak Derg, 33 (1): 21-31.

Barry, F., Boynton, R. E., Liu, B., Murphy, J. M. (2001). Chondrogenic differentiation of mesenchymal stem cells from bone marrow: differentiation-dependent gene expression of matrix components. *Experimental cell research*, *268*(2), 189-200.

Barry, T.N.; McNabb, W.C. (1999).The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *Br. J. Nutr. 81*, 263–272.

Başer, A., & Kamalak, A. (2020). Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde yetişen bazı baklagil ağaç yapraklarının yem değerleri ve in vitro fermentasyon özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, *7*(4), 940-947.

Belščak-Cvitanović, A., Durgo, K., Huđek, A., Bačun-Družina, V., Komes, D. (2018). 1-Overview of polyphenols and their properties. In *Polyphenols: Properties, Recovery, and Applications*; Galanakis, C.M., Ed.; Woodhead Publishing: Sawston, UK, pp. 3–44.

Besharati M, Maggiolino A, Palangi V, Kaya A, Jabbar M, Eseceli H, De Palo P, Lorenzo JM. (2022). Tannin in Ruminant Nutrition: Review. *Molecules*. 27(23):8273. https://doi.org/10.3390/molecules27238273

Besharati, M., Taghizadeh, A. (2009) Evaluation of dried grape by-product as a tanniniferous tropical feedstuff. *Anim. Feed Sci. Technol. 152,* 198–203.

Bocco, R., Gandonou, C., Gbaguidi, F., Ahouansou, A. (2017). Phytochemical screening and quantitative variation of some secondary metabolites in five cultivated rice varieties. *J. Appl. Biosci. , 113,* 11146–11157.

Boğa, M., Kocadayıoğulları, F., Can, M. E. (2021). Tanenlerin ruminant hayvan beslemede kullanımı. *Black Sea Journal of Engineering and Science, 4*(4), 217-225.

Cabral Filho, S., Abdalla, A.; Bueno, I., Oliveira, A. (2013). Effect of sorghum tannins in sheep fed with high-concentrate diets. *Arq. Bras. De Med. Veterinária E Zootec. 65,* 1759–1766.

Canul-Solis, J., Campos-Navarrete, M.; Piñeiro-Vázquez, A.; Casanova-Lugo, F.; Barros-Rodríguez, M.; Chay-Canul, A.; Cárdenas-Medina, J.; Castillo-Sánchez, L. (2020). Mitigation of Rumen Methane Emissions with Foliage and Pods of Tropical Trees. *Animals, 10,* 843.

Doğan, U., Günal, M. (2020). Effects of chestnut and mimosa tannin extract supplementations to feeds on some in vitro rumen fermentation parameters. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 25*(3), 341-351.

Ece, Z., Avcı, M. (2018). Yonca kuru otu ve süt sığırı rasyonuna zeolit ve meşe palamudu ilavesinin in vitro organik madde sindirimi ve metan oluşumu üzerine etkisi. Harran Üniv Vet Fak Derg, 7(1): 67-73

EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). (2010). Scientific Opinion on the safety and efficacy of Natuphos®(3-phytase) for minor avian species (quails, pheasants,

partridges, guinea fowl, geese, pigeons, ostriches, peacocks, flamingos) and ornamental birds. *EFSA Journal*, *8*(1), 1427.

Frutos, P., Hervás, G.; Giráldez, F., Mantecón, A. (2004). Tannins and ruminant nutrition, Review. *Span. J. Agric. Res. 2*, 191-202.

Goel, G., Puniya, A. K., Aguilar, C. N., & Singh, K. (2005). Interaction of gut microflora with tannins in feeds. *Naturwissenschaften*, *92*, 497-503.

Hagerman, E.A.: Radial diffusion method for determining tannin in plant extracts. Journal of Chemical Ecology, 1987; 13 (3): 437-449.

Hagerman E.A. (2002). The tannin handbook. Miami University Oxford, OH 45056, http://chemistry.muohio.edu/hagerman (20.03.2014).

Hagerman, E.A., Butler, G.L. (1978). Protein Precipitation Method for the Quantitative Determination of Tannins. Journal of Agriculture Food Chemistry., 26 (4): 809-812.

Halvorson, J.J., Schmidt, M.A., Hagerman, A.E., Gonzalez, J.M., Liebig, M.A. (2016). Reduction of soluble nitrogen and mobilization of plant nutrients in soils from U.S northern Great Plains agroecosystems by phenolic compounds. *Soil Biol. Biochem. 94*, 211–221.

Hassan, F., Arshad, M.A.; Ebeid, H.M., Rehman, M.S.-u., Khan, M.S., Shahid, S., Yang, C. (2020). Phytogenic Additives Can Modulate Rumen Microbiome to Mediate Fermentation Kinetics and Methanogenesis Through Exploiting Diet–Microbe Interaction. *Front Vet. Sci 7*, 575801.

Hassanat, F., Benchaar, C. (2013). Assessment of the effect of condensed (acacia and quebracho) and hydrolysable (chestnut and valonea) tannins on rumen fermentation and methane production in vitro. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *93*(2), 332-339.

Hilbig, J. (2017). Perfil de compostos fenólicos e efeito antitumoral in vivo e in vitro de extratos da casca de noz pecã [Carya illinoinensis (Wangenh) C. Koch].

Kamalak A. (2007). Kondense tanenin olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılan katkı maddeleri ve yemlere uygulanan işlemler. KSÜ Fen ve Mühendislik Derg, 10(2): 144-150.

Kaya, H., Gül, M., Çelebi, Ş., Kaya, A., Apaydın Yıldırım, B., & Macit, M. (2014). The effects of black tea factory waste supplementation into laying hen diets on performance, egg quality, yolk peroxidation, and blood parameters. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, *20*.

Kaya İ, Yalçın S. (1999). Baklagil tane yemleri ve ruminant rasyonlarında kullanımı. Lalahan Hay. Arast. Enst. Derg. 39: 101-114.

Karonen, M., Oraviita, M., Mueller-Harvey, I., Salminen, J.-P., İzotermal Titrasyon (2019). Kalorimetrisine Göre Glukopiranoz Çekirdekli Green, RJ Ellagitanninlerin Proteinlere Asiklik Ellagitanninlerden Daha Yüksek Afiniteleri Vardır. *J. Agric. Gıda Kimyası*, *67*, 12730-12740.

Kemboi, F., Ondiek, J. O., King'ori, A. M., & Onjoro, P. A. (2023). Effects of polyethylene glycol (PEG 6000) and bentonite clay incorporation in selected local browse-based diets on the performance of Small East African goats. *Tropical Animal Health and Production*, *55*(2), 124.

Kuloğlu R. (2007). Tanik asidin rumen bakterilerinin bazı fibrolitik enzimlerine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi, s. 37, Kahramanmaraş.

Kutlu HR, Özen N. (2009). Hayvan beslemede son gelişmeler. VI. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Atatürk Üniversitesi, Haziran 24-27, Erzurum, Türkiye, p.72.

Li, Y.-G., Tanner, G., Larkin, P. (1996). The DMACA–HCl Protocol and the Threshold Proanthocyanidin Content for Bloat Safety in Forage Legumes. *J. Sci. Food Agric.*, *70*, 89-101.

Ma, W., Waffo-Teguo, P., Jourdes, M., Li, H., Teissedre, P.L. (2016). Tanen boyutu ve tükürük proteini bağlama yetenekleri arasındaki kimyasal afinite: Şarap burukluğu için çıkarımlar. *PLoS BİR*, *11*, e0161095.

Makkar, H.P.S. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. Small Ruminant Research, (49): 241-256

Makkar, H. P. S., Blümmel, M., & Becker, K. (1995). Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. *British Journal of Nutrition*, *73*(6), 897-913.

Makkar, H. P. S., Singh, B. (1991). Effect of drying conditions on tannin, fibre and lignin levels in mature oak (Quercus incana) leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *54*(3), 323-328.

Mayes PA. (1993). Lipitlerin fizyolojik önemi. Harper'ın biyokimyası, Ed. R. Murray, P.A. Mayes, D.K. Granner, V.W. Rodwell, Çev: Prof.Dr. Gülriz Menteş, Prof. Dr. Biltan Ersöz, Barış Kitabevi ISBN: 975-95 331-1-1, s. 171- 185.

McSweeney, C.S., Palmer, B., McNeill, D.M., Krause, D.O. (2001). Microbial interactions with tannins: Nutritional consequences for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol. 91*, 83–93.

Min, B. R., Attwood, G. T., McNabb, W. C., Molan, A. L., Barry, T. N. (2005). The effect of condensed tannins from Lotus corniculatus on the proteolytic activities and growth of rumen bacteria. *Animal Feed Science and Technology*, *121*(1-2), 45-58.

Min, B. R., Solaiman, S., Waldrip, H. M., Parker, D., Todd, R. W., & Brauer, D. (2020). Dietary mitigation of enteric methane emissions from ruminants: A review of plant tannin mitigation options. *Animal Nutrition*, *6*(3), 231-246.

Narjisse, H., Elhonsali, M.A., Olsen, J.D. (1995). Effects of oak (*Quercus ilex*) tannins on digestion and nitrogen balance in sheep and goats. *Small Rumin. Res. 18*, 201-206.

Nawab, A., Li, G., An, L., Nawab, Y., Zhao, Y., Xiao, M., Tang, S., Sun, C. (2020). The Potential Effect of Dietary Tannins on Enteric Methane Emission and Ruminant Production, as an Alternative to Antibiotic Feed Additives—A Review. *Ann. Anim. Sci. 20*, 355-388.

Nozella, E. F. (2001). *Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Oliveira, P. B. D. (2012). Degradabilidade ruminal in vitro e desempenho de ovinos suplementados com pinhão manso.

Öp, AK., Piwowarski, J.P. (2018). Ellagitanninler, Gallotanninler ve Metabolitleri-Gıda Ürünlerinin ve Şifalı Bitkilerin Anti-inflamatuar Etkisine Katkı. *Curr. Med. Kimya 25*, 4946-4967.

Patra, A.K., Min, B.R., Saxena, J. (2012). Dietary Tannins on Microbial Ecology of the Gastrointestinal Tract in Ruminants. In *Dietary Phytochemicals and Microbes*; Patra, A.K., Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, pp. 237-262.

Priolo, A., Waghorn, G.C., Lanza, M., Biondi, L., Pennisi, P. (2000). Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: Effects on lamb growth performance and meat quality. *J. Anim. Sci. 78*, 810-816.

Ricci, A., Olejar, K.J., Parpinello, G.P., Mattioli, A.U., Teslić, N., Kilmartin, P.A., Versari, A. (2016). Antioxidant activity of commercial food grade tannins exemplified in a wine model. *Food Addit. Contam. Part A, 33*, 1761-1774.

Rubanza, C.D.K., Shem, M.N., Otsyina, R., Bakengesa, S.S., Ichinohe, T., Fujihara,T. (2005). Polyphenolics and tannins effect on in vitro digestibility of selected Acacia species leaves. Animal Feed Science and Technology, 119: 129-142.

Sadarman S., Ridla M., Nahrowi N., Ridwan R., Harahap R., Nurfitriani R., Jayanegara A. (2019). Kualitas Fisik Silase Ampas Kecap Dengan Aditif Tanin Akasia (Acacia Mangium Wild.) Dan Aditif Lainnya. Journal of Peternak. 16:66–75. doi: 10.24014/jupet.v16i2.7418.

Schofield, P., Mbugua, D.M., Pell, A.N. (2001). Analysis of condensed tannins: a review. Animal Feed Science and Technology, (91): 21-40

Sirena, D. H. (2019). Guarana (Paullinia cupana) increases mesenchymal stromal cells polarity, viability and antioxidant properties.

Smeriglio, A., Barreca, D., Bellocco, E., Trombetta, D. (2017). Proanthocyanidins and hydrolysable tannins: Occurrence, dietary intake and pharmacological effects. *Br. J. Pharmacol. 174*, 1244–1262.

Ünver, E., Okur, A.A., Tahtabiçen, E., Kara B, Şamlı, H.E. (2014). Tanenler ve hayvan besleme üzerine etkileri. Türk Tarım – Gıda Bilim Teknol Derg, 2(6): 263-267

Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*; Cornell University Press: Ithaca, NY, USA, p. 2.

Yalçın S. (2013). Yemlerde antinutrisyonel faktörler, yemler ve yem hijyeni ve teknolojisi, Genişletilmiş 5. Baskı, s.261- 286, Ankara Üniv., Veteriner Fakültesi, Ankara.

Yang, X., Huang, P., Wang, H., Çay, S., Liao, Y., Mo, Z., Xu, X., Ding, C., Zhao, C., Li, J. (2017). Peptid ile modifiye edilmiş tanik asit bazlı hidroksiapatit yüzey üzerinde antibakteriyel ve biyolojik kirlilik önleyici kaplama. *Kolloidler Sörfü. B Biointerfaces 160*, 136–143.

Waghorn, G.C., Shelton, I.D., McNabb, W.C., McCutcheon, S.N. (1994). Effects of condensed tannins in Lotus pedunculatus on its nutritive value for sheep. 2. Nitrogenous aspects. *J. Agric. Sci. 123*, 109–119.

Waghorn, G. C., Shelton, I. D. (1997). Effect of condensed tannins in Lotus corniculatus on the nutritive value of pasture for sheep. *The Journal of Agricultural Science*, *128*(3), 365-372

Wang, X., Yang, G., Feng, Y., Ren, G., Han, X. (2012) Optimizing feeding composition and carbon–nitrogen ratios for improved methane yield during anaerobic co-digestion of dairy, chicken manure and wheat straw. *Bioresour. Technol. 120*, 78–83.

Wiseman, S. A., Balentine, D. A., Frei, B. (1997). Antioxidants in tea. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, *37*(8), 705-718.

Wright, A. D. G., Klieve, A. V. (2011). Does the complexity of the rumen microbial ecology preclude methane mitigation?. *Animal feed science and technology*, *166*, 248-253.

BÖLÜM 6

RUMİNANTLARDA ENTERİK METAN GAZININ OLUŞUMU VE ÖLÇÜM METOTLARI

Arş. Gör. Ali KAYA [1], Doç. Dr. Adem KAYA [2]

[1] Atatürk üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum
ORCID No: 0000-0002-7694-7220 e-mail: alikaya@atauni.edu.tr
[2] Atatürk üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum
ORCID No: 0000-0002-7726-6865 e-mail: akaya@atauni.edu.tr

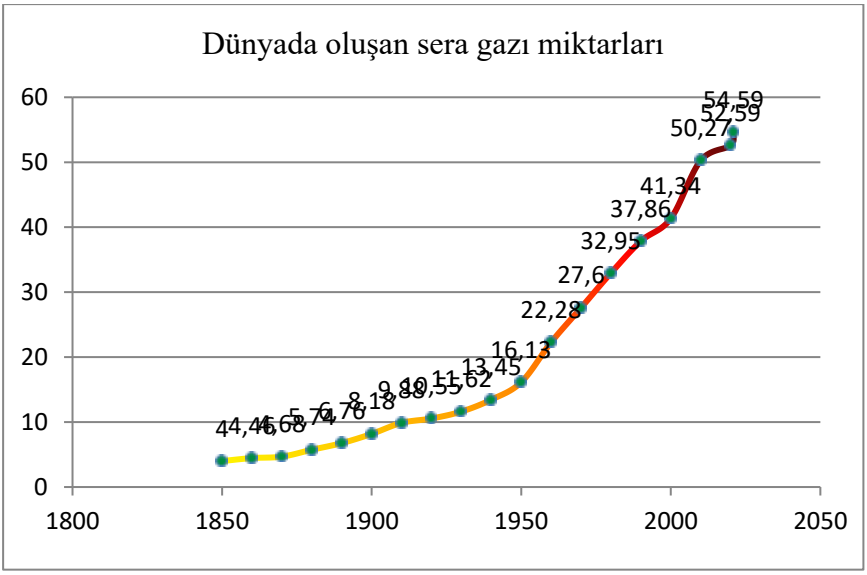
Giriş

Dünyamızda, her geçen gün insan nüfusunun artması gıda, enerji ve üretim temelli sektörlere olan talebi artırmakta olup daha yüksek kapasiteli üretim sistemlerinin kurulmasına ve entegre üretim faaliyetlerine yönelimi tetiklemektedir. Ulaştırma, sanayi, tarım sektörlerinde fosil yakıtların enerji amaçlı fazlaca kullanılması sonucunda doğal ve endüstriyel sera gazı oranları, atmosferde gün geçtikçe artmaktadır. Kyoto protokolünde, ısı tutma özelliği olan karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), nitröz oksit (N_2O), Ozon (O_3), Kloroflourkarbon (CFC_5), Su buharı (H_2O), Kükürt-hekzaflorür (SF_6) ve amonyak (NH_3) gibi gazların atmosferdeki birikimlerinin insan kaynaklı etkilerle aşırı derecede artması, güneşten gelen kısa ve uzun dalga boylarına sahip infrared ışınlarını atmosferde daha fazla süre tutulmasına ve sonuç olarak dünyanın daha fazla ısınmasına sebep olmaktadır (Arıkan, 2006; Steinfield ve ark., 2006; Sejian ve ark., 2011; Şahin ve Onurbaş Avcıoğlu, 2016). Dünyanın fazla ısınması; buzulların erimesi ve deniz seviyesinin yükselmesi, bölgesel ve yerel yağış yapılarının değişmesi, ekstrem hava olaylarının sayı ve sıklığının artması, ekosistemlerin değişmesi nedeniyle bazı hayvan ve bitki türlerinin yok olmasına, sel, fırtına, kasırga ve kuraklık gibi iklimle ilgili doğal felaketleri meydana getirmektedir (Bayraç ve Doğan, 2016). Sera gazlarının küresel ısınma etkinlikleri Change, (2006)'a göre Tablo 1'de verilmiştir.

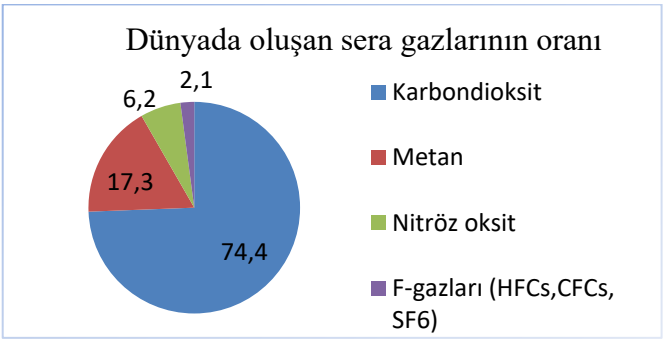
Tablo 1. Gazların küresel ısınma etkinlikleri (IPCC, 2006).

Gazlar	Küresel ısınma potansiyeli (GWP)
CO_2	1
CH_4	21
N_2O	310
HFCs	140-11,700
HFC-23	11,700
HFC-32	650
HFC-125	2,800
HFC-134a	1,300
HFC-143a	3,800
HFC-152a	140
HFC-227ea	2,900
HFC-236fa	6,300
HFC-43-10mee	1,300
PFCs	6,500-9,200
PFC-14	6,500
PFC-116	9,200
PFC-218	7,000
PFC-318	8,700
PFC-3-1-10	7,000
PFC-5-1-14	7,400
SF_6	23,900

Atmosfere yayılan gazların yıllık olarak ısınma etkinlikleri karbon dioksit (CO_2) gazına dönüştürülerek hesaplandığında dünyada 2021 yılında, 54,59 milyar ton sera gazı oluştuğu Friedlingstein ve ark., (2022) tarafından bildirilmektedir (Şekil 1). Dünyada oluşan sera gazlarının 2020 yılında dağılımı Şekil 2'de gösterilmektedir (IPCC, 2014).



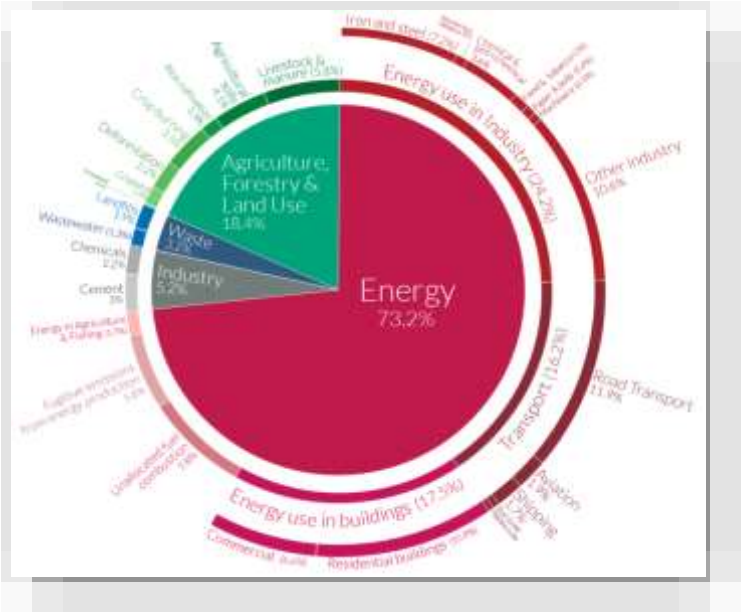
Şekil 1. 1850-2021 yılları arasında dünyada oluşan sera gazı miktarları (milyar ton), (Friedlingstein ve ark., 2022).



Şekil 2. Dünyada oluşan sera gazları oranları (IPCC, 2014).

Dünyada salınımı olan sera gazlarının %25,5'lik bölümünün tarımsal aktiviteler sonucunda olduğu bununda %18'lik bölümünün hayvansal kökenli sera gazı üretiminden kaynaklandığını bildirilmektedir (Lashof ve Ahuja, 1990; Sejian ve ark., 2011). Dünya kaynakları enstitüsünün (WRI) 2020 yılında doğal ve endüstriyel faaliyetler sonucunda açığa

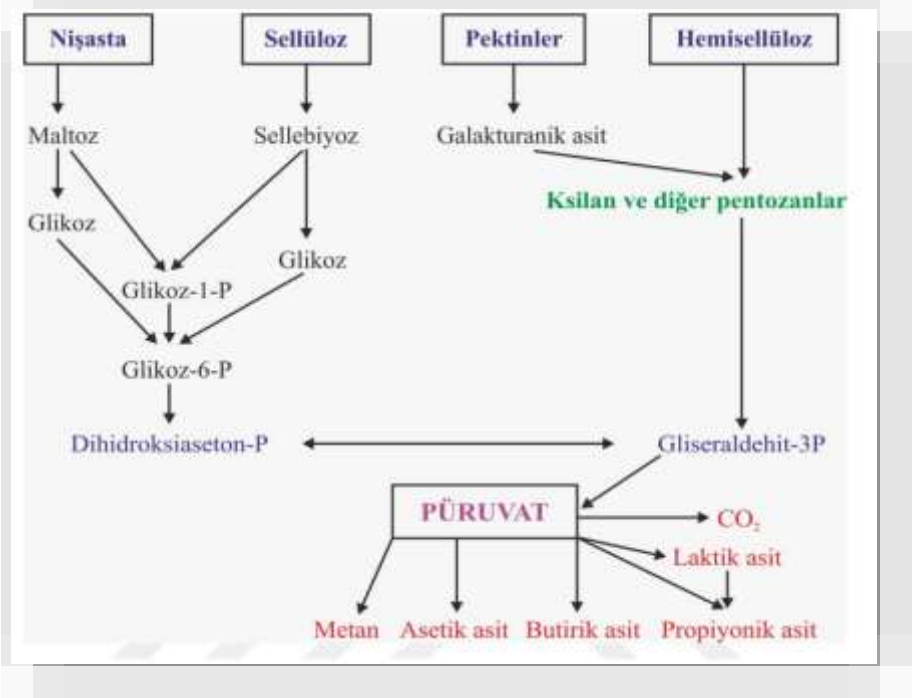
çıkan ve atmosfere yayılan sera gazlarının oranlarını Şekil 3'de gösterildiği gibi rapor etmiştir (IPCC, 2014). Görsele bakıldığında Tarımsal aktivitelerden kaynaklı sera gazlarının total gaza oranla %18,4 olduğu bununda % 5,8'inin hayvansal kaynaklı olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Dünyada doğada ve endüstriyel sektörlerdeki sera gazı dağılımı (Climate Watch, the World Resources Institute,2020)

Sera gazı özelliğine sahip olan metan ve nitröz oksit gazlarının genel olarak ana kaynağı ruminant hayvanlardan kaynaklı olduğu belirtilmektedir (Hristov ve ark., 2013; Hammond ve ark., 2016). Ruminant hayvanlar ile rumendeki mikroorganizmalar arasında simbiyotik bağlantı bulunmaktadır. Ruminant hayvanların rumen ve retikulo-rumen bölmelerinin ortam sıcaklığının 38-41 °C olması, pH'ı 5,5- 7 arasında olması, nemli olması ve %95-99'luk orandaki anaerobik

ortamın olması binlerce bakteri türü, metanojenik arkealer, protozoa, mantarlar ve virüsler için eşsiz bir ortam sağlamaktadır (Patterson, 1992; Akerholm ve Salmen, 2003; Özel ve Sarıçiçek, 2009; Wright ve Klieve, 2011;Knapp ve ark., 2014). Rumende bulunan fungus, protozoa ve bakteriler, salgıladıkları enzimler sayesinde ruminantların rasyonla aldığı yemlerde bulunan kompleks yapıları fermantasyona maruz bırakarak amonyak, H_2, CO_2, CH_4 ve asetik, bütirik, probiyonik, vs. uçucu yağ asitlerine dönüştürürler (Şekil 5; Canbolat, 2015).

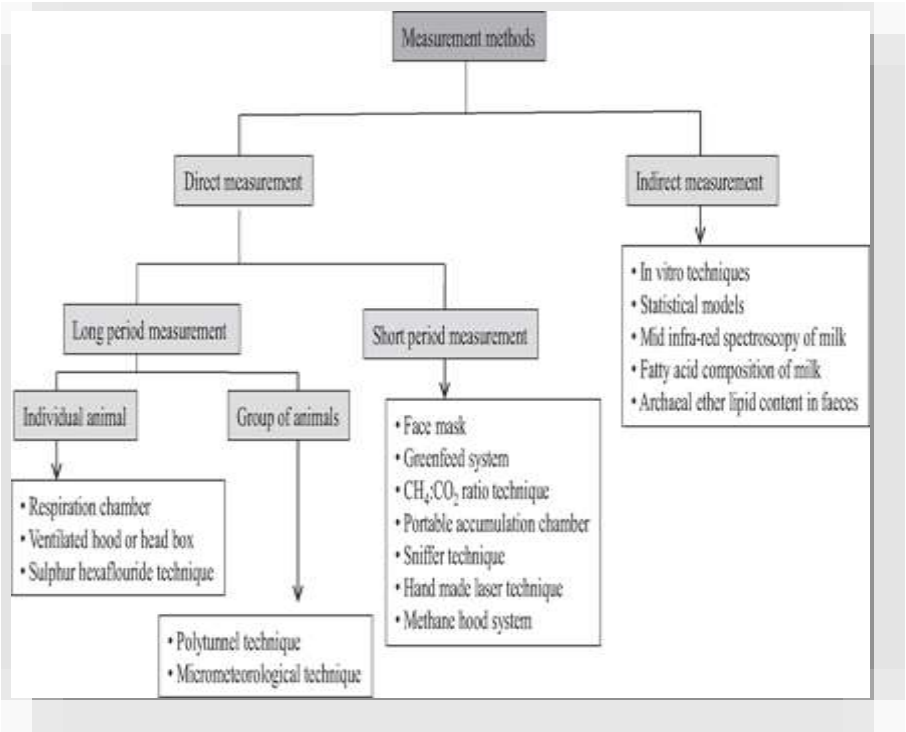


Şekil 5. Rumende bulunan mikroorganizmaların yemleri parçalaması sonucu açığa çıkan ürünler

Bütün bu yapım ve yıkım olaylarının gerçekleştiği ortamın yapısı sıkı bir biçimde sürekli olarak düzenlenmektedir. Rumende barınan mikroorganizmaların yemler üzerindeki parçalama etkinliği, fermantasyon sonucu açığa çıkan H^+ iyonlarının pH'ı düşürmesi sebebiyle azalmaktadır(McAllister ve Newbold, 2008). Bu sebeple fermantasyon neticesinde açığa çıkan H^+ iyonlarının ortamdan uzaklaştırılması rumendeki mikrobiyal popülasyon için önem arz etmektedir (Knapp ve ark., 2014). Mikrobiyal faaliyetin çalışma etkinliği için önem arz eden H^+ iyonlarının bir bölümü yağların hidrojenasyonunda değerlendirilirken bir bölümü de CO_2 ile arkeaların en önemli türleri olan *"Methanobrevibacter ruminantium", "Methanomicrobium mobile", "Methanosarcina mazei", "Methanosarcina barkeri" ve "Methanobacterium formicicum"* tarafından birleştirilerek CH_4 oluşturulmakta ve bu şekilde dışarı atılarak hidrojen'in olması mümkün etkileri giderilmiş ve rumendeki yoğunluğu bu şekilde azaltılmaktadır (Mitsumori ve ark., 2002; Leahy ve ark., 2010; Sejian ve ark., 2011). Rumen ortamında bu şekilde üretimi yapılan metana "enterik metan" denilmektedir (Knapp ve ark.,2014). Ruminantlarda oluşan metanı Hook ve ark.,(2010) tadı olmayan, rengi olmayan ve yanıcı özelliği olan özgül ağırlığının ise havadan daha hafif olduğu doğal bir gaz olarak tanımlamışlardır. Enterik metanın %10-13'lük bölümü kalın bağırsakta oluşurken önemli bir bölümü rumende mikrobiyal fermentasyon sonucu üretilmektedir. Hayvanlarda oluşan metanın % 90-95'lik kısmı geğirme ile dışarı atılırken % 5-10'luk kısmı ise rektumdan dışarı atıldığıbelirtilmektedir (Murray ve ark., 1999). Ergin bir sığırın rumeninde oluşan metan üretim

miktarı 300 litre/gün civarındadır. Bu bilgi dikkate alınarak hesaplama yapıldığında, dünyada bulunan ruminant hayvanlardan yılda yaklaşık olarak atmosfere 80-115 milyon ton metan gazı salındığı rapor edilmektedir (IPCC, 2001; Kaya ve ark., 2012).

Ruminantların rasyonla aldıkları yemlerin sindirilebilir enerjisinin %2-12'si enterik metan üretimi esnasında kaybolduğu belirtilmekte olup kalitesiz yemlerle beslenen ruminantlarda enterik metanın %15-18'e kadar çıktığını bildirilmektedir (Johnson ve Johnson, 1995; Steinfeld ve ark., 2006). Bu şekilde metan oluşturularak yüksek ölçüde enerjinin kullanılmadan dışarı atılması, hem ruminantların enerji kullanım etkiliğini düşürmekte hem de küresel ısınmaya sebep olmaktadır (Yurtseven, 2010; Navarro- Villa ve ark.,2013). Ruminantlardan kaynaklı, hem enerji kaybına hemde küresel ısınmaya sebep olan metan gazının hayvanlarda günlük dışarı atım miktarlarının belirlenmesi için doğrudan ve dolaylı olacak şekilde pek çok sayıda metotlar geliştirilmiştir. Bu metotlar Şekil 6'da gösterilmektedir.

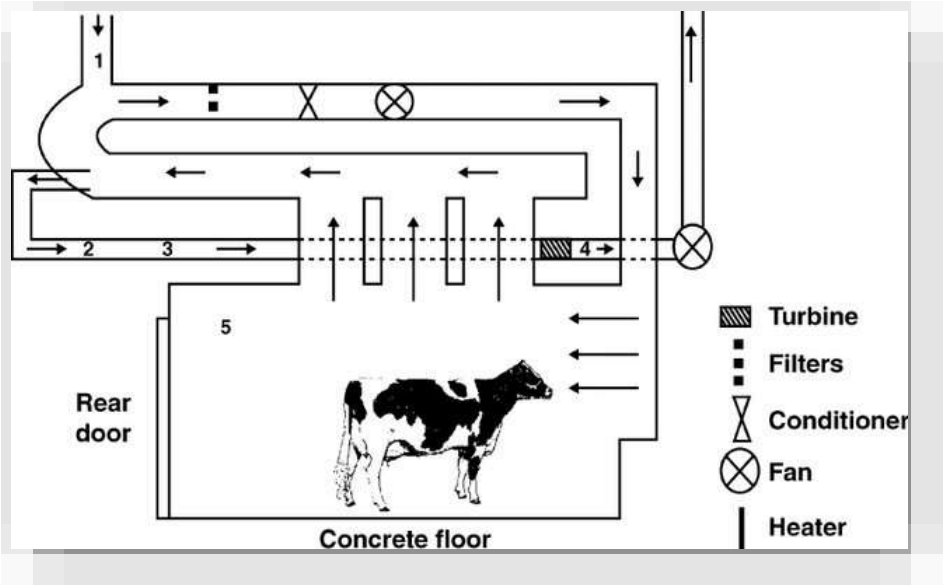


Şekil 6. Gaz ölçüm metotları (Patra, 2016)

Metan Gazı Ölçüm Metotları

Respiresyon çember metodu (Respiratory Chamber method)

Respiresyon çember (RC) metodu, uzun yıllar boyunca hayvanlarda enerji dengesini ve gaz değişimini tespit etmek için kullanılmaktadır. Bu metodun çalışma prensibi, şekil 7'de gösterildiği gibi gaz örneklerindeki CH_4 konsantrasyonlarını (ağız, burun delikleri ve rektum gibi enterik fermantasyondan kaynaklanan tüm yollardan çıkan) ve RC'den çıkarılan toplam hava hacmini ölçerek tespit edilmektedir (Armsby,1903; Broucek, 2014).



Şekil 7. Respiresyon çember ölçüm metodu (Grainger ve ark., 2007)

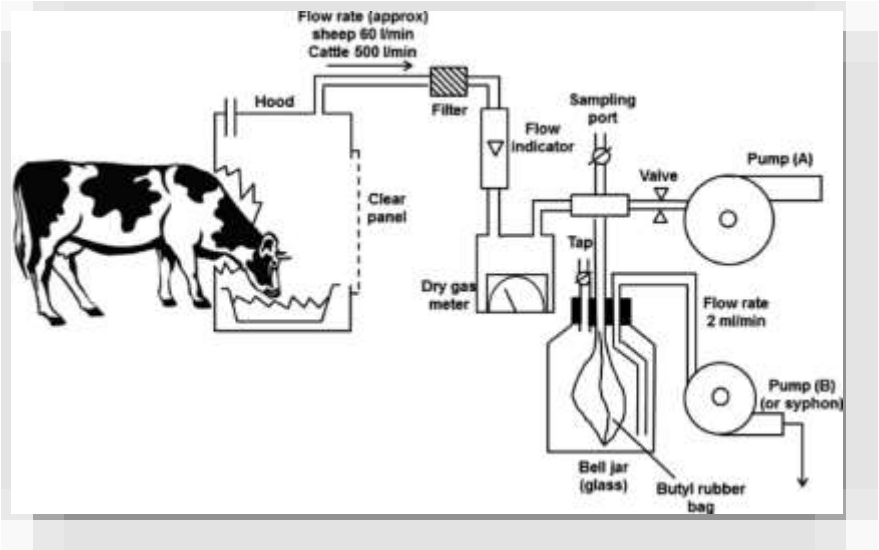
Enterik CH_4 üretiminin ölçümü için RC yöntemi, yüksek doğruluk ile tekrarlanabilirlik ve ölçüm esnasında hayvandan hayvana düşük varyasyon göstermesinden dolayı "altın standart" metot olarak kabul edilmektedir (Grainger ve ark., 2007; Williams ve ark., 2013). Bir hava pompası, çıkarılan hava hacmini hesaplamak için açık devre sistemindeki bir akış ölçer aracılığıyla RC'den sürekli olarak hava çıkarır. RC'den çıkan gaz, bir kanal sistemi aracılığıyla analiz için sürekli olarak örneklenir. RC sistemi, atılan gazların ve gelen havanın uygun şekilde karışması için oda içinde havalandırma fanlarıyla donatılmıştır. RC içerisinde uygun nem, sıcaklık ve hava akışının sağlaması klima sistemi vasıtasıyla olmaktadır. RC, standart sıcaklık ve basınca sahip ortamın gaz hacmini belirlemek için sıcaklık ve barometrik basınç ölçerlerle dizayn edilmiştir (Storm ve ark., 2012).

CH_4 emisyon ölçümleri elde etmek için RC metodu, büyük teknik uzmanlık gerektirir. RC'de emziren hayvanlarda ölçüm yapılması, yem alımı ve süt üretimi üzerinde olumsuz etki göstereceğinden hayvanların sisteme uygun şekilde adapte edilerek ölçüm yapılması olumsuz etkileri en aza indirgeyebilir bu hususun ölçüm esnasında dikkate alınması gerekmektedir. RC metodu titizlikle kullanıldığında son derece hassas ve doğru sonuçlar vermektedir. Sindirilebilirlik, azot dengesi ve enerji metabolizması gibi diğer besinsel değerlendirmelerin araştırılmasına RC metodu imkân sağlamaktadır. RC metodunun uygun kalibrasyon prosedürleri düzenli olarak takip edilmediği sürece bu yöntem CH_4 ölçümünde önemli hatalar ile sonuçlanmaktadır (Patra,2016).

Havalandırmalı Davlumbaz Odası veya Başlık Kutusu Metodu (Ventilated Hood Chambers or Head Box System)

Bu metodun çalışma prensibi , Respiresyon çember metodu ile aynı olup günlük CH_4 emisyonların ölçümü için kullanılmaktadır (Place ve ark., 2011). Bu metot ’da ölçüm, hayvanların başını yerleştirmek için bir kutu veya başlık bulunmaktadır.

Başlığa giren ve çıkan havadaki CH_4 konsantrasyonları, şekil 8’de gösterildiği gibi reseptörlere alınan hava örneklerinden tespit edilmektedir (Bhatta ve ark., 2007).



Şekil 8. Havalandırmalı Davlumbaz Odası veya Başlık Kutusu Metodu çalışma prensibi (Zaman ve ark., 2021)

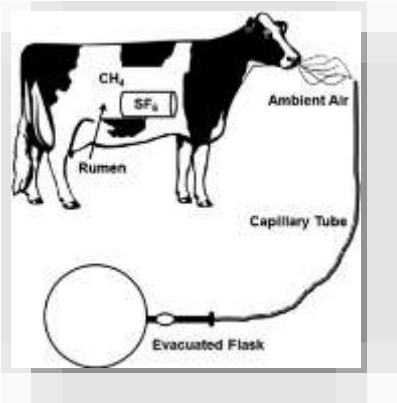
RC metodundan farkı, bağırsakta oluşan CH_4 miktarını ölçmez. Davlumbaz odasının veya baş kutusunun, bir hayvanın başını sınırsız bir şekilde hareket ettirmesi ile yem ve su almasına izin verecek kadar büyüklükte olmasına dikkat edilmelidir. Bu metot'da, RC metodunda olduğu gibi birbirini izleyen 24 saatlik dönemler boyunca sürekli olarak ölçüm elde etmek için kullanılabilir özelliğe sahiptir. Beslenme çalışmalarında kullanılacak deneme hayvanının türüne göre farklı tasarım ve ebatlara sahip havalandırmalı başlıklar, geliştirilmiştir (Patra ve ark., 2009).

Hayvanların baş kutusundaki konforu ve çıkan havanın akış hızı gaz analizinin doğruluğu açısından çok önemlidir (Takahashi ve ark.,1999). Bu sistem aynı zamanda yemlerin beslenme değerlendirmesi ve enerji

metabolizması için de kullanılabilir özelliğe sahiptir (Patra ve ark.,2009). Bu teknik, RC'ye kıyasla düşük maliyetlidir, ancak hayvanların başlığa adapte olabilmeleri için kapsamlı bir eğitim almaları gerekmekte olup, bu da genetik seçim amacıyla çok sayıda hayvanın taranması için yaygın kullanımını kısıtlamaktadır (Patra, 2016).

Sülfür Hekzaflorid İzleyici Metodu (Sulfur Hexafluoride Tracer Method)

Sülfür heksaflorid (SF6) izleyici metodu, Zimmerman, (1993) tarafından geliştirilmiş olup ilk olarak Johnson ve ark., (1994) otlayan sığırlarda CH_4 ölçümü için kullanmıştır. SF_6 metodu kullanımı son yirmi yılda ruminantlardan kaynaklanan CH_4 emisyonlarının ölçümü için yaygınlaştığı bildirilmektedir (Zaman ve ark., 2021). Bu metodun çalışma prensibi, rumendeki SF_6 gazı üretim miktarı biliniyorsa CH_4 üretim miktarının ölçülebilmesidir (Johnson ve ark.,1994; Williams ve ark., 2011). Küçük permeasyon tüpleri SF6 ile doldurulur ve daha sonra hayvanların rumenine yerleştirilir. Test hayvanlarına, girişleri buruna yakın yerleştirilecek kılcal boruları desteklemek için bir yular ve gaz örneklerini toplamak için şekil 9’da gösterildiği gibi boşaltılmış bir teneke kutudan oluşan gaz örnekleme aparatı takılır (Grainger ve ark., 2007).



Şekil 9. Sülfür Hekzaflorid İzleyici Metodu çalışma prensibi (Grainger ve ark., 2007)

Solunan ve erüte (geğirme) yoluyla dışarı atılan gazı içeren temsili gaz numuneleri 24 saat boyunca boşaltılmış bir kanistere bağlı kapiler tüp aracılığıyla toplanmaktadır. Gaz örnekleme hızını hortum düzenlemektedir (Lassey ve ark., 2001; Pinares-Patiño ve ark., 2007). Kanisterde toplanan gaz örneklerindeki SF_6 ve CH_4 konsantrasyonları gaz kromatografisi ile analiz edilmektedir. CH_4 emisyonu, SF_6 salım hızından ve havadaki konsantrasyonlarını aşan teneke kutudaki gazın içerisinde bulunan SF_6 ve CH_4 konsantrasyonlarından aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmaktadır (Johnson ve ark., 1994).

$$\mathbf{CH_4(g/day)=SF_6(g/day)\times([CH_4]c-[CH_4]b)/([SF_6]c-[SF_6]b)}$$

Burada $(CH_4)c$ ve $(SF_6)c$ sırasıyla kanisterdeki CH_4 ve SF_6 konsantrasyonlarıdır; $(CH_4)b$ ve $(SF_6)b$ ise sırasıyla arka plan havasındaki CH_4 ve SF_6 konsantrasyonlarıdır. RC metodun aksine, SF_6 metodu hem otlayan hem de otlamayan hayvanlardan kaynaklanan CH_4

emisyonlarını nispeten daha az zaman ve maliyetle ölçmek için çok sayıda hayvan üzerinde aynı anda uygulanabilir özellikte olup hayvan davranışları üzerinde daha az etki yarattığı belirtilmektedir (Johnson ve ark., 1994; Zaman ve ark., 2021). SF_6 metodun 'da CH_4 ölçümündeki deneysel hataları en aza indirmek için büyük teknik uzmanlık ve yoğun emek gerekmektedir. Permeasyon tüplerinin uzun vadede salım hızının istikrarsızlığı, uzun süreli deneylerin yapıldığı çalışmalarda kullanım için bir endişe kaynağı olduğu rapor edilmiştri (Pinares-Patiño ve ark., 2011; Deighton ve ark., 2013) arka plan atmosferik gaz konsantrasyonları, rüzgarın yönü ile hızı ve çevredeki diğer hayvanlar SF6 tekniğinin başarısını önemli ölçüde etkileyebilir (Williams ve ark., 2011). SF_6 metodu ile CH_4 emisyonlarının ölçümü yapılması durumunda tavsiyelere uyulduğunda yüksek düzeyde hassasiyetli sonuçlar elde edilebileceği belirtilmektedir (Patra, 2016).

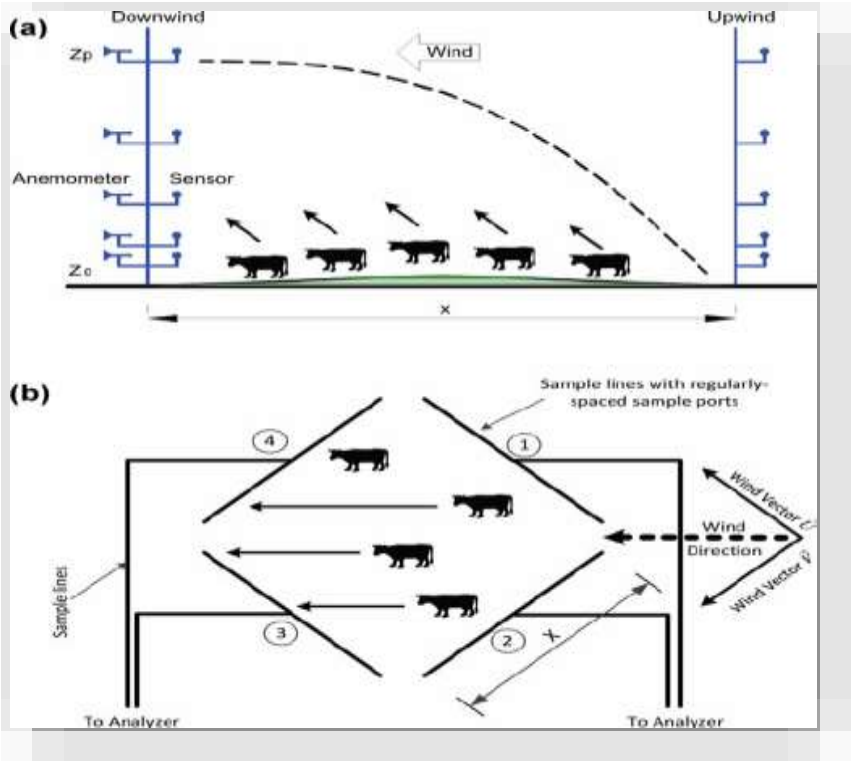
Politünel metodu (Polytunnel method)

Politünel metodu, Lockyer ve Jarvis, (1995) tarafından Şekil 10'da gösterildiği polietilen malzeme ile üç tarafı kapatılıp geniş çaplı portlara (dedektör) sahip bir tünel olarak tarif edilmiştir. Merada otlayan hayvanların bulunduğu ortama yerleştirilen büyük tünele sokulup sürekli olarak ölçülü hacimde hava üflenmekte ve tünelden çekilmekte, gelen ve giden hava arasındaki CH_4 konsantrasyonu düzenli olarak ölçülmekte ve sıcaklık ile nem takip edilerek kaydedilmektedir. Ortamdaki rüzgar yönü ve hızı, ölçümü etkilemektedir (Lockyer, 1997). Politünel metodu, bir veya birden fazla hayvanın hem kısa hemde uzun süreli olarak CH_4 konsantrasyonlarını ölçmeye elverişli bir metot

olduğu belirtilmektedir. Murray ve ark., (1999) politünel metodunda aynı yerde uzun süre CH_4 ölçümünün CH_4 konsantrasyonlarını azalttığını belirtmiş ve bunun sebebinin ortamdaki besinin azalamasından kaynaklandığını bildirmiştir. Bundan dolayı mevcut yem miktarı tükendiğinde yeni bir yere tünelin taşınması gerektiğini vurgulamıştır. Bu metodun çalışması, diğer metotlara göre daha basit ve taşınabilirdir, ancak tünel içindeki sıcaklık ve nemi kontrol etmede zorluk vardır (Patra, 2016; Zaman ve ark., 2021).

Mikrometerolojik metodu (Micrometeorological Method)

Son 10-15 yılda, mikrometerolojik değişkenlere dayalı tüm çiftlikler ile besi alanlarından ve padoklardan bir dizi CH_4 emisyon ölçüm metodu geliştirilmiştir (McGinn ve ark., 2006; Lassey, 2007; Harper ve ark., 2011; Tomkins ve ark., 2011). Mikrometerolojik metot, geniş bir alanda serbest bulunan birden fazla hayvandan kaynaklanan gaz emisyonlarını ve atmosfere yayılan gazların akışlarını şekil 10'da gösterildiği gibi ölçmeyi hedeflemektedir.



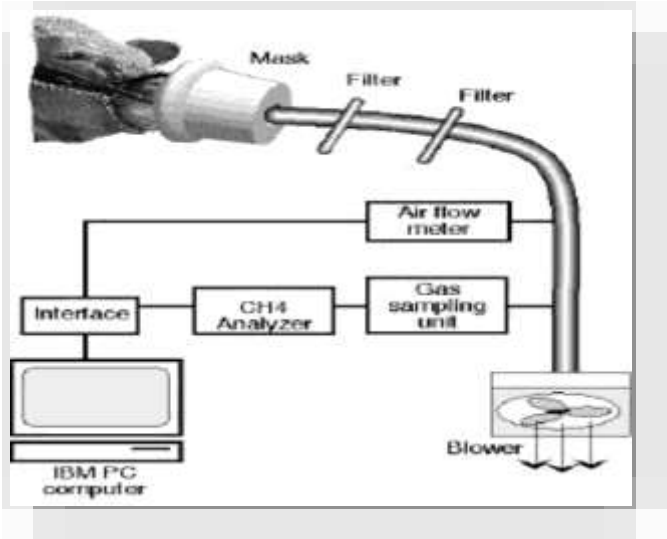
Şekil 10. Mikrometerolojik metodun çalışma prensibi (Hu ve ark., 2014)

Mikrometerolojik metot ile mera veya ahırda ölçülecek CH_4 konsantrasyonu rüzgar hızı ile yönü ve ölçüm noktalarının sayısıyla doğrudan ilişkili olduğu belirtilmektedir (Flesch ve ark.,2004; Patra, 2016). Doğal olarak havalandırılan binalardaki hava değişim oranları sıcaklık gradyanına, sıcaklık-nem indeksine ve rüzgar hızına bağlı olduğundan dolayı mekanik olarak havalandırılan kapalı ahırlarda emisyon oranlarını tespit etmek, doğal olarak havalandırılan binalara nazaran daha kolay olmaktadır (Derno ve ark., 2009). Mikrometerolojik ölçümdeki doğruluğu, rüzgar hızı ve yönü, arazinin topografyası ve

hayvanların padoktaki konumu gibi belirli meteorolojik ve peyzaj koşulları etkilemektedir (Laubach ve ark., 2008). Mikrometerolojik metot, pahalı olup ve CH_4 konsantrasyonunu analiz etmek için hassas detektörlere gerek duymaktadır.

Yüz Maskesi Metodu (Face Mask Method)

Sığır, koyun ve keçilerde uzun yıllardır solunum değişimi ve CH_4 emisyonunun nokta örneklemesini yapmak için yüz maskeleri kullanılmaktadır (Washburn ve Brody, 1937). Bu metodun kullanılabilmesi için hayvanların 24 saatlik periyotlar boyunca tekrarlanan 30 dakikalık ölçüm sürelerinde şekil 11'de olduğu gibi sternal yatış pozisyonunda kalmaları için eğitilmeleri gerekmektedir.



Şekil 11. Yüz maskesi metodu

Bu metodu kullanan araştırmacıların CH_4 emisyon değerleri, beslenme döngüsü ve CH_4 emisyonunun günlük modellerine göre alınan solunum değişimi ölçümlerinin sayısına ile zamanlamasına büyük ölçüde bağlı olduğu belirtilmektedir (Patra, 2016). Bununla birlikte, 24 saatlik ölçüm süresi boyunca birkaç hayvandan alınacak olan örneklemenin artırılarak daha fazla veri toplanması, tipik bir CH_4 emisyon modeli elde edilmesine yardımcı olacaktır. Yüz maskesi, kısa vadeli ölçüm olması sebebiyle çok sayıda hayvanın taranmasına imkân vermektedir. Fakat aynı hayvandan gün içinde ölçüm sayısı artırılması, belirgin rahatsızlık ve sıkıntıya neden olabilir hatta hayvanların davranışlarını ve gaz ölçüm sonuçlarını değiştirebilir.

GreenFeed metodu (GreenFeed Method)

GreenFeed (GF), hayvanlardan kaynaklı CH_4, CO_2 ve H_2 üretiminin ölçümü için Zimmerman, (2011) tarafından geliştirilen patentlenmiş bir metotdur. Bu metot bir hayvanın üniteyi ziyareti sırasında hayvanın tespit edilir ve otomatik yemleme sistemi aktif olur. Bu esnada hava akışı ve gaz konsantrasyonu ölçüm sistemleri bir gaz izleyici cihaz ile verileri kaydetmektedir (Şekil 12).

Şekil 12. Greenfeed metodu işleyişi (Hristov ve ark.,2015)

GF metodunda, CH_4 emisyonu hayvanların yemleri tüketmek için sistemi ziyaret ettiklerinde kısa bir süre içinde ölçülür. GF metodunun konsepti, tek bir hayvandan gün içinde farklı zamanlarda ölçülen çok sayıda kısa vadeli CH_4 emisyon değerini, hayvandan kaynaklanan ortalama günlük CH_4 emisyonunu tahmin etmek için bir araya getirilmesiyle elde edilmektedir. Günlük CH_4 emisyonu, RC yönteminde olduğu gibi aynı prensip kullanılarak hesaplanır; burada CH4 emisyon oranı, Huhtanen ve ark., (2015) gaz ölçüm miktarı için düzeltilmiş hacimsel hava akış hızı kullanılarak hesaplanması gerektiğini bildirmiştir.

CH_4(L/dak)=Cp(i)×(CH_4)c(i)-(CH_4)b(i))×Fair(i)/106

Burada, Cp(i) i zamanında havanın fraksiyonel yakalama oranıdır. (CH_4)c(i) ve (CH_4)b(i) sırasıyla i zamanında yakalanan gaz (ppm) ve arka plan CH_4 gazı (ppm) konsantrasyonlarıdır; ve Fair(i) i zamanında kuru gaz bazında ölçülen hacimsel hava akış hızıdır (L/dak). Bu metodun prensibi, doğru tahminlerini elde etmek için günlük emisyonun zaman içinde yeterli sayıda ölçüm yapılmasını gerektiğine ve hayvanların üniteyi gönüllü olarak ziyaret etmesine dayanmaktadır (Velazco ve ark., 2016). Fakat bazı hayvanlar yem kısıtlanmamasına rağmen GF ünitesini yeterli süre ziyaret etmeyebilir, ölçüm esnasında buna dikkat edilmelidir. GF yöntemi, hem kapalı hem de açık veya otlatma koşullarında SF_6 ve RC yöntemlerine göre bireysel hayvandan CH_4 emisyonlarının ölçümü için otomatik bir metod olarak daha düşük maliyetli bir alternatif sunmaktadır.

CH_4/CO_2 Oranı Metodu (CH_4/CO_2 Ratio Method)

CH_4:CO_2 oranı metodu, Madsen ve ark., (2010) hesaplanan CO_2 emisyonuna ve bir gaz analizörü kullanılarak ölçülen CH_4 ve CO_2 konsantrasyonlarına dayanarak bireysel hayvanlardan açığa çıkan CH_4 emisyonunu tespit etmektedir. Metod, Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) algılamaya dayalı bir gaz analizörü ile CH_4 ve CO_2 için hava örneklerinin aynı anda ölçülmesine dayanır ve izleyici gaz olarak hayvanların nefesinden alınan CO_2'yi kullanır. Hayvanlarda CO_2 emisyonu, enerji metabolizması, ısı üretimi ve solunum bölümü (RQ)

veya karbon dengesi tahminlerine dayanarak tahmin edilebilmektedir. (Madsen ve ark., 2010).

CH_4(g/gün)=CO_2×(g/gün)×(CH_4)BS-(CH_4)BG)/(CO_2)BS-(CO_2)BG

Burada (CH_4)BS ve (CO_2)BS sırasıyla nefes örneklerindeki CH_4 ve CO_2 konsantrasyonlarıdır; (CH_4)BG ve (CO_2)BG ise sırasıyla arka plan havasındaki CH_4 ve CO_2 konsantrasyonlarıdır. Yem alımı ve yemleme sıklığı ile ilişkili sindirim ve metabolik aktivite ve rumen fermantasyon modelindeki farklılıklardan kaynaklanan CH_4:CO_2 oranındaki günlük değişimler ve gaz örneklerinin kaynağı (örneğin, solunan hava, flatus ve gübre veya yataklık fermantasyonu) gibi çeşitli faktörler CH_4 emisyon ölçümünü etkileyebilir. Bununla birlikte, bu metot CH_4 üretimi yönünden genetik değerlendirmesi için büyük ölçekli veriler üretmek üzere kullanılabilir.

Taşınabilir Akümülasyon Odası metodu (Portable Accumulation Chamber Method)

Hava akışı olmayan bir RC metoduna benzetilen taşınabilir biriktirme odası (PAC) sistemi, 1-2 saatlik toplama süresi boyunca oksijen tükenirken dışarı verilen tüm gazları (CH_4, CO_2 ve diğer gazlar) yakalama görevi görür ve toplama süresinin sonunda tek bir CH_4 veya diğer gaz ölçümü alınır(Şekil 13).

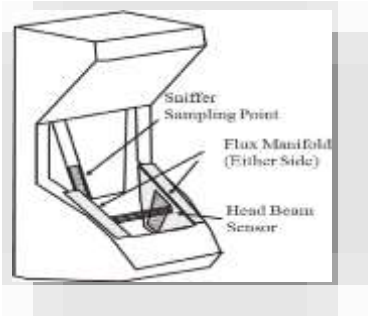
Şekil 13. Taşınabilir Akümülasyon Odası metodu (Pickett,2017)

CH4 emisyonu, CH4 konsantrasyonunun (arka plan için düzeltilmiş) Ölçülen değer, ayarlanmış net oda hacmiyle çarpılıp ölçüm süresine bölünmesiyle hesaplanır (Goopy ve ark., 2011; Hegarty, 2013). Artan oda CO_2 konsantrasyonunun olumsuz etkilerini göz ardı etmek için kullanım süresi kısıtlanmalıdır. Bu metot, genetik iyileştirme amacıyla büyük sürülerden düşük CH_4 üreten hayvanların taranması için yararlı olabileceği bildirilmektedir(Patra, 2016).

Sniffer Metodu (Sniffer Method)

ve ark., (2012), sağım sırasında sığırların çıkardığı havayı toplamak için otomatik sağım sisteminin yemliğine bir örnekleme girişi(genellikle "koklayıcı" tekniği olarak adlandırılan) yerleştirilmektedir. Yemliğin içerisine hayvanın ağzına yakın olacak şekilde CH_4 ve CO_2

konsantrasyonlarını ölçmek için veri kaydediciler yerleştirilir ve 1 saniyelik aralıklarla Şekil 13'de olduğu gibi kaydedilir.



Şekil 13. Sniffer metodu işleyişi

Bireysel hayvan tarafından salınan CH_4 oranını tahmin etmek için geğirme sıklığı ve geğirme başına salınan CH_4 değerleri kullanılmaktadır. Hayvanlardan salınan CH4 değerleri, yem teknelerinin geometrisinden, ağızlık hareketinden, ağızlık pozisyonundan ve yem teknelerindeki tutarsız hava karıştırma koşullarından etkilenmektedir (Huhtanen ve ark., 2015). Bu nedenle, bu tür bir koklama yönteminin CH4'ün belirli bir tutarlılıkla ölçülmesi için kullanılıp kullanılamayacağı konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Patra,2016).

El Lazer CH4 Dedektörü (Hand Laser CH4 Detector)

El lazer CH4 dedektörü (LMD) metodu, normal ortamdaki bir hayvanın burnuna veya ağzına yakın havadaki solunum ve geğirme sonucunda açığa çıkan CH4 konsantrasyonlarını ölçmektedir (Chagunda, 2013; Ricci ve ark., 2014). Elde edilen veriler, hayvanın solunum döngüsünü

temsil eden bir dizi tepe noktasından oluşmaktadır. Ölçümler hayvanın burun deliklerine yakın havada yapıldığından, Garnsworthy ve ark., (2012) sniffer metodundan farklı olarak ölçümler baş pozisyonundan etkilenmeyebilir. LMD sistemi; rüzgar hızı ve yönü, sıcaklık, nem ve atmosferik basınç gibi meteorolojik faktörlerden dolayı ölçümlerin doğruluğu ve hassasiyeti için yoğun emek gerekmektedir (Chagunda ve Yan, 2011).

Metan Başlık metodu (Methane Hood System)

Hayvanların beslenmesi esnasındaki CH4 emisyonlarını ölçmek için Troy ve ark., (2016) geliştirmiş olduğu bir metottur. Bu metot, grup halinde barındırılan bir ortamda bireysel hayvanlardan CH_4 çıkışını ölçmek için kullanılmaktadır. Prensipte bu yöntem GF sistemine benzemektedir ancak GF sisteminde olduğu gibi bir hayvanı ölçüm alanına çekmek için ekstra yem takviyesi sağlamaya gerek yoktur. Metan başlık metotu, CH_4 konsantrasyonlarını bir yem kutusunun üzerindeki hacmi kısmen kapatacak şekilde tasarlanmış bir başlıkta ölçer. Bu sistemin "doğal" ortamlarda grup halinde barındırılan bireysel hayvanlardan kaynaklanan CH_4 emisyonlarını ölçmek için daha iyi bir alternatif seçenek olabileceği bildirilmektedir (Patra,2016; Troy ve ark., 2016).

***In Vitro* Ölçüm Metodları (*In Vitro* Measurement Methods)**

Yemlerin besleyici değerini belirlemek için uzun yıllardır *in vitro* rumen fermantasyon teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır (McBee, 1953). İn vitro metotlar, rumen koşullarını simüle etmek için

geliştirilmiştir. Bu metotlarda yemler, rumen mikrobiyal faaliyetleri tarafından kontrollü bir şekilde laboratuvar koşulları altında uzun süreli veya kısa süreli fermente edilmektedir. İnkübasyon sırasında toplam gaz üretim hacmi belirlenir ve in vitro CH_4 üretim hacmini elde etmek için gazdaki CH_4 konsantrasyonu analiz edilir. Bu sistemle, toplam gaz üretiminin ve CH_4 üretiminin maksimum seviyesi ve gaz üretiminin kinetiği belirlenebilir. Gaz hacimleri, Hohenheim gaz üretim metodu veya Menke metodu (Menke ve ark.,1979) ve sıvı yer değiştirme sistemi (Beuvink ve ark.,1992) gibi atmosferik basınçtaki hacmini belirleyerek doğrudan veya manometrik bir cihaz, bilgisayarlı ve manuel, kayıtlara sahip bir basınç dönüştürücü cihaz ve basınç dönüştürücü ile gaz salma cihazının bir kombinasyonu kullanılarak sabit hacimli bir kapta gaz birikimine bağlı basınç değişikliklerini belirleyerek farklı tekniklerle ölçülmektedir. İn vitro rumen fermantasyon sisteminde gaz üretimini etkileyen faktörler; ortamdaki bikarbonat konsantrasyonları ve tepe boşluğu gaz bileşimi, kapalı ve havalandırmalı rumen kesikli kültür sistemi ve ortamda dağılan ve filtre torbalarında tutulan substrat gibi birçok faktörlerden CH_4 üretiminin etkilendiği belirtilmektedir (Patra, 2016). İn vitro metotlarda gaz ve CH_4 üretimini etkileyen birçok faktör olmasına rağmen, bu uygun maliyetli basit metotların kullanılarak CH_4 üretimi için yem maddelerinin ve katkı maddelerinin hızlı bir şekilde taramanın mümkün olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmektedir (Patra, 2016).

Sonuç

Genetik seçim için hayvanların taranması ile yemlerin ve yem katkı maddelerinin besinsel değerlendirmesi gibi farklı amaçlarla CH_4 üretimini ölçmek için mevcut birçok metot geliştirilmiş ve ölçümlerin doğruluğunu artırmak için araştırılmıştır. Mevcut yöntemlerin kısıtlamalarının üstesinden gelmek için birçok yeni metot geliştirilmektedir. Ancak, geliştirilen metotların her koşulda, CH_4 emisyonlarının güvenilir ölçümü için uygun değildir. Her yöntemin avantajları ve sınırlamaları vardır. Çalışmalarda, titizlik ve teknik uzmanlığın olması durumunda en tutarlı metodun RC metodu olduğu görülmektedir. Kısa süreli ölçüm metotları, SF6 veya RC gibi diğer tekniklere kıyasla nispeten daha ucuz, daha basit ve mobil olması nedeniyle avantajlara sahiptir. Tüm kısa vadeli ölçümler, yem alımına göre ölçüm zamanı ve ölçümden önceki aktivite seviyesi gibi çeşitli noktalarda değişkenlikler ile sonuçlanmaktadır. CH_4 emisyonlarında, hayvan içi ve hayvanlar arası günlük varyasyonların yüksek olması, kısa vadeli ölçüm metotları arasında farklılıklara neden olacaktır. Bu farklılıkları azaltmak için daha kısa süreli metotlarda, daha fazla sayıda hayvan ve ölçüm günü gerekmektedir. Geliştirilen tüm yeni metotların doğruluğunu artırmak için daha fazla araştırma kaynaklarına ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

Åkerholm, M., Salmén, L. (2003). The oriented structure of lignin and its viscoelastic properties studied by static and dynamic FT-IR spectroscopy

Arıkan Y. (2006). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü, metinler ve temel bilgiler, Bölgesel Çevre Merkezi REC Türkiye, Ankara.

Armsby, H. P. (1903). *The principles of animal nutrition: with special reference to the nutrition of farm animals*.

J. Wiley Bayraç, N. H., Doğan, E. (2016). Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri.

Beuvink, J. W. M., Spoelstra, S. F., & Hogendorp, R. J. (1992). An automated method for measuring time-course of gas production of feedstuffs incubated with buffered rumen fluid. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, *40*(4), 401-407.

Bhatta, R., Enishi, O. (2007). Measurement of methane production from ruminants. *Asian-australasian journal of animal sciences*, *20*(8), 1305-1318.

Brouček, J. (2014). Methods of methane measurement in ruminants. *Slovak Journal of Animal Science*, *47*(1), 51-60.

Canbolat, Ö. (2015). Süt sığırlarının beslenmesi ve rasyon hazırlama yöntemleri. Bursa. Medyay Kitabevi. ss: 450-458.

Chagunda, M. G. G., Yan, T. (2011). Do methane measurements from a laser detector and an indirect open-circuit respiration calorimetric chamber agree sufficiently closely?. *Animal Feed Science and Technology*, *165*(1-2), 8-14.

Chagunda, M. G. G. (2013). Opportunities and challenges in the use of the Laser Methane Detector to monitor enteric methane emissions from ruminants. *Animal*, *7*, 394-400.

Deighton, M. H., O'Loughlin, B. M., Williams, S. R. O., Moate, P. J., Kennedy, E., Boland, T. M., Eckard, R. J. (2013). Declining sulphur hexafluoride permeability of polytetrafluoroethylene membranes causes overestimation of calculated ruminant methane emissions using the tracer technique. *Animal Feed Science andTechnology*, *183*(3-4), 86-95.

Derno, M., Elsner, H. G., Paetow, E. A., Scholze, H., & Schweigel, M. (2009). A new facility for continuous respiration measurements in lactating cows. *Journal of dairy science*, *92*(6), 2804-2808.

Flesch, T. K., Wilson, J. D., Harper, L. A., Crenna, B. P., & Sharpe, R. R. (2004). Deducing ground-to-air emissions from observed trace gas concentrations: A field trial. *Journal of Applied Meteorology*, *43*(3), 487-502.

Friedlingstein, P., O'sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., ... & Zheng, B. (2022). Global carbon budget 2022. *Earth System Science Data Discussions*, *2022*, 1-159.

Garnsworthy, P. C., Craigon, J., Hernandez-Medrano, J. H., & Saunders, N. (2012). On-farm methane measurements during milking correlate with total methane production by individual dairy cows. *Journal of dairy science*, *95*(6), 3166-3180.

Goopy, J. P., Woodgate, R., Donaldson, A., Robinson, D. L., & Hegarty, R. S. (2011). Validation of a short-term methane measurement using portable static chambers to estimate daily methane production in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, *166*, 219-226.

Grainger, C., Clarke, T., McGinn, S. M., Auldist, M. J., Beauchemin, K. A., Hannah, M. C., ... & Eckard, R. J. (2007). Methane emissions from dairy cows measured using the sulfur hexafluoride (SF6) tracer and chamber techniques. *Journal of dairy science*, *90*(6), 2755-2766.

Hammond, K. J., Crompton, L. A., Bannink, A., Dijkstra, J., Yáñez-Ruiz, D. R., O'Kiely, P., ... & Reynolds, C. K. (2016). Review of current in vivo measurement techniques for quantifying enteric methane emission from ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, *219*, 13-30.

Harper, L. A., Denmead, O. T., & Flesch, T. K. (2011). Micrometeorological techniques for measurement of enteric greenhouse gas emissions. *Animal Feed Science and Technology*, *166*, 227-239.

Hegarty, R. S. (2013). Applicability of short-term emission measurements for on-farm quantification of enteric methane. *Animal*, *7*, 401-408.

Hook, S. E., Wright, A. D. G., & McBride, B. W. (2010). Methanogens: methane producers of the rumen and mitigation strategies. *Archaea*, *2010*.

Hristov, A. N., Oh, J., Firkins, J. L., Dijkstra, J., Kebreab, E., Waghorn, G., ... & Tricarico, J. M. (2013). Special topics—Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *Journal of animal science*, *91*(11), 5045-5069.

Hristov, A. N., Oh, J., Giallongo, F., Frederick, T., Weeks, H., Zimmerman, P. R., ... & Branco, A. F. (2015). The use of an automated system (GreenFeed) to monitor enteric methane and carbon dioxide emissions from ruminant animals. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (103), e52904.

Hu, E., Babcock, E. L., Bialkowski, S. E., Jones, S. B., & Tuller, M. (2014). Methods and techniques for measuring gas emissions from agricultural

and animal feeding operations. *Critical reviews in analytical chemistry*, *44*(3), 200-219.

Huhtanen, P., Cabezas-Garcia, E. H., Utsumi, S., & Zimmerman, S. (2015). Comparison of methods to determine methane emissions from dairy cows in farm conditions. *Journal of dairy science*, *98*(5), 3394-3409.

IPCC (2001). Cliamte change 2001. The scientific basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK

IPCC. (2006). Guidelines for national greenhouse gas inventories. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Kanagawa, Japan.

IPCC. (2014) Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Johnson, K., Huyler, M., Westberg, H., Lamb, B., & Zimmerman, P. (1994). Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a sulfur hexafluoride tracer technique. *Environmental science & technology*, *28*(2), 359-362.

Johnson, K. A., & Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of animal science*, *73*(8), 2483-2492.

Kaya, A., Kaya, H.,Çelebi, Ş. (2012). Ruminant Hayvanlarda Metan Üretimini Azaltmaya Yönelik Çalışmalar/Studies to Reduce The Production of Methane from Ruminant. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *43*(2), 197-204.

Knapp, J. R., Laur, G. L., Vadas, P. A., Weiss, W. P., & Tricarico, J. M. (2014). Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *Journal of dairy science*, *97*(6), 3231-3261.

Lashof, D. A., & Ahuja, D. R. (1990). Relative contributions of greenhouse gas emissions to global warming. *Nature*, *344*(6266), 529-531.

Lassey, K. R., Walker, C. F., McMillan, A. M. S., & Ulyatt, M. J. (2001). On the performance of SF6 permeation tubes used in determining methane emission from grazing livestock. *Chemosphere-Global Change Science*, *3*(4), 367-376.

Lassey, K. R. (2007). Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. *Agricultural and forest meteorology*, *142*(2-4), 120-132.

Laubach, J., Kelliher, F. M., Knight, T. W., Clark, H., Molano, G., & Cavanagh, A. (2008). Methane emissions from beef cattle–a comparison of paddock-and animal-scale measurements. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, *48*(2), 132-137.

Leahy, S. C., Kelly, W. J., Altermann, E., Ronimus, R. S., Yeoman, C. J., Pacheco, D. M., ... & Attwood, G. T. (2010). The genome sequence of the rumen methanogen Methanobrevibacter ruminantium reveals new possibilities for controlling ruminant methane emissions. *PloS one*, *5*(1), e8926.

Lockyer, D. R., & Jarvis, S. C. (1995). The measurement of methane losses from grazing animals. *Environmental Pollution*, *90*(3), 383-390.

Lockyer, D. R. (1997). Methane emissions from grazing sheep and calves. *Agriculture, ecosystems & environment*, *66*(1), 11-18.

Madsen, J., Bjerg, B. S., Hvelplund, T., Weisbjerg, M. R., & Lund, P. (2010). Methane and carbon dioxide ratio in excreted air for quantification of the methane production from ruminants. *Livestock Science*, *129*(1-3), 223-227.

McAllister, T. A., & Newbold, C. J. (2008). Redirecting rumen fermentation to reduce methanogenesis. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, *48*(2), 7-13.

McBee, R. H. (1953). A Manometric Method for the Evaluation of the Microbial Activity of the Rumen with an Application to the Utilization of Cellulose and Hemicelluloses. *Applied microbiology*, *1*(2), 106-110.

McGinn, S. M., Beauchemin, K. A., Iwaasa, A. D., & McAllister, T. A. (2006). Assessment of the sulfur hexafluoride (SF6) tracer technique for measuring enteric methane emissions from cattle. *Journal of environmental quality*, *35*(5), 1686-1691.

Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., & Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *The Journal of Agricultural Science*, *93*(1), 217-222.

Mitsumori, M., & Sun, W. (2008). Control of rumen microbial fermentation for mitigating methane emissions from the rumen. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *21*(1), 144-154.

Murray, P. J., Moss, A., Lockyer, D. R., & Jarvis, S. C. (1999). A comparison of systems for measuring methane emissions from sheep. *The Journal of Agricultural Science*, *133*(4), 439-444.

Navarro-Villa, A., O'Brien, M., López, S., Boland, T. M., & O'Kiely, P. (2013). In vitro rumen methane output of grasses and grass silages differing in fermentation characteristics using the gas-production technique (GPT). *Grass and Forage Science*, *68*(2), 228-244.

Özel, O., & Sariçiçek, B. (2009). Ruminantlarda rumen Mikroorganizmalarının varlığı ve önemi (derleme). *Tübav Bilim Dergisi*, *2*(3), 277-285.

Patterson, J. A. (1992). Rumen microbiology. *in-Chief Lederberg, J. Encyclopedıa of Microbiology. Academic press. Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers. New York*, *3*, 623-542.

Patra, A. K., Puchala, R., Animut, G., Gipson, T. A., Sahlu, T., & Goetsch, A. L. (2009). Effects of acclimatization on energy expenditure by meat goats. *Small Ruminant Research*, *81*(1), 42-54.

Patra, A. K. (2016). Recent advances in measurement and dietary mitigation of enteric methane emissions in ruminants. *Frontiers in veterinary science*, *3*, 39.

Pinares-Patiño, C. S., Lassey, K. R., Martin, R. J., Molano, G., Fernandez, M., MacLean, S., ... & Clark, H. (2011). Assessment of the sulphur hexafluoride (SF6) tracer technique using respiration chambers for estimation of methane emissions from sheep. *Animal Feed Science and Technology*, *166*, 201-209.

Pinares-Patiño, C. S., D'hour, P., Jouany, J. P., & Martin, C. (2007). Effects of stocking rate on methane and carbon dioxide emissions from grazing cattle. *Agriculture, ecosystems & environment*, *121*(1-2), 30-46.

Place, S. E., Pan, Y., Zhao, Y., & Mitloehner, F. M. (2011). Construction and operation of a ventilated hood system for measuring greenhouse gas and volatile organic compound emissions from cattle. *Animals*, *1*(4), 433-446.

Ricci, P., Chagunda, M. G. G., Rooke, J., M. Houdijk, J. G., Duthie, C. A., Hyslop, J., ... & Waterhouse, A. (2014). Evaluation of the laser methane detector to estimate methane emissions from ewes and steers. *Journal of Animal Science*, *92*(11), 5239-5250.

Sejian, V., Lal, R., Lakritz, J., & Ezeji, T. (2011). Measurement and prediction of enteric methane emission. International journal of biometeorology, 55(1), 1-16.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V., Rosales, M., Rosales, M., & de Haan, C. (2006). Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food & Agriculture Org

Şahin, G., & Avcıoğlu, A. O. (2016). Tarımsal üretimde sera gazları ve karbon ayak izi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, *12*(3), 157-162.

Storm, I. M., Hellwing, A. L. F., Nielsen, N. I., & Madsen, J. (2012). Methods for measuring and estimating methane emission from ruminants. *Animals*, *2*(2), 160-183.

Takahashi, J., Chaudhry, A. S., Beneke, R. G., & Young, B. A. (1999). An open-circuit hood system for gaseous exchange measurements in small ruminants. *Small Ruminant Research*, *32*(1), 31-36.

Tomkins, N. W., McGinn, S. M., Turner, D. A., & Charmley, E. (2011). Comparison of open-circuit respiration chambers with a micrometeorological method for determining methane emissions from beef cattle grazing a tropical pasture. *Animal Feed Science and Technology*, *166*, 240-247.

Troy, S. M., Duthie, C. A., Ross, D. W., Hyslop, J. J., Roehe, R., Waterhouse, A., & Rooke, J. A. (2016). A comparison of methane emissions from beef cattle measured using methane hoods with those measured using respiration chambers. *Animal Feed Science and Technology*, *211*, 227-240.

Velazco, J. I., Mayer, D. G., Zimmerman, S., & Hegarty, R. S. (2016). Use of short-term breath measures to stimate daily methane production by cattle. *Animal*, *10*(1), 25-33.

Yurtseven, S., 2010. Küresel Isınma Hayvancılık Metan. http://www.lansydanismanlik.com.tr/cevre/index.php?option=com_content&view=article&id=149:hayvancilik-vekuresel-isinma&catid=3:makaleler 23.02.2012

Zaman, M., Kleineidam, K., Bakken, L., Berendt, J., Bracken, C., Butterbach-Bahl, K., ... & Müller, C. (2021). Methane Production in Ruminant Animals. *Measuring Emission of Agricultural Greenhouse Gases and*

Developing Mitigation Options using Nuclear and Related Techniques: Applications of Nuclear Techniques for GHGs, 177-211.

Zimmerman, P. R. (1993). *U.S. Patent No. 5,265,618*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Zimmerman, P. R. (2011). *U.S. Patent No. 7,966,971*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Washburn, L. E., & Brody, S. (1937). Growth and development with special reference to domestic animals. XLII, Methane, hydrogen and carbon dioxide production in the digestive tract of ruminants in relation to the respiratory exchange.

Williams, M., Amann, M. Anenberg, S. Emberson, L. Flanner, M. Klimont, Z. Kuylenstierra, J., Muller, N. Rosenthal, E. Schwartz, J. Shindell, D. Van Dingenen, R. Vallack, H. Vignati, E. Aunan, K. Cifuentes, L. Faluvegi, G. Milly, G. Oanh, N.T.K. Panwar, T.S. Walsh, M. & Zusman, E. (2011). Options for policy responses and their impacts. In Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone, United Nations Environment Programme and World Meteorological Organization, pp. 158-233.

Williams, S. R. O., Clarke, T., Hannah, M. C., Marett, L. C., Moate, P. J., Auldist, M. J., & Wales, W. J. (2013). Energy partitioning in herbage-fed dairy cows offered supplementary grain during an extended lactation. *Journal of Dairy Science*, *96*(1), 484-494.

Wright, A. D. G., & Klieve, A. V. (2011). Does the complexity of the rumen microbial ecology preclude methane mitigation?. *Animal feed science and technology*, *166*, 248-253.

BÖLÜM 7

KIRSAL ALANIN KALKINMASINDA ÖNEMLİ BİR İTİCİ GÜÇ: KIRSAL TURİZM

Zir. Yük. Müh. Abdulkadir ERGÜN[1+]

Doç. Dr. Nuray DEMİR[1*]

[1] [1+]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, Türkiye. ORCİD No: 0000-0001-8194-8765
E-mail:akadirergun25@gmail.com
1* Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, Türkiye.. ORCİD No: 0000-0001-5670-6801, E-mail:ipcioglu@atauni.edu.tr
(Sorumlu yazar)

1. GİRİŞ

Kırsal Turizm nedir?

Turizmin için birçok farklı tanımlama yapılmaktadır. Dünya Turizm Örgütü tanımlamasıyla turizm, sürekli bir kalışı içermemek ve gelir elde etmek üzere bir işle meşgul olmamak kaydıyla bireylerin bir başka yere hareketlilikleri ve geçici konaklamalarından ortaya çıkan olay ve ilişkilerdir. Bu tanımdan yola çıkıldığında anlaşılacağı üzere turizm faaliyetlerinde konaklamalar geçicidir, hareketlilikler kazanç elde etmekten uzaktır ve sonuç olarak kişiler sürekli ikametgâhlarına geri dönerler.

Nihayetinde insanların sağlık, eğlenme ve dinlenme, kültür, sanat, spor araştırma, dini inanç, toplantı ve kongre ve benzeri hareketliliklerinden oluşan ve turizm olarak adlandırdığımız faaliyetler dizini genel olarak turizmin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Faaliyetlerin ve hareketliliklerin içerikleri, katılımcıların yaş grupları, sayısı, geldikleri yer (iç ve dış turizm), sezon, konaklama yapılacak yerlerin özellikleri ve şekilleri, ulaşım araçları, finansman türü, ekonomik ve sosyal açıdan içeriği gibi birçok kriter doğrultusunda sınıflandırması yapılan turizmin gittikçe önem kazanmaya başlayan türlerinden biri de Kırsal Turizm'dir.

Kırsal Turizm, Dünya Turizm Örgütü tanımlamasıyla kentsel alanların dışında gerçekleştirilen turizm aktiviteleridir. Kırsal alanlarda ekolojik sürdürülebilirlik temelinde, gerçekleştirildiği bölgeye özgü ürün ve hizmetlerle, bölgenin sosyal ve kültürel çeşitliliğini değerlendiren,

güvenli ve huzurlu bir ortamda uygulanan, doğal, kültürel ve kırsala özgü yaşam tarzlarını deneyimleme odaklı turizm faaliyetleri genel olarak kırsal turizm faaliyetleri olarak isimlendirilmektedir. Bu noktadan yola çıkarak kırsal turizm; kırsal alanda yerleşik halk tarafından sunulan sosyal ve kültürel değerlerle iççice, kırsal bölgeye özgü ürün ve hizmetleri, doğal yapı ve kaynakları, görmek, öğrenmek, deneyimlemek amacıyla gerçekleştirilen turizm faaliyetleridir." (Özçatalbaş, 2000).

Turizmin gelişimde dönüm noktaları arasında en önemli küresel olaylar arasında Sanayi Devrimi gösterilmektedir. Dönem itibariyle teknolojik gelişmeler üretim faaliyetlerinde makinalaşmayı ve haliyle insan yaşamında serbest zamanların artmasını, bu durum karşısında da serbest zaman değerlendirme aktivitelerine yönelimi getirmiştir. Yine bu dönemde gelişen teknoloji ulaşım araçlarının da gelişmesine, mesafe-zaman ilişkisinde kazançlara neden olduğundan insanların farklı gerekçelerle farklı yerlere ulaşımlarında da kolaylıkları getirmiş ve doğal olarak turizm hareketlilikleri talep bağlamında artmaya başlamıştır. Artan talep arz tarafında da itici güç olarak etki göstermiş ve nihayetinde turizm gelişen bir sektör haline gelmiştir. Başlangıçta kitlesel faaliyetler dizini şeklinde gelişim gösteren sektör süreç içerisinde özellikle sanayi yoğun kentler ve gelişmiş ülkelerden başlayarak değişim göstermiştir. Kent yaşamının yoğun, stresli ve bunaltıcı hal alması ve dolayısıyla monoton çalışma ortamlarından kaçış isteği, küresel baz da yaşanan sağlık ve benzeri sorunlar turizmde kitlesel hareketliliklerden bireysel ve butik hareketliliklere yönelimi

beraberinde getirmeye başlamıştır. Bu hareketlilikler ise genel itibariyle kırsal alanlara ve alternatif programlara doğru olmuştur. Oluşan hareketlilikler kırsal alanlarda gerçekleşen kırsal turizm faaliyetlerinin gelişimini sağlamıştır (Halloway ve Taylor, 2006).

Kırsal alanlardan kentsel alanlara yaşanan göçlerde kentsel yaşam içerisinde yer alan bireylerin önceki hayatları ve yerleşim yerleriyle bağları tamamen kopmamıştır. Ailelerini, akrabalarını ziyaret maksatlı kırsal alanlara gerek günübirlik rekreatif faaliyetler gerekse kısa süreli konaklamalı seyahatler gerçekleştiren bu bireyler bir iç turizm hareketi olarak kırsal alanda turizm hareketi oluşturmaya başlamışlardır. Zaman içerisinde ulaşım imkanlarının artması, dinlenme, eğlenme, keşfetme, kültürel deneyim elde etme ve daha birçok nedenle kırsal alanlara yönelim hareketliliklerin uzun soluklu gerçekleşmesine ve uluslararasılaşmasına da neden olmuştur (Akça, 2004).

Kırsal turizmin gelişiminde bu etkenlere ilaveten bireylerin kırsal alanlara yönelik merakları, farklı kültürleri görme, deneyimleyerek öğrenme arzuları, ekolojik yaşama yönelik bilincin gelişmesi, eğlenme, sağlıklı ve doğal yaşam, kırsal alanlarda düzenlenen festivaller, şenlikler gibi organizasyonlar, nostalji hissiyatı, kırsal alanlarda halen devam eden samimi ilişkiler ve misafirperverlik gibi birçok neden sayılabilir (Çeken, 2012).

Literatürde kırsal turizme yönelik tanımlandırma ve adlandırmada eko-turizm, agro-turizm, çiftlik turizmi, köy turizmi gibi birçok ifade bulunmaktadır. Bunların hepsi içerik, uygulanma şekli ve benzeri

özellikleri, kırsal alanlarda gerçekleşmesi gibi yönleriyle aynı noktaya odaklanmaktadır. Genel bakış açısıyla kırsal alanın sadeliği ve doğallığı karşısında turizmin daha çok modern yaşamla ilişkilendirilen bir yapısı bulunmaktadır. Dolayısıyla bu iki kavramın bir arada anılmasına ilişkin çelişkiler oluşmaktadır. Ancak uygulamada kırsal ve turizm birlikteliğiyle elde edilen sonuçları değerlendirildiğinde kırsal turizm özellikle günümüzde çevre odaklı kalkınma hedeflerine ulaşmada en önemli araçlardan biri haline gelmiştir (Alvaro, vd.,2017).

İçerik açısından değerlendirildiğinde kırsal turizm kırsal alanlarda ürün ve hizmet anlamında çeşitliliği sağlamanın en etkili alternatiflerinden birisidir. Üstelik uygulayıcı aktörler olan kırsal alanda yerleşik nüfusun gündelik hayatlarında uyguladıkları işlerden ari bir şekilde ek bir efor sarf etmeden uygulayabilecekleri bir faaliyet alanıdır (Fleisher, 2005). Bu yönüyle, geleneksel boyutu olan tarım ve hayvancılık faaliyetlerini devam ettirebilecekleri, verim artışı sağlayabilecekleri ve sektörleriyle bağlantılı diğer endüstriyel alanlarla bağlayıcı, birleştirici, gelişim sağlayıcı bir yönü bulunmaktadır (Sharpley, 2002).

Uygulama içerikleri değerlendirildiğinde doğa aktiviteleri ile iç içe olması, kırsal alandaki tarım ve hayvancılık faaliyetlerine dayalı yönünün bulunması, kentsel alanın yoğun ve yorucu ortamından uzak, manzara, doğa ve çevresel çekiciliklere yönelimi desteklemesi, katılımcıları açısından kırsal yaşamın deneyimlenmesi arzusuna hitap etmesi ve bu doğrultuda geleneksel ve sade konaklama alternatiflerini destekleyici yönleri kırsal turizmi oldukça geniş bir yelpazede değerlendirme olanağı oluşturmaktadır (Sharpley, 2007).

Turizmin genel bakış açısıyla deniz ve plaj turizmi bakış açısından alternatif alanlara evrilmesi sektörden elde edilecek ekonomik getirinin farklı coğrafyalara yayılmasına imkân tanımaktadır. Bu anlamda kırsal turizm en uygun alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Kırsal turizm içerik boyutuyla kültürel ve doğal mirasın korunmasına, yaşatılmasına ve sürdürülebilirliğin sağlanmasına da elverişli bir özelliktedir (Ergün, 2023).

Kırsal turizm yıl içerisinde özel bir sezona bağlı gerçekleştirilmeyen ve coğrafik şartlara ve iklime göre kesintisi bulunmayan yıl içerisinde her dönem gerçekleştirilebilecek bir yapıdadır. Mevsimlik olmayan içeriği nedeniyle turizm faaliyetlerinin yıl geneline yayılmasına da müsaittir (Soykan, 2003).

Kırsal Turizmin Önemi:

Turizm bir ekonomik faaliyet alanıdır. Genel bir değerlendirmeyle hali hazırda sektörel bazda dünyada en gelişmiş üçüncü sektör konumundadır ve birçok ülkenin ekonomisinde ve kalkınmasında önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda kırsal turizm de kalkınmanın özellikle kırsal alanların kalkındırılmasının önemli araçları içerisinde yer almaktadır (UNWTO, 2020).

Son yıllarda kalkınma kavramı sürdürülebilirlikle birlikte ele alınmakta, ekonomik ve sosyal boyuta ilaveten çevresel etkilerin de dikkate alınmasına vurgu yapılmaktadır. Bu ilişki şekil 1'de gösterilmektedir. Bu kapsamda şekil incelendiğinde kırsal kalkınma da turizmin rolü ve önemi oldukça net bir şekilde anlaşılabilmektedir.

Tanımlardan ve özelliklerinden yola çıkarak kırsal turizm faaliyetleri kırsal alanda yerleşik halk tarafından uygulanan bir turizm çeşididir. Buna göre kırsal turizm faaliyetlerinde kırsala özgü yaşam şekilleri deneyimlenmektedir. Kırsal alanda yetiştirilen doğal ürünler, yaşam şekilleri, örf adetler gibi kültürel değerler çeşitlendirilerek turistlerin hizmetine sunulmaktadır. Yani kırsal alanda yaşayan ve ana aktör konumundaki yerleşik halk, gündelik yaşamlarından ayrı ekstra bir yatırım yapma ve benzeri gibi bir efor sarf etmeden ilave gelir elde etme fırsatı bulmaktadırlar (Avcıkurt ve Köroğlu, 2008).

Şekil 1. Sürdürebilir kalkına ve Kırsal Turizm İlişkisi (Shen, vd. 2008)

Kırsal turizm uygulama alanlarında yaşanan gelişim ve misafirlerin talepleri doğrultusunda ürün ve hizmetlerin sunumu bağlamında yeni iş ve istihdam olanaklarının doğması kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu durum yörede yaşayan gençler ve özellikle de kadın nüfus için iş ve istihdam ve dolayısıyla gelir elde etme olanağı anlamına gelmektedir. Artan gelir yörede ekonomik kalkınma yanı sıra sosyal refahın da artmasına neden olmaktadır. Ekonomik ve sosyal refah yaşam

kalitesinin yükselmesini dolayısıyla kırsal alanlardan kentsel alanlara göçün önlenmesine de fayda sağlayabilecek potansiyele sahiptir (WTO,1998)

Dünya'da Kırsal Turizm:

Dünya genelinde farklı coğrafyalar ve pazar hareketlilikleri incelendiğinde gelişim süreçleri ve rekabetin getirdiği yönelimlerin turizm sektörünü de etkilediği görülmektedir. Turizm sektörü ekonomik alanda olduğu kadar politik süreçler, sosyal, kültürel ve hatta çevresel eğitimlerle çok geniş perspektifte ele alınmaktadır. Sadece gelişmiş ülkeler açısından değil gelişmekte olan ülkelerde de ekonomik, sosyal ve kültürel potansiyeli değerlendirmek, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak üzere turizm faaliyetlerine önem verilmektedir. Bu doğrultuda oluşturulan plan programlarla bir taraftan istihdam alanları oluşturulmakta, ekonomik gelişim ve mevcut işgücü kaynaklarında sürdürülebilirlik sağlanmakta diğer taraftan elde edilen gelişim doğrultusunda nüfusun yaşam kalitesi artırılmakta ve standartlar yükseltilmeye çalışılmaktadır. Kırsal alanlarda var olan ve yaşatılmaya çalışılan kültürel değerler, sosyal ve ekonomik boyutta değerlendirilmekte, korunmakta atıl durumdaki işgücüyle birleştirilerek ekonomiye kazandırılmaktadır. (Gürbüz ve ark. 2002)

Özellikle sanayi devrimi ve sonrasında sanayileşmenin getirdiği bir etki olarak gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere birçok ülkede kentleşme yoğunlaşmaya başlamıştır. Kırsal alanlardan istihdam olanaklarının azlığı nedeniyle kentsel alanlara doğru nüfus

hareketliliklerini zorunlu hale gelmiştir. Bu durum kırsal alanlarda tarımsal faaliyetlerin özellikle işgücü anlamında sorunlar yaşamasına neden olmuştur. Öte yandan, yoğun kent yaşamı ve beraberinde getirdiği sorunlar da insan yaşamında olumsuz etkilere neden olmuştur. Bunun sonucu olarak, sağlıklı yaşam tarzlarına yönelimler, yoğun kent yaşamı ve etkilerinden uzak dinlenme amaçlı kırsal alanlara yönelik hareketlilikler artmaya başlamış ve bu durum bir süre sonra iç turizm hareketlilikleri şeklinde gelişim göstermiştir. Tarımsal üretimde sorunların yaşandığı bu dönemde, kırsal alanların kalkındırılmasına yönelik çalışmalar ile bu hareketlilikler değerlendirilmeye başlanmış ve çeşitli plan programlarla desteklenmiştir. Kısa sürede önemli pozitif etkilerin sağlanması kırsal alanda iş ve istihdam olanaklarını arttırmış, göçü tersine çevirmiş, ekonomik, kültürel, sosyal ve çevresel gelişimi de beraberinde getirmiştir. Ardından birçok ülke bu alanda kalkınma planlarının oluşturulmasında kırsal kalkınma çalışmalarında kırsal turizmin değerlendirilmesine odaklanmıştır (Özçatalbaş, 2000).

Birçok coğrafyada kırsal turizm ve getirileri örnek alınacak kadar ses getirmiştir. Bu etkilerin en önemlileri arasında kırsal alanda yerleşik nüfus içerisinde kadınların iş gücü ve istihdama kazandırılmaları yer almaktadır. Girit adasında kırsal yerleşkelerde kadınlar kırsal turizm etkinlikleri sayesinde özellikle aile ekonomiklerine katkı sağlamaya başlamıştır. Kıbrıs'ta bağcılık işleriyle uğraşan köylülerin gündelik işleri içerisinde üretim faaliyetlerini tanıtma, yaşam şekillerini deneyimlemek isteyenlere sunma amaçlı gerçekleştirdikleri programlarda safari etkinlikleri, yöresel yemeklerin sunumu, kültürel

etkinlikler uygulama yerellerinin önemli bir kırsal turizm destinasyonu haline gelmelerini sağlamıştır. Malezya'da tropikal meyve üretimi gerçekleştirilen bölgelerde oluşturulan ve yerel yaşamı yansıtan konaklama alanları uluslararası düzeyde tercih edilmeye ve yöre halkına gelir elde etme fırsatı sunmaya başlamıştır (Gürbüz ve ark., 2002).

Başlangıçta iç turizm hareketlilikleriyle dikkat çeken kırsal turizm faaliyetleri Amerika'da, Avrupa'da, Afrika, Asya ve Avustralya'da bir çok ülkede çok çeşitli ürün ve hizmet sunumuyla alternatif gelişim ve kalkınma alanları içerisinde yer almaya başlamıştır. Ülkeler ekonomik, sosyal, kültürel ve çevresel sürdürülebilirlik ve gelişim için, mevcut değerlerin korunması için, iç göçü kontrol altına almak ve düzenlemek, bölgeler arasında var olan ve sorun oluşturmaya başlayan gelişmişlik farklarının giderilmesi, problemlerin ortadan kaldırılması için kırsal turizmi yeni ve etkili bir araç olarak değerlendirmeye başlamıştır (Soykan, 2000)

Avrupa'da Kırsal Turizm:

Kırsal Turizm alanında kırsal kalkınmaya yönelik planlı yatırımların gerçekleştirildiği en popüler destinasyonlara Avrupa ülkelerinde rastlanmaktadır. İtalya'da büyük ölçüde tarımsal faaliyetlere dayalı ekonomiye sahip kırsal bölgelerde ev pansiyonculuğu hizmetleri şeklinde gözlemlenen Kırsal Turizm faaliyetleri, Portekiz'de balıkçı köylerinde değişik konaklama alternatifleriyle, Avusturya'da dağcılık ve doğa aktiviteleriyle, İngiltere'de çiftlik turizmi, İspanya'da kültürel

festivallerle, Yunanistan'da organik tarım, Çek Cumhuriyeti'nde spor aktiviteleri, Almanya'da doğa gezileri, tarihi mekanların ziyaretleri, sergiler, binicilik, sürücülük ve avcılık faaliyetleriyle değerlendirilmektedir (Özgen, 1995).

İstatistikler bugün Avrupa şehirlerinde yaşayanların %35 'inin tatil için kırsal alanları tercih ettiklerini göstermektedir. Bu hareketliliklerin en büyük nedeni olarak şehir hayatının yoğun ritmi gösterilmektedir. Araştırmalar ayrıca halkın %20 'lik kesiminin tatillerini kendi planlamalarıyla rehberli aktif turizm faaliyetleriyle birleştirdiklerine işaret etmektedir. Yarım asra yakın dönemdir çok daha popüler olmuş durumdaki kırsal turizm faaliyetleri için Fransa'da güney kesimde yer alan Alsace bölgesi başlangıç örnekleri arasında ilk sıralardadır. 50'li yıllarda tarımsal alanda yaşanan ve gelir kaybının had safhaya ulaştığı dönemlerde birçok çiftçinin kentsel alanlara yönelmesi ardından Fransız hükümetinin göçü durdurmak üzere turist kabul edecek çiftlikler oluşturma yönündeki politikaları kırsal turizmin gelişimini beraberinde getirmiştir. Günümüzde Fransa kırsal turizm alanında kendi statüsünü kazanmış durumdadır ve devlet bütçesine yıllık 1 milyar doların üzerinde bölge bütçelerine ise 3 milyar doları aşan bir getiri sağlamaktadır (Boiko, 2020).

Daha detaylı olarak ülkeler özelinde değerlendirildiğinde, Fransa'da gayrisafi milli hasılaya %7 'nin üzerinde katkı sağlayan iki yüz binin üzerinde turizm işletmesi içerisinde kırsal turizm işletmelerinin rolü oldukça yüksektir. 1951 yılına takvimlendirilen kırsal turizm faaliyetleri köy evleriyle başlamış, 1970'ler itibariyle çevresel etki

yönlü çalışmalarla desteklenmiş ve günümüzde Yeşil Tatil Köyleri ile popülerlik kazanmaya örnek teşkil etmeye başlamıştır. Ülkede politik düzeyde önemli ölçüde ele alınan kırsal turizm faaliyetlerini, turistlerle kırsal alanda yerleşik halkın buluşturulması, turizmin tüm aktörleri arasında yakınlaşma sağlanması, girişimcilik ve girişimci yaklaşımların desteklenmesi ve geliştirilmesi, sorumluların hareket geçirilmesi gibi dört ana eksende ilerlemektedir (Aydın, 2012).

Doğal kaynakların sürdürülebilirliği ve korunması anlamında daha duyarlı sosyal ve kültürel eğilimlerin artması ile birlikte çevre dostu yeni turizm girişimlerine yönelimin arttığı ve oldukça da geliştiği bir diğer ülke İtalya'dır. Sektörde sanat ve mimari mirasın değerlendirmesi, lezzet yolları adı altında rotaların oluşturulması, küçük kasaba dernekleri kurulması yoluyla birbirine entegre ağların teşvik edilmesi, güneş-plaj ve tarihi mekanlar odaklı turizm faaliyetleri yanısıra iç bölgeler ve kırsal alanlardaki potansiyelin turizm alanında değerlendirilmesi sağlanmıştır (Pineiro ve ark, 2019).

İtalya'da kırsal turizm faaliyetlerinin doğuşunda en önemli etken kırsal alanda göçlerden kaynaklı olarak yaşanan nüfus kaybı ve tarımsal faaliyetlerde yaşanan sorunlardır. Yaşanan göçler 80'li yıllarda kırsal nüfusta yüzde 10'lara varan azalmaya neden olduğu için tarımsal turizm fikrinin ortaya atılmasıyla kırsal turizme daha fazla yönelim başlamış ve bugün faaliyetler sivil toplum kuruluşlarıyla da desteklenmektedir. İtalya günümüzde sayısı 15 bine ulaşan işletme ve 150 bin üzerinde yatak kapasitesiyle ve çiftlik ürünlerinin satışı, balıkçılık, doğa gezileri, yiyecek içecek hizmetleri, hasat festivalleri, kamping gibi faaliyetlerle

Avrupa'nın hatırı sayılır destinasyonlarından biri haline gelmiştir. Başlangıç amaçları olan kırsal alandan göçün azaltılması, tarımsal üretim alanında iş ve zaman kayıplarının önlenmesi, istihdam olanaklarının artırılması gibi birçok konuda gelişim kaydedilmiş, turizmin gelişimi, alternatif turizm aktivitelerinin geliştirilmesi sağlanmıştır (Aydın, 2012).

Göç ve beraberinde gelen sorunların tetiklediği olumsuz etkilerin giderilmesi amacıyla kırsal alanlara oluşan turizm taleplerini değerlendiren bir başka ülke olan İspanya da bir diğer Avrupa ülkesidir. Kırsal alanda nüfus kaybının önüne geçilmesi, kırsal ekonominin çeşitlendirilmesi suretiyle geliştirilmesi, çiftlik etkinliklerinin kalitesi ve kapasitesinin artırılması, çevre ve doğal kaynakların korunması, çevre bilinci oluşturulması, turizmin geliştirilmesi alternatif alanlarda mevcut kapasite ve kaynakların değerlendirilmesi amacından yola çıkarak desteklenen kırsal turizm aktiviteleriyle İspanya hedeflerine en çok ulaşan ülkeler arasında yer almaktadır. Deniz – Kum – Güneş üçlüsüyle bilinen ve bu anlamda da önemli bir turizm destinasyonu olan ülkede kırsal alanların ve kaynakların plan ve projelerle desteklenerek turizme kazandırılması, ülkenin dünya turizminde önemli bir yer elde etmesini ve turizm konusunda başarılı ülkeler arasında yer almasını sağlamıştır (Soykan, 2000).

Hem ürün ve hizmet sunumunda hem de gelir artışı ve hedeflenen gelişim konusunda heterojen bir yapının etkin olduğu İspanya'da kırsal turizm uygulanan destekleme plan ve programlarının da etkisiyle ekonomik kalkınmada kilit bir role sahip olmuştur. İspanyol turizm

destinasyonları, yeni deneyimler elde etmek isteyen yerli ve yabancı turistlerin taleplerinin artması doğrultusunda ürün ve hizmet sunumlarını çeşitlendirmiştir. Gastronomi, kültür, sanat, inanç ve etnik çeşitlilik rotaları, macera, sağlıklı ve doğal yaşam gibi birçok rotayla gelişim gösteren farklı destinasyonlar genel itibariyle İspanya'yı dünya turizm literatüründe üst sıralara taşımıştır (Martinez, 2019).

Kırsal alanlarda turizm faaliyetleri konusunda 150 yılı aşkın bir geçmişse sahip diğer bir Avrupa ülkesi olan Almanya, kırsal turizm faaliyetlerine orta gelirli işçi sınıfı çalışanların mükafat tatillerinin kırsal alanlarda uygulanması yoluyla başlamış, süreç içerisinde özellikle kadın ve genç nüfusun istihdamında turizmi en çok değerlendiren, girişimciliği en etkili kullanan ülkelerden biri durumuna gelmiştir. Çiftlik turizmine ve yeşil tatil olanaklarına odaklanmış olan ülkede kırsal turizm faaliyetleri dünyanın birçok yerinden tarımsal faaliyetlere ilgi duyan turistlerin ilgi odağı durumundadır. Kalite belgesi uygulamalarıyla turizm faaliyetlerini üst kademelere taşıyan ülkede kurumsal yapılar oluşmaya başlamıştır. Ülke çiftlik faaliyetlerini kullanarak 200 bine yaklaşan kırsal turizm yatak kapasitesi ve yılda 100 günü aşan geceleme potansiyeliyle sektörde öncü ülkelerden biridir (Şanlı, 2004).

Avrupa'da kırsal turizm faaliyetlerine yönelim günübirlik hareketliliklerle de kendini göstermektedir. Bu anlamda en gözde ülkelerden biri İngiltere'dir. Ülkede her ne kadar kırsal alandaki turizm aktivitelerinin çevreye verdiği negatif etkiler konusunda görüş belirten bir kesim bulunsa da kırsal turizmin ülkenin çok az bir diliminde

uygulandığı ve bunun artırılması gerektiği fikrinde olanların sayısı ve girişimleri azımsanmayacak miktardadır. Ülkede kırsal turizm aktiviteleri günübirlik ve süreli konaklamalı olmak üzere, binicilik, doğa gezileri, serbest zaman etkinlikleri, kırsal alanda konaklama ve dinlenme, çiftlik faaliyetleri odaklı uygulanmaktadır (Soykan, 2006).

İngiltere Avrupa'daki birçok ülkenin aksine kırsal turizm faaliyetlerine çok sonra yönelmiş olmasına rağmen kırsal alandaki turizm faaliyetleri tatilleri için yeni yol ve destinasyonlar arayan turistler ve tarımsal faaliyetlerden elde edilen gelirlerini artırmak isteyen çiftçiler için oldukça popüler hale gelmiştir (Frater, 1983).

Avrupa'da kırsal turizm alanında gerek Avrupa Birliği programları ve fonları gerekse ikili iş birliği programlarıyla gelişim gösteren ülkelerden bir diğeri Yunanistan'dır. Ülkede özellikle kuzeyinde yer alan kırsal alanlar başta olmak üzere ülke geneline yayılan bir konaklama ağ sistemiyle kırsal turizm faaliyetleri uygulanmaktadır. Çiftlik hizmetleri, konaklama, kahvaltı hizmetleri başta olmak üzere yiyecek içecek hizmetleri sunumu, organik ve sağlıklı yaşam odaklı ürün ve hizmetlerin sunulduğu kırsal turizm faaliyetlerinde Yunanistan birçok farklı alternatifle kırsal alanda yerli yabancı turistlere hizmet vermektedir (Doğan, 2017)

Özellikle Avrupa Birliği fonlarıyla canlandırılan ve ülkenin önemli destinasyonlarından biri olan Halkidiki bölgesi gibi dağlık ve dezavantajlı bölgelerde yerel kaynakların kullanılması, istihdam oluşturulması, kırsal alanda yerleşik nüfusun gelirlerinin iyileştirilmesi,

örgütlenme yeteneklerinin geliştirilmesi, mevcut doğal ve kültürel mirasın korunması sağlanmıştır. Ülke genelinde kırsal alanlarda ürün ve hizmetler boyutunda çeşitlilik sağlanması, yerel ürünlerin üretiminin teşvik edilmesi, kültürel değerlerin korunması ve yaşatılması, eğlence, konaklama ve yiyecek-içecek sektöründe hizmet sunumunda gelişim sağlanması kırsal turizm faaliyetleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (Iakovidou, 2002).

Fransa ile ikili iş birliği programlarını, Avrupa Birliği'nin mali yardım programı kapsamında uygulanan fon desteklerini değerlendiren Yunanistan'da ev pansiyonculuğu, stüdyo tipi evler, ortak mutfak kullanımı sunan konaklama alanları, apartlar, geleneksel mimariye sahip yerleşkeler, oteller, misafirperverliğin ön plana çıkarıldığı tanıtım ve pazarlama aktiviteleri en çok dikkat çeken öğelerdir. Son yirmi yıllık süreçte kırsal turizmin birçok çeşitliliğiyle ön planda olduğu gerek kırsal alanda yatırım ve istihdam olanaklarının artırılması gerekse de gelir ve yaşam kalitesinin turizm faaliyetleri aracılığıyla yükseltilmesi anlamında Yunanistan örnek ülkeler arasında yer almaktadır (Soykan, 2006).

Genel değerlendirmeyle Avrupa incelendiğinde kırsal turizm kırsal kalkınma politikalarının bir parçası olarak ele alınmış ve uygulamada elde edilen olumlu etkilerle bugün oldukça önemli yol kat edilmiştir. Kırsal alanda kalkınma ve sürdürülebilirlik, göçün önlenmesi, istihdam olanaklarının artırılması, genç ve kadın nüfusun istihdam ve ekonomik yaşama dahil edilmesi, bölgeler arası gelişmişlik düzeyleri üzerinde mevcut eşitsizliklerin giderilmesi, doğal, tarihi ve kültürel mirasın

korunması, yaşatılması ve gelecek nesillere aktarılması çalışmalarında daha etkin hareket edilmesi gibi birçok önemli hedefe kırsal turizm faaliyetlerinin teşviki ile ulaşılabilmiştir. Her ne kadar başlangıçta kırsal alandan kentsel alanlara göçün ve beraberinde özellikle tarımsal üretimde meydana getirdiği üretim ve işgücü kayıplarının önlenmesi için oluşturulan planlarla desteklenmeye başlanmış olsa da zaman içerisinde kırsal turizm faaliyetleri ve getirileri keşfedildikçe konunun daha geniş bir perspektifte ele alındığı görülmektedir. Avrupa'daki destinasyonlar Şekil 2'de gösterilmiştir. Günümüzde birçok Avrupa ülkesinde kırsal turizm sürdürülebilirlik ve çevre özelinde ele alınmaya ve uygulanmaya başlamıştır.

Türkiye'de Kırsal Turizm:

Turizm birçok sektörle ilişkisi nedeniyle sürekli gelişim göstermektedir. Son yıllarda gerek yaşanan küresel gelişmeler gerekse birçok ülkede kalkınma programlarındaki etkisi incelendiğinde turizmin yerel, bölgesel ve ülkesel anlamda kalkınmada değerlendirilen önemli araçlardan birisi olduğu görülmektedir (Çeken vd., 2007).

Türkiye İstatistik Kurumu 2022 yılı verileri doğrultusunda 46 milyar 284 milyon 907 bin dolar şeklinde gerçekleşmiştir. Bu rakamlara ulaşılmasında katkı sahibi turistik seyahatlerle ülkeyi ziyaret eden turist sayısı ise 51 milyon 396 bin 26 kişi olarak açıklanmıştır. Bu rakamlar içerisinde ülkeye giriş yapanların %13,7 'sini, 7 milyon 27 bin 504 kişi ile yurt dışında ikamet eden vatandaşlar oluşturmaktadır. Rakamlar Türkiye'nin turizm gelirlerinin bir önceki yıla göre %53,4 oranında

arttığına işaret etmektedir. Elde edilen ilerlemeler turizmi birçok sektör içerisinde ekonominin lokomotifi konumuna getirmektedir. (TÜİK, 2023)

Sektör değerlendirilirken genel olarak bilinen deniz-kum-güneş yönlü turizm aktivitelerinden çeşitliliğe yönlendiği görülmektedir ki bu alternatif arayışlar içerisinde gelişime en açık olanlardan biri kırsal turizmdir (Muhacir ve Tazebay, 2017). Türkiye'de iller itibariyle turizm alanları Şekil 3'te gösterilmiştir. Kırsal turizm alanında Kültür ve Turizm Bakanlığı 2019 verilerine göre Türkiye'de kayıtlı turizm tesis sayısı 44'tür. Bu tesislerin sahip olduğu toplam yatak sayısı ise 5554'tür. Genel turizm istatistikleri doğrultusunda Türkiye'de toplam 12 bin 491 kayıtlı turizm tesisi ve 1 milyon 561 bin 615 yatak sayısı olduğu düşünülürse hali hazırdaki kırsal turizm tesis ve yatak sayısının mevcut potansiyeli değerlendirme noktasında oldukça yetersiz olduğu ve bu anlamda kırsal turizm yatırımı için önemli bir açık olduğu ifade edilebilir. Bu bağlamda özellikle değişen turizm talepleri, kırsal ve butik hareketliliklere yönelimler düşünülürse kırsal turizm alanındaki yapılacak yatırımlar bir fırsat teşkil etmektedir (Özçoban, 2020).

Türkiye Anadolu ve Avrupa kıtalarındaki konumu değerlendirildiğinde Anadolu coğrafyasında %78, Avrupa kıtasında kalan topraklarının ise % 36'sı kırsal ve dağlık alanlardan oluştuğu bir ülkedir. Genel itibariyle yüz ölçüm içerisinde beşte birlik kısmı dağlık alanlar dışında kalan kentsel alanlardan oluşmakta olan bir ülkedir. Avrupa kıtasındaki topraklarıyla birlikte değerlendirildiğinde dağlık alanlarda yaşayan nüfusu Avrupa ülkelerindekine kıyasla en fazla dağlık alan nüfusuna

sahip ülkelerden neredeyse 2 kat fazladır. Avrupa'daki gibi Türkiye'de de seksenli yıllar ardından kırsal alanlardan kentsel alanlara doğru nüfus hareketliliklerinde artışlar yaşanmıştır (Duran, 2012).

Şekil 2: Türkiye Turizm Haritası

Gerek göçle mücadele, göçün beraberinde getirdiği ve kırsal alanlarda tarım ve hayvancılık faaliyetleri üzerindeki negatif etkilerine yönelik tedbirler, gerekse ülkenin mevcut potansiyelin turizm alanında da değerlendirilmesine yönelik kalkınma planları gibi plan programlar çerçevesinde değerlendirildiğinde Türkiye kırsal turizm açısından önemli bir yapıya sahiptir. Kırsal alanda yerleşik halkın misafirperverliği, hala yaşatılmaya çalışılan kültürel değerler, tarihi ve doğal kaynaklar turizm için önemli kaynaklardır. Bu kaynakların değerlendirilmesi kırsal alanda özellikle genç ve kadın nüfus için iş ve istihdam olanakları oluşturacaktır. Kırsal alanda turizm yoluyla sürdürülebilir bir kalkınma modeli uygulanması, alternatif gelir elde

edilmesi, yaşam standartlarının yükseltilmesini beraberinde getirecek, kırsal alanlardan kentsel alanlara göçü önleyebilecek değerdedir. Kırsal alanlarda tarım ve hayvancılık faaliyetleriyle birlikte kırsal turizm tamamlayıcı faaliyetler olarak gelişim sağlayabilecek özeliktedir (Soykan, 2003).

Coğrafya itibariyle birçok değere ve doğal güzelliğe sahip Türkiye'de doğa turları, tırmanma, kamping, kültürel etkinlikler, kuş gözlem, gastronomi rotaları, organik üretim ve sağlıklı yaşam programları, endemik çeşitliliğe yönelik uygulamalar gibi birçok alternatifle var olan potansiyel kırsal turizm açısından fayda oluşturacak, gelir elde edilebilecek bir yapıya ulaştırılabilir ve korunarak gelecek nesillere aktarılabilir (Pamukçu, 2015).

Kırsal turizmin dünya genelinde sürdürülebilirlik boyutuyla önem arz etmektedir. Birleşmiş Milletler tarafından dünya genelinde sürdürülebilir bir gelecek için sürdürülebilir kalkınma amaçları ortak kabul gören ve uygulanan hedefler silsilesi şeklinde gündemdedir. Amaç, 2030 yılına kadar kalkınmada ekonomik, sosyal ve ekolojik denge gözetilerek hareket edilmesidir. Amaçlar doğrultusunda en temel ilke bugünün ihtiyaçlarının gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasından ödün vermeden karşılanmasını sağlayacak bir kalkınma hareketliliği uygulanmasıdır. Kırsal turizm faaliyetleri de dünya genelinde olduğu gibi Türkiye için de mevcut potansiyelin gelişim ve kalkınmanın sağlanması için değerlendirilebilecek, bir taraftan ekonomik ve sosyal anlamda kalkınmaya hizmet edecek, diğer taraftan bu potansiyelin ve kaynakların gelecek nesillere de

aktarılmasını içerecek çevresel koruma güdüsüne sahiptir (Ergün, 2023).

Doğa, coğrafya, kültür, sağlıklı yaşam ve daha birçok özelliğiyle insan ilgisini çeken kırsal turizm için Türkiye önemli bir yapıya sahiptir. Son yıllarda yaşanan ve kitlesel hareketlerden bireysel hareketliliklere evrilen turizm anlayışı içerisinde kırsal turizmde Türkiye konumu ve değerleri itibariyle elverişli özelliktedir. Tüm bu özelliklerin değerlendirilmesi sürdürülebilir bir kalkınma için önem arz etmektedir.

Kırsal Turizm Tür ve Çeşitleri:

Kırsal turizm alanında en gelişmiş örneklerin bulunduğu coğrafya olan Avrupa'daki çalışmalar incelendiğinde uygulandığı coğrafik alan, somut ve somut olmayan miras ve etkinlikler olmak üzere 4 ana unsur altında sınıflandırmalar yapılmıştır. Bu sınıflandırma da Tablo 1'de gösterilmiştir. Dünya Turizm Örgütü tarafından hazırlanan Avrupa'da Kırsal Turizm raporu Rural Tourism in Europe: Experiences, Development and Perspectives rapor doğrultusunda bu sınıflandırma şu şekildedir:

Tablo 1: Kırsal Turizmin Bileşenleri

Kırsal Alanlar	Kırsal Miras	Kırsal Yaşam	Kırsal Etkinlikler
Dağlar	Geleneksel Mimari	El Sanatları	At ve Bisiklet Binme
Nehirler	Yerel Mimari	Yerel aktiviteler	Avcılık
Göller	Tarihi Kanıtlar	Mutfak	Balık Tutma
Ormanlar	Endüstriyel Miras	Agro-turizm	Yürüyüş
Doğa Manzaraları	Tarihi yapılar	Geleneksel Müzik	Su Sporları

Kaynak: DTÖ, 2004.

Kırsal Turizm faaliyetlerinin sınıflandırılması Tablo 2'de gösterilmiştir. Sınıflandırma konusunda genel olarak üzerinde durulan noktalar ise faaliyetlerin kültürel, doğal ve tarihsel özellikleridir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde Kırsal Turizm aktiviteleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

Tablo 2: Kırsal Turizm aktivitelerinin Sınıflandırılması

Kültürel Özellikler	Doğal Özellikler	Tarihsel Özellikler
Tarım Gelenekleri	Kırsal Manzara	Folklör
Tarım/Çiftlik Ürünleri	Doğal Çevre	Kırsal tarihi alanlar
Yerel El Sanatları	Geniş açık alanlar	Mimari
Pişirme Yöntemleri	Avcılık Balıkçılık	Tarihsel Özellikler
Yerel Yaşam Tarzları	Doğa Temelli Faaliyetler	Miras
Festivaller/Şenlikler	Orman ve Doğa Yürüyüşleri	
Yerel Diller	Eko-turizm	
Müzik ve Danslar	Macera	
Eğitim programları/gezi	Safari	
Spor aktiviteleri	Tırmanma / biniş	
Konaklama		

Kaynak: Nair et al., 2015

Kırsal alanda gerçekleştirilen turizm türlerine ilişkin yapılan bir diğer turizm türleri sınıflandırması Tablo 3'te gösterilmiştir. OECD tarafından hazırlanan Turizm Stratejileri ve Kırsal Gelişim Raporu'nda aşağıdaki şekilde yapılmıştır:

Tablo 3: Kırsal Alanda Gerçekleştirilen Turizm Türleri

Kırsal alanda Gerçekleştirilen Turizm Türleri	
Yürüyüş	Dinlenme
Tırmanış	Konferans-Seminer-Atölyeler
Macera Tatilleri	Festivaller - Şenlikler
Kano, Rafting	Nehir/Göl Balıkçılığı
Çim Kayağı	Oryantiring
Kuş Gözlem	At Binme
Fotoğrafçılık	Kırsal Miras
Avcılık	Manzara gözlem
Bisiklet	Köy turları

Kaynak: OECD, 1994

Pamukçu ve arkadaşlar tarafından hazırlanan "Kırsal Turizm Etkinlikleri Tür ve Sınıflandırma" adlı çalışmada kırsal turizm faaliyetlerinin türleri ve sınıflandırılması doğa, hobi, kültür ve iş temelli olarak gruplandırılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4: Kırsal Turizm Faaliyetleri Tür ve Sınıflandırması

Doğa	**Hobi**	**Kültür**	**İş**
Atlı Gezi Avcılık Bisiklet Turları Botanik Turizmi Çim Kayağı Dağcılık Doğa Sporları Doğa Yürüyüşleri Golf Turizmi Kamp-Kano-Raftin Kış Sporları Kuş Gözlem Oryantiring Dalış /Su Sporları Yamaç Paraşütü Yelken/Yüzme Yayla turizmi Manzara Seyretme	Balık Tutma Kamp-Karavan Foto Safari Mağara Turizmi Balon turizmi Tarım ve çiftlik turizmi Resim Yapma Ören Yeri Gezisi Macera Tatili Çiftlik Deneyimi Şifalı Bitkiler Güneşlenme Ata Binme Koleksiyonerlik	Köy ziyaretleri Otantik değerler Kültür Gezileri Gelenek-Görenekler Şenlik - Festival - Panayırlar Köy Düğünleri Halk Dansları Fuar El Sanatları Turları Gurme Turları Müzik Yerel Üretim Teknikleri Kırsal Miras Çalışmaları Kasaba Turları	Doğal çiftlik ürünlerinin satılması Dokumacılık Dikiş - Nakış - Örgü Seramik Bakır - Demir - Ağaç işleri Bilimsel İnceleme Gözlem - Araştırma - Konferanslar Eğitim Amaçlı Turlar

Kaynak: Pamukçu, 2015

Kırsal Turizmin Etkileri:

Kırsal alanlar kalkınma açısından kentsel alanlardan geride bulunmaktadır. Bu alanların sahip oldukları potansiyelin yeterince değerlendirilememesi, kent-kır arasındaki gelişmişlik farkını artırmaktadır. Kırsal alanlardaki tarihi, kültürel ve doğal değerler, geleneksel yaşam biçimleri turizm ve rekreatif faaliyetler için oldukça elverişlidir. Bu değerlerin her birinin sektörde arz tarafında değerlendirilmesi hem ilgili yörelerdeki kaynakların değerlendirilmesini hem etkin ve etkili kullanımını, korunması ve yaşatılmasını hem de ekonomik ve sosyal gelişimi sağlayabilecektir. Türkiye gibi nüfusunun azımsanmayacak bir kısmının kırsal ve dağlık alanlarda yaşadığı, tarımsal faaliyetlerin önemli geçim kaynakları arasında yer aldığı ülke ve coğrafyalarda kentsel alanlar ve kırsal alanlar arasındaki gelişmişlik farklarının giderilmesi, kalkınmanın sağlanması için özel plan programlar uygulansa da henüz yeterli derecede değişim sağlanamamıştır. Kırsal turizm faaliyetleri planlı bir şekilde uygulandığı taktirde gelişim aşamaları için bir katalizör olma pozisyonuna sahiptir. Nitekim bunun örnekleri de mevcuttur (Çetin, 2017)

Ekonomik etkiler:

Kırsal alanların en önemli sorunları arasında göç ve benzeri hareketliliklerle nüfus kaybına da neden olan işsizlik sorunu bulunmaktadır. Bu bölgelerde uygulanacak turizm faaliyetleri getirisi ölçüsünde yeni iş ve istihdam alanları oluşturacak, yerleşik halkın göçünü engelleyecek, gelişim ölçüsünde göçü tersine çevirebilecektir (Santos, 2021).

Kırsal turizm faaliyetleri bireysel ve butik yönlü ilerlemektedir ve bu tür turizm aktivitelerine yönelen turistler gelir seviyeleri orta ve üst grupta olan kesimde yer almaktadırlar. Son yıllarda özellikle yabancı turistler tarafından tercih edilen kırsal turizm hareketliliklerinde turistlerin konaklama, yeme-içme, ulaşım, yerel ürünleri temin etme için yapacakları alışveriş, katılacakları etkinlikler için harcamaları yerele kazanç sağlayacaktır. Bu kazanç yine turizm sektörünün etkileşimde olduğu diğer sektör ve alt sektörleri de etkileyecek, artan iş hacmi doğrultusunda gelişimi tetikleyecektir (Kadanalı, 2012).

Kırsal alanlarda yerleşik nüfus tarım ve hayvancılık faaliyetleriyle uğraşırken elde ettikleri gelir yetersiz ve çoğu zaman düzensizdir. Kırsal turizm faaliyetleri doğal olarak tarımsal üretime ve çeşitlilik sağlanmasına katkı sağlayacak, kırsal alanda tarımsal üretimde kapasite artışına yönelimi getirecek, yerleşik halkın gelirinde artış ve düzen sağlanmasına neden olacaktır (Esengün, 2002).

Kırsal turizmin gelişimi yöreler için talebi artıracak, artan talep doğrultusunda yatırımların yapılması teşvik edilecek, altyapısal iyileştirmeler sağlanacak, her yeni yatırım yöre ekonomisinin canlanmasını destekleyecektir.

Artan gelir kırsal alanda yaşam standartlarının yükselmesini, refahı artmasını ve yaşam kalitesinin gelişimini sağlayacaktır. Teşvik edici bu özellik kırsal alanda genç ve kadın nüfus başta olmak üzere herkes için girişimciliği de destekleyecektir (Ekiztepe, 2012).

Sosyal Etkiler:

Kırsal alanlarda gerçekleştirilen turizm faaliyetleriyle bu hareketlilikler içerisinde yer alan bireyler bir etkileşimde bulunmakta, katıldıkları şenlikler, festivaller, uygulama deneyimleri aracılığıyla yeni şeyler öğrenmekte, ön yargılarını kırmakta, farklı bakış açılarına sahip olmaktadırlar. Bu etkileşimi sağlayan etkinlikler yaşanacak gelişim ölçüsünde devam ettirilecek ve her şeyden önce geleneksel yaşam içerisinde süre gelen ve yaşatılmaya çalışılan gelenek göreneklerin devam ettirilmesine, sürdürülebilir hale getirilmesine, korunması ve yaşatılmasına etki edecek, kırsal kimliğin güçlenmesine neden olacaktır (Akça vd., 2004).

Ayrıca hareketlilikler, etkileşim sayesinde toplumsal alanda birlikte hareket etme, dayanışma ruhu ve becerileri gelişecektir. Turistik çekicilikler kırsal alana yönelimi sürekli hale getirecek, kentsel alandan kırsal alana yönelik hareketlilikler kırsal alanda yerleşik halk ile kentsel alanda yerleşik nüfus, arasında mevcut davranış değişikliklerini de giderecektir. Kadın ve genç istihdamına katkı sağlayacak olan kırsal turizm aktiviteleri nüfus üzerinde mevcut yatırımların geliştirilmesi, yeni ve yenilikçi fikirlerin uygulanmaya sokulması için hareketlilik oluşturacak, bu durum özellikle bu hassas grupların kişisel ve mesleki gelişimlerine, kalifiye hale gelmelerine, gençlerin aktiflikleri ve hayata tutunmalarına, kadınların toplumsal yapı içerisinde statülerinin güçlenmesine katkı, destek sağlayacaktır (Soykan, 2003).

Daha ileri düzeyde kırsal alanda yaşanan gelişim kırsal alandan kente göçü azaltacak, özellikle bugün sanayi yoğun kentsel alanlarda karşılaşılan yoğun nüfus için barınma olanakları sorunlarını giderecek, çarpık yapılaşma ve gecekondulaşma sorunlarını da azaltacaktır (Çeken ve ark., 2012).

Kültürel Etkiler:

Kırsal turizmin arz tarafında en önemli kaynaklar arasında kültürel değerler bulunmaktadır. Kırsal alana yönelen turistler bu değerleri görmek, yaşamak, deneyimleyerek öğrenmek amacındadırlar.

Kırsal turizme yönelik turist profilleri incelendiğinde genel olarak karşılaşılan tutum ve davranışlar arasında değerlere saygı ön plana çıkmaktadır. Talep tarafında yer alan turistlerin bu algıları karşısında arz tarafında yer alan ürün/hizmet sunucu yerleşik halk, sahip olunan değerlerin korunmasında el birliğiyle hareket edeceklerdir. Kırsal turizm faaliyetleri aracılığıyla gerek somut gerekse somut olmayan tarihi ve kültürel değerlerin, geleneksel mimari gibi birçok varlığın sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesi, restorasyonu, korunması ve yaşatılması, gelecek nesillere aktarılması sağlanabilecektir (Mikaeili, 2013).

Ekolojik Etkiler:

Dünya genelinde artık kalkınma kavramı sürdürülebilirlikle birlikte ele alınmaktadır. Bu noktada Birleşmiş Milletler düzeyinde uygulanan programlar ve acil eylem planları bulunmakta ve tüm ülkelerce

değerlendirilmektedir. Sürdürülebilir Kalkınma olarak bu bilinen kalkınma anlayışı artık tüm alanlarda kıt kaynakların kullanımından hareketle ekonomik, sosyal gelişimin yanısıra çevresel sürdürülebilirliği de merkezde tutmaktadır.

Kırsal alanda uygulanacak faaliyetler doğa ve çevreyle iç içe gerçekleştirilmektedir. Kırsal turizm ile uygulanacak koruma odaklı çalışmalarla kıt kaynakların ve doğal çevrenin, doğal ve kültürel mirasın korunmasına yönelik bilinç oluşacaktır. Kırsal alanda yaşayanlar açısından yaşam standartlarını yükselten bu değerlere daha çok sahip çıkma, talep tarafında yer alan turistler için ise saygı ve koruma bilinci gelişecektir. Kırsal turizm faaliyetleri iç içe oldukları doğal çevre, biyolojik çeşitlilik, korunabilir. Su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanımı sağlanabilir, doğal çevre içerisindeki canlıların yaşam alanlarına müdahale konusunda daha etkili çalışmalar uygulanabilir, koruma sağlanabilir (Kaypak, 2012).

Olumsuz Etkiler:

Kırsal turizm olumlu etkilere ilaveten olumsuz etkilere de sahiptir. Kırsal alanlara yönelik gerçekleştirilecek hareketlilikler düzensiz şekilde planlanması ve kapasite üzerinde uygulanması halinde kalabalık bir hareketliliği, atık oluşumunun, gürültü ve çevresel kirliliği, otantik yapının bozulmasını beraberinde getirme riskine sahiptir.

Yerel halkın yaşam şekilleri, nesiller arası farklılıklar, inanç, gelenek görenekler ve benzeri değerler hakkında detaylı ve uygun bir şekilde

tanıtım veya bilgilendirmelerin yapılmayışı hoşnutsuzluklara sebep olabileceği gibi daha ileri düzeyde kırsal turizm aktivitelerinin yerel düzeyde sahiplenilip, içselleştirilmemesine nihayetinde ürün/hizmet sunumunda tanıtım ve pazarlamada sorunlara ve gelişim fırsatlarının daha başlamadan sonlanmasına neden olabilecektir. Kırsal turizm faaliyetleri beraberinde yapılacak yeni yatırımların plansız uygulanması doğal yapının bozulmasına, toprak kalitesinin düşmesine, aşınma ve erozyona, doğal ekosistem içerisinde yer alan canlıların yaşam alanlarının tehlikeye girmesine neden olabilir. Bu nedenle kırsal turizm ve beraberinde gelecek gelişime odaklanılırken, plan programlar çok yönlü düşünülmeli, kalkınma ekonomik sosyal ve ekolojik adalet temelinde ele alınmalı, negatif etkilerin en aza indirilmesi için tüm faaliyetlerin, kat ve üst yapı çalışmalarının sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir (Çeken,2012).

2. KAYNAKLAR

Akça, H., Esengün, K. ve Sayılı, M. (2001). Kırsal Alanların Kalkındırılmasında Kırsal Turizmin Rolü, Standart Dergisi, 40(470): 29-35, Ankara. Akça, H. (2004).

Aydın, O. (2012). AB'de kırsal turizmde ilk 5 ülke ve Türkiye'de kırsal turizm. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi,* 14 (23): 39-46.

Avcıkurt, C., Köroğlu, Ö. (2008). Kırsal turizm turistik ürün çeşitlendirmesi, Nobel *Yayın Dağıtım,* 61-82, Ankara

Boiko, V.O. (2020). Green tourism as a perspective direction for rural entrepreneurship development. Scientific approaches to modernizing the economic system: vector of development: collective monograph. *Lviv-Toruń: Liha-Pres,* 1-18.

Çeken, H., Karadağ, L., Dalgın, T. (2007). Kırsal kalkınmada yeni bir yaklaşım kırsal turizm ve Türkiye'ye yönelik teorik bir çalışma. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. 8 (1). 1-14.

Çeken, H., Dalgın, T. Çakır, N. (2012) Bir alternatif turizm türü olarak kırsal turizmin gelişimini etkileyen faktörler ve kırsal turizmin etkileri, *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi* 2 (2): 11-16,

Çetin, İ., Üzümcü, T., İçöz, O. (2017). Kırsal alanlarda sürdürülebilir kırsal turizm ve Kocaeli-kandıra kırsal turizm gelişimi modeli. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (ERZSOSDE),* 137-156.

Doğan, S., Özaslan, Y. (2017) Kırsal Alan Gelişimi Açısından Kırsal Turizm ve Kırsal Turizmin Dünyadaki Durumu. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (ERZSOSDE), 61-78.*

Duran, C., (2012). Türkiye'de Dağlık alanların Kırsal Turizm Açısından Önemi. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik araştırmalar Dergisi 14 (22): 45-52*

Ergün, A., (2023). Erzurum ilinde uygulanan kırsal turizm projelerinin sürdürülebilir kalkınma amaçları doğrultusunda incelenmesi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış)

Ekiztepe, B. (2012). Kırsal turizmin kırsal kalkınmaya etkileri: teorik bir çalışma. *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi,* 2 (2): 85-88.

Esengün, K., H. Akça, Saygılı, M. (2002). Kırsal alanların kalkındırılmasında kırsal turizmin rolü. *Standard Dergi*si, 470: 29-35.

Frater, M.J. (1983). Farm tourism in England—Planning, funding, promotion and some lessons from *Europe. Tourism Management,* 3(4): 167-179

Fleischer, A.; Tchetchik, A. (2005). Does rural tourism benefit from agriculture? *Tourism Management* 26: 493–501.

Gürbüz, İ. B., Erol, O., Yavuz, O. (2002). Dünya'da ve Türkiye'de KırsalTurizm. Türkiye V . Tarım Ekonomisi Kongresi Eylül-2022

Halloway, C. J. ve Taylor, N. (2006), The Business of Tourism Seventh Edition. England: Prentice Hall.

Iakovidou, O. (2002). The development of rural tourism in greece, through the initiative Leader II: the case of northern and central Chalkidiki. Mediterranean, *Journal of Economics, Agriculture and Environment* , ISSN : 1594-5685

Kadanalı, E., Yazgan, Ş. (2012). Kırsal turizmin ekonomik- sosyal ve çevresel etkileri. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştirmalar Dergisi,* 14 (23): 97-100.

Kaypak, Ş. (2012). Ekolojik Turizm ve sürdürülebilir kalkınma. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 14 (22): 11-29.

Martínez, J. M. G., Martín, J. M. M., Fernández, J. A. S., & Mogorrón-Guerrero, H. (2019). An analysis of the stability of rural tourism as a

desired condition for sustainable tourism. *Journal of Business Research, 100,* 165-174.

Mikaeili, M., Memlük, Y. (2013). Integration of rural tourism and cultural tourism and rural sustainable development. *International Journal of Social and Economic Sciences* 3 (2): 87-91.

Muhacir, S.A., Tazebay, İ. (2017). Kırsal turizm türlerinin belirlenmesinde bir araç: ekosistem hizmetleri yaklaşımı. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 18(1): 74-81.

Nair et all, (2015). Classification of Rural Tourism Activities Source: Nair et al., 2015, 330.)

OECD. (2015). Tourism Strategies and Rural Development, OECD, Paris 1994: 16-17)

Özçatalbaş, (2000). Kırsal turizm ve geliştirilmesinde yayımın önemi. Türkiye 4. Tarım Ekonomisi Kongresi. Cilt 2.Tekirdağ.

Özçoban, E. (2020). Koronavirüs'ün (Covid-19) turizm sektörü üzerindeki etkileri ve Türkiye'nin kırsal turizm potansiyeli üzerine bir analiz. *Turkish Studies*, 15(4): 853-866.

Özgen, Ö. (1995), Kırsal turizmin sosyo-ekonomik profili ve çevre, Verimlilik Dergisi, M P M Y ayını Sayı:3, Ankara

Pamukçu, H., Aydoğdu, A., Gemici, E., Samgar, B. (2015) Kırsal turizm etkinlikleri tür ve sınıflandırma, Doğu Karadeniz Bölgesi Sürdürülebilir Turizm Kongresi, Gümüşhane

Pineiro, M. V. , Salvo, P. Giommi, F. (2019). Rural tourism and territorial development in Italy. Sustainability Assessment at the 21st century.

Santos, R. (2021). Return migration and rural tourism development in portugal, *Tourism Planning & Development*, DOI: 10.1080/21568316.2021.1953121

Soykan, F. (2000). Kırsal turizm ve Avrupa'da kazanılan deneyim. *Anatolia: Turizm Arastırmaları Dergisi* , Eylül-Aralık.

Soykan, F. (2003). Kırsal turizm ve Türkiye turizmi için önemi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 12 (23), 1-11,

Soykan, F. (2006). Avrupa'da kırsal turizme bakış açısı ve kazanılan deneyim. II. Turizm Kongresi, Balıkesir.

Sharpley, R. (2002). Rural Tourism and the challenge of tourism diversification: the case of cyprus. *Tourism Management*, 23: 233–244.

Sharpley, R. (2007). Flagship attractions and sustainable rural tourism development: The case of the Alnwick garden, *England. Journal Sustain Tourism*, 15: 124–143.

Shen, F. Hughey, K.F.D. and Simmons, D.G. (2008). Connecting the sustainable livelihoods approach and tourism: a review of the literatüre. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 15: 9–31.

Şanlı, H. (2004). Turizm ve tarımsal faaliyetlere bünyelerinde birlikte yer veren işletmelerin ekonomik nevşehir ili Avanos ve Ürgüp ilçeleri örneği, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış).

UNWTO, (2020). World Tourism Organization, World Tourism Barometer, June 4, Madrid.

WTO. (1998). World Trade Organitation. Rural tourısm: A Solution for Employment, Local Development and Environment ISBN 92-844-0218-2

DTÖ. (2004). Dünya Turizm Örgütü, Avrupa'da Kırsal Turizm:Deneyimler, Gelişim ve Perspektifler, 2004, s.13)

TÜİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu, Turizm İstatistikleri, IV.Çeyrek: Ekim-Aralık ve Yıllık, 2022

BÖLÜM 8

KAYSERİ 'DE KABAK ÇEKİRDEĞİ ÜRETİMDE ETKİLİ OLAN SOSYO- EKONOMİK FAKTÖRLER

Doç. Dr. Nuray DEMİR[1]

[1] Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, Türkiye.. ORCİD No: 0000-0001-5670-6801, E-mail:ipcioglu@atauni.edu.tr

1. GİRİŞ

Cucurbitaceae (kabakgiller) familyası içerisinde yer alan kabak, karpuz, kavun ve hıyar dünyada yetiştiriciliği yaygın olan sebzeler arasındadır. Kabakgil sebzelerinin iklim istekleri diğer sebze türlerine göre çok daha toleranslıdır ve çoğu ekolojik şartlara uyum sağladığı için tüm Dünya'da olduğu gibi Türkiye'nin çoğu bölgesinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır (Menemencioğlu vd., 2013). Kabakgillerden olan yemeklik ve çerezlik olan kabakların anavatanı Amerika kıtasıdır. Çerezlik kabak yetiştiriciliğinin yemeklik kabak yetiştiriciliğinden avantajlı olduğu vurgulanmaktadır (Yanmaz ve Düzeltir, 2003). Çekirdek kabağı üretimi az sulu ve kuru toprak şartlarında bile yapılabilmekte ve ülkemizin iç bölgelerinde münavebe ekim sistemine girmektedir. Çekirdeklik kabak erken olgunlaşma süresine sahip olduğu için çekirdeklik kabak üretimi yapılan arazide yılda birden fazla ürün alınabilmektedir. Çekirdeklik kabaktaki girdi tüketimi yemeklik kabağa göre daha az olmaktadır. Ayrıca çekirdeklik kabak üretimi için gerekli işçilik faaliyetleri; makine ile yapıldığından zamandan tasarruf ve maliyette düşüklüğe neden olmaktadır. Tüm bu avantajlar üretim maliyetini azalttığı için çekirdek kabağı karlı bir ürün konumuna geçmektedir. Çekirdek kabağı pazar alanın kolayca bulunabilmesi kabakgillerin en üstün yanlarından birisidir. Bu durum aynı zamanda işletmeciyi rahatlatan bir durum olup, fiyat ve Pazar belirlemede önemli bir avantaj sunmaktadır. Ayrıca kabak çekirdeğinin piyasa da az bulunması ürünün satılmasını kolaylaştırıcı bir başka avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Kabak çekirdeği üreticileri bu avantajlar sayesinde karlı bir üretim yapmaktadırlar (TÜKSİAD 2002).

Türkiye'de 2020 yılı istatistiklerine göre 547.208 ton sakız kabağı, 93.659 ton bal kabağı ve 57.184 ton çerezlik kabak üretilmiştir (TÜİK, 2020). Kabak çekirdeği üretimi FAO veri tabanında belirtilmemiş olup, ulusal istatistiklerimizde 2004 yılından itibaren yer almaktadır. Ülkemizde 2004 yılında çerezlik kabak tarımını 16 ilde yapılırken, 2020 yılında bu rakam 29'a çıkmıştır (TÜİK, 2020). Çerezlik kabağın kısa vejetasyon süresi, sulama yapılmadan yağmur suyu ile yetiştirilebilmesi ve sulama yapıldığı zamanda daha yüksek verim alınması ve ekonomik değeri yüksek olması nedeniyle ekim alanlarının arttığı düşünülmektedir. Kabak çekirdeği yetiştiriciliği çoğunlukla İç Anadolu Bölgesi'nde yapılmaktadır. İç Anadolu Bölgesi'nde ise üretimde ilk sırayı Türkiye çerezlik kabak üretiminin % 35'ini oluşturan Nevşehir almaktadır. Bunu % 29 ile Kayseri, % 11 ile Konya takip etmektedir (TÜİK, 2020). TÜİK 2020 verilerine göre Kayseri'de çerezlik kabak üretimi 358.625 da alanda yapılmakta ve 16.920 ton ürün elde edilmektedir. Kayseri ilinde en çok çerezlik kabak üretimi sırasıyla Tomarza, Develi, Talas ve Yeşilhisar ilçelerinde yapılmaktadır (TÜİK, 2020).

Kabak çekirdeğinin insan sağlığı için gerekli birçok besin öğelerini içinde bulundurur. Bunlar vitamin, değerli yağlar ve minerallerdir bunların yanında aminoasitler yönünden de zengin olduğu bilinmektedir. Kabak çekirdekleri kuruyemiş olarak tüketilmekte, bunun yanında gıda, kozmetik sanayi, hayvan yemi sanayisi ve hayvan beslemesinde kullanılmaktadır. Son yıllarda ülkemizde kabak meyvesinden ziyade çekirdeği için üretilmektedir. Kabak üretiminin yaygınlaşmasına etki eden başlıca faktörler ise; çoğu ekolojik şartlara uyum sağlaması, üretim masraflarının diğer bitkisel ürünlere oranla

düşük olması ve kabak tohumlarının uzun süre muhafaza edilmesidir. Kabak çekirdeklerinin uzun süre muhafaza edilmesi kabak çekirdeğine ihtiyaç duyulduğu yıllarda kolayca bulunmasına ve kolayca pazar alanı bulmasını sağlamaktadır. Ülkemizde sulama olanaklarının gelişmesiyle beraber kurak alanlarda kabak üretimi de artmıştır. Bu alanlara Nevşehir, Niğde ve Kayseri illerini örnek verebiliriz (Altınok ve ark., 2019).

Türkiye'nin yarı-kurak Kayseri şartlarında Macar fiğ-tritikale karşımı sonrası 2.ürün olarak çerezlik kabak tohumu (Cucurbitapepo L.) üretiminin yapılabilirliği, verimi ve su kullanımı incelenmiştir. Araştırmada normal ekim dönemi konusu (D1), güzlük Macar fiğ-tritikale hasadı sonrası dönemde boş bırakılan alana ekim konusu (D2) ve güzlük Macar fiğ-tritikale hasadı sonrası 2.ürün çerezlik kabak ekim konusu (D3) olmak üzere 3 konu bulunmaktadır. D1, D2 ve D3 ana konuları altında T40= 40 kPa ve T60= 60 kPa nem tansiyonlarından hemen sonra sulama şeklinde alt konular yer almaktadır. Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Planında yürütülen çalışmada her konu 4 kez tekrarlanmıştır. Ekiminden sonra 10°C eşik sıcaklığın üstünde büyüme derece gün sıcaklığı (BDG) 1230° toplandığında çerezlik kabağın hasada geldiği saptanmıştır. Yetiştirme dönemleri arası tohum verimi farklı önemli bulunmamış olup D1, D2 ve D3 konularından sırasıyla 1070, 980 ve 1038 kg.ha -1 tohum verimi alınmıştır. Buna karşılık T60 konusunda tohum verimi T40 konusuna göre %11.7 daha yüksektir. Birinci (D1) ve ikinci üretimde (D2 ve D3) bitki su tüketimi sırasıyla 498, 435 ve 441 mm olup, buna karşılık su kullanım etkinliği (WUE) aynı sırada 0.20, 0.23 ve 0.24 kg.m-3 bulunmuştur. Sonuç olarak, Orta Anadolu Bölgesinde sulu tarım

şartlarında 2. ürün olarak çerezlik kabak yetiştiriciliği daha fazla avantaj sağlayacaktır (Ünlükara ve Bakır, 2018).

Türkiye'de çerezlik kullanım için yetiştirilen kabak türü sakız kabağıdır. Kayseri ili ve ilçeleri 2011 yılı verilerine göre ülkemizde en fazla çerezlik kabağı üretimi yapılan ildir. Kabak çekirdeği üretimi Kayseri iline sosyo ekonomik değer katacaktır ve Kayseri ilinin ticaret hacminde yüksek olduğu için de Kayserili çiftçiler ürettiği kabak çekirdeklerini satmak için de kolay bir şekilde Pazar alanı bulacaktır. Bu çalışmanın amacı Kayseri ilinde çerezlik kabak üretiminin sosyo-ekonomik, yetiştiricilik ve pazarlama durumunun incelenmesi için çeşitli konularda anket çalışması yapmak ve konuyla ilgili verileri tespit etmektir (Menemencioğlu ve ark., 2013).

2. MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışma materyali, Kayseri ili Develi ve Tomarza ilçelerinde faaliyet gösteren çerezlik kabak yetiştiren üreticilerle yüz yüze yapılan anketlerden oluşmaktadır. Söz konusu üreticilerin seçimi ilgili ilçelerde kabak üreticiliği bazında oransal olarak belirlenmiştir.

Metot

Ankette Kayseri ili Develi ve Tomarza ilçelerinde çerezlik kabak çekirdeği üreticileri ana kitleyi oluşturmaktadır. Anket yapılan kişi sayısının belirlenmesinde Kayseri il Tarım ve Orman Müdürlüğünden elde edilen 2022 yılı verileriyle hazırlanan çiftçi kayıt sistemi desteklemelerinden faydalanan işletmeler baz alınarak basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmış ve anket sayıları elde edilmiştir.

Araştırma doğrultusunda çerezlik kabak çekirdeğinden elde edilen desteklemelerin belirlenmesinde %5 hata payı ve % 95 güvenlik sınırları içerisinde çalışma yapılmıştır. Yapılan örnek sayısının belirlenmesi için de anket sayısı aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir (Çiçek ve Erkan, 1996).

$$\frac{\mathrm{N}z^2\ \sigma^2}{d^2(\mathrm{N}-1)+z^2\ \sigma^2}$$

Formülde;
n= Örnek hacmi,
N= Örnekleme çerçevesine ait toplam birim sayısı,
σ^2 = Popülasyon varyansı,
d= Kabul edilebilir hata(x.0,05),
z= Kabul edilebilir hata oranına göre standart normal dağılım tablosundaki z değerini göstermektedir,

Yukarıda yer alan formül esas alındığında anket sayısı 150 olarak belirlenmiştir.

Analizin Yapılması

Elde edilen veriler SPSS paket programına yüklenmiş ve kabak çekirdeği üretimi yapan kişilerin sosyal – kültürel ve ekonomi özelliklerinin belirlenmesi amacıyla crosstab analizinde kullanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Kayseri ilinde kabak yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Develi ve Tomarzo ilçelerinde işletmecilerle yapılan anket sonucunda elde edilen veriler esas alınarak çekirdeklik kabak üreten kişilere ve üretim yapılan

işletmelere ait sosyo-ekonomik özellikler belirlenmiştir. Araştırmada belirlenen özellikler aşağıdaki Tablo 1'de ortaya koyulmuştur.

Tablo 1. İşletmelere ve İşletmecilere Ait Sosyo-Ekonomik Özelliklerin Dağılımları

Değişkenler	**N**	**%**
Yaş		
20-30	6	4,0
31-50	61	40,7
51-70	68	45,3
71<	15	10,0
Toplam	150	100,0
Cinsiyet		
Erkek	143	95,3
Kadın	7	4,7
Eğitim		
İlköğretim	70	46,7
Lise	73	48,7
Üniversite	7	4,7
Toplam	150	100,0
Ekim Yılları		
1-5	17	11,3
6-10	28	18,7
11-15	37	24,7
16-20	36	24,0
21<	32	21,3
Toplam	150	100,0
Ekim Alanı Vasfı		
Sulu alan	20	13,3
Kuru alan	130	86,7
Toplam	150	100,0
Sulama Sıklığı		
10-20	135	90,0
21-30	4	2,7
31-40	9	6,0
41-50	2	1,3
Toplam	150	100,0

Ekim Yapılan Arazinin Tasarruf Şekli		
Muvafakatname	2	1,3
kendi tarlasına,	40	26,7
kira sözleşmesi	41	27,3
taahhütname	1	0,7
hem kendi tarlasına ve hemde kira	66	44,0
Toplam	150	100,0
Ekim Yapılan Arazi Büyüklüğü (Dekar)		
<25	11	7,3
25-50	48	32,0
51-75	62	41,3
76-100	28	18,7
101-500	1	0,7
Toplam	150	100,0
Dekar Başına Verim Miktarı		
<30	15	10,0
31-40	77	51,3
41-50	57	38,0
51-100	1	0,7
Toplam	150	100,0
Satış Şekli		
Toptan	139	92,7
Perakende	11	7,3
Toplam	150	100,0
Üretim Kriterleri		
Büyüklük	35	24,0
Dolgunluk	114	76,0
Toplam	150	100,0
Devlet Desteğini Yeterli Bulma Durumu		
Yeterli	36	24,0
Yeterli Değil	114	76,0
Toplam	150	100,0
Satış Fiyatının Girdi Maliyetlerini Karşılama Durumu		
Evet	148	98,7
Hayır	2	1,3
Toplam	150	100,0

Dekar Başına Gübre Atımı (Kğ)		
8-15	8	5,3
16-25	78	52,0
26-40	64	42,7
Toplam	150	100,0
Kullanılan Gübre Nevi		
Azotlu ve Fosforlu gübre	139	92,7
Amonyum sülfat ve amonyum fosforlu gübre	11	7,3
Toplam	150	100,0
Toprak Analizi Yaptırma Durumu		
Evet	24	16,0
Hayır	126	84,0
Toplam	150	100,0
İşletmelerde Görülen Hastalıklar		
Külleme	60	40,0
Mantar	40	26,7
Külleme, mantar, kök çürüklüğü ve küf birlikte	50	33,3
Toplam	150	100,0
Hastalıklara Karşı Alınan Önlemler		
Hastalıklara karşı ilaçlama yapmış	101	67,3
Hastalıklara karşı tohum değişimi yapmış	3	2,0
Hastalıklara karşı her iki tekniği uygulamıştır.	46	30,7
Toplam	150	100,0
Ekim Sıklığı		
Her yıl	2	1,3
İki yılda bir	129	86,0
Üç yıl arayla	19	12,7
Toplam	150	100,0
Tarım Sigortası Yaptırma Durumu		
Evet	84	56,0
Hayır	66	44,0
Toplam	150	100,0
Yabancı işgücü Çalıştırma Durumu		

Evet	89	59,3
Hayır	61	40,7
Toplam	150	100,0
İşgücü Temininde Güçlük Yaşama Durumu		
Evet	6	4,0
Hayır	144	96,0
Toplam	150	100,0
İşletmede Hasatta Makine Kullanma Durumu		
Evet	143	95,3
Hayır	7	4,7
Toplam	150	100,0

Kayseri ili Develi ve Tomarza ilçelerinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılanların çoğunlukla 51-70 yaş arasında (%45,3) ve sadece %4,0'ünün ise genç olarak ifade edilen 20-30 yaş aralığındaki kişilerden oluştuğu gözlenmiştir. Yaş aralıklarından da anlaşılacağı üzere gençler tarıma yönelmiyor ve tarımdan kaçıyor. Bunun nedeni ise köyde sosyal yaşamın, sağlık hizmetlerinin, eğitimin, altyapı yetersizliğinin, haberleşme olanaklarının kısıtlı olmasıdır. Tarım arazilerinin miras yoluyla bölünmesinden dolayı yeterince gelir elde edilememesi de gençlerin tarımdan uzaklaşmasının sebepleri arasındadır. Tarım aile bireylerinin tamamının çalışma yaşamına katıldığı ileri yaşlara kadar çalışmanın devam ettiği tarım işlerinin ise babadan oğula devredildiği büyüklerinin sahip oldukları alışkanlıkların ve iş becerilerinin sonraki nesillere aktarılarak sürdürüldüğü bir meslektir. Bu yüzden tarımda 51-70 yaş arasındaki kişiler genellikle çiftçi ailede büyümüş bu işi ailede öğrenmiş ve meslek edinmiştir. Yaşının ilerlemesinden ve bu mesleği de uzun zamandır yapmasından dolayı mesleği bırakamamış başka mesleki bir eğitim de almadığı ve çiftçilikten başka meslek bilmediği

için köyde kalmış ve tarım yapmaya devam etmiştir. Bu yüzden tarımda iş yapan nüfusun çoğunluğu 51-70 yaş arasındaki bireylerden oluşmakta ve genç nüfus köyden çok şehri tercih etmektedir.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan 150 tarım işletmesine sahip kişilerin 143 ü yani %95,3 erkektir. 7 si yani %4,7'lik kısmı ise kadın nüfusundan oluşmaktadır. Tarımda iş gücünün daha ağır işlerden oluşması yani ağırlıklı olarak bilek ve kas gücüne dayanması ayrıca geçmişten gelen ataerkil toplumun getirdiği bir takım alışkanlıklar sebebiyle kadının daha çok ev işlerine erkeğin ise tarım işlerine yönelmesi bu sebepler arasında gösterilebilir. Kadınların genellikle erkeklere göre toprak işleme ve alet, makine kullanım becerisi daha zayıftır bu da tarımda erkek nüfusunun artmasındaki en önemli sebeplerdendir. Fiziki olarak da kadın bünyesinin tarıma elverişli olmadığı çünkü çocuk yapmak gibi kutsal bir göreve sahip olduğu da bu nedenlere eklenebilir.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %46,7 si ilkokul mezunu %48,7 si lise mezunu %4,7 si üniversite mezunudur. Tarım yapan kişilerin büyük çoğunluğu bu mesleği aile mesleği olarak devam ettirmekte ve bu sebeple okumaya ve başka bir mesleki eğitim almaya ihtiyaç duymamaktadır. Bu da tarım yapan işletmelerde eğitim oranının düşmesine yol açmıştır ve bu da tarım sektöründe büyük yaralar açmaktadır. Eğitim seviyelerinin düşük olması pek çok ekonomik fırsatı kaçırmalarına teknolojik gelişmelerden haberdar olmamalarına, bilinçli üretim ve bilinçli gübre kullanımı yapamamalarına neden olmaktadır. Buna ek olarak eğitimli kişilerse başka sektörlerde bir

meslek edinmiş bu sebeple de tarıma dönmek ve yahut şehir yerine köy yerleşimini tercih etmek istememiştir.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %11,3 ü 1-5 yıldır, %18,7 si 5-10 yıldır, %24,7 si 10-15 yıldır, %24,0 ü 15-20 yıldır, %21,3 ü ise 20-25 yıldır çerezlik kabak çekirdeği üretimi yapmaktadır. Bu bölgede kabak çekirdeğini yetiştirmek için iklim şartları ve toprak yapısı uygun olduğundan münavebeye uyularak kabak yetiştiriciliğine devam edilmiştir. Kabak çekirdeğinin kalite ve lezzet bakımından Nevşehir ilinden sonra ülkemizin en büyük üreticisi konumunda Kayseri ilinin olmasından dolayı kazanç getirici ürün olmuş ve bu yüzden üretimde süreklilik arz etmiştir.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan çiftçiler sulu alandan kuru alana göre daha fazla birim alan başına verim almaktadır. Ancak sulama maliyetlerinin yüksek olması ve yanlış sulamanın birçok hastalığa neden olmasından dolayı sulu arazide kabak çekirdeği yetiştiriciliği %12 lerde kuru arazilerde kabak çekirdeği yetiştiriciliği %86,7lerdedir.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerden sulu tarım yapanların %90 ı 10-20 gün arayla %2,7 si 20-30 gün arayla %6 sı 30-40 gün arayla %1,3 ü ise 40-50 gün arayla sulama yapmışlardır. Kabak bitkisinin ekildiği arazinin toprak yapısına ve çiftçinin sulama teknik ve kapasitesine göre sulamanın maliyet oranlarını ayarlama çerçevesinde sulama yapılmıştır.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticiler %1,3 ü muvafakatname %26,7 si kendi tarlasına, %27,3 ü kira sözleşmesi yapmak şartıyla %0,7 si taahhütname ile %44,0 ü hem kira sözleşmesi hem de kendi tarlasına ekmek şartıyla gelir elde etmektedirler. Kabak çekirdeği üreticiliği yapan çiftçiler alet, ekipman ve iş gücü gibi gerekli olan teknik yeterliliğe sahip olmayanve parasal gücü bu yetiştiriciliğine uygum olmayan çiftçilerden belirli bir bedel karşılığı kira sözleşmesi yapmak suretiyle arazilerini alarak kendi tarlalarıyla birlikte ekim yapmaktadırlar.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %7,3 ü 0-25 dekar arasında %32,0 ı 25-50 dekar arasında %41,3 ü 50-75 dekar arasında %18,7 si 100-500 dekar arasında % 0,7 si 500 dekar üzeri ekim yapmaktadırlar. En çok ekim %41,3 ile 50-75 arasında ekim yapılmaktadır. Bunun sebebi ise miras yolu ile arazilerin paylaşılmış olması ve alternatif ürün yetiştirme çabalarıdır.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %10 u 20-30 kilo aralığında %51,3 ü 30-40 kilo aralığında %38,0 i 40-50 kilo aralığında ve %0,7 si 50-100 kilo aralığında dekar başına verim almaktadır. Verimli ve kaliteli tohum kullanılması, sulama şartlar, arazilerin dağınık ve parçalı olması, çiftçilerin eğitim seviyesinin düşük olması ve gübre kullanımı gibi faktörler dekar başına verimi etkilemektedir. Bahse konu olan ilçelerde en fazla 30-40 kilo aralığında dekar başına verim alınmaktadır.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticiler ürettikleri kabak çekirdeğinin %92,7 sini Tüccar'a ve %7,3 Perakende satış olarak satılmıştır. Nakliye imkanı bulunmayan pazara ulaşması zor olan acil ürünü elden çıkarması gereken ve depolama imkanı olmayan çiftçiler ürünlerini Tüccar'a satmaktadırlar. Ekonomik olanakları olan pazara ulaşma imkanı olan çiftçiler perakende olarak satışı tercih etmektedirler.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticiler %23,3 büyüklük kriterine göre %76 sı dolgunluk kriterine göre % 0,7 si küçüklük kriterine göre üretilmektedir. Toprak yapısı, sulama yapılıp yapılmadığı, iklim şartları, ekiliş zamanı, ekiliş biçimi ve tohum çeşidi gibi sebepler kabak çekirdeğinin kriterlerine etki etmektedirler. Söz edilen ilçelerde en çok dolgun çekirdekler tercih edilmektedir.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %24 ü devlet desteklerini üretim için yeterli bulmaktadır. %76 ise mazot ve gübre fiyatlarının artmasından dolayı devletin kabak çekirdeği için verdiği üretim desteğini yeterli bulmamaktadır.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin % 1,3 ü girdi teminini maddi imkânlardan dolayı kolay karşılarken %98,7 si artan enflasyon oranlarına bağlı olarak girdi fiyatlarının da artmasından dolayı girdi teminini zor karşılamaktadır.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %98 i kabak çekirdeği satış fiyatının girdi fiyatını karşıladığını düşünmektedir. %2,0 ise kabak çekirdeği satış fiyatının girdi fiyatını karşılamadığını düşünmektedir. Bu hususta çiftçilerin ekim bilgisine iklim şartlarına ve arazi yapısına bağlıdır. Sulu arazi ile kuru araziye aynı girdi kullanılarak aynı ürün alınmamaktadır. Her arazi aynı verimi sağlamamaktadır.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %5,3 ü dekar başına 8-15 kg arası %52 si dekar başına 15-25 kg arası %42,7 si dekar başına 25-35 kg arası gübre kullanmaktadır. Gübre kullanımını etkileyen en önemli faktör gübrenin fiyatıdır. Gübre fiyatı ne kadar uygun olursa üretici o kadar gübre atımını artırmaktadır. Gübre kullanımını etkileyen diğer bir faktör ise çiftçinin uygun gübreyi kullanarak gübrenin faydasının olduğuna inanmasıdır.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %92,7 si birim alan başına Azotlu ve Fosforlu gübre kullanmakta %7,3 ü ise birim alan başına Amonyum sülfat ve Amonyum fosfor kullanmışlardır.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan. Üreticilerin bu konuda eğitimsiz olması ve toprak analizi yapan kuruluşların yetersiz anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %16 sı toprak analiz yaptırmış %84 ü toprak analizi yaptırmamıştır olmasından dolayı büyük çoğunluk toprak analizi yaptırmamıştır.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticiler ektiği çerezlik kabakta %40 ı külleme %26,7 mantar %33,3 ü ise külleme, mantar, kök çürüklüğü ve küf hastalığı ile karşılaşmıştır. Külleme bölgede en çok görülen hastalık türüdür. Sulama biçimi yağmurlama sulama şekli tercih edilmektedir. Bu sulama şeklide kabak bitkileri arasında hastalıkların yayılmasını teşvik edici bir güç olacağı düşünülmektedir.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %67,3 ü bu hastalıklara karşı ilaçlama yapmış,%2,0 bu hastalıklara karşı tohum değişimi yapmış, %30,7 ise bu hastalıklara karşı hepsini kullanmıştır. Ankete katılan çiftçilerin çoğunluğu çerezlik kabak bitkisi için ilaçlama yapmışlardır.
Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %1,3 ü her yıl %86 sı 2 yıl arayla %12 si 3 yıl arayla %0,7 si 4 yıl arayla ekim yapmaktadırlar. Üreticiler arazinin toprak yapısına göre, sulanma durumuna göre ve ikinci ürün olarak ekim sıklığı belirlenmektedir.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %56 sı Tarım sigortası yaptırmış %44 ü Tarım sigortası yaptırmamıştır. Üreticilerin çoğunluğu tarım sigortası yaptırmıştır. Ancak iklim şartlarını ve çiftçinin ekonomik durumunu baz aldığımızda yetersiz kalmaktadır. Üreticiler bu konuda yeterince bilinçlendirilememiştir. Tarım sigortası yaptıranların büyük çoğunluğu kredi başvurusu yaptığı için bankalar tarafından otomatik yapılmıştır.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan yabancı işgücüne ihtiyaç duyan üreticilerin %4,0 ü işgücü temininde güçlük yaşamamakta %96 ısı ise iş gücü temininde güçlük yaşamaktadır. Köyde sosyal yaşamın, sağlık hizmetlerinin, eğitimin, altyapı yetersizliğinin, haberleşme olanaklarının kısıtlı olması vb sebepler nedeniyle genç nüfus köyden göç etmekte bundan dolayı da işgücü sorunu yaşanmaktadır.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %59,3 ü yabancı iş gücüne ihtiyaç duymakta %40,7 si yabancı iş gücüne ihtiyaç duymamakta ve aile işgücü ve mekanizasyon yardımı ile işleri halletmektedir.

Kayseri ilinde çekirdeklik kabak yetiştiren işletmelerde yapılan anket sonucunda ankete katılan üreticilerin %95,3 ü kabak çekirdeğinin hasat aşamasında tarım makinalarından faydalanmakta %4,7 si kabak çekirdeğinin hasat aşamasında tarım makinalarından faydalanamamaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte hızla makineleşmeye geçilmiş hasat süresi kısalmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç

Bu anket çalışması Kayseri iline bağlı Develi ve Tomarza ilçelerinde uygulanmıştır. Anket çalışması 150 çiftçi ile yüz yüze ve 29 adet anket sorusu yöneltilerek yapılmıştır. Çiftçilerin yaşı minumum ve maksimum olmak üzere, cinsiyet oranları, ikametgah ve eğitim durumları vb. bilgileri şekilsel olarak sayısal veriler üzerinden gösterilmiştir. Bu anket çalışmasının amacı Kayseri ilinde çerezlik

kabak üretiminin sosyo-ekonomik, yetiştiricilik ve pazarlama durumunun incelenmesidir. Buna yönelik olarak Kayseri ili Develi ilçesinde 75 ve Kayseri ili Tomarza ilçesinde 75 olmak üzere toplamda 150 çerezlik kabak yetiştiren üretici ile görüşülmüştür. Ankete katılanların çoğunlukla 51-70 yaş arasında (%45,3) ve sadece %4,0'ünün ise genç olarak ifade edilen 20-30 yaş aralığındaki kişilerden oluştuğu gözlenmiştir. Ankete katılan 150 tarım işletmesine sahip kişilerin 143 ü yani %95,3 erkektir. 7 si yani %4,7'lik kısmı ise kadın nüfusundan oluşmaktadır. Ankete katılan üreticilerin %46,7 si ilkokul mezunu %48,7 si lise mezunu %4,7 si üniversite mezunudur. Ankete katılan üreticilerin%24,7 si 10-15 yıldır çerezlik kabak çekirdeği üretimi yapmaktadır. Çerezlik kabak yetiştiren üreticilerin sadece %12'nin ise sulu tarım yaptığı tespit edilmiştir. Sulu tarım yapanların ise %90 ı 10-20 gün arayla sulama yapmışlardır. Üreticilerin %26,7 si kendi tarlasına, %41,3 ü 50-75 dekar arasında ekim yapmışlar ve %51,3 ü 30-40 kilo aralığında dekar başına verim almaktadırlar. Ankete katılan üreticiler ürettikleri kabak çekirdeğinin %92,7 sini Tüccar'a ve %7,3 Perakende satış olarak satmaktadırlar. Üreticilerin %76'sı dolgunluk kriterine göre üretim yapmaktadırlar. Ankete katılan üreticilerin %100 ü yani tamamı devletten üretim desteği almakta fakat üreticilerin %24 ü devlet desteklerini üretim için yeterli bulmaktadır. Ankete katılan üreticilerin %98,7 si artan enflasyon oranlarına bağlı olarak girdi fiyatlarının da artmasından dolayı girdi teminini zor karşıladıklarını söylemekte ve üreticilerin %98 i kabak çekirdeği satış fiyatının girdi fiyatını karşıladığını düşünmektedir. Ankete katılan üreticilerin %52 si dekar başına 15-25 kg arası gübre kullanmaktadır ve%92,7 si birim alan başına Azotlu ve Fosforlu gübre kullanırken

sadece%10,7 si ise gübreyi temin etmekte sorun yaşamamakta gübre temin etmekte sorun yaşayanların %100 ü isefiyat artışından kaynaklı sorunlar yaşamaktadır. Ankete katılan üreticilerin kullandığı gübrenin %99,3 ü çerezlik kabak çekirdeği üzerinde etkili olurken bu üreticilerin %84 ü toprak analizi yaptırmamıştır. Bölgede üretilen çerezlik kabakta en çok görülen hastalık türü %40 ile külleme olmuş ve ankete katılan üreticilerin %67,3 ü bu hastalıklara karşı ilaçlama yolunu seçmiştir. Genel olarak ilaçlamanın %50 si 20 gün arayla yapılmıştır. Ankete katılan üreticilerin%86 sı 2 yıl arayla ekim yapmaktadırlar. Ankete katılan üreticilerin %100 ü üretimde mekanizasyondan yararlanmakta olup sadece %4,7 si kabak çekirdeğinin hasat aşamasında tarım makinelerinden faydalanamamaktadır. Ankete katılan üreticilerin %59,3 ü yabancı iş gücüne ihtiyaç duymakta,%96 sı ise iş gücü temininde güçlük yaşamaktadır. Tarım sigortası yaptıran çiftçi oranı %56 dır. Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı, çiftçiler ve bu konuda çalışma yapan üniversiteler, enstitüler gibi kuruşların bu konuda dersler çıkarmaları gerektiğini göstermiştir.

Öneriler

Kayseri ili ve ilçeleri çerezlik kabak üretimi bakımından ülkemizde ilk sırada yer almaktadır. Kayseri ilinde imalat ve ticaret sektörü ciddi düzeyde gelişmiştir. Ancak daha fazla büyüyebilmesi için tarım sektörüne katkıda bulunulması gerekmektedir. Bu yüzden kabak yetiştiriciliğine destek verilmeli üreticilerin bu husustaki sorunları giderilmelidir. Hastalıklara dayanıklı ürünler yetiştirilmeli, verimli çeşitler geliştirilmeli, kırsalda sosyal yaşamın, sağlık hizmetlerinin, eğitimin, altyapı yetersizliğinin ve haberleşme olanaklarının

iyileştirilerek genç nüfus üretime kazandırılmalı tarımdan uzaklaştırılmamalıdır.

Hedefe ulaşabilmek için çerezlik kabak üretimi konusunda ilgili kuruluşlar tarafından eğitimler düzenlenmeli, anketler yapılmalı çiftçi devlet iş birliği daha işler hale getirilmeli, üretim desteği sağlanmalı, Kooperatifleşmeye gidilmeli, çiftçinin ürünlerini pazarlama fırsatı oluşturulmalıdır. Bu kriterler sürekli hale getirilerek ülkemiz çerezlik kabak üreticiliği hususunda uluslararası pazarda lider konumuna getirilmelidir.

5. KAYNAKLAR

Altınok, H. H., Çolak, E. Ş., Altınok, M. A. (2019). Kayseri ili çerezlik kabak meyvelerinde çürüme: risk faktörleri ve öneriler. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 166-176.

Cicek, A., Erkan, O. (1996). Tarim ekonomisinde arastirma ve ornekleme yontemleri. *Gaziosmanpasa Universitesi Ziraat Fakultesi Yayinlari*, (12), 45.

Menemencioğlu, Y.E, Uğur, E., Candemir, A., Gülşen, O. (2013). Kayseri'de çerezlik kabak üretiminin sosyo-ekonomik, yetiştiricilik ve pazarlama durumunu açılardan incelemek. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, *29* (3), 220-226.

TÜİK, (2020). Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel üretim istatistikleri https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr (Erişim tarihi: 10.03.2023)

TÜKSİAD, (2022). Tüm Kuruyemiş Sanayi ve iş Adamları Derneği. http://www.tuksiad.org/ (Erişim tarihi: 01.02.2023)

Ünlükara, A. Bakır, R. (2018). Birinci ve ikinci ürün çerezlik kabağın (cucurbita pepo l.) su kullanımı ve veriminin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı*, 309-318.

Yanmaz, R., Düzeltir, B. (2003). Çekirdek kabağı yetiştiriciliği. T*ürk-Koop Ekin, Tarım Kredi Kooparatifi Merkez Bilgi Yayınları*, 26:22-24.

BÖLÜM 9

YAPAY ZEKÂ VE TARIM ALANINDA KULLANIMI

Doç. Dr. Aycan Mutlu YAĞANOĞLU[1]
Doç. Dr. Gökhan ARSLAN[2]

[1] Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum, Türkiye.
E-Posta: myagan@atauni.edu.tr
[2] Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Erzurum, Türkiye.
E-Posta: gokhan.arslan@atauni.edu.tr

1. GİRİŞ

Tarım sektörü, dünya genelinde gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik gibi kritik sorunlarla karşı karşıyadır. (Gökçe ve Uzmay 2015). Küresel nüfusun sürekli artışı, artan gıda talebi ve iklim değişikliği gibi faktörler, tarımın daha verimli, sürdürülebilir ve akıllı bir şekilde yönetilmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda, yapay zeka teknolojileri, tarım sektöründe devrim niteliğinde bir dönüşüm potansiyeli sunmaktadır (Mohamed ve Giray 2021).

Yapay zekâ, bilgisayar sistemlerinin insan benzeri zekâyı taklit edebilme yeteneği olarak tanımlanır (Coşkun ve Gülleroğlu 2021). Makine öğrenimi, derin öğrenme, veri analizi ve benzeri tekniklerle desteklenen yapay zeka, tarımsal faaliyetlerde verimliliği artırmak, kaynakları daha etkin kullanmak, hastalık ve zararlıları kontrol etmek gibi birçok alanda önemli avantajlar sağlamaktadır.

Tarım sektöründe yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı, çiftçilerin karşılaştığı birçok zorluğu aşmada yardımcı olabilir. Bitki hastalıklarının tespiti ve teşhisi, tarla verimliliği analizi, gübre ve su kullanımının optimize edilmesi, otomatik hasat sistemleri, iklim tahminleri ve tarım verilerinin analizi gibi birçok uygulama yapay zeka ile desteklenebilir.

Bu bağlamda, tarım sektöründe yapay zekâ teknolojilerinin kullanımının potansiyelini incelemektir. Bu teknolojilerin tarımsal verimlilik, sürdürülebilirlik, kaynak yönetimi ve karar destek sistemleri

üzerindeki etkileri araştırılarak, çiftçilerin karşılaştığı zorlukların nasıl aşılabileceği üzerinde odaklanılacaktır.

Yapay zekâ teknolojilerinin tarım sektöründe kullanımı, gıda üretimi süreçlerinde devrim niteliğinde bir değişiklik sağlayabilir (Eren, 2020). Veri analizi, tahmin modelleri, otomatik sistemler ve karar destek sistemleri gibi yapay zekâ uygulamaları, tarımsal verimliliği artırabilir, kaynakları daha etkin bir şekilde kullanmayı sağlayabilir ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını destekleyebilir (Hilal ve Şahinli 2022).

2. TARIM SEKTÖRÜNDE MEVCUT ZORLUKLAR

2.1 İklim Değişikliği

Artan sıcaklık, kuraklık, sel ve diğer hava olayları gibi iklim değişiklikleri tarımı etkilemektedir. Bu değişiklikler, bitki büyümesini, su kaynaklarını, zararlıların yayılmasını ve hasat verimliliğini olumsuz etkileyebilir (Bayraç ve Doğan, 2016).

2.2. Su Kaynakları ve Sulama Sorunları

Su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde tarım, sulama sorunlarıyla karşılaşabilir. Etkin ve sürdürülebilir sulama yönetimi gerekmektedir.

2.3. Verimlilik ve Verim Kaybı

Tarımsal verimlilik, doğru kaynak yönetimi, toprak verimliliği, gübreleme, hastalık kontrolü, zararlı mücadelesi ve doğru bitki seçimi

gibi faktörlere bağlıdır (Temel ve Torun, 2020). Verim kayıpları, hastalıklar, zararlılar ve diğer çevresel faktörler nedeniyle ortaya çıkabilir.

2.4. Kaynak Yönetimi

Tarımda kaynakların (su, enerji, gübre) etkin kullanımı ve yönetimi büyük önem taşır (Çakmak ve Gökalp, 2011). Verimsiz kaynak kullanımı, maliyetleri artırabilir ve çevresel etkileri olumsuz yönde etkileyebilir.

2.5. Pazar Erişimi ve Ticaret Engelleri

Tarım ürünlerinin pazarlara erişimi ve ticaret engelleri, tarım sektöründe önemli bir zorluktur (Biber, 2011). Ticaret anlaşmazlıkları, tarife ve tarım politikaları gibi faktörler, tarım ürünlerinin uluslararası pazarlara girişini sınırlayabilir.

2.6. Teknoloji ve İnovasyon

Tarımda teknolojik gelişmeler ve yenilikler, verimliliği artırabilir ve tarımsal süreçleri iyileştirebilir. Ancak, teknolojiye erişim, altyapı eksikliği ve maliyetler gibi faktörler, teknoloji ve inovasyonu benimsemeyi zorlaştırabilir.

2.7. İşgücü ve Göç

Tarım sektöründe yaşlı nüfusun artması ve gençlerin tarımdan uzaklaşması, işgücü eksikliği sorununu ortaya çıkarmaktadır (Güder, 2019). Göç, tarımda çalışacak nitelikli işgücü eksikliğine yol açabilir.

2.8. Fiyat Dalgalanmaları

Tarımsal ürünlerde mevsimsel ve pazar koşullarına bağlı olarak fiyat dalgalanmaları yaygındır. Bu dalgalanmalar, çiftçilerin gelirini etkileyebilir ve finansal istikrarsızlık yaratabilir.

Bu zorluklar, tarım sektöründe verimliliği, sürdürülebilirliği, gelir güvenliğini ve gıda güvenliğini etkileyebilir. Yapay zekâ gibi teknolojiler, bu zorluklarla mücadelede çözümler sunabilir ve tarım sektörünün dönüşümüne katkıda bulunabilir.

3. YAPAY ZEKÂNIN TARIMDA POTANSİYELİ

3.1. Verimlilik Artışı

Yapay zekâ, tarımsal verimliliği artırabilir. Makine öğrenimi ve veri analitiği kullanarak bitki büyümesini ve verimliliği tahmin edebilir, bitki hastalıklarını tespit edebilir, hasat süreçlerini optimize edebilir ve sulama yönetimini iyileştirebilir (Güzel ve Okatan, 2022). Bu sayede, kaynakların daha etkin kullanılması ve verim kayıplarının azaltılması mümkün olabilir.

3.2. Hastalık ve Zararlı Kontrolü

Yapay zekâ tabanlı görüntü işleme ve analiz algoritmaları, bitki hastalıklarının ve zararlıların erken teşhisini sağlayabilir (Türkoğlu 2019). Bu sayede, hızlı ve doğru müdahaleler yaparak hastalıkların ve zararlıların yayılmasını önlemek mümkün olur.

3.3. Kaynak Yönetimi

Yapay zekâ, su ve gübre gibi kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayabilir. Sensörler ve IoT teknolojisi ile entegre edilen yapay zekâ algoritmaları, bitkilerin su ihtiyaçlarını tahmin edebilir ve sulama sistemlerini optimize ederek su tasarrufu yapılmasını sağlayabilir (Turgut ve Aydın, 2022). Aynı şekilde, yapay zekâ, toprak özelliklerini ve bitki ihtiyaçlarını analiz ederek gübre kullanımını optimize edebilir.

3.4. İklim Değişikliği ve Hava Tahmini

Yapay zekâ, iklim değişikliği ile mücadelede ve hava tahmininde önemli bir rol oynayabilir (Arı, 2021). Veri analitiği ve makine öğrenimi yöntemleri kullanarak, iklim değişikliği modelleri oluşturulabilir ve hava tahminleri daha doğru hale getirilebilir (Güzel ve Okatan, 2022). Bu, çiftçilere daha iyi planlama yapma ve risk yönetimi konusunda yardımcı olabilir.

3.5. Otomatik Tarım Sistemleri

Tarım makinelerinin otomatik olarak yönetilmesini sağlayabilir. Drone'lar ve otonom tarım makineleri, yapay zekâ teknolojileriyle

entegre edilerek tarım operasyonlarının otomatikleştirilmesi mümkün olur (Bayrak, 2022). Bu, işgücü verimliliğini artırabilir ve insan hatalarını azaltabilir.

3.6. Veri Analitiği ve Karar Destek Sistemleri

Tarım verilerinin analiz edilmesi ve karar destek sistemleri oluşturulması konusunda yardımcı olabilir. Büyük veri analitiği ve makine öğrenimi yöntemleri, tarım verilerini değerlendirerek çiftçilere bilgi sağlayabilir ve daha iyi kararlar almalarına yardımcı olabilir.

Tarım sektöründe daha verimli, sürdürülebilir ve yenilikçi çözümler sunarak tarımsal üretimi iyileştirmenin önemli bir aracı olabilir. Ancak, veri güvenliği, etik ve kabul edilebilirlik gibi konuların da dikkate alınması gerekmektedir.

4. TARIMDA YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI

4.1. Bitki Hastalıklarının Tespiti

Yapay zekâ, bitki hastalıklarının tespiti için görüntü işleme ve görüntü tanıma tekniklerini kullanabilir. Bitki yapraklarından veya diğer bitki parçalarından alınan görüntüler, yapay zekâ algoritmalarıyla analiz edilerek hastalık belirtileri tespit edilebilir. Bu, erken teşhis ve hızlı müdahale sağlayarak hastalığın yayılmasını önleyebilir. Yapay zekâ, bitki hastalıklarıyla ilgili verileri toplayabilir ve analiz edebilir (Mikelsten, 2020). Toplanan veriler, bitki büyümesi, nem düzeyi, sıcaklık, hava koşulları ve hastalık yayılımı gibi faktörleri izleyebilir.

Bu veriler, yapay zekâ algoritmalarıyla analiz edilerek hastalıkların belirlenmesi ve tahmin edilmesi için kullanılabilir.

Bitki hastalıklarının tespiti için kullanılan verileri değerlendirerek çiftçilere karar destek sistemleri sunabilir (Türkoğlu 2019). Hastalık belirtileri ve tehlike seviyeleri hakkında bilgi sağlayarak çiftçilere hastalık kontrolü için stratejiler önerilebilir. Bu, doğru müdahale yöntemlerinin seçilmesine ve kaynakların etkin kullanımına yardımcı olabilir. Bitki hastalıklarının yönetimi ve kontrolü için çeşitli stratejiler geliştirebilir. Veri analitiği ve makine öğrenimi, hastalık kontrolünde kullanılan kimyasal maddelerin doğru dozlama ve zamanlama ile kullanılmasını sağlayabilir. Ayrıca, organik ve biyolojik mücadele yöntemleri için de uygun stratejiler önerilebilir.

4.2. Verimlilik Artırma

Toprak verimliliğini artırmak için toprak özelliklerini analiz edebilir. Veri analitiği ve makine öğrenimi yöntemleri kullanılarak, toprak örnekleri ve sensör verileri analiz edilebilir. Bu analizler, toprak besin içeriğini, pH düzeylerini, tuzluluk oranını ve diğer faktörleri değerlendirerek, bitki besleme ve gübreleme stratejilerinin optimize edilmesine yardımcı olabilir (Mutlu, 2022).

Bitki büyüme modelleri oluşturabilir ve bitkilerin gelişimini tahmin edebilir. Bu, çiftçilere hasat zamanlamasında ve sulama programlarında rehberlik edebilir. Ayrıca, bitki tahmini modelleri, iklim değişikliklerinin bitki büyümesi üzerindeki etkisini de değerlendirebilir.

Yapay zekâ, hasat süreçlerinin optimize edilmesine yardımcı olabilir. Makine öğrenimi ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak, hasat robotları ve otomatik hasat makineleri geliştirilebilir (Uygun 2019). Bu, hasat işlemlerinin hızlanmasını, verimliliğin artmasını ve insan işgücünden tasarruf sağlanmasını mümkün kılar.

Zararlıların tespit edilmesi ve mücadele stratejilerinin geliştirilmesinde kullanılabilir. Görüntü işleme ve makine öğrenimi algoritmaları, bitki zararlılarının erken teşhisini yapabilir ve doğru müdahale yöntemlerini belirleyebilir. Bu, kimyasal kullanımını azaltarak sürdürülebilir tarımı destekler.

Sulama yönetimini optimize ederek su kullanımını azaltabilir. Yapay zekâ algoritmaları, bitkilerin su ihtiyaçlarını tahmin edebilir ve sulama programlarını buna göre ayarlayabilir. Bu, su tasarrufu sağlar ve su kaynaklarının etkin kullanımını destekler.

Tarımda verimlilik artırma konusunda önemli bir rol oynayabilir. Veri analizi, tahmin modelleri, otomasyon ve karar destek sistemleri ile tarım süreçlerinin optimize edilmesi ve kaynakların daha verimli kullanılması mümkün hale gelir. Bu, çiftçilere daha yüksek verimlilik, daha az maliyet ve daha sürdürülebilir bir tarım sistemi sağlayabilir.

4.3. Toprak Verimliliği Optimizasyonu

Yapay zekâ, toprak analizi ve değerlendirmesi için kullanılan veri analitiği tekniklerini kullanabilir. Toprak örnekleri ve sensör verileri, yapay zekâ algoritmalarıyla analiz edilebilir. Bu analizler, toprak besin

içeriğini, pH düzeylerini, tuzluluk oranını ve diğer faktörleri değerlendirerek, bitki besleme stratejilerinin optimize edilmesine yardımcı olabilir (Mutlu, 2022). Gübreleme stratejilerini optimize edebilir. Toprak analizi sonuçları ve bitki besin gereksinimleri göz önünde bulundurularak, yapay zekâ algoritmaları gübreleme programları oluşturabilir. Bu, doğru gübre türlerinin ve dozlarının kullanılmasını sağlayarak bitki beslenmesini optimize eder ve gübre maliyetlerini azaltır.

Bitki besleme takibini gerçek zamanlı olarak yapabilir. Yapay zekâ algoritmaları, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besinleri takip edebilir. Bu sayede, bitkilerin besin eksikliklerini tespit edebilir ve zamanında müdahaleler yapılmasını sağlar.

Bitki çeşit seçiminde yardımcı olabilir. Bitki verimlilik modelleri ve iklim verileri kullanılarak, yapay zekâ algoritmaları farklı bitki çeşitlerinin performansını tahmin edebilir. Bu, çiftçilere en uygun bitki çeşidini seçmeleri konusunda rehberlik eder ve verimliliği artırır. Tarımsal verimlilik analizi yapabilir ve gelecekteki verimlilik tahminlerinde bulunabilir. Veri analizi ve makine öğrenimi algoritmaları, geçmiş üretim verilerini ve çeşitli faktörleri değerlendirerek verimlilik trendlerini analiz edebilir. Bu, çiftçilere gelecekteki üretim potansiyelini ve verimlilik artışı için stratejiler geliştirme konusunda bilgi sağlar.

Toprak verimliliği optimizasyonunda tarımsal süreçlerin daha akıllı ve etkin hale getirilmesine yardımcı olabilir. Bu, doğru besin kullanımı, gübreleme stratejilerinin optimize edilmesi, su ve enerji tasarrufu sağlanması ve daha sürdürülebilir bir tarım sistemi oluşturulması gibi avantajlar sunabilir.

4.4. Sulama Yönetimi

Yapay zekâ, bitkilerin su ihtiyacını tahmin etmek için veri analizi ve makine öğrenimi algoritmalarını kullanabilir. Sensörlerden veya hava durumu verilerinden alınan bilgilerle yapay zekâ modelleri oluşturulabilir. Bu modeller, bitkilerin büyüme aşamalarını ve su tüketimini dikkate alarak, optimal sulama programlarını belirleyebilir.

Sulama programlarını optimize ederek su kullanımını iyileştirebilir. Toprak nem verileri, bitki büyüme modelleri, hava durumu tahminleri ve diğer faktörler kullanılarak, yapay zekâ algoritmaları sulama sürelerini, sıklıklarını ve su miktarlarını ayarlayabilir (Mercan 2019). Bu, bitkilerin su ihtiyaçlarına uygun olarak sulama yapılmasını sağlar ve su tasarrufu sağlar.

Otomatik sulama sistemleriyle entegre edilebilir. Sensörler ve akıllı sulama sistemleriyle birlikte çalışarak, yapay zekâ algoritmaları bitkilerin ihtiyaç duyduğu su miktarını ve zamanlamasını belirleyebilir. Bu sayede, sulama süreci otomatik olarak gerçekleştirilir ve su kaynaklarının daha etkin kullanımı sağlanır.

Su kaynaklarının daha etkin yönetilmesine yardımcı olabilir. Veri analizi ve tahmin modelleri kullanılarak, su kaynaklarının durumu ve kullanımı değerlendirilebilir. Yapay zekâ, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı için stratejiler geliştirebilir ve çiftçilere su yönetimi konusunda rehberlik edebilir.

Bitkilerin su stresini tespit edebilir. Görüntü işleme teknikleri ve makine öğrenimi algoritmaları kullanılarak, bitkilerin yapraklarındaki değişiklikler ve renk farklılıkları analiz edilebilir. Bu, bitkilerin su ihtiyaçları hakkında bilgi sağlayarak, sulama programlarının daha etkin şekilde yönetilmesini sağlar.

Sulama yönetiminde verimliliği artırabilir, su tasarrufu sağlayabilir ve tarımsal sulama süreçlerini optimize edebilir. Bu, çiftçilerin su kaynaklarını daha verimli kullanmasına ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamasına yardımcı olur.

4.4. Gübre Kullanımı Optimizasyonu

Yapay zekâ, gübre kullanımı optimizasyonunda önemli bir rol oynayabilir ve tarımsal üretimde verimliliği artırabilir.

Toprak analizi sonuçları ve bitki besin gereksinimleri gibi verileri analiz edebilir. Veri analitiği ve makine öğrenimi algoritmaları kullanılarak, toprak besin içeriği, pH düzeyi, tuzluluk gibi faktörler değerlendirilir (Yener, 2019). Bu analizler, bitkilerin beslenme ihtiyaçlarını daha doğru bir şekilde belirleyerek gübreleme stratejilerinin optimize edilmesine yardımcı olabilir.

Bitki beslenmesini gerçek zamanlı olarak takip edebilir. Yapay zekâ algoritmaları, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini belirleyebilir. Bu sayede, bitkilerin besin eksikliklerini tespit ederek zamanında müdahaleler yapılmasını sağlar. Böylece, gübreleme süreçleri optimize edilir ve gereksiz gübre kullanımı azaltılır.

Gübreleme stratejilerini optimize edebilir. Toprak analizi sonuçları, bitki ihtiyaçları ve diğer faktörler göz önünde bulundurularak, yapay zekâ algoritmaları en uygun gübre türlerini, dozlarını ve zamanlamalarını belirleyebilir. Bu, bitkilerin besin gereksinimlerini karşılayarak verimliliği artırır ve aşırı gübre kullanımının önüne geçer.

Tarımsal verimlilik analizi yapabilir ve gelecekteki verimlilik tahminlerinde bulunabilir. Veri analizi ve makine öğrenimi algoritmaları, geçmiş üretim verilerini ve çeşitli faktörleri değerlendirerek verimlilik trendlerini analiz edebilir. Bu, çiftçilere gelecekteki gübre ihtiyaçlarını ve verimlilik artışı için stratejiler geliştirme konusunda bilgi sağlar.

Gübre kullanımının çevresel etkilerini azaltmaya yardımcı olabilir. Veri analizi ve tahmin modelleri kullanılarak, gübre kullanımının neden olduğu su kirliliği, toprak erozyonu veya nitrat birikimi gibi sorunları tahmin edebilir (Koç ve ark., 2001). Buna göre, çiftçilere çevresel açıdan sürdürülebilir gübreleme stratejileri önerilebilir.

Yapay zekâ, gübre kullanımı optimizasyonunda doğru ve etkili gübreleme stratejilerinin belirlenmesine yardımcı olarak çiftçilere

maliyetleri azaltma, çevresel etkileri minimize etme ve verimliliği artırma fırsatı sunar.

4.5. Su Ürünlerinde Yapay Zekânın Kullanım Alanları

Su ürünleri endüstrisi, dünya genelinde birçok insan için beslenme ve ekonomiye büyük katkı sağlayan önemli bir sektördür (Turan ve ark., 2017). Son yıllarda, su ürünleri sektörü, artan talebi karşılamak ve üretim süreçlerini verimli hale getirmek için yeni teknolojilere yönelmektedir. Bu teknolojilerden biri de yapay zekâ olarak bilinen ilerici ve yenilikçi teknolojidir. Yapay zekâ sürdürülebilir balıkçılık ve aquakültür operasyonlarının geliştirilmesinde etkileyici sonuçlar sağlamıştır (Dikel ve Öz, 2022).

4.5.1. Su Ürünleri Üretimi

Yapay zekâ teknolojileri, balıkçılıkta ve aquakültür de, popülasyon dinamiklerini, beslenme alışkanlıklarını ve hastalıkların yayılmasını izlemek ve yönetmek için kullanılmaktadır (Crispin ve ark., 2020). Yapay zekânın özellikle makine öğrenmesi (ML) özelliği, büyük veri kümelerini analiz ederek balıkçılık yönetimi ve çevresel etkiler konusunda değerli bilgiler sağlayabilir. Örneğin, uydu görüntüleri ve deniz akıntıları verilerini analiz ederek, YZ algoritmaları, balık stokunun yerini ve miktarını tahmin edebilir.

4.5.2. Su Ürünleri İşleme

Yapay zekâ su ürünleri işleme sektöründe de önemli fırsatlar sunmaktadır. Ürünlerin kalitesini ve tazeliğini belirlemek için görüntü analizi ve derin öğrenme teknikleri kullanılmaktadır (Tonguç ve ark., 2022.) Bu, gıda güvenliği ve tüketici memnuniyetini artırırken, israfı azaltır ve verimliliği artırır.

4.5.3. Su Ürünleri Pazarlama

Yapay zekâ su ürünleri pazarlamasında daha etkin stratejiler geliştirmek için kullanılıyor. Tüketici alışkanlıklarını, trendleri ve pazar taleplerini analiz eder, böylece şirketler hedefli ve etkili pazarlama kampanyaları oluşturabilir.

4.6. Sürdürülebilirlik

Yapay zekâ, tarımda sürdürülebilirlik hedeflerini desteklemek için önemli bir araç olabilir (Güzel ve Okatan, 2022).

Tarımsal kaynakların daha etkin ve verimli kullanılmasını sağlayabilir. Su kullanımını, gübreleme stratejilerini, enerji kullanımını ve diğer kaynakları optimize edebilir. Bu, su tasarrufu, azaltılmış kimyasal kullanımı, enerji verimliliği ve doğal kaynakların korunması anlamında sürdürülebilir bir tarım sağlar.

Bitki hastalıklarının ve zararlıların erken tespiti ve kontrolü konusunda yardımcı olabilir. Görüntü işleme ve makine öğrenimi teknikleri kullanılarak hastalık ve zararlıların belirlenmesi ve mücadele

stratejilerinin optimize edilmesi mümkündür. Bu, gereksiz kimyasal kullanımını azaltarak çevresel etkileri minimize eder ve sürdürülebilir tarıma katkı sağlar.

Doğal kaynakların korunmasına yardımcı olabilir. Veri analizi ve tahmin modelleri kullanılarak, toprak erozyonu, su kirliliği ve habitat kaybı gibi çevresel etkiler tahmin edilebilir. Buna göre, çiftçilere çevresel açıdan sürdürülebilir tarım uygulamaları konusunda rehberlik edilebilir.

İklim değişikliği ve hava tahmininde önemli bir rol oynayabilir. Veri analitiği ve makine öğrenimi algoritmaları kullanılarak, iklim modelleri oluşturulabilir ve hava tahminleri daha doğru hale getirilebilir. Bu, çiftçilerin iklim değişikliğine uyum sağlamalarına ve risklerle başa çıkmalarına yardımcı olur.

Tarımsal verimlilik ve verim artışı için çeşitli yöntemler sunar. Bitki büyüme modelleri, gübreleme stratejileri, sulama programları ve diğer tarımsal süreçler yapay zekâ algoritmalarıyla optimize edilebilir. Bu, daha yüksek verimlilik, daha az kaynak tüketimi ve daha sürdürülebilir bir üretim sağlar.

Yapay zekâ, tarımda sürdürülebilirlik hedeflerini desteklemek için çiftçilere ve tarım sektörüne önemli avantajlar sağlar. Sürdürülebilir tarım uygulamalarıyla kaynakların korunması, çevresel etkilerin azaltılması ve gelecek nesillerin gıda güvencesinin sağlanması hedeflenir.

SONUÇ

Yapay zekâ teknolojileri, tarımsal verimliliği artırma, kaynakları daha etkin kullanma, hastalık ve zararlıları kontrol etme gibi bir dizi alanda çiftçilere önemli avantajlar sağlayabilir.

Tarımsal verimlilik açısından yapay zekâ, bitki hastalıklarının tespiti ve teşhisi konusunda önemli bir rol oynar. Görüntü işleme ve makine öğrenimi teknikleri kullanılarak, hastalık belirtileri erken aşamada tespit edilebilir ve doğru tedavi stratejileri belirlenebilir. Bu, bitki hastalıklarının yayılmasını engeller ve tarımsal üretimi korur.

Kaynak yönetimi açısından yapay zekâ, sulama ve gübreleme stratejilerinin optimize edilmesine yardımcı olur. Sensörler ve veri analizi kullanılarak bitki su ihtiyacı ve toprak besin içeriği belirlenir. Buna göre, su ve gübre kullanımı daha etkin ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilir.

Ayrıca, yapay zekâ destekli otomatik sistemler, tarım süreçlerini otomatikleştirme konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. Otomatik hasat sistemleri, tarla sürme ve bitki bakımı gibi uygulamalar, işgücü maliyetini azaltırken verimliliği artırır.

Bu çalışmanın sonuçları, yapay zekânın tarım sektöründe çeşitli zorlukları aşma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, yapay zekâ uygulamalarının yaygın olarak benimsenmesi için bazı zorlukların da ele alınması gerekmektedir. Veri kalitesi, altyapı gereksinimleri, maliyetler, eğitim ve etik konuları gibi faktörler, yapay

zekâ teknolojilerinin yaygınlaşması için dikkate alınması gereken alanlardır.

Sonuç olarak, yapay zekâ tarım sektöründe büyük bir potansiyele sahiptir. Bu teknolojiler, tarımsal verimlilik, kaynak yönetimi ve hastalık kontrolü gibi alanlarda önemli avantajlar sunmaktadır. Gelecekteki araştırmalar ve uygulamalar, yapay zekânın tarımda daha geniş çapta benimsenmesini sağlayacak ve tarımsal sürdürülebilirliği artıracaktır.

KAYNAKÇA

Arı, E. S. (2021). Süper Akıllı Toplum: Toplum 5.0. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 23(1), 455-479.

Bayraç, N. H., & Doğan, E. (2016). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri.

Bayrak, E. (2022). Yapay Zekâ Ve Mekan Tasarımı Etkileşiminin Günümüz Tasarım Eğitiminde Değerlendirilmesi.

Biber, A. E. (2011). Dünya Tarım Ticareti Serbestleşme Sürecinde Neo-Merkantilist Politikalar. Business & Economics Research Journal, 2(1).

Coşkun, F., & Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay Zekânın Tarih İçindeki Gelişimi ve Eğitimde Kullanılması. Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (Jfes), 54(3), 947-966.

Crispin C.L., Jothiswaran, V. V., Velumani, T., & Jayaraman, R. (2020). Application of artificial intelligence in fisheries and aquaculture. Biotica Research Today, 2(6), 499- 502.

Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2011). İklim Değişikliği ve Etkin Su Kullanımı. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, (1), 87-95.

Dikel, S., & Öz, M. (2022). Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Yapay Zekâ Uygulaması.

Eren, Z. (2020). Toplum 5.0 Ve Dijital Dünyada Toplumsal Dönüşüm Ve Eğitim.

Gökçe, K. O. Ç., and Ayşe Uzmay. (2015). Gida Güvencesi Ve Gida Güvenliği: Kavramsal Çerçeve, Gelişmeler ve Türkiye. Tarım Ekonomisi Dergisi 21.1 ve 2 39-48.

Güder, F. (2019). Türkiyede Tarımsal Teşviklerin Genç İşsizliği Üzerine Etkileri: Yalova İlinde Genç Çiftçi Projesi Örneği (Master's Thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Güzel23, B., & Okatan24, E. (2022). Tarım ve Yapay Zekâ. Yapay Zekânın Değiştirdiği Dinamikler, 199.

Hilal, A. R., & Şahinli, M. A. (2022). Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılabilirliği Üzerine Bir İnceleme. Tarsus Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(1), 1-11.

Koç, A., Tanrıvermiş, H., Budak, F., Gündoğmuş, E., İnan, H., Kubaş, A., & Özkan, B. (2001). Türkiye Tarımında Kimyasal İlaç Kullanımı: Etkinsizlik, Sorunlar ve Alternatif Düzenlemelerin Etkileri. Proje Raporu, 13, 2000-5.

Mikelsten, D. (2020). Otomasyon ve Gelişen Teknolojiler (Vol. 3). Cambridge Stanford Books.

Mohamed, D. S., & Giray, F. H. (2021). Kaynak Kullanım Verimliliği İçin Entegre Bir Yaklaşım: Su-Enerji-Gıda Bağlantısı (Nexus). Eurasian Journal of Agricultural Economics (Ejae), 1(2), 66-82.

Mutlu, D. (2022). Farklı yükseltilerde yetiştirilen incir'in (Ficus carica L. sarılop) bitki beslenmesi açısından değerlendirilmesi (Master's thesis, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Temel, N., & Torun, H. (2020). Bağ ve Bahçelerde Örtücü Bitki Seçim Kriterleri, Ekolojik Katkıları Ve Yabancı Ot Mücadelesindeki Yeri. Turkish Journal of Weed Science, 23(2), 177-187.

Tonguç, G., Balcı, B. A., & Arslan, M. N. (2022). Su Ürünleri Yetiştiriciliği İçin Balık Davranışlarının Bilgisayarlı Görüntü İşleme Yöntemleriyle İzlenmesi. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 7(4), 568-581.

Turan, Z., Şanver, D., & Öztürk, K. (2017). Türkiye'de hayvancılık sektöründen süt inekçiliğinin önemi ve yurt içi hasılaya katkısı ve de dış ülkelerle karşılaştırılması. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(3), 60-74.

Turgut, B., & Aydın, N. (2022). Dördüncü Sanayi Devrimi ve Tarımdaki Değişimler.

Türkoğlu, M. (2019). Görüntü İşleme Tabanlı Bitki Türleri ve Hastalıkları Tanıma.

Uygun, T. (2019). Görüntü işleme tekniği kullanılarak iki noktalı kırmızı örümcek (Tetranychus urticae Koch.) zarar düzeyinin belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Yener, Ç. (2019). Tarım sektörünün geleceği: Teknolojik bir bakış (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

BÖLÜM 10

KAHRAMANMARAŞ YEREL BAĞCILIĞINDA SON YILLARDAKİ GELİŞMELER VE MEVCUT DURUM

Doç. Dr. Muhammed KÜPE[1]

[1] Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye
muhammed.kupe@atauni.edu.tr, Orcid no: 0000-0002-7225-8065

1. ANADOLU BAĞCILIĞI VE TÜRKİYE ÜZÜM VERİLERİ

Asmanın, iklim ve toprak istekleri yönünden adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması, taze tüketiminin yanı sıra bir çok farklı tüketim şekline sahip oluşu, ve köklendirilmesi kolay çok yıllık bir bitki olması, dünya üzerinde yaygınlaşmasına olanak tanımıştır. Anadolu coğrafyasının ekolojik özelliklerinin bağcılık için biçilmiş bir kaftan olması, bu coğrafyayı hem yabani asma *(Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) hem de kültür asmasına *(Vitis vinifera* ssp. *sativa)* ait oldukça geniş bir gen popülasyonu merkezi haline getirmiştir (Çelik ve ark., 1998). Dünya üzerinde 10.000 civarında çeşidi olduğu düşünülen asma, meyve türleri içerisinde en fazla çeşide sahip türdür. Türkiye'de 1200'den fazla üzüm çeşidi olmakla birlikte ekonomik anlamda değer taşıyan 40-50 yerel çeşit ve 10 kadar da yabancı sofralık çeşit yetiştiriciliği yaygınlaşmıştır (Ağaoğlu, 1999; Ergül ve ark., 2002; Taşkaya, 2003; Çelik ve ark., 2005; Uzun ve Bayır, 2008; Çelik ve ark., 2010).

Bağcılık için oldukça elverişli yetiştirme olanaklarına sahip olan Anadolu toprakları, yaklaşık 8000 yıldır asmanın anavatanı ve kültüre alındığı bölge olarak kabul edilmektedir. Anadolu tarihinde üzüm ve şarap her dönemde önemini korumuştur. Tek tanrılı dinlerde dini bir anlam kazanan şarap, özellikle Hıristiyanlık döneminde, ayrı bir yere sahiptir. Anadolu coğrafyasında İslam'ın yayılmasıyla birlikte şarabın önemi, Müslümanların çoğunlukta olduğu yerler azalmış veya kaybolmuştur. Ancak üzüm ve üzüm figürleri sanatta yerini almaya devam etmiştir (Çiğdem, 1996; Taşkesenlioğlu ve ark., 2022). Anadolu topraklarında yaşamış olan Hititler, paraların üzerine üzüm ve şarap kapları işlemiş, Yozgat Sorgun'da yapılan kazılarda üzüm salkımı şeklinde şarap ve içki kapları bulunmuştur (Bulut, 2006). Bir çok

tarihi bilgi ve bulgulardan anlaşıldığı üzere Anadolu bu güne kadar gelmiş geçmiş, çoğu medeniyetlerin beşiği olduğu gibi asma kültürünün ve şarapçılığın da anavatanını oluşturmaktadır (Kara ve ark., 2005; Karabat, 2018).

Türkiye'de üretimi gerçekleştirilen üzümlerin büyük bir çoğunluğu sofralık ve kurutmalık; küçük bir kısmı da şaraplık olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca üzüm suyunun farklı yöntemlerle işlenmesi neticesinde elde edilen sirke, pekmez, sucuk, pestil, şarap vb. ürünler de yoğun şekilde tüketilmektedir (Ergenoğlu ve Tangolar, 2000). Son yıllarda turşu yapımında kullanılan asmanın taze sülük ve sürgünleri de ticari olarak raflardaki yerini almaya başlamıştır (Cangi ve Yağcı, 2017; Sağlam ve Sağlam, 2018; Küpe, 2021). Bağcılık ülkemizin tarım ile uğraşan birçok yerinde halkın geçimi için önemli rol oynamakla beraber milli ekonomiye de önemli katkı sağlamaktadır. Türkiye'de 2021 yılı verilerine göre 3.902.211 dekarlık alanda 1.434.010 ton sofralık üzüm üretimi gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de üretilen sofralık üzümlerin büyük bir kısmı çekirdekli çeşitlerden oluşmaktadır. Bunun yanı sıra 312.411 dekarlık alanda, 1354 kg/da ortala verim ile 422.919 ton sofralık çekirdeksiz üzüm üretimi de yapılmaktadır. Şaraplık-şıralık olarak tanımlanan üzümlerin 2021 yılı bağ alanı 568.599 dekar olup üretim miktarı 382.911 ton dur. Bu üzümlerin dekara verimleri ise 673 kg/da'dır. Son yıllarda Türkiye'de şaraplık üzüm ve şarap üretiminde önemli gelişmeler olsa da sahip olduğu potansiyelin çok gerisinde kalmıştır (Şenuyar ve ark., 2014). Kurutmalık çekirdekli üzüm üretiminde önemli bir yere sahip olan Türkiye'de, 1.286.132 dekarlık alanda kurutmalık üzüm üretimi yapılmaktadır. Bu alanın 516.433 dekarlık kısmında yıllık ortalama

1.240.000 ton çekirdekli kurutmalık üzüm üretimi yapılırken, 769.699 dekarlık kısmında ise 1.126.304 ton çekirdeksiz kurutmalık üzüm üretimi yapılmaktadır. Çekirdekli kurutmalık üzümün ortalama verimi 588kg/da iken, çekirdeksiz kurutmalık üzümün ortalama verimi ise 1463 kg/da'dır (TÜİK, 2021). Üzüm üretimi bakımından Türkiye dünya ülkeleri arasında 6. sıradaki yerini korumaktadır (FAO, 2021). Türkiye'nin üzüm üretimi yıllara göre stabil olmamakla birlikte en fazla üretim sofralık-çekirdekli üzüm çeşitlerinde (%34) gerçekleşirken, bunu sırasıyla % 29,5 ile kurutmalık-çekirdeksiz, %15.9 ile sofralık-çekirdeksiz, %11.6 ile şaraplık ve %8.6 ile kurutmalık-çekirdekli üzüm takip etmektedir (TUİK, 2021). 2021 yılı Türkiye üzüm üretim alanları ve üretim miktarları Tablo 1'de sunulmuştur.

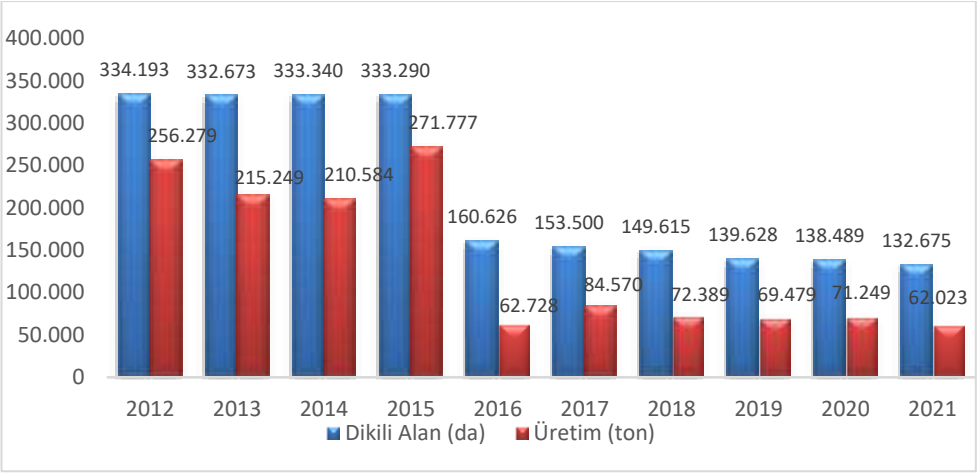
Tablo 1: Türkiye üzüm üretim verileri (TUİK, 2021)

Yıllar	**Alan (dekar)**	**Üretim (ton)**			
		Toplam	**Sofralık**	**Kurutmalık**	**Şaraplık**
2012	4.622.959	4.234.305	2.219.813	1.613.833	400.659
2013	4.687.922	4.011.409	2.132.602	1.423.578	455.229
2014	4.670.929	4.175.356	2.166.749	1.563.480	445.127
2015	4.619.557	3.650.000	1.891.910	1.334.563	423.527
2016	4.352.269	4.000.000	1.990.604	1.536.862	472.534
2017	4.169.068	4.200.000	2.109.000	1.603.000	488.000
2018	4.170.410	3.933.000	1.945.262	1.524.091	463.647
2019	4.054.387	4.100.000	2.050.000	1.599.000	451.000
2020	4.009.979	4.208.908	2.218.056	1.534.499	456.353
2021	3.902.211	3.670.000	1.856.929	1.430.160	382.911

2. KAHRAMANMARAŞ BAĞCILIĞI

Kahramanmaraş'ta bağcılığın tarihçesi Anadolu bağcılığına paralel olarak oldukça eskidir. M.Ö. 900-800 yüzyıla ait elinde üzüm salkımı olan bir heykel

ile M.S. 1-2. yüzyıla ait taban mozaiklerinde üzüm ve asma yaprak motifleri Kahramanmaraş Arkeoloji Müzesi'nde bulunmaktadır. Osmanlı Devleti'nde Maraş Tahrir Defteri'nde (M.S. 1563) bağcılığın geniş alanlarda yapıldığı, yüksek rakımlı dağ yamaçlarında ve Elbistan tarafında bağcılığın azaldığı ifade edilmiştir (İnanç ve Elibüyük, 1988; Güvenç, 2020). Bağcılık potansiyeli oldukça yüksek olan Kahramanmaraş'ta üzüm, üretimi en fazla gerçekleştiren meyve türlerindendir (Sütyemez ve Gündeşli, 2004). Günümüzde bu ilde yetiştiriciliği yapılan birçok üzüm çeşidinin sofralık, kurutmalık veya şıralık olarak tüketilmesinin yanı sıra yöreye özgü geleneksel mamul ürünler de geliştirilmiştir. Araştırmaya konu olan Kahramanmaraş ve çevresinde üzümden yapılan pekmez, sucuk, ravanda, helva, bastık, pestil, köfter, samsa gibi ürünler asırlardır var olmakta ve halen çoğu yöre insanı tarafından sevilerek tüketilmektedir. Ayrıca üzümün çekirdeğinden yağ elde edilmekte, asmanın meyveleri kadar yapraklarından da faydalanılmaktadır. Yörede sarma ve salamura yapımında da kullanılan asma yaprağına yurt içinde ve yurt dışında talep her geçen gün artmakta ve bu yönde ticari bir sektör hızla gelişmektedir. Şekil 1 incelendiğinde 2012 ile 2021 yılları arasında Kahramanmaraş il ve ilçelerinde toplam bağ alanlarının ve üzüm üretim miktarlarının yıllara göre azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu azalmaya yöredeki bağların yaşlanması ve buna bağlı olarak verimlerinin düşmesi neticesinde yörede bağcılıkla uğraşan çiftçilerin alternatif ürün arayışına girmesi ve bağlarını bozmasının sebep olduğu düşünülmektedir.



Şekil 1: Kahramanmaraş il ve ilçelerinde toplam üzüm üretim verileri (TUİK, 2021)

Kahramanmaraş iline bağlı birçok ilçede çoğunlukla sofralık çekirdekli üzüm çeşitlerinin yetiştiriciliği tercih edilmektedir. Ancak il merkezi ve Afşin, Onikişubat, Dulkadiroğulu, ve Pazarcık ilçelerinde sofralık çekirdekli üzüm çeşitlerinin yanı sıra çekirdekli kurutmalık ve şıralık üzüm çeşitlerinin de ticari olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkoğlu ilçesinde ise bunlara ilave olarak sofralık çekirdeksiz çeşitlerin üretimi de söz konusudur. Kahramanmaraş il merkezi ve ilçelerinde Kilis Kabarcığı, Malatya Karası, Mahrabaşı, Ezezi, Hatun Parmağı, Kokulu Üzüm, Kıbrıs Üzümü, Yalova Yıldızı, Ak üzüm (Tahannebi), Yalova İncisi, Bandırma üzümü, Külefi, Sultani Çekirdeksiz, Deve Gözü, San Yıldız, Kirkit, Kıbns, Hasani, Miskiye, Yıldız, Orak Karası, Sergi Karası gibi üzüm çeşitlerine rastlanılmaktaysa da ticari olarak çoğunlukla sofralık-kurutmalık çeşit olan Peygamber Üzümü (Besni), Bertiz Kabarcığı ve Siyah İnci (İslâhiye Karası) çeşitleri daha yoğun bir şekilde yetiştirilmektedir (Yalçınkılıç, 1996). Yöre bağlarında önemli yer tutan bu çeşitlerin hem bölgenin ekoloji ve coğrafyasına uygun olması hem

de atadan kalma çeşitler olmasından dolayı bölgede yetiştiriciliği tercih edilmektedir. Tamamına yakını Amerikan asma anacına aşılı asmalardan oluşan bağların çoğunlukla ortalama yaşı 20-35 arasında değişmektedir. Ancak 50 yaşın üzerinde bağların sayısı da azımsanmayacak düzeydedir. Çoğunlukla geleneksel bağcılık tekniklerinin uygulandığı yörede eski bağcılığın yapıldığı bağların tamamına yakınında kültürel işlemleri kolay olması gerekçesiyle terbiye şekli serpene ve goble' dir. Son dönemlerde Pazarcık, Türkoğlu ve Merkez ilçede özellikle Bertiz kabarcığı üzüm çeşidi ile kurulan bağlarda telli terbiye sistemine yer verildiği görülmektedir.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş il merkezi ve Afşin, Andırın, Çağlayancerit, Dulkadiroğlu, Ekinözü, Elbistan, Göksun, Nurhak, Onikişubat, Türkoğlu ve Pazarcık ilçelerinde bağcılığın son yıllardaki değişimi ve mevcut durumu TUİK ile il ve ilçe tarım müdürlükleri verileri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla Kahramanmaraş il sınırları içerisinde yetiştiriciliği yapılan üzüm çeşitleri, çeşitlerin özellikleri, bağ alanları, üretim miktarları, verimleri, çeşitlerin yıllık bakım işlemleri ve değerlendirilme şekilleri incelenmiştir.

3. KAHRAMANMARAŞ İLÇELERİNİN COĞRAFİK YAPISI, İKLİM ÖZELLİKLERİ VE BAĞCILIK DURUMU

Ortalama vejetasyon süresi 280 gün civarında olan Kahramanmaraş'ın güney ilçelerinde vejetasyon süresi daha uzun iken, yüksek rakımlı kuzey ilçelerinde ise daha kısadır. Kahramanmaraş'ın vejetasyon dönemindeki aylık sıcaklık ortalamalarına göre belirlenen etkili sıcaklık toplamı (EST) değeri 2.895 gün-derece'dir. Bir bölgede ekonomik anlamda bağcılık yapılıp yapılamayacağını belirleyen önemli faktörlerden biri olan EST değerinin bağcılık açısından

oldukça uygun olduğu görülmektedir. Vejetasyon dönemi boyunca güneşlenme süresi yaklaşık 2.100 saat olan Kahramanmaraş'ta bağların güneşlenme problemi yoktur. Vejetasyon döneminde 350 mm civarında yağış alan Kahramanmaraş'ta yıllık ortalama yağış 700 mm civarındadır. Vejetasyon dönemi ortalama yağışların 300 mm'nin altına düşmediği koşullarda ekonomik bağcılığın sürdürülebilir olduğu bilinmektedir (Çelik, 1998; Yıldırım ve ark., 2005; Sabancı, 2009; Uzun, 2015; Güvenç, 2020).

3.1. Afşin ilçesi

Afşin; Akdeniz Bölgesinin Adana Bölümü'nün birbirlerine yaklaştığı yerde, Kahramanmaraş il merkezinin kuzeyinde yer alan Afşin, 1230 rakıma sahip bir yerleşim yeridir. Akdeniz ve karasal iklimin etkilerinin birlikte görüldüğü Afşin, ne Akdeniz Bölgesi kadar sıcak, ne de Doğu Anadolu Bölgesi kadar soğuktur. Afşin'in ortalama yıllık yağış miktarı 419,2 mm'dir. İlçe genelinde yağış rejimi düzensiz olup, yağış tutarının % 34'lük (142.7 mm) kısmı ilkbahar, %6.9'luk (29.1 mm) kısmı yaz, % 18.1'lik (76.6 mm) kısmı sonbahar ve %41'lik (171.8 mm) kısmı ise kış mevsiminde düşmektedir (Anonim 2022a). İlçe merkezinde meyve bahçeleri (elma, üzüm, ceviz, kiraz, erik) azınlıkta olup, söğüt ve kavak ağacı yoğunluktadır. Afşin ilçesinde genel olarak sofralık ve kurutmalık çekirdekli üzüm yetiştiriciliği yaygınlaşmış olup, üzüm üretim alanları, üretim miktarını ve ortalama verim değerleri tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Afşin ilçesi üzüm verileri (TUİK, 2021)

Yıl	Ürün Adı	Bağ Alanı (dekar)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
2017	Sofralık çekirdekli üzüm	700	234	334
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	512	237	463
2018	Sofralık çekirdekli üzüm	725	449	619
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	576	505	877
2019	Sofralık çekirdekli üzüm	750	326	435
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	500	409	818
2020	Sofralık çekirdekli üzüm	1000	600	600
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	253	177	700
2021	Sofralık çekirdekli üzüm	100	538	538
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	253	159	628

3.2. Andırın ilçesi

Andırın, Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda, 1,206.1 km^2 'lik bir alan üzerine kurulmuş bir ilçedir. Göksun ve Saimbeyli ile kuzeyinden, Bahçe ve Düziçi ilçeleri ile güneyinden çevrilen Andırın ilçesinin doğusunda ise Kahramanmaraş bulunmaktadır. Toros Dağları, ilçenin coğrafik yapısının oluşmasında önemli rol üstlenmiştir. Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanış gösteren Binboğa Dağları´nın, Çukurova´ya doğru yükseltisinin azaldığı güney ucunda yer alan ilçe, oldukça engebeli bir arazi yapısına sahiptir (Öztürk, 2008). Andırın ilçesinde Akdeniz iklimi hakim iken kuzey kesimleri ile dağ yamaçlarında karasal iklim belirginleşmektedir. Kahramanmaraş'ın ve bölgenin en yeşil ve ormanlık ilçesi olan Andırın, engebeli bir arazi yapısına sahiptir. Kahramanmaraş ve çevresinde, gerek coğrafi özellikleri, gerekse ormanlık alanların geniş bir yüzeye yayılmasından dolayı en fazla yağış alan yer olan Andırın ilçesinin rakımı 1.100m'dir. İlçe merkezinde 1 yılda km^2'ye, ortalama 1300 kg yağış düşmektedir (Karademir

ve ark., 2020). Andırın ilçesinde ve çevresinde toprak karakteristiğinin ve iklimin elverişli oluşu, çeşitli meyve türlerinin yetiştirilmesine olanak tanımıştır. Elma, üzüm, zeytin, turunçgiller, kiraz, ceviz gibi sert çekirdekli, yumuşak çekirdekli, sert kabuklu ve üzümsü birçok meyve türüne ev sahipliği yapmaktadır. Andırın 250.000 dekardan fazla tarıma elverişli araziye sahiptir. Andırın ilçesinde son yıllarda yerel çeşitlere ilave olarak özellikle yağış ve neme dayanıklı *Vitis labrusca* türüne ait kokulu üzüm adıyla bilinen İsabella üzümleri denenmeye başlamıştır. İlçede sofralık çekirdekli üzüm üretimi yaygınlaşmış olup, ilçe genelinde üretilen üzümlerin üretim alanları, üretim miktarı ve ortalama verimleri tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Andırın ilçesi üzüm verileri (TUİK, 2021)

Yıl	Ürün Adı	Bağ Alanı (dekar)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
2017	Sofralık çekirdekli üzüm	120	56	467
2018	Sofralık çekirdekli üzüm	52	60	1154
2019	Sofralık çekirdekli üzüm	50	49	980
2020	Sofralık çekirdekli üzüm	52	34	654
2021	Sofralık çekirdekli üzüm	50	31	620

3.3. Çağlayancerit ilçesi

Çağlayancerit ilçesinin doğusunda Gölbaşı ilçesi, kuzeyinde Nurhak, batısında ise Kahramanmaraş ili, güneyinde Pazarcık ilçesi yer almaktadır. Yüzölçümü 642 km² olan ilçenin, merkez rakımı 1150 metredir İlçede Akdeniz iklimiyle karasal iklim arasında geçiş özelliği taşıyan iklim tipi hakimdir. Yaz mevsimi sıcak ve kurak geçen ilçede, baharlar ılık ve yağışlı, kış mevsimi ise kar yağışlı ve soğuktur (Anonim 2022b). Çağlayancerit ilçesinde ve çevresinde toprak karakteristiğinin ve iklimin elverişli olmasıyla başta ceviz, elma, üzüm, kiraz ve kayısı olmak üzere birçok meyve türü

yetişebilmektedir. Çağlayancerit ilçesinde Bertiz Kabarcığı, Islahiye Karası ve Mahrabaşı (Hönüsü) üzüm çeşitleri yoğun olarak tercih edilmekte olup, çoğunlukla sofralık ve şıralık olarak değerlendirilmektedir. İlçe genelinde yetiştiriciliği yapılan sofralık çekirdekli üzüm üretim alanları, üretim miktarı ve ortalama verimleri tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: Çağlayancerit ilçesi üzüm verileri (TUİK, 2021)

Yıl	Ürün Adı	Bağ Alanı (dekar)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
2017	Sofralık çekirdekli üzüm	4266	2190	513
2018	Sofralık çekirdekli üzüm	4178	3342	800
2019	Sofralık çekirdekli üzüm	4178	2175	521
2020	Sofralık çekirdekli üzüm	4000	1800	450
2021	Sofralık çekirdekli üzüm	4000	1793	448

3.4. Dulkadiroğlu ilçesi

Doğu Anadolu, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin birbirine en çok yaklaştığı alanda yer alan ilçenin güneyinde Türkoğlu, doğusunda Çağlayancerit ve kuzeyinde Ekinözü ile Nurhak ilçeleri bulunmaktadır. Rakımı 568 m olan ilçenin kuzey tarafı dağlık alandır. Güneydoğu Torosların uzantıları olan dağlarla bunlar arasında kalan çöküntü alanları ilçenin yeryüzü şekillerini oluşturmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık değerinin 16.8°C olduğu ilçe merkezinin, minimum ortalama sıcaklık değerleri 12°C'dir. Yıllık ortalama sıcaklıklar güneyden-kuzeye, batıdan-doğuya doğru yükseltiye bağlı olarak karasal iklimin etkisiyle azalma göstermektedir (Anonim 2022c). Dulkadiroğlu ilçesinde yaklaşık 30 köyü içine alan bertiz havzasında

özellikle sofralık ve şıralık üzüm çeşitlerinin yetiştiriciliği ön plana çıkmaktadır. Bertiz Kabarcığı üzüm çeşidinin en yoğun yetiştirildiği ilçelerden biri olan Dulkadiroğlu ilçesinde, Peygamber Üzümü, Yalova Yıldızı, Hatun Parmağı, Ak Üzüm ve Islahiye Karası üzüm çeşitlerinin de yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yapılan sofralık çekirdekli ve kurutmalık çekirdekli üzüm üretim alanları, üretim miktarı ve ortalama verimleri tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Dulkadiroğlu ilçesi üzüm verileri (TUİK, 2021)

Yıl	Ürün Adı	Bağ Alanı (dekar)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
2017	Sofralık çekirdekli üzüm	65000	36780	566
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	8191	5230	761
2018	Sofralık çekirdekli üzüm	59067	24384	413
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	8674	6155	687
2019	Sofralık çekirdekli üzüm	56000	24305	434
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	9000	5935	659
2020	Sofralık çekirdekli üzüm	56000	24640	440
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	9000	5850	650
2021	Sofralık çekirdekli üzüm	45000	151159	404
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	8500	4955	583

3.5. Ekinözü ilçesi

İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinin iklim özelliklerini taşıyan 1200 metre rakımdaki Ekinözü ilçesinin güneyinde Kahramanmaraş, doğusunda Nurhak, batısında Göksun, kuzeyinde Elbistan yer almaktadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır (Anonim 2022d). İlçenin genel bitki örtüsünün bozkır oluşu ve arazilerin engebeli olması tarımsal üretimi bir miktar kısıtlamış olsa da bölgede hayvancılığın yanı sıra elma, ceviz, badem, üzüm az miktarda kaysı ve kiraz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ekinözü

ilçesinde çoğunlukla Bertiz Kabarcığı üzüm çeşidi yetiştirilmekte olup, yetiştiriciliği yapılan toplam sofralık çekirdekli üzüm üretim alanlarını, üretim miktarını ve ortalama verimlerini Tablo 6'da görmekteyiz.

Tablo 6: Ekinözü ilçesi üzüm verileri (TUİK, 2021)

Yıl	Ürün Adı	Bağ Alanı (dekar)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
2017	Sofralık çekirdekli üzüm	3500	1598	457
2018	Sofralık çekirdekli üzüm	3264	1347	413
2019	Sofralık çekirdekli üzüm	3180	1135	357
2020	Sofralık çekirdekli üzüm	3150	1575	500
2021	Sofralık çekirdekli üzüm	2200	1184	538

3.6. Elbistan ilçesi

Elbistan Kahramanmaraş'ın doğusunda; Akdeniz Bölgesinin doğu, Doğu Anadolu Bölgesinin batı ucunda 1115 metre rakımda kurulmuş olan Elbistan ovası, oldukça verimli arazi yapısına sahiptir (Anonim 2022e). Karasal iklimin hakim olduğu ilçede, yazları sıcak ve kurak, kışları kar yağışlı ve soğuk geçmektedir. Yıllık ortalama sıcaklığın 10.9°C olduğu Elbistan'da, yıllık ortalama yağış miktarı ise 436 mm'dir. Yağışlar ilkbaharda en çok mart-nisan, sonbaharda ekim-kasım ayları arasında görülür. Kuzeyden esen poyraz rüzgârları kışın kar, güney batıdan esen lodos rüzgârları ise bölgeye bol miktarda yağmur getirir. Sulak ve verimli bir ovaya sahip olan Elbistan'da genel olarak şeker pancarı, buğday, fasulye, nohut, arpa ve son yıllarda ekimine geniş yer verilen ayçiçeği yetiştirilir. Ayrıca Ceyhan nehri yatağında ve ilçeye ait köylerin birçoğunda meyvecilikte büyük aşamalar kaydedilmiştir. İlçe genelinde ceviz, elma, kiraz, vişne, kayısı, nar, şeftali ve üzüm gibi ürünlerin de yetiştiriciliği yapılmaktadır. Peygamber Üzümünün

yoğun olarak yetiştirildiği ilçe genelinde yetiştiriciliği yapılan toplam sofralık çekirdekli üzüm üretim alanları, üretim miktarı ve ortalama verimleri Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7: Elbistan ilçesi üzüm verileri (TUİK, 2021)

Yıl	Ürün Adı	Bağ Alanı (dekar)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
2017	Sofralık çekirdekli üzüm	1000	273	273
2018	Sofralık çekirdekli üzüm	1036	292	282
2019	Sofralık çekirdekli üzüm	1036	539	520
2020	Sofralık çekirdekli üzüm	1036	549	530
2021	Sofralık çekirdekli üzüm	1000	538	538

3.7. Göksün ilçesi

Göksun çayı tarafından sulanmakta olan Göksun ovasının rakımı 1330 m'dir. Akdeniz iklim kuşağında yer alan Göksun ovası, çok verimli arazi yapısına sahiptir. Kışları kar yağışlı ve soğuk olan ilçede yükseltiden dolayı deniz etkisi görülmemektedir. Yazları sıcak ve kurak geçen Göksun'da Akdeniz yağış rejimi görülmekte olup ilçe genelinde, en fazla yağış kış ve ilkbahar mevsimlerinde, en az yağış ise yaz mevsiminde düşmektedir (Anonim 2022g). İlçe genelinde 1350-1450 m rakımda yoğunluk kazanan üzüm bağlarında çoğunlukla Peygamber Üzüm çeşidi yetiştirilmekle beraber, Kabarcık ve Kirkit gibi yerel çeşitlerde yetiştirilmektedir. Göksun ilçesinde yetiştiriciliği yapılan toplam sofralık çekirdekli üzüm üretim alanlarını, üretim miktarını ve ortalama verimlerini tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8: Göksun ilçesi üzüm verileri (TUİK, 2021)

Yıl	Ürün Adı	Bağ Alanı (dekar)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
2017	Sofralık çekirdekli üzüm	3630	1338	369
2018	Sofralık çekirdekli üzüm	3762	1537	409
2019	Sofralık çekirdekli üzüm	3470	1211	349
2020	Sofralık çekirdekli üzüm	3410	1388	407
2021	Sofralık çekirdekli üzüm	3125	1101	352

3.8. Nurhak ilçesi

Nurhak Dağı'nın eteğinde kurulmuş olan ilçe, ortalama 1500 m rakıma sahiptir. İlçe Adana Bölümü'nde yer almasına rağmen karasal iklim hakimdir. Nurhak'ta yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı geçmektedir. Yıllık ortalama sıcaklığın 9,9 °C olduğu ilçede en düşük sıcaklık ise -35 °C, en yüksek sıcaklık ise 38°C olarak kayıtlara geçmiştir (Anonim 2022h). İlçenin güney, doğu ve batı kısımları seyrek yapılı ardıç ve meşe ormanlarıyla kaplıdır. Bitki örtüsü bozkır olan ilçede tarıma elverişli topraklar bulunsa da tarımsal üretim çok fazla yapılmamaktadır. İlçe genelinde son yıllarda kapama ceviz bahçelerinin sayısı artarken, sınırlı alanda bağcılık yapılmakta ve Peygamber üzümü, Islahiye Karası ve Bertiz Kabarcığı gibi çeşitler yetiştirilmektedir. Nurhak ilçesinde yetiştiriciliği yapılan sofralık çekirdekli üzüm üretim alanları, üretim miktarı ve ortalama verimleri tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9: Nurhak ilçesi üzüm verileri (TUİK, 2021)

Yıl	Ürün Adı	Bağ Alanı (dekar)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
2017	Sofralık çekirdekli üzüm	650	334	514
2018	Sofralık çekirdekli üzüm	622	321	516
2019	Sofralık çekirdekli üzüm	550	191	347
2020	Sofralık çekirdekli üzüm	550	165	300
2021	Sofralık çekirdekli üzüm	500	135	270

3.9. Onikişubat ilçesi

İlçenin rakımı 568 m olup, Kahramanmaraş şehir merkezinin, batı tarafı ilçe sınırlarında yer almaktadır. Ahir Dağı'nın güneyinde yer alan tektonik kökenli alüvyol yapıya sahip Kahramanmaraş ovasının genişliği yaklaşık

20km, uzunluğu 40 km'dir. Sıcak ve ılıman bir iklim hakim olan Onikişubat ilçesinde yıllık ortalama sıcaklık 14.5 °C, yıllık ortalama yağış miktarı 568 mm olup, kış aylarında yaz aylarından çok daha fazla yağış düşmektedir. (Anonim 2022ı). Onikişubat ilçesinde ve çevresinde toprak karakteristiğinin ve iklimin elverişli oluşu, zengin tür ve çeşitliliğine olanak tanımıştır. Elma, kiraz, ceviz, üzüm, ayva, çilek, antepfıstığı, nar gibi birçok meyve türüne ev sahipliği yapmaktadır. İlçe genelinde Mahrabaşı, Ezezi, Ak Üzüm (Tahannebi), Külefi, Sultani Çekirdeksiz, Kirkit gibi farklı üzüm çeşitlerine rastlanılmakta ise de Peygamber Üzümü (Besni), Bertiz Kabarcığı ve Islahiye Karası üzüm çeşitleri daha yoğun bir şekilde yetiştirilmektedir. Onikişubat ilçesinde yetiştiriciliği yapılan sofralık çekirdekli ve kurutmalık çekirdekli üzüm üretim alanlarını, üretim miktarını ve ortalama verimlerini Tablo 10'da görmekteyiz.

Tablo 10: Onikişubat ilçesi üzüm verileri (TUİK, 2021)

Yıl	Ürün Adı	Bağ Alanı (dekar)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
2017	Sofralık çekirdekli üzüm	33000	16976	514
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	2048	1224	598
2018	Sofralık çekirdekli üzüm	30570	15775	516
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	1152	925	803
2019	Sofralık çekirdekli üzüm	32000	16666	521
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	1000	642	642
2020	Sofralık çekirdekli üzüm	30930	18558	600
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	1000	550	550
2021	Sofralık çekirdekli üzüm	30930	16351	538
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	1000	493	493

3.10. Pazarcık ilçesi

Yükseltisi 731 metre olan ilçenin doğusunda Besni, kuzeyinde Çağlayancerit, güneyinde Nurdağı, batısında Kahramanmaraş yer almaktadır. İlçe

merkezinde bulunan Kartalkaya Barajının suyu yöredeki tarımsal arazilerin sulanmasında kullanılmaktadır. Yağışlar genellikle kış mevsiminde (350 mm) yoğunlaşmış olup, yazları (10 mm) ise kurak geçer. İlçe ve çevresinde günlük sıcaklığın 30 °C' nin üzerine çıktığı sıcak günlerin sayısı 118'dir. İlçe ve çevresinde sıcaklığın 0 °C' nin altına düştüğü günlerin sayısı yıllık ortalama 28'dir (Anonim 2022j). Kurutmalık çekirdekli üzüm üretiminde Pazarcık ilçesi yumaklıcerit- taşdemir-kizirli-akçalar havzası ön plana çıkmaktadır. Özellikle iç pazarda talebi yüksek olan Peygamber Üzümünün yetiştiriciliği bu ilçede yoğunluk kazanmıştır. Bunun yanı sıra Bertiz Kabarcığı, Islahiye Karası, Kirkit, Sultani Çekirdeksiz ve Ak Üzüm çeşitlerine de rastlanmaktadır. Pazarcık ilçesinde yetiştiriciliği yapılan sofralık çekirdekli ve kurutmalık üzüm üretim alanları, üretim miktarı ve ortalama verimleri tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 2: Pazarcık ilçesi üzüm verileri (TUİK, 2021)

Yıl	Ürün Adı	Bağ Alanı (dekar)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
2017	Sofralık çekirdekli üzüm	2000	2058	1029
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	27130	13855	511
2018	Sofralık çekirdekli üzüm	2110	2613	1238
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	30482	11752	386
2019	Sofralık çekirdekli üzüm	2110	2270	1076
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	23000	10739	467
2020	Sofralık çekirdekli üzüm	2110	1266	600
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	23000	10739	467
2021	Sofralık çekirdekli üzüm	2110	1135	538
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	23000	10313	448

3.11. Türkoğlu ilçesi

Batısında fazla yüksek olmayan dağlar ve yaylalar yer alan ilçenin ortalama rakımı 500 metredir. İmalı Dağı'nın doğu eteklerinde kurulmuş olan

Türkoğlu ilçesinde iki önemli ova bulunmaktadır. Bunlar, ilçenin üzerinde kurulu bulunduğu Türkoğlu Ovası ve Türkoğlu'nun güneyinde kalan Sağlık Ovası'dır. İlçenin en önemli akarsuyu ilçe sınırları içinden geçen Aksu Nehri'dir (Anonim 2022k). Yazları sıcak, kurak ve açık ve kışları soğuk ve parçalı bulutlu geçen ilçede, yıl içerisinde sıcaklıklar nadiren -2°C altında ve 39°C üzerinde olur. Tarımsal faaliyetlerin genellikle ova kesiminde yürütüldüğü ilçenin güneyinde ormanlıklar bulunur. Türkoğlu ilçe genelinde Kilis Kabarcığı, Mahrabaşı, Ezezi, Hatun Parmağı, Kıbrıs Üzümü, Ak Üzüm (Tahannebi), Yalova İncisi, Bandırma Üzümü, Külefi, Sultani Çekirdeksiz, San Yıldız, Kirkit, Peygamber Üzümü, Bertiz Kabarcığı, Kokulu Üzüm ve Islahiye Karası gibi birçok yerel çeşit bağlarda yerini almıştır. İlçede yetiştiriciliği yapılan sofralık çekirdekli sofralık çekirdeksiz ve kurutmalık çekirdekli üzüm üretim alanlarını, üretim miktarını ve ortalama verimlerini tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 3: Türkoğlu ilçesi üzüm verileri (TUİK, 2021)

Yıl	Ürün Adı	Bağ Alanı (dekar)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
2017	Sofralık çekirdekli üzüm	2000	2058	1029
	Sofralık çekirdeksiz üzüm	286	357	1248
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	27132	13855	511
2018	Sofralık çekirdekli üzüm	2098	2031	968
	Sofralık çekirdeksiz üzüm	360	638	1897
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	346	318	919
2019	Sofralık çekirdekli üzüm	2098	1763	840
	Sofralık çekirdeksiz üzüm	360	753	2092
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	346	371	1072
2020	Sofralık çekirdekli üzüm	2098	2098	1000
	Sofralık çekirdeksiz üzüm	360	720	2000
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	540	540	1000
2021	Sofralık çekirdekli üzüm	2223	1273	978
	Sofralık çekirdeksiz üzüm	270	484	1793
	Kurutmalık çekirdekli üzüm	500	448	896

4. KAHRAMANMARAŞ'TA YETİŞTİRİLEN BAZI ÖNEMLİ YEREL ÇEŞİTLER VE ÖZELLİKLERİ

Kahramanmaraş iline bağlı birçok ilçede ticari olarak çoğunlukla sofralık-kurutmalık çeşit olan Peygamber üzümü (Besni), Bertiz kabarcığı ve Siyah inci (İslâhiye karası) çeşitleri daha yoğun bir şekilde yetiştirilmektedir. Yöre bağlarında önemli yer tutan bu çeşitlerin bazı morfolojik ve pomolojik özellikleri Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 4: Yöredeki bazı önemli yerel çeşitlerin morfolojik ve pomolojik özellikleri

	Bertiz Kabarcığı	**Peygamber Üzümü (Besni)**	**Siyah İnci (Islahiye karası)**
Tane rengi	Beyazımsı sarı	Yeşil- sarı	Mavi- siyah
Tane şekli	Yuvarlak	Uzun eliptik	Uzun eliptik
Tane büyüklüğü	İri (3-4 gr)	Çok iri (7-8 gr)	Çok iri (8-9 gr)
Çekirdek sayısı	1-3 tane	1-4 tane	2-3 tane
Tanenin tadı	Nötral	Nötral	Tanenli
Salkım şekli	Dallı konik	Konik	Kanatlı konik
Salkım büyüklüğü	Çok İri (500-600 gr)	Çok İri (650-800 gr)	Çok İri (800-900 gr)
Salkım sıklığı	Sık	Dolgun	Dolgun
Tüketim şekli	Sofralık- şıralık	Sofralık-kurutmalık	Sofralık-kurutmalık
Olgunlaşma	Orta mevsim	Orta mevsim	Orta mevsim
Budama	Kısa- karışık	Yarı uzun- kısa	Karışık- kısa
Terbiye şekli	Serpene-telli terbiye	Serpene- telli terbiye	Goble

Bölgede iklim şartlarına bağlı olarak mart ayının ilk haftasından itibaren başlayan budama nisan ayına kadar sürmektedir. Ortalama salkım ağırlığı 650-800 gr arasında olan Peygamber Üzümünde (Besni) uzun budama yapılmakta ve dekara ortalama 250-300 kg civarında verim alınmaktadır. Dekara ortalama 800-900 kg verim alınan Siyah İnci (Islahiye Karası) üzüm çeşidi kısa budamaya uygun bir çeşit olup ortalama salkım ağırlığı 800-900

gr civarındadır. Bölge bağlarında hem şıralık hem de sofralık çeşit olarak tercih edilen Bertiz Kabarcığı ticari olarak yüksek gelir elde edilebilen önemli yerel çeşitlerden biridir. Bölgede uzun budama yapılan bu çeşidin ortalama salkım ağırlığı 500-650 gr, ortalama verimi dekara 650-700 kg arasında değişmektedir (Tablo 13). Yörede bazı dönemlerde külleme ve kav hastalığının yanı sıra salkım güvesi zararlısı görülebilmektedir. Külleme ile mücadele de özellikle çiçeklenme dönemi öncesi toz kükürt uygulaması yapılırken, kav hastalığı ve salkım güvesi için çeşitli kimyasallar tercih edilmektedir. Kahramanmaraş'ta bağların bulunduğu ilçelere göre değişmekle birlikte yaklaşık olarak bağların %30-40'ı sulanmakta olup geri kalan kısımda susuz bağcılık yapılmaktadır. Bölgede hasat Siyah İnci üzümü için ağustos ayının ortasında başlamakta olup son hasat tarihi ise hava şartlarına bağlı olarak ekim ayının son günlerine kadar yapılabilmektedir. Peygamber Üzümü için ağustos ayının ortasından itibaren başlayan ve en geç eylül ayının ortalarında biten hasat periyodu, Bertiz Kabarcığı üzüm çeşidi için ise genellikle eylül ayının ilk haftası ile ekim ayının ilk haftaları arasında olmaktadır. Bertiz Kabarcığı üzüm çeşidinin hasat işleminden sonra üzümlerin bir kısmı dikkatli şekilde kasalara konularak yakın pazarlara götürülmekte, bir kısmı ise şıralık olarak değerlendirilerek sucuk, bastık, pestil gibi ürünler elde edilmektedir. Bölgede hasat edilen kurutmalık üzümler en geç 1 gün sonrasına kadar yağlama işlemi yapılarak sergilere serilmelidirler (Şekil 2, 3). Aksi takdirde hasat edildikten sonra bekleyen üzümlerin renklerinde bozulmalar başlayarak pazar değerlerini kaybetmektedirler. Kurutma işlemi sergilerde 15 gün kadar sürmektedir. Kurutulan üzümler sergilerden toplanıp büyük ambarlara getirilmekte ve sınıflandırma makinaları yardımıyla iriliklerine göre ayrılarak

paketlenmektedirler. Muhafaza süreleri 1 yılı geçmeyecek şekilde pazara sunulan bu çeşit yöre çiftçisinin önemli geçim kaynaklarından biridir (Şekil 2, 3, 4). Yörede yetiştirilen diğer üzüm çeşitlerinden; Kıbrıs Üzümü, Red Globe, Hatun Parmağı, İslahiye Kabarcığı, Bandırma Üzümü, Sultani Çekirdeksiz, Mahrabaşı ve Kokulu üzüm çeşitlerinde karışık budama yapılırken, Yalova İncisi üzüm çeşidinde kısa budama yapılmaktadır. Sulama imkanı olan bağların bir çoğunda damlama sulama sistemi uygulanmaktadır. Üzümlerin hasat zamanları çeşitlere göre değişmekle birlikte yörede hasat en erken temmuz ayında başlarken en geç kasım ayına kadar devam etmektedir. Hasat edilen üzüm çeşitleri sofralık, şıralık ve kurutmalık olarak değerlendirilmektedir. Kahramanmaraş yöresi uygun iklim ve toprak yapısının yanı sıra sahip olduğu yerel çeşit zenginliği ile bağcılık açısından oldukça yüksek bir potansiyele sahiptir (Yalınkılıç, 1996). Ancak yöre bağcılarının, geleneksel bağcılık yönteminden modern bağcılık tekniklerine entegre olması halinde yöredeki yerel çeşitlerin daha kaliteli ve yüksek verimde iç ve dış pazara sunulma imkanı olacaktır. Bu sayede hem yöre bağcısının ekonomik gelir seviyesi yükselecek, hem de milli ekonomiye önemli katkı sunulmuş olacaktır. Ayrıca %70-80 oranında dağlık alanda kurulan bağların sulama imkanı olan ve kültürel işlemlerin sürdürülebilir olduğu yeni alanlara taşınması ile yöre bağcılığının güçlü bir ivme kazanması kaçınılmaz olacaktır. Özellikle yerel kaliteli kurutmalık üzüm çeşitlerinin pazarlama sorununun ortadan kaldırılması, yörede bağcılıkla uğraşan çiftçilerin gelir seviyesine önemli ölçüde katkı sunabilecektir.

Şekil 1: Peygamber Üzüm çeşidine ait orjinal görüntüler

Şekil 3: Siyah İnci üzüm çeşidine ait orijinal görüntüler

Şekil 4: Bertiz Kabarcığı üzüm çeşidine ait orijinal görüntüler

Kahramanmaraş Yöresinde Yetiştirilen Diğer Bazı Üzüm Çeşitleri

Şekil 5: Kokulu Üzümün (İsabella) dinlenme ve vejetasyon dönemi görüntüleri (orijinal)

Şekil 6: Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin farklı dönem görüntüleri (orijinal)

Şekil 7: Kıbrıs Üzüm çeşidinin dinlenme ve vejetasyon dönemi görüntüleri (orijinal)

Şekil 8: Hatun Parmağı üzüm çeşidinin farklı dönem görüntüleri (orijinal)

Şekil 9: Bandırma Üzüm çeşidinin dinlenme ve vejetasyon dönemi görüntüleri (orijinal)

Şekil 10: Red Globe üzüm çeşidinin ilkbahar ve sonbahar dönemi görüntüleri (orijinal)

Kaynaklar

Ağaoğlu, Y. S. (1999). Bilimsel ve uygulamalı bağcılık (Asma Biyolojisi). *Kavaklıdere Eğitim Yayınları*, *1*(1), 205.

Anonim (202l). http://www.turkoglu.gov.tr/cografya (Erişim Tarihi: 19.02.2022).

Anonim (2022a). https://www.afsintso.org.tr/sayfa/cografyasi.html (Erişim tarihi: 03.03.2022).

Anonim (2022b). https://www.caglayancerit.bel.tr/i/caglayancerit-hakkinda.html Erişim Tarihi: 05.03.2022).

Anonim (2022c). http://dulkadiroglu.gov.tr/cografya (Erişim Tarihi: 18.03.2022).

Anonim (2022d). http://www.ekinozu.gov.tr/cografya (Erişim Tarihi: 19.03.2022).

Anonim (2022e). http://www.kahramanmaras.gov.tr/elbistan (Erişim Tarihi: 19.03.2022).

Anonim (2022g). https://goksun.meb.gov.tr/www/goksun-cografi-yapisi/icerik/13 (Erişim Tarihi: 19.03.2022).

Anonim (2022h). http://www.kahramanmaras.gov.tr/nurhak (Erişim Tarihi: 19.03.2022).

Anonim (2022ı). https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/kahramanmaras/onikisubat-927283/ (Erişim Tarihi: 19.03.2022).

Anonim (2022j).https://pazarcikcicekci.tr. (Erişim Tarihi: 19.03.2022).

Anonim (2022k) http://www.pazarcik.gov.tr/cografya (Erişim Tarihi: 19.03.2022).

Bulut, İ. (2006). Genel tarım bilgileri ve tarımın coğrafi esasları, Ankara, https://www.tck.org.tr/tr/yayinlar/cografya-kitaplari/genel-tarim-bilgileri-ve-tarimin-cografi-esaslari, (Erişim Tarihi: 06.7.2022).

Cangi, R., Yağcı, A. (2017). Bağdan sofraya yemeklik asma yaprak üretimi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, 137-148.

Çelik, S. (1998). Bağcılık Cilt-I S:426, *Anadolu Matbaa San. ve Tic. Ltd. Şti*, İstanbul.

Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasali, B., Söylemezoğlu, G. (1998). Genel Bağcılık. *Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi*: 1, s: 253, Ankara.

Çelik, H., Çelik ,S., Kunter, B.M., Söylemezoğlu, G., Boz, Y., Özer C., Atak, A. (2005). Bağcılıkta Gelişme ve Üretim Hedefleri. *VI. Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi*, 3-7 Ocak, Ankara, Türkiye.

Çelik, H., Kunter, B., Soylemezoğlu, G., Ergül , A. , Çelik H., Karataş, H., Özdemir, G. ve Atak, A. (2010). Bağcılığın Geliştirilmesi Yöntem ve Üretim Hedefleri, *Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi*, 1-15 Ocak 2010, Ankara, 23p.

Çiğdem, S. (1996). Eski anadolu insanının geçim kaynakları ve yaşama biçimleri. (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.

Ergenoğlu., F., Tangolar, S. (2000). Bağcılık için pratik bilgiler. TÜBİTAK, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu. TARP, *Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları*. Adana.

Ergül, A., Marasalı, B., Ağaoğlu, Y.S. (2002). Molecular discrimination and identification of some Turkish grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) by RAPD markers. *Vitis*, 41: 159 – 160.

FAO (2021). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, http://faostat.fao.org/site, (Erişim Tarihi: 26.01.2021).

Güvenç, İ. (2020). Kahramanmaraş'ta bağcılığın mevcut durumu, potansiyeli ve geliştirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(3), 554-560.

İnanç, R, Elibüyük, M. (1988). Maraş Tahrir Defteri. *Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınları*, No: 1, s: 468.

Kara, Z, Demirhan, Y, Yücel, NK. (2005). Tepe alma ve gibberellik asit uygulamalarının Razakı üzüm çeşidi ile 41 B MG ve Kober 5 BB asma anaçlarında bazı yaprak karakterlerine etkileri. *Türkiye 6. Bağcılık Sempo*zyumu, 19-23 Eylül, Tekirdağ, s. 482–488.

Karabat, S. (2018). Türkiye ve Dünya Bağcılığı. Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, https://arastirma.tarimorman.gov.tr/manisabagcilik/Belgeler/genelbagcilik Erişim tarihi: 06.07.2021.

Karademir, N., Nacar, Ş., Bilinir, Ş. (2020). andırın ilçesinde (Kahramanmaraş) arazi kullanımının yükselti basamaklarına göre değişimi. *lnternational Journal of Geography and Geography Education*, (42), 668-688.

Küpe, M. (2021). Mersin ili bağcılığının genel durumu ve erkenci üzüm yetiştiriciliği. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1).

Öztürk, M. (2008). *Andırın ilçe merkezinin beşeri ve ekonomik coğrafyası.* (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Sağlam, H ve Sağlam, Ö. (2018). Türkiye bağcılığına tarihsel bir bakış; asma genetik kaynakları / *Selcuk J Agr Food Sci*, 32 (3), 601-606.

Sabancı, A. (2009). Kahramanmaraş koşullarında sofralık üzüm çeşidi adaptasyonu. *Türkiye 7. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu*, 5-9 Ekim, Manisa, Cilt II, s: 306-311.

Sütyemez, M, Gündeşli, MA. (2004). Kahramanmaraş'ta ilinin meyvecilik durumu. *I. Kahramanmaraş Sempozyumu*, 6-8 Mayıs, Kahramanmaraş, s:1247-1252.

Şenuyar, C., Demirbaş, N., Saygın, Ö. (2014). "Türk şarap sektörünün mevcut durumu ve sektörün gelişimini sınırlayan faktörlerin değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2) 1-12.

Taşkaya, B. (2003). Kuru Üzüm, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, http://www.tepge.gov.tr/Dosyalar/Yayinlar/26ebe493cfb840b0bdc18f84e0aeaef5.pdf, (Erişim Tarihi: 12.10.2014).

Taşkesenlioglu, M. Y., Ercişli, S., Kupe, M., Ercişli, N. (2022). History of grape in Anatolia and historical sustainable grape production in Erzincan agroecological conditions in Turkey. *Sustainability*, 14(3), 1496.

TÜİK2021:https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselTablo?p=U3uGRiODLA3or/9r71/qBjyJibY9WGHNaBFVDFXte9onKlLBqSja5aD5um1Os4CK (Erişim Tarihi: 28.11. 2021).

Uzun, H. ve Bayır, A. (2008). Viticulture in Turkey. Bulletin UASVM, *Horticulture,* 65(1): 334-337.

Uzun, İ. (2015). Bağcılık El Kitabı. *Hasad Yayıncılık*, İstanbul, s.156.

Yalınkılıç, A. (1996). *Kahramanmaraş ili bağcılığı, üzüm çeşitlerinin fenolojik gelişimleri ve ümitvar görülen bazılarında göz verimliliklerinin saptanması üzerinde bir araştırma*, (Yüksek Lisans Tezi), Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Yıldırım, F, Yıldız, M, Kılınç, NA. (2005). Pratik Bağcılık. *Manisa Tarım İl Müdürlüğü Yayını*, Ege Form Ofset Basım, Manisa S: 208.

BÖLÜM 11

STAPHYLOCOCCAL PROTEAZ VE LİPAZLAR

Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÇİNAR TOPÇU[1]

Dr. Öğr. Üyesi Kübra FETTAHOĞLU[2]

[1] Bayburt Üniversitesi, Aydıntepe Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, TR-69500, Bayburt, Türkiye, Orcid No: 0000-0002-3715-8739, kcinar@bayburt.edu.tr
[2] Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Ağrı, Türkiye, Orcid No: 0000-0002-9464-0660, kfettahoglu@agri.edu.tr

1

2

1.GİRİŞ

1.1. Enzimler

Hücrede biyokimyasal reaksiyonları katalize eden enzimler, protein yapısında moleküllerdir. Hücrede çok önemli metabolik görevleri olan enzimler çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere günlük hayata girmiş ve ekonomiyi de önemli derecede etkilemiştir (Wiseman, 1987).

Kimyasal işlemlerde geniş uygulama alanına sahip olan enzimler son yıllarda enzimolojiye olan ilgiyi önemli ölçüde artırmıştır (Pliego ve ark., 2015). Günümüzde gıda endüstrisi, enzim preparatlarını içeren teknolojinin uygulanmasıyla modern biyoteknolojik endüstrinin büyük bir kısmını içine almaktadır. Enzimler, ürün kalitesini iyileştirmeye, güvenliği ve teknik verimliliği artırmaya, üretim maliyetlerini ve çevre üzerindeki insan etkisini azaltmaya yardımcı olmaktadır (Bobuş, 2010; Spohner ve ark., 2015; Lukin, 2019) Dünyada yaygın olarak hayvan, bitki ve mikrobiyal kökenli enzim preparatları bulunmaktadır (Lukin, 2019).

1.2.Mikrobiyal enzimler

İnsanlar, biyokimyasal temellerini anlamadan şarap, sirke, ekmek vb. üretmek için yüzyıllardır mikroorganizmaların biyokatalitik potansiyelinden yararlanmaktadır (Singh ve ark., 2019).

Mikrobiyal enzimler, çeşitli gıda, tarım, kimya, ilaç ve enerji gibi endüstriyel proseslerde kimyasal kataliz ile karşılaştırıldığında ekonomik ve çevre dostu bir şekilde biyokatalizör olarak da kullanılmaktadır (Singh ve ark., 2019).

Bu enzimler, bitki ve hayvanlardan elde edilen enzimlere kıyasla daha hızlı ve kolay üretilir. Üretim iklim koşulları ve mevsimsel değişikliklerden etkilenmez ve üretimde hayvan, ağaç veya bitki kesimi ile ilgili yasal veya etik sorunlar yoktur (Contesini ve ark., 2018). Bununla birlikte mikrobiyal enzimler aktivitelerinin yüksek olması, arzu edilmeyen ara ürün

oluşturmamaları, yüksek stabilite göstermeleri ve ucuz olmaları gibi avantajlarından dolayı daha fazla dikkat çekmektedir (Wiseman, 1987).

Mikrobiyal enzimlerin biyoproseslerde kullanımı, katalitik aktiviteleri ve stabiliteleri; yüksek verimliliği, daha kaliteli ürünler elde edilmesi nedeniyle geleneksel yöntemlere göre kullanımı hızla artmaktadır (Demain ve Solomon, 1981; Kamini ve ark., 1999; Singh ve ark., 2019).

Mikroorganizmalar tarafından α-amilaz, glokuamilaz, proteaz, β-galaktosidaz, lipaz, fosfolipaz, esteraz, selülaz, katalaz gibi pek çok enzim üretilmektedir (Raveendran ve ark., 2018). Tablo 1'de bazı ticari enzimler ve kaynak mikroorganizmalar yer almaktadır (Underkofler ve ark., 1956).

Tablo 1: Bazı ticari enzimler ve kaynak mikroorganizmalar

Kaynak	**Enzim**	**Mikroorganizma**
Küf	Amilaz	*Aspergillus oryzae*
	Glukozidaz	*Aspergillus flavus*
	Proteaz	*Aspergillus niger*
	Pektinaz	*Aspergillus niger*
	Glukozoksidaz	*Penicillium notatum*
	Katalaz	*Aspergillus niger*
Bakteri	Amilaz	*Bacillus subtilis*
	Proteaz	
	Penisilinaz	
Maya	İnvertaz	*Saccharomyces cerevisiae*
	Laktaz	*Saccharomyces fragilis*

Endüstriyel olarak çeşitli alanlarda kullanılan enzimlerin %80'i hidroliz amaçlı olup bunların %60'ını proteazlar, %30'unu karbonhidrazlar, %30'unu lipazlar oluşturur. (Çakmak, 2019). Bu enzimler içerisinde proteaz ve lipaz enzimleri, çeşitli endüstriyel süreçte yoğun bir şekilde kullanım alanı bulan hidrolaz enzimleridir (Rathi ve ark., 2001). Bu bağlamda proteaz ve lipaz enzimleri hakkında bilgi verilecektir.

2.PROTEAZLAR

Proteolitik enzimler tüm canlı organizmalarda bulunur ve hücre büyümesi ve farklılaşması için gereklidir (Gupta ve ark., 2002). Proteazlar veya proteolitik enzimler, peptit bağlarını hidrolize ederek proteinleri parçalayan enzimler için kullanılan terimdir (Gupta ve Khare, 2007; Contesini ve ark., 2018).

Proteazlar, substrat özgüllüğünden yoksundur; bununla birlikte, proteinden bağımsız olarak bir amino asidin peptit bağı oluşturan karboksilik tarafını tanırlar (Contesini ve ark., 2018). En büyük endüstriyel enzim gruplarından birini temsil eden proteazlar (EC 3.4.21-24); substrat özgüllüğü, katalitik mekanizma, stabilite, optimum pH ve sıcaklık bakımından farklılık gösterir (Sabotic ve Kos, 2012). Proteazlar, polipeptit zinciri üzerindeki etki bölgelerine göre ekzopeptidazlar ve endopeptidazlar olarak iki kategoride sınıflandırılmaktadır (Raveendran ve ark., 2018; Thakur ve ark., 2018).

Toplam endüstriyel enzim ticaretinin yaklaşık %40-60'ını proteazlar oluşturmaktadır (Banerjee ve ark., 1999; Gupta ve ark., 2002; Rao ve ark., 2009). Proteolitik enzim preparatları, insan yapısal metabolizmasının ana bileşeni olan proteinin dönüşümü ile ilişkili oldukları için özel bir öneme sahiptir (Lukin, 2019). Ayrıca proteazlar, doğada bitkisel, hayvansal ve mikrobiyal kalıntıların dekompoze etmekte, böylece besin döngüsünü ve bitkilerin besinleri alabilmelerini sağlamaktadır (Aokı ve ark., , 1995).

Başta fizyolojik ve ticari uygulamalarda yaygın bir şekilde proteazlar, çeşitli diğer işlevleri de yerine getirmektedir. Hücre dışı proteazlar ticari değere sahiptir (Gupta ve ark., 2002) ve çamaşır deterjanları, deri, et, süt, ilaç, bira, fotoğraf, organik sentez ve atıkların muamelesi gibi çeşitli sektörlerde yaygın kullanımları bulunmaktadır (Banerjee ve ark., 1999).

Diyette fizyolojik aktif bileşenler olarak proteinlerin rolü giderek daha fazla kabul görmektedir. Ham gıda maddelerinde doğal olarak bulunan proteinlerin çoğu, fizyolojik etkilerini in vitro veya in vivo olarak doğrudan veya enzimatik hidroliz üzerine gösterir. Diyet proteinlerinin zengin biyolojik aktif peptit kaynağı olduğu kabul edilmektedir. Bu peptitler, ana protein dizisi içinde inaktiftir ve üç şekilde salınabilir: sindirim enzimleri tarafından hidroliz yoluyla, proteolitik mikroorganizmalar tarafından hidroliz yoluyla ve bitkiler veya mikroorganizmalardan türetilen proteolitik enzimlerin etkisiyle (Korhonen ve Pihlanto, 2006). Bu bağlamda proteazlar, diyet proteinlerinin metabolizmasının ve sindiriminin düzenlenmesinde kullanılmaktadır (Choi ve diğerleri, 2015). Ayrıca prohormonların olgunlaşması, kan pıhtılaşması, apoptoz, bağışıklık fonksiyonu ve hücresel proteinlerin geri dönüşümünü içeren çeşitli diğer işlemlerde de uygulanmaktadır (Gupta ve Khare, 2007).

Biyokimyasal bir reaktif olarak çeşitli ürünlerin imalatında endüstriyel uygulamalara sahip olan proteazların farmasötik ve deri tabaklama endüstrisinde de uygulamaları bulunmaktadır (Thakur ve ark., 2018). Ayrıca, gıda ve deterjan endüstrilerinde uzun bir uygulama geçmişine sahiptir (Rao ve ark., 1998).

Mikroorganizmalardan elde edilen proteolitik enzimler dünya çapında deterjan endüstrisinde en fazla kullanılan enzimlerdir (Gupta ve ark., 2002). Ticari olarak kullanılan enzimlerin büyük bir kısmı ağartma/oksitleme ajanlarının varlığında stabilitesini koruyamamaktadır. Bu nedenle enzim

tabanlı deterjanların daha iyi stabiliteye sahip olması için rekombinant DNA teknolojisi kullanılmaktadır (Oberoi ve ark., 2001).

Proteazların diğer kullanım alanı ise deniz *Crustacea* atıklarının deproteinizasyonudur (Yang ve ark., 1999).

Gıda sanayinde ise proteaz pek çok alanda kullanılmakla birlikte peynir yapımında kimozin, spesifik peptit bağının (Phe-15-Met 106 bağı) hidrolizlenmesi ile para-k-kazein ve makro peptitleri üretmektedir (Smit ve ark., 2005). Ayrıca besin değeri yüksek protein hidrolizatlarının hazırlanmasında, kan basıncının düzenlenmesinde, bebek maması formülasyonlarında, spesifik terapötik diyet ürünlerinde ve meyve suları ile alkolsüz içeceklerin zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır (Neklyudov ve ark., 2000; Ward, 1985).

Et endüstrisinde, etlerin hem doğal yapılarında bulunarak olgunlaşmaları sırasında rol oynarlar hem de dışardan ilave edilerek et ve et ürünlerinin gevrekliğini ve genel kabul edilebilirliklerini artırırlar. Bu amaçla kullanılan enzimler, sülfidril proteazlar grubunda yer alan papain, ficin, bromelin gibi bitkisel orijinli enzimlerdir (Wong 1995; Fellows, 2000). Bunun yanında soya sosu ve diğer hidrolizatların hazırlanmasında da kullanılmaktadır (Wang ve Wang, 2004).

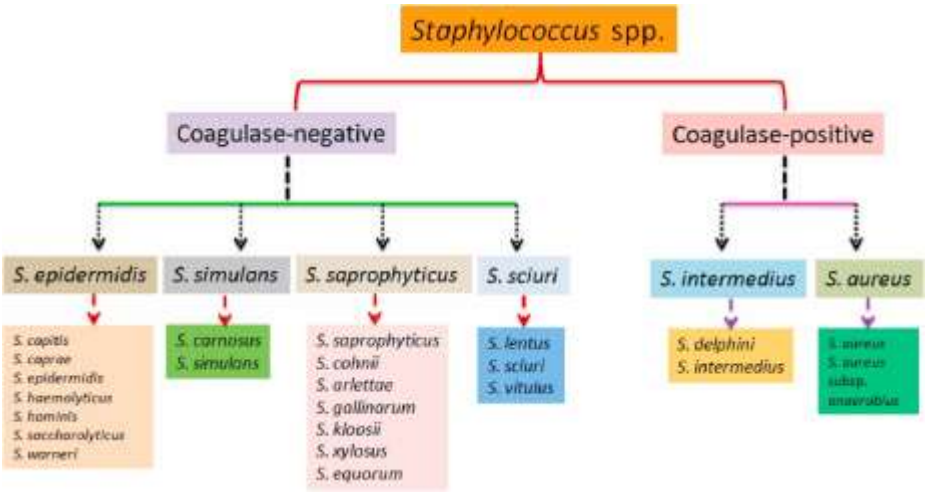
Bitkilerde, hayvanlarda ve mikroorganizmalarda yaygın olarak proteazlar bulunmaktadır (Li ve ark., 2012). Mikrobiyal proteazlar, en önemli hidrolitik enzimler arasındadır ve enzimolojinin ortaya çıkışından bu yana kapsamlı bir şekilde incelenmektedir (Gupta ve ark., 2002). Bu nedenle araştırıcılar endüstriyel olarak çeşitli ortamlardan uygun proteazları üreten mikroorganizmalar üzerine çalışmalar yapmaktadır (Mehrotra ve ark., 1999).

Mikroorganizmaların muazzam biyolojik çeşitliliği biyoteknolojik önemlerini artırmakta ve yeni proteaz arayışını haklı çıkarmaktadır. *Aspergillus oryzae, Aureobasidium pullulans, Serratia marcescens* ve *Bacillus subtilis* gibi birçok mikroorganizmanın proteaz üretebildiği bildirmiştir. Bu bağlamda bakteriler en önemli proteaz gruplarından biridir (Contesini ve ark., 2018). Özellikle güncel araştırma konusu olan starter bakterilerden elde edilen proteolitik enzimlere biraz daha fazla önem verilmektedir (Vısser, 1993). Proteaz üretmek için birçok mikrobiyal kaynak olmasına rağmen, sadece birkaçı ticari üretici olarak kabul edilmektedir (Gupta ve ark., 2002).

Mikrobiyal çeşitliliği derinlemesine inceleyerek ticari olarak daha kullanışlı enzimler üretebilen mikroorganizmaların bulunma ihtimali daima bulunmaktadır (Oberoi ve ark., 2001).

2.1. Stafilokokal proteazlar

Micrococcaceae ailesi içerisinde yer alan stafilokoklar, doğada yaygın olarak bulunan Gram pozitif tekli, ikili, kısa zincir, tetrat, düzensiz üzüm salkımı şeklinde, kok morfolojisinde, katalaz pozitif, genellikle oksidaz negatif, sporsuz, hareketsiz ve genellikle kapsülsüz bakterilerdir. *Staphylococcus* cinsine ait çoğu tür fakültatif anaerobtur. Stafilokoklar, koagülaz pozitif stafilokoklar ve koagülaz negatif stafilokoklar olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Bu durum, fibrinin pıhtılaşmasına neden olan ve genellikle patojenite ile ilişkili koagülaz üretiminden kaynaklanmaktadır (Şekil 1) (Khusro ve Aarti, 2022).



Şekil 1. *Staphylococcus* spp.'nin farklı grupları

Günümüze kadar stafilokokların proteolitik aktivitelerinin belirlenmesine yönelik pek çok çalışma yapılmış (Mauriello ve ark., 2004; Casaburi ve ark.,2005; Martín ve ark., 2006; Bonomo ve ark., 2009; Gündoğan ve Devren 2010; Landeta ve ark., 2013a; Memarı 2015; Dos Santos Cruxen ve ark., 2017; Fettahoğlu ve ark., 2019; Sun ve ark., 2019; Kanjan ve Sakpetch, 2020) ancak saf proteaz enzim üretimine yönelik yapılan çalışmalar medikal uygulamalarla sınırlı kalmıştır.

Özellikle tıp alanında *S.aureus* ve *S. epidermidis*' den proteazlara yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Lincoln ve Leigh 1994; Karlsson ve Arvidson, 2002; Calander ve ark., 2004; Jusko ve ark., 2014; Suaifan ve ark., 2019; Rom ve ark., 2021). Bu sebeple patojenitesi olmayan *Staphylococcus'lar*dan proteaz enzim üretimine yönelik yeni çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır (Wang ve diğerleri, 2021a;b; 2022a;b;c).

S. aureus, patojenik özelliklere sahip, Gram pozitif, kommensal bir organizmadır (Krysko ve ark., 2019). Koagülaz üretimi, *S. aureus*'u diğer stafilokoklardan ayırmaktadır (Götz ve ark., 2006). *Staphylococcus aureus*,

4.0-7.8 pH aralığında maksimum aktiviteye sahip 12 kDa'lık diizopropilflorofosfata duyarlı bir proteaz üretir. Enzim, karboksilik gruptaki asidik amino asit kalıntılarına sahip peptit bağlarına özgüdür (Gupta ve ark., 2002). Bakteriyel hücre dışı proteazlar çoğunlukla logaritmik ve logaritmik sonrası büyüme fazlarında üretilmektedir (Calander ve ark., 2004). Enfekte bir konakçıya salgılanan bakteriyel proteazlar, çok çeşitli patojenik potansiyeller sergileyebilmektedir (Dubin, 2002). *S. aureus* tarafından üretilen başlıca hücre dışı proteazlar, serin proteaz (SspA), sistein proteazlar (SspB ve Scp) ve aureolysin'dir (Aur) (Dubin 2002; Karlsson ve Arvidson, 2002).

S. epidermidis, insan epitelyal mikrobiyotasının bir parçasıdır. Bu nedenle konakçısı ile iyi huylu bir ilişki kurmaktadır. *S. epidermidis*'in hücre dışı proteaz sistemi, üç proteazdan oluşmaktadır: serin pro-teaz Esp, sistein proteaz EcpA ve metalloproteaz SepA (Martínez-García ve ark., 2018).

Harbin kuru sosislerinden izole edilen *Staphylococcus epidermidis* BP9'dan saflaştırılmış olan hücre dışı proteazın pH 6.0 ve 50 °C'de maksimum aktiviteye ulaştığı, pH 4.0-9.0 ve 20-40 °C'de aktivitenin stabil olduğu, Fe^{2+} varlığında ise aktivitenin inhibe edildiği tespit edilmiştir. Ayrıca proteazın, miyofibriler proteini hidrolize ederek küçük parçacıklara ayırdığı ve çözünür peptidler ürettiği belirlenmiştir (Wang ve ark., 2021a).

Wang ve ark., 2021b) yaptıkları çalışmada Harbin kuru sosislerinden izole edilen *Staphylococcus carnosus* RT6 tarafından üretilen hücre dışı proteazın; pH 9.0 ve 50 °C'de maksimum, pH 7.0-11.0 ve 20-40 °C'de stabil aktiviteye sahip ve Zn^{2+}, Fe^{2+} ve Fe^{3+} varlığında ise inhibe olduğunu saptamıştır. Duyusal özelliklerin gelişimine katkısı açısından proteazın, et proteinini küçük parçacıklara hidrolize etmesi ve çözünür peptidleri üretmesinin önem arz ettiği belirtilmiştir.

Diğer bir çalışmada *S. xylosus* A2'den saflaştırılan hücre dışı bir proteazın, pH 6.0 ve 50 °C'de yüksek aktivite gösterdiği, Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+} ve Zn^{2+} iyonları varlığında ise aktivitesinin önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. *S. xylosus* proteazının, düşük sıcaklıkta (<40 °C) mükemmel termostabilite sergilemesi, yüksek sıcaklıkta ise (>50 °C) aktivitesinin hızla düşmesi yüksek sıcaklıkta çalışmaya uygun olmadığını göstermiştir. Ayrıca, proteazın et proteinlerini parçalamak için etkili ve elde edilen hidrolizatın güvenli olduğu tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2022a).

Staphylococcus epidermidis kaynaklı bir proteazın domuz miyofibriler proteininde hidroliz ve lezzet gelişimi üzerindeki etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada; yüzey hidrofobikliği, flüoresans, Fourier dönüşümü, kızılötesi spektrumları ve atomik kuvvet mikroskobu analizi, hidrolizin miyofibriler proteinlerin yüzey hidrofobikliğini ve ikincil yapısını önemli ölçüde değiştirdiğini ve miyofibriler proteinlerin sudaki stabilitesini iyileştirdiğini göstermiştir. Miyofibriler proteinlerin özellikle glutamik ve alanin olmak üzere serbest amino asit içeriğini önemli ölçüde arttırdığını ve proteazın etkisi altında aldehitler, alkoller ve asit gibi uçucu bileşiklerin üretiminin desteklendiği belirlenmiştir (Wang ve ark., 2022b).

Başka bir çalışmada ise farklı seviyelerde *S. carnosus* kaynaklı proteaz ilavesinin (0, 0.15, 0.30, 0.45 ve 0.60 g/kg çiğ et) Çin Harbin fermente kuru sosisinin proteolizi, kalite özellikleri ve lezzet gelişimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar, Harbin kuru sosisine *S. carnosus*'a ait proteaz ilavesinin, et proteinlerinin peptidlere ve serbest amino asitlere ayrışmasını etkili bir şekilde desteklediği, böylece yumuşama ve yağ oksidasyonunun önlenmesinde etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca *S. carnosus*'a ait proteaz ilavesinin, bazı ketonlar, asitler ve esterler gibi temel aroma bileşiklerinin gelişimini de destekleyebileceği belirlenmiştir (Wang ve ark., 2022c).

3.LİPAZLAR

Lipazlar, su ve yağ fazı arasındaki ara yüzeyde suda çözünmeyen trigliseritleri, di ve mono-açilgliseridlere, serbest yağ asitlerine ve gliserole hidrolizini katalizleyen enzimlerdir (Fang ve ark., 2006; Saraç ve ark., 2008). Bahsi geçen reaksiyonlar, genel olarak tersinirdir ve lipazların aktivitesini arttırmaktadır (Çakmak, 2019).

Lipazların geniş spektrumdaki substratları kullanabilme kabiliyetleri, lipit bileşenlerinin sentezinde veya hidrolizinde yüksek regio ve enantiyoselektivif aktiviteye sahip olmaları ve geniş ortam şartları altında stabil kalabilmeleri bakımından öneme sahiptir (Kıran ve ark., 2006; Saraç ve ark., 2008, Pogaku ve ark., 2010). Enzim sınıflandırmasında lipazlar, hidrolazlar (E.C.3), ester bağlarını parçalayanlar (E.C.3. 1), karboksilik ester hidrolazlar (E.C.3.1.1) ve triaçilgliserol lipazlar (E.C.3.1.1.3) içinde yer almaktadırlar (Fang ve ark., 2006; Saraç ve ark., 2008; Çakmak 2019; Zhao ve ark., 2021).

Lipazların uygulama alanları gıda endüstrisi, biyosensörler ve pestisitlerin yapımı, biyomedikal uygulamalar, deterjan ve deri sanayii, çevre yönetimi, kozmetik ve parfüm sanayii (Fang ve ark., 2006; Kıran ve ark., 2006; Özcan ve Çorbacı, 2017; Çakmak, 2019; Zhao ve ark., 2021) lipid içeren atık suların enzimatik degradasyonu, organik sentez, oleokimyasal endüstri ve kağıt yapımı gibi oldukça kapsamlıdır (Saraç ve ark., 2008).

Biyodönüşüm ile ilgili çalışmalarda da lipaz kullanımını fazla tercih edilmektedir. Nedeni ise yağları, yağ asitlerine hidrolize edebilmelerinin yanında susuz ortamda esterifikasyon ve transesterifikasyon tepkimelerinin aktivitelerini artırmalarıdır (Çakmak, 2019). Sulu ve susuz solvent sistemlerinde aktivite gösterebilen lipazlar, endüstride ve tıp alanında oldukça önemlidir. Lipaz teknolojisindeki gelişmelerle birlikte yeni bileşiklerin

sentezi için de bu enzimlerin kullanımları hızla artmaktadır. (Saraç ve ark., 2008).

Gıda endüstrisindeki uygulamaları ise tekstüre etmekten aroma vermeye kadar çok sayıda ve çeşittedir (Aravindan ve ark., 2007). Süt endüstrisinde lipolitik enzimlerin aktivitesi önemlidir. Çeşitli peynirlerin üretiminde yüksek lipolizis zorunlu olmaktadır. Peynir yapımında kullanılan rennin enzimi proteolitik enzimler ve lipolitik enzimleri ihtiva etmektedir. Ayrıca lipazla modifiye edilmiş tereyağı ürünleri (margarinler, şorteningler, fırın ürünleri ve bitkisel ürünler gibi) aroma geliştirici olarak kullanılmaktadır (Kıran ve ark., 2006).

Lipazlar, et üretimde yağsız et üretmek, balık endüstrisinde de fazla yağı gidermek, fermente et ürünlerinde lezzeti arttırmak ve ürün özelliklerini geliştirmek için kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra mikrobiyal lipazlar, balık yağı hidrolizi ve doymamış yağ asidi (n-3 PUFA) sentezi üzerine etkili olmaktadır (Çanakçı, 2021).

Kuru ve yarı kuru sosislerde temel biyokimyasal reaksiyonlardan biri olan lipolizis, son ürün kalitesini belirleyici olarak etkilemektedir. Fermente kuru sosislerde yağ hidrolizinden sorumlu bakteriler özellikle starter kültür olarak kullanılan *Micrococcaceae* familyasının üyeleridir. Mikrokoklar uzun zincirli yağ asitlerini de içeren trigliseritlere karşı lipolitik aktivite sergilemektedir (Gökalp ve ark., 1998).

Lipazlar bahsedilen geniş kullanım alanları nedeniyle endüstriyel uygulamalar açısından önemli bir enzim grubudur. Bu durum enzim üretiminde hem niteliksel hem de niceliksel iyileştirmeyi zorunlu kılmıştır (Pogaku ve ark., 2010).

Hayvan, bitki ve mikroorganizma kökenli olabilen lipazlar, doğada yaygın olarak bulunmaktadır. Genellikle mikroorganizmalardaki geniş çeşitlilikteki ekstraselüler lipazlar, ticari olarak kullanılmaktadır (Aravindan ve ark., 2007; Saraç ve ark., 2008).

Lipaz üreten mikroorganizmalar; bakteri, maya ve küflerdir (Fang ve ark., 2006; Kıran ve ark., 2006; Saraç ve ark., , 2008; Çakmak 2019). Biyoteknolojik uygulamalarda ve organik kimyada en çok tercih edilen lipazlar bakteriyel ve fungal orjinli olanlardır (Saraç ve ark., 2008; Çakmak, 2019). Endüstriyel olarak en yaygın kullanılan lipaz üreticisi mikroorganizmalar; *Candida sp., Pseudomonas sp., Rhizopus sp*. (Kıran ve ark., 2006) *Bacillus* ve *Aspergillus*'dur (Özcan ve Çorbacı, 2017). Bakteriyel lipazlar glikoproteinlerdir, ancak bazı hücre dışı bakteriyel lipazlar, lipoproteinlerdir. Şimdiye kadar bildirilen bakteriyel lipazların çoğu yapıcıdır. Ayrıca substrat özgüllükleri açısından spesifik değildir ve birkaç bakteri lipazı termostabildir. Bu özelliklerinden dolayı endüstride birçok alanda kullanılmaktadır (Pogaku ve ark., 2010). Bakterilerden özellikle Gram negatiflerle ilgili çok sayıda lipaz çalışması mevcuttur (Saraç ve ark., 2008). Pek çok bakteriyel lipaz, özellikle *Pseudomonas, Bacillus, Staphylococcus, Achromobacter* cinsinin üyelerinden klonlanmış ve karakterize edilmiştir (Pogaku ve ark., 2010).

Biyoteknoloji alanında lipazların kullanımı son yıllarda ivme kazanmış durumdadır. Bu nedenle çok yönlü mutasyonlar yardımıyla, lipazların aşırı üretimini sağlamak için suş geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. (Kıran ve ark., 2006).

3.1.Stafilokokal lipazlar

Günümüze kadar stafilokokların fermente et ürünleri ve parça halinde işlenen et ürünlerinde lipolitik aktivitelerinin belirlenmesine yönelik pek çok çalışma yapılmıştır. (Molina ve ark., 1991; Landeta ve ark.,, 2013b; Vermassen ve ark., 2014; Wierzchowska ve ark., 2015; Laranjo ve ark., 2017; Fettahoğlu ve diğerleri, 2019). Ancak bu mikroorganizmaların gerek fermente et ürünleri gibi karmaşık bir ortamda rolünü net olarak belirlemek gerekse de parça halinde işlenen et ürünlerinde ürünün iç kısımlarına inokülasyonda zorluklar ile karşılaşılmaktadır. Ayrıca, lipolizisin hem endojen hem de mikrobiyal lipazlardan kaynaklanması ve lipoliz neticesinde oluşan serbest yağ asitlerinin alkoller, ketonlar ve aldehitler gibi ürünlere dönüşümü mikroorganizmaların lipolitik aktivite üzerine etkisinin anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. (Talon ve ark., , 1995). Bunun yanı sıra saf lipaz enzimi üretimine yönelik saflaştırma ve karakterizasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Rosenstein ve Götz 2000; Flores ve Toldra, 2011). Ayrıca lipaz üretimi genel olarak patojen suşlar üzerinde çalışılmış olup (*S. aureus ve S. epidermidis* gibi) enzim tıp, kozmetik, deterjan ve arıtma sanayii gibi birçok alanda uygulama bulmuştur (Talon ve ark., 1995; Sarmah ve ark., 2018).

Yüksek lipaz seviyesi stafilokokların genel bir özelliğidir. Biyoteknolojideki uygulamaları için incelenen stafilokoklardaki lipolitik enzimler, esas olarak hücre dışı lipazlardır (Zhao ve ark., 2021).

Farklı lipaz enzimleri tüm *S. aureus* suşları tarafından üretilmektedir. Lipidleri hidrolize eden lipazlar, stafilokokların vücudun yağlı bölgelerinde hayatta kalmaları için gerekmektedir (Long ve ark., 1992; Sertel, 2008). Bu enzimlerin stafilokokların kutanöz ve subkutanöz dokulara yerleşmesi ve yüzeysel deri enfeksiyonları (örn. frunkül, karbunkül) oluşturmaları için

gerekli oldukları düşünülmektedir (Sertel, 2008). *Staphylococcus aureus* gibi patojenik bakterilerin lipazı, akne hastalarında deri döküntüsü üzerinde de etkili olmaktadır (Hasan ve ark., 2006). Bunun yanı sıra yüzdeki yağlı deriden izole edilen stafilokokal lipazlar, kozmetik, tıp, gıda ve deterjan endüstrilerinde biyokatalizör olarak uygulama alanı bulmuştur (Sarmah ve ark., 2018).

Stafilokokal hücre dışı lipazların, enfeksiyonlardaki rollerini belirlemek için patojen suşlara (*Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis*) yönelik olarak incelemeler yapılmıştır. Patojenik olmayan türler çok daha az çalışılmıştır ve sadece *Staphylococcus hyicus*'un lipazı iyi karakterize edilmiştir (Talon ve ark., 1995).

Ayrıca Talon ve ark., (1995) tarafından saflaştırılan ve karakterize edilen *S. warneri* lipazının optimum pH değeri 9.0 ve optimum sıcaklığı 25°C olarak belirlenmiştir. Enzimin pH 5.0-9.0 aralığında kararlı ve geniş bir substrat özgüllüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada trigliseritlerin, *Micrococcaceae* suşları tarafından hidrolizi incelenmiştir. *Staphylococcus warneri* ve *Staphylococcus xylosus'un* lipazlarının çeşitli aroma esterlerinin üretimi potansiyeli çalışılmıştır. Her iki immobilize lipazın heksanoik asitten oleik asite, etil esterleri ürettiği saptanmıştır. Alifatik ve dallanmış zincirli birincil alkolleri, etanolden hekzanole esterledikleri ve mevzut koşullar altında asetik, bütirik, 2-metil bütirik, 3-metil bütirik ve valerik asitleri hafif esterleşmeye uğrattıkları belirlenmiştir (Talon ve ark., 1996)

Rosenstein ve Götz (2000) tarafından stafilokokal lipazların biyokimyasal ve moleküler karakterizasyonu üzerine yapılan bir çalışmada 6 stafilokok türünden (*S. epidermis* (3 lipaz geni), *S. aureus* (2 lipaz geni), *S. haemolyticus*,

S. hyicus, S. warneri ve *S. xylosus* (1'er lipaz geni))'a ait 9 farklı lipaz geninin nükleotid sekansı belirlenmiştir. Stafilokokal lipazlar, birincil yapılarında çok benzer olmalarına rağmen, substrat seçiciliği, optimum pH ve arayüzey aktivasyonu gibi biyokimyasal ve katalitik özelliklerinde önemli farklılıklar gösterirmiştir. *S. hyicus*'tan elde edilen lipazın, yalnızca lipaz aktivitesine değil, aynı zamanda yüksek bir fosfo-lipaz aktivitesine de sahip olması bakımından stafilokokal ve bakteriyel lipazlar arasında benzersiz olduğu ifade edilmiştir. Tüm stafilokokal lipazların, lipazların üçüncül yapısını stabilize etmede bir işlevi olduğu düşünülen Ca^{2+}'ye bağlı olduğu ve diğer bakteriyel lipazlar gibi stafilokokal lipazların da arayüzey aktivasyonunda yer alabilecek bir alana sahip olduğu bildirilmiştir.

Fermente sosislerde ise serbest yağ asitlerindeki artıştan sorumlu olan lipazlar, *S. xylosus* ve *S. warnieri*'den saflaştırılmış ve karakterize edilmiştir. Ancak fermente sosis üretim koşullarında lipaz aktivitesinin sınırlı düzeyde olduğu da belirtilmektedir.. Bunun yanı sıra β-galactosidase, esteraz, aminopeptidaz ve fostataz enzim aktiviteleri yanında Yunan fermente sosislerinden izole edilen *S. xylosus, S. carnosus* ve *Kocuria varians* gibi *micrococcaceae* familyasının üyeleri olan türlerde lipaz aktivitesi de tespit edilmiştir (Flores ve Toldra, 2011).

Ayrıca Kanjan ve Sakpetch (2020) tarafından *S. simulans* PMRS35 suşu, fonksiyonel özellikleri ve güvenlik açısından değerlendirilmiş ve bu suşun iyi bir lipaz, orta derecede proteaz aktivitesine sahip olduğu, %25'e varan tuz konsantrasyonlarını tolere edebildiği, dekarboksilaz ve hemolitik aktivite sergilemediği, patojenik gen ihtiva etmediği, biyofilm oluşturmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra bu suşun geleneksel antibiyotiklere karşı hassas olduğu, simüle edilmiş gastrointestinal sistem koşullarına karşı %80'nin üzerinde canlılığını devam ettirdiği ve özellikle *S. aureus* olmak üzere gıda

kaynaklı patojenlere karşı antimikrobiyal özellik sergilemesi sebebiyle fermente gıdaların kalite ve sağlık işlevselliğini geliştirmek için starter kültür olarak kullanım potansiyeline sahip tür olduğu belirtilmiştir.

Endüstriyel işlemler genellikle zorlu koşullar altında yürütüldüğünden, olumsuz ortamlarda (yani aşırı sıcaklık, pH, tuz konsantrasyonları ve organik çözücülerin varlığında) aktivitelerini koruyan lipazların elde edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda ekstremofillerden izole edilen lipaz, endüstriyel prosesler için mükemmel bir alternatif oluşturmaktadır. Nitekim yürütülen bir çalışmada lipolitik halotolerant bir bakteri olan *Staphylococcus* sp.'den izole edilen lipaz enziminin 6-9 pH aralığında oldukça kararlı ve 60° C'de 45 dakika inkübasyondan sonra dahi aktivitesinin %69'unu koruduğu tespit edilmiştir (Daoud ve ark., 2013).

Mikrobiyal enzimlerin kendine has özellikleri mikroorganizmaların izole edildiği ortamlardan da kaynaklanmaktadır (Zhao ve ark., 2021). Nitekim balık atıkları proteinler, lipidler ve kitin gibi bol miktarda biyomateryal kaynağı içermeleri sebebiyle mikroorganizmalar için değerli biyolojik kaynaklar olabilmektedir. Rebah ve ark., 2008 tarafından yapılan bir çalışmada *S. xylosus* suşunu geliştirmek üzere balık yan ürünleri kullanılmıştır. Bu durumun atık bertarafı ile ilgili çevresel sorunları azaltmasının yanında biyokütle ve enzim üretiminin de maliyetini düşürebileceği bildirilmiştir. Ayrıca *Staphylococcus pasteuri*'den hazırlanan immobilize ham lipaz, hindistancevizi değirmeni atık sularının ön arıtımında etkili bir şekilde kullanılabilmektedir (Sarmah ve ark., 2018).

SONUÇ

Endüstriyel enzimlerle ilgili yapılan araştırmalarda biyoteknoloji; enzim teknolojisindeki gelişmeler, ürünlerin kullanım alanlarının çeşitliliği ve

ekonomik değerinin çok yüksek olması açısından önemlidir. Proteolitik ve lipolitik enzimlerin de aralarında yer aldığı pek çok enzim, tıp, gıda, kozmetik, temizlik sanayi gibi bir çok alanda geniş kullanım alanına sahiptir. Teknolojideki gelişmelere bağlı olarak kullanım alanları yaygınlaşmakta ve önemli hale gelmektedir. Bu enzimlerin elde edilmesinde ise mikroorganizmaların önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Ancak çeşitli gıdaların üretiminde starter olarak kullanılan mikroorganizmalardan elde edilen enzimlerin endüstride ve gıda alanında kullanımına yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Sonuç olarak; starter olarak kullanılan suşlardan enzim saflaştırılması ve karakterizasyonuna yönelik çalışmaların arttırılması hem ürün özelliklerinin geliştirilmesi hem de bu enzimlerin endüstrinin farklı kollarında kullanımına olanak sağlaması açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Aoki, K., Miyamoto, K., Murakami, S. ve Shinke, R. (1995). Anaerobıc Synthesıs of Exracellular Proteases by The Soıl Bacterıum *Bacıllus* sp. AM-23: Putrıfıcatıon And Characterızatıon of The Enzymes. Soıl Biol. Biochem. Vol. 27. No. 11. pp. 1377-1382.

Aravindan, R., Anbumathi, P., & Viruthagiri, T. (2007). Lipase applications in food industry. Indian Journal of Biotechnology, Vol 6, April 2007, pp 141-158.

Banerjee, U.C., Sani, R.K., Azmi, W. ve Soni, R. (1999). Thermostable Alkaline Protease from Bacillus brevis and its Characterization as a Laundry detergent Additive. Process Biochemistry 35 , 213-219.

Bobuş, G. (2010). Determination of functional and bioactive properties of lentil protein concentrate and hydrolysate (Master thesis). Mersin University, Mersin.

Bonomo, M. G., Ricciardi, A., Zotta, T., Sico, M. A. ve Salzano, G. (2009). Technological and safety characterization of coagulase-negative *staphylococci* from traditionally fermented sausages of Basilicata region (Southern Italy). *Meat Science*, *83*(1), 15-23.

Calander, A. M., Jonsson, M., Kanth, A., Arvidsson, S., Shaw, L., Foster, S. J., Tarkowski, A. (2004). Impact of staphylococcal protease expression on the outcome of infectious arthritis. *Microbes and infection*, *6*(2), 202-206.

Casaburi, A., Blaiotta, G., Mauriello, G., Pepe, O., & Villani, F. (2005). Technological activities of Staphylococcus carnosus and Staphylococcus simulans strains isolated from fermented sausages. *Meat Science*, *71*(4), 643-650.

Choi, J.M., Han, S.S., Kim, H.S. (2015) Industrial applications of enzyme biocatalysis: current status and future aspect. Biotechnol Adv 33:1443–1454.

Contesini, F. J., Melo, R. R. D., Sato, H. H. (2018). An overview of Bacillus proteases: from production to application. *Critical reviews in biotechnology*, *38*(3), 321-334.

Çakmak, M. (2019). Ekstraselüler lipaz kaynağı olarak bazı mikrofungusların taranması ve katı substrat fermantasyonu ile enzim üretim koşullarının optimizasyonu, Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Çanakçı, A. (2021). *Anoxybacillus kaynarcensis HBB180* Lipazının Üretimi Üzerine Kültür Koşullarının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Daoud, L., Kamoun, J., Ali, M. B., Jallouli, R., Bradai, R., Mechichi, T., ... ve Aloulou, A. (2013). Purification and biochemical characterization of a halotolerant Staphylococcus sp. extracellular lipase. *International journal of biological macromolecules*, *57*, 232-237.

Demain, A.L. ve Solomon, N.A. (1981). In Industrial Microbiology and the Advent of Genetic Engineering, pp. 3-14. Scientific American, Freeman &Comp., San Francisco.

Dos Santos Cruxen, C. E., Funck, G. D., da Silva Dannenberg, G., Haubert, L., de Lima Marques, J., Kroning, I. S., Chaves, F. C., Silva, W. P. ve Fiorentini, Â. M. (2017). Characterization of Staphylococcus xylosus LQ3 and its application in dried cured sausage. *LWT*, *86*, 538-543.

Dubin, G. (2002). "Extracellular proteases of Staphylococcus spp." 1075-1086.

Fang, Y., Lu, Z., Lv, F., Bie, X., Liu, S., Ding, Z. ve Xu, W. (2006). A newly isolated organic solvent tolerant Staphylococcus saprophyticus M36

produced organic solvent-stable lipase. *Current microbiology*, *53*(6), 510-515.

Fellows, P. (2000). Food processing technology principles and practice. 2nd. Ed. Academic Press. Inc. California, USA.

Fettahoğlu, K., Çinar, K., Kaya, M. ve Kaban, G. (2019). Biodiversity and characterization of gram-positive, catalase-positive cocci isolated from pastırma produced under different curing processes. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, *43*(1), 68-75.

Flores, M. ve Toldra, F. (2011). Microbial enzymatic activities for improved fermented meats. *Trends in Food Science & Technology*, *22*(2-3), 81-90.

Gökalp, H. Y., Ercoşkun, H. ve Çon, A. H. (1998). Fermente Et Ürünlerinde Bazı Biyokimyasal Reaksiyonlar Ve Aroma Üzerine Etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *4*(3), 805-811.

Götz, F., Bannerman, T., Schleifer, K. H. (2006). The genera staphylococcus and macrococcus. *The prokaryotes*, 5.

Gupta, R., Beg, Q. ve Lorenz, P. (2002). Bacterial alkaline proteases: molecular approaches and industrial applications. *Applied microbiology and biotechnology*, *59*(1), 15-32.

Gupta, A. ve Khare, S.K. (2007). Enhanced production and characterization of a solvent stable protease from solvent tolerant *Pseudomonas aeruginosa*. *Enzyme and Microbiology Technology*. **42**: 11-16.

Gündoğan, N., & Devren, A. (2010). Protease and lipase activity of Staphylococcus aureus obtained from meat, chicken and meatball samples. *Gazi University Journal of Science*, *23*(4), 381-384.

Hasan, F., Shah, A. A. ve Hameed, A. (2006). Industrial applications of microbial lipases. *Enzyme and Microbial technology*, *39*(2), 235-251.

Jusko, M., Potempa, J., Kantyka, T., Bielecka, E., Miller, H. K., Kalinska, M. ve Blom, A. M. (2014). Staphylococcal proteases aid in evasion of the human complement system. *Journal of innate immunity*, *6*(1), 31-46.

Kanjan, P. Sakpetch, P. (2020). Functional and safety assessment of Staphylococcus simulans PMRS35 with high lipase activity isolated from high salt-fermented fish (Budu) for starter development. *LWT*, *124*, 109183.

Kamini, N.R., Hemchander, C., Geraldine, J.S.M., Puvanakrishnan, R. (1999) Microbial enzyme technology as an alternative to conventional chemical in leather industry. *Current Science*, 76:101

Karlsson, A., Arvidson, S. (2002). Variation in extracellular protease production among clinical isolates of Staphylococcus aureus due to different levels of expression of the protease repressor sarA. *Infection and immunity*, *70*(8), 4239-4246.

Khusro, A. ve Aarti, C. (2022). Metabolic heterogeneity and techno-functional attributes of fermented foods-associated coagulase-negative staphylococci. *Food Microbiology*, 104028.

Kıran, Ö. E., Çömlekçioğlu, U. ve Dostbil, N. (2006). Bazı mikrobiyal enzimler ve endüstrideki kullanım alanları. *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, *9*(1), 12-19.

Korhonen, H., Pihlanto, A. (2006). Bioactive peptides: production and functionality. *International dairy journal*, *16*(9), 945-960.

Krysko, O., Teufelberger, A., Van Nevel, S., Krysko, D. V. ve Bachert, C. (2019). Protease/antiprotease network in allergy: The role of *Staphylococcus aureus* protease-like proteins. *Allergy*, *74*(11), 2077-2086.

Landeta, G., Curiel, J. A., Carrascosa, A. V., Muñoz, R. ve De Las Rivas, B. (2013a). Characterization of coagulase-negative staphylococci isolated from Spanish dry cured meat products. *Meat science*, *93*(3), 387-396.

Landeta, G., Curiel, J.A. Carrascosa, A.V., Munos, R. ve de las Rivas, B., (2013b) Technological and safety properties of lactic acid bacteria isolated from Spanish dry-cured sausages. Meat Science, 95, 272-280.

Laranjo, M., Elias, M. ve Fraqueza, M.J. (2017). The use of starter cultures in traditional meat products. Journal of Food Quality, 1-18.

Li, S., Yang, X. Yang, S. (2012). Technology prospecting on enzymes, applications, marketing and engineering. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, **2**: 1-11.

Lincoln, R. A. ve Leigh, J. A. (1994). Production of extracellular proteases from Staphylococcusaureus strain V8 in dialysis culture. *Journal of microbiological methods*, *20*(3), 175-182.

Long, J. P., Hart, J., Albers, W. ve Kapral, F. A. (1992). The production of fatty acid modifying enzyme (FAME) and lipase by various staphylococcal species. *Journal of medical microbiology*, *37*(4), 232-234.

Lukin, A. (2019). Application and comparison of proteolytic enzyme preparations in technology of protein hydrolyzates. *Food Science and Technology*, *40*, 287-292.

Martín, B., Garriga, M., Hugas, M., Bover-Cid, S., Veciana-Nogués, M. T., Aymerich, T. (2006). Molecular, technological and safety characterization of Gram-positive catalase-positive cocci from slightly fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, *107*(2), 148-158.

Martínez-García, S., Rodríguez-Martínez, S., Cancino-Diaz, M. E. ve Cancino-Diaz, J. C. (2018). Extracellular proteases of *Staphylococcus*

epidermidis: roles as virulence factors and their participation in biofilm. *Apmis*, *126*(3), 177-185.

Mauriello, G., Casaburi, A., Blaiotta, G. ve Villani, F. (2004). Isolation and technological properties of coagulase negative staphylococci from fermented sausages of Southern Italy. *Meat Science*, *67*(1), 149-158.

Mehrotra, S., Pandey, P.K., Gaur, R., Darmwal, N.S., 1999. The Production of Alkaline Protease by a *Bacillus* Species isolate. Bioresource Technology. 67: 201-203.

Memarı, G. 2015. Balık Örneklerinden İzole Edilen *Staphylococcus'ların* Bazı Virulans ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara

Molina, I., Nieto, P., Flores, J., Silla, H. ve Bermell, S. (1991). Study of the microbial flora in dry-cured ham. V: Lipolytic activity. *Fleischwirtschaft (Frankfurt)*, *71*(8), 906-908.

Neklyudov, A.D., Ivankin, A.N. ve Berdutina, A.V. (2000). Properties and uses of protein hydrolysates (review). Appl Biochem Microbiol 36:452–459.

Oberoi, R., Beg, Q.K., Puri, S., Gupta and Gupta S.R. (2001). Characterization and Wash Performance Analysis of an SDS-Stable Alkaline Protease From a *Bacillus* sp. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 17: 493-497.

Özcan, K. ve Çorbacı, C. (2017). Streptomyces sp. K22 ve K30 suşlarından lipaz ve proteaz enzim üretimi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, *7*(2), 128-135.

Pliego, J., Mateos, J.C., Rodriguez, J., Valero, F., Baeza, M., Femat, R., Camacho, R., Sandoval, G. ve Herrera-L_opez, E.J. (2015). Monitoring lipase/esterase activity by stopped flow in a sequential injection

analysis system using p-nitrophenyl butyrate. Sensors Switz. 15, 2798e2811.

Pogaku, P., Fan, W., Suresh, A., Zhong, S., Srinivas, P., Reddy, S. R. ve Zhu, M. (2010). Optimization of lipase production by Staphylococcus sp. Lp12. *African journal of Biotechnology*, *9*(6), 882-886.

Rao, M. B., Tanksale, A. M., Ghatge, M. S., Deshpande, V. V. (1998). Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. *Microbiology and molecular biology reviews*, *62*(3), 597-635.

Rao, C. S., Sathish, T., Ravichandra, P., & Prakasham, R. S. (2009). Characterization of thermo-and detergent stable serine protease from isolated Bacillus circulans and evaluation of eco-friendly applications. *Process Biochemistry*, *44*(3), 262-268., 16.

Rathi, P., Saxena, R.K. ve Gupta, R. (2001). A novel alkaline lipase from Burkholderia cepacia for detergent formulation. Process Biochemistry, 37, 187-192.

Raveendran, S., Parameswaran, B., Ummalyma, S. B., Abraham, A., Mathew, A. K., Madhavan, A. ve Pandey, A. (2018). Applications of microbial enzymes in food industry. *Food technology and biotechnology*, *56*(1)

Rebah, F. B., Frikha, F., Kamoun, W., Belbahri, L., Gargouri, Y. ve Miled, N. (2008). Culture of Staphylococcus xylosus in fish processing by-product-based media for lipase production. *Letters in applied microbiology*, *47*(6), 549-554.

Rosenstein, R. ve Götz, F. (2000). Staphylococcal lipases: biochemical and molecular characterization. *Biochimie*, *82*(11), 1005-1014.

Rom, J. S., Beenken, K. E., Ramirez, A. M., Walker, C. M., Echols, E. J., Smeltzer, M. S. (2021). Limiting protease production plays a key role

in the pathogenesis of the divergent clinical isolates of Staphylococcus aureus LAC and UAMS-1. *Virulence*, *12*(1), 584-600.

Sabotic, J. ve Kos, J. (2012).Microbial and fungal protease inhibitors-current and potential applications. Applied Microbiology and Biotechnology,93,1351-1375.

Saraç, N., Boran, R., Ökmen, G. ve Uğur, A. (2008). Toprak ve Süt Kökenli Gram Pozitif Bakterilerde Lipaz Üretimi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, *1*(2), 23-28.

Sarmah, N., Revathi, D., Sheelu, G., Yamuna Rani, K., Sridhar, S., Mehtab, V. ve Sumana, C. (2018). Recent advances on sources and industrial applications of lipases. *Biotechnology progress*, *34*(1), 5-28.

Sertel, D. (2008). Epinefrin Ve Norepinefrinin Escherıchıa Colı Ve *Staphylococcus aureus* Suşlarının Antibiyotiklere Duyarlılıkları Üzerine Olası Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Singh, R. S., Singh, T. ve Pandey, A. (2019). Microbial enzymes-an overview. *Advances in enzyme technology*, 1-40.

Smit, G., Smit, B. A., Engels, W. J. M. (2005). Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. FEMS Microbiol. Rev. 29: 591-610.

Spohner, S. C., Müller, H., Quitmann, H., Czermak, P. (2015). Expression of enzymes for the usage in food and feed industry with *Pichia pastoris*. *Journal of Biotechnology*, 202, 118-134.

Suaifan, G. A., Al Nobani, S. W., Shehadeh, M. B., Darwish, R. M. (2019). Engineered colorimetric detection of Staphylococcus aureus extracellular proteases. *Talanta*, *198*, 30-38.

Sun, J., Cao, C. C., Feng, M. Q., Xu, X. L., & Zhou, G. H. (2019). Technological and safety characterization of coagulase-negative

staphylococci with high protease activity isolated from Traditional Chinese fermented sausages. *LWT*, *114*, 108371.

Talòn, R., Dublet, N., Montel, M. C. ve Cantonnet, M. (1995). Purification and characterization of extracellular Staphylococcus warneri lipase. *Current microbiology*, *30*(1), 11-16.

Talon, R., Montel, M. C. ve Berdague, J. L. (1996). Production of flavor esters by lipases of Staphylococcus warneri and Staphylococcus xylosus. *Enzyme and microbial technology*, *19*(8), 620-622.

Thakur, N., Goyal, M., Sharma, S., Kumar, D. (2018). Proteases: Industrial applications and approaches used in strain improvement. In *Biological Forum–An International Journal* (Vol. 10, No. 1, pp. 158-167).

Underkofler, L., Barton, R. ve Rennert, S. (1956). Microbiological Process Report Production of Microbial Enzymes and Their Applications. Society for Industrial Microbiology, Storrs, Connecticut, August, 212-221.

Vermassen, A., Foye, A., Loux, V., Talon, R. ve Leroy, S. (2014). Transcriptomic analysis of *Staphylococcus xylosus* in the presence of nitrate and nitrite in meat reveals its response to nitrosative stress. Frontiers in Microbiology, 5, 1-15.

Visser, S. (1993). Proteolytic enzymes and their relation to cheese ripening and flavor: an overview. *Journal of Dairy Science*, *76*(1), 329-350.

Wang, L., Wang, Y. J. (2004). Rice starch isolation by neutral protease and high-intensity ultrasound. *Journal of Cereal Science*, **39**: 291–296.

Wang, H., Liu, J., Chen, Q., Kong, B. ve Sun, F. (2021a). Biochemical properties of extracellular protease from Staphylococcus epidermidis isolated from Harbin dry sausages and its hydrolysis of meat protein. *Food Bioscience*, *42*, 101130.

Wang, H., Wang, Q., Xia, X., Sun, F. ve Kong, B. (2021b). Biochemical properties of extracellular protease from *Staphylococcus carnosus* RT6 isolated from Harbin dry sausages, and its hydrolysis of meat proteins. *Journal of Food Science*, *86*(5), 1642-1655.

Wang, H., Xu, J., Kong, B., Liu, Q., Xia, X. ve Sun, F. (2022a). Purification and Characterization of the Protease from *Staphylococcus xylosus* A2 Isolated from Harbin Dry Sausages. *Foods*, *11*(8), 1094.

Wang, H., Xu, J., Liu, Q., Chen, Q., Sun, F. ve Kong, B. (2022b). Interaction between protease from *Staphylococcus epidermidis* and pork myofibrillar protein: Flavor and molecular simulation. *Food Chemistry*, *386*, 132830.

Wang, H., Xu, J., Liu, Q., Xia, X., Sun, F. ve Kong, B. (2022c). Effect of the protease from *Staphylococcus carnosus* on the proteolysis, quality characteristics, and flavor development of Harbin dry sausage. *Meat Science*, *189*, 108827.

Ward, O.P. (1985). Proteolytic enzymes. In: Moo-Young M (ed) Comprehensive biotechnology, the practice of biotechnology: current commodity products, vol 3. Pergamon Press, Oxford, pp 789–818.

Wierzchowska, W., Zademowska, A., Nalepa, B., Sierpinska, M. ve L.Trokenheim, L. (2015). Coagulase-negative *staphylococci* isolated from ready-to-eat food of animal origin-phenotypic and genotypic antibiotic resistance. Food Microbiology, 46,222-226.

Wiseman, A. (1987). Handbook of Enzymes Biotechnology. Second Edition. Chapter 3. The Application of Enzymes in Industry p. 274-373.

Wong, D.W.S. (1995). Food Enzymes Structure and Mechanism. Chapman and Hall. New York, USA.

Yang, J., Shih, I., Tzeng, Y., Wang, S., (1999). Production And Purificatıon of Protease From a *Bacillus subtilis* That Can Deproteinize Crustacean Wastes. Enzyme And Microbial Technology. 26 : 406-413.

Zhao, J., Ma, M., Zeng, Z., Yu, P., Gong, D. ve Deng, S. (2021). Production, purification and biochemical characterisation of a novel lipase from a newly identified lipolytic bacterium Staphylococcus caprae NCU S6. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, *36*(1), 249-257.

BÖLÜM 12

TARIMSAL GIDA ATIKLARINDAN BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN MİKRODALGA DESTEKLİ EKSTRAKSİYONU

Dr. Öğr. Üyesi ÖZLEM YILMAZ[1]

[1] Bayburt Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Otel, Lokanta ve İkram Hizmetleri Bölümü, Aşçılık Programı, Bayburt, Türkiye
ORCHID: 0000-0001-7113-8574, oyilmaz@bayburt.edu.tr

GİRİŞ

Dünya nüfusunun önümüzdeki 30 yıl içinde yaklaşık 2 milyar artarak, 2050 yılında 9,7 milyara ulaşması öngörülmektedir (Roser ve Rodés-Guirao 2013). Nüfus artışıyla birlikte artan gıda telebinin karşılanması için küresel gıda üretiminin 2050 yılına kadar %60 oranında arttırılması gerekmektedir (FAO, 2018). Bununla birlikte, her yıl dünyada insan tüketimi için üretilen gıdaların yaklaşık üçte birinin kaybolduğu ya da israf edildiği de tahmin edilmektedir. (FAO, 2013). FAO'nun tanımına göre, gıda kaybı, insan tüketimi için üretilen gıdanın kütlesindeki veya besin değerindeki azalmadır (FAO,2019). Gıda İsrafı Endeksi Raporu 2021'e göre 2019 yılında yaklaşık %61'i evsel, %26'sı gıda hizmeti ve %13'ü perakende atığı olmak üzere 931 milyon ton gıda atığının üretildiği tahmin edilmiştir. Bu değer, toplam küresel gıda üretiminin yüzde 17'sinin israf edildiğini göstermektedir. Bu büyük miktarlarda kaybedilen gıdanın, çevresel, sosyal ve ekonomik anlamda önemli olumsuz etkileri vardır. Kayba uğrayan gıdalarla birlikte, üretimleri için kullanılan su, toprak, enerji ve iş gücü kaynakları da kayıp edilmiş olmaktadır. Küresel sera gazı emisyonlarının %8-10'unun tüketilmeyen gıdalardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, israf edilen gıdalar teorik olarak 2019 yılında açlıktan etkilenen 690 milyon insanın beslenme boşluklarını doldurabilmek için kaybedilen bir fırsattır. Küresel gıda israfını yarı yarıya azaltarak 2050 yılındaki gıda açığının yaklaşık olarak %20 oranında azaltılabileceği tahmin edilmektir (Gıda İsrafı Endeksi Raporu 2021). Oluşumu önlenemeyen veya azaltılamayan gıda atıklarının daha sürdürülebilir ve karlı ürünler

elde edilebilecek değerli biyokütle olarak değerlendirilmesiyle yeni ürünlerin eldesi toplumsal açıdan önemli bir konudur. Gıda atıkları, potansiyel karbonhidrat, protein, lipit ve nutrasötiklerin potansiyel kaynağıdır (Çapanoğlu ve ark., 2022).

Şekil 1'de 2010 ve 2020 yılları arasında birkaç ana gıda kaynağının toplam küresel üretimi ve aynı yıl içinde tahmini gıda atığı hacmi gösterilmiştir.

Şekil 1: 2010 ve 2020 Yılları Arasında Birkaç Ana Gıda Kaynağının Toplam Küresel Üretimi ve Aynı Yıl İçinde Tahmini Gıda Atığı Hacmi (Liu ve ark., 2023'den uyarlanmıştır).

Bu hedefe hizmet edebilecek yeni bir trend olan gıda atıklardan biyoaktif bileşiklerin çeşitli şekilllerde ekstraksiyonu ve bunların değerli ürünlere dönüştürülmesi ile atıkları azaltmak ve yeni ekonomik olanaklar yaratmak mümkündür. Biyoaktif bileşik, basitçe, biyolojik

mekanizmaların düzenlenmesine katkıda bulunan kimyasal bileşenlerdir. Dr. Martirosyan ve Pisarski (2017)'nin, tanımlamasına göre ise biyoaktif bileşikler, 'kronik hastalığı veya semptomlarını önleyerek veya yöneterek sağlık yararları sağlayan besleyici ve besleyici olmayan doğal bileşenlerin birincil ve ikincil metabolitleridir". Bu bileşikler antioksidan, antienflamatuar, antimikrobiyaller, immünomodülatörler ve hipokolesterolemik özellikleri nedeniyle sağlığa fayda sağlamaktadır. Küçük bir besin kaynağı olmalarına rağmen, bu bileşiklerin insan sağlığını değiştirecek ve iyileştirecek mekanizmaları tetikleyebilir olduğu belirtilmiştir (Martirosyan ve Pisarski, 2017). Son yılllarda, gıda endüstrisi, düşük besleyici ve yüksek kalorili gıdaların tüketimine bağlı olarak artan sağlık problemlerinden dolayı, çalışmalarını daha sağlıklı gıdaların geliştirilmesine yöneltmişlerdir. Geleneksel bir gıda matrisine bir veya daha fazla biyoaktif bileşik eklenerek üretilen fonksiyonel gıdalar bunlardan biridir (Angiolillo ve ark., 2015). Polifenoller, vitaminler, mineraller ve prebiyotikler gibi biyoaktif bileşikler potansiyel sağlık yararları nedeniyle ürünlerin değerini artırmaktadır. Bu bileşikler, yüksek kaliteli, fonksiyonel gıda ve gıda takviyeleri üretiminde, kozmetikte kullanılabilirler. Bu yaklaşım gıda atık miktarını azaltmanın yanı sıra yeni gelir kaynaklarının ve döngüsel bir ekonominin oluşturulmasına da katkı sağlayacaktır (Liu ve ark., 2023).

Beslenme ve sağlık arasındaki ilişki konusunda artan tüketici farkındalığı, gıda endüstrisini biyoaktif bileşiklerle zenginleştirilmiş gıdaların geliştirilmesine yöneltmiştir. Tüm biyoaktif bileşiklerin

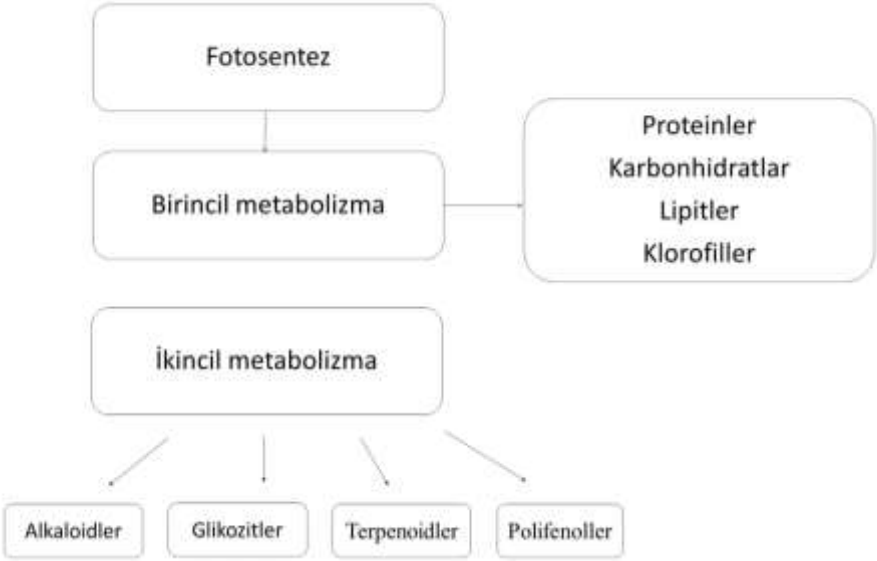
kolayca bulunamadığı göz önüne alındığında ve Avrupa topluluğunun çevre kaynaklarını korumaya ve atık bertarafının yüksek maliyetlerini en aza indirmeye yönelik artan ilgisi göz önünde bulundurulduğunda, yeni trend potansiyel kaynaklar olarak tarımsal gıda atıklarının geri kazanımına dönüştürülmesidir. Katı-sıvı veya sıvı-sıvı ekstraksiyonu gibi geleneksel ekstraksiyon teknikleri, yüksek hacimde çözücüler ve uzun ekstraksiyon süreleri ile karakterize edilir. Bu teknikler genellikle biyoaktif bileşenlerin düşük ekstraksiyon verimlerini üretir ve düşük seçicilik sunar. Bu geleneksel ekstraksiyon yöntemlerinin sınırlamalarının üstesinden gelmek için, toksik çözücüler içermeyen, geleneksel olmayan teknikler kullanılmaya başlanmıştır. Bunlar arasında mikrodalga destekli ekstraksiyon (MDE), gıda endüstrisi kalıntılarından biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonu için potansiyel ve güçlü bir alternatif olarak kabul edilmiştir (Angiolillo ve ark., 2015).

1.Biyoaktif Bileşenler

Gıda endüstrisinin atık ürünlerinin büyük çoğunluğu potansiyel olarak pazarlanabilir biyoaktif bileşikler içerir. Biyoaktif maddelerin endüstri atıklarından ekstraksiyonuna olan önemli ilgi son zamanlarda artmıştır. Gıda endüstrisinin yeni ortaya çıkan amacı, makrobesinler (proteinler ve karbonhidratlar) gibi yüksek değerli bileşenleri ve potansiyel nutrasötik ile ilgili özellikler içeren fitokimyasallar gibi ikincil bitki metabolitlerini tamamen kullanmaktır (Naumovski ve ark., 2017). Böylece biyoaktif bileşikleri tarayarak ve izole ederek, atıkları azaltırken ve sürdürülebilirliği desteklerken yeni fonksiyonel bileşenler ve diyet takviyeleri oluşturulabilir.

Birincil ve ikincil metabolitler, (Şekil 2'de birincil ve ikincil bitki metabolitlerinin kısa özeti yer almaktadır) bitkilerin biyolojik sistemini oluşturur. Karbonhidratlar, amino asitler ve proteinler, bitki dokularının gelişme ve olgunlaşma evrelerinde büyük ölçüde kullanılan birincil metabolitlerdir. İkincil metabolitler, bitkilerin hayatta kalmasına ve doğal engellerin üstesinden gelmesine yardımcı olmak için gelişim döngüsü sırasında üretilir. Biyoaktif bileşikler, çeşitli bitki öğelerinde bulunabilir ve terpenoidler, alkaloitler, glikozitler ve fenolikler dahil olmak üzere sınıflandırılır (Jha ve Sit, 2022).

Gıda maddelerinde bulunan fenolikler, fenolik asitler, hidroksisinamik asit türevleri ve flavonoidler olmak üzere üç ana gruba ayrılır. Bununla beraber, fenolik bileşikler, karbon sayısına bağlı olarak, birkaç gruba ayrılabilir. Flavonoidler, düşük moleküler ağırlıklı bitki fenoliklerinin en büyük grubunu oluşturan en önemli bitki pigmentleridir. Genellikle şeker moleküllerine bağlı olarak bulunan flavonoidler, kateşinler, proantosiyaninler, antosiyanidinler, flavonlar ve flavonoller ve bunların glikozitlerinden oluşur. Kimyasal yapılarına göre 13 sınıfa ayrılabilen flavanoidlerin en önemlileri flavonoller, flavonlar, izoflavonlar, antosiyanidinler veya antosiyaninler ve flavanonlardır. Flavon-3-ol'ler en çok farklı çay türleri (*Camellia sinensis*), çilek, kiraz, üzüm, erik, kayısı, kırmızı şarap ve çikolatada baskındır.



Şekil 2: Birincil ve İkincil Bitki Metabolitlerinin Kısa Özeti (Naumovski ve Ark., 2017'den uyarlanmıştır.

Antosiyaninler bitkilere mavi, mor veya kırmızı renk veren doğal pigmentlerdir. Bu bileşikler renkli meyve ve sebzelerde bol miktarda bulunur. Bazı flavanonlar ise eriodictyol, hesperetin ve naringenindir. Hidroksibenzoik ve hidroksisinamik asitler olmak üzere iki alt gruba ayrılan fenolik asitler, meyve ve sebzelerde renk stabilitesi, aroma profili ve antioksidan aktivitede önemli bir rol oynarlar. Ellagik ve gallik asitler iki ana hidroksibenzoik asittir. Kafeik, ferulik, p-kumarik ve sinapik asitler doğada en yaygın bulunan hidroksisinnamik ve aromatik asitlerdir. Kafeik asit ile kinik asit birleştirildiğinde oluşan klorojenik asit genellikle kahve çekirdekleri, ayçiçeği tohumları ve tahıllarda daha yüksek miktarlarda bulunur. Üçüncü önemli polifenolik grubu olan tanenler, yoğunlaştırılmış ve hidrolize edilebilir tanenler olmak üzere iki alt kategoriye ayrılan, yüksek molekül ağırlıklı polimerlerdir. Meyveler, tahıllar ve baklagiller, esas olarak kateşinlerin

veya epikateşinlerin polimerleri olan yoğunlaştırılmış tanenlerden oluşurken, hidrolize olabilen tanenler, yaban mersini veya yemişlerde bulunan gallik veya ellagik asit polimerleridir (Bhuyan ve Basu, 2017). Birçok çalışmada bitki polifenoliklerinin potansiyel sağlık yararlarını bildirilmiştir. Güçlü antioksidan özellikleri nedeniyle, bitki fenoliklerinin kanser, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar gibi çeşitli oksidatif stresle ilişkili kronik hastalıkları önlediği bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Dai ve Mumper 2010).

Terpenoidler, geniş bir biyolojik aktivite yelpazesine sahip çok çeşitli doğal bileşikler grubu olarak kabul edilmektedir. Aromatik özellikleri ile bilinen monoterpenoidler, uçucu yağların ana bileşenleridir. Antimikrobiyal, antikanser, mentol, anti inflamatuar özellikleri vardır (Ludwiczuk ve ark., 2017).

Morfin, kodein, kinin, nikotin, vinblastin ve kokain gibi alkaloidler, analjezik, merkezi sinir depresanı, antipiretik, antitümör ve antimalarial aktivite gibi çeşitli farmakolojik özellikleriyle iyi bilinirler. Berberin ve galantamin gibi yeni keşfedilen alkaloidler ise AChE inhibitörleri, antidiyabetikler ve antioksidanlar olarak kullanılmaktadır (Street ve ark., 2017).

Glikozitler, kimyasal ve işlevsel olarak aglikon ve glikon kısımlarından oluşur. Aglikon kısmı terapötik yönü etkilerken, glikon kısmı suda çözünürlüğü, farmakokinetiği ve farmakodinamik özellikleri arttırır. Glikozitlerin gıdanın lezzetine, tadına, rengine ve kalitesine etkisi vardır. Glikozitlerin antikanser, balgam söktürücü, yatıştırıcı, antidepresan, antikonvülsan gibi terapötik özellikleri vardır (Bhuyan ve

Basu 2017). Bitki materyalinden (önceden kurutulmuş ve bitki enzimleri tarafından glikozitlerin ayrışmasını önlemek için uygun şekilde saklanmış) glikozitlerin ekstraksiyonu genellikle polar çözücüler (su, hidro-alkolik çözeltiler ve alkoller) kullanılarak gerçekleştirilir. En çok kullanılan ekstraksiyon yöntemleri süzülme veya maserasyon, soxhlet ekstraksiyonu veya basınçlı sıvı ekstraksiyonu, ultrason destekli veya mikrodalga destekli ekstraksiyon gibi özel işlemlerdir (Bartnik ve Facey, 2017).

2.Tarımsal Gıda Atıklarından Elde Edilen Biyoaktif Bileşenler

Küresel atık üretimi sıralamasında, gıda üretim süreçleri sırasında oluşan tarım-gıda endüstrileri atıkları, toplam endüstriyel kalıntıların yaklaşık %25'ini oluşturur (Mir-Cerdà ve ark., 2023). Gıda atığı, kullanılmayan ancak doğrudan insan tüketimi ile ilgili olan ürünleri kapsar. FAO tarafından gıda kaybının yaşanıldığı beş alan tanımlanmıştır. Bunlar; i) tarımsal üretim sırasında mekanik hasar, hasat sırasında dökülme, meyve toplama esnasında gerçekleşen, ii) hasat sonrası ambalajlama, depolama ve nakliye sırasında dökülme ve bozulma, iii) endüstriyel olarak veya evde işleme sırasında gerçekleşen ve ıv) dağıtım ile v) hane düzeyinde tüketim sırasında yaşanan kayıplardır (FAO, 2011). Gıda endüstrisi açısından bakıldığında, yenilebilir gıda maddesi üretimi sırasında ham bitkisel ve hayvansal maddelerin işlenmesi sırasında büyük miktarlarda atık üretilmektedir (Naumovski ve ark., 2017). Hem meyve hem de sebze sularının üretilmesi durumunda, kabuk, tohum, yaprak ve saplar başta olmak üzere ham maddenin çoğu atık olarak kalmaktadır. Meyve ve sebzeler

yüksek miktarda su, çözünür karbonhidratlar, lif, mineraller, vitaminler, polifenoller ve diğer biyoaktif bileşikleri içerir (Liu ve ark., 2023). Üzümün şaraba işlenmesi sırasında da büyük miktarda atık elde edilmektedir. Ana yan ürün olan çekirdekler, saplar, üzüm kabuğu ve üzüm posası, şarap üretimi için kullanılan toplam üzümlerin yaklaşık %20'sini oluşturur. Dünya çapında her yıl yaklaşık 9 milyon ton üretilen bu atık hidroksisinamik asitler ve flavonoidler açısından zengindir.

Yüksek miktarda yan ürün üreten bir diğer sektör ise yağ işleme endüstrisidir. Yağ rafinasyonun her basamağında atık üretilir. Üretilen atıklardan, protein, tokoferol, sterol ve skualen gibi değerli bileşeler ekstrakte edilip, çeşitli endüstrilerde (kozmetikte, tıbbi formülasyonlarda, tek hücre yağı ve proteini üretiminde) hammadde olarak kullanılabilmektedir (Liu ve ark., 2023). Bununla birlikte, zeytin pirinası özellikle yüksek antioksidan kapasiteye sahip bileşikler olan hidroksitirosol, oleuropein ve luteolin açısından zengindir (Mir-Cerdà ve ark., 2023). Diğer bir endüstriyel atık kaynağı olarak soğanlar dikkati çekmektedir. Üretimi sadece Avrupa'da 450.000 tonun üzerinde olan soğanın endüstriyel olarak soyulmasından kaynaklanan atıklar fenolik bileşikler ve flavonoidler açısından zengindir (Mir-Cerdà ve ark., 2023).

Et, balık ve süt ürünleri dahil olmak üzere gıda hazırlama veya işlemeden kaynaklanan atıklar, kayda değer miktarda protein içerir (Ben-Othman ve ark., 2020). Peynir üretiminde üretilen her kilogram peynir için 9 kg peynir altı suyu atılmaktadır (Parashar ve ark., 2016). Peynir altı suyu, yüksek besleyici ve fonksiyonel özelliklere sahip

protein kaynağıdır ve sıklıkla gıda ve diyet takviyelerinde kullanılır. Antioksidan ve anti-hipertansif özellikler gösteren biyoaktif peptitler, peynir altı suyu proteinlerinden enzimatik hidrolizi ile elde edilebilir (Corrochano ve ark., 2018). Peynir altı suyu, biyoaktif süt oligosakkaritlerinin ve galakto-oligosakkaritlerin eldesi için de kullanılabilmektedir (Mano ve ark., 2019). Ayrıca, süt işleme atık suyundan nükleik asitler, üre, NO_2, NO_3, NH_4 gibi bileşiklerde elde edilebilir (Kushwaha ve ark., 2011).

İnsan tüketimi için dünyadaki gıdanın yaklaşık %20'sini sağlayarak küresel gıda tedarikinde önemli bir rol oynayan deniz ürünlerinden de büyük miktarda atık üretilir. Balık atıkları omega-3 yağ asitleri, enzimler, fonksiyonel proteinler, biyoaktif peptitler gibi değerli biyomoleküllerin önemli kaynaklarındandır. Karides kabukları, yengeç kabukları, karides atıkları, balık pulları ve kabukluların iç iskelet kabukları gibi yenmeyen kısımları proteinler, kitin ve kalsiyum karbonat gibi değerli kimyasallar açısından zengindir. Bunlar hayvan yemi katkı maddeleri, yem veya gübre olarak değerlendirilebilirler (Yan ve Chen, 2015). Kümes hayvanı yan ürünleri de önemli miktarda protein içermektedir. Hayvanlar için sürdürülebilir bir yem kaynağı olabilen bu atık, esansiyel amino asitler ve mineraller, özellikle lizin, metiyonin ve fosfor açısından da zengindir (Simon ve ark., 2019).

Tahıllardan, mısırdan, pirinçten, arpadan, buğdaydan ve sorgumdan elde edilen şeker kamışı küspesi, sap, saman, yaprak, kavuz, kabuk ve zar gibi kaynaklar tarımsal yan ürünlerin çeşitli biçimleridir. Tarımsal

atık biyokütlesi çok çeşitli faydalı polifenoller, flavonoidler, stilbenler ve lignanlar üretimi için kullanılabilir (Sarangi ve ark., 2023).

Şekil 3: Tarımsal Biyoatıklardan Biyoaktif Bileşiklerin Ekstraksiyonunu, İzolasyonunu Ve Karakterizasyonunu Gösteren Şematik Diyagram (Azeez ve ark., 2017'den uyarlanmıştır).

Gıda atıklarından biyoaktif bileşiklerin eldesinde klasik veya yeni yöntemleri benimseyen ekstraksiyon teknikleri kullanılabilmektedir. Klasik ekstraksiyon yöntemleri soxhlet ekstraksiyonu, maserasyon ve hidrodistilasyondur. Ancak son yıllarda, daha yeşil ve daha sürdürülebilir, ekstraksiyon verimliliği yüksek, çözücü atığını, ekstraksiyon süresini ve enerji gereksinimlerini azaltan yöntemlere olan ilgi artmıştır. Solvent ekstraksiyonu, basınçlı sıvı ekstraksiyonu, kritik altı ve kritik üstü sıvı ekstraksiyonu, mikrodalga ve ultrasonik destekli ekstraksiyon, darbeli elektrik alanı ekstraksiyonu, enzim destekli

ekstraksiyon, fermantasyon, kontrollü basınç düşüşü ekstraksiyonu son yıllarda üzerinde çalışılan yeni ekstraksiyon yöntemleridir (Ran, 2019). Şekil 3'de tarımsal biyoatıklardan biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonu, izolasyonu ve karakterizasyonunu gösteren şematik yer almaktadır. Bu çalışmada; enerji gereksinimi az olan ve çok çeşitli toksik olmayan solventleri verimli bir şekilde kullanabilen, çevre dostu ve biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonunu iyileştirerek ekstraksiyon sürecini hızlandırabilen bir teknik olan mikrodalga destekli ekstraksiyonla biyoaktif maddelerin ekstraksiyonuna yer verilmiştir.

3. Gıda Atıklarından Biyoaktif Maddelerin Mikrodalga Destekli Ekstraksiyonu

Mikrodalga destekli ekstraksiyon (MDE), düşük enerji ve zaman harcaması, yüksek ekstraksiyon verimliliği ve kullanılan organik solvent ihtiyacını azaltması nedeniyle yeşil ve güvenli bir teknoloji olarak umut verici bir yöntemdir. Şekil 4'de mikrodalga destekli ekstraksiyonun sağladığı faydalar şematize edilmiştir (Alvi ve ark., 2022). Mikrodalgalar, 300 MHz ila 300 GHz frekans aralığında, elektrik alan ve manyetik alan gibi birbirine dik iki salınımlı alan içeren elektromanyetik alanlardır. MDE işleminin temelleri, geleneksel yöntemlerden farklıdır. Elektromanyetik dalgaların neden olduğu hücre yapısındaki değişiklikler sonucunda ekstraksiyon gerçekleştirilir. Dipol polarizasyon, zayıf hidrojen bağlarının bozulmasına yol açar ve ısınma gerçekleşir. Mikrodalga enerjisi, frekanslarını değiştirerek termal etkiler üretebilir, bu nedenle bitki materyalinin hücre duvarlarını bozarak daha kolay penetrasyon, çözünen ve çözücünün çözünmesine

yol açar (Angiolillo ve ark., 2015). MDE'de ilk olarak çözücü gıda matrisine nüfuz eder ve bileşenlerin çözülmesi ve/veya parçalanmasına neden olur. Daha sonra çözünürleştirilmiş bileşikler çözeltiye taşınır ve son olarak da sıvı ve artık katı faz ayrılır. MDE sürecini optimize etmek için çözücü, katı/çözücü oranı, mikrodalga gücü ve ekstraksiyon sıcaklığı ve süresi gibi çeşitli parametreler dikkate alınmalıdır.

Şekil 4: Mikrodalga Destekli Ekstraksiyonun Sağladığı Faydalar (Alvi ve ark., 2022'den uyarlanmıştır).

Mikrodalga radyasyonunu emme kapasitesi yüksek olan etanol, fenolik bileşiklerin çözündürülmesinde de etkilidir. MDE'de sıklıkla çözücü olarak kullanılan etanol, tek başına veya su ile birlikte kullanılabilir. Kullanılacak solvent miktarı, ekstrakte edilecek bileşiklerin geri kazanımı için, ışınlama işlemi süresince numunenin tamamen daldırılmasını sağlayacak şekilde seçilmelidir. Ekstraksiyon sıcaklığı ve süresinin yanı sıra mikrodalga gücünün seçimi, ekstrakte edilecek

bileşiklerin stabilitesine bağlıdır (Panzella ve ark., 2020). Ekstraksiyon süresinin kısalması, çoklu doymamış yağ asitleri, fenoller ve karotenler gibi biyoaktif bileşiklerin daha verimli ekstraksiyonuna katkıda bulunur (Daud ve ark., 2022). Parçacık boyutu, temas yüzey alanı ve su içeriği de ekstraksiyon üzerinde etkilidir. Ekstraksiyonu yapılacak gıda matrisinin öğütülmesi fenoliklerin eldesinin verimini artırır. Ancak parçacık boyutunun 250 µm'den küçük olması, işlem sononunda sıvı fazdan ayrılmayı güçleştirebilir. Bunınla birlikte ekstraksiyon döngü sayısı, çözünürlük, dielektrik sabiti ve dağılma faktörleri (farklı çözücülerin mikrodalga altında ısınma verimliliği) ekstraksiyon verimini etkileyen kritik faktörlerdir (Talmaciu ve ark.,2015; Panzella ve ark., 2020).

Yüksek dielektrik sabitlerine sahip polar çözücüler daha fazla mikrodalga enerjisi absorbe edebildiklerinden, genellikle polar olmayan çözücülerden daha iyi çözücülerdir (Wang ve Weller, 2006). Anacak su, yüksek bir dielektrik sabitine sahip olamasına karşın, düşük bir dağılma faktörüne sahiptir. Bu nedenle fenoliklerin su ile mikrodalga ekstraksiyonunun geleneksel yöntemlere kıyasla verimli olmadığı bildirilmiştir. Bu nedenle dielektrik sabiti ve dağılma faktörü yüksek olan çözücülerin kullanımını tavsiye edilmiştir (Ajila ve ark., 2011). MDE, atmosferik basınç altında açık bir kapta veya yüksek basınç ve sıcaklıklarda çalışan kapalı ekstraksiyon kaplarında gerçekleştirilebilir. Bunun yanında vakum veya nitrojen atmosferinde çalışan cihazlar da geliştirilmiştir (Talmaciu ve ark., 2015; Panzella ve ark., 2020; Sarangi ve ark., 2023).

MDE, özellikle fenolik bileşikler (Rojas ve ark., 2015), karotenoidler (Sharma ve ark., 2022), terpenoidler (Shakir ve Salih, 2015), alkaloidler (Xiong ve ark., 2016) ve saponinler (Deng ve ark., 2019) gibi antioksidan kapasitesi olan çok çeşitli biyoaktif bileşiklerin geri kazanılması için uygundur. İki şekilde uygulanabilen MDE'de solventsiz ekstraksiyon genellikle uçucu bileşiklerin eldesi için kullanılırken solventli ekstraksiyon genellikle uçucu olmayan bileşiklerin eldesi için kullanılmaktadır (Zhang ve ark.,2018). Literatürde,tarım-gıda atıklarından çeşitli biyoaktif bileşenlerin eldesi için MDE'nin kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır.

Deniz iğdesi posasından karotenoidlerin ekstraksiyonu, yeşil çözücüler olarak kullanılan mısır ve zeytinyağı ile sinerji haline getirilmiş MDE kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada, toplam karotenoid içeriği yaklaşık 34,35mg/100 g olarak tespit edilmiştir. DPPH serbest radikalinin inhibisyon yüzdesi yaklaşık %94,16 arasında değişirken, toplam fenolik içerik yaklaşık 405,58 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g ekstrakt arasında değişmiştir. MDE'nin biyoaktif karotenoidlerin ekstraksiyonu için uygulanabilir bir metod olduğu vurgulanmıştır (Sharma vd.2022).

Mango (*Mangifera indica var. Ataulfo*) kabuklarından pektin ve fenolik bileşiklerin geri kazanımı için mikrodalga ile ekstraksiyon yapılan bir çalışmada, sırasıyla 102,14 ve 25,01 (mg g-1/kuru madde)'ye varan verimle mango kabuklarının önemli bir pektin ve polifenol kaynağı olduğunu göstermiştir (Rojas ve ark., 2015).

Literatürde portakal (*Citrus sinensis*), limon (*Citrus limon*) ve mandalina (*Citrus reticulata*) kabuklarından buhar distilasyonu ve mikrodalga destekli buhar distilasyonu çalışma ekstraksiyon koşullarının karşılaştırılmıştır. Mikrodalga destekli buhar distilasyonu hız, enerji tasarrufu ve verim açısından buhar distilasyonudan daha iyi sonuçlar vermiştir. Her iki işlemde de en yüksek verimi veren narenciye kabuğu türü portakal, ardından limon ve ardından mandalina olmuştur. Gaz kromotografisi sonuçlarına göre, limonen, narenciye esansiyel yağında en bol bulunan bileşen olarak belirlenmiştir (Shakir ve Salih, 2015). Nayak ve ark., (2015), *Citrus sinensis* kabuklarındandan polifenolleri ekstrakte etmek için MDE uygulamışlardır . Ekstraktların toplam fenolik içeriği, toplam antioksidan aktivitesi ve fenolik asitleri, geleneksel, ultrason destekli ve hızlandırılmış solvent ekstraksiyonu ile karşılaştırılmıştır. Optimum MDE koşulları altında (suda %51 aseton konsantrasyonu (v/v), 500 W mikrodalga gücü, 122 s ekstraksiyon süresi ve 25 mL g-1 çözücü-katı oranı) tahmin edilen maksimum toplam fenolik içeriği 12,20 mg GAE g-1/kuru madde olarak tespit edilmiş ve MDE ekstraktlarındaki toplam fenolik içeriği ve toplam antioksidan aktivitesinin, diğer üç ekstraktan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Patates kabuklarından fenolik madde ekstrakte edilmesinde geleneksel solvent ekstraksiyonun MDE ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, MDE'nin daha etkili ve verimli bir ekstraksiyon tekniği olduğu kanıtlanmıştır. MDE parametrelerinin %60 etanol, 80 °C, 2 dakika ve katı-çözücü oranı 1:40 (g/mL) ile optimize edildiği çalışmada, patatesin

endüstriyel atıklarının, kuru ağırlık bazında bütün veya soyulmuş patatesten 5 kata kadar daha yüksek toplam fenolik içeriğe sahip olduğu belirtilmiştir. Bu numunelerin antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik içerik ve toplam fenolik madde konsantrasyonu ile ilişkilendirilmiştir. Endüstriyel patates atıklarındaki iki ana fenolik asitin klorojenik asit ve kafeik asit olduğu da belirtilmiştir (Wu ve ark., 2012).

Red Delicious ve Jonathan elma çeşitlerinin posasından fenolik antioksidanların MDE yanıt yüzey metodolojisi kullanılarak optimize edilmiştir. Red Delicious posası kuru numune gramı başına 10,3 mL etanol, 735 W güç ve 149 s ekstraksiyon süresi olarak belirlenen optimum ekstraksiyon koşullarında 15,8 mg gallik asit eş değeri/g ile en yüksek toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiştir. Phloridzin, kafeik asit, klorojenik asit ve kuersetin ekstraktlarda tanımlanan başlıca polifenollerdir. Çalışmada, elma posasından polifenollerin eldesi için MDE'nin geleneksel solvent ekstraksiyon tekniğine alternatif bir uygulama olduğu belirtilmiştir (Chandrasekar ve ark., 2015). Üç farklı zeytin çeşidinin yapraklarından maserasyon ve MDE yöntemleri ile farklı çözücüler ile fenolik bileşiklerin ekstrakte edilmesinin amaçlandığı bir çalışmada, ekstraksiyon yöntemi, çözücü ve çeşidin fenolik bileşik miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. MDE'nun, maserasyon yöntemiyle karşılaştırıldığında daha yüksek ekstraksiyon verimine sahip olduğunu belirlenmiştir. Genel olarak en yüksek fenolik konsantrasyona maserasyon yönteminde 24 saatte (69.027 mg tannik asit eş değeri/g) ve Koroneiki

çeşidinin etanol ekstraktı ile MDE uygulamasında 15 dakikada 88.298 (mg tannik asit eş değeri /g) ulaşılmıştır (Rafiee ve ark., 2011).

Yapılan bir başka çalışmada, kakao çekirdeği kabuğundan biyoaktif maddelerin eldesinde MDE kullanılmış ve deneysel parametreler yanıt yüzey metodolojisi kullanılarak optimize edilmiştir. Ekstraksiyon verimi, toplam üronik asit içeriği, toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivitesi üzerinde pH, zaman, sıcaklık ve katı:sıvı oranının etkilerinin değerlendirildiği çalışmada, alkali koşulların daha yüksek verim ve antioksidan kapasite ile sonuçlandığı belirtilmiştir. Optimal koşulların; 5 dakika, pH 12, 97 °C ve katı/sıvı 0,04 g/mL olarak belirlendiği çalışmada, konvansiyonel solvent ekstraksiyonuna göre daha iyi sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir. pH 12'de elde edilen MDE ile elde edilen ekstraktın proteinler (580,0 mg sığır serum albumini /g), polisakkaritler (370,4 mg glikoz/g) ve polifenoller (35,9 mg gallik asit eşdeğerleri/g) açısından zengin olduğu bildirilmiştir (Mellinas ve ark., 2020).

Endüstriyel domates atıklarından pektin eldesinin yapıldığı bir çalışmada, MDE'nun (10 dakika, 300 W) yüksek galakturonik asit ve likopen içeriği ile yüksek pektin verimi eldesini sağladığı gözlenmiştir (Lasunon ve ark., 2022). MDE'nin elma posası ve limon kabuğu pektinlerinin verim ve kalitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada ise mikrodalga ile ön işlem görmüş örneklerde sırasıyla %10,07, %8,83 mikrodalga sonrası kurutulmuş ekstraksiyonda sırasıyla %9.4 ve %8 olmak üzere daha yüksek pektin verimleri görülmüştür (Zarei ve ark., 2017). Arrutia ve ark., (2020)'nın yaptığı çalışmada pektin türevli

oligosakkaritlerin gıda atıklarından MDE için sürekli bir akış sistemi geliştirdikleri çalışmada, geleneksel yönteme kıyasla daha yüksek (%40-45) pektin verimi elde edilmiştir.

Mısır nişastası üretiminin endüstriyel bir atığı olan mısır perikarpından çözücü olarak sıcak sıkıştırılmış su kullanılarak ağırlıklı olarak arabinoksilandan oluşan karbonhidratların üretilmesi için MDE uygulandığı çalışmada optimum koşullar, ekstraksiyon sıcaklığı 176,5 °C, yükselme süresi 2 dakika, ekstraksiyon süresi 16 dakika ve katı/sıvı oranı 1/20 (g/mL) olarak belirlenmiştir. Maksimum verim, ağırlıklı olarak ksilo-oligosakkarit üretimi ile, %70,8 olarak belirlenmiştir (Yoshida ve ark., 2010). Fischer ve Bipp (2005), gıda işleme artıklarından organik asit ve monosakkaritlerin üretilmesi için MDE'yi kullanmıştır.

Dondurulmuş gıda endüstrisinden elde edilen brokoli yan ürünlerinden biyoaktif bileşiğin mikrodalga destekli dehidrasyonu ve ekstraksiyonun yapıldığı bir çalışmada 317 µg/mL'ye kadar gallik asit eşdeğeri fenolik bileşik, 11 mg/mL serbest şeker, 9 mg/mL amino asit ve 356 µg/mL glukosinolat ekstrakte edilmiştir (Ferreira ve ark., 2018).

Yapılan bir başka çalışmada ise su bazlı sürekli akışlı MDE, misket üzümü ve yaban mersini posalarından çok yönlü katma değerli protein-polifenol fitokimyasallarını geri kazanmak için kullanılmıştır (Hoskin ve ark., 2022).

Fıstık kabuklarından fenolik antioksidanların eldesi için MDE kullanılan bir çalışmada koşullar optimize edilmiştir. Optimize edilmiş

koşullar (%90 mikrodalga gücü, 30 s ışınlama süresi ve 1,5 g kabuk miktarı) altında tahmin edilen maksimum toplam fenolik madde içeriği 143,6 (mg gallik asit eşdeğeri/g kabuk) olarak belirlenmiştir (Ballard ve ark., 2010).

Bir başka çalışmada, vişne posasının farklı koşullarda MDE'nu, toplam fenolik içerik ve antiradikal etkinlik açısından konvansiyonel ekstraksiyon ile karşılaştırılmıştır. MDE optimum koşullarında (700 W, etanol-su, 12 dakika, 20 mL solvent/g katı) toplam fenolik içerik ve antiradikal etkinlik sırasıyla 14,14 mg GAE/g örnek ve 28,32 mg DPPH/g örnek olmuştur. Geleneksel ekstraksiyonla elde edilen ekstraktların toplam fenolik içeriği ve antiradikal etkinliği ise sırasıyla 13,78 mg GAE/g örnek ve 24,74 mg DPPH/g örnek olarak tespit edilmiştir. MDE, antiradikal etkinliği ve fenolik asit konsantrasyonunu arttırmış ve ekstraksiyon süresini önemli ölçüde kısaltmıştır (Pan ve ark., 2003).

Mango tohumlarından antioksidan bileşiklerin MDE yanıt yüzey metodolojisi kullanılarak optimize edildiği bir çalışmada, optimum koşullar katı sıvı oranı 1/60 g/mL, sıcaklık 75 °C ve iki ekstraksiyon döngüsü olarak belirlenmiştir. Bu koşullar altında antioksidan aktivite 1738,2 mg troloks/g'dir. Etil galat, Penta-O-galloyl-glucoside ve Rhamnetin-3-[6″-2-butenoil-hexoside]'nin mango tohumu ekstraktlarındaki ana bileşim olduğunu ortaya konmuştur (Torres-León, 2017).

Cristina-Gabriela ve ark., (2012), maserasyon, basınçlı sıvı, ultrason ve MDE gibi farklı ekstraksiyon yöntemlerini farklı çözücüler kullanarak

dört elma çeşidi üzerinde karşılaştırmalı bir çalışma yapmış ve etanol ile MDE'nin antioksidanları ekstrakte etmek için en iyi teknik olduğunu göstermiştir.

Antioksidan özelliklere sahip fitokimyasallar açısından zengin üzüm çekirdeği (Vitis vinifera)'den, fenolik antioksidanları elde etmek için MDE'in optimize edildiği bir çalışmada ekstraksiyon verimleri, üzüm çekirdeği gramı başına sırasıyla 13, 21,6 ve 15,9 mg gallik asit eş değeri, kateşin eşdeğeri ve tannik asit eş değeri olarak bulunmuştur (Krishnaswamy ve ark., 2013). Başka bir çalışma, üzüm atığından polifenollerin MDE ile geri kazanım etkinliğini ve antioksidan kapasitesini %85 oranında artırdığını göstermiştir (Alexandru ve ark., 2014). Casazza ve ark., 2010)'in yaptığı çalışmada üzüm çekirdeği ve kabuklarından fenolik bileşikler elde etmek için klasik katı-sıvı ekstraksiyonuna karşı birkaç geleneksel olmayan (ultrason destekli ekstraksiyon, MED ve yüksek basınç ve sıcaklık ekstraksiyonu (YBSE)) ekstraktın ekstraksiyon verimi ve antioksidan gücü açısından karşılaştırılmıştır. Hem tohumlar hem de kabuklar için toplam polifenoller, o-difenoller ve flavonoidlerde en yüksek içerik bir Parr reaktöründe çalışan YBSE ile elde edilmiştir. En yüksek antiradikal güç ise MED'den elde edilen tohum ekstraktlarında (78,6 µl ekstakt µgDPPH-1) tespit edilmiştir.. Portekiz üzümü asma filizlerinden fenolik maddelerin ekstraksiyonun yapıldığı bir çalışmada 32 mg gallik asit eşdeğeri /g toplam fenol içeriği, kurutulmuş asma sürgünlerinin (0,1 g) 5 g/L katı/çözücü oranında etanol: su 6:4 v/v ile ekstraksiyonu ile 100◦C'de 20 dk'da elde edimiştir. HPLC analizi, gözlemlenen

biyolojik aktivitelere başlıca katkıda bulunanların gallik asit, kateşin, mirisetin ve kaempferol-3-O-rutinosid olduğunu göstermiştir (Moreira ve ark., 2018). Piedmont (İtalya) menşeli hasat sonrası ürünlerden elde edilen asma atığı ve fındık kabuklarının (kavrulmuş malzeme) polifenol içeriği ve antioksidan kapasitesi üzerine yapılan bir başka çalışmada, MDE, klasik maserasyona kıyasla daha düşük çevresel etki ve daha yüksek seçicilik ile daha kısa ekstraksiyon sürelerinde polifenol geri kazanımını ve antioksidan kapasiteyi artırabileceği gösterilmiştir (Alexandru ve ark., 2014).

Isıya duyarlı ve/veya oksijene duyarlı değerli bileşenlerin ekstraksiyonu için verimli bir prosedür geliştirmek için, düşük sıcaklıkta ve vakumda gerçekleştirilen mikrodalga ekstraksiyon uygulanan bir çalışmada, farklı gıda matriksinde C vitamini, β-karoten, aloin A ve astaksantin için daha iyi ekstraksiyon verimleri elde edildi (Xiao ve ark., 2012). Selülozdan sonra doğada en çok bulunan ikinci karbonhidrat kitin polimeridir. Kitinin ana kaynağı kabukluların kabuklarıdır. Kitinden alkali deasetilasyon ile türetilen kitosan, karakteristik olarak uygulamalarda önemli bir rol oynamaktadır (Alishahi ve ark., 2011)'ın yaptığı çalışmada kitosan ekstraksiyonu, mikrodalga ısıtma ile elde edilmiş ve bir otoklavda deasetilasyonu gerçekleştirme ile karşılaştırılmıştır. Böylece mikrodalga ile yapılan çalışmada otoklava göre deasetilasyon arttırılmış ve güçlendirilmiştir. Mikrodalga ısıtmanın kullanılması, ısıtma sürelerinin birkaç saatten birkaç dakikaya düşmesine neden olmuştur. Ayrıca elde edilen kitosan

daha yüksek antibakteriyel aktivite, molekül ağırlığı ve kristal yapısı göstermiştir.

Sonuç

Tarım-gıda endüstrisi tarafından üretilen atıklar, farklı alanlarda uygulama potansiyeline sahip muazzam bir biyoaktif bileşen kaynağıdır. Bu bileşikler, yüksek kaliteli, fonksiyonel gıda ve gıda takviyeleri üretiminde, kozmetikte kullanılabilirler. Bu yaklaşım sadece gıda atık miktarını azaltmayı değil, aynı zamanda yeni gelir kaynakları yaratmayı ve döngüsel bir ekonominin yaratılmasını sağlayacaktır. MDE, geleneksel ekstraksiyon tekniklerine göre daha düşük çevre kirliliği, daha yüksek ekstraksiyon verimliliği ve daha kısa ekstraksiyon süresi gibi avantajlarıyla yeşil bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Üzerinde en çok çalışılan atıklardan bazıları meyve ve sebze işleme endüstrisinden kalan atıklardır. Ayrıca kabuk, zar, tohum, yaprak vb. içeren gıda işlemeden kaynaklanan diğer kalıntılar üzerinde de çalışmalar mevcuttur. MDE sürecini optimize etmek için çözücü, katı/çözücü oranı, mikrodalga gücü ve ekstraksiyon sıcaklığı ve süresi gibi çeşitli parametreler dikkate alınmalıdır. Bununla birlikte ekstraksiyon döngü sayısı, çözünürlük, dielektrik sabiti ve dağılma faktörleri (farklı çözücülerin mikrodalga altında ısınma verimliliği) ekstraksiyon verimini etkileyen kritik faktörlerdir. MDE, atmosferik basınç altında açık bir kapta veya yüksek basınç ve sıcaklıklarda çalışan kapalı ekstraksiyon kaplarında gerçekleştirilebilir. Bunun yanında vakum veya nitrojen atmosferinde çalışan cihazlar da geliştirilmiştir. Bununla birlikte, bitkilerden biyoaktif bileşenlerin büyük ölçekli bir

izolasyonun sağlanması içinde çabaların artması gerekmektedir. Bu etkili ekstraksiyon koşullarının endüstriyel uygulamalar için dikkate alınması için, tüm bu adımların uygun teknolojik transfer yoluyla endüstriyel düzeyde entegre edilmesi gerekir. Gıda ve ilaç endüstrilerinde mikrodalga destekli ekstraksiyonun kullanımını teşvik etmek için mikrodalga destekli ekstraksiyon tasarımı ve bunların bitki matrisinden biyoaktif bileşenlerin izolasyonuna uygunluğu ile ilgili teknik konuları ele almak için özel girişimlerde bulunulmalıdır.

KAYNAKÇA

Ajila, C. M., Brar, S. K., Verma, M., Tyagi, R. D., Godbout, S., & Valéro, J. R. (2011). Extraction and analysis of polyphenols: recent trends. *Critical reviews in biotechnology*, *31*(3), 227-249.

Alexandru, L., Binello, A., Mantegna, S., Boffa, L., Chemat, F., & Cravotto, G. (2014). Efficient green extraction of polyphenols from post-harvested agro-industry vegetal sources in Piedmont. *Comptes Rendus Chimie*, *17*(3), 212-217.

Alishahi, A., Mirvaghefi, A., Tehrani, M. R., Farahmand, H., Shojaosadati, S. A., Dorkoosh, F. A., & Elsabee, M. Z. (2011). Enhancement and characterization of chitosan extraction from the wastes of shrimp packaging plants. *Journal of Polymers and the Environment*, *19*, 776-783.

Alvi, T., Asif, Z., & Khan, M. K. I. (2022). Clean label extraction of bioactive compounds from food waste through microwave-assisted extraction technique-A review. *Food Bioscience*, 101580.

Angiolillo, L., Del Nobile, M. A., & Conte, A. (2015). The extraction of bioactive compounds from food residues using microwaves. *Current Opinion in Food Science*, *5*, 93-98.

Arrutia, F., Adam, M., Calvo-Carrascal, M. Á., Mao, Y., & Binner, E. (2020). Development of a continuous-flow system for microwave-assisted extraction of pectin-derived oligosaccharides from food waste. *Chemical Engineering Journal*, *395*, 125056.

Azeez, S., Narayana, C. K., & Oberoi, H. S. (2017). Extraction and utilisation of bioactive compounds from agricultural waste. In *Utilisation of bioactive compounds from agricultural and food waste* (pp. 127-158). CRC Press.

Ballard, T. S., Mallikarjunan, P., Zhou, K., & O'Keefe, S. (2010). Microwave-assisted extraction of phenolic antioxidant compounds from peanut skins. *Food chemistry*, *120*(4), 1185-1192.

Bartnik, M., & Facey, P. C. (2017). Glycosides. In *Pharmacognosy* (pp. 101-161). Academic Press.

Ben-Othman, S., Jõudu, I., & Bhat, R. (2020). Bioactives from agri-food wastes: Present insights and future challenges. *Molecules*, *25*(3), 510.

Bhuyan, D. J., & Basu, A. (2017). Phenolic compounds potential health benefits and toxicity. In *Utilisation of bioactive compounds from agricultural and food waste* (pp. 27-59). CRC Press.

Casazza, A. A., Aliakbarian, B., Mantegna, S., Cravotto, G., & Perego, P. (2010). Extraction of phenolics from Vitis vinifera wastes using non-conventional techniques. *Journal of Food Engineering*, *100*(1), 50-55.

Chandrasekar, V., Martín-González, M. S., Hirst, P., & Ballard, T. S. (2015). Optimizing Microwave-Assisted Extraction of Phenolic Antioxidants from R ed D elicious and J onathan Apple Pomace. *Journal of Food Process Engineering*, *38*(6), 571-582.

Corrochano, A. R., Buckin, V., Kelly, P. M., & Giblin, L. (2018). Invited review: Whey proteins as antioxidants and promoters of cellular antioxidant pathways. *Journal of dairy science*, *101*(6), 4747-4761.

Cristina-Gabriela, G., Emilie, D., Gabriel, L., & Claire, E. (2012). Bioactive compounds extraction from pomace of four apple varieties. *Journal of Engineering Studies and Research*, *18*(1), 96.

Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, *15*(10), 7313-7352.

Daud, N. M., Putra, N. R., Jamaludin, R., Norodin, N. S. M., Sarkawi, N. S., Hamzah, M. H. S., ... & Salleh, L. M. (2022). Valorisation of plant seed

as natural bioactive compounds by various extraction methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *119*, 201-214.

Deng, B., Liu, Z., & Zou, Z. (2019). Optimization of microwave-assisted extraction saponins from Sapindus mukorossi pericarps and an evaluation of their inhibitory activity on xanthine oxidase. *Journal of Chemistry*, *2019*.

Capanoglu, E., Nemli, E., & Tomas-Barberan, F. (2022). Novel approaches in the valorization of agricultural wastes and their applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *70*(23), 6787-6804.

FAO (2011). Global food losses and food waste—extent, causes and prevention. *Food and Agricultural Organisation of the United Nations*.

FAO (2013). *Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources: Summary Report*; Food & Agriculture Org: Roma, Italy, 2013.

FAO, F. (2018). The future of food and agriculture: alternative pathways to 2050. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome*.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). *The State of Food and Agriculture 2019: Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction*; Rome, Italy, **2019**.

Ferreira, S. S., Passos, C. P., Cardoso, S. M., Wessel, D. F., & Coimbra, M. A. (2018). Microwave assisted dehydration of broccoli by-products and simultaneous extraction of bioactive compounds. *Food Chemistry*, *246*, 386-393.

Fischer, K., & Bipp, H. P. (2005). Generation of organic acids and monosaccharides by hydrolytic and oxidative transformation of food processing residues. *Bioresource technology*, *96*(7), 831-842.

Hoskin, R. T., Plundrich, N., Vargochik, A., & Lila, M. A. (2022). Continuous flow microwave-assisted aqueous extraction of pomace phytoactives

for production of protein-polyphenol particles and a protein-enriched ready-to-drink beverage. *Future Foods*, *5*, 100137.

Jha, A. K., & Sit, N. (2022). Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *119*, 579-591.

Krishnaswamy, K., Orsat, V., Gariépy, Y., & Thangavel, K. (2013). Optimization of microwave-assisted extraction of phenolic antioxidants from grape seeds (Vitis vinifera). *Food and Bioprocess Technology*, *6*, 441-455.

Kushwaha, J. P., Srivastava, V. C., & Mall, I. D. (2011). An overview of various technologies for the treatment of dairy wastewaters. *Critical reviews in food science and nutrition*, *51*(5), 442-452.

Lasunon, P., & Sengkhamparn, N. (2022). Effect of ultrasound-assisted, microwave-assisted and ultrasound-microwave-assisted extraction on pectin extraction from industrial tomato waste. *Molecules*, *27*(4), 1157.

Liu, Z., de Souza, T. S., Holland, B., Dunshea, F., Barrow, C., & Suleria, H. A. (2023). Valorization of food waste to produce value-added products based on its bioactive compounds. *Processes*, *11*(3), 840.

Ludwiczuk, A., Skalicka-Woźniak, K., & Georgiev, M. I. (2017). Terpenoids. In *Pharmacognosy* (pp. 233-266). Academic Press.

Mano, M. C. R., Paulino, B. N., & Pastore, G. M. (2019). Whey permeate as the raw material in galacto-oligosaccharide synthesis using commercial enzymes. *Food Research International*, *124*, 78-85.

Martirosyan, D., & Pisarski, K. (2017). Bioactive compounds: Their role in functional food and human health, classifications, and definitions. *Bioactive Compounds and Cancer. Edited by Danik Martirosyan and Jin-Rong Zhou. San Diego: Food Science Publisher*, 238-277.

Mellinas, A. C., Jiménez, A., & Garrigós, M. C. (2020). Optimization of microwave-assisted extraction of cocoa bean shell waste and evaluation of its antioxidant, physicochemical and functional properties. *Lwt*, *127*, 109361.

Mir-Cerdà, A., Nunez, O., Granados, M., Sentellas, S., & Saurina, J. (2023). An overview of the extraction and characterization of bioactive phenolic compounds from agri-food waste within the framework of circular bioeconomy. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 116994.

Moreira, M. M., Barroso, M. F., Porto, J. V., Ramalhosa, M. J., Švarc-Gajić, J., Estevinho, L., ... & Delerue-Matos, C. (2018). Potential of Portuguese vine shoot wastes as natural resources of bioactive compounds. *Science of the Total Environment*, *634*, 831-842.

Naumovski, N., Ranadheera, S., Thomas J., Georgousopoulou E. and Mellor D. (2017). Bioactive Compounds in Agricultural and Food Production Waste. In *Utilisation of bioactive compounds from agricultural and food waste* (pp. 1-26). CRC Press.

Nayak, B., Dahmoune, F., Moussi, K., Remini, H., Dairi, S., Aoun, O., & Khodir, M. (2015). Comparison of microwave, ultrasound and accelerated-assisted solvent extraction for recovery of polyphenols from Citrus sinensis peels. *Food chemistry*, *187*, 507-516.

Pan, X., Niu, G., & Liu, H. (2003). Microwave-assisted extraction of tea polyphenols and tea caffeine from green tea leaves. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, *42*(2), 129-133.

Panzella, L., Moccia, F., Nasti, R., Marzorati, S., Verotta, L., & Napolitano, A. (2020). Bioactive phenolic compounds from agri-food wastes: An update on green and sustainable extraction methodologies. *Frontiers in nutrition*, *7*, 60.

Parashar, A., Jin, Y., Mason, B., Chae, M., & Bressler, D. C. (2016). Incorporation of whey permeate, a dairy effluent, in ethanol fermentation to provide a zero waste solution for the dairy industry. *Journal of dairy science*, *99*(3), 1859-1867.

Rafiee, Z., Jafari, S. M., Alami, M., & Khomeiri, M. (2011). Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from olive leaves; a comparison with maceration. *J. Anim. Plant Sci*, *21*(4), 738-745.

Ran, X. L., Zhang, M., Wang, Y., & Adhikari, B. (2019). Novel technologies applied for recovery and value addition of high value compounds from plant byproducts: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, *59*(3), 450-461.

Rojas, R., Contreras-Esquivel, J. C., Orozco-Esquivel, M. T., Muñoz, C., Aguirre-Joya, J. A., & Aguilar, C. N. (2015). Mango peel as source of antioxidants and pectin: microwave assisted extraction. *Waste and Biomass Valorization*, *6*, 1095-1102.

Roser, M., & Rodés-Guirao, L. (2013). Future population growth. *Our world in data*.

Sarangi, P. K., Vivekanand, V., Gunda, M., Pattnaik, B., Muddapur, U., & Aminabhavi, T. M. (2023). Production of bioactive phenolic compounds from agricultural byproducts towards bioeconomic perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 137460.

Shakir, I. K., & Salih, S. J. (2015). Extraction of essential oils from citrus by-products using microwave steam distillation. *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering*, *16*(3), 11-22.

Sharma, M., Hussain, S., Shalima, T., Aav, R., & Bhat, R. (2022). Valorization of seabuckthorn pomace to obtain bioactive carotenoids: An innovative approach of using green extraction techniques

(ultrasonic and microwave-assisted extractions) synergized with green solvents (edible oils). *Industrial Crops and Products*, *175*, 114257.

Simon, C. J., Salini, M. J., Irvin, S., Blyth, D., Bourne, N., & Smullen, R. (2019). The effect of poultry protein concentrate and phosphorus supplementation on growth, digestibility and nutrient retention efficiency in barramundi Lates calcarifer. *Aquaculture*, *498*, 305-314.

Street, R. A., Prinsloo, G., & McGaw, L. J. (2017). Alkaloids potential health Benefits and toxicity. In *Utilisation of Bioactive Compounds from Agricultural and Food Waste* (pp. 60-85). CRC Press.

Talmaciu, A. I., Volf, I., & Popa, V. I. (2015). A comparative analysis of the 'green'techniques applied for polyphenols extraction from bioresources. *Chemistry & Biodiversity*, *12*(11), 1635-1651.

Torres-León, C., Rojas, R., Serna-Cock, L., Belmares-Cerda, R., & Aguilar, C. N. (2017). Extraction of antioxidants from mango seed kernel: Optimization assisted by microwave. *Food and Bioproducts Processing*, *105*, 188-196..

United Nations Environment Programme (2021). Food Waste Index Report 2021. Nairobi.

Wang L, Weller CL. (2006). Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. Trends in Food Sci Tech, 17, 300–312.

Wu, T., Yan, J., Liu, R., Marcone, M. F., Aisa, H. A., & Tsao, R. (2012). Optimization of microwave-assisted extraction of phenolics from potato and its downstream waste using orthogonal array design. *Food Chemistry*, *133*(4), 1292-1298.

Xiao, X., Song, W., Wang, J., & Li, G. (2012). Microwave-assisted extraction performed in low temperature and in vacuo for the extraction of labile compounds in food samples. *Analytica chimica acta*, *712*, 85-93.

Xiong, W., Chen, X., Lv, G., Hu, D., Zhao, J., & Li, S. (2016). Optimization of microwave-assisted extraction of bioactive alkaloids from lotus plumule using response surface methodology. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, *6*(6), 382-388.

Yan, N., & Chen, X. (2015). Sustainability: Don't waste seafood waste. *Nature*, *524*(7564), 155-157.

Yoshida, T., Tsubaki, S., Teramoto, Y., & Azuma, J. I. (2010). Optimization of microwave-assisted extraction of carbohydrates from industrial waste of corn starch production using response surface methodology. *Bioresource technology*, *101*(20), 7820-7826.

Zarei, M., Ahmadi, Z. A., Saari, N., Ghanbari, R., Nikkhah, M., & Vaziri, M. (2017). Effect of microwave-assisted extraction on the yield and quality of apple pomace and lemon peel pectins. *International Food Research Journal*, *24*(6).

Zhang, Q. W., Lin, L. G., & Ye, W. C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chinese medicine*, *13*, 1-26.

BÖLÜM 13

KÖPEKDİŞİ *(CYNODON DACTYLON L. PERS)* BİTKİSİ ÜZERİNE BAZI ABİYOTİK STRESLERİN ETKİSİ

Y.L. Öğr. Esra ZEREN DURSUN[1]
Doktora Öğr. Zeynep DUMLU GÜL[1]

[1]Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi, Erzurum, Türkiye.
Esra ZEREN DURSUN ORCID: 0009-0009-7917-4487 esrazeren25@gmail.com
Zeynep DUMLU GÜL ORCID:0000-0003-2961-1473. zdumlu@atauni.edu.tr

1-GİRİŞ

Köpekdişi *(Cynodon dactylon L. Pers)* tropikal ve subtropikal bölgelerdeki yeşil alanlarda kullanılan, halk arasında ayrık olarak da bilinen en yaygın çim türlerinden biridir (Tan, 2018; Yanık, 2022). Cynodon türleri yaygın olarak Bermuda çimi olarak anılır (Kenworthy ve ark., 2007). Rizom ve stolon oluşturması, basılma ve çiğnenme toleransının oldukça iyi olması ve kısa sürede yeniden büyüme özelliğinden dolayı Bermuda çimi birçok ülkede ağırlıklı olarak yeşil alan, golf sahaları ve spor sahalarının oluşturulmasında tercih edilen bir C4 bitkisidir. Farklı iklim ve toprak koşullarına olan adaptasyonu ile Bermuda çimi başta ABD ve Avrupa ülkeleri olmak üzere dünyanın farklı ülkelerinde de en çok kullanılan çim türüdür (Rimi ve ark., 2011, 2013; Sever Mutlu ve ark., 2011). Ülkemizde yürütülen çalışmalarda Türkiye'nin bu çim türünün genetik çeşitlilik merkezi içinde olduğu bildirilmiştir (Gülsen ve ark., 2009). Sıcak mevsim bitkisi olarak bilinse de ülkemizde soğuk bölgelerde de doğal olarak orman, mera ve tarım arazilerinde yetiştiği bilinmektedir (Tan, 2018).

Tarla koşullarında bitkilerin, beslenme yetersizliğinin de dahil olduğu, kuraklık, tuzluluk, soğuk yada sıcak gibi çeşitli çevresel streslere karşı koyması gerekmektedir (Huang ve ark., 2014). Bu abiyotik streslerin, özellikle küresel ısınmanın neden olduğu sıcaklık artışları ve su kıtlığı nedeniyle gelecekte daha da yoğunlaşabileceği öngörülmektedir (Huang ve ark., 2019). Köpekdişi bir çim bitkisi olduğundan, bu streslere ilaveten basılma, biçme ve kopmadan kaynaklanan zararları da tolere etmesi gerekmektedir (Trenholm ve ark., 1999). Sonuç olarak,

elverişsiz çevre koşulları altında köpekdişini yetiştirmek ve korumak, üreticiler için zorluk oluşturmaktadır. Çeşitli büyüme koşullarında bitkinin adaptasyonunu yöneten moleküler mekanizmalar üzerine yapılan güncel çalışmalar, bitki ıslahçılarına abiyotik strese dayanıklı gen kaynakları üretimlerinde değerli bilgiler sağlamaktadır. (Bonos and Huang, 2006; Huang ve ark., 2014). Bu çalışmada çeşitli abiyotik stres koşullarının, köpekdişi bitkisine etkilerinin incelendiği literatür çalışmalarına odaklanılmıştır.

2-AZOTLU GÜBRE ETKİNLİĞİ

Yeşil alanların bitki örtülerinin yıl boyunca sürekliliğinin sağlanması büyük bir önem taşımaktadır. Azot tüm kültür bitkilerinde özellikle de buğdaygillerde vejetatif gelişmeyi hızlandırdığı, kardeşlenmeyi artırdığı, bitki boyu, renk ve büyüme hızını olumlu yönde etkilediği için önemli bir bitki besin elementidir (Kacar ve Katkat, 2010). Çim bitkilerinin sürgün sıklığı, renk, hastalıklara dayanıklılık ve bitkilerin yenilenme kabiliyetleri gibi çok değişik özelliklerine olumlu etkide bulunmaktadır (Zorer ve ark., 2004; Oral, 2002). Yapılan pekçok araştırma köpekdişi bitkisinde de azot uygulamalarının verim ve kaliteyi etkilediğini, inorganik besin emiliminin etkinliğini artırdığını göstermektedir (Day ve Parker, 1985; Haby, 2007; Wilkinson ve Langdale, 1974). Bahçecilik uygulamalarında yavaş salınan gübrelerin kullanımı büyük ölçüde çimler ile sınırlıdır (Zhang ve ark., 1998). Azot salınımının haftalarca sürmesi, bitkinin strese girmeden dengeli beslenmesini sağlamaktadır (Anonim, 2019). Yavaş salınımlı gübrelerin toprakta yarayışlı hale geçişi bitki büyümesinde olduğu gibi

sigmoidal bir süreç izlemektedir. Bu sayede yıkanma şeklindeki azot kayıpları %1-15 gibi oldukça düşük düzeyde kalırken, alım etkinliğini ise en yüksek düzeyde tutabilmektedir (Shaviv, 1996).

Farklı azot dozlarının (2,4,6 m^2) uygulandığı bir çalışmada azot kaynağı olarak kullanılan amonyum nitratın 6 g/m^2 azot dozu, tüm gözlemlerde en iyi çim renk ve kalite değerlerini vermiştir (Bilgili ve ark., 2017). Bunlara ek olarak etkili azotlu gübrelemenin köpekdişi bitkisindeki protein ve potasyum (K) içeriklerini artırdığı ancak fosfor içeriğinde bir değişiklik yapmadığı rapor edilmiştir (Burton ve ark., 1956, Gilbert ve Davis, 1971, Westerman ve ark., 1983). Köpekdişinde gerekli oranda yapılan azotlu gübrelemenin bitkide sürgün ve yaprak büyümesini artırdığı, düşük miktarlarda uygulandığında ise sürgün büyümesi ve yem kalitesinin düştüğü, kök uzunluğunun ise kısaldığı rapor edilmiştir (Heshmati ve Pessarakli 2011; Schmidt ve Blaser ,1969)

Azotlu gübrelemenin noksanlığı bitkilerde olumsuz etkileri olduğu kadar doz aşımında da bitkiye zarar vermektedir. Çimlerde yüksek miktarda azot, çimlerin aşırı sıcaklıklara, trafiğe, kuraklığa ve hastalıklara karşı toleransını azaltma potansiyeline sahiptir. Ayrıca, sıcak ve kurak koşullar sırasında yüksek miktarda azot, bitki yanmasına da neden olabilmektedir (Çakır, 2020). Bunun yanında toprakta olması gerekenden fazla azot olması durumunda vejetatif sürecin uzaması ve dolayısıyla bitkinin kartlaşması ve odunlaşması gecikmektedir. Bu durum bitkilerin sonbahar erken donlarından zarar görmesine ve odun dokusu gevşek olduğundan bitkide kıvrılma ve kırılmalara neden olmaktadır (Kaçar, 1977; Türüdü, 1993).

3-AĞIR METAL STRESİ

Tarımsal alanlarda yoğun şekilde kimyasal gübre kullanılması, potasyum, azot, fosfor ve besin maddelerinin toprağa karışmasını sağlayarak, birikime sebep olmaktadır. Pestisit ve kimyasal gübrelerin bilinçsiz kullanımı yanında endüstri ve sanayi faaliyetlerinin artışı; çevresel kirliliği, beraberinde ağır metal birikimini getirmektedir. Ağır metal kirliliğinin dünya genelinde yaklaşık 235 milyon hektar ekilebilir alanı etkilediği rapor edilmiştir (Bermudez ve ark., 2012). Her türlü kirlilikte görüldüğü gibi, ağır metal kirliliğinde de ekseri bitkiler etkilenmektedir (Yaldız ve Şekeroğlu, 2013). Topraklarda ağır metaller yüzeyde veya yüzeye yakın derinliklerde birikmektedir (Arıkan, 2021). Bitki bünyesinde biriken bu metaller, besin zincirine dahil olup, diğer canlılara ulaşarak, insan sağlığına zarar verecek toksik düzeye ulaşmaktadır. İnsan beslenmesinde önemli bir yeri olan bitkilerin, metalleri ne kadar biriktirdikleri ve ne ölçüde hasar gördükleriyle ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır.

Ağır metaller olarak adlandırılan çevresel kirleticiler arasında akla ilk gelen ağır metallerden birisi kadmiyumdur (Cd). Topraktaki kadmiyum birikiminin bitki sürgünü ve kök büyümesini engellediği ve bunun da ürün veriminin azalmasına yol açtığı bildirilmiştir (Bhardwaj ve ark., 2009; Tan ve ark., 2017). Köpekdişinde yapılan çalışmalar sonucu, yaprak klorofil içeriği, biyokütle, fotosentetik pigment üretimi ve gaz değişim parametrelerinin kadmiyum stresinden olumsuz etkilendiği rapor edilmiştir (Mukhtar ve ark., 2013; Xie ve ark., 2014). Kadmiyuma duyarlı bermuda otu ekotipleriyle karşılaştırıldığında, Cd

toleranslı bermuda otu ekotiplerinin genellikle daha yüksek asimilasyon oranına, daha yüksek su kullanım etkinliğine, daha kalın yapraklara, azaltılmış yaprak yüzeyi stoma yoğunluğuna ve daha düşük terleme oranına sahip olduğu tespit edilmiştir (Mukhtar ve ark., 2013, Xie ve ark., 2014). Kurşun; hava, su ve toprak vasıtasıyla; besin zincirine, sonrasında biyolojik sistemlere dahil olan son derece zehirleyici özelliklere sahip, endüstride kullanımı yaygın olan metallerden birisidir (Aslanhan, 2012). Bitkilerin kurşun kontamineli toprakta yetişmesi ise antioksidan kaynaklı savunma sistemlerini etkileyerek, klorofil moleküllerini ve hücre zarını yok eder, fotosentezi engeller, bitki hücre ve organlarının bütünlüğünü azaltarak, sonuçta bitki ölümüyle sonuçlanabilmektedir (Li ve ark., 2016; Xie ve ark., 2018). Yapılan bir çalışmada kurşun kontamineli toprakta yetişen köpekdişinde kontrol grubuna göre %27 biyokütle kaybı yaşandığını tespit edilmiştir (Xie ve ark., 2021). Madencilik faaliyeti olup, terk edilmiş arazilerin yeniden bitkilendirilmesi amacıyla köpekdişi ağır metallere olan toleransı nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Xie ve ark., 2014). Kurşun-çinko madeni artıkları (Shu ve ark., 2005), manganez madeni artıkları (Yang ve ark., 2014) ve antimuan (dört allotropik formu olan ve çeşitli alaşımlarda kullanılan metalik bir eleman) maden atıklarının olduğu alanların ıslahında köpekdişi yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Xue ve ark., 2014).

4-KURAKLIK STRESİ

Bermudagrass, kuraklığa dayanıklı genetik varyasyonlara sahip bir tür olarak kabul edilmektedir (Husmoen ve ark., 2012). Derin kök yapısına

sahip olan, kalın yaprak epidermisine ve normalden daha küçük stoma açıklıklarına sahip olduğu bilinen köpekdişi genotipleri rapor edilmiştir (Carrow, 1995; Carrow, 1996; Qian ve ark., 1997; Zhou ve ark., 2009). Derin kök sisteminin bitkide kuraklık toleransını artıran en önemli kriterlerden biri olduğu bilinmektedir (Beard, 1989). Zhou ve ark., (2014), tarafından Akdeniz bermuda çiminde yapılan çalışmalarda bitkinin, kuraklık stresine uyum sağlayan, büyük bir köksap sistemi geliştirdiği tespit edilmiştir. Serin mevsim yem bitkilerinin aksine, sıcak mevsim yem bitkileri yaz aylarında da kök salmaya devam edebilmektedir (Beard, 1973). Aynı köpekdişi çeşidinde yapılan bir çalışmada, iyi sulanan bitkilerin daha az sulanan bitkilere kıyasla kök ağırlığının daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Baldwin ve ark., 2006). Yaprak solgunluğu, kuraklık stresinin ve diğer bazı biyotik ve abiyotik streslerin neden olduğu önemli belirtilerden birisidir. Diğer çim türleriyle karşılaştırıldığında, bermuda otu çok daha düşük yaprak solma oranına sahiptir, bu da diğer çimlere göre kuraklığa daha dayanıklı olduğunu göstermektedir (Huang ve ark., 2014). Bitkiler yaprak kurumasını azaltmak için stoma kapanmasını kontrol edecek bir savunma mekanizması geliştirerek, buharlaşma (evapotranspirasyon) oranlarını azaltabilmişlerdir (Huang ve ark., 2014). Carrow (1995) diğer çim türlerine kıyasla, bermuda çiminin daha düşük evapotranspirasyon oranına sahip olduğunu, iyi sulanan bermuda otunun buharlaşma oranının, daha az sulanan bermuda otundan daha düşük olduğunu bildirmiştir. Sonuç olarak, kuraklık toleransının, bermudagrass yem kalitesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Baldwin ve ark., 2006). Uzun süreli kuraklık,

bitkilerde hücre turgorunun kaybı, su ve mineral dengesizlikleri ve fotosentetik anormallikler gibi fizyolojik ve metabolik değişikliklere yol açmaktadır (Li ve ark., 2017). Genel kanı olarak, daha gelişmiş kök sistemlerinin ve daha yavaş sürgün büyümesinin, köpekdişinde kurak mevsimlerde normal hücresel işlevin devam etmesine imkan verdiği kabul edilmektedir (Huang ve ark., 2014). Son yıllarda yapılan araştırmalar sonucu, bağıl su içeriği ve elektrolit sızıntısı, bitki kuraklık toleransı ve hücre zarı hasar derecesinin göstergeleri olarak değerlendirilmektedir. Bitkinin kuraklık stresine girmesi durumunda, hücre zarı (membran) lipitlerinde doymamış yağ asidi birikmesinin, hücre zarı hasarını azalttığı belirtilmiştir **(**Zhong ve ark., 2011).

Yapılan çok sayıda araştırma göstermiştir ki, enzim aktivitesinin başlaması, stres şartlarının türü, bitkideki işleyişi, bitkinin türü gibi parametrelerden oluşan bir kombinasyona bağlıdır (Bhaduri and Fulekar, 2012). Kuraklık stresinde bitkide reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikmesinin stresle başladığı ve aynı zamanda her bitkinin ROS'u temizlemek için kendi stratejileri olduğu rapor edilmiştir (Huang ve ark., 2014). Lu ve ark. (2008, 2009), mutant bermudagrass bitkilerinin yapraklarında yaptıkları çalışmalarda artan süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitelerinin, kuraklık toleransını artırmada büyük rol oynadığını tespit etmişlerdir. Kuraklık stresleri sırasında protein sentezi ve yıkımı da önemlidir. Zhao ve ark. (2011), kuraklık stresleri sırasında protein metabolizmasının sürdürülmesinde birden fazla bermudagrass geninin yer aldığını gözlemlemiştir.

5- TUZ STRESİ

Bitki tuzu hücrelerden dışarı salgılayarak, daha yavaş alarak veya belirli mekanizmalar yoluyla hücre içindeki boşluklara taşıyarak tuz stresini tolere edebilmektedir (Tari ve ark., 2013). Bermuda otu, tuzlu arazilerin ıslahında yaygın olarak kullanılan bir çim bitkisi olsa da, tuz stresi altında bir dizi morfolojik, fizyolojik ve moleküler değişikliğe uğramaktadır (Singh ve ark., 2013). Pessarakli ve Touchane (2006) yaptıkları çalışmalarında, 5.000 veya 10.000 mg/L NaCl içeren bir çözeltide bermuda otu sürgün ve kök uzunluğunun arttığını ve NaCl konsantrasyonu daha artırıldığında ise sürgün ve kök uzunluğunun azaldığını tespit etmişlerdir. Tuz stresinin çim kalitesini, stolon sayısını, sürgün ağırlığı ve boyunu azalttığı ancak tuza toleranslı bermudagrass genotiplerinin kök sayısı, uzunluğu, taze kök ağırlığı ve kök/gövde uzunluğu oranını artırdığı rapor edilmiştir (Dudeck ve ark., 1983; Hu ve ark., 2012). Shahba (2010) köpekdişinde kök kütlesi ve tuzluluk toleransı arasındaki ilişkinin doğru orantılı olduğunu bildirmektedir. Hameed ve ark. (2010, 2013) köpekdişi bitkisinde tuz stresinin kök, gövde ve yaprakta sebep olduğu morfolojik değişikliklerin, bitkinin tuz stresine toleransından ve su tutma kabiliyetinden etkilendiğini belirlemişlerdir.

Tuz stresinin bitkide genel olarak yaprak bağıl su içeriği (RWC), terleme hızı, yapraktaki net fotosentetik hızı, toplam klorofil içeriği, nişasta seviyesi, stoma iletkenliği ve hücre zarı stabilitesinde önemli azalmalara neden olduğu bilinmektedir (Bizhani ve Salehi 2014; Yu ve ark., 2015). Hu ve ark. (2012), iki farklı köpekdişi genotipine 200 ve

400 mM oranlarında tuzlu solüsyon uyguladıkları çalışmalarında, tuza duyarlı genotipin olgun yapraklarındaki malondialdehit ve hidrojen peroksit enzim aktivitelerinin, tuza toleranslı genotipten daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Artan tuz stresi seviyeleriyle birlikte, antioksidanla ilgili genlerin genç yapraklarda yukarı doğru düzenlendiği, olgun yapraklarda ise aşağı doğru düzenlendiği rapor edilmiştir (Hu ve ark., 2012).

Tuz stresi bitkilerde yoğunluk ve süresine bağlı olarak morfolojisi, fizyolojisi, hücre bölünmesi, çimlenme ve moleküler fonksiyonları gibi pek çok önemli değişikliklere yol açmaktadır (Koca ve ark., 2007; Bressan, 2008). Bu değişiklikler, farklı köpekdişi çeşitleri veya genotipleri arasında büyük oranda değişiklik göstermektedir (Huang ve ark., 2019). Dudeck ve ark. (1983), sekiz bermudagrass çeşidinde tuz toleransını karşılaştırdıkları bir çalışmada, Tifdwarf ve Tifgreen çeşitlerinin tuz stresine karşı en iyi toleransı gösterdiklerini, Common ve Ormond çeşitlerinin ise en hassas çeşitler olduğunu tespit etmişlerdir. Tuz stresinin olduğu koşullarda bitki hasarını azaltmak için, çeşitli büyüme düzenleyiciler son yıllarda kullanılmaktadır. Bunlar arasında nitrit oksik'in (NO), hem normal şartlarda hem de stresli koşullarda çeşitli metabolik yolların düzenlenmesinde rol oynadığı tespit edilmiştir (Ahmad ve ark. 2016a,b; Ahmad ve ark. 2018).

6- SOĞUK STRESİ

Düşük sıcaklık, köpekdişinin coğrafi dağılımını, kullanım alanlarını sınırlayan ana faktörlerden birisidir (Huang ve ark., 2019). Soğuk

stresinin çim kalitesini, büyümesini, kuru ağırlığını, sürgün yoğunluğunu, yaprak boyutunu, klorofil içeriğini, terleme oranını ve su içeriğini azalttığı rapor edilmiştir. Soğuk stresi ayrıca bitkideki elektrolit sızıntısını ve malonaldefit ve hidrojen peroksit enzim aktivitelerini artırabilmektedir. (Esmaili and Salehi 2012; Fan ve ark., 2014; Liu ve ark., 2016). Bunların yanında, kök derinliğinde ve bitki taze ağırlığında artışa neden olabilmektedir (Esmaili ve Salehi, 2012). Çözünür şeker ve prolin içeriğinin artması, toplam yapısal olmayan karbonhidrat içeriği, yağ asidi içeriği, antioksidan enzim aktivitesi (özellikle CAT ve SOD) ve metabolit üretimleri (örneğin, karbonhidratlar, organik asitler ve amino asitler) de soğuk stresine karşı köpekdişinde oluşan savunma stratejileri olarak kabul edilmektedir. (Hu ve ark., 2016; Hu ve ark., 2017; Liu ve ark., 2016; Manuchehri ve ark., 2014; Zhang ve ark., 2006; Zhang ve ark., 2011).

Bazı araştırmalar, nitrit oksitin bitkiyi abiyotik streslere karşı koruyucu etkiye sahip olduğunu, hücre zarı bütünlüğünü koruyarak ve antioksidan enzim aktivitelerini düzenleyerek, soğuğa duyarlı gen ekspresyonlarını kontrol ettiğini tespit etmiştir (Fan ve ark., 2015). Farklı köpekdişi çeşitleri arasında soğuğa dayanıklılık varyasyonları da bulunduğu bilinmektedir. Örneğin, Anderson ve ark. (1988) yaptıkları bir çalışmada, Mldiron çeşidi -11°C sıcaklığını tolere edebilirken, Tifgreen çeşidinde -7°C'de bitki ölümü gerçekleşmiştir. Bitkilerin %50'sinin ölmesine neden olan öldürücü sıcaklık olarak bilinen LT50 değeri bermudagrass çeşitleri olan Midiron ve Tifgreen'da, ön soğuğa alışma olmadan sırasıyla –6.5 ve –3.6°C' olarak ölçülmüştür. Ön

soğuğa alıştırma uygulaması yapıldıktan sonra ise, iki çeşidin LT50 değerleri sırasıyla -11.3 ve -8.5°C'ye yükselmiştir (Gatschet ve ark., 1994). Bu sonuçlar, soğuğa alıştırma uygulamasının soğuğa toleransı artırmada etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir. Soğuğa alışma uygulamasının şeker ve prolin birikimlerini arttırdığı ve düşük sıcaklık koşullarında hayatta kalma oranını iyileştirmek için SOD enzim aktivitesini arttırdığı da bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2011). Soğuğa alıştırma uygulamasının, bermudagrass'ın soğuğa karşı daha iyi tolerans göstermesine yol açan gen ekspresyonlarını tetiklediği tespit edilmiştir (De los Reyes, 2001, Zhu ve ark., 2015). Munshaw ve ark. (2004), makul miktarda tuz uygulamalarının veya atık su kullanımının bermudagrass'ın soğuğa dayanıklılığını artırabileceğini bildirmektedir (Zhang ve ark., 2008). Köpekdişi çeşitleri donma toleransları arasındaki çeşitliliğin büyük ölçüde yağ asidi içerikleri ve antioksidan savunma sistemindeki tahrifata bağlı olduğu sanılmaktadır (Samala ve ark., 1998). Kış periyodu uzun ve soğuk geçen alanlardaki genotipler soğuğa dayanıklı çeşit geliştirmek için önemli bir kaynak olarak kabul edilmektedir.

7- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bermuda çiminin tuzluluk, kuraklık ve soğuk streslerine karşı toleransı ile ilişkili morfolojik, fizyolojik ve moleküler mekanizmalar hakkında çok sayıda çalışma yapılarak ilerleme kaydedilmiştir. Ancak mevcut araştırmalar genel olarak fizyolojik ve biyokimyasal alanlarda yoğunlaşmaktadır. Çok sayıda çalışma, çeşitli stres koşullarında, köpekdişinde hücre zarı geçirgenliği, fotosentez hızı, antioksidan enzim

aktivitesi, çözünür şeker ve protein içeriğinin stres koşullarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Ancak bu değişiklikler, çevredeki değişikliklere uyum sağlamak için bermuda çiminin sadece fizyolojik olarak geçirdiği süreçlerdir (Huang ve ark., 2019). Bermudagrass'ın moleküler seviyesindeki stres öncesi ve sonrasındaki değişimlerle ilgili çok sayıda araştırma yapılmasına ihtiyaç vardır. Morfolojik ve fizyolojik verilere dayanarak, bermudagras genotiplerinde kuraklık, tuzluluk ve soğuk streslerine karşı çeşitli toleranslara sahip önemli genetik varyasyonlar bulunduğu bilinmektedir ve genotiplerin toplanma çalışmaları 20. yüzyılın başlarında başlamıştır (Taliaferro, 2003). Bu genotipler, araştırmacılara, bermudagrass gen fonksiyonu, abiyotik ve biyotik stres tepkileri ve bermudagrass üretimi ve kalitesinin iyileştirilmesi konularında gelecekteki çalışmalar için değerli kaynaklar sunmaktadır (Huang ve ark., 2019).

KAYNAKLAR

Anderson, J.A., Kenna M.P.and Taliaferro C.M. (1988) Cold hardinessof 'Midiron' and 'Tifgreen' bermudagrass. HortScience 23: 748–750.

Anonim, 2019. www.gurcim.com

Arıkan, E. N. (2021). *Bazı ağır metallerce kirlenmiş tarım topraklarının çim bitkisi (Lolium Perenne L.) kullanılarak fitoremediasyon yöntemleriyle doğal arıtımı* (yüksek lisans tezi). Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Nevşehir.

Aslanhan, E. (2012). *Çevresel Kirliliklerin Takibinde Kullanılacak Yeni Biyomonitör Bitkiler*, (yüksek lisans tezi), Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı**,** Kırşehir.

Baldwin, C.M., Liu, H., McCarty, L.B., Bauerle W.L. and Toler J.E. (2006). Response of six bermudagrass cultivars to different irrigation intervals. Horttechnology 16: 466–470.

Beard, J.B. (1973) Turfgrass: Science and culture. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, pp. 130.

Beard, J.B. (1989) Turfgrass water stress: Drought resistance components, physiological mechanisms, and species-genotype diversity. *In*: Takatoh, H. (ed.) Proc. of the Inter. Turf. Res. Conf., 6th, Tokyo. 31 July–5 Aug. 1989. Japan. Soc. of Turf. Sci., Tokyo, Japan.

Bermudez, G.M.A., Jasan, R., Pla, R., Pignata, M.L. (2012). Heavy metals and trace elements in atmospheric fall-out: Their relationship with topsoil and wheat element composition. Journal of Hazardous Materials 213-214: 447-456

Bhaduri, A.M., Fulekar, M.H., 2012. Antioxidant enzyme responses of plants to heavy metal stress. Reviews in Environmental Science and Bio-Technology 11: 55–69.

Bhardwaj, P., Chaturvedi A.K. and Prasad P. (2009) Effect of enhanced lead and cadmium in soil on physiological and biochemical attributes of *Phaseolus vulgaris* L. Nat. Sci. 7: 63–75.

Bilgili, U., Zere, S., Yönter, F. (2017). Farklı Azot Dozlarının Bermuda Çimi (Cynodon sp.)'nin Gelişimi ve Çim Kalitesi Üzerine Etkileri. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, *20*, 52-59.

Bizhani, S. and Salehi, H. (2014) Physio-morphological and structural changes in common bermudagrass and Kentucky bluegrass during salt stress. *Acta Physiol. Plant.* 36: 777–786.

Bonos, S.A. and Huang, B.R. (2006) Breeding and genomic approaches to improving abiotic stress tolerance in plants. *In*: Huang, B. (ed.) Plant-Environment Interactions, CRC Press., Boca Raton, pp. 357–376.

Burton, G.W., Southwell, B.L. and Johnson, J.C. (1956) The palatability of coastal bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L) Pers.) as influenced by nitrogen level and age. *Agron. J.* 48: 360–362.

Carrow, R.N. (1995) Drought resistance aspects of turfgrasses in the southeast: evapotranspiration and crop coefficients. Crop Sci. 35: 1685–1690.

Carrow, R.N. (1996) Drought resistance aspects of turfgrasses in the southeast: root-shoot responses. Crop Sci. 36: 687–694.

Çakir, M. (2020). *Potasyum silikat ve azot* uygulamalarının *japon çiminin (zoysia japonica steud.) çim performansına etkileri, (*Doktora Tezi*)*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Isparta.

Day, J.L., Parker, M.B. (1985) Fertilizer effects on crop removal of P and K in Coastal bermudagrass forage. Agron. J. 77: 110–114.

De los Reyes, B.G., Taliaferro, C.M., Anderson, M.P., Melcher, U., and McMaugh, S. (2001). Induced expression of the class II chitinasegene

during cold acclimation and dehydration of bermudagrass (*Cynodon* sp.). *Theor. Appl. Genet*. 103: 297–306.

Dudeck, A.E., Singh, S., Giordano, C.E., Nell, T.A. and McConnell, D.B. (1983) Effects of sodium chloride on *Cynodon* turfgrasses. *Agron. J.* 75: 927–930.

Esmaili, S. and Salehi, H. (2012) Effects of temperature and photoperiod on postponing bermudagrass (*Cynodon dactylon* [L.] Pers.) turf dormancy. J. Plant Physiol. 169: 851–858.

Fan, J.B., Ren, J., Zhu, W.X., Amombo, E., Fu, J.M., and Chen, L. (2014). Antioxidant responses and gene expression in bermudagrass under cold stress. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 139: 699–705.

Fan, J.B., Chen, K., Amombo, E., Hu, Z.R. Chen, L. and Fu, J.M. (2015) Physiological and molecular mechanism of nitric oxide (NO) involved in bermudagrass response to cold stress. PLoS ONE 10.

Gatschet, M.J., Taliaferro, C.M., Anderson, J.A., Porter, D.R., and Anderson, M.P. (1994) Cold acclimation and alterations in protein synthesis in bermudagrass crowns. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 119: 477–

Gilbert, W.B. and Davis, D.L. (1971). Influence of fertility ratios on winter hardiness of bermudagrass. Agron. J. 63: 591–593.

Gulsen, O., Sever Mutlu, S., Mutlu, N., Tuna, M., Karaguzel, O., Shearman, R.C., Rıordan, T.P., And Heng-Moss, T.M. (2009). Polyploidy creates higher diversity among Cynodon accessions as assessed by molecular markers. Theor. Appl. Genet. 118, 1309–1319.

Haby, V.A. (2007) Soil fertility and management of acid Costal Plain soils for crop production. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33: 15– 18.

Hameed, M., Ashraf, M., Naz, N. and Al-qurainy, F. (2010). Anatomical adaptations of *Cynodon dactylon* (L.) Pers., from the salt range

Pakistan, to salinity stress. I. Root and stem anatomy. *Pak. J. Bot.* 42: 279–289.

Hameed, M., Ashraf, M., Naz, N., Nawaz,T., Batool, R., Ahmad, M.S.A., Ahmad, F., Hussain, M. (2013) Anatomical adaptations of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. from the salt range (Pakistan) to salinity stress. II. Leaf anatomy. *Pak. J. Bot.* 45: 133–142.

Heshmati, G.A. and Pessarakli, M. (2011) Threshold model in studies of ecological recovery in bermudagrass (*Cynodon dactylon* L.) under nutrient stress conditions. J. Plant Nutr. 34: 2183–2192.

Hu, L.X., Huang, Z.H., Liu, S.Q., Fu, J.M. (2012). Growth response and gene expression in antioxidant-related enzymes in two bermudagrass genotypes differing in salt tolerance. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*

Hu, Z., Fan, J., Xie, Y., Amombo, E., Liu, A., Gitau, M.M., Khaldun, A.B.M., Chen, L. and Fu, J. (2016) Comparative photosynthetic and metabolic analyses reveal mechanism of improved cold stress tolerance in bermudagrass by exogenous melatonin. *Plant Physiol. Biochem*. 100: 94–104.

Huang, B., DaCosta, M. and Jiang, Y. (2014) Research advances in mechanisms of turfgrass tolerance to abiotic stresses: from physiology to molecular biology. CRC Crit. Rev. Plant Sci. 33: 141–189.

Huang, S., Jiang, S., Liang, J., Chen, M., & Shi, Y. (2019). Current knowledge of bermudagrass responses to abiotic stresses. *Breeding Science*, *69*(2), 215-226.

Husmoen, D., Vietor, D.M., Rouquette, F.M. and Cothren, J.T. (2012). Variation of responses to water stress between ‘Tifton 85’ and ‘Tifway’ or ‘Coastal’ bermudagrass. *Crop Sci.* 52: 2385–2391.

Kaçar, B. (1977). Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 637. Ders Kitabı: 200, Ankara Üniversitesi Basımevi-Ankara 1977, X-317 s.

Kaçar, B., ve Katkat, V.A. (2010). Bitki Besleme. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 658 s.

Kenworthy, K.E., Martın D.L., And Talıaferro, C.M. (2007). Growth habit determination of genotypes of African bermudagrass. HortScience 42, 1513–1516.

Li, Y., Zhou, C., Huang, M., Luo, J., Hou, X., Wu, P., Ma, X. (2016). Lead tolerance mechanism in *Conyza canadensis*: subcellular distribution, ultrastructure, antioxidative defense system, and phytochelatins. *J Plant Res.*, 129(2):251–262. https://doi.org/10.1007/s10265-015-0776-x

Li, K., Xing, C., Yao, Z., Huang, X., Pbr M.Y.B. (2017). 21, a novel MYB protein of Pyrus betulaefolia, functions in drought tolerance and modulates polyamine levels by regulating arginine decarboxylase gene. *Plant Biotechnol. J.*, 15, 1186–1203. [CrossRef]

Liu, A., Hu, Z., Bi, A., Fan, J., Gitau, M.M., Amombo, E., Chen, L., and Fu, J. (2016) Photosynthesis, antioxidant system and gene expression of bermudagrass in response to low temperature and salt stress. *Ecotoxicology* 25: 1445–1457.

Lu, S., Chen, C., Wang, Z. Guo, Z., and H. Li (2009). Physiological responses of somaclonal variants of triploid bermudagrass (*Cynodon transvaalensis* × *Cynodon dactylon*) to drought stress. *Plant CellRep.* 28: 517–526.

Lu, S., Wang, Z., Niu, Y., Guo, Z. and Huang, B. (2008) Antioxidant responses of radiation-induced dwarf mutants of bermudagrass to drought stress. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 133: 360–366.

Manuchehri, R., Salehi, H. and Jowkar, A. (2014) Biochemical and physiological adjustments in common Bermudagrass (*Cynodon dactylon* [L.] Pers.) and tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) under low temperature stress. Adv. *Hortic. Sci.* 28: 9–13.

Mukhtar, N., Hameed, M., Ashraf, M. and Ahmed, R. (2013). Modifications in stomatal structure and function in Cenchrus ciliaris L. And *Cynodon dactylon* (L.) pers. in response to cadmium stress. *Pak. J.Bot.* 45: 351–357.

Munshaw, G.C., Zhang, X. and Ervin, E.H. (2004). Effect of salinity on bermudagrass cold hardiness. HortScience 39: 420–423.

Oral, N. ve Açıkgöz, E. (2002). Çim Alanlar İçin Tohum Karışımları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Bursa Şube Başkanlığı Yayınları:1, Ön-Mat A.Ş., Bursa, 41 s.

Pessarakli, M. and Touchane, H. (2006) Growth responses of bermudagrass and seashore paspalum under various levels of sodium chloride stress. J. Food Agric. Environ. 4: 240–243.

Qian, Y.L., Fry, J.D. and Upham, W.S. (1997) Rooting and drought avoidance of warm-season turfgrasses and tall fescue in Kansas. Crop Sci. 37: 905–910.

Rımı, F., Macolıno, S., Leınauer, B. and Zılıotto, U. (2011). Green-up of seeded bermudagrass cultivars as influenced by spring scalping. *HortTech*. 21, 230–235.,

Rımı, F., Macolıno, S., Rıchardson, M.D., Karcher, D.E., and Leınauer, B. (2013). Influence of three nitrogen fertilization schedules on bermudagrass and seashore paspalum: II. Carbohydrates and crude protein in stolons. Crop Sci. 53, 1168–1178.

Samala, S., Yan, J.Y. and Baird, W.V. (1998). Changes in polar lipid fatty acid composition during cold acclimation in 'Midiron' and 'U3' bermudagrass, *Crop Science*, 38(1), 188-195.

Schmidt, R.E. and Blasér, R.E. (1969) Effect of temperature, light, and nitrogen on growth and metabolism of 'Tifgreen' bermudagrass (*Cynodon* spp.). Crop Sci. 9: 5–9

Sever Mutlu, S., Mutlu, N., Shearman, R.C., Gurbuz, E., Gulsen,O., Hocagıl, M., Karaguzel, O., Hengmoss, T., Rırordan, T.P., And Gaussoın, R.E. (2011). Establishment and turf qualities of warm-season turfgrasses in the Mediterraneanregion. *HortTech*. 21, 67–81.

Shahba, M.A. (2010) Comparative responses of bermudagrass andseashore paspalum cultivars commonly used in Egypt to combat salinity stress. Hortic. Environ. Biotecnol. 51: 383–390.

Shavıv, A. 1996. Plant response and environmental aspects as affected by rate and pattern of nitrogen release from controlled release N fertilizers. In: Progress in nitrogen cycling studies. Springer, Dordrecht, p. 285-291.

Shu W, Ye Z, Zhang Z, Lan C, Wong M. (2005). Natural colonization ofplants on five lead/zinc mine tailings in Southern China. *RestorEcology*. 13(1):49–60. doi:10.1111/j.1526-100X.2005.00007.x.

Singh, K., Pandey, V.C. and Singh, R.P. (2013) *Cynodon dactylon*: anefficient perennial grass to revegetate sodic lands. *Ecol. Eng*. 54:32–38.

Taliaferro, C.M. (2003). Bermudagrass (*Cynodon* (L.) Rich)", Turfgrass Biology, Genetics and Breeding. Ed: Casler, M. D., Duncan, R.R. NJ, USA: John

Tan, M. (2018). Buğdaygil Yem Bitkileri. Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ofset Tesisi.

Tan, S., Dong, F., Yang, Y., Zeng, Q., Chen, B. and Jiang, L. (2017). Effects of waterlogging and cadmium on ecophysiological responses and metal bio-accumulation in Bermuda grass (*Cynodon dactylon*). *Environ. Earth Sci.* 76: 719.

Tari, I., Laskay, G., Takács, Z., and Poór, P. (2013) Response of sorghum to abiotic stresses: a review. *J. Agron. Crop Sci*. 199: 264–274.

Trenholm, L.E., Duncan, R.R., and Carrow, R.N. (1999) Wear tolerance, shoot performance, and spectral reflectance of seashore paspalum and bermudagrass. Crop Sci. 39: 1147–1152.

Türüdü, Ö.A. (1993). Bitki Beslenmesi ve Gübreleme Tekniği. Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlüğü Meslek Yüksekokulları Serisi. Genel Yayın No. 171, M.Y.O. Yayın No. 13, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon 1993.

Westerman, R.L., O'Hanlon, R.J., Fox, G.L., and Minter, D.L. (1983) Nitrogen fertilizer efficiency in bermudagrass production. *Soil Sci. Soc. Am.* J. 47: 810–817.

Wilkinson, S.R. and Langdale, G.W. (1974). Fertility needs of the warmseason grasses. In: Mays,D.A. (ed.) Forage fertilization. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

Xie,, C., Xiong, X., Huang, Z., Sun, L., Ma, J., Cai, S., Yu, F, Zhong, W, Chen, S, Li, X. (2018). Exogenous melatonin impr oves lead tolerance of bermudagrass through modulation of the antioxidant defense system. Int J Phytoremediation 20(14):1408–1417. https://doi.org/10.1080/15226514.2018.1488813

Xie, C., Pu, S., Xiong, X., Chen, S., Peng, L., Fu, J., Sun, L., Guo, B.,Jiang, M., Li, X. (2021). Melatonin-assisted phytoremediation of Pb-contaminated soil using bermudagrass. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*, 44374-44388.

Xie, Y., Hu, L., Du, Z., Sun, X., Amombo, E., Fan, J. and Fu, J. (2014). Effects of cadmium exposure on growth and metabolic profile of bermudagrass [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.]. PLoS ONE 9: e115279.

Xue, L, Liu, J, Shi, S, Wei, Y, Chang, E, Gao, M, Chen, L, Jiang, Z.(2014). Uptake of heavy metals by native herbaceous plants in an antimonymine (Hunan, China). *Clean Soil Air Water.* 42(1):81–87.

Yaldız, G., Şekeroğlu N. (2013). Tıbbi ve aromatik bitkilerin bazı ağır metallere tepkisi, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6(1), 80- 84.

Yang, S, Liang, S, Yi, L, Xu, B, Cao, J, Guo, Y, Zhou, Y. (2014). Heavy metalaccumulation and phytostabilization potential of dominant plantspecies growing on manganese mine tailings. Front Env Sci Eng. 8:294–404. doi:10.1007/s11783-013-0602-4.

Yanık, M. (2022). Tohumlu tip bermuda çimi hatlarında kendine uyuşmazlık ve tohum verimi oranlarının belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı.

Yu, J., Sun, L., Fan, N., Yang, Z. and Huang, B. (2015). Physiological factorsinvolved in positive effects of elevated carbon dioxide concentration on Bermudagrass tolerance to salinity stress. Environ. Exp.

Zhang, M., Nyborg, M., Malhi, S.S. (1998). Comparison of controlled-release nitrogen fertilizers on turfgrass in a moderate temperature area. HortScience 33: 1203-1206.

Zhang, X., Wang, K. and Ervin, E.H. (2008). Bermudagrass freezing tolerance associated with abscisic acid metabolism and dehydrin expression during cold acclimation. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 133:

Zhang, X., Wang, K.H., Ervin, E.H., Waltz, C. and Murphy, T. (2011). Metabolic changes during cold acclimation and deacclimation in five

bermudagrass varieties. I. Proline, total amino acid, protein, and dehydrin expression. Crop Sci. 51: 838–846.

Zhang, X.Z., Ervin, E.H., and LaBranche, A.J. (2006). Metabolic defense responses of seeded bermudagrass during acclimation to freezing stress. Crop Sci. 46: 2598–2605.

Zhao, Y., Du, H., Wang, Z. and Huang, B. (2011). Identification of proteinsassociated with water-deficit tolerance in C4 perennial grassspecies, Cynodon dactylon × Cynodon transvaalensis and Cynodondactylon. *Physiol. Plant.* 141: 40–55.

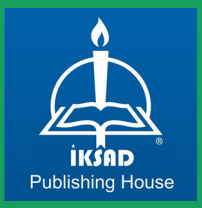
Zhong, D., Du, H., Wang, Z., and Huang, B. (2011). Genotypic variation infatty acid composition and unsaturation levels in bermudagrass associated with leaf dehydration tolerance. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 136: 35–40.

Zhou, Y., Lambrides, C., Kearns, R., Ye, C., Cao, N., and Fukai , S. (2009). Selecting for drought tolerance among Australian green couch grasses (*Cynodon* spp.). Crop Pasture Sci. 60: 1175–1183.

Zhou, Y., Lambrides, C.J. and Fukai, S. (2014). Drought resistance andsoil water extraction of a perennial C4 grass: contributions of root and rhizome traits. Funct. Plant Biol. 41: 505–519.

Zhu, H., Yu, X., Xu, T., Wang, T., Du ,L. Ren, G., and Dong, K. (2015). Transcriptome profiling of cold acclimation in bermudagrass (*Cynodon dactylon*). Sci. Hortic. 194: 230–236.

Zorer, Ş., Hosaflıoğlu, İ., Yılmaz, İ. H. (2004). Çim alanlarında uygun azotlu gübre uygulama zamanlarının belirlenmesi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences* 14.1 (2004): 27-34.



ISBN: 978-625-367-149-5