TOHUMDAN SOFRAYA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK TARIMSAL KAYNAK TÜKETİMİ İÇİN BAZI ÖNERİLER

EDİTÖR
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL



İKSAD
Publishing House

TOHUMDAN SOFRAYA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK TARIMSAL KAYNAK TÜKETİMİ İÇİN BAZI ÖNERİLER

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL

YAZARLAR

Prof. Dr. Atilla DURSUN
Prof. Dr. Ertan YILDIRIM
Doç. Dr. Hilal YILDIZ
Doç. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP
Doç. Dr. Nuray DEMİR
Dr. Öğr. Üyesi Aycan Mutlu YAĞANOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Deren TAHMAS KAHYAOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Ebru ERDEMİR
Dr. Öğr. Üyesi Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ
Dr. Öğr. Üyesi Furkan ÇOBAN
Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÜRÜŞAN
Dr. Öğr. Üyesi Kübra FETTAHOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Melek ZOR
Dr. Öğr. Üyesi Muhammed KÜPE
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR
Dr. Öğr. Üyesi Raziye KUL
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL
Arş. Gör. Sedat SEVEROĞLU
Zir. Yük. Müh. Sevda YAĞANOĞLU
Zir. Yük. Müh. Halit AKTAŞ
Atom Atanasıo Ladu STANSLUO
Dok. Öğr. Abdullah YAZICI
Y.L. Öğr. Melike HASAR
Y.L. Öğr. Osman Celil KELEŞ

İKSAD Publishing House

Copyright © 2021 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 – 2021©

ISBN: 978-625-8061-42-0
Cover Design: İbrahim KAYA
December / 2021
Ankara / Turkey
Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

EDİTÖRDEN

ÖN SÖZ

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL……......1

BÖLÜM 1

FİTOREMEDİASYON YÖNTEMİ (YEŞİL ISLAH)

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL……......3

BÖLÜM 2

BİYODİNAMİK TARIM SİSTEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR,
Doç. Dr. Hilal YILDIZ……...….....23

BÖLÜM 3

YAPISAL EŞİTLİK MODELİ VE VARSAYIMLARI

Dr. Öğr. Üyesi Aycan Mutlu YAĞANOĞLU……....47

BÖLÜM 4

KÜRESEL ISINMA VE KISITLI SULAMANIN ÖNEMİ

Zir. Yük. Müh. Sevda YAĞANOĞLU……...59

BÖLÜM 5

TARIMDA POTANSİYEL BİR MOLEKÜL: HİDROJEN GAZI (H2)

Dr. Öğr. Üyesi Raziye KUL,
Prof. Dr. Ertan YILDIRIM……..…...83

BÖLÜM 6

SÜS BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE DİJİTAL TARIM UYGULAMALARI: BİR İNCELEME

Dr. Öğr. Üyesi Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ
Prof. Dr. Atilla DURSUN……...……..117

BÖLÜM 7

TÜRKİYE BAĞCILIĞINDA SON YILLARDAKİ DEĞİŞİMLER VE MEVCUT DURUM

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed KÜPE.....147

BÖLÜM 8

ALTERNATİF BİR YEM BİTKİSİ OLARAK KÜÇÜK ÇAYIR DÜĞMESİ (SANGUISORBA MINOR SCOP)'NİN YERİ VE ÖNEMİ

Doç. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP,
Arş. Gör. Sedat SEVEROĞLU
Dok. Öğr. Abdullah YAZICI……....175

BÖLÜM 9

SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR TARIM İÇİN ORGANİK GÜBRELER VE ÖNEMİ

Arş. Gör. Sedat SEVEROĞLU,
Doç. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP
Yük. Zir. Müh. Halit AKTAŞ……...193

BÖLÜM 10

GIDANIN LEZZET YOLCULUĞU: PİŞİRME

Dr. Öğr. Üyesi Melek ZOR,
Dr. Öğr. Üyesi Kübra FETTAHOĞLU…….217

BÖLÜM 11

GIDALARDA MEYDANA GELEN PROTEİN OKSİDASYONU VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Ebru ERDEMİR……...257

BÖLÜM 12

KURAKLIK STRESİNİN BİTKİ BÜYÜME VE GELİŞİM DÖNEMLERİNDE ETKİSİ

Atom Atanasıo Ladu STANSLUO
Dr. Öğr. Üyesi Furkan ÇOBAN……...….279

BÖLÜM 13

ANTİBİYOTİK KULLANIMI, ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ VE DİRENÇLE MÜCADELEDE PROBİYOTİK TERAPİ YAKLAŞIMI

Doç. Dr. Hilal YILDIZ
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR
Dr. Öğr. Üyesi Deren TAHMAS KAHYAOĞLU……....297

BÖLÜM 14

GELECEĞİN GIDA VE YEM KAYNAĞI: MİKROALG

Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÜRÜŞAN…….....327

BÖLÜM 15

TRABZON İLİNDE ARICILIK İŞLETMELERİNİN IPARD KAPSAMINDA VERİLEN HİBELERDEN YARARLANMA DURUMLARINDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ

Y.L. Öğrencisi Osman Celil KELEŞ
Doç. Dr. Nuray DEMİR……....351

BÖLÜM 16

BİNGÖL İLİNDE ÇİFTÇİLERİN HAYVANCILIK DESTEKLERİNDEN FAYDALANMA DÜZEYLERİNİN ANALİZİ

Y.L. Öğrencisi Melike HASAR
Doç. Dr. Nuray DEMİR……379

ÖN SÖZ

Uluslararası gelişmişlik kavramı zaman içerisinde tarım sektörünü geri plana atmış, sanayi ve dijital sektörleri ön plana çıkarmıştır. Tüm dünyayı etkileyen salgının başlaması; tarım ve hayvancılığın ekonomilerde ve insan yaşamında ne kadar kritik bir öneme sahip olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. Tarım geçim kaynağı olmasının yanı sıra besin ihtiyaçlarının da karşılandığı, ülkenin ana kaynaklarından birisidir. Tohumdan başlayarak sofraya kadar gelen süreçte yer alan değer zincirinde ziraatın tüm kollarına görev düşmektedir. Mevcut sorunların çözümünde ülke tarımı bir bütün olarak değerlendirilmeli ve ona göre önlemler alınmalıdır. Tarımsal üretimdeki risk ve belirsizliklerin sağladığı dezavantajlar, tarımsal refahın sağlanması için atılacak adımlarla avantaja dönüştürülmelidir. 'Tohumdan Sofraya Sürdürülebilirlik Tarımsal Kaynak Tüketimi için Bazı Öneriler' başlığı altında toplanan bu bölümler öğrenci, araştırmacı, akademisyen ve üreticilerin faydalanabileceği bir kaynak olması için hazırlandı. Yazımda, düzenlemede ve basımda emeği geçen herkese teşekkür eder, ilgilenenlere yararlı olmasını dilerim…

Dr. Öğretim Üyesi Zeynep DUMLU GÜL

Aralık, 2021

BÖLÜM 1

FİTOREMEDİASYON YÖNTEMİ (YEŞİL ISLAH)

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMLU GÜL[1]

[1]Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi, Erzurum, Türkiye. ORCID: 0000-0003-2961-1473. zdumlu@atauni.edu.tr

1. ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE METALLER

Biyosferin toksik metallerle kirlenmesi, sanayi devrimiyle birlikte hızlı bir artış göstermiştir (Nriago, 1979; Settle ve Patterson, 1980). Sanayinin geliştiği yerlerde nüfusun hızlı artışı, çevre tahribatını da beraber getirmiştir. Fosil yakıtların yakılması, madencilik ve metal cevherlerin eritilmesi, kentsel atıklar, gübreler, pestisitler ve kanalizasyon gibi pek çok faktör bu duruma zemin hazırlamıştır (Kabata-Pendias ve Pendias, 1989). Ağır metallerin doğadaki kaynaklardan (depremler, seller, volkanik patlamalar) çok insan kaynaklı faaliyetlerden çevreye yayınımı gerçekleşmektedir (Kahvecioğlu ve ark., 2010). Bir yıl içerisinde doğal kaynakların faaliyeti sonucu 18800 ton arsen, 7600 ton Cd, 3600 ton cıva 332000 ton kurşun atmosfere karışmaktadır. Aynı süre zarfında insan kaynaklı faaliyetlerden metallerin çevreye yayınımı ise (selen (19 kat), kadmiyum (8 kat), kalay (6 kat), krom (3 kat), kurşun, cıva, arsen, nikel) çok daha fazladır (Rether, 2002). Biyosferdeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlenme; hava, su ve toprak kirlenmesi olarak sınıflandırılabilirse de bunların birbirine dönüşmesi çok zor değildir (Topyıldız ve Yarsan, 2014). Toprağın ağır kirlenmesi, dünya çapında yaklaşık 235 milyon hektar ekilebilir alanı etkilemektedir (Bermudez ve ark., 2012). Kimyasal kirliliğin en büyük payını ağır metaller oluşturur (Mater, 1998). Ağır metaller toprakta yüzeye yakın yerlerde birikmektedir (Arıkan, 2021). Kirleticilerin, ağır metallerin olumsuz etkilerinden ilk olarak etkilenen grup bitkilerdir (Yaldız ve Şekeroğlu, 2013). Bitkilerin bozunuma uğraması o ekolojideki tüm canlıları

etkileyerek, metallerin besin zincirine girmesine neden olur. Kimyasal ve biyolojik olarak atılamadıklarından dolayı bünyede birikime sebep olurlar (Siegel, 2002; Kahvecioğlu ve ark., 2010).

Çevre ve insan sağlığını tehdit eden toksik metal kirliliğini temizlemek için halen ekonomik ve etkili bir teknoloji geliştirilebilmiş değildir. Hendek açma, toprak yıkama, kimyasal stabilizasyon ve gömme gibi teknikler ekonomik olmamakla beraber pratik değillerdir (Mehes-Smith ve ark., 2013). Tehlikeli atıkların geleneksel teknolojilerle temizlenmesinin sadece ABD'de en az 400 milyar dolara mal olacağı tahmin edilmektedir (Salt ve ark., 1995). Ağır metallerin kimyasal olarak parçalanması mümkün olmadığı gibi, kirleticileri yerinde azaltmak için mikro organizmaları yerinde kullanmak son yıllarda araştırmaların konusunu oluşturmaktadır. Dokularında yüksek seviyelerde metal depolayabilen bitkilerin tespiti ise bu konuyu özellikle özgün kılmaktadır. Araştırıcılar bitkileri; belirli elementleri topraktan alarak, konsantre edebilen, güneş enerjisiyle çalışan pompalara benzetmektedir (Salt ve ark., 1995). Bütün bitkiler, büyümeleri ve gelişmeleri için elzem olan ağır metalleri topraktan ve sudan biriktirme, bünyelerine alma özelliğine sahiptirler. Cu, Mn, Zn, Fe, Mg, Mo ve Ni bu metallerden bazılarıdır. Bilinen biyolojik bir işlevi olmayan ağır metalleri (Pb, Co, Cd, Hg, Cr, Ag, Se) de biriktirebilen bitkiler mevcuttur (Baker ve Brooks, 1989; Raskin ve ark., 1994). Bununla birlikte, bu ağır metallerin aşırı birikimi çoğu bitki için toksik olabilir. Hem yüksek seviyelerde ağır metalleri tolere etme hem de onları alışılmadık derecede yüksek konsantrasyonlarda

biriktirme yeteneği, birçok farklı bitki türünde hem bağımsız olarak hem de birlikte gelişmiştir (Ernst ve ark., 1992; Baker ve Brooks, 1989). Ni, Co, Cu Mn Pb ve Zn ve Se akümülatörleri rapor edilmiştir (Brooks ve ark., 1978; Brooks ve ark., 1981; Reeves ve Brooks, 1983; Banuelos ve Meeks, 1990).

2. FITOREMEDIASYONUN TANIMI

"phyto" (bitki) ve "remediation" (ıslah) kelimelerinden türetilen fitoremediasyon; 1991 yılında terminolojideki yerini almış, hiperakümülatör bitkiler aracılığıyla ağır metal kirliliğini gideren bir uygulamadır (EPA, 2000; Vanlı, 2007). Yeşil ıslah ya da iyileştirici ajan olarak da bilinir. Bitkilerin çevresel iyileştirme için kullanılabileceğine dair temel fikir çok eskilere dayanmaktadır (Salt ve ark., 1995). İlk uygulandığı yerler, petrol döküntü alanları ve yapay sulak alanlar olarak rapor edilmiştir. (EPA, 2000). Rusya'da yüzyılın başında radyoaktif kirlenmiş suların arıtılması için yarı sucul bitkilerin kullanıldığı bilinmektedir (Timofeev-Resovsky ve ark.,1962). Yapılan araştırmalar Su sümbülü (*Eichhornia crassipes*)", pennyworth (*Hydrocotyle umbellata*)", su mercimeği (*Lemna minor*) ve su kadifesi (*Azotla pinnata*) gibi suda veya yarı suda yaşayan vasküler bitkilerin Pb, Cu, Cd, Fe ve Hg metallerini bünyelerine alabildiklerini göstermiştir (Dierberg ve ark., 1987; Jain ve ark., 1989; Mo ve ark., 1989; Jackson ve ark., 1990).

Bitkilerin, ağır metal alımında üç temel eğilim söz konusudur (Baker ve Walker, 1990; Yılmaz, 2019).

1. Metal dışlayıcılar (Hariç tutma); Toprakta olması gerekenden fazla olan metal konsantrasyonunun hava yolu ile bitkiye girişini engelleyen ve kök yapılarında kontrol altında tutan bitkiler.

2. Metal indikatörler (Belirti); Kendi bünyesinde metalleri biriktiren ve topraktaki metal seviyelerinin, kendi bünyesindekiyle aynı olan bitkiler.

3. Toplayıcılar (Birikim); Toprak bünyesindeki metal kirleticileri alarak yoğun bir şekilde kendi dokularında bulundurabilen bitkiler

Bu yöntemlerden bitkinin hangisi yada hangilerini kullanacağı, büyük ölçüde bitkilerin spesifik yeteneklerine ve bitki türleri arasında metal alımındaki büyük farklılıklara bağlıdır (Yılmaz, 2019).

3. HİPERAKÜMÜLATÖR BİTKİ

Yüksek birikim anlamına gelen 'Hiperakümülatör' terimi ilk olarak Jaffré ve ark., isimli araştırmacıların yeni koledonya ağacındaki yüksek nikel konsantrasyonunu belirlemelerinden sonra kullanılmaya başlanmıştır (Reeves, 2006). Çiçekli bitkilerin % 0.2'sini içine alan, tanımlanmış 440'tan fazla hiperakümülatör bitki vardır ve bunların dörtte üçü Ni birikimi yapabilen bitkilerdir (Ellis ve Salt, 2003; Baker ve Brooks, 1989; Reeves, 2006; Milner ve Kochian, 2008). Hiperakümülatör bitkiler genel olarak, normal bitkilerle kıyasla 50 ile 500 katı kadar metali bünyesinde biriktirebilen bitkiler olarak tanımlanmaktadırlar (Clemens, 2006). Hiperakümülatör bitkilerin kökleri topraktaki ağır metali bünyesine yüksek oranlarda alır, gövdeye hızlı bir şekilde iletir ve bitkinin diğer organlarında (gövde ve yaprak)

depolarlar. Hiperakümülatör olmayan bitkilerin metal birikimi metabolik geresinimlerini aşmaz (Rascio ve Navari-Izzo., 2011, Anonim, 2021).

4. FITOREMEDIASYON YÖNTEMLERI

Bitkiler vasıtasıyla organik ve inorganik kirleticilerin giderilmesi olarak adlandırılan fitoremediasyon teknolojisi, kullanılan bitki ve kirleticilerin türlerine göre sınıflara ayrılmıştır. Bu yöntemlerden hangisinin kullanılacağı bazı faktörlere göre belirlenir. Öncelikle kullanılacak bitkinin ortamdaki metalle olan alım ve giderim mekanizması bilinmelidir. Kirleticinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesi ve seçilecek yöntemin ortamdaki kirleticiye uygun olup olmadığı belirlenmelidir. Kirlilik seviyesinin tespit edilmesi, kirliliğinin topraktaki derinliği ve iklim faktörleri dikkat edilmesi gereken faktörler olarak öne çıkmaktadır (EPA, 2000). Kirleticiler ve kullanılan fitoremediasyon yöntemleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1- Fitoremediasyon Teknolojilerinin Kirletici Çeşitlerine Göre Sınıflandırılması (Aybar ve ark., 2015).

Metal Kirleticilerde Kullanılan Yöntemler	**Organik Kirleticilerde Kullanılan Yöntemler**
Fitoekstraksiyon	Fitodegradasyon
Rizofiltrasyon	Rizodegradasyon
Fitostabilizasyon	Fitovolatilizasyon

4.1. Fitoekstraksiyon (Bitkisel özümleme)

Bu yöntemin temeli inorganik (metal) kirleticilerin bitkinin kökleri vasıtasıyla alınarak, toprak üstü organlarda birikimini takiben hasat edilerek kirliliğin giderilmesine dayanmaktadır. Ni, Cu, Cd, Zn ve Pb gibi ağır metallerin (besin elementi olmayan) giderilmesinde tercih edilmektedir (Terzi ve Yıldız, 2011). Kirliliğin yüksek olduğu alanlarda bitki büyümesi olumsuz etkilendiğinden dolayı, düşük ve orta seviyede kirliliğin olduğu alanlarda uygulanmalıdır (Padmavathiamma ve Loretta, 2007). Kullanılan bitkinin hızlı büyümesi, yüksek biyokütle üretmesi ve toprak üstü organlarında metalleri yüksek oranda absorbe edebilmesi fitoekstraksiyon yönteminin başarısında büyük rol oynar (Blaylock ve Huang, 2000). Bu yöntem için uygun olan, bünyesinde ağır metal biriktirebilen 400 kadar tür (*Lamiaceae, Euphorbiacea, Brassicacea, Asteraceae, Scrophulariaceae*) rapor edilmiştir. Fitoextraksiyon uygulaması sürecinde bitkiler belirli bir süre sonra hasat edilerek, elde edilen bitkisel materyal ilk olarak kurutulur ve daha sonra yakılarak kül haline getirilir. Çürütülmesi yoluyla kompost formuna dönüştürülerek sınırlandırılır ve son olarak biyolojik metal madeni (bio-metal ore) halinde yeniden dönüşüme sokularak izole hale getirilebilir (Memon ve ark., 2000). Bu uygulamada kirletici etmenler taban suyunu etkileyecek boyuta ulaşmışsa bitki köklerinin inebileceği derinlik büyük önem taşır (Pivetz, 2001). Bu yöntem için tanımlanan en iyi metal akümülatör bile (*Thlaspi caerulescens)* alanı temizlemek için 13-14 yıllık sürekli ekime ihtiyaç duyar (Anonim, 2021).

4.2. Rizofiltrasyon (Köklerle süzme)

Bu yöntemde kullanılan bitkinin köklerinin filtre görevi yapması beklenir ve toprak ıslahı değil, kirlenmiş sudaki ağır metallerin alandan uzaklaştırılması temel amaçtır. Bitki kirleticiyi kökleri vasıtasıyla bünyesine alır, emme ve çökeltme işlemlerinden geçer. Bu süreçler sonunda köklerde tutunan kirleticiler, bitkinin diğer dokularına da taşınabilir. Burada esas olan kirleticilerin bitki bünyesinde hareketsizliğinin sağlanmasıdır. Kirleticinin bitki bünyesine alınması için çözelti ortamının olması gereklidir. Bu sebepten çamur, toprak ve sediment ortamlarındaki kirleticiler için uygun değildir. Yeraltı suları, atık sular ve yüzey sularında uygulanabilir. Yalnız sucul değil, karasal bitkilerde tercih edilebilir. Geniş kök sistemleri nedeniyle ayçiçeği, mısır, çavdar ve hardalın çözeltideki kirleticiyi alma ve çökeltmeye uygun yapıda bitkiler olduğu rapor edilmiştir (Dushenkov ve ark., 1995). Bu yöntem ile uzaklaştırılan kirleticiler, ağır metaller (Pb, Cd, Cr, Ni, Zn, Cu) ve radyonükleidler (Cesium (Cs), Uranium (U), ve Strontium (Sr)) olarak sıralanmıştır (EPA, 2000; Vanlı 2007). Çözelti içinde bulunan kirleticinin bitkinin alımına uygun pH'ya ayarlanabilmesi, kullanılan bitkilerin belli periyodlarla yenilenmesi ve suyun akış hızının kontrollü olabilmesi için iyi bir mühendislik sistemi gerekir (Eke, 2010).

4.3. Fitostabilizasyon (Köklerle Sabitleme)

Fitostabilizasyon yöntemi, metale maruz kalmış, yerleşik bitki örtüsü olmayan alanların bitkilendirilerek, topraktaki kirleticilerin köklere

alınması, birikmesi ve kök bölgesinde çökelmesi esasına dayanır. Ayrıca bitki kökleriyle toprağı tutarak, erozyonu önlemek suretiyle kirleticilerinde taşınmasını engellemiş olur. Avantajı toprağın taşınmak zorunda olmamasıdır. Dezavantajı ise, metal kirliliğin yıkanarak taban suyuna karışabilmesidir. Fitostabilizasyon yönteminde bitki seçiminde en önemli faktörlerden biri kök sisteminin genişliği ve etkinliğidir. Diğer aranan özelliklerse metalin gövdeye transferinin en minimum düzeyde kalması ve yüksek oranda biyokütle oluşturabilmesidir (Vanlı, 2007; Rizzi ve ark., 2004). Örneğin kavak ağacının kökleri, kirliliğin 150-300 cm derinliğinde olduğu yerler için düşünülebilir. Güney Dakota (ABD)'da yapılan bir çalışmada hibrit bir kavak ağacının ilk yılında 12 m boyuna ulaşarak bünyesinde olması gerekenden çok daha fazla miktarlarda As ve Cd biriktirebildiği tespit edilmiştir (Pivetz, 2001). Yapılan başka bir çalışmada ise birleşik krallıkta metal içerikli maden atıkları olan bir bölgenin ıslahı için metal toleranslı çeşitlerin ekilmesi ve kapsamlı gübreleme yapılması sonucunda iyi nitelikli bir bitki örtüsünün kurulabildiği rapor edilmiştir (Smith ve Bradshaw, 1979). Fitostabilizasyon yöntemi kapsamında As, Cd, Pb, Cr, Hg, Zn, Cu elementlerinin topraktan gideriminde, Hindistan hardalı ve çimler etkin bir şekilde kullanılmaktadır (EPA, 2000).

4.4. Fitodegredasyon (Bitkisel bozunum)

Fitotransformasyon olarak da bilinen fitodegradasyon, hiperakümülatör bitkilerin kökleriyle bünyesine aldıkları organik kirleticileri metabolik proseslerden geçirerek ayrıştırması yöntemidir. Bu ayrışmanın gerçekleşmesi için enzimatik

reaksiyonlara ihtiyaç vardır. Bitkinin kirleticiyi bünyesine alıp absorbe etmesi bu yöntemin ilk adımıdır, sonrasında ise enzimler yardımıyla parçalanarak bozunuma uğratılır.

Kirleticinin bitki bünyesine alınabilmesi toprağın yapısı, kirleticinin topraktaki bulunma süresi, bitkinin yapısı ve kirleticinin eriyebilirliğine bağlı olarak değişir. Kirleticinin eriyebilirliğinin hızlı olması bitkinin alımını zorlaştırır. Fitodegradasyon, toprak, tortu (sediment) ve çamur arıtılmasında kullanıldığı gibi, yeraltı sularının arıtılmasında da kullanılmaktadır. Yöntemin en büyük avantajı bitkinin kendi fizyolojisiyle ayrıştırmayı yapabilmesi, mikroorganizmalara ihtiyaç duymamasıdır.

Bu yöntem kullanılarak yeraltı sularındaki çözücüler, topraktaki petrol, havadaki uçucu ve aromatik bileşikler gibi birçok farklı kirleticinin giderimi sağlanabilir (Newman ve Reynolds 2004). Bununla beraber cephane atıkları, bitki enzimleri ve ayrıca organik herbisitler gibi bozunabilen diğer toksik maddelerin arıtımında da bu yöntem kullanılmaktadır (Mirsalia, 2004).

4.5. Rizodegradasyon (Köklerle Bozunum)

Bu yöntemde bitki köklerine aldığı kirleticiyi, kendi kök sistemi ve toprak mikroorganizmaları ile birlikte ayrıştırarak etkisiz hale getirir. Köklerle bozunum olarak bilinen bu yöntemde kirleticiler bulundukları doğal ortamda ayrıştırılmış olur. Fakat düşük miktarda dahi olsa bitki ve atmosfere taşınımı söz konusudur (Söğüt ve ark., 2004). Bitki kökleri alkoller, şekerler ve organik asitleri toprak mikroflorası için

karbonhidrat kaynakları olarak faaliyete geçirirler, mikrobiyal oluşumu ve aktiviteyi arttırırlar (Aybar ve ark., 2015). Rizodegradasyon yöntemi ile giderilen kirleticiler arasında, PAH (çok halkalı aromatik hidrokarbonlar), TPH (toplam petrollü hidrokarbonlar), BTEX (benzen, toluen, etilbenzen, ksilen), pestisitler (herbisit, insektisit), PCB (poliklorinatlı bifeniller), klorlu çözücüler (TCE, TCA), PCP (pentaklorofenol), yüzey aktif maddeler (LAS, LAE) sayılabilir. Rizodegradasyon amacıyla kullanılan bitkiler arasında ise, nane (*Mentha spicata*), kırmızı dut (*Morus rubra* L.), yonca (*Medicago sativa*) ve su kamışı (*Typha latifolia*) bitkileri sayılabilmektedir (EPA, 2000). Ayrıca bitki kökleri toprağı havalandırıp, gevşeterek mikrobiyal aktivitenin artmasını da sağlarlar (Mirsalia, 2004).

4.6. Fitovolatilizasyon (Bitkisel buharlaşma)

Bu teknolojide bitkiler ortamdaki kirletici etmenleri kökleri vasıtasıyla bünyesine alarak, yapısını daha az toksik hale getirerek atmosfere verirler. Fitovolatilizasyon teknolojisi fitodegredasyon uygulamasını da içine almaktadır. Kirli yer altı suları söz konusuysa, bitkinin kök derinliği oldukça önem taşır. Bu durumlarda kirli su köklerden bitkinin diğer toprak üstü organlarına taşınır. Sonrasında terleme ve buharlaşma ile gaz formuna dönüşerek bitkiyi çevreleyen havaya karışır (Aybar ve ark., 2015). Bu uygulamanın en büyük avantajı çok zehirli olan metallerin (örneğin civalı bileşikler) gaz formuna dönüşerek havaya karışmasıdır. Ancak çok zehirli metallerin havaya salınması da bir dezavantajdır (Hamutoğlu ve ark., 2012). *Brassica juncea* ve *Arabidopsis thaliana* bu özelliklere

sahip olan bitkiler arasında yer almaktadır (Ghosh ve Singh, 2005). Bununla birlikte, Populus ve Salix gibi ağaç türleri etkin fitoremediasyon özelliklerinden dolayı sıklıkla bu teknikte kullanılmaktadır (Pulford ve Watson, 2003). Bu yöntemin uygulanabildiği kirleticiler arasında, Organik klorlu çözücüler ve Se, As ve Hg gibi inorganik kirleticiler yer almaktadır. Hindistan hardalı ve kanola bitkilerinin ortamdaki Se elementini absorbe ederek, selenat halindeki selenyumu daha az toksik hale dönüştürüp gaz formunda atmosfere yayabildiği bildirilmiştir (EPA, 2000)

Tablo 2- Fitoremediasyon Yöntemlerinin Farklı Kirletici ve Ortamlarda Kullanım Alanları (Aybar ve ark., 2015).

Mekanizma	**Ortam**	**Süreç Hedefi**	**Kirleticiler**	**Bitkiler**
Fitoekstraksiyon	Toprak, sediment ve çamur	Kirletici alma ve uzaklaştırma	Metaller, metalloidlerve radyonükleidler	Hindistan hardalı, alyssum, ay çiçeği, hibrit kavaklar
Rizofiltrasyon	Yüzey ve yer altısuyu	Kirletici alma veuzaklaştırma	Metaller, radyonükleidler	Ayçiçeği, Hindistan hardalı, su sümbülü
Fitostabilizasyon	Toprak,sediment ve çamur	Kirletici etkisizleştirme	As, Cd, Cr, Cu, Hs, Pb, Zn	Hindistan hardalı, Hibrit kavaklar, çimler
Fitodegredasyon	Toprak, sediment ve çamur, yer altı suyu, yüzey suyu	Kirletici giderme	Organik bileşikler, Klorinat çözücüler, Herbisitler, Fenoller	Alg, Hibrit kavaklar, siyah söğüt, servi
Rizodegredasyon	Toprak, yer altı suyu	Kirletici giderme	Organik bileşikler	Kırmızı dut, çimler
Fitovolatilizasyon	Toprak,sediment ve çamur, yer altısuyu	Kirleticiyi buharlaştırma	Klorinat çözücüler, Bazı inorganikler (Se, Hg, As)	Kavaklar, yonca, Hindistan hardalı

5. SONUÇ

Fitoremediasyon, çeşitli kirleticilerin sebep olduğu kirliliğin bitkiler yoluyla toprak ve su kaynaklarından giderilmesi yöntemidir. Çevre kirliliğinin ekosistemi tehdit edecek boyutlara ulaşması ve diğer yöntemlerin yüksek maliyeti, bu yöntemin kullanım alanlarını artırmaktadır. Hiperakümülatör bitkilerde en çok aranan özellikler yüksek biokütleye ve gelişmiş bir kök sistemine sahip olmalarıdır. Bunun yanında olumsuz çevre şartlarına da adaptasyon sağlayabilmelidirler. Fitoremediasyon geniş bir kullanım alanını kapsar ve daha iyi anlaşılabilmesi için çok sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır. Bitki biyolojisi, ziraat mühendisliği, agronomi, toprak bilimi, mikrobiyoloji ve genetik mühendisliği gibi çeşitli alanları kapsayan çok disiplinli bir yaklaşım gerektirmektedir (Salt ve ark.,1995). Yüksek biyokütleli bitki türlerinin ve genotiplerin metal birikimi ve direnç açısından sistematik olarak taranması, bitkilerin kirleticiyi bünyesinde absorbe etme mekanizmalarının anlaşılması, ağır metaller ve organik kirleticilerle kirlenmiş alanların ıslahının başarısı için çok önemli süreçlerdir. Bünyesinde yüksek konsantrasyonda metal birikimi yapabilen bitkilerin genelde yerel olarak yayılış gösterdiği belirtilmiştir. Ancak geniş adaptasyon kabiliyetine sahip hiperakümülatör bitkilerde mevcuttur (Aybar ve ark., 2015). Islah edilmesi düşünülen bölgede hangi kirleticinin bulunduğu tespit edilmeli, uygun bitki seçimi yapılmalı ve uygun yöntem belirlenmelidir. Kullanılan bitkilerin ekim ve hasat zamanları, gübrelemesi ve sulaması gibi tarımsal uygulamalarda yapılan

yanlışlıklar fitoekstraksiyon ve rizofiltrasyon yöntemlerinin de verimliliğini düşürmektedir.

Fitoremediasyon kapsamında uygulamaya konulan birçok farklı yöntem ve uygulama halen gelişme aşamasındadır. Hiper birikim kabiliyeti olan alternatif bitki türlerinin bulunması, teknolojinin kullanım etkinliğini arttıracaktır. Bu yöntem bitkilerin topraktan, sulak alanlardan metalleri giderimi ile sınırlı değildir. Bitki kalıntılarının kurutulup yakılması, uygun özelliklere sahip olması durumunda hayvanlara yedirilmesi ya da depolanması ile tam anlamıyla başarı sağlanmış olur. Bu alanda ticari firmaların kurulmasıyla yakın gelecekte Fitoremediasyon yöntemlerine ait uygulamaların ve öneminin artacağı ön görülmektedir.

KAYNAKLAR

Alexander, Rether. (2002), Doktora Tezi, Münih Teknik Üniveristesi, Entwicklung und Charakterisierung wasserlöslicher Benzoylthioharnstofffunktionalisierter Polymere zur selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwässern und Prozesslösungen.

Anonim(2021).https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/81662/mod_resource/content/0/9.%20Fiter.%20teknikleri.pdf. (Erişim tarihi: 30.11.2021).

Arıkan, E. N. (2021). Bazı Ağır Metallerce Kirlenmiş Tarım Topraklarının Çim Bitkisi (lolium perenne l.) Kullanılarak Fitoremediasyon Yöntemleriyle Doğal Arıtımı. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Aybar, M., Bilgin, A., Sağlam, B. (2015). Fitoremediasyon yöntemi ile topraktaki ağır metallerin giderimi, Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, Cilt:1 · Sayı:1-2 · Sayfa:59-65.

Baker, A.J. M., Brooks, R.R. (1989). Terrestrial higlıer plants which hyper-accumulate metallic elements-A review of their distribution, ecology and phy- tochemistry. Biorecovery 1:81-126.

Baker, A.J.M., Walker P.L. (1990). Ecophysiology of metal uptake by tolerant plants, heavy metal tolerance in Plants. In: Shaw A.J. Evolutionary Aspects. CRC Pres, Boca Raton. 155-177.

Banuelos, G.S., Meeks, D.W. (1990). Accumulation of selenium in plants grown on selenium-treated soil. J. Environ. Qual. 19:772-777.

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.

Blaylock, M.J., Huang, J.W., (2000). Phytoextraction of Metals. In: Raskin, I. ve Ensley, B.D. (eds.), Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean-up the Environment. Wiley, New York, pp. 53- 70.

Brooks, R.R., Morrison, R.S., Reeves, R.D., Malaisse, F. (1978). Copper and cobalt in African species of *Aeolanthus* Mart. (Plectranthinae, Labiatae). Plant and Soil 50:503-507.

Brooks, R.R., Trow, J.M., Veillon, J.M., Jaffre, J.M. (1981). Studiesonman- ganese accumulating *Alyxia* from New Caledonia. Taxon 30:420-423.

Clemens, S. (2006). Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants, Biochimie, 88(11), 1707-1719.

Dierberg, F.E, DeBusk, T.A., Goulet, Jr. N.A. (1987). Removal of copper and lead using a thin-film technique, p. 497-504. *in:* Aquatic Plants for Water Treatınent and Resource Recovery. Reddy, K. B. and Smith, W. H. (Eds.). Magnolia Publishing ine. FL.

Dushenkov, V., Kumar, P.B.A.N., Motıo, H .,Raskin, 1. (1995). Rhizofiltration-the use of plants ıo remove beavy metals from aqueous streams. Environ. Sci. Technol. 29:1239-1245 .

Eke, M. (2010). Nikel hiperakümülatörü thlaspi elegans boiss'den nikelin asitle ekstraksiyonu ve elektrokimyasal yolla metal olarak geri kazanımının araştırılması, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Ellis D.R., Salt D.E. (2003), Plants selenium and human health, Current Opinion in Plant Biology, 6, 273-279.

EPA (Environmental Protection Agency) (2000). Introduction to Phytoremediation, EPA/600/R-99/107, National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio 45268,USA.

Ernst, W.H.O., Verkleij, J.A.C., Seha, H. (1992). Metal tolerance in plants. Acta Bot. Neerl. 41:229-248.

Ghosh, M., Singh, S.P. (2005). A Review on Phytoremediation of Heavy Metals and Utilization of its Byproducts. Applied Ecology and Environmental Research, 3, 1-18.

Hamutoğlu, R., Dinçsoy A.B., Cansaran-Duman, D., Aras, S. (2012). Biyosorpsiyon, adsorpsiyon ve fitoremediasyon yöntemleri ve uygulamaları. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi 69(4): 235-253.

Jackson, P.J., Torres, A.P., Delhaize, E., Pack, E., Bolender, S. L. (1990). *The removal of barium ion from solution using Datura innoxia Mill. Suspension culture cells* (Vol. 19, No. 4, pp. 644-648). American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America.

Jain, S.K .. Vasudevan, P., Jha, N.K. (1989). Removal of some heavy metals from polluted waters by aquatic plants : Stuclies on duckweed and water velveı. Biological Wastes 28:115-126 .

Kabata-Pendias, A., Pendias, H. (1989). Trace Elements in The Soil And Plants. CRC Press, Florida.

Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S. (2010). Metallerin Çevresel Etkileri, İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, http://www.metalurji.org.tr/dergi.10 Mart (2010). (Erişim tarihi: 30.11.2021).

Mater, B. (1998). Toprak coğrafyası, Çantay Kitabevi, İstanbul,

Mehes-Smith, M., Nkongolo, K., Cholewa, E. (2013). Coping mechanisms of plants to metal contaminated soil. InSilvern, S. and S. Young, editors. Environmental change and sustainability. InTech.

Memon, A.R., Aktopraklıgil, D., Özdemir, A., Vertii, A. (2000). "Heavy Metal Accumulation and Detoxification Mechanisms in Plants" Tübitak MAM, Institute for genetic Engineering and Biotechnology, Kocaeli, Turkey.

Milner, M.J., Kochian, L.V. (2008). Investigating heavy-metal hyperaccumulation using Thlaspi caerulescens as a model system. Annals of botany, *102*(1), 3-13.

Mirsalia, (2004), *Soil pollution: origin, monitoring and remediation*, Springer–Verlag Berlin Heidelberg.

Mo, S.C., Choi, D S., Robinson, J.W. (1989). Uptake of mercury from aqueous solution by duckweed: the effects of pH, copper and humic acid. *Journal of Environmental Science & Health Part A*, *24*(2), 135-146.

Newman, L.A., Reynolds C.M. (2004), *Phytodegradation of organic compounds*, Current Opinion in Biotechnology, 15, 225-230.

Nriagu, J.O. (1979). Global inventory of natural and anthropogenic emissions of trace metals to the atmosphere. *Nature*, *279*(5712), 409-411.

Padmavathiamma P.K, Loretta Y.L. (2007). Phytoremediation technology: Hyper-accumulation metals in plants. Water Air Soil Pollut, (2007); 184: 105-26.

Pivetz, B.E. (2001). Phytoremediation of Contaminated Soil and Ground Water at hazardous Waste Sites United States Environmental Protection Agency EPA, 540/S-01/500, 36 p.

Pulford, I D., Watson, C. (2003). Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees—a review. *Environment international*, *29*(4), 529-540.

Rascio, N., Navari-Izzo, F. (2011). Heavy metal hyperaccumulating plants: how and why do they do it? And what makes them so interesting?. *Plant science*, *180*(2), 169-181.

Raskin, I, Salt, E.D., Blaylock, M., Kumar, P.B.A.N., Dushenkov, V., Ensley D.B., Chet, I. (1994). Phytoremediation: A Novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. Bio/Technology 13, pp. 468–474.

Reeves, R.D. (2006), Hyperaccumulation of trace elements by plants, Phytoremediation of metal-contaminated soils, NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences, (Morel J.L., Echevarria G., Goncharova N. Ed.), Springer, NY, ss.1-25

Reeves, R.D., Brooks, R.R. (1983). Hyperaccumulation of lead and zinc by two metallophytes from mining areas of Central Europe. *Environmental pollution series A, Ecological and Biological*, *31*(4), 277-285.

Rizzi, L., Petruzzelli, G., Poggio, G., Guidi, G.V. (2004). Soil physical changes and plant availability of Zn and Pb in a treatability test of phytostabilization. *Chemosphere*, *57*(9), 1039-1046.

Salt, D.E., Blaylock, M., Kumar Nanda, P.B.A., Dushenkov, V., Ensley, B.D., Chet, I. ve Raskin, I. (1995). Phytoremediation: A Novel Strategy for the Removal of Toxic Metals From the Environment Using Plants. Bio/Technology, 13, 468-474

Settle, D.M., Patterson, C.C. (1980). Lead in albacore: guide to lead pollution in Americans. *Science*, *207*(4436), 1167-1176.

Siegel, F.R. (2002). *Environmental geochemistry of potentially toxic metals* (Vol. 32). Berlin: springer.

Smith, R.A.H., Bradshaw, A.D. (1979). The use of metal tolerant plant populations for the reclamation of metalliferous wastes. *Journal of Applied Ecology*, 595-612.

Söğüt, Z., Zaimoğlu, Z., Erdoğan, R.K., Doğan, S. (2004). Su kalitesinin arttırılmasında bitki kullanımı yeşil ıslah-phytoremediation, *Çukurova Üniversitesi*, Adana.

Terzi, H., Yıldız, M. (2011). Ağır metaller ve fitoremediasyon: fizyolojik ve moleküler mekanizmalar. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 11(1), 1-22.

Timofeev-Resovsky, E.A., Agafonov, B.M., Timofeev-Resovsky, N.V. (1962). Fate of radioisotopes in aquatic environments. In Proceedings of Bilogical Institute USSR Academy of Sciences (Vol. 22, pp. 49-67).

Topyıldız, M., Yarsan, E. (2014). Çevresel Kirliliğin İzlenmesinde Biyoindikatör Canlılar. Türk Veteriner Hekimleri Birliği Dergisi; (1-2): 83-93.

Vanlı, Ö. (2007). Removal Of Pb, Cd, B Elements From Soıl By Chelate Assısted Phytoremediation Method .İTÜ, Institute of science, master thesis.

Yaldız, G., Şekeroğlu, N. (2012), Tıbbi ve aromatik bitkilerin bazı ağır metallere tepkisi, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6(1), 80- 84.

Yılmaz, H.Ş. (2019). Farklı ağır metal uygulamalarının tane sorgum çeşitlerinde ağır metal birikimi, morfolojik ve yem kalite özelliklerine etkisi. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.

BÖLÜM 2

BİYODİNAMİK TARIM SİSTEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR[1]
Doç. Dr. Hilal YILDIZ[2]

[1] 1Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bayburt, Türkiye. ORCID: 0000-0002-5080-7721, eposta: ocakir@bayburt.edu.tr
[2] Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Nevşehir, Türkiye. ORCID: 0000-0002-7966-455X, eposta: hilalyildiz@nevsehir.edu.tr

1. GİRİŞ

Modern tarım, üretimin sürdürülebilirliği için çeşitli dış girdilere ihtiyaç duyar ve nüfus artışıyla paralel olarak artan gıda talebini karşılamak amacıyla ürün zararlılarını ve hastalıklarını etkili bir şekilde azaltan ve gıda üretimini artıran kimyasal gübre ve pestisitleri yaygın olarak kullanır. Yaygın gübre kullanımı; ürün niteliği, sulama ve drenaj, haşere ve hastalık yönetimindeki ilerlemeler ile birlikte, son yetmiş yılda dünya genelinde gıda ve yem üretimindeki artışlara önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. Ancak kimyasal gübre ve pestisitlerin aşırı kullanımı sera gazı emisyonları, su ötrofikasyonu, toprak asitlenmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması, besin zincirinin tamamında toksisite ve yeraltı suyu kirliliği gibi bir seri çevresel problemi de beraberinde getirmiştir (Li ve ark., 2013; Lyu ve ark., 2021). Dolayısıyla kimyasal gübre ve pestisit kullanımı tür çeşitliliğine, çevreye, habitata ve insan sağlığı ve refahına yönelik bir tehdit haline gelmiştir. Bu tehditler, sentetik kimyasallardan arındırılmış, sürdürülebilir ve rejeneratif tarım uygulamalarının kullanımını vurgulayan organik ve biyodinamik tarımın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu tarım uygulamaları genel olarak; biyoçeşitliliğe, su kullanım verimliliğine, ekosistem hizmetlerine, karbon tutmaya ve iklim değişikliğine karşı direnci artırarak üst toprağı canlandırmaya odaklanan çiftçilik ve gıda sistemlerine muhafazakar ve iyileştirici bir yaklaşım sunarlar (Mpanga ve ark., 2021).

Biyodinamik tarım; çiftçilik, bahçecilik, gıda ve beslenme gibi farklı bilim dallarını ele alan ve bunlara bütünsel, ekolojik, felsefi ve aynı

zamanda spiritüel yaklaşım getiren ve dünya tarihinde bilinen en eski organik ürün yetiştirme sistemidir (Anonim 2021a, Çakır ve ark., 2018). Biyodinamik tarım uygulamalarında tüm yönleri ile kendi kendine yetebilen, tamamen bağımsız bir tarım sistemi oluşturulması ve uygulamalarda kimyasal girdi (ilaç, gübre vs.) kullanılmaması en önemli misyondur (Turinek ve ark., 2009). Böylece gelecek nesillerin günümüzden daha iyi bir ekolojik ortama sahip olmasını hedefler. Biyodinamik tarım anlayışında çiftliğin tamamının tek bir organizma olduğu ve gerçek bir organizma hayatını nasıl idame ediyorsa çiftliğin de aynı şekilde kendi içinde kendi ihtiyaçlarını karşılayarak hayatını devam ettirebilmesi istenmektedir. Bu organizmanın hasta olduğu durumlarda kendi kendini iyileştirmesi, olası dış etkenlere karşı kendi iç dinamikleri ile savunma yapması gerekmektedir (Çakır ve ark., 2018).

2. BİYODİNAMİK TARIMIN DOĞUŞU

Biyodinamik tarım fikrini ilk olarak 1924 yılında ortaya atan ve üzerinde çalışan kişi filozof Rudolf Steiner olmuştur (Resim 1). 1861 yılında Avusturya-Macaristan İmparatorluğu sınırları içinde bulunan Kraljevec'da (günümüzde Hırvatistan sınırları içinde) dünyaya gelen Steiner pedagog, mimar, sanatçı, doğa bilimleri uzmanı ve antropozofinin kurucusudur. Viyana Yüksek Teknik Okulu'nda biyoloji, kimya, fizik ve matematik eğitimi alan Rudolf Stainer ilerleyen zamanlarda Goethe'nin doğa bilimlerini ele alan çalışmaları üzerinde araştırmalar yapmış ve böylece eğitimini aldığı diğer dalların arasına felsefeyi de eklemiştir (Anonim, 2021b).



Resim 1. Rudolf Steiner (1861-1925)

Biyodinamik tarımın ilk temelleri 1920'li yıllarda bir grup çiftçinin hassasiyeti sonucu atılmıştır. Kimyasal gübre kullanımının yaygınlaşması ile toprağın kimyasal yapısı ile ekinlerin, hayvanların ve çiftliklerin genel yapısının zaman içinde değiştiğini ve bozulmaya uğradığını düşünen çiftçiler destek almak için Rudolf Steiner'e başvurmuşlardır. 1924 yılı yazında bugün Polonya sınırları içinde bulunan Koberwitz eyaletinde 111 çiftçi Rudolf Steiner'in vermiş olduğu bir dizi seminere katılmışlardır (Paul, 2020).

Bahsi geçen kurs sırasında Rudolf Steiner, Antroposofik Çiftçiler ve Bahçıvanlar Deney Grubu'nu (ECAFG) kurmuş ve bu grup ile eğitimde öne çıkan öneriler pratikte uygulanmaya başlamıştır. Eğitime katılan çiftçilerin yaklaşık 60'ı ECAFG'ye katılmış ve böylece biyodinamik tarım uygulaması ilk olarak bu şekilde hayata geçirilmiştir. Böylece çok eski tarihlerde bir şekilde uygulanan ancak 1924 yılında ilk olarak bilimsel temelleri atılan biyodinamik tarımın hikâyesi ortaya çıkmaya başlamıştır (Meyer, 1929; Pigot, 2020). Bu eğitim takip eden yıllarda

Almanya ve İngiltere'de de yapılmıştır (Paul, 2020). Bazı kaynaklara göre biyodinamik adının bu eğitimlere katılan katılımcılar arasında ortaya çıktığı ve 1927 yılında Almanya Marienstein'de yapılan bir toplantıda "Biyolojik-Dinamik" teriminin ilk kez kullanıldığı düşünülmektedir (Paul, 2011a).

Biyodinamik ismi 1924-1938 yılları arasında farklı ortam ve organizasyonlarda zikredilmiş ve pratik uygulamalarda da Biyodinamik Tarım Çiftlikleri ve Biyodinamik Tarım Eğitimleri olarak yaygınlaşmıştır. Rudolf Steiner'in ölümünden sonra Biyodinamik tarım eğitimlerini devam ettiren Dr. Ehrenfried Pfeiffer 1938 yılında "Bio-Dynamic Farming and Gardening" (Biyodinamik Çiftçilik ve Bahçecilik) isimli bir kitap yazmış ve bu kitap çok kısa bir zaman içinde beş farklı dile çevrilerek yayınlanmıştır. Pfeiffer'in bu kitabı, biyo-dinamiğin yayımlanan ilk kapsamlı belgesi olup antroposofik çiftçiler tarafından yürütülen on dört yıllık yoğun deneysel çalışmaların sonucunda üretilmiş bir eserdir (Paul, 2011b).

Dr. Ehrenfried Pfeiffer'in 1938 yılında biyodinamik tarım üzerine kilometre taşı olarak kabul gören kitabını yayınlamasından sonra 1940 yılında Lord Northbourne tarafından 'organik tarım' terimini ortaya atan ilk çalışma olan "Look to the Land" isimli bir kitap yayınlanmıştır. Böylece tarihte ilk kez "organik tarım" ve "biyodinamik tarım" adı altında iki farklı tarım yöntemi doğmuştur (Anonim 2021c).

Biyodinamik tarım felsefesi ilk olarak Almanca konuşulan ülkelerde yayılmaya başlamış ve gelişimini bu bölgelerde devam ettirmiştir.

İkinci aşamada ise İskandinavya ülkeleri ve Avustralya'da ilgi odağı olmuştur. İlk büyük uygulamalarından biri 1947 yılında Avustralya'da hayata geçirilmiştir. Biyodinamik tarımın öncülerinden biri olarak kabul edilen Alex Podolinsky aynı yıl içinde Avustralya'ya göç etmiş ve burada toplamda 10.000 hektar alana ulaşan farklı çiftliklerde uygulamalar yapmıştır. Daha sonra zayıf toprağı ve zorlu iklim koşullarıyla bilinen bu ülkede toplamda bir milyon hektara varan alanda çalışmalar yürütülmüştür. Biyodinamik tarıma öncülük eden çalışmalardan biri de Mısır'da hayata geçirilmiştir. 1979 yılında Mısırlı bir Tıp Doktoru ve Kimyager olan ve 2003 Alternatif Nobel Ödülü (Doğru Yaşam Ödülü) sahibi İbrahim Abouleish tarafından hayata geçirilen SEKEM adlı proje 2000'den fazla küçük çiftçiyi, birkaç işletmeyi kapsayan bir uygulama olmuştur (Koepf, 1993; Anonim 2021c; Babita ve ark., 2015).

Günümüzde 65 ülkede 220.000 hektardan fazla alanda 6.500'den fazla çiftçinin biyodinamik tarım ile ilgilendiği ve bu ülkelerin 36'sında çiftçilerin biyodinamik tarımın ele alındığı organizasyonlar oluşturdukları bildirilmiştir (Anonim 2021a).

3. BİYODİNAMİK TARIM İLE ORGANİK TARIM ARASINDAKİ FARKLAR

Biyodinamik tarım, birçok yönden daha iyi bilinen organik tarıma benzerdir. Her ikisi de mineral gübreleme yerine kompostlama ve örtü bitkisi kullanır ve pestisitleri, herbisitleri, hormonları ve diğer kimyasalları yasaklar (Tassoni ve ark., 2013; Heimler ve ark., 2009).

Biyodinamik ve organik tarım arasındaki temel fark ise, birincisinin toprak ve besin döngüsünü harekete geçirdiğine, fotosentezi güçlendirdiğine ve hem toprakta hem de üründe kompost gelişimini optimize ettiğine inanılan ve Steiner tarafından önerilen belirli fermente preparatlar kullanmasıdır (Heimler ve ark., 2009; Tassoni ve ark., 2013; Babita ve ark., 2015; Parpinello ve ark., 2019).

Biyodinamik tarımı organik tarımdan ayıran en önemli faktörlerden biri de farklı bir uygulama takvimi kullanılmasıdır. Bu takvim temel olarak ay takvimi olarak anılsa da günümüzde biyodinamik takvim olarak adlandırılmaktadır. Biyodinamik tarım uygulamalarında preparatların hazırlanması ve kullanımı, hasat zamanının belirlenmesi, budama vs. gibi birçok faaliyet için bu takvim dikkate alınır. Takvimin temel felsefesinde ayın dünya çevresindeki konumu ve hareketleri yatmaktadır (Atanasova ve ark., 2021).

Biyodinamik tarım uygulamalarında her çiftliğin canlı ve kendine has karaktere sahip bireysel özellikleri olan bir organizma olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle çiftlik daima dinamik bir yapıya sahip olmalıdır. Dinamik bir yapı oluşturmanın temeli de sürekliliği olan faaliyetler zincirine ve dönüşüm tabanlı uygulamalar yapılmasına bağlıdır. Bu organizmanın içindeki değişimler ve hareketler, sonsuz evren içinde meydana gelen değişim ve faaliyetler ile uyum içinde olmalıdır. Organik tarımda ise böyle bir dinamik yapıdan söz edilmemektedir (Koepf, 2009; Fraine, 2015; Brock ve ark., 2019).

Bu iki tarım yöntemi arasındaki bazı farklar Tablo 1'de sunulmuştur (Chalker-Scott, 2013).

Tablo 1. Biyodinamik tarım ile organik tarım arasındaki farklar (Chalker-Scott, 2013)

Uygulama/Ürün	Org.	Biyodin.
Ürün rotasyonu	x	x
Birlikte ekim sistemleri	x	x
Koruyucu bitki kullanımı	x	x
Az toprak işleme / sıfır toprak işleme	x	x
Yeşil gübre ve kompostlar	x	x
Biyolojik, kültürel, mekanik ve fiziksel haşere kontrol araçları	x	x
Biyodinamik preparat kullanımı	-	x
Ekim, dikim ve hasat işlemlerinin ay takvimi ve astrolojik takvime göre yapılması	-	x
Özel taşların kullanımı (Menhirs) (Jeo-akupunktur yoluyla kozmik enerjiyi ve radyant alanları kanalize etmek için kullanılan taşlar.)	-	x
Haşere külleme	-	x
Hassas deneme (Biyokristalizasyon, kılcal dinamoliz, morfokromatografi, hassas kristalizasyon, ve Steigbild yöntemi)	-	x

Bu farklar dikkate alındığında biyodinamik tarım ile üretilmiş bir ürünün aynı zamanda organik tarım ürünü olduğu söylenebilir. Ancak organik tarım yöntemi ile üretilen bir ürün biyodinamik tarım ürünü olarak düşünülemez. Çünkü biyodinamik tarımda uygulanan kurallardan bazıları oldukça farklıdır ve bu kuralların uygulanması

noktasında biyodinamik tarım daha rijit ve zorlayıcıdır (Koepf, 1993; Aishwath, 2007; Çakır ve ark., 2018).

4. BİYODİNAMİK TARIMDA KULLANILAN PREPARATLAR

Biyodinamik preparatlar genellikle biyodinamik çiftçiliğin temel unsuru olarak kabul edilmektedir (Ram ve Kumar, 2019). Bu preparatların tamamının çiftlik içindeki malzeme ve imkânlarla üretilmesi gerekmektedir. Biyodinamik tarım preparatları, bu tarım sistemine özgü metotlar ile fermente edilen, uygulama alanındaki toprak yapısını ve bileşimini bozmadan düzenlemeyi sağlayan maddelerdir. Bununla birlikte çiftlikteki bitkilerin sadece gelişimini değil bu bitkilerin kendine özgü yapılarını ve özelliklerini korumayı da amaçlamaktadır. Organik ürünler olan bu preparatların üretimleri de evrensel ve kozmik olaylar ile uyumlu olarak gerçekleştirilir (Koepf, 1993; Aishwath, 2007).

Bu maddeler, toprağı homeopatik uygulamalarla harekete geçirmektedir. Genel olarak bitki materyalleri, gübre veya silis kumundan oluşmak üzere toplam dokuz tanımlanmış preparat kullanılmaktadır ve bunlar 500 ile 508 arasındaki sayılar ile kodlandırılmıştır. Preparatlar için bilimsel olarak belirlenmiş ve kabul edilmiş net bir tanımlama olmasa da literatürde etkinliklerine vurgu yapılmıştır (Brock ve ark., 2019; Mayoral, 2020). Genel olarak biyodinamik kompost preparasyonları (502-508) ve biyodinamik arazi spreyleri (500-501) olmak üzere bilinen iki tür biyodinamik preparat çeşidi bulunmaktadır (Ram ve Kumar, 2019).

Biyodinamik kompostlar bitki büyümesi ve toprak için gerekli besin maddelerini bulunduran mineralize özel bitkisel karışımlardır. Dolayısıyla makro ve mikro besin eksikliklerini giderir ve düzenlerler, ürün verimliliği için kullanılmayan kozmik kuvvetlerin kullanılmasını kolaylaştırırlar (Tablo 2). Bunlar arasında 507 kodlu kompost hariç diğer kompostlar ayın alçalma döneminde hazırlanır ve optimum nem oranına sahip karanlık bir ortamda yeterli süre içinde fermente edilirler (Koepf ve ark., 1990; Koepf ve ark., 2001; Jariene ve ark., 2015; Ram ve Kumar, 2019).

Tablo 2. Biyodinamik Kompostlar ve Etkileri (Ram ve Kumar, 2019)

Preparat	Kaynak	Etki
502	Civanperçemi'nden (*Achillea millefolium*) fermente edilmiş çiçek başları	Toprakta potasyum ve kükürt etkisini aktive eder.
503	Fermente Papatya Başları (*Matricaria chamomilla*)	Kireç ve kükürt bileşimi antifungal etki gösterir
504	Toprakta fermente edilmiş Isırgan Otu (*Urtica dioica*)	Topraktaki demiri dengeler
505	Fermente meşe kabuğu (*Ouercus robur*)	Bitkilerin hücre duvarındaki kalsiyum sürecine yardımcı olur.
506	Karahindiba fermente çiçek başları (*Taraxacum officinale*)	Bitkilerin gerekli besin maddelerini absorbe etmesini sağlar.
507	Kediotu veya bahçe kediotu çiçek suyu (*Valeriana officinalis*)	Fosforik bileşiklerin değerlendirilebilmesini sağlar
508	Atkuyruğu (*Equisetum arvense*)	Antifungal etki gösterir

Biyodinamik kompostlar genellikle civanperçemi, papatya, ısırgan otu, meşe kabuğu, karahindiba ve kediotundan yapılmış altı bileşenin kullanımıyla zenginleştirilip hazırlanırlar. Bu tıbbi bitkilerin her biri, dünya ve yılın döngüsü ile uyumlu bir şekilde kendine özgü proseslerle dönüştürülüp preparat haline getirilir. Fermantasyon prosesi ile farklı elementler bir araya getirilir ve iyileştirici özellikleri arttırılır, faydalı bakteri ve mantarların gelişimi teşvik edilir ve kompostun gelişimine rehberlik edecek güçlü konsantre maddeler elde edilir (Fautex ve ark., 2005; Giannattasio ve ark., 2013; Fritz, 2014).

Biyodinamik preparatlar; nitrojen ve diğer besin maddelerini stabilize ederek ve mikrobiyal çeşitliliği artırarak kaliteli kompost elde edilmesini sağlarlar. Biyodinamik kompost, toprak ömrünü ve kararlı organik maddeyi arttırırken toprağın tüm çiftlik organizmalarına uyum sağlamasına yardımcı olur. Biyodinamik kompost aynı zamanda yaşam alanına daha fazla karbon getirerek iklim dengesinin yeniden sağlanmasına yardımcı olur. (Reganold ve ark., 1993; Carpenter-Boggs ve ark., 2000; Fautex ve ark., 2005; Spaccini ve ark., 2012; Giannattasio ve ark., 2013; Fritz, 2014).

Boynuz gübresi (500), gübre ile doldurulmuş inek boynuzlarının sonbahar ve kış aylarında altı ay süreyle toprağa gömülmesiyle elde edilir (Resim 2). Bu amaçla, çiftliklerin kendi bünyelerinde yetiştirilen ineklerin gübre ve boynuzlarının kullanılması önemlidir. Kış boyunca gömülü olan inek boynuzundaki gübre ayrışarak etkili bir preparasyon haline gelir. Elde edilen gübre su içinde vorteks oluşturacak şekilde saat yönünde ve tersi yönde karıştırılarak kullanıma hazır hale getirilmekte

ve ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde olmak üzere yılda en az iki kez kullanılmaktadır (Pathak ve Ram, 2004).



Resim 2. Gübre doldurulan hayvan boynuzu (Anonim 2021d)

Bu preparatın toprak tekstürünü, solucan aktivitesini, poroziteyi ve humus oluşturan bakteri aktivitesini, yumrulaşmayı ve kök yayılabilmesini destekler. Biyodinamik tarımın düzenli bir şekilde uygulanması sonucunda, toprağın humus derinliğinin yaklaşık 30 cm kadar arttığı ve çiçeklenme veya meyve olgunlaşma döneminde nem absorplama kapasitesinin dört kata kadar yükseldiği bildirilmiştir (Ram ve Kumar 2019).

Boynuz-silika (501), boynuzların silika tozu ile doldurulup, boynuz gübresinin topraktan çıkarıldığı ilkbahar mevsimi içinde (Mart/Nisan) toprağa gömülmesi yolu ile hazırlanır. Altı aylık bir sürede kullanıma hazır hale gelir. Toprak altından çıkarılan toz halindeki silika boynuzdan çıkarılarak ışıklı bir ortamda cam kavanozlarda depolanabilir (Pathak ve Ram, 2003). Bu preparat çoğunlukla bitkileri güçlendirmek için kullanılır. Özellikle mantar kontrolü, olgunlaşma,

kalite ve kuraklık direnci üzerinde etkili bir preparattır. Ancak hava çok kuru olduğunda tek başına kullanımında meyve boyutunda küçülme ve yanmalara neden olabileceği unutulmamalıdır. Daha ziyade sonbaharda veya durgun mevsimlerde fazladan bir olgunlaşmaya ihtiyaç duyulan durumlarda tercih edilir. 501 spreyi, olgunlaşmayı hızlandırmak ve sebze, meyve ve bitkilerin kalitesini artırmak için birkaç günde bir uygulanabilir (Fautex ve ark., 2005; Giannattasio ve ark., 2013; Fritz, 2014; Ram ve Kumar, 2019).

Biyodinamik preparatların mikrobiyolojik analiz sonuçları bu preparatlarda mantar, aktinomiset, *Pseudomonas*, Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler, *Rhizobium*, *Azotobacter* ve *Azospirillum* gibi mikroorganizmalar bulunduğunu bildirilmiştir (Ram ve Singha, 2017).

Toprak şampuanı (cow pat pit, CPP), "Toprak şampuanı" olarak da adlandırılan CPP; tohum çimlenmesini artıran, kesme ve aşılamada köklenmeyi destekleyen, toprak tekstürünü geliştiren, zararlılara ve hastalıklara karşı direnci artıran ve eser element eksikliğini gideren güçlü bir toprak düzenleyicidir. CPP'nin indol asetik asit, kinetin ve gibberellik asit gibi bitki büyüme hormonları içerdiği bildirilmiştir (Ram ve Kumar, 2019).

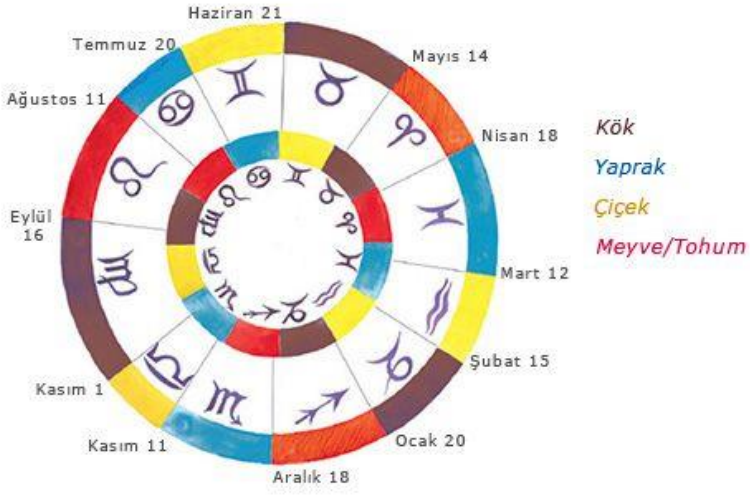
5. BİYODİNAMİK TAKVİM

Biyodinamik tarım uygulamalarında evrendeki kozmik olay ve enerji değişimlerinden yararlanmak amacıyla farklı tarımsal işlemler için, gezegenlerin konfigürasyonuna dayalı her yıl için ayrı tarım takvimi

hazırlanır. Yapılan gözlemlere göre insan, hayvan ve bitkilerin yaşamının büyük kısmında dünya ve gezegenlerin konum ve hareketlerinin etkileri olduğu anlaşılmıştır. Güneş altı ay yükselme, altı ay alçalma modunda yol almaktadır. Benzer şekilde ay dünyanın yörüngesini 27 günde, yükselen ve alçalan evrelerinde ise 14.5 günde dolaşır. Yükselen ve alçalan fazlardaki enerji akış yön ve şiddetlerinde farklılıklar olmaktadır (Ram ve Kumar, 2019; Karadağ ve ark., 2019).

Ayın dünya etrafındaki dönüşünün sonucunda meydana getirdiği manyetik alan ve çekim kuvveti değişiminin, toprak, hava, su, bitki, mikroorganizma ve diğer canlılar üzerinde etkileri olduğu düşünülmektedir. Hatta bitkilerin çeşitli organ ve kısımlarının üzerinde de farklı etkilere sahip olduğu bildirilmektedir. Dolayısıyla bitkinin yaprağı ve meyvesi için gerçekleştirilecek olan uygulamalar ay takvimine göre farklılıklar arz etmektedir (Çakır ve ark., 2018). Bazı kaynaklarda bu takvimin eski zamanlarda çiftçiler tarafından kullanıldığı bildirilmiştir. Biyodinamik tarım uygulamalarının başlaması ile bu takvimin oluşturulması daha sistematik hale gelmiş ve her yıl için farklı bir biyodinamik takvim (Şekil 1) hazırlanır hale gelmiştir (Jariene ve ark., 2015).

Biyodinamik tarım uygulamalarında Maria Thun tarafından geliştirilen ay takvimi kullanılmaktadır. Maria Thun bu takvimi 1960'lı yıllarda kendine ait bahçede yaptığı deneme ve gözlemlere dayanarak geliştirmiş ve 1963 yılında ilk halini yayınlamıştır. Bu takvimin geliştirilmesinde ayın 27.3 gün süren siderik periyodu dikkate alınmıştır (Bayturan, 2018).



Şekil 1. Biyodinamik takvim örneği (Anonim 2021e)

Maria Thun, on iki zodyak takımyıldızıyla ilgili olarak ayın konumuna göre tohum ekme prosedürü geliştirmiştir. Bahsi geçen yıldızlar elemental etkiye (Toprak, Su, Hava ve Ateş) ve astrolojik ilişkilere göre dört gruba ayrılmıştır ve ilk denemeler buna göre yapılmıştır. Örneğin ay sırasıyla dünya, su, hava ve ateş takımyıldızlarının önündeyken ekim yapıldığında kök, yaprak, çiçek ve meyve ürünlerinin veriminde artış olduğu görülmüştür (Thun, 2001). Her takımyıldızına göre yapılan tarım uygulamalarının (ekim, gübreleme, hasat vb.) daha etkili ve faydalı olduğu bildirilmiştir. Her takımyıldızının baskın bir element etkisine sahip olduğu ve bitkilerin dört spesifik bölümünü etkilediği ileri sürülmüştür. Daha iyi kök aktivitesi, çiçeklenme, büyüme ve meyve verme/tohum için gerekli tarımsal uygulamalar takımyıldızına göre yapılmalıdır. Ayın yükselme döneminde, kozmik kuvvetlerin yeryüzünde aktif olduğu zamanlarda yapılan herhangi bir tarımsal uygulama (sprey, çoğaltma, hasat vb.) yararlı etki gösterirken, alçalma

sırasında ise ekim, gübreleme ve kök ürün hasadı yapılır (Ram ve Kumar, 2019; Mayoral, 2020).

6. DEMETER

Biyodinamik tarım yöntemleri uygulanarak üretilmiş olan ürünler "Demeter" sertifikası adı altında tanıtılıp pazarlanmaktadır. Demeter ismi Yunan mitolojisinden gelir ve tarımın, bereketin, mevsimlerin ve anne sevgisinin tanrıçası olarak bilinir. Homeros'un destanlarında, "güzel saçlı kraliçe" ya da "güzel örgülü Demeter" diye geçmektedir. İnsanlara toprağı ekip biçmesini öğretenin bu tanrıça olduğu ve ekinleri, özellikle de buğdayı simgelediği ifade edilmektedir (Erhat, 2004)

Demeter biyodinamik tarım faaliyetlerinin kontrolüne, standartlaştırılmasına ve tanıtılmasına hizmet eden bir kuruluştur (Anonim, 2021a). Uluslararası Demeter Biyodinamik Federasyonu (BFDI: Biodynamic Federation Demeter International), tüm kıtalarda 65 ülkede 220.000 hektardan fazla alanda 6.500'den fazla çiftçiyi temsil eden, üye kuruluşlarını destekleyen, kar amacı gütmeyen merkezi Brüksel'de bulunan bir çatı kuruluşudur. BFDI Dünya çapında organik rejeneratif tarımın yaygınlaştırılmasını amaçlamaktadır. Bu minvalde çiftçilerin ve tüketicilerin daha iyi ve sürdürülebilir tarım yapabilmesi adına gerekli yasa ve yönetmeliklerin hazırlanması amacıyla lobi çalışmaları da yürütmektedir. Demeter sembolü ve mekanizması ilk olarak 1928 yılında tanıtılmıştır. 1931 yılına gelindiğinde bu sembol ile kabul edilmiş yaklaşık 1000 adet çiftlik olduğu varsayılmıştır. 1994 yılında Demeter, gıda işleme uygulamaları ve yöntemleri için

standartlar üreten ilk organik tarım organizasyonu olarak kayıtlara geçmiştir. 1999 yılında Demeter, logosunda değişiklik yapmış ve Demeter standartları dünya çapında tanınmıştır. 2021 yılı itibariyle tüm dünyada toplam 3500 adet biyodinamik sertifikalı ürün bulunduğu bildirilmektedir. 2002 yılında ise Uluslararası Biyodinamik Derneği (IBDA) kurulmuştur. Günümüzde Türkiye de dâhil 36 farklı ülkede temsilciliği bulunmaktadır. "Demeter" ve "Biodynamic" ticari markalarının tüm dünyada mülkiyet hakkı ve korunması yasal olarak alınmıştır (Anonim 2021a).

7. SONUÇ

On sekizinci yüzyılın sonlarında başlayan sanayi devrimi ve küresel ısınmaya bağlı demografik nüfus artışı, gezegenimizin bozulmakta olduğu bilincine yol açmış, böylece organik tarım ve biyodinamik tarım yoluyla bu olumsuzlukların ortadan kaldırılabileceği düşünülmüştür. Küresel yeşil hareketlerin yankısı, tüketicilerin gıda üretim süreçlerinin çevresel sonuçlarına artan ilgisi ve giderek daha rekabetçi bir pazarda arzı çeşitlendirme ihtiyacı gibi unsurlar, organik ve biyodinamik yöntemler gibi tarımda “daha yeşil” üretim standartlarının benimsenmesini destekleyen ana motivasyonlar olmuştur. Her iki yöntem arasında en yaygın sürdürülebilir yöntem organik tarımdır. Organik tarım, çevreyi koruma, iklim değişikliğini azaltma, biyolojik çeşitliliği teşvik etme ve hayvan refahına saygı gösterme uygulamalarını benimsemeye dayanmaktadır. Organik tarım böylece iki yönlü bir amaca hizmet eder. Bir yandan tüketicilerin daha doğal maddeler ve uygulamalar kullanılarak elde edilen gıdalara yönelik

talebine cevap verirken, diğer yandan çevrenin korunmasına, hayvan refahına ve kırsal kalkınmaya katkı sağlayan ürünler sunar. Yükselişte olan bir başka çevre dostu tarım türü de biyodinamik tarımdır. 1920'lerde filozof Rudolf Steiner tarafından, bitkileri korumak ve gübrelemek için sentetik zirai kimyasal maddelerin kullanılmasına izin veren konvansiyonel tarım modeline karşı düşünülmüş bir uygulamadır. Biyodinamik yöntem büyük ölçüde tarımın dünya, doğa ve insanla uyum içinde olduğu felsefi kavramına dayanmaktadır. Bu dengeye saygı gösterilmesi açısından, biyodinamik uygulamalar ürün rotasyonlarının, biyodinamik hazırlıkların, kompostlamanın, ekim ve yetiştirme operasyonları için ay takviminin, yeşil gübrelerin ve bozucu olmayan süreçlerin kullanılmasına olanak sağlar. AB ve ulusal yönetmeliklerle desteklenen organik yöntemin aksine, biyodinamik yöntem bilimsel olarak kanıtlanmış etkinliği olan tekniklere dayanmaz ve yalnızca sürdürülebilir bir alternatif olarak kendini geliştirir. Aslında, antropolojik kavramı ve kullandığı mistik uygulamalar nedeniyle, biyodinamik tarım, bir yetiştirme yönteminden çok bir inanç ve manevi yaklaşım olarak kabul edilir. Dolayısıyla biyodinamik tarım yöntemi üzerine bilimsel çalışmaların teşvik edilerek yaygınlaştırılması ve biyodinamik çiftliklerdeki ürün profilinin artırılması yönünde yeni araştırmaların hayata geçirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bunların yanı sıra hükümetlerin ve ilgili bakanlıkların biyodinamik tarım ile ilgili teşvik edici yasalar yapmaları faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

Aishwath, O. P. (2007). Concept, background and feasibility of organic agriculture and biodynamic agriculture. *Asian Agri- History*. Vol.11, No:2, 119-132.

Anonim (2021a). https://www.demeter.net/, (Erişim tarihi: 20.11.2021)

Anonim (2021b). https://apelasyon.com/yazi/50/rudolf-steiner-antroposofi-ve-biyolojik-dynamik-tarim, (Erişim tarihi: 20.11.2021)

Anonim (2021c). https://www.biodynamic.org.uk/biodynamics-a-promising-road-to-tomorrows-sustainable-agriculture/ (Erişim Tarihi: 20.11.2021)

Anonim (2021d) . https://biologicwine.co.za/2014/11/19/biodynamic-preparation-bd500/ (Erişim tarihi 20.11.2021)

Anonim (2021e.). https://demeter-turkey.com/biyodinamik-takvim-hangi-amacla-kullanilir. (Erişim tarihi 20.11.2021)

Atanasova, D., Bozhanova, V., Biserkov, V. Maneva., V. (2021). Distinguishing areas of organic, biodynamic and conventional farming by means of multispectral images. A pilot study, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35:1, 977-993

Babita, N.A., Manish, T. (2015). Organic Farming: A holistic approach towards sustainable fruit production. *European Journal of Phatmaceutical and Medical Research,*, 2(6), 108-115

Bayturan, N. (2018). En Eski Organik Tarım Metodu Olan Biyojik-Dinamik Tarım. *Apelasyon Dergisi*. Şubat 2018 / SAYI: 51

Brock, C., Geier, U., Greiner, R., Olbrich-Majer, M., Fritz, J. (2019). Research in biodynamic food and farming – a review. *Open Agriculture*, 4: 743-757

Carpenter-Boggs, L., Reganold, J.P., Kennedy, A.C. (2000). Effects of biodynamic preparations on compost development. *Biological Agriculture and Horticulture* 17:313–328.

Chalker-Scott, L. (2013). The Science Behind Biodynamic Preparations: A Literature Review. *HortTechnology*. 23. 814-819.

Çakır, Ö., Yıldız, H., Karataş, N. (2018). Biyodinamik Tarım ve Organik Tarımın Karşılaştırılması, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(4): 438-443.

Erhat, E. (2004). Mitoloji Sözlüğü İstanbul:Remzi Kitabevi (Büyük Fikir Kitapları Dizisi) ISBN 9789751403919.

Fauteux, F., Remus-Borel, W., Menzies, J. G., Belanger, R. R. (2005). Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. FEMS Microbiology Letters 249:1–6.

Fraine, S. (2015). Is biodynamic farming the sustainable agriculture of the future?. 10.13140/RG.2.1.1486.8884.

Fritz, J. (2014). Results of scientific trials. In: Hurter, U., editor. Agriculture for the Future: Biodynamic Agriculture today. 90 years since Koberwitz. Verlag Am Goetheanum. p. 201-214

Giannattasio, M., Vendramin, E., Fornasier, F., Albherghini, S., Zanardo, M., Stellin, F., et al. (2013). Microbiological Features and Bioactivity of a Fermented Manure Product (Preparation 500) Used in Biodynamic Agriculture. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 23(5):644-651.

Heimler, D., Isolani, L., Vignolini, P., Romani, A. (2009). Polyphenol content and antiradical activity of Cichorium intybus L. from biodynamic and conventional farming. *Food Chemistry*, 114, 765-770.

Jariene, E., Vaitkeviciene, N., Danilcenko, H., Gajewskı, M., Chupakhına, G., Fedurajev, P., Ingold, R. (2015). Influence of Biodynamic Preparations on the Quality Indices and Antioxidant Compounds Content in the Tubers of Coloured Potatoes (Solanum tuberosum L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanica*, 43(2):392-397

Karadağ, H., Unal, B., Aksut, B. (2019). A part of sustainable agricultural sector: biodynamic agriculture. *International Journal of Agriculture Forestry and Life Sci*ences, 3(2): 345-349.

Koepf, H.H. (1993). Research in Biodynamic Agriculture: Methods and Results. Biodynamic Farming and Gardening Assoc.; Kimberton, U.S.A.

Koepf, H.H. (2009). Research in Biodynamic Agriculture: Methods and Results. Biodynamic Farm and Gardening Association. ISBN 978-0-938250-34-0.

Koepf, H.H., Pettersson, B.D., Schaumann, W. (1990). Biodynamic agriculture an introduction :practical applications of the bio-dynamic method. Anthroposophic Press. Hudson. New York.

Koepf, H.H., Schaumann, W., Haccius, M. (2001). Biodynamic Agriculture. Antrophosophic press, Hudson NY 366p.

Li, Y., Zhang, W., Ma, L., Huang, G., Oenema, O., Zhang, F., Dou, Z.(2013). An Analysis of China's Fertilizer Policies: Impacts on the Industry, Food Security, and the Environment. *Journal of Environmental Quality*. 42(4): 972-81. doi: 10.2134/jeq2012.0465.

Lyu, Y., Raugei, M., Zhang, X., Mellino, S., Ulgiati, S. (2021). Environmental cost and impacts of chemicals used in agriculture: An integration of emergy and Life Cycle Assessment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 151 (2021), 111604.

Mayoral, O. (2020). "What Has Been Thought and Taught on the Lunar Influence on Plants in Agriculture? Perspective from Physics and Biology". *Agronomy*. 10 (7): 955.

Meyer, C. (1929). Requiem. Anthroposophical Movement, 6(5), 38-40.

Mpanga, IK,. Tronstad, R., Guo, J., LeBauer, DS., Idowu, OJ. (2021). On-farm land management strategies and production challenges in United States organic agricultural systems. *Current Research Research in Environmental Sustainability* 3 (2021), 100097

Parpinello, G.P., Ricci, A., Rombolà, A.D., Nigro, G., Versari, A. (2019). Comparison of Sangiovese wines obtained from stabilized organic and biodynamic vineyard management systems. *Food Chemistry*. 15;283:499-507.

Pathak, R. K., Ram, R. A. (2003). Role of cow in agriculture, (In) National Seminar on Cow in Agriculture and human health. *Organized by Asian Agri-History Foundation*. p59.

Pathak, R. K., Ram, R. A. (2004). Organic farming systems prevalent in India. (In) Proceedings of National Symposium on Organic Farming in Horticulture for Sustainable Production, pp 18-26.

Paul, J. (2011a). Biodynamic Agriculture: The Journey from Koberwitz to the World, 1924-1938. *Journal of Organic Systems*, 6(1), 2011

Paul, J. (2011b). The betteshanger summer school:missing link between biodynamic agriculture and organic farming. *Journal of Organic Systems*, 6(2), 2011

Paul, J. (2020). Translations of Rudolf Steiner's Agriculture Course (Koberwitz, 1924): The Seminal Text of Biodynamic Farming and Organic Agriculture. *International Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 6, No. 4, 2020, pp. 94-97

Pigott, A. (2020). Hocus pocus? Spirituality and soil care in biodynamic agriculture. *Environment and Planning E: Nature and Space. 0(0) 1–22.*

Ram, R. A., Kumar, A. (2019). Biodynamic agriculture: An advance stage of organic farming. *Journal of Eco-friendly Agriculture* 14(1): 34-37.

Ram, R. A., Singha, A. (2017). Report of Net work project on organic horticulture. P 12-14.

Reganold, J. P., Palmer, A. S., Lockhart, J. C., Macgregor, A. N. (1993). Soil quality and financial performance of biodynamic and conventional farms in New Zealand. *Science* 260:344–349

Spaccini, R., Mazzei, P., Squartini, A., Giannattasio, M., Piccolo, A. (2012). Molecular properties of a fermented manure preparation used as a field spray in biodynamic agriculture. *Environmental Science and Pollution Research* 19:4214-4225.

Tassoni, A., Tango, N., Ferri, M. (2013). Comparison of biogenic amine and polyphenol profiles of grape berries and wines obtained following conventional, organic and biodynamic agricultural and oenological practices. *Food Chemistry*, 139(1-4), 405–413.

Thun, M. (2001). Working with the Stars, a Biodynamic Sowing and Planting Calendar. 26th edn. Lanthorne Press, Launceston, U.K.

Turinek, M., Grobelnik-Mlakar, S., Bavec M., Bavec F. (2009). Biodynamic agriculture research progress and priorities. *Renewable Agriculture and Food Systems:* 24(2); 146–154

BÖLÜM 3

YAPISAL EŞİTLİK MODELİ VE VARSAYIMLARI

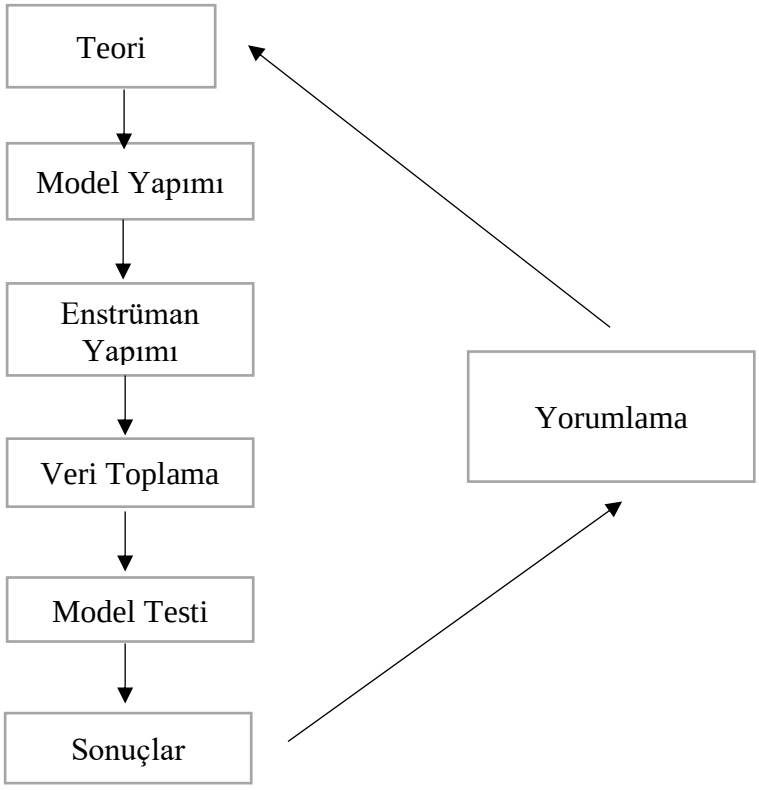
Dr. Öğr. Üyesi Aycan Mutlu YAĞANOĞLU[1]

[1] Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum, Türkiye.
E-Posta: myagan@atauni.edu.tr

1.GİRİŞ

Yapısal eşitlik modeli, bir araştırmacının bir dizi regresyon denklemini aynı anda test etmesini sağlayan genel doğrusal modelin (GLM) bir uzantısıdır. Yapısal eşitlik modeli yazılımı geleneksel modelleri test edebilir, ancak doğrulayıcı faktör analizi ve zaman serisi analizleri gibi daha karmaşık ilişkilerin ve modellerin incelenmesine de izin verir (Bentler, 1988).

Yapısal eşitlik modeli analizi gerçekleştirmek için temel yaklaşım aşağıdaki gibidir:



Araştırmacı önce teoriye dayalı bir model belirler, ardından yapıların nasıl ölçüleceğini belirler, veri toplar ve daha sonra verileri yapısal eşitlik modeli yazılım paketine girer. Paket, verileri belirtilen modele uyarlar ve genel model uyum istatistiklerini ve parametre tahminlerini içeren sonuçları üretir (Arbuckle, 1996).

Analizin girdisi, bazen korelasyon matrisleri veya kovaryans ve ortalama matrisleri kullanılsa da, genellikle anket öğesi puanları gibi ölçülen değişkenlerin kovaryans matrisidir. Uygulamada, veri analisti genellikle yapısal eşitlik modeli programlarına ham veriler sağlar ve programlar bu verileri kovaryanslara ve kendi kullanımı için araçlara dönüştürür (Bentler, 1980).

Model, ölçülen değişkenler arasındaki bir dizi ilişkiden oluşur. Bu ilişkiler daha sonra olası ilişkilerin toplam kümesindeki kısıtlamalar olarak ifade edilir.

Yapısal eşitlik modellemesi, istatistiksel bir metodolojidir. Bazı fenomenlere dayanan yapısal bir teorinin analizine doğrulayıcı (yani hipotez testi) bir yaklaşım benimser (Long, 1983b; Saris ve Stronkhurst, 1984; Bollen, 1989a; Loehlin,1992a; Bollen ve Long, 1993; Hoyle, 1995b; Marcoulides ve Schumacker, 1996; Raykov ve Marcoulides, 2000; Cudeck ve ark., 2001; Schumacker ve Lomax, 2004; Kline, 2005;). Tipik olarak, bu teori, çoklu değişkenler üzerinde gözlemler üreten "nedensel" süreçleri temsil eder (Bentler, 1988). Yapısal eşitlik modellemesi terimi, prosedürün iki önemli yönünü ifade eder: (a) incelenen nedensel süreçlerin bir dizi yapısal (yani regresyon)

denklemle temsil edilmesi ve (b) bu yapısal ilişkilerin, mümkün kılmak için resimsel olarak modellenebilmesi. Varsayımlanan model daha sonra, verilerle ne ölçüde tutarlı olduğunu belirlemek için tüm değişkenler sisteminin eş zamanlı analizinde istatistiksel olarak test edilebilir. Uyum iyiliği yeterliyse, model değişkenler arasında varsayılan ilişkilerin akla yatkınlığını savunur; yetersizse, bu tür ilişkilerin sürdürülebilirliği reddedilir.



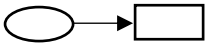
Sonuçlar, modeldeki her bir serbest parametre için parametre tahminleri, standart hatalar ve test istatistiklerinin yanı sıra genel model uyumu indekslerini içerir.

2. GENEL YAPISAL EŞİTLİK MODELİ

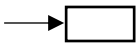
2.1. Sembol Gösterimi

Yapısal denklem modelleri, bir daire (veya elips), bir kare (veya dikdörtgen), tek başlı bir ok ve bir çift başlı ok olmak üzere dört geometrik sembolün belirli konfigürasyonları kullanılarak şematik olarak tasvir edilir. Kural olarak, daireler (veya elipsler;⬭) gözlemlenmeyen gizli faktörleri, kareler (veya dikdörtgenler;▭) gözlenen değişkenleri, tek başlı oklar (→) bir değişkenin diğeri üzerindeki etkisini ve çift başlı oklar (↔) kovaryansları veya değişken

çiftleri arasındaki korelasyonları ifade eder (Arbuckle, 1996). Araştırmacılar, incelenen belirli bir yapının modelini oluştururken, bu sembolleri, her biri analitik süreçte önemli bir bileşeni temsil eden dört temel konfigürasyon çerçevesinde kullanırlar. Her biri kısa bir açıklama ile birlikte verilen bu konfigürasyonlar aşağıdaki gibidir:

 : Gözlenen bir değişkenin gözlemlenmeyen bir gizli değişken (veya faktör) üzerine regresyonu için yol katsayısı

 : Bir faktörün başka bir faktöre gerilemesi için yol katsayısı

 : Gözlenen bir değişkenle ilişkili ölçüm hatası

 : Gözlenmeyen bir faktörün tahmininde artık hata

2.2. Gizli ve Gözlenen Değişkenler

Davranış bilimlerinde, araştırmacılar genellikle doğrudan gözlemlenemeyen teorik yapıları incelemekle ilgilenirler. Bu soyut fenomenler, gizli değişkenler veya faktörler olarak adlandırılır. Psikolojideki gizli değişkenlere benlik kavramı ve motivasyon, sosyolojide, güçsüzlük, eğitimde sözel yetenek ve öğretmen beklentileri örnek olarak verilebilir (Hatcher, 1994).

Gizli değişkenler doğrudan gözlemlenmediği için doğrudan ölçülemezler. Bu nedenle, araştırmacı, ilgilenilen gizli değişkeni, onu temsil ettiğine inanılan davranış açısından operasyonel olarak tanımlamalıdır. Bu nedenle, gözlemlenmeyen değişken, gözlemlenebilir olana bağlanır ve böylece ölçümünü mümkün kılar. O

halde davranışın değerlendirilmesi, gözlemlenmeyen bir değişkenin (yani, temel yapı) dolaylı ölçümü olsa da, gözlenen bir değişkenin doğrudan ölçümünü oluşturur.

2.3. Dışsal ve İçsel Gizli Değişkenler

SEM modelleriyle çalışırken, dışsal ve içsel olan gizli değişkenleri ayırt etmek için yararlıdır. Dışsal gizil değişkenler bağımsız değişkenlerle eş anlamlıdır; modeldeki diğer gizli değişkenlerin değerlerinde dalgalanmalara "neden olur". Dışsal değişkenlerin değerlerindeki değişiklikler model tarafından açıklanmamaktadır. Bunun yerine, modelin dışındaki diğer faktörlerden etkilendikleri kabul edilir. Cinsiyet, yaş ve sosyoekonomik durum gibi arka plan değişkenleri bu tür dış faktörlerin örnekleridir. İçsel gizil değişkenler bağımlı değişkenlerle eş anlamlıdır ve bu nedenle modeldeki dışsal değişkenlerden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenir. İçsel değişkenlerin değerlerindeki dalgalanmanın model tarafından açıklandığı söylenir, çünkü onları etkileyen tüm gizli değişkenler model belirtiminde yer alır (Loehlin, 1992b).

Modellerin şematik temsilleri, incelenen değişkenler arasında tutulduğu varsayılan ilişkilerin görsel bir tasvirini sağladıkları için yol diyagramları olarak adlandırılır. Esasen, daha sonra göreceğiniz gibi, belirli bir yapısal eşitlik modelini betimleyen bir yol diyagramı, aslında, bir denklemler kümesinin bağımlı değişkenleri açıklayıcı değişkenleriyle ilişkilendirdiği matematiksel temsilinin grafik eşdeğeridir (Hoyle, 1995a).

3. YAPISAL EŞİTLİK MODELİ VARSAYIMLARI

3.1. Makul Bir Örnek Büyüklüğü

Yapısal eşitlik modellemesi, genel doğrusal modelin esnek ve güçlü bir uzantısıdır. Herhangi bir istatistiksel yöntem gibi, bir takım varsayımlara sahiptir. Güvenilir sonuçlar elde etmek için bu varsayımlar karşılanmalı veya en azından yaklaşık olarak tahmin edilmelidir. James Stevens'ın Sosyal Bilimler için Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiklerine göre, örneklem büyüklüğü için iyi bir genel kural, standart bir sıradan en küçük kareler çoklu regresyon analizinde öngörücü başına 15 durumdur. YEM bazı açılardan çoklu regresyonla yakından ilişkili olduğundan, YEM'de ölçülen değişken başına 15 durum yeterli bir miktardır. Bentler ve Chou (1987), araştırmacıların YEM analizinde parametre tahmini başına beş vakaya kadar düşebileceklerini, ancak bunun yalnızca veriler mükemmel şekilde iyi durumdaysa (yani, normal dağılmış, eksik veri veya aykırı vaka yok, vb.) olduğunu belirtmektedir.

3.2. Sürekli ve Normal Dağıtılmış Endojen Değişkenler

YEM programları, bağımlı ve aracı değişkenlerin (SEM dilinde endojen veya aşağı yönlü değişkenler olarak adlandırılır) normal dağılmış artıklarla sürekli olarak dağıldığını varsayar. Aslında, bir YEM analizinden elde edilen artıkların yalnızca tek değişkenli normal dağılımlı olması beklenmez, bunların ortak dağılımlarının da ortak çok değişkenli normal (JMVN) olması beklenir. Ancak uygulamada bu

varsayım hiçbir zaman tam olarak karşılanmamaktadır (Kim ve Hagtvet, 2003).

3.3. Model Tanımlama (Tanımlanan Denklemler)

YEM programları, makul bir sonuç kümesi oluşturmak için girdi olarak yeterli sayıda bilinen korelasyon veya kovaryans gerektirir. Ek bir gereklilik, her bir denklemin uygun şekilde tanımlanmasıdır. Tanımlama, bir YEM modelindeki her parametre tahmini için en az bir benzersiz çözüm olduğu fikrini ifade eder. Her parametre tahmini için yalnızca bir olası çözümün olduğu modellerin sadece tanımlandığı söylenir (Lei ve Lomax, 2005).

3.4. Eksiksiz Veriler veya Eksik Verilerin Uygun İşlenmesi

Birçok YEM yazılım programı, korelasyon veya kovaryans matris girdisini kabul eder. Yani, başka bir yazılım paketini (SPSS gibi) kullanarak bu matrisleri kendiniz hesaplayabilir ve ardından bunları analiz için AMOS veya başka bir YEM paketine girebilirsiniz. Bu özellik, örneğin bir dergi makalesinde bildirilen bir kovaryans matrisini yeniden analiz etmeyi planlıyorsanız kullanışlıdır (Muthen, 1984).

3.5. Model Spesifikasyonu ve Nedensellik için Teorik Temel

YEM modelleri sadece reddedilmekte başarısız olabilirler. Bu, araştırmacıları belirli bir modeli geçici olarak kabul etmeye yönlendirir. YEM araştırmacıları, çoğu durumda, kendi geçici olarak kabul edilen modellerinin yanı sıra eşit olarak uyan eşdeğer modeller olduğunu kabul eder. Bu modellerden herhangi biri, verilere ve tercih edilen

modele uyduğu için "doğru" olabilir. YEM kullanımı bu nedenle, özellikle kontrollü koşullar altında toplanmayan kesitsel verilerle, bir miktar belirsizlik gerektirir (Pomplun ve Omar, 2003). (Bu, ANOVA ve çoklu regresyon teknikleri gibi yaygın olarak kullanılan diğer modeller için de geçerlidir.)

3.6.Yapısal Eşitlik Modeli Paket Programları

AMOS http://www.spss.com/amos/
EQS http://www.mvsoft.com/
LISREL http://www.ssicentral.com/lisrel/mainlis.htm
Mplus http://www.statmodel.com/index2.html
Mx http://www.vcu.edu/mx/
SEPATH (available in Statistica www.statsoft.com)

KAYNAKLAR

Arbuckle, J. L. (1996). Full information estimation in the presence of incompletedata. In G. A. Marcoulides ve R. E. Schumacker (Eds.), *Advanced structural equation modeling: Issues and techniques* (pp. 243–277). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Bentler, P. M. (1980). Multivariate analysis with latent variables: Causal modeling.*Annual Review of Psychology*, *31*, 419–456.

Bentler, P. M. & Chou, C. P. (1987). Practical issues in structural modeling. *Sociological Methods and Research, 16(1)*, 78-117.

Bentler, P. M. (1988). Causal modeling via structural equation systems. In J. R.Nesselroade ve R. B. Cattell (Eds.), *Handbook of multivariate experimental psychology*(2nd ed., pp. 317–335). New York: Plenum.

Bollen, K. A. (1989a). *Structural equations with latent variables*. New York: Wiley.

Bollen, K. A., ve Long, J. S. (Eds.). (1993). *Testing structural equation models*. NewburyPark, CA: Sage.

Cudeck, R., Du Toit, S., ve Sorbom, D. (2001). *Structural equation modeling: Presentand future*. Lincolnwood, IL: Scientific Software International.

Hatcher, L. (1994). *A step-by-step approach to using the SAS system for factor analysis and structural equation modeling.* Cary, NC: SAS Institute.

Hoyle, R. (1995a). *Structural equation modeling : concepts, issues and applications.* Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Hoyle, R. H. (Ed.). (1995b). *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications.*Thousand Oaks, CA: Sage.

Kim, S., ve Hagtvet, K. A. (2003). The impact of misspecified item parceling on representing latent variables in covariance structure modeling: A simulation study. *Structural Equation Modeling*, *10*, 101–127.

Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd ed.).New York: Guilford.

Lei, M., ve Lomax, R. G. (2005). The effect of varying degrees of nonnormality in structural equation modeling. *Structural Equation Modeling*, *12*, 1–17.

Loehlin, J. C. (1992a). *Latent variable models.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Publishers.

Loehlin, J. C. (1992b). *Latent variable models: An introduction to factor, path, ve structuralanalyses*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Long, J. S. (1983b). *Covariance structure models: An introduction to LISREL*. Beverly Hills, CA: Sage.

Marcoulides, G. A., ve Schumacker, R. E. (Eds.). (1996). *Advanced structural equationmodeling: Issues and techniques*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Muthen, B. O. (1984). A general structural equation model with dichotomous,

ordered categorical, and continuous latent variable indicators. *Psychometrika*, *49*, 115–132.

Pomplun, M., ve Omar, M.H. (2003). Do minority representative reading passages provide factorially invariant scores for all students? *Structural Equation Modeling*, *10*, 276–288.

Raykov, T., ve Marcoulides, G. A. (2000). *A first course in structural equation modeling*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Saris, W., ve Stronkhorst, H. (1984). *Causal modeling: Nonexperimental research: An introduction to the LISREL approach*. Amsterdam: Sociometric Research Foundation.

Schumacker, R. E., ve Lomax, R. G. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling* (2nd ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum

BÖLÜM 4

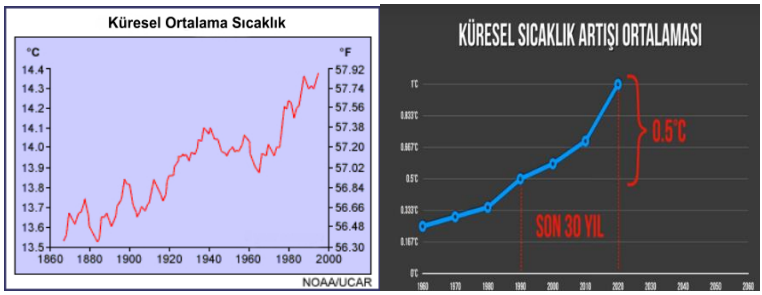
KÜRESEL ISINMA VE KISITLI SULAMANIN ÖNEMİ

Zir. Yük. Müh. Sevda YAĞANOĞLU[1]

[1] Atatürk Üniversitesi, Bitkisel Üretim, Araştırma ve Uygulama Merkezi, Erzurum, Türkiye, ORCİD: ID/ 0000-0002-6704-1670, sevdayaganoglu@atauni.edu.tr

1. GİRİŞ

İnsanlar tarafından atmosfere salınan gazların sera etkisi yaratması sonucunda dünya yüzeyinde sıcaklığın artmasına küresel ısınma denir. Güneş ışınları tarafından ısıtılan yer küre daha sonra bu güneş ışınlarını atmosfere yansıtır. Söz konusu yansıyan ışınların bazıları su buharı, karbondioksit ve metan gazının oluşturduğu bir örtü oluşturmaktadır. Gazlardan oluşan örtü dünyanın yeterince sıcak kalmasına böylece dünyanın ortalama sıcaklığının artışına yol açmaktadır. Şekil1' de görüldüğü üzere Küresel ısınmanın yıllara göre hızlı bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir (Anonim, 2021). (Şekil 1)



Şekil.1 Küresel Ortalama Sıcaklık Artışı

İnsanların katkısıyla gelişen küresel ısınma dünyanın geleceğini karartır bir duruma gelmiştir. Sanayileşme, çevre kirlenmesi, yangınlar su kaynaklarının yanlış uygulamalarla yok edilmesi, yer altı sularının tüketilmesi, toprak yönetiminin bilimsel yapılmaması gibi nedenler küresel ısınmanın artışını hızlandırmıştır. Kısaca iklim değişikliği, doğal afet değil, insanların neden olduğu çok boyutlu bir sorundur.

Tüm bunların sonucunda iklimlerde anormal sayılabilecek değişiklikleri görülmeye başlanmıştır. Günümüzün en önemli problemlerinden biri olan iklim değişikliği olumsuz etkilerini çölleşme, kuraklık, arazi bozulması, şiddetli fırtınalar ve seller gibi ülkelerin gelişmesini etkileyen, varlıklarını tehdit eden ve karışık ağır sorunlar ortaya çıkartarak göstermektedir. Gezegenimizin taşıma kapasitesini aşan ekolojik problemler, doğayı ve insanı tehdit etmesi giderek artmaktadır. İklim değişikliği; jeopolitikten, ekonomilere ve göçe kadar her şeyi etkiliyor. Şehirler ve kırsal kesimde yaşayan insanların yaşam beklentilerini ve geleceklerini endişeye sokmaktadır.

İklim Değişikliğinde Son Gelişmeler, IPCC 2013 Raporu'na göre; 'Türkiye'nin dünyada iklim değişikliğinden en çok etkilenecek kırılgan bölgelerden birinde yer almasından dolayı, iklim değişikliğinin riskleri daha da kötüleştireceğine şüphe yoktur. Sıcaklıklardaki artış ve yağışlardaki azalış Türkiye'de çoraklaşmayı artıracaktır. Ülkenin su kaynaklarında önemli bir azalma meydana gelecektir. Ülke ölçeğinde kişi başına su miktarı muhtemelen "su kıtlığı" kategorisindeki ülkeler seviyesine düşecektir.

Günümüz nüfus dağılımının bu hızla devam durumunda ülkenin batısında kişi başı su miktarları dramatik seviyelere inebilir. Türkiye'nin güney havzaları da iklim değişikliğinden olumsuz etkilenecektir. Bu havzalarda yağışların azalması akışı önemli oranda azaltacaktır. Bu durumda suyun, enerji üretimi, tarımsal sulama hane ve sanayi kullanımı için paylaşımının yeniden değerlendirilmesi gerekecektir. Bazı havzalardaki su azalması probleminin komşu

havzalardan su transferi ile çözülmesi, suyu transfer edilen havzalarda yaşayan halk arasında hoşnutsuzluğa sebep olacaktır'.

Türkiye'nin içinde bulunduğu coğrafi konum, iklim, topoğrafya ve toprak koşulları, ülkemizin çölleşme ve kuraklığa karşı hassasiyetini artırmaktadır.

Tarım alanlarındaki;

-Çoraklaşma,
-Ormanlık ve mera alanlarımızdaki tür çeşitliliğinin ve doğal yapının bozulması,
-Yanlış ve amaç dışı arazi kullanımı,
- İyi nitelikli tarım toprakları üzerinde betonlaşma,
-Toprak kirliliğinin devam ediyor olması,
-Erozyon ve toprak kaybının önemli boyutlara varması,

Türkiye'nin çölleşme riski yüksek olan bir kara parçası durumunda olduğunu ortaya koyan gerçeklerdir (Yağanoğlu, 2020).

DSİ raporlarına göre; Türkiye, kullanılabilir suyunun çoğunu (%73) tarımsal sulamada kullanmaktadır. Su tasarruflu sulama teknikleri desteklenerek ve teşvik edilerek tarımsal sulama için harcanan miktar azaltılmalıdır. Diğer yandan ülkemizde su tasarruflu sulama tekniklerinin kullanıldığı arazilerin artırılması gerekir. Şekil 2 'de DSİ Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen Türkiye'deki su kaynaklarının mevcut ve gelecekteki durumu gösterilmiştir.



Şekil 2.Türkiye'nini Su Varlığı (DSİ)

Sulama, bitkilerin normal gelişmesi için gerekli olan, ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun, bitkilerin istediği zaman ve miktarda verilmesi olayıdır. Sulama yöntemi ise suyun toprağa, bitki kök bölgesine veriliş biçimi olarak ifade edilir (Türkeş ve ark., 2013).

Sulama yöntemlerini yüzey sulama, basınçlı sulama ve sızdırma olarak üç gruba ayırabiliriz. Salma, tava, uzun tava ve karık sulamaları yüzey sulama yöntemlerini, yağmurlama ve damla sulamaları da basınçlı sulama yöntemlerini oluşturmaktadır.

Ülkemizde en fazla kullanılan yöntem suyun çok fazla kullanılmasını gerektiren yüzey sulama (vahşi sulama) yöntemleridir. Ülkemizde sulamaya açılmış alanların %94'ünde yüzey sulama, sadece %6'sında basınçlı sulama yöntemleri kullanılmaktadır. Küresel ısınmanın kuraklık etkisi ve su kaynaklarımızın küçülmesi sorunları göz önünde bulundurulduğunda su tasarrufu sağlayan basınçlı sulama yöntemlerinin ülkemizde yaygınlaştırılması gerektiği açıktır.

Suyun kısıtlı kullanımının yaygınlaştırılması ve sulama sahalarının genişletilmesinin sağlanması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bitkinin en fazla suya ihtiyaç duyduğu dönemlerde sulama yapılması, bunun dışında kısıtlı sulama yapılması ya da tamamen sulamanın kesilerek buradan tasarruf edilen suyla daha geniş alanların sulanmasının sağlanması gerekir. Sulamanın kısıtlandığı alanda verim düşüklüğü yaşanması kaçınılmazdır, ancak tasarruf edilen suyun kurak alanlarda kullanılması ile toplamda üretim ve gelir artışı daha fazla olacaktır (Anonim, 2009).

Canlıların en önemli ve vazgeçilmez yaşam kaynağı su ayrıca bir yaşam döngüsüne sahiptir. Günümüzde küresel ısınma, endüstri ve iklim değişiklikleri suya olan ihtiyacın artmasına ve su kaynaklarının giderek azalmasına neden olmaktadır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması gittikçe artmaktadır. Mevcut küresel ısınma ve hızlandırılmış nüfus artışı senaryolarına göre, ekimi yapılan bitkilerin sulama suyu tüketimi, sürdürülebilirliği sınırlayan merkezi bir konu haline gelmiştir. (Bayramoğlu ve ark., 2013, Chen ve ark., 2019).

Son yıllarda Küresel ısınmanın ve iklim değişkenlerinin meydana gelmesi ile suyun çağdaş sulama yöntemleri ile bitkiler için uygun bir sulama sağlanmaktadır. Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği bilinçsiz su kaynakları tüketimi ve kirlilik nedeniyle su kaynakları giderek azalmaktadır. Küresel ısınmanın artması ve devam etmesi dünya üzerinde canlılar tarafından daha fazla hissedilmesine ve su tüketiminin büyük boyutlara ulaşması sonucunda yaşanılan bu sorunun

getirdiği mevcut su kaynaklarının korunmasına yönelik, suyun olabildiğince az kullanılmasına yönelik gerekliliği arz etmektedir (Bayramoğlu ve ark., 2012, Demirel ve ark., 2012, Çetin ve ark., 2018).

Dünyada ve ülkemizde su kaynakları hızlı bir şekilde kirlenmektedir, küresel ısınmayla iklim değişikliklerinin getirdiği yağış rejimleri farklılıkları büyük ölçüde etkilemektedir. Artan nüfusla doğru oranda artan su ihtiyaçları sonucunda temiz su günden güne önem kazanmaktadır. Gelecekte yaklaşık 20-30 yıl içerisinde ülkemiz su fakiri bir ülke haline dönüşeceğimiz beklenmektedir. Bu durum neticesinde akarsuların havzalarında enerji üretimi, sulama ve içme suyu gibi önemli projelere adım atılmalı ve suyu en etkin kullanımın geliştirilmesi esastır. İklim değişiklilerine karşı çeşitliliğin, mekânsal-zamansal ölçeklerde ekolojik tepkilerin anlaşılmasını geliştirecek ve kuru iklimlerde koruma politikaları hakkında bilgi verecek küresel bir genel bakış sağlanmalıdır (Keskin ve Demir, 2018, Liu ve ark., 2021).

İnsanların ve canlarının en önemli yaşam unsurlarından biri olan suyun kullanılabilir olması ve temiz bir şekilde tedarik edilmesi büyük bir iş yükü ve maliyet gerektirmektedir. Tarımda suyun sürekliliği, planlı ve yüksek yarar sağlaması gerekir. Tarımı yoğun yapan ülkelerde kaliteli ve yeterli miktarda tarımsal ürün üretilmesi için tarımsal amaçlı sulama suyuna ihtiyaç yeterli miktarda duyulmaktadır. Ülkemizde sıcaklık ve yağış gibi iklim parametrelerinde meydana gelen değişiklikler hem bitkisel verim ve üretimi hem de su kaynaklarını olumsuz etkilemekte ve bu durum alternatif sulama stratejilerinin geliştirilmesini gerektirmektedir. Türkiye'de küresel ısınmanın etkisiyle 2018 yılında

yıllık toplam yağış ile yıllık ortalama sıcaklıkların 2001-2018 yılları ortalamasının üzerinde olduğu bulunmuştur (Altan, 2020).

Küresel ısınmanın yanında artan sıcaklıkların ve düşen yağış eğilimi kuraklık ve su sorunu getirmektedir. Küresel ısınma, Dünya üzerindeki su zengini ülkeler su fakiri ülkeler olmaya zorunlu kalacaktır. Su kaynaklarının giderek azalması ve kuruması susuzluk tehlikesini artıracaktır. Küresel ısınmayla iklim değişikliklerine bağlı olarak su kaynaklarında meydana gelen azalma ile birlikte hızla artan nüfusun su talebinin artması, su kaynaklarının etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmada küresel ısınma ve kısıtlı sulamanın önemi konusunda yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

1.1.Küresel ısınmada suyun önemi

Küresel ısınma Farklı bölgelerde farklı şekillerde kendini hissettirmeye başlamıştır, Besin üretimi ve sağlık ile ekosistem ve endüstri için vazgeçilmezdir. Küresel ısınma su kaynaklarının önemini arttırmaktadır. Dünyanın pek çok bölgesi çölleşme ile karşı karışı geleceğinden suyun önemi de artmaktadır Küresel ısınmanın en önemli sonuçlarından biri olan su kaynaklarının azalması, sürdürülebilir yaşamı zor şartlara itelemektedir. Su kaynakları sınırlıdır ve yıllarca süren kuraklık sırasında su kısıtlamaları kaçınılmazdır. Küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişiklikleri su kaynaklarını daha da sınırlayabilir. Bugün ve gelecek için insan yaşamanın sürdürülebilirliği

ve mevcut ihtiyaçlarının karşılanması için uygun bir şekilde kullanması gerekmektedir. (Karaman ve Gökalp, 2010, Volschenk, 2012).

Dünya üzerinde genel olarak yağmurla beslenen tarım alanları sınırlıdır. Ekonomik olarak gelişmiş birçok ülkede uygulanan sulama fırsatlarından ve teknolojilerinden yoksundur. Artan nüfus ve zenginlikle birlikte ısınan bir iklim, bölgenin gelecekteki gıda ihtiyaçlarını karşılama potansiyelini daha da zorlama potansiyeline sahiptir. Genel olarak büyük ölçekli su depolama ve sulama uygulamaları yoluyla tarımsal verimliliği artırma hidrolojik potansiyelini araştırılmaktadır. İklim değişikliğinde 2°C küresel ısınmanın altında büyük ölçekli sulama geliştirmesi durumunda havza ölçeğinde sulama potansiyelinde genel bir düşüş olduğu sonucuna varılmaktadır (Sylla ve ark., 2018).

İnsan ve canlı yaşamanın en önemli öğesinden biri olan suyun nüfus artışının ve kentleşmenin getirdiği küresel ısınmanın tehdidi gün geçtikçe artmaktadır. Küresel ısınmanın getirdiği su kaynaklarının azalması suya olan talebin giderek atmasına neden olmaktadır. İklimsel değişkenliğin ve ısınmanın mahsul üretimi üzerindeki etkilerini ölçen çalışmaların çoğu, verime odaklanmış ve potansiyel alan ve sıklık tepkilerini gözden kaçırmış, ısınan bir dünyada gıda güvenliğine ilişkin gelecekteki tahminleri potansiyel olarak saptırmıştır. Özellikle tarımsal sulamada kullanılan kaynakların kısıtlanmasında, en başta dünya olmak üzere Türkiye'de gıda güvenliği tehlikeye girmektedir. Nüfus popülasyonunun artışı ile gıda ihtiyacına karşı önlemler alınmalıdır. Su kaynaklarının kıt oluşu çevresel kentsel ve sanayi kullanımında

rekabete sürüklenmektedir. Bu rekabetti yer altı suları azalmakta küresel ısınma ve su ekosisteminin kirlenmesi sonucu kalitesiz bir kaynak haline gelmektedir, ayrıca yapılan yeni kaynak araştırması ve geliştirilmesi günden güne daha pahalı hale gelmektedir. Küresel ısınma sebebiyle oluşan kuraklıklar yağışın dağılımı ve azalmasında oluşan değişiklikler, Mevcut su kaynaklarının da en etkin şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Çakmak ve Gökalp, 2011, Zhu ve Burney, 2021).

Orta Asya'nın kurak bölgesinde, iklim değişikliği sadece alpin bölgelerde buzulların/kar erimesinin yarattığı su mevcudiyetinde değişikliklere değil, aynı zamanda su tüketiminde de değişikliklere yol açmaktadır (Li ve ark., 2020).

1.2.Küresel ısınma ve kuraklık

Kuraklık, yağışın uzun yıllar ortalamasından daha az gerçekleşmesi ile ortaya çıkan ve herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde meydana gelebilecek olan doğal bir iklim olayıdır. Günümüzde; dünyada, karşılaştığımız küresel ölçekte en büyük sorunlardan birisi olan kuraklık, bugün gelinen nokta itibariyle fiziksel ve doğal çevre, kent yaşamı, kalkınma ve ekonomi, teknoloji, tarım ve gıda, temiz su ve sağlık olmak üzere hayatımızın her aşamasını etkilemektedir. Etki derecesi, süresi ve zamanının tahmin edilmesi son derece zor olan kuraklığın etkileri, insan faaliyetleri ile de yakın ilişkilidir. Kuraklık, önemli ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri olan doğal bir olaydır. Ülkemizin, küresel ısınmanın muhtemel etkileri açısından, risk grubu ülkeler arasında yer aldığı, gelecekte özellikle Akdeniz ve İç Anadolu

bölgelerimizin iklim değişikliğinden daha çok etkileneceği tahmin edilmektedir (Kapluhan, 2013).

Kuraklık, tarımsal üretimde ciddi verim kayıplarına neden olan etmenlerin başında gelmektedir. Küresel ısınmaya bağlı olarak beklenen şiddetli kuraklık olayları, tarımsal anlamda kullanılan bitkilerin kuraklık toleranslarının arttırılması yolunda ciddi adımların acil olarak atılmasının gerekliliğini bir kez daha gözler önüne koymaktadır (Öztürk, 2015).

Sulama tarımda kuraklık tehlikesinin uzaklaştırmasına ve etkisinin azaltmasına yönelik etkili bir yönetim biçimidir. Bu yönden sulama yalnızca tarımsal üretim için önem arz etmez, ayrıca gıda güvenliği açısından da büyük öneme sahiptir. Kurak ve yarı-kurak iklim kuşağında bulunan ülkemiz, küresel ısınma, iklim değişimi ve kuraklık görülme oranı kaçınılmaz bir gerçek olmuştur. Yağışların azalması mevcut su kaynaklarının kıtlaması öngörülmektedir. Bu amaçla en fazla suyun kullanımı olan tarımsal sulamada suyu etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Su tasarrufu sağlayan basınçlı sulama yöntemleri ve kısıtlı sulama yapılması tercih edilmelidir (Çakmak ve Gökalp, 2013).

1.3.Kısıtlı su

Yeryüzü üzerindeki yaşayan bütün canlılar için su hayattır, Dünya üzerindeki en önemli hayatın kaynağı olan su, insan vücudunun %70 ve dünya üzerinin yaklaşık 3/4'ünü oluşturmaktadır. Su yaşamsal faaliyetlerin yürütülmesi için gerekli bir unsurdur. Suyun % 97,5'i

okyanuslarda ve denizlerde bulunurken %205'i ise göller ve nehirlerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Dünyada yararlanılabilecek elverişli tatlı su miktarı ise yeter olarak bilinmektedir. Nedeni tatlı su kaynaklarının yaklaşık %90'nıyer altı kaynağı ve kutuplarda bulunmaktadır. Dünya üzerindeki 1,4 milyar km^3 lük doğal depoların (rezervlerin) sadece %1'i kullanıma uygundur, bu gerçek söz konusu olduğunda küresel ısınmanın getirdiği etki ile bu rezervlerin %25'i ne yakın bir oradan su kaybı olabileceği gerçeği söz konusudur. Bu dünyamızı gelecekte nasıl bir durumda olacağının kanıtıdır ve bizi bekleyen geleceğin kuraklık olması kaçınılmazdır (Yılmaz, 2015).

Su kaynaklarının en etkili bir şekilde kullanımı için, tarımsal sulamada öncelikli basınçlı sulama sistemlerine geçinilip yayınlaşmasına yön verilmelidir. Yapılacak olan bu çalışmalarda küresel sınma, iklim değişkenliğinin tarıma etkisini, kuraklık, sulama ve etkili su kullanma tekniklerine yönelik öneriler yer verilmiştir. (Çakmak ve Gökalp 2011).

Su temini ve talep arasındaki boşluğu kapatmak için alternatif tatlı su kaynaklarını nasıl yönettiğimiz, çevrenin ve insan refahının geleceği için çok önemlidir. Yarı kurak ve kurak bölgelerde tarımsal sulama için artan su kıtlığı, suyun yeniden kullanımı uygulamalarına olan ilginin artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte, bu ortaya çıkan uygulamaların yaşam döngüsü etkileri ve potansiyel takasları hakkındaki içgörüler, farklı su yeniden kullanım uygulamalarının sistematik değerlendirmelerinin azlığı ile hala sınırlıdır (Pan ve ark., 2019).

Küresel iklim değişikliği ile hiçbir devlet atlanamayacağından, küresel sağlam, somut ve etkili adımlar atmak gerekir, böylece uluslararası sistem artan çatışmalarla ve küresel çevre yönetimiyle başa çıkmak için. Kyoto Anlaşması, Montreal Konferansı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi vb. Aynı şekilde Romanya'da da çevre politikaları yetersizlik, yolsuzluk ve yetersiz fonlamadan etkileniyor (Hălbac-Cotoară-Zamfir ve ark.,2019).

Doğal kaynaklar içerisinde önemli role sahip olan su, tarımsal üretim açısından temel üretim faktörlerinden biridir. Sürdürülebilir su kullanımı ve yönetimi, insanların tüketimi, ekosistem açısından gerekliliği, enerji üretimi, turizm, tarımsal üretim (bitkisel ve hayvansal) vb. tüm sektörler için oldukça önemlidir. Son zamanlarda yaşanan iklim değişikliği, küresel ısınma ve çevre sorunları sürdürülebilir tarım, su ve çevre konularını gündeme getirmiştir. Adana' da Yapılan bir çalışmada ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik açısından su yönetimi konusu çiftçiler ve Sulama Birlikleri açısından bireysel görüşme yöntemi ile ele alınarak incelenmiştir. Çiftçiler su yönetimi ile ilgili sınırlı bilgiye sahip olup genellikle çevresel açısından konuyu değerlendirmektedirler. Birlikler ise konunun önemini ve içeriğini bilmekle beraber, su yönetiminde farkındalık yaratmak ve çiftçileri eğitmek için yeterli düzeyde işbirliği ve koordinasyondan uzak olduğu belirlenmiştir (Küçükklavuz, 2019). Yapılacak olan su yönetiminin çiftçiler tarafından önemi ve bilinçlendirilmesi güçlüğü uzun yıllarca yaşanacağı öngörülmektedir.

Küresel ısınmanın ekonomik etkisi, iklim, teknoloji ve uyarlanabilir kapasite farklılıkları nedeniyle büyük olasılıkla çiftlikler arasında değişmektedir. Dünya çapındaki çiftçilerin üretim sistemlerini küresel ısınmaya ve bu insan yapımı çevresel değişikliklerden kaynaklanan artan iklim aşırılıklarına uyum sağlayacak şekilde uyarlamaları gerekecektir. Bu nedenle, ısınmanın ortalama etkisine ilişkin toplu tahminler iklim değişikliği güvenlik açığını modellemek için yetersiz olabilir. Kuru iklimlerdeki çiftliklere, düşük kaliteli araziye sahip olanlara ve sulama kullananlara daha fazla zarar verir. İklim değişikliği etkilerindeki heterojenlik, en sıcak veya en kurak iklimlerdeki çiftliklerin alt kümesi içinde özellikle büyüktür, çünkü en savunmasız çiftlikler iklim adaptasyonu için sınırlarına ulaşmış gibi görünmektedir. Küresel ısınma sadece kurak ve yarı kurak bölgeleri etkilemekle kalmıyor, aynı zamanda Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinde tarım için bir tehdit haline geliyor. (DePaula, 2020, Szekely-Varga ve ark., 2020, Wynn ve ark., 2021).

2. SONUÇ

Küresel ısınmanın dünyaya ve ülkemize, tarımsal üretimde bitki örtüsünde sulama sistemlerinin etkili kullanılmaya ve alışılmış yöntemlerden ziyade farklı sulama sistemleri uygulamaya teşvik eder. Bununla beraber yapılacak olan ürün çeşitliliğinde suya dayanıklı bitkisel üretim yapılması gerekmektedir. Ayrıca konu ile bağlantılı meslekler önemli bir çalışma yapmalı ve sürekli yeni yöntemler araştırılmalıdır. Bu uygulamalar çiftçilere önerilip benimsetmeli, ekonomik olarak kabul edilmelidir. Nitekim ilk başta kullanılan

basınçlı sulama sistemleri maliyet açısından etkili olsa da ürün çeşitliliğin verimliliğin giderilmesi için yapılan bilimsel araştırma ve çalışmalarla desteklenmelidir. (Kaltu ve Güneş, 2010).

Su; sadece insan kullanımı için değil aynı zamanda ekosistem bütünlüğü, ekonomik kalkınma, ulusal güvenliğin sağlanması ve enerji üretimi için de gereklidir. Günümüzde ekonomik büyüme ile nüfusun artması ve yaşam standartlarının yükselmesi ile su ihtiyacı da artmıştır. Ancak küresel ısınma ve suyun kısıtlı oluşu Günümüzün en önemli sorunlarındandır, su kaynaklarımızın %75'i tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Bundan dolayı sulamada etkin verimlilik, ayrıca diğer alanlar içinde su temini planlaması önem arz etmektedir. Mevcut su kaynaklarının kalitesi ve ulaşılabilirliği göz önüne alındığında, kıt su kaynaklarının akılcı ve sürdürebilir yönetimi gerekmektedir. Su yönetiminde, su tüketimini tarım, sanayi ve evsel ihtiyaçlara göre yeniden düzenleyecek mekanizmaların kurulması, ulusal ve uluslararası yönetimlerin rolü oldukça önemlidir (Üzen ve Çetin, 2012).

Küresel ısınma hidrolojik döngüdeki değişiklikleri şiddetlendirebilir. Küresel ısınma altında potansiyel evapotranspirasyonda (PET) gelecekteki değişiklikleri anlamak, sulama planlaması ve su kaynakları yönetimi için son derece önemlidir (Zeng ve ark., 2021).

Son yıllarda dünya kamuoyunda en fazla tartışılan konulardan biri haline gelen ve yaşanan çevre sorunlarından en önemlilerinden olan küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkileri gözlendikçe insanoğlunun ilgisi daha da artmakta ve insanlığı tehdit etmektedir. İklim değişikliği, "Nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük

ölçekli ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler" biçiminde tanımlanabilir. İnsanlar tarafından atmosfere verilen gazların sera etkisi yaratması sonucunda dünya yüzeyinde sıcaklığın artması ise küresel ısınma olayıdır. Havza yönetimi; bir havza sınırı içerisinde kalan toprak, su, bitki örtüsü varlığı ile bunları etkileyen bir faktör olarak da insan faaliyetlerinin birlikte ele alındığı bir doğal kaynak yönetimidir. Dünyayı tehdit eden küresel ısınma birbirinden farklı bölgelerde, farklı şekillerde kendisini göstermektedir. İklim değişikliği hidrolojik çevrim, su kaynakları, onların yerel-bölgesel-küresel yönetimi ve dağıtımı üzerine önemli ölçüde etki etmektedir. Sağlık ve besin üretimi yanında, endüstri ve sürdürülebilir ekosistemler için vazgeçilmez olan su kaynaklarına küresel ısınmanın etkide bulunması kaçınılmazdır. Küresel ısınmanın en önemli sonuçlarından biri olan su kaynaklarının azalması, sürdürülebilir yaşamı engelleyecek boyutlara ulaşmaktadır. Su kaynaklarını planlama çalışmaları havza yönetimi içinde değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalarda iklim değişikliği ve küresel ısınmanın havza yönetimi üzerine olan etkileri anlatılmış, problemlerden bahsedilmiş ve çözüm önerileri getirilmiştir (Babalık ve Dursun, 2019).

Kuraklık, küresel ısınmanın getirdiği iklim değişikliklerinin bir sonucudur, yaşam döngüsü ekosistem için en büyük problemlerden biridir. Kuraklık, aniden ortaya çıkan doğal afetlerden değildir. Bu doğal afet insan ve tüm canlıların yaşamını tehdit eden ve yüksek maliyetlere sebep olabilecek afetlerden biridir. Su kaynaklarının yetersiz olması, hızla artan nüfus ve suya olan talebin artışı kuraklığın

etkisinde artırmaktadır. Küresel ısınmadan dolayı oluşan kuraklık dünyamızı ve ülkemizi önemli oranda etkileyeceği ön görülmektedir. Antik çağlardan bu yana su üretken olarak kullanmak için dünyanın çeşitli bölgelerinde yüzey akışın üstünde kalan suyun biriktirmesi yani su hasadı söz konusudur. Su hasadı basit, etkili ucuz ve sürdürülebilirliği vardır. Yüzey akışın geniş ve toplama alanlarından yağış ile gelecek olan suyun küçük alanlarda kullanılma süreci şeklinde işlemektedir. Su hasadı için yapın yapı sistemi yağışın düzensiz ve az olduğu alanlarda özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, üretim yapma etkinliğini artırma potansiyeline sahiptirler. Su hasada uzun yıllar boyunca toprakta su depolanmasını, erozyonu sedimantasyonda azalma ve toprak verimliliğinde kullanılan bir araçtır. Doğal ve ormanlık alanlarından gelen su temiz ve kullanıma uygundur (İnci ve ark., 2011).

İklim değişikliği Dünya üzerinde farklı kıta ve farklı bölgelerde çeşitli şekilde etkiliyor. Sıcaklık, yağış ve dere akışları üzerindeki etkileri tartışılmaktadır. Yağış şekilleri, kentsel drenaj ve diğer hidrolik yapıların yeniden tasarlanmasını gerektirebileceği için kısa-yoğun eğilimler sergilenerek. Akış desenleri, zamansal yeniden dağıtım ve yoğun zirvelerle genel olarak stabilite edilmelidir. Su ve enerji tasarruflu sistemlerle ek sulama, adaptasyon ve düzenleme değişen iklim altında sürdürülebilirliği sağlayabilir (Bahatti ve ark., 2021).

İklim değişikliği Dünya üzerinde farklı kıta ve farklı bölgelerde çeşitli şekilde etkiliyor. Sıcaklık, yağış ve dere akışları üzerindeki etkileri tartışılmaktadır. Yağış şekilleri, kentsel drenaj ve diğer hidrolik

yapıların yeniden tasarlanmasını gerektirebileceği için kısa-yoğun eğilimler sergilenerek. Akış desenleri, zamansal yeniden dağıtım ve yoğun zirvelerle genel olarak stabilite edilmelidir. Su ve enerji tasarruflu sistemlerle ek sulama, adaptasyon ve düzenleme değişen iklim altında sürdürülebilirliği sağlayabilir (Bahatti ve ark., 2021).

Tarımsal su tasarrufu sağlayan sulama teknolojisi gittikçe daha önemli hale gelmiştir ve kurak alanlara yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu etkiler, sera etkilerini azaltmak için önemli ve stratejik anlamlara sahiptir. Bununla birlikte, sulama yöntemlerinin toprak gaz emisyonları üzerindeki etkisi ile ilgili sınır bilgileri vardır. Malçlı damla sulama, damlama filtrasyon sulama ve geleneksel sulama emisyonları, faktörleri ve korelasyonlarını bir sera toprağındaki etkisini araştırılmıştır. (Ye ve ark., 2020).

KAYNAKLAR

Altan, K. (2020). Türkiye'de yağış ve sıcaklığın su kaynakları, tarımsal ürün verimi ve su politikalarına etkisi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 3, 2020, Bursa, Türkiye.

Anonim(2021).https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojiyegir.aspx?s=19) (Erişim Tarihi 06.12.2021)

Anonim.(2009).Tarımda Su Kullanımı. https://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/61_TARIMDA%20SULAMA%20VE%20SUYUN%20KULLANIMI_10_02_2009.pdf (Erişim Tarihi 06.12.2021)

Babalık, A. A., Dursun, İ. (2019). İklim Değişikliği ve Havza Yönetimi. In Proceedings on 2nd International Conference on Technology ve Science.

Bayramoğlu, E., Demirel, Ö., Işık, B. Ö. (2012). Peyzaj Alanlarında Randımanlı Su kullanımında Damla Sulamanın Önemi. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 2(5).

Bayramoğlu, E., Ertek, A., Demirel, Ö. (2013). Su tasarrufu amacıyla peyzaj mimarlığı uygulamalarında kısıntılı sulama yaklaşımı. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 3(7).

Bhatti, AZ, Farooque, AA, Krouglicof, N., Li, Q., Peters, W., Abbas, F., Acharya, B. (2021). Sulama Stratejileri için Kanada'da İklim Değişikliğine Bağlı Hidrolojik Varyasyonlara Genel Bir Bakış. Sürdürülebilirlik, 13 (9), 4833.

Chen, Y., Feng, X., Fu, B., Shi, W., Yin, L., Lv, Y. (2019). Recent global cropland water consumption constrained by observations. Water Resources Research, 55(5), 3708-3738.

Çakmak, B., Gökalp, Z. (2011). İklim değişikliği ve etkin su kullanımı. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 4(1), 87-95.

Çakmak, B., ve Gökalp, Z. (2013). Kuraklık ve tarımsal su yönetimi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, (4), 1-11.

Çetin, N., Mansuroğlu, S., Önaç, A. K. (2018). Xeriscaping Feasibility as an Urban Adaptation Method for Global Warming: A Case Study from Turkey. Polish Journal of Environmental Studies, 27(3).

Demirel, Ö., Bayramoğlu, E., Özdemir Işık, B. (2012). Peyzaj alanlarında randımanlı su kullanımında damla sulamanın önemi.

DePaula, G. (2020). The distributional effect of climate change on agriculture: Evidence from a Ricardian quantile analysis of Brazilian census data. Journal of Environmental Economics and Management, 104, 102378.

Hălbac-Cotoară-Zamfir, R., Keesstra, S., Kalantari, Z. (2019). The impact of political, socio-economic and cultural factors on implementing environment friendly techniques for sustainable land management and climate change mitigation in Romania. Science of the Total Environment, 654, 418-429.

İnci, Ö. R. S., Sevda, S. A. F. İ., Ünlükara, A. L. İ., Yürekli, K. (2011). Su hasadı teknikleri, yapıları ve etkileri. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 4(2), 65-71.

Kaltu, S., Güneş, E. (2010). Mısırda (*Zea mays* L.) farklı sulama sistemlerinin verim ve gelir üzerine etkisi. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 3(2), 27-31.

Kapluhan, E. (2013). Türkiye'de Kuraklık Ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi, (27), 487-510.

Karaman, S., Gökalp, Z. (2010). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 3(1), 59-66.

Keskin, A. Ü., Demir, Ş. D. (2018). Amasya Değirmendere Barajında Sulama Alanı ve Baraj Yüksekliği Arasında Ekonomik Analiz. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 20(60), 755-764.

Küçükkılavuz, E. (2009). Küresel ısınmanın su kaynakları üzerine etkileri: Türkiye örneği/The effects of global warming about water resources: Turkey sample (Doctoral dissertation).

Li, Z., Fang, G., Chen, Y., Duan, W., Mukanov, Y. (2020). Agricultural water demands in Central Asia under 1.5° C and 2.0° C global warming. Agricultural Water Management, 231, 106020.

Liu, D., Zhang, C., Ogaya, R., Fernández-Martínez, M., Pugh, T. A., ve Peñuelas, J. (2021). Increasing climatic sensitivity of global grassland vegetation biomass

and species diversity correlates with water availability. New Phytologist, 230(5), 1761-1771.

Öztürk, N. Z. (2015). Bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde bilinenler ve yeni yaklaşımlar. Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology, 3(5), 307-315.

Pan, YR, Wang, X., Ren, ZJ, Hu, C., Liu, J., Butler, D. (2019). Yaşam döngüsü etki analizi yoluyla sürdürülebilir su kaynağı geri kazanımı için uygulama sınırlarının karakterizasyonu ve optimizasyon stratejilerinin belirlenmesi. Çevre uluslararası, 133, 105266.

Sylla, MB, Pal, JS, Faye, A., Dimobe, K., ve Kunstmann, H. (2018). İklim değişikliği, 2 C ve 1.5 C küresel ısınma senaryolarında Batı Afrika havza ölçeğinde sulamayı ciddi şekilde etkileyecek. Bilimsel raporlar, 8 (1), 1-9.

Szekely-Varga, Z., González-Orenga, S., Cantor, M., Jucan, D., Boscaiu, M., Vicente, O. (2020). Kuraklık ve Tuzluluğun İki Ticari Lavandula angustifolia Değirmeni Üzerine Etkileri. Bitkiler, 9 (5), 637.

Türkeş,M., Şen,Ö.L., Kurnaz,L., Madra, Ö., Şahin, Ü. (2013). İklim Değişikliğinde Son Gelişmeler, IPCC 2013

Üzen, N., Çetin, Ö. (2012). Geçmişten günümüze su ve sulama yönetimi. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 1(2), 281-290.

Volschenk, T. (2012, July). Irrigation strategies to minimize drought-induced yield reduction in'Forelle'pear trees. In VII International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops 1038 (pp. 155-162).

Wynn, P. C., Warriach, H. M., Iqbal, H., McGill, D. M. (2021). The future of smallholder farming in developing countries in the face of climate change: a perspective with a focus on Pakistan. Animal Production Science.

Yağanoğlu, A.V. (2020). Arazi Yönetiminin İklim Değişikliğine Etkileri ve İklim Değişikliğinin Arazi Yönetimine Etkileri, Erzurum İklim Eylem Planı Çalıştayı Erzurum.

Ye, X., Liu, H., Zhang, X., Ma, J., Han, B., Li, W., Lin, X. (2020). Impacts of irrigation methods on greenhouse gas emissions/absorptions from vegetable soils. Journal of Soils and Sediments, 20(2), 723-733.

Yılmaz, A. (2015). Küresel Isınmanın Dünya Su Rezervleri Üzerindeki Etkileri. Kent Akademisi, 8(22), 63-72.

Zeng, P., Sun, F., Liu, Y., Feng, H., Zhang, R., Che, Y. (2021). Changes of potential evapotranspiration and its sensitivity across China under future climate scenarios. Atmospheric Research, 261, 105763.

Zhu, P., Burney, J. (2021). Temperature-driven harvest decisions amplify US winter wheat loss under climate warming. Global Change Biology, 27(3), 550-562.

BÖLÜM 5

TARIMDA POTANSİYEL BİR MOLEKÜL: HİDROJEN GAZI (H_2)

Dr. Öğr. Üyesi Raziye KUL[1]

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM[2]

[1]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-5836-6473; e posta: raziye.kul@atauni.edu.tr
[2] Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-3369-0645; e posta: ertanyil@atauni.edu.tr

1. GİRİŞ

Hidrojen, evrenin kütlesinin yaklaşık %75'ini işgal eden, evrendeki en bol elementtir (Zulfiqar ve ark., 2021). Aynı zamanda insan vücudu kompozisyonununda da en çok bulunan element olarak dikkat çekmektedir. Renksiz, kokusuz ve tatsız bir gaz olan hidrojen gazı, doğada yapısal olarak en basit gazdır (Li ve ark., 2018; Wang ve ark., 2020). Atmosferde kimyasal olarak hiç bir madde ile tepkimeye girmediği, diğer bir ifadeyle inert olduğu bilinen H_2'nin canlılarda bir takım biyokimyasal fonksiyonlar sergilediği görülmektedir (Li ve ark., 2017). İlk olarak 1937'de Paneth (1937), dünya atmosferindeki H_2'nin troposferik karışım oranının hacim olarak yaklaşık 0,5 ppm'e, ağırlık olarak ise yaklaşık 34,5 ppb'ye eşdeğer olduğunu bildirmiştir. Atmosferdeki H_2'nin en önemli kaynaklarını metan (CH_4) ve metan olmayan hidrokarbonların fotokimyasal oksidasyonları oluşturmaktadır (Novelli ve ark., 1999; Ehhalt ve Rohrer, 2009). Buna ek olarak, biyokütlelerin yanması ve fosil yakıt endüstrisi, H_2'nin diğer ikincil kaynaklarını oluşturmaktadır (Novelli ve ark., 1999). Ayrıca H_2'nin alglerden, bitkilerden, mikroorganizmalardan ve hayvanlardan üretimi ve salınımı ile ilgili araştırmalar da mevcuttur (Gaffron, 1939; Gest ve Kamen, 1949; Frenkel ve ark., 1952; Renwick ve ark., 1964; Czerkawski, 1972). Alglerde ve diğer mikroorganizmalarda H_2 üretimi esas olarak hidrojenaz ve nitrojenaza bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Das ve ark., 2008). Ancak bitkilerde H_2'nin metabolik sentezi kanıtlanmış olmasına rağmen, H_2 oluşum mekanizmaları hala açıklanamamaktadır. Allakhverdiev ve ark. (2010), H_2 üretiminin

fotosentetik elektron taşıma zinciri ile ilgili olduğunu, bu sistem baskılandığında H_2 üretiminin azaldığını rapor etmişlerdir. Bu nedenle H_2 üretimi ve salınımının kloroplastlarda ve mitokondride enerji metabolizması ile ilişkili olabileceği ifade edilmektedir (Li ve ark., 2018). Ayrıca Kim ve Kim (2011) de benzer şekilde karbon dioksit (CO_2) fiksasyonu sırasında biriken nişasta ve glikoz gibi bileşiklerin Calvin döngüsü ile parçalandığı esnada, nitrojenaz aktivitesi ile H_2 sentezlediğini bildirmişlerdir. Bitkilerde H_2 üretimini inceleyen diğer araştırmacılar ise, enzimatik ve enzimatik olmayan yollar dahil olmak üzere çeşitli araçlar yoluyla sürekli olarak hidrojen sentezlendiğini ifade etmişlerdir (Das ve ark., 2008). Bitkilerden endojen H_2 üretiminin abiyotik stres faktörleri (kuraklık, sıcaklık, ozmotik stres, tuzluluk ve ağır metal) tarafından indüklenebileceğini belirten çalışmalar da mevcuttur (Cui ve ark., 2013; Zeng ve ark., 2013; Jin ve ark., 2013; Chen ve ark., 2017a). Xie ve ark. (2012), NaCl uygulamasının Arabidopsis (*Arabidopsis thaliana*) fidelerinde endojen H_2 salınımını arttırdığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan fitohormonların da hidrojen üretimi ile ilişkili olabileceği savunulmaktadır. Bitkilerdeki endojen H_2 üretiminin, oksin, absisik asit ve etilen tarafından indüklenebileceği veya engellenebileceği ortaya konulmuştur (Zeng ve ark., 2013; Xie ve ark., 2014; Cao ve ark., 2017).

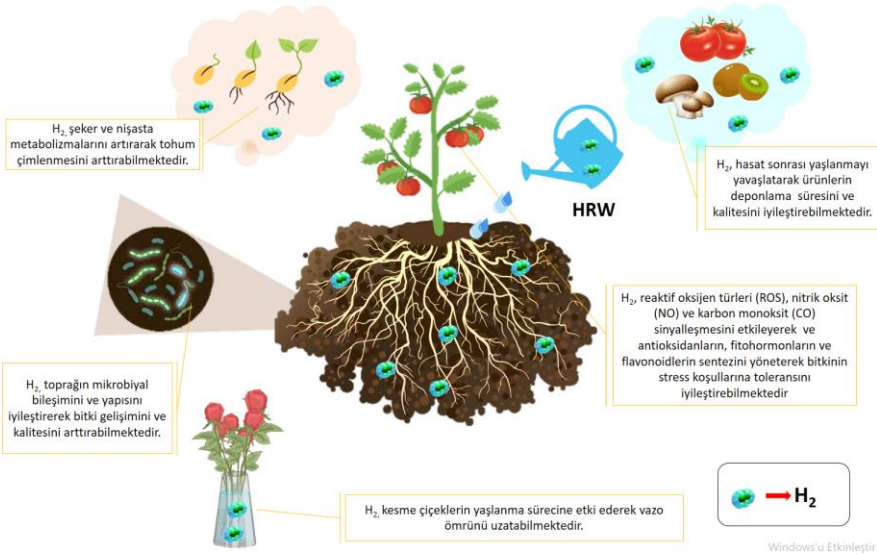
Nitrojen bağlayan baklagiller, nitrojen (N_2) fiksasyonu sırasında yan ürün olarak H_2 üretmektebilmekdir (Hunt ve Layzell, 1993). Baklagillerin bir ekim nöbetine dahil edilmesinin olası faydaları, genellikle toprak azot verimliliğindeki iyileşme ile ilişkilendirilirken

(Rochester ve ark., 2001), bitki büyüme ve veriminde gözlenen bu artışın sebebi tatmin edici bir şekilde açıklanamamıştır (Maimaiti ve ark., 2007). Bununla birlikte, yapılan araştırmalarda baklagillerin H_2 gazı ile toprak gübrelemesi yaparak sonraki mahsullerin büyümesini arttırabileceği rapor edilmiştir (Dong ve ark., 2003; Maimaiti ve ark., 2007). H_2'nin esas olarak toprak mikroorganizmları tarafından tüketildiği ve hidroksil radikalleri tarafından oksitlendiği belirlenmiştir. Constant ve ark. (2009) atmosferik H_2'nin yaklaşık %80'inin mikrobiyal aracılı bir süreçle toprak tarafından emildiğini bildirmiştir. Çünkü üretilen H_2'nin bir çoğu nodüle yapışık halde bulunan mikroorganizmalar tarafından tüketilmekte, bu nedenle nispeten çok az bir H_2 yeniden atmosfere giriş yapmaktadır (Novelli ve ark., 1999; Constant ve ark., 2009). H_2 ile mikrobiyal akitivite arasındaki bağlantı, toprağın otoklavlanması veya antibiyotiklerle muamele edilmesi durumunda H_2'yi oksitleme yeteneğinin kaybolduğunu gösteren bir deneyle de doğrulanmıştır (McLearn ve Dong, 2002). Buradan yola çıkılarak toprak mikroorganizmaları tarafından bu denli yüksek oranda kullanılan bu enerji kaynağının tarım sistemleri üzerindeki etkisi de sürpriz bir sonuç olmayacaktır.

İlk olarak Ohsawa ve ark. (2007) H_2'yi sitotoksik serbest radikalleri seçici olarak azaltabilen bir antioksidan olarak bildirmişlerdir. Bu şaşırtıcı bulgu dünyanın dört bir yanından çok sayıda araştırmacının dikkatini çekmiştir. Birçok hastalık için klinik ve deneysel modeller kullanılarak çeşitli biyomedikal alanlarda yapılan birçok çalışma, H_2'nin hayvan organizmalarında tedavi amaçlı kullanılabileceğini

ortaya koymuştur (Kajiyama ve ark., 2008). Ancak son zamanlarda H_2'nin organizmalardaki rolü üzerindeki yoğun ilgi, hayvanlardan bitkilere kaymıştır.

H_2'nin agronomik kullanımı, Dong ve ark. (2003)'ün "H_2 gübrelemesi" kavramını ortaya atması ile başlamıştır. Birçok araştırmacı H_2'nin tarla ve bahçe ürünleri üzerindeki metabolik etkilerini ortaya koyan çalışmalarda bulunmuşlardır. Golding ve Dong (2010), H_2'nin mikrobiyal toplulukların yapısını değiştirebildiğini ve yararlı mikroorganizma polasyonunun gelişmini teşvik ederek toprak verimliliğini desteklediğini bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmalar H_2 uygulamalarının, bitki gelişimini ve kalitesini arttırabilceğini (Hu ve ark., 2021); abiyotik ve biyotik streslere karşı bitki toleransını iyileştirebileceğini (Xie ve ark., 2012, 2014; Xu ve ark., 2013; Chen ve ark., 2014; Jin ve ark., 2013; Zeng ve ark., 2013; Su ve ark., 2018; Wang ve ark., 2019); bitkilerde kök gelişimi arttırabileceğini (Lin ve ark., 2014; Zhu ve ark., 2016; Cao ve ark., 2017; Zhu ve Liao, 2017); kesme çiçeklerde yaşlanmayı geciktirerek vazo ömrünü uzatabileceğini (Ren ve ark., 2017a; Li ve ark., 2020, 2021a), sebze ve meyvelerde hasat sonrası kalite ve depolama süresini iyileştirebileceğini (Hu ve ark., 2014, 2018; Su ve ark., 2014; Chen ve ark., 2017b; Yun ve ark., 2021) göstermiştir (Şekil 1). Bu kaynak araştırmalar ışığında H_2, tarımsal üretimde ekonomik, sağlıklı ve sürdürülebilir bir şekilde ürün yetiştirmeyi hedefleyen modern tarımsal üretim için potansiyel bir uygulama alanı sunmaktadır.



Şekil 1. H_2'nin bitkilerdeki uygulama alanları ve etkileri

2. H_2 UYGULAMASI VE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Gaz halindeki H_2 oldukça yanıcıdır, bu nedenle uygulamada güvenlik konularının öncelikli olarak dikkate alınması gerekmektedir. Bitkiler için kapalı bir ortam hazırlanmadıkça H_2'nin gaz halinde kullanımı pratik bir yaklaşım değildir. Diğer yandan, kontrollü hava geçirmez koşullar H_2'nin gaz formunda kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Bu durumda H_2'nin hacimce alt yanıcılık sınırının altında (%4 hacim) olması gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda %3 veya daha düşük bir H_2 konsantrasyonunun, çin frenk soğanı (*Allium tuberosum*) (Jiang ve ark., 2021) ve kivi (Hu ve ark., 2018) raf ömrünü uzatabildiği bildirilmektedir. Ancak üzümlerin 90 günlük saf H_2 atmosferi koşullarındaki depolanmasında ise belirgin çürümeler tespit edilmiştir (Zerveas ve ark., 2021). Xu ve ark. (2013) tarafından kullanılan ve hidrojen bakımından zengin su (HRW) olarak adlandırılan solüsyon

tarımsal H_2 uygulamarının temelini oluşturmaktadır. Bu solüsyonu üretebilmek için su, bir hidrojen gazı jenaratöründe köpürtülmekte ya da eloktroliz cihazında hidroliz edilmektedir. H_2'nin suda çözünürlüğü nispeten düşüktür ve Henry Yasası kullanılarak doymuş bir çözeltinin yaklaşık 1,57 mg L^{-1} (0,78 mM) H_2 konsantrasyonuna sahip olduğu öne sürülmektedir (Anonim, 2021). Daha sonra, H_2 ile zenginleştirilmiş su/besin solüsyonu gerekli konsantrasyonlara seyreltilir. HRW yöntemi ile H_2 iletimi, damla sulama yöntemi ile sulanan ve gübrelenen bitkiler için oldukça kullanışlı ve uygulanabilir gözükmektedir. HRW; tohum, meyve veya yaprakların ıslatılması, toprağın sulanması ve hidroponik solüsyonlara ilave edilmesi gibi farklı şekillerde uygulanabilmektedir (Li ve ark., 2021b). Diğer yandan H_2 uygulaması, HRW solüsyonu aracılığı ile bitkilerin yetişme ortamlarına ilave edilerek, ürünlerin üzerine püskürtülerek ve ürünler bu solüsyonda bekletilerek yapılabilceği gibi kapalı alanlarda doğrudan H_2 fümigasyonu yoluyla da yapılabilmektedir. Bununla birlikte, suda çözünen H_2 hızla buhar fazına (atmosfere) geçiş yapmaktadır, böylece doymuş bir çözelti, H_2 konsantrasyonunu uzun süre koruyamayacaktır. H_2'nin sıvıdaki konsantrasyonunu ve kalma süresini iyileştirmek için alternatif HRW hazırlama seçenekleri olarak katı H_2 depolama tabletleri ve nano kabarcık teknolojisi geliştirilmiştir (Li ve ark., 2021b). HRW üretimi için alternatif bir uygulama materyali olarak öne sürülen magnezyum hidrit (MgH_2) tableti, yüksek hidrojen depolama kapasitesi (ağırlıkça %7.6) ve düşük maliyeti nedeniyle umut verici bir hidrojen kaynağı olarak bildirilmektedir (Grochala ve Edwards, 2004). Saf suda çözündürülen MgH_2 tebleti, hidroliz reaksiyonu ($MgH_2 + 2H_2O \rightarrow$

$Mg(OH)_2 + 2H_2$) ile istenen miktarda H_2 yan ürünü sentezleyebilmektedir. Ancak MgH_2 hidrolizinin reaksiyon kinetiğinin saf suda son derece yavaş olması ve pH artışı ile reaksiyonun engellenmesi gibi bazı problemler bildirilmektedir (Russell ve ark., 2020). Ancak, Li ve ark. (2020 ve 2021a) HRW üretmek için MgH_2 tableti kullanmanın oldukça iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar kesme karanfil çiçeklerinin vazo ömrünün uzatılmasında sitrat tampon solüsyonu ile birleştirilen MgH_2'nin etkisinin HRW'ninkinden daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer yandan Li ve ark. (2021c) hidrojen nanokabarcıklı HRW'nin, kesme karanfil çiçeklerinin vazo ömrünü uzatmak için H_2 jeneratüründe köpürtülerek elde edilen geleneksel HRW'ye kıyasla daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca H_2 sağlayan ticari ürünler de HRW üretimi için kullanılabilmektedir (Russell ve ark., 2020). Örneği H_2 depolama malzemesi olarak kullanılan amonyak boranın (AB), kolza tohumu fidelerinin kuraklık, tuzluluk veya kadmiyum (Cd) streslerine karşı toleransını arttırmada etkili bir H_2 sağlayıcı olduğu bildirilmiştir (Zhao ve ark., 2021). H_2 Diğer yandan H_2'nin sudaki yüksek difüzyonu ve düşük çözünürlüğünün neden olduğu tarımsal kullanımındaki yaşanan zorluklara farklı çözüm yolları getirilmiştir. Örneğin hidrojenin teslim süresini artırmak ve daha yüksek konsantrasyonlar elde etmek için hidrojen üreten maddenin gözenekli yapıya paketlendiği nanoteknolojik taşıyıcılar oldukça yarayışlı bulunmuştur (Yang ve ark., 2018). Nonomateryal teknoloji ile üretilen HRW'de H_2'nin kalma süresi artırılabilmekte ve H_2 konsantrasyonu uzun süre korunabilmektedir. H_2 salan bir nanomateryal olan AB@hMSN'nin, H_2'nin suda kalma süresini

artırdığı ve turp, domates, pirinç, Arabidopsis, hıyar ve kolza fidelerinde yanal köklenmeyi farklı seviyelerde indüklediği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2021). Bu nedenle nanoteknolojik H_2'nin tarımsal uygulamalarının, gelecekte büyük bir potansiyele sahip olabilceği düşünülmektedir. Fakat H_2 üreten tabletlerin ve nanomateryallerin kullanılması durumunda, tablet ve nanomateryal üreticileri tarafından üretime dahil edilen diğer maddeler de göz önünde bulundurulmalı ve bu maddelerin uygulanan yerde kalıntı oluşturabileceği unutulmamalıdır. Ayrıca çözeltideki H_2 oranını tahmin edebilecek bir cihazla uygulama miktarının test edilmesi önemli bir husustur (Seo ve ark., 2012).

3. H_2'NİN BİTKİ GELİŞİMİ VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

Geleneksel tarımda, büyük miktarda zirai kimyasalların, özellikle gübre ve böcek ilaçlarının tüketimi kaçınılmazdır. Bu nedenle sürdürülebilir bir tarım anlayışı olan modern tarım, verim ve kalitenin iyileştirilebilmesi için kolay uygulanabilen, düşük maliyetli ve çevre dostu çözümler geliştirilmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle bu tarım anlayışındaki ilgi evrenin en hafif ve bol elementi olan H_2 üzerinde yoğunlaşmaktadır. Dong ve ark. (2003) hidrojenin gübreleme amaçlı kullanımını ilk kez öne süren araştırmacılardır. Ancak bitki besin elementleri sağlayan geleneksel gübrelerin aksine, hidrojen gübresinin bir besin maddesi olmadığı bilinmektedir. Araştırmacılar burada toprağa uygulanan H_2'nin farklı mekanizmalar yoluyla gübreleme etkisi ortaya koyduğunu bildirmişlerdir (Dong ve ark., 2003; Golding ve Dong, 2010). Genel olarak H_2 gübrelemesi ile bitki büyümesi, verim

ve kalite unsurlarındaki iyileşme rizosferdeki H_2 oksitleyici bakteri popülasyonunun artmasıyla ilişkilendirilmektedir. Baklagil kökleri etrafında bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri (PGPR) popülasyonlarının artmasına benzer şekilde, H_2 gübrelemesi ile de seçici bir şekilde bu yarayışlı bakteri popülasyonunun arttığı ifade edilmektedir (McLearn ve Dong, 2002; Dong ve ark., 2003). Bunu kanıtlamak için toprağın H_2 gazına maruz kalmasının ardından bir dizi H_2 oksitleyici bakteri izole edilmiştir. Bu izolatlardan bazılarının bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler gibi davrandığı ve mineral besin alımını artırarak, bitkileri zararlılara ve hastalıklara karşı koruyarak ve/veya bitki büyüme düzenleyicileri etkileyerek potansiyel olarak bitki büyümesini iyileştirebileceği bildirilmiştir (Maimaiti ve ark., 2007). Ayrıca, Dong ve Layzell (2001) bitkiler tarafından topraklardaki oksijen ve karbondioksit alım oranlarının topraktaki H_2 miktarından etkilendiğini, H_2 miktarındaki artışa bağlı olarak oksijen ve karbondioksit alımının da attığını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte H_2'nin mikrobiyal canlılığı ve aktiviteyi koruduğu ve buna bağlı olarak sürdürülebilir karbon döngüsüne yardımcı olduğu gösterilmiştir (Piché-Choquette ve Constant, 2019). Ancak kök uzaması ve bitki büyümesindeki gelişmelerden sorumlu olan mekanizma şu anda kesin bilinmemektedir. Bu nedenle gelecekteki araştırmaların odak noktası, H_2'nin neden olduğu toprak bakterilerinin bitki büyümesi üzerinde ne gibi bir etkisi olabileceğini çözmek olacaktır.

Çalışmalar incelendiğinde sera ve tarla denemeleri, arpa, soya fasulyesi, kanola ve buğdayın sürgün biyokütlesinin, H_2 ile muamele

edilmiş toprakta %15-30 oranında arttırdığını göstermiştir (Dong ve ark., 2003). Bununla birlikte HRW uygulamalarının çin lahanası fidesinde (Wu ve ark., 2015), mısırda (Zhang ve ark., 2015) ve yoncada (Dai ve ark., 2017) bitki büyümesini arttırdığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Zhang ve ark. (2018), H_2'nin hıyar fidelerinde bitki boyunu, gövde çapını, taze ağırlığı ve yaprak alanını önemli ölçüde iyileştirebileceğini göstermiştir. Wu ve ark. (2015) ise HRW tedavisinin çin lahanası fidelerinin taze ağırlığını önemli ölçüde artırdığını ifade etmişlerdir. Zhang ve ark. (2015), %50 HRW'nin net fotosentetik oranın iyileştirilmesi yoluyla mısır fidelerinin büyümesini artırdığını bildirmiştir. Bir başka çalışmada ise Dai ve ark. (2017) hidrojen uygulanmayan kontrol ile karşılaştırıldığında, HRW uygulamasının yonca fidelerinin daha iyi büyümesine neden olduğunu rapor etmişlerdir. Böylece bu araştırma sonuçları, HRW'nin bitki büyümesini arttırmadaki potansiyel rolünün çeşitli proteinleri düzenlemesiyle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca H_2'nin sarı zambak (*Hemerocallis fulva* L.) bitkisinin verimini ve kalitesini iyileştirdiği saptanmıştır (Hu ve ark., 2021). Bu araştırmalar H_2'nin bitki gelişimi, verimi ve kalitesi üzerinde oldukça ümitvar sonuçlar gösterebileceğini kanıtlamaktadır. Bu nendenle H_2'nin kimyasal gübre kullanımını azaltabilmek için önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

4. H_2'NİN TOHUM ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Bitki yaşamında son derece hassas bir aşama olan tohum çimlenmesi, fide oluşumu için gereklidir. Bu aşama, yaşam döngüsünde kritik bir

öneme sahip olmasının yanında çeşitli endojen ve çevresel faktörler tarafından yönetilmektedir. Eksojen H_2 gazının tohum çimlenmesi üzerinde güçlü bir uyarıcı etkiye sahip olduğunu yaklaşık 60 yıl önce bilim adamları tarafından keşfedilmiştir (Renwick ve ark. 1964). Tuz stresi altında çimlendirilen piriçte H_2 etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, HRW kullanımının NaCl tarafından engellenen tohum çimlenmesinin ve bitki gelişiminin iyileştirilmesinde oldukça etkili olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar HRW'nin amilaz aktivitesini arttırarak indirgen şeker ve toplam çözünür şeker içeriğini artırdığını; antiksidan enzim akitivitesini iyileştirdiğini; oksidatif hasarın bir göstergesi olan tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri azalttığını; tuzluluk stresi ile azalarak toksik etkiye neden olan K/Na oranını iyileştirdiğini rapor etmişlerdir (Xu ve ark., 2013). Diğer yandan kök uzamasının engellenmesi ile endojen H_2 üretimi arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Jin ve ark., 2013). Bu nedenle, H_2'nin tohum çimlenmesi üzerindeki bu etkileri, toprak hidrojen seviyesinin tohum çimlenmesini belirleyen bir faktör olduğunu göstermektedir.

5. H_2'NİN KÖK OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİLERİ

Kök sistemlerinin bitki besin maddesi ve su alımında önemli roller oynadığı bilinen bir gerçektir. Yan kök ve adventif kök oluşumu kolayca gözlemlenen fenotipler oldukları için, H_2'nin bitki gelişimi üzerindeki etkisini incelemek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Zhu ve ark., 2016; Cao ve ark., 2017). H_2, bitkilerde kök oluşumu ve uzamasının düzenlenmesinde oldukça olumlu etkiler göstermiştir. Xu ve ark. (2013) %50 HRW'nin hıyarın kök uzunluğunu önemli ölçüde

artırdığını bulmuşlardır. Ayrıca, laboratuvar çalışmasından elde edilen sonuçlar, %50 HRW uygulamasının hıyar adventif kök gelişimini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir (Zhu ve ark. 2016). Araştırıcılar, H_2'nin hıyarda adventif kök gelişimini teşvik etmek için bağıl su içeriğini, köklenme ile ilgili enzimleri ve metabolik bileşenleri arttırdığını ve eşzamanlı olarak hücre zarı bütünlüğünü koruduğunu bildirmişlerdir. HRW'nin kadife çiçeği eksplantının köklenmesi ve bazı biyokimyasal özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada, %50 HRW dozunun eksplantın kök sayısı ve uzunluğunu arttırdığı; explantının nispi su içeriğini arttığı; elektrolit sızıntısını azalttığı; suda çözünür karbonhidrat, nişasta, çözünür protein içeriğini ve köklenme ile ilişkili enzim aktivitesini artırdığı belirtilmiştir (Zhu ve Liao, 2017). Diğer yandan Lin ve ark. (2014), hıyarda H_2 ile tetiklenen adventif kök oluşumunun oksin tepkisine bağlı olabileceğini ifade etmişlerdir. Konu üzerinde çalışanlar nitrik oksit sentazdan (NOS) üretilen eksojen nitrik oksit (NO) ve nitrat redüktaz (NR) aktivitesinin H_2 ile indüklenen adventif kök oluşumu için gerekli olabileceğini bildirmişlerdir (Zhu ve ark., 2016). Ayrıca, Huang ve ark., (2020) hıyarda H_2 ile indüklenen adventif köklenme sırasında etilenin aşağı yönlü sinyalleme molekülü olabileceğini ve bazı proteinlerin bu işlem sırasında rol alabileceğini bildirilmişlerdir. Diğer yandan %50 HRW uygulamasının yoncada Al birikiminden kaynaklanan kök uzaması inhibisyonunu önemli seviyede hafiflettiği tespit edilmiştir (Chen ve ark., 2014). Benzer şekilde %10 HRW uygulaması antioksidan enzimlerin aktivitelerini artırarak Cd ile muamele edilmiş yoncada kök uzamasının inhibisyonunu önemli ölçüde azaltmıştır (Cui ve ark., 2013). Böylece HRW'nin, kimyasal

köklendirme ajanları yerine geçebilecek çevre dostu bir ürün olarak da önemli bir potansiyeli olduğu görülmüştür.

6. H_2'NİN FLAVONOİD SENTESİNDEKİ ETKİLERİ

Bitkilerde flavonoidlerin ultraviyole radyasyon (UV) tarafından tetiklendiği ve oksidatif hasara karşı koruma sağladığı bilinmektedir (Buer ve ark., 2010). İnsan sağlığına yararları ile iyi bilinen flavonoidler beslenme, ilaç ve kozmetikte yayın bir şekilde kullanılmaktadır. Önemli flavonoidlerden biri olan antosiyaninler, meyve ve çiçeklerin kırmızı ve mavi renklerinden sorumlu ana pigmentlerdir (Liu ve ark., 2018). Ayrıca meyve ve sebzelerin kalitesine katkıda bulunurlar ve insan sağlığına oldukça önemli yararları vardır. Bunun ötesinde, antosiyanin üretimi çevresel strese tipik bir bitki tepkisi olarak bilinmektedir. Araştırmacılar hidrojen açısından zengin suyun, turpta UV-A altında antosiyanin biyosentezini desteklediğini ifade etmişlerdir (Zhang ve ark., 2018). Ayrıca, H_2'nin turp fidelerinin hipokotillerinde UV-A kaynaklı ana antosiyanidin olan siyanidinin birikimini arttırdığı bildirilmektedir (Su ve ark., 2014). Bununla birlikte Xie ve ark. (2015), H_2'nin flavonoid metabolizmasını ve antioksidan savunma mekanizmasını düzenleyerek, yoncanın UV-B kaynaklı oksidatif hasara tolerans gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar HRW'nin, antosiyanin biyosentezi ile ilgili genlerin transkript seviyelerini artırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca Zhang ve ark. (2018) UV-A ışınlaması altında HRW tarafından arttırılan antosiyanin biyosentezinde, inositol 1,4,5-trifosfata (InsP3) bağımlı kalsiyum sinyal yolaklarının rol alabileceğini belirtmişlerdir. UV-A'ya ek olarak

HRW, kısa dalga boylu mavi ışık altında da antosiyanidinlerin içeriğini artırabilmektedir (Zhang ve ark., 2019). Bu çalışmalar ışığında H_2'nin bitkilerin besleme özelliklerinin iyileştirilmesi ve ürün kalitesinin arttırılması noktasında önemli bir rol oynayabilceği düşünülmektedir.

7. H_2'NIN HASAT SONRASI ETKİLERİ

Özellikle taze sebze, meyve ve süs bitkilerinde hasattan sonra, etilen üretimi ve solunum gibi devam eden metabolik olaylar, ürünlerin olgunlaşmasını hızlandırarak bozulmasına ve raf ömrünün kısalmasına sebep olmaktadır (Mastromatteo ve ark., 2010). Bu durum, ürünlerin besin değeri, aroması, dokusu ve görünüşünü etkileyerek ürünün bozulmasında sebep olmaktadır. H_2 toksik değildir ve oda sıcaklığında oksijen gazı (O_2) dahil hiçbir bileşikle reaksiyona girmez (Ohsawa ve ark., 2007). Bu nedenle tarım ürünlerinin hasat sonrası tazeliğinin korunmasında rahatlıkla kullanılabileceği ve depolama sırasında hasat sonrası metabolik süreci düzenleyebileceği düşünülmüştür. Bununla birlikte H_2'nin meyvelerin, sebzelerin ve kesme çiçeklerin hasat sonrası korunmasında çok önemli etkileri olduğunu bildiren çok sayıda araştırma da mevcuttur. Hu ve ark., (2014), H_2'nin pektin çözünmesini hafifleterek, lipid peroksidasyonunu azaltarak, antioksidan savunmayı modüle ederek ve serbest radikal atma aktivitesini devam ettirerek kivide olgunlaşma sürecini geciktirdiğini rapor etmişelerdir. Diğer yandan Chen ve ark. (2017b) HRW uygulamaları ile yetiştirilen beyaz kayın mantarının (*Hypsizygus marmoreus*) antioksidan kapasitesini arttırarak hasat sonrası depolama sırasında kaliteyi iyileştirdiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda HRW uygulamasının

depolama esnasında mantarın besin içeriğini koruyarak, elektrolit sızıntısını ile malondialdehit (MDA) içeriğini azaltarak ve enzim aktivitesini arttırarak tazeliğini korumasında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ren ve ark. (2017a) ise H_2'nin, kesilmiş zambak ve gül çiçeklerinin vazo ömrünü korumasında oldukça iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar H_2'nin çiçeklerin taze ağırlık ve yaprak nispi su içeriğini yüksek seviyede koruduğunu, MDA ve elektrolit sızıntısını azalttığını, antioksidan enzim aktivitesini iyileştirdiğini ve böylece yaşlanma sürecini yavaşlattığını ileri sürdüler. Bir başka araştırmada ise hidrojen nanokabarcıklı su (HNW) uygulamasının, kesme karanfilde vazo ömrü boyunca artma eğilimi gösteren DNaz, RNaz ve Proteaz aktivitesini ölçüde engellendiği ve böylece yaşlanmayı geciktirerek ve vazo ömrünü uzattığı bildirilmiştir (Li ve ark., 2021c). Çalışmalarda, HRW uygulaması ile bitkilerde yaşlanmanın geciktirilmesinin başlıca mekanizmasının oksidatif hasarın azaltılması olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, H_2'nin kesme çiçeklere, sebzelere ve meyvelere uygulanması yaşlanmayı geciktirebilmekte ve onların hasat sonrası ömrünü uzatabilmektedir.

8. H_2'NİN STRES KOŞULLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Bitkiler yetiştikleri ortamda sürekli olarak sabit durdukları için çevresel stres unsurlarına diğer canlılara göre daha çok maruz kalırlar. Bu stres koşullarının iklim değişikliğinin de etkisiyle gelecekte daha da şiddetli olacağı öngörülmektedir. Çevre dostu bir molekül olan H_2'nin, bu stres koşullarına karşı bitki tepki mekanizmalarını düzenleyebildiğini gösteren pek çok çalışma rapor edilmiştir. Bu çalışmalarda H_2'nin

kuraklık (Jin ve ark., 2013; Xie ve ark., 2014; Su ve ark., 2018), ağır metal (Cui ve ark., 2013; Chen ve ark., 2014; Li ve ark., 2018; Wang ve ark., 2019; Wu ve ark., 2020a), tuz (Xie ve ark., 2012; Xu ve ark., 2013; Jin ve ark., 2013), düşük sıcaklık (Jin ve ark., 2013), yüksek sıcaklık (Chen ve ark., 2017a), herbisit (parakuat) (Jin ve ark., 2013), yüksek ışık (Zhang ve ark., 2015), UV-A ışıması (Su ve ark., 2014) gibi stres koşullarında, bitki tepkilerini düzenleyerek tolerans seviyelerini iyileştirdiği bildirilmiştir. Xie ve ark. (2012), uygulanan NaCl ile fidelerde endojen H_2 miktarında artış olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte %50 HRW ile ön işleme tabi tutulduktan sonra NaCl'ye maruz bırakılan fidelerde, endojen H_2 salınımı taklit edilerek, tuzluluğun neden olduğu büyüme inhibisyonunun etkili bir şekilde azaltılabildiği rapor edilmiştir. Bu nedenle eksojen H_2 kullanımı, bitkilerde endojen H_2'nin fizyolojik fonksiyonlarını taklit etmenin güvenli ve uygun bir yolu olabileceği düşünülmektedir. Başka bir çalışmada yonca fidelerinde civa (Hg) kaynaklı büyüme engeli, HRW uygulaması sayesinde Hg birikimini azaltılarak ve oksidatif stres toleransını iyileştirilerek azalmıştır (Cui ve ark., 2014). Benzer şekilde yonca fidelerinde ozmotik stresin neden olduğu kök ve sürgün kuru ve taze ağırlığındaki azalmanın, HRW uygulaması ile önemli seviyede azaldığı saptanmıştır (Su ve ark. (2018). Daha önce yapılan bir araştırmda ise yonca fidelerinde HRW'nin herbisit (paraquat), kuraklık, tuzluluk ve soğuk stresine karşı bitki toleransını arttırdığı gözlemlenmiştir (Jin ve ark., 2013). Bununla birlikte, bir diğer araştırmada HRW uygulaması tuzlu koşullarda çimlendirilen pirinç tohumlarının çimlenmesini iyileştirmiş ve tuz stresinin neden olduğu fide gelişim geriliğini önemli

seviyede azaltmıştır (Xu ve ark., 2013). Bu nedenle H_2, bitki toleransını iyileştirerek geleceğin gıda güvenliğinin sağlanması bakımından oldukça önemli bir moleküldür.

9. H_2'NİN ETKİ MEKANİZMALARI

Atmosferdeki H_2 konsantrasyonu, bitkilerin performansını doğrudan etkileyemeyecek kadar düşük seviyededir. Bununla birlikte, endojen olarak bitki bünyesinde ve baklagil köklerinde üretildiğinde veya eksojen olarak uygulandığında, topraktaki ve bitkideki H_2'nin bitki tepkilerini önemli ölçüde değiştirebileceği görülmüştür (Wang ve ark., 2020). Araştırmacılar H_2'nin bitki tepkilerindeki rolünü, özellikle ROS (reaktif oksijen türleri), NO (nitrik oksit) ve CO (karbonmonoksit) gibi gaz sinyal moleküllerinin işlevleriyle yakından ilişkili farklı mekanizmalarla açıklanmaya çalışmışlardır. Ancak H_2'nin stoma hareketleri, fitohormon sentezi ve moleküler tepkiler üzerindeki etki mekanizmalarını araştıran çalışmalar da bulunmaktadır.

H_2, antioksidan enzimleri modüle ederek oksidatif hasarı hafifletebilen, stres önleyici bir molekül olarak kabul edilmiştir (Cui ve ark., 2014). Guan ve ark. (2019), HRW'nin bitki antioksidan savunmasını düzenleyerek ROS seviyelerini azaltabildiğini ve bunun da fide büyümesini iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle H_2'nin bitkilerde stres koşullarında çeşitli fizyolojik süreçleri yönlendiren önemli bir biyodüzenleyici olduğu öne sürülmekte (Xu ve ark. 2013; Cui ve ark. 2014; Zhang ve ark. 2015) ve onun fizyolojik etkileri ise genellikle ROS'daki değişikliklerle ilişkilendirilmektedir (Zeng ve ark. 2013). Bu da H_2'nin fonksiyonunun kısmen ROS düzenlemesine bağlı olduğu

anlamına gelmektedir. Xie ve ark. (2014), Arabidopsis'te H_2'nin önce hızla ROS sinyalini uyardığını (tedaviden 10 dakika kadar kısa bir süre sonra) ve ardından stoma kapanmasını teşvik etmek için NO sinyalini harekete geçirdiğini bulmuşladır. Bununla birlikte, H_2'nin stres koşullarında bitkilerin antioksidan kapasitesini iyileştirerek ROS birikimini azaltabileceği ve böylece stresin bitki büyümesi ve gelşimi üzerindeki engelini hafifletebileceğine dair güçlü kanıtlar vardır (Cui ve ark., 2014; Dai ve ark., 2017). Ayrıca, H_2 bitkilerde SOD, POD ve CAT gibi antioksidant enzimlerin aktivitesini artırabilmekte, bu nedenle ROS'u düşük seviyede tutabilmektedir (Xie ve ark., 2012; Xu ve ark., 2013; Hu ve ark., 2014; Ren ve ark. 2017b). Ek olarak, H_2 lipid peroksidasyonunu ve hücre içi ROS seviyelerini azaltarak abiyotik stresin tarla, sebze ve meyve ürünlerine verdiği zararı hafifletebildiği belirtilmektedir (Xie ve ark.,2012; Xu ve ark., 2013; Cui ve ark. 2013; Hu ve ark., 2014; Chen ve ark., 2017b). Buradan yola çıkılarak bitkilerde, H_2'nin ROS sinyalini hızla aktifleştirebileceği ve antioksidanların ve antioksidan enzimlerin üretimini tetikleyebileceği ifade edilebilir.

Bitkilerde NO üretimi, çeşitli hücresel tepkileri uyarmak için fitohormonlar ve çevresel uyaranlar tarafından doğal olarak uyarılmaktadır. NO ve H_2 arasındaki nedensel ilişki, H_2'nin tarımsal kullanımı çalışmalarında önemli bir araştırma konusu olmuştur. Xie ve ark., (2014) Arabidopsis'te NO'nun H_2 kaynaklı stoma kapanmasında ve kuraklık toleransında rol oynadığını bulmuşlardır. Bir diğer araştırmada NO'nun, yoncada H_2 ile iyileştirilen ozmotik toleransa

katkı sağladığı vurgulanmıştır (Su ve ark., 2018). Bunu doğrulamak için yapılan farmakolojik bir deneyde, H_2'nin yoncada NO sentezini inhibe ederek alüminyum stresinin neden olduğu kök büyümesi engelini hafiflettiği rapor edilmiştir (Chen ve ark., 2014). Ayrıca, bitki organ teşekkülünde (özellikle kök gelişimi) H_2 ve NO arasındaki etkileşimler dikkat çekmektedir. Örneğin NO, bir aşağı akış sinyal molekülü olarak, H_2 ile uyarılmış hıyar adventif kök oluşumunda rol alabilmektedir (Zhu ve ark., 2016). Bir başka çalışma H_2'nin, *Brassica campestris* fidelerinde kadmiyum (Cd) stresini iyileştirmek için nitrik oksit (NO) ile etkileşime girdiğini göstermiştir (Su ve ark., 2019). Bu çalışmalar H_2 ve NO arasında belirgin bir etkileşim olduğunu ortaya koymaktadır. Bir aşağı akış sinyal molekülü olan NO'nun, H_2'nin neden olduğu stres toleransı ile bitkinin büyüme ve gelişimine katkı sağlayabilceği ifade edilebilir.

Gelenel olarak zehirli bir gaz olarak düşünülen CO, bitki stres toleransı için, potansiyel bir aşağı akış sinyal molekülüdür (Ryter ve ark., 2002). Jin ve ark. (2013) yoncada kuraklık toleransının H_2 ile arttırılmasında CO'nun aşağı yönde bir sinyal molekülü olabileceğini bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar H_2'nin CO sinyal sistemini modüle ederek bitki toleransını arttırdığını öne sürmüşlerdir. Jin ve ark (2016) ise H_2 ve CO gazlarının, yoncada bitki büyümesinde ve ozmotik stres toleransında rol oynadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, CO'nun H_2 tarafından uyarılan kök gelişiminde de rol oynayabileceği bildirilmektedir. Lin ve ark. (2014) hıyarda adventif kök oluşumu ve oksin sinyalleşmesi ile ilgili hedef genlerin ekspresyonuna CO'ya bağlı bir şekilde H_2'nin aracılık

ettiğini saptamışlardır. Bununla birlikte CO'nun hem stres tepkilerinde hem de yan kök ve adventif kök oluşumununda çeşitli fizyolojik roller üstlendiğini göstren pek çok araştırma mevcuttur (Xu ve ark., 2006; Han ve ark., 2008; Lin ve ark., 2012). Ayrıca CO, kuraklık stresi altında H_2 tarafından indüklenen adventif kök gelişim sürecine katılabilir ve oksidatif hasarı da azaltabilir (Chen ve ark., 2017a). Mevcut araştırmalara göre, hem H_2 hem de CO'nun, her ikisi de fitohormon aktivitesi ile yakından etkileşime giren bitki stres toleransı ve adventif kök gelişiminde rol oynadığı düşünülmektedir (Wang ve ark., 2020).

Stoma hareketi bitki suyunun durumunu kontrol etmede kritik öneme sahiptir ve çok sayıda çevresel veya hormonal faktör tarafından kontrol edilmektedir. Xie ve ark. (2014) yakın zamanda H_2'nin, ROS ve NO üretimini düzenlemenin yanı sıra absisik asit (ABA) sinyal yolağı aracılığıyla stomatal hareketi düzenleyebileceğini bildirmişlerdir. Jin ve ark. (2016) ise yoncada kuraklık stresi altında H_2 ile düzenlenlenen stoma kapanmasının, ABA'ya bağlı olduğunu bildirmektedir. Ayrıca HRW uygulaması ile H_2 üretiminin uyarılmasının ardından Arabidopsis'te stoma açıklığının azaldığı rapor edilmiştir (Su ve ark 2018). Bu çalışmalar H_2 ve stoma hareketi arasında sıkı bir ilişki olduğunu ve H_2'nin stoma hareketlerinin düzenlenmesinde görev alan bir sinyal mülekülü olabilceğini göstermektedir.

Bazı araştırmacılar ise çevresel stres, fitohormonlar ve H_2 üretimi arasındaki ilişkiye odaklanmışlardır. H_2'nin çeşitli fitohormonların sinyal yollarına dahil olması (Wu ve ark., 2020b) H_2'nin "evrensel bir sinyal molekülü" olabileceği olasılığını ortaya koymaktadır. Jin ve ark.

(2016), H_2'nin yoncadaki ABA'ya bağlı kuraklık tepkisinde rol oynayabileceğini rapor etmiştir. Ayrıca bu araştırmacı ekibi hidrojenaz aktivitesinin ve H_2 üretiminin kuraklık stresi ve ABA tarafından dikkate değer şekilde indüklendiğini gözlemlemiştir. Bununla birlikte Arabidopsis'te, H_2 tarafından düzenlenen stoma hareketinin, ABA sinyalleme kaskadında yer alabileceği bildirilmektedir (Xie ve ark., 2014). Bitkilerde ABA üretimi ile H_2 sentezi arasında önemli bir ilişki olabilceği düşünülmektedir. Yan ve ark. (2022) tarafından domateste kuraklık stresi koşullarına bitki toleransının iyileştirilemesinde ABA ve H_2 arasındaki ilişki incelenmiş: bitkilere ABA'nın sentetik bir inhibitörü olan Fluridon (FLU) uygulanmış, bu durumda HRW'nin kuraklık stresi altında bitki boyu, gövde çapı ve kök aktivitesi üzerindeki olumlu etkilerinin önemli ölçüde azaldığı rapor edilmiştir. Bu durum ABA'nın domates fidelerinde H_2 ile geliştirilmiş kuraklık direncinde çok önemli bir rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca H_2, diğer fitohormonlarla da etkileşime girebilmektedir. Örneğin, Zeng ve ark. (2013) H_2 üretiminin absisik asit ve jasmonik asit tarafından indüklendiğini belirtmişlerdir. Diğer yandan araştırmacılar jasmonik asit ve salisilik asit reseptörlerinin ifade seviyelerinin de H_2 tarafından düzenlenebileceğini, bunun da biyotik stres koşullarına karşı bitki direncinin H_2 ile kontrol edilebileceğini ifade etmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise H_2, etilen biyosentezini azaltarak kivinin raf ömrünü uzatmıştır (Hu ve ark., 2018). Wu ve ark. (2020b) HRW uygulamasının endojen giberellin ve oksin miktarının artmasına aracılık ederek bitkilerde hipokotil ve kök uzamasını desteklediğini belirtmişlerdir Zeng ve ark., 2013).

Tarımsal üretimde H_2'nin moleküler mekanizması hakkındaki araştırmalar genellikle stres koşullarında değişen genetik yapılar üzerine odakalanmıştır (Wu ve ark., 2020c). Hidrojenin bitkiler üzerindeki etkilerini moleküler ve genetik yönden açıklamaya çalışan araştırmalar, genellikle ROS (Xie ve ark., 2014) ve nitrik oksit (NO) (Cao ve ark., 2017) eksikliği dahil olmak üzere sinyalleme bozukluğu olan mutantlarla gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte transkripsiyonel ve translasyon seviyelerinde gen ekspresyonunun incelenmesi çalışmaları bitki hidrojen uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Xie ve ark. (2012) Arabidopsis fidelerinde H_2 ön uygulamasının, fidelerdeki çinko-parmak transkripsiyon faktörünü (ZAT10/12) ve ilgili antioksidan savunma enzimlerinin genlerini/proteinlerini değiştirdiğini, böylece tuz stresi ile indüklenen reaktif oksijen türlerinin aşırı üretimini ve lipid peroksidasyonunu önemli ölçüde azalttığını saptamışlardır. Diğer yandan Wu ve ark. (2015), HRW'nin iyon taşıyıcı genlerin ekspresyonunu düzenleyebileceğini ve böylece Çin lahanasında (*Brassica campestris* spp. chinensis) kadmiyum toksisitesini hafifletebileceğini bildirmişlerdir. Xu ve ark. (2017) ise pirinç (Oryza sativa) tohum çimlenmesinde alüminyum stresini hafifleten ve H_2 tarafından düzenlenen mikroRNA (miRNA)'lar tespit etmişlerdir. Diğer yandan Huang ve ark. (2020), H_2 ile teşvik edilen hıyar adventif kök oluşumunda etki gösteren metabolizma ile ilgili, fotosentez ile ilgili ve stres tepkisi ile ilgili proteinleri, proteomik analiz ile tespit etmişlerdir. Çalışmalar H_2 molekülünün bitkilerde metabolik mekanizmayı

düzenleyen bir sinyal molekülü olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak bu konuda daha fazla temel araştırma bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır.

10. SONUÇ

Hidrojenin tarımsal kullanımı ile ilgili araştırmalar, genellikle tarım, tıp, kimya gibi farklı disiplinlerin de yön vermesiyle multidisipliner bir alanda ilerlemiştir. Bu nedenle hidrojen agronomisi, H_2'nin bitki üzerindeki etkilerini fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler yönden araştıran disiplinler arası bir bilimdir. Bu bakımdan H_2'nin etki mekanizmasının anlaşılması için yürütülen temel araştırmaların, çeşitli disiplinlerin entegrasyonu ve birden fazla yöntemin kullanılması ile çok farklı açılardan değerlendirilmesi gerekmektedir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar bize H_2'nin bitki gelişimi, kalitesi, verimi, tohum çimlenmesi, fide büyümesi, kök oluşumu ve uzaması, hasat sonrası ürün tezeliğinin korunması ve bitkilerde stres toleransının iyileştirilmesi üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda tarımın sürdürülebilirliğinin iyileştirilmesi, gelecek için gıda güvenliğinin sağlanması, daha lezzetli, sağlıklı ve yüksek verimli ürünler elde edebilmesi bakımından H_2 molekülünün önümüzdeki yıllarda çok daha geniş bir uygulama alanına ulaşağı öngörülmektedir. Bununla birlikte, H_2 agronomisindeki bir sonraki adımın uzay tarımı üzerine araştırmalar olabileceğini söylemek mümkündür.

KAYNAKÇA

Anonim, 2021. Concentration and Solubility of H_2. http://www.molecularhydrogeninstitute.com/concentration-and-solubility-of-h2 (Erişim Tarihi: 29.11.2021).

Allakhverdiev, S. I., Thavasi, V., Kreslavski, V. D., Zharmukhamedov, S. K., Klimov, V. V., Ramakrishna, S., Los, D.A., Mimuro, M., Nishihara, H. Carpentier, R. (2010). Photosynthetic hydrogen production. *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews* 11(2-3): 101-113.

Buer, C. S., Imin, N., Djordjevic, M. A. (2010). Flavonoids: new roles for old molecules. *Journal of integrative plant biology*, 52(1): 98-111.

Cao, Z., Duan, X., Yao, P., Cui, W., Cheng, D., Zhang, J., Jin, Q., Chen, J., Dai, T. Shen, W. (2017). Hydrogen gas is involved in auxin-induced lateral root formation by modulating nitric oxide synthesis. *International journal of molecular sciences* 18(10): 2084.

Chen, H., Zhang, J., Hao, H., Feng, Z., Chen, M., Wang, H., Ye, M. (2017b). Hydrogen-rich water increases postharvest quality by enhancing antioxidant capacity in Hypsizygus marmoreus. *Amb Express* 7(1): 1-10.

Chen, M., Cui, W., Zhu, K., Xie, Y., Zhang, C., Shen, W. (2014). Hydrogen-rich water alleviates aluminum-induced inhibition of root elongation in alfalfa via decreasing nitric oxide production. *Journal of Hazardous Materials* 267: 40-47.

Chen, Q., Zhao, X., Lei, D., Hu, S., Shen, Z., Shen, W., Xu, X. (2017a). Hydrogen-rich water pretreatment alters photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence, and antioxidant activities in heat-stressed cucumber leaves. *Plant Growth Regulation* 83(1): 69-82.

Constant, P., Poissant, L., Villemur, R. (2009). Tropospheric H2 budget and the response of its soil uptake under the changing environment. *Science of the Total Environment 407*(6): 1809-1823.

Constant, P., Poissant, L., Villemur, R. (2009). Tropospheric H2 budget and the response of its soil uptake under the changing environment. *Science of the Total Environment* 407(6): 1809-1823.

Cui, W., Fang, P., Zhu, K., Mao, Y., Gao, C., Xie, Y., Wang, J. Shen, W. (2014). Hydrogen-rich water confers plant tolerance to mercury toxicity in alfalfa seedlings. *Ecotoxicology and environmental safety* 105: 103-111.

Cui, W., Gao, C., Fang, P., Lin, G., Shen, W. (2013). Alleviation of cadmium toxicity in Medicago sativa by hydrogen-rich water. *Journal of Hazardous Materials* 260: 715-724.

Czerkawski, J. W. (1972). Fate of metabolic hydrogen in the rumen. *Proceedings of the Nutrition Society* 31(2): 141-146.

Dai, C., Cui, W., Pan, J., Xie, Y., Wang, J., Shen, W. (2017). Proteomic analysis provides insights into the molecular bases of hydrogen gas-induced cadmium resistance in Medicago sativa. *Journal of proteomics* 152: 109-120.

Das, D., Khanna, N., Veziroğlu, N. T. (2008). Recent developments in biological hydrogen production processes. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly* 14(2): 57-67.

Dong, Z., Layzell, D. B. (2001). H2 oxidation, O2 uptake and CO2 fixation in hydrogen treated soils. Plant and soil, 229(1): 1-12.

Dong, Z., Wu, L., Kettlewell, B., Caldwell, C. D., Layzell, D. B. (2003). Hydrogen fertilization of soils–is this a benefit of legumes in rotation?. *Plant, Cell Environment 26*(11): 1875-1879.

Ehhalt, D. H., Rohrer, F. (2009). The tropospheric cycle of H2: a critical review. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology* 61(3): 500-535.

Frenkel, A. W. (1952). Hydrogen evolution by the flagellate green alga, Chlamydomonas moewusii. *Archives of biochemistry and biophysics* 38(1): 219-230.

Gaffron, H. (1939). Reduction of carbon dioxide with molecular hydrogen in green algae. *Nature* 143(3614): 204-205.

Gest, H., Kamen, M. D. (1949). Photoproduction of molecular hydrogen by Rhodospirillum rubrum. *Science* 109(2840): 558-559.

Golding, A. L., Dong, Z. (2010). Hydrogen production by nitrogenase as a potential crop rotation benefit. *Environmental Chemistry Letters 8*(2): 101-121.

Grochala, W., Edwards, P. P. (2004). Hydrides of the chemical elements for the storage and production of hydrogen. *Chem Rev 104*: 1283-315.

Han, Y., Zhang, J., Chen, X., Gao, Z., Xuan, W., Xu, S., Ding, X., Shen, W. (2008). Carbon monoxide alleviates cadmium-induced oxidative damage by modulating glutathione metabolism in the roots of Medicago sativa. *New Phytologist 177*(1): 155-166.

Hu, H., Li, P., Shen, W. (2021). Preharvest application of hydrogen-rich water not only affects daylily bud yield but also contributes to the alleviation of bud browning. *Scientia Horticulturae 287:* 110267.

Hu, H., Li, P., Wang, Y., Gu, R. (2014). Hydrogen-rich water delays postharvest ripening and senescence of kiwifruit. *Food chemistry* 156: 100-109.

Hu, H., Zhao, S., Li, P., Shen, W. (2018). Hydrogen gas prolongs the shelf life of kiwifruit by decreasing ethylene biosynthesis. *Postharvest Biology and Technology 135:* 123-130.

Huang, D., Bian, B., Zhang, M., Wang, C., Li, C., Liao, W. (2020). The role and proteomic analysis of ethylene in hydrogen gas-induced adventitious rooting development in cucumber (*Cucumis sativus* L.) explants. *PeerJ* 8: e8896.

Hunt, S., Layzell, D. B. (1993). Gas exchange of legume nodules and the regulation of nitrogenase activity. *Annual review of plant biology* 44(1): 483-511.

Jiang, K., Kuang, Y., Feng, L., Liu, Y., Wang, S., Du, H., Shen, W. (2021). Molecular Hydrogen Maintains the Storage Quality of Chinese Chive through Improving Antioxidant Capacity. *Plants 10*(6): 1095.

Jin, Q., Zhu, K., Cui, W., Li, L., Shen, W. (2016). Hydrogen-modulated stomatal sensitivity to abscisic acid and drought tolerance via the regulation of apoplastic pH in Medicago sativa. *Journal of Plant Growth Regulation* 35(2): 565-573.

Jin, Q., Zhu, K., Cui, W., Xie, Y., Han, B. I. N., Shen, W. (2013). Hydrogen gas acts as a novel bioactive molecule in enhancing plant tolerance to paraquat-induced

oxidative stress via the modulation of heme oxygenase-1 signalling system. *Plant, Cell Environment* 36(5): 956-969.

Kajiyama, S., Hasegawa, G., Asano, M., Hosoda, H., Fukui, M., Nakamura, N., Kitawakic, J., Imaia, S., Nakano, K., Ohta M., Adachi, T., Obayashi H., Yoshikawa, T. (2008). Supplementation of hydrogen-rich water improves lipid and glucose metabolism in patients with type 2 diabetes or impaired glucose tolerance. *Nutrition Research* 28(3): 137-143.

Kim, D. H., Kim, M. S. (2011). Hydrogenases for biological hydrogen production. *Bioresource technology* 102(18): 8423-8431.

Li, C., Gong, T., Bian, B., Liao, W. (2018). Roles of hydrogen gas in plants: a review. *Functional Plant Biology* 45(8): 783-792.

Li, H. M., Shen, L., Ge, J. W., Zhang, R. F. (2017). The transfer of hydrogen from inert gas to therapeutic gas. *Medical gas research* 7(4): 265.

Li, L., Liu, Y., Wang, S., Zou, J., Ding, W., Shen, W. (2020). Magnesium hydride-mediated sustainable hydrogen supply prolongs the vase life of cut carnation flowers via hydrogen sulfide. *Frontiers in plant science* 11.

Li, L., Yin, Q., Zhang, T., Cheng, P., Xu, S., Shen, W. (2021b). Hydrogen nanobubble water delays petal senescence and prolongs the vase life of cut carnation (Dianthus caryophyllus L.) flowers. *Plants* 10(8): 1662.

Li, L., Zeng, Y., Cheng, X., Shen, W. (2021c). The Applications of Molecular Hydrogen in Horticulture. *Horticulturae 7*(11): 513.

Li, Y., Li, L., Wang, S., Liu, Y., Zou, J., Ding, W., Du, H. Shen, W. (2021a). Magnesium hydride acts as a convenient hydrogen supply to prolong the vase life of cut roses by modulating nitric oxide synthesis. *Postharvest Biology and Technology 177*: 111526.

Lin, Y. T., Li, M. Y., Cui, W. T., Lu, W., Shen, W. B. (2012). Haem oxygenase-1 is involved in hydrogen sulfide-induced cucumber adventitious root formation. *Journal of Plant Growth Regulation 31*(4): 519-528.

Lin, Y., Zhang, W., Qi, F., Cui, W., Xie, Y., Shen, W. (2014). Hydrogen-rich water regulates cucumber adventitious root development in a heme oxygenase-

1/carbon monoxide-dependent manner. *Journal of Plant Physiology* 171(2): 1-8.

Liu, Y., Tikunov, Y., Schouten, R. E., Marcelis, L. F., Visser, R. G., Bovy, A. (2018). Anthocyanin biosynthesis and degradation mechanisms in Solanaceous vegetables: a review. *Frontiers in Chemistry* 6: 52.

Maimaiti, J., Zhang, Y., Yang, J., Cen, Y. P., Layzell, D. B., Peoples, M., Dong, Z. (2007). Isolation and characterization of hydrogen-oxidizing bacteria induced following exposure of soil to hydrogen gas and their impact on plant growth. *Environmental Microbiology 9*(2): 435-444.

Mastromatteo, M., Conte, A., Del Nobile, M. A. (2010). Combined use of modified atmosphere packaging and natural compounds for food preservation. *Food Engineering Reviews* 2(1): 28-38.

McLearn, N., Dong, Z. (2002). Microbial nature of the hydrogen-oxidizing agent in hydrogen-treated soil. *Biology and Fertility of Soils 35*(6): 465-469.

Novelli, P. C., Lang, P. M., Masarie, K. A., Hurst, D. F., Myers, R., Elkins, J. W. (1999). Molecular hydrogen in the troposphere: Global distribution and budget. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 104(D23): 30427-30444.

Ohsawa, I., Ishikawa, M., Takahashi, K., Watanabe, M., Nishimaki, K., Yamagata, K., Katsura, K.İ., Katayama, Y., Asoh, S. Ohta, S. (2007). Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals. *Nature medicine* 13(6): 688-694.

Paneth, F. A. (1937). The chemical composition of the atmosphere. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 63(271): 433-443.

Piché-Choquette, S., Constant, P. (2019). Molecular hydrogen, a neglected key driver of soil biogeochemical processes. *Applied and environmental microbiology 85*(6): e02418-18.

Ren, A., Liu, R., Miao, Z. G., Zhang, X., Cao, P. F., Chen, T. X., Li, C.Y., Shi, L., Jiang A.L., Zhao, M. W. (2017b). Hydrogen-rich water regulates effects of ROS balance on morphology, growth and secondary metabolism via

glutathione peroxidase in Ganoderma lucidum. *Environmental microbiology 19*(2): 566-583.

Ren, P. J., Jin, X., Liao, W. B., Wang, M., Niu, L. J., Li, X. P., Xu, X. T., Zhu, Y. C. (2017a). Effect of hydrogen-rich water on vase life and quality in cut lily and rose flowers. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 58(6): 576-584.

Renwick G.M., Giumarro C. Siegel S.M. (1964) Hydrogen metabolism in higher plants. *Plant Physiology* 39: 303–306.

Rochester, I. J., Peoples, M. B., Hulugalle, N. R., Gault, R., Constable, G. A. (2001). Using legumes to enhance nitrogen fertility and improve soil condition in cotton cropping systems. *Field crops research 70*(1): 27-41.

Russell, G., Zulfiqar, F., Hancock, J. T. (2020). Hydrogenases and the role of molecular hydrogen in plants. *Plants 9*(9): 1136.

Ryter, S. W., Otterbein, L. E., Morse, D., Choi, A. M. (2002). Heme oxygenase/carbon monoxide signaling pathways: regulation and functional significance. *Molecular and cellular biochemistry* 234(1): 249-263.

Seo, T., Kurokawa, R., Sato, B. (2012). A convenient method for determining the concentration of hydrogen in water: use of methylene blue with colloidal platinum. *Medical gas research* 2(1): 1-6.

Su, J., Zhang, Y., Nie, Y., Cheng, D., Wang, R., Hu, H., Chen, J., Zhang, j., Du, Y. Shen, W. (2018). Hydrogen-induced osmotic tolerance is associated with nitric oxide-mediated proline accumulation and reestablishment of redox balance in alfalfa seedlings. *Environmental and Experimental Botany 147*: 249-260.

Su, N., Wu, Q., Chen, H., Huang, Y., Zhu, Z., Chen, Y., Cui, J. (2019). Hydrogen gas alleviates toxic effects of cadmium in Brassica campestris seedlings through up-regulation of the antioxidant capacities: Possible involvement of nitric oxide. *Environmental pollution 251*: 45-55.

Su, N., Wu, Q., Liu, Y., Cai, J., Shen, W., Xia, K., Cui, J. (2014). Hydrogen-rich water reestablishes ROS homeostasis but exerts differential effects on anthocyanin synthesis in two varieties of radish sprouts under UV-A irradiation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry 62*(27): 6454-6462.

Wang, B., Bian, B., Wang, C., Li, C., Fang, H., Zhang, J., Huang, D., Huo, J., Liao, W. (2019). Hydrogen gas promotes the adventitious rooting in cucumber under cadmium stress. *PLoS One* 14(2): e0212639.

Wang, Y. Q., Liu, Y. H., Wang, S., Du, H. M., Shen, W. B. (2020). Hydrogen agronomy: Research progress and prospects. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B 21*(11): 841-855.

Wang, Y., Lv, P., Kong, L., Shen, W., He, Q. (2021). Nanomaterial-mediated sustainable hydrogen supply induces lateral root formation via nitrate reductase-dependent nitric oxide. *Chemical Engineering Journal 405*: 126905.

Wu, Q., Huang, L., Su, N., Shabala, L., Wang, H., Huang, X., Wen, R., Yu, M., Cui, J., Shabala, S. (2020c). Calcium-dependent hydrogen peroxide mediates hydrogen-rich water-reduced cadmium uptake in plant roots. *Plant physiology* 183(3): 1331-1344.

Wu, Q., Su, N., Cai, J., Shen, Z., Cui, J. (2015). Hydrogen-rich water enhances cadmium tolerance in Chinese cabbage by reducing cadmium uptake and increasing antioxidant capacities. *Journal of Plant Physiology 175:* 174-182.

Wu, Q., Su, N., Huang, X., Ling, X., Yu, M., Cui, J., Shabala, S. (2020b). Hydrogen-rich water promotes elongation of hypocotyls and roots in plants through mediating the level of endogenous gibberellin and auxin. *Functional Plant Biology 47*(9): 771-778.

Wu, Q., Su, N., Shabala, L., Huang, L., Yu, M., Shabala, S. (2020a). Understanding the mechanistic basis of ameliorating effects of hydrogen rich water on salinity tolerance in barley. *Environmental and Experimental Botany 177*: 104136.

Xie, Y., Mao, Y., Lai, D., Zhang, W., Shen, W. (2012). H_2 enhances Arabidopsis salt tolerance by manipulating ZAT10/12-mediated antioxidant defence and controlling sodium exclusion. *PloS one* 7(11): e49800.

Xie, Y., Mao, Y., Zhang, W., Lai, D., Wang, Q., Shen, W. (2014). Reactive oxygen species-dependent nitric oxide production contributes to hydrogen-promoted stomatal closure in Arabidopsis. *Plant physiology 165*(2): 759-773.

Xie, Y., Zhang, W., Duan, X., Dai, C., Zhang, Y., Cui, W., Wang, R. Shen, W. (2015). Hydrogen-rich water-alleviated ultraviolet-B-triggered oxidative damage is

partially associated with the manipulation of the metabolism of (iso) flavonoids and antioxidant defence in Medicago sativa. *Functional Plant Biology* 42(12): 1141-1157.

Xu, D., Cao, H., Fang, W., Pan, J., Chen, J., Zhang, J., Shen, W. (2017). Linking hydrogen-enhanced rice aluminum tolerance with the reestablishment of GA/ABA balance and miRNA-modulated gene expression: A case study on germination. *Ecotoxicology and environmental safety* 145: 303-312.

Xu, J., Xuan, W., Huang, B., Zhou, Y., Ling, T., Xu, S., Shen, W. (2006). Carbon monoxide-induced adventitious rooting of hypocotyl cuttings from mung bean seedling. *Chinese Science Bulletin 51*(6): 668-674.

Xu, S., Zhu, S., Jiang, Y., Wang, N., Wang, R., Shen, W., Yang, J. (2013). Hydrogen-rich water alleviates salt stress in rice during seed germination. *Plant and Soil 370*(1): 47-57.

Yan, M., Yao, Y., Mou, K., Dan, Y., Li, W., Wang, C., Liao, W. (2022). The involvement of abscisic acid in hydrogen gas-enhanced drought resistance in tomato seedlings. *Scientia Horticulturae* 292: 110631.

Yang, Y., Liang, X., Li, F., Li, S., Li, X., Ng, S. P., Lawrence Wu, C.M. Li, R. (2018). Encapsulating Co2P@ C Core–Shell Nanoparticles in a Porous Carbon Sandwich as Dual-Doped Electrocatalyst for Hydrogen Evolution. *ChemSusChem* 11(2): 376-388.

Yun, Z., Gao, H., Chen, X., Chen, Z., Zhang, Z., Li, T., ... & Jiang, Y. (2021). Effects of hydrogen water treatment on antioxidant system of litchi fruit during the pericarp browning. Food Chemistry, 336, 127618.

Zeng, J., Zhang, M., Sun, X. (2013). Molecular hydrogen is involved in phytohormone signaling and stress responses in plants. *PloS one 8*(8): e71038.

Zerveas, S., Kydonakis, E., Mente, M. S., Daskalakis, V., Kotzabasis, K. (2021). Hydrogen gas as a central on-off functional switch of reversible metabolic arrest–New perspectives for biotechnological applications. *Journal of Biotechnology* 335: 9–18.

Zhang, X., Wei, J., Huang, Y., Shen, W., Chen, X., Lu, C., Su, N., Cui, J. (2018). Increased cytosolic calcium contributes to hydrogen-rich water-promoted

anthocyanin biosynthesis under UV-A irradiation in radish sprouts hypocotyls. *Frontiers in plant science* 9: 1020.

Zhang, X., Wei, J., Tian, J., Li, N., Jia, L., Shen, W., Cui, J. (2019). Enhanced anthocyanin accumulation of immature radish microgreens by hydrogen-rich water under short wavelength light. *Scientia Horticulturae* 247: 75-85.

Zhang, X., Zhao, X., Wang, Z., Shen, W., Xu, X. (2015). Protective effects of hydrogen-rich water on the photosynthetic apparatus of maize seedlings (Zea mays L.) as a result of an increase in antioxidant enzyme activities under high light stress. *Plant Growth Regulation* 77(1): 43-56.

Zhao, G., Cheng, P., Zhang, T., Abdalmegeed, D., Xu, S., Shen, W. (2021). Hydrogen-rich water prepared by ammonia borane can enhance rapeseed (Brassica napus L.) seedlings tolerance against salinity, drought or cadmium. *Ecotoxicology and Environmental Safety 224*: 112640.

Zhu, Y., Liao, W. (2017). The metabolic constituent and rooting-related enzymes responses of marigold explants to hydrogen gas during adventitious root development. *Theoretical and Experimental Plant Physiology* 29(2): 77-85.

Zhu, Y., Liao, W., Niu, L., Wang, M., Ma, Z. (2016). Nitric oxide is involved in hydrogen gas-induced cell cycle activation during adventitious root formation in cucumber. *BMC plant biology* 16(1): 1-13.

Zulfiqar, F., Russell, G., Hancock, J. T. (2021). Molecular hydrogen in agriculture. *Planta* 254(3): 1-14.

BÖLÜM 6

SÜS BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE DİJİTAL TARIM UYGULAMALARI: BİR İNCELEME

Dr. Öğr. Üyesi Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ[1]

Prof. Dr. Atilla DURSUN[1,2]

[1] Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye. ORCID: 0000-0001-7417-1716. f.parlakova@atauni.edu.tr

[2] Kırgız-Türk Manas Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri ve Tarla Bitkileri Bölümü, Bişkek, Kırgızistan. ORCID: 0000-0002-8475-8534. atilladursun@atauni.edu.tr

SÜS BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE DİJİTAL TARIM UYGULAMALARI: BİR İNCELEME

1. GİRİŞ

Süs bitkileri üretimi antik çağlardan günümüze kadar devam etmiş ve 20. yüzyılın başlarından itibaren ekonomik önem kazanmaya başlamış tarımsal bir sektördür. Dünya süs bitkileri üretiminin gün geçtikçe artmasının yanında birçok ülkede, küreselleşme ve gelire bağlı olarak kişi başına düşen süs bitkileri tüketimi de artmaktadır. Bu artışın en önemli nedeni, dünya nüfus artışı ve buna bağlı olarak hızlı ve yoğun kentleşmenin insan ve doğa arasındaki bağı koparma noktasına gelmesidir. Günümüzde 65 milyar 208 milyon 050 bin € değerinde süs bitkileri üretimi yapılmaktadır (Kazaz ve ark., 2020).

Süs bitkileri üretiminde lider olan ülkelerin ortak noktaları, özellikle teknolojiye ve yeterli hasat ve hasat sonrası işlemeye, yüksek kalite standartlarına ve iyi pazarlamaya sahip olmalarıdır. Son yıllarda iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte ilişkisi olmayan ya da çok kısıtlı olan sektörlerin birbirini beslediği görülmektedir ve bu etkileşimler yüksek katma değer sağlamaktadır. Byerlee ve ark. (2009), küreselleşmenin tarım sektörünü etkilediğini ve bu durumun çalışmalarında yeni teknolojilerin kullanılmasına yol açtığını belirtmektedir. Tüylüoğlu ve Saraç (2012) da üretimin tüm süreçlerle etkinliğini sağlayarak tarımda yeniliğe yönelmenin ekonomik büyümeyi artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Tarım sektörü uzun yıllardır teknolojik gelişmeleri takip etmekte ve bu gelişmelerden faydalanmaktadır. Küresel konumlandırma sistemi

(GPS), Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) ve diğer mobil iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, dijital tarım uygulamalarının ortaya çıkmasını sağlamış ve süreci hızlandırmıştır (López-Riquelme ve ark., 2016). Özellikle son yıllarda iletişim teknolojilerindeki gelişmeler (bulut bilişim ve nesnelerin interneti gibi), yapay zeka, robotik teknolojiler gibi diğer gelişmelerle birleşerek tarım sektörü için dördüncü devrimin yani dijital tarımın başlamasına olanak sağlamıştır (Dong ve ark.,, 2013; Tan, 2016).

Bu derlemede, dijital tarımın teorik temelleri ele alınmakta ve süs bitkileri yetiştiriciliğinde kullanılan dijital tarım uygulamaları incelenmektedir. Sonuç bölümünde ise dijital tarım uygulamalarının süs bitkileri yetiştiriciliğine dahil edilmesinin sonuçları tartışılmıştır.

2. DİJİTAL TARIM

Tarım teknolojileri diğer sektörlerde olduğu gibi değişmekte ve bilgi yoğun bir işletme olma yolunda ilerlemektedir (Andrade-Sanchez ve Heun, 2010). Tarım kavramı günümüzde ve yakın gelecekte su tasarruflu, akıllı tarım, kaliteli, yüksek verimli, çevreyi kirletmeyen tarım anlamına gelmektedir. Dijital tarım, tüm bu dönüşümleri gerçekleştirmek için en etkili ve gerekli yaklaşımdır (Yane, 2010). Endüstri 4.0 devrimi olarak de adlandırılan, dijital tarım, gelişmiş, ilgili ve yoğun verili bilgisayar teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte yeni fırsatları tarıma getirmektedir (Van Es ve ark., 2016; Deichman ve ark., 2016). Başka bir ifadeyle, bitkisel üretimle ilgili kararların iyi alınabilmesi için bilgi teknolojilerini kullanarak farklı kaynaklardan veri toplayan bir yönetim stratejisidir. Küresel Gıda Güvenliği

Enstitüsü (2015) (GIFS) tarafından hazırlanan raporda, dünyadaki tarım arazilerinin %20'sinden daha azının dijital tarım teknolojileri kullanılarak yönetildiği bildirilmiştir.

Dijital tarım fikri, günümüzde iyi bilinen tarım uygulamalarından biri haline gelmesine ve giderek de popüler olmasına rağmen yeni bir fikir değildir. 1960'larda ürün araştırmacıları, tarımsal yönetim uygulamalarında GPS sinyallerini kullanmaktaydılar. Geçen yüzyılın sonunda hızla gelişen teknoloji ile dijital tarımın temel araçları olan GIS, GPS, uzaktan algılama vb. gibi farklı teknolojilerin gelişmesiyle son zamanlarda popülerlik kazanmıştır.

3. DİJİTAL TARIMIN BİLEŞENLERİ VE KAVRAMLARI

Dijital tarım, bilgi, teknoloji ve yönetim olmak üzere üç temel bileşeni içermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Dijital Tarımın Temel Bileşenleri (Anonim, 2021a)

Bilgi: Kapsamlı bilgi setlerinin varlığı, dijital tarım için temel bir gerekliliktir. Doğru kararı almak ve uygulamak için toprağın özellikleri (nem içeriği, NPK seviyesi, su tutma kapasitesi, tuzluluk vb.), bitki

büyüme tepkileri, farklı biyotik ve abiyotik stres faktörleri gibi çeşitli bilgiler gereklidir. Tarım alanında farklı parametrelerinin yanı sıra üreticinin ekonomik durumu, ekilen ürünün pazarlanması gibi diğer bilgiler de önemlidir.

Teknoloji: Teknoloji, dijital tarımın ikinci en önemli bileşenidir. Sürekli gelişen teknolojiler, yukarıda belirtilen bilgileri toplamak için tek araçtır. Kesin bilgi toplamak için GIS, uzaktan algılama, üst düzey bilgisayar yazılımı gibi farklı modern teknolojiler kullanılabilmektedir.

Yönetim: Dijital tarımın son ve belki de en önemli bileşeni olan yönetim, elde edilen bilgileri ve mevcut teknolojiyi kapsamlı bir yönetim sisteminde birleştirmektedir. Uygun yönetim olmadan dijital tarım yapmak imkânsızdır. Üreticiler, mevcut bilgileri nasıl yorumlayacaklarını bilmeli ve tarımsal üretimin verimliliğini artırmak için doğru kararlar verebilmelidir.

4. DİJİTAL TARIM TEKNOLOJİLERİNİ UYGULAMA ARAÇLARI

4.1. Tarımda Büyük Veri ve Bulut Bilişim

Büyük veri teknolojileri, dijital tarım devriminde hayati bir rol oynamaktadır. Dijital tarım döneminde makineler çevrelerindeki verileri ölçmek için her türlü sensörle donatılırken, bu verilerin analizi sonucunda derin öğrenme algoritmaları ve makine davranışları oluşturulabilmektedir (Hashem ve ark., 2015). Büyük veri, geleneksel veri tabanlarını aşan yönetim analiz yazılımlarının elde etme, depolama, yönetim ve analiz yeteneklerini aşan verilerdir. Büyük veri aynı zamanda bir bilgi varlığıdır. Tarımsal büyük veriler ağırlıklı olarak

tarımsal durum izleme, tarımsal ürün izleme ve erken uyarı, hassas tarımsal karar verme ve kırsal kapsamlı bilgi hizmet sisteminin inşasında kullanılmaktadır (Zhou ve ark., 2019). Tarımsal koşulların izlenmesi için, büyük veri bazında, veri işleme platformunun analiz ve işlenmesine göre, tarımsal izleme sistemi geliştirilebilir ve tarımsal izleme için yeni fırsatlar getirilebilir (Nativi ve ark., 2015; Liu ve Sun, 2018). Meteorolojik simülasyon, arazi analizi, bitki kök durum analizi ve diğer unsurlarla birlikte toplanan meteorolojik verilerin analizi yoluyla tespit ve erken uyarı için, doğal afetlerin tahmin doğruluğunu artırmak ve afet değerlendirme yöntemini iyileştirmek için; ve tarımsal büyük veriler aracılığıyla, ürün büyüme verileri hakkında geri bildirim sağlayabilir ve ürün tahmini ve büyüme dinamiği izleme için önemli bilgiler ve bilgiye erişimi sağlanabilmektedir (Zhan ve Liu, 2019).

Bulut bilişim, uygulama (verilerle birlikte) kurulurken ve bir sunucuda tutulurken, kullanıcıların bir tarayıcı aracılığıyla programlara erişebildiği bir tür internet bilişimidir. Bu, dünyanın her yerindeki binlerce üreticinin bilgisayarlarına veya cep telefonlarına herhangi bir şey indirmeden veya yüklemeden bilgiye erişmesini sağlayan yepyeni bir bilgi işlem türüdür. Sensör teknolojileri, kişisel mobil cihazlar, kablosuz geniş bant bağlantıları ve bulut bilişim, üreticilerin ve tarım işletmelerinin tarımsal verileri herhangi bir yerden gerçek zamanlı olarak toplamasına ve yaymasına olanak tanımaktadır (Marković ve ark., 2015; Junaid ve ark., 2021).

Birden çok kaynaktan gelen tarım verilerini depolamak ve bunlara erişmek için bulut bilişim hizmeti modellerini kullanmak, çevrimdışı ve

gerçek zamanlı ortamdaki performansı büyük ölçüde etkilemektedir (Gaitan ve Gaitan, 2015; Mekala ve Viswanathan 2017). Buluttaki bu performans, yanıt süresi, yürütme süresi, genel gider süresi, geçiş süresi, optimizasyon süresi ve bilgi işlem kaynakları tarafından enerji tüketimi gibi birden çok faktörle ölçülmektedir (Junaid ve ark.,, 2020).

Bulut bilişim, geniş bir uygulama yelpazesi ile tarım sektörüne katkı sağlamaktadır; bulut bilişim sayesinde tarımsal üretim süreçleri anlık olarak görüntülenebilir, kontrol edilebilir ve gerektiğinde üretim sürecine anında müdahale edilebilir (Zhu ve ark., 2013; Kaloxylos ve ark., 2012; Lakshmisudha ve ark., 2016). Bulut tabanlı tarımsal yönetim sistemleri, üreticilerin sisteme zaman ve mekandan bağımsız olarak veri girmesini sağlar ve bu da yönetim kararlarının her zaman güncel olmasını sağlamaktadır (Patel ve Patel, 2013; Ault, 2013). Aynı zamanda, bulut bilişim, tarımsal üretimde sürekli olarak ihtiyaç duyulabilen iklim koşullarına ilişkin bilgilerin anlık olarak elde edilmesini sağlamakta ve birbiriyle ilişkili cihazlar aracılığıyla doğrudan karar vermede kullanılabilmektedir (Goraya ve Kaur, 2015).

4.2. Tarımda Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Drone'lar

Günümüzde, tarımın internet teknolojileri ile entegrasyonu, geleneksel tarıma katma değer katmıştır. Benzer şekilde, tarım sektöründe Nesnelerin İnterneti'nin (IoT) ortaya çıkışı, geleneksel tarımı akıllı tarıma dönüştürmüştür. IoT, dünya çapındaki verilerin, web ile ilişkili öğelerin veya nesnelerin bir birleşimidir ve gelecekteki İnternet'in ayrılmaz bir bileşenidir. IoT teknolojisi, üreticilerin gerçek zamanlı ve doğru verilerle zamanında ve uygun kararlar almalarını sağlayarak

kaynakların verimli kullanılmasını sağlamaktadır (Savale ve ark., 2015; Balamurugan ve ark., 2016). IoT, otomasyon yoluyla insan müdahalesini azaltarak tarım ve tarım endüstrisi süreçlerini daha verimli hale getirebilmektedir. Otomasyon sürecinde IoT, sensörleri ve RFID (Radyo Frekansı ile Tanımlama) kullanarak verileri toplar ve denetleyicileri kullanarak verileri işler ve aktüatörler kullanarak otomasyon işlemlerini tamamlar (Kaloxylos ve ark., 2012; Venkatesan ve Tamilvanan 2017; Arvind ve ark., 2017).

IoT teknolojileri kullanılarak geliştirilen yeni sistemler, geleneksel yaklaşımların getirdiği dezavantajları azaltmış ve üreticilere birçok avantaj sağlamıştır. Örneğin, IoT tabanlı su yönetim sistemleri, sensörler aracılığıyla sıcaklık, su seviyesi ve nem gibi çevresel özellikleri toplar ve doğru sulama zamanlaması sağlar (Ahmad ve ark., 2017; Qi ve ark., 2017). Ek olarak, IoT kullanılarak geliştirilen ürün yönetim sistemleri sensörler aracılığıyla sıcaklık, nem ve toprağı izleyerek üreticilerin ürünleri uygun şekilde yönetebilmeleri için yeterli bilgi sağlamaktadır (Prathibha ve ark., 2017). Genel olarak, bu IoT tabanlı sistemler, tarım alanında insan etkileşimini, güç kullanımını azaltmaya ve maliyeti düşürmeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca, IoT tabanlı tarımla ilgili uygulamalar, haşere ve zararlı kontrolü, hava durumu izleme, besin yönetimi ve sera yönetimi alanlarında da kullanılmıştır (Madushanki ve ark., 2019). Bu süreç ile birlikte tarımsal uygulamalarda su ve toprak kaynaklarının en iyi şekilde kullanılması sağlanabilmekte, (Ahmad ve ark.,, 2017; Mekala ve Viswanathan, 2017), maksimum karlılık, kaliteli üretim ve ürün yönetiminin sağlanabilmesi gibi birçok avantaj elde edilebilmektedir.

Dijital tarım uygulamaları kapsamında tarım alanları hakkında bilgi vermek için uydular ve hava araçları uzun zamandır kullanılmaktadır. Dron teknolojisindeki gelişmeler bu araçların tarımsal amaçlı kullanımının yaygınlaşmasında etkili olmuştur. Üreticilerin ihtiyaç duydukları faaliyetleri uzaktan kontrolünü sağlayarak ve ihtiyaç duyulan görüntülere anlık olarak ulaşmaları sağlanarak düşük maliyet ile pek çok tarımsal işlemin yürütülmesi mümkün hale gelmiştir.

Tarımsal üretimde ürün kalitesinin ve verimliliğin arttırılması, yetiştirilen bitkilerin gelişim aşamalarının titizlikle takip edilmesine bağlıdır. Böylece gerekli kültürel ve bakım işlemleri en uygun zamanda yapılabilir. Dron sistemleri basit teknik yapıya sahiptir; üzerine yerleştirilen kamera ve sensörler aracılığıyla (Doyle, 2017; Van der Wal ve ark., 2015; Ozdogan ve ark., 2017) yüksek çözünürlükte fotoğraflar alarak ve üç boyutlu görüntüler oluşturarak tarımsal üretimde üreticilere planlama olanağı sunmaktadır. Ayrıca, dron sistemlerinin kullanımı oldukça kolaydır. Dron sistemleri tarımsal üretimde ürünlerin gelişim aşamalarının takibinde, bitki türlerinin ayrımında, ürün rekolte tayininde, otomatik hasat yapımında, kuraklık tespiti, bitki hastalık ve zararlıların hasar tespitinde, meyve, sebze ve toprak neminin sınıflandırılmasında alan yönetiminde, tarımsal faaliyetlerin planlamasında, tarımsal sigortalama işlemleri gibi uygulamalarda kullanım alanı bulmaktadır (Tan ve ark., 2015).

4.3. Otonom Araçlar

Otonom, tarımsal ortamda bulunan çok sayıda belirsizliğin üstesinden gelecek şekilde ve tüm fonksiyonların operatörsüz olarak yapılması

olarak tanımlanmaktadır. Örneğin, otonom traktörler (Şekil 2 (b)) istenen rotanın doğru olarak oluşturulmasında, konumlarının belirlenmesinde, engellerden kaçınmada, çevredeki nesneler hakkındaki bilgi edinmede, harita ve lokalizasyon oluşturma işlemlerinin doğru olarak yapılmasında farklı sensörlerden gelen verileri birlikte işleyebilmektedir. Donanım olarak Lazer Tarayıcılar, Radar Sensörler, Lidar, INS (Ataletsel Navigasyon Sistemi), GPS, Ultrasonik Sensör ve Kameralar kullanılmaktadır. Hareketin kontrolü için elde edilen bu bilgileri işleyerek kullanılabilir ve yararlı bilgiye çevirmek için görüntü, ses ve video işleme algoritmaları, makine data toplama, yapay bilgi ağları, istatistiksel veri analizi işlemleri gerçekleştiren gelişmiş karar mekanizmalarını içeren yazılım kullanılmaktadır (Özgüven, 2018).



Şekil 2. Tarımsal dron (a); Otonom traktör (b) (Anonim 2021a)

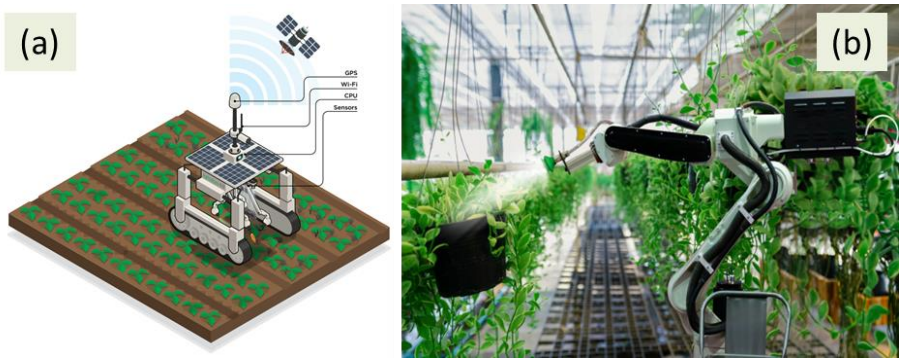
4.4. Tarım Robotları

Tarım robotları, üreticilere çok sayıda işlevi analiz etme, tasarlama ve gerçekleştirme yeteneğine sahip özel teknoloji ürünleridir. Tarım robotları, üreticiler için yavaş, tekrarlayan ve sıkıcı görevleri otomatikleştirerek, genel üretim verimini iyileştirmeye daha fazla

odaklanılmasını sağlamak gibi faydaları bulunmaktadır. Tarımda en yaygın olarak kullanılan robotlar hasat işlemleri, yabancı ot kontrolü, otonom biçme, budama, fide dikimi, ilaçlama ve nemlendirme, boylama ve paketleme gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Özellikle hasat uygulamalarında, robotların kullanımı ile verim artmakta ve yetiştirme alanında bırakılan ürünlerden kaynaklanan atıklar azalmakta, doğru olgunluk döneminde hasat işlemi yapılmakta, ürün daha hassas derlendiği için mekanik zararlar engellenebilmektedir. Ayrıca, hasat işlemi daha hızlı yapılabilmektedir.

Tarımda otonom araçların ilk potansiyel pratik uygulamaları bitki bakımı, bitki yetiştirme ve seçici hasat şeklinde gruplandırılabilir (Pedersen ve ark., 2008). Astrand ve Baerveldt (2002), mekanik yabani ot kontrolü tarımsal uygulaması için otonom bir robot geliştirmişlerdir (Şekil 3). Bu işlem için geliştirilen robotlarda iki algı sistemi mevcuttur. Algı sisteminin biri bitkilerin dikildiği sıra yapısını tanıyabilen ve robotu bitki sıraları boyunca yönlendirebilen gri seviyeli sistemdir. Diğer algı sistemi, yabancı otların arasından asıl yetiştirilen bitkiyi tanımlayıp seçebilen renk tabanlı algı sistemidir. Van Henten ve ark. (2002), örtüaltı koşullarında hıyar hasatı için otonom bir robot geliştirmişlerdir. Robotun kol ucu, meyveyi kalite kaybı olmadan tutacak şekilde tasarlanmış ve içerisindeki termal kesme cihazı virüslerin sera boyunca yayılmasını engellediği belirtilmiştir. Robottaki bilgisayar algı sistemi, sera içindeki hıyarların %95'inden fazlasını tespit edebilmektedir. Geometrik modeller kullanarak da hıyarların olgunlukları belirlenmektedir. Geliştirilen bu robotta, örtüaltı

koşullarında çarpışmayı engelleyen el-göz koordinasyonunu sağlayan bir hareket plancısı bulunmaktadır.

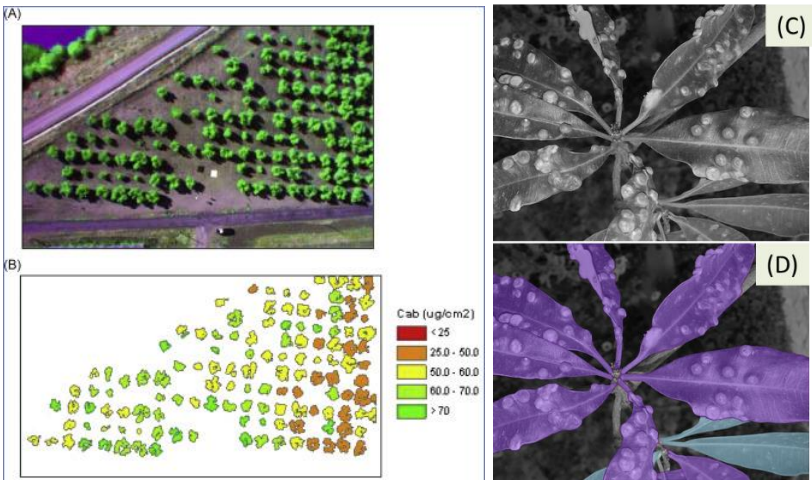


Şekil 3. Bir ışık huzmesiyle mekanik olarak yabancı ot mücadelesi yapan bir agrobot (a) (Valle ve Kienzle 2020); Tarımsal robotlar yoğun emek gerektiren, tekrarlayan ve fiziksel olarak zor olan görevlerde kullanılmaktadır (b) (Anonim 2021b)

4.5. Tarımda Görüntü İşleme Uygulamaları

Görüntü işleme tekniği, nesnelerin görüntülerinin bilgisayar ortamına aktarılması, elde edilen dijital görsellerin belirlenen bir amaç gözetilerek bilgisayar ve yazılım ile işlenmesi uygulamasıdır. Düşük maliyetli, başarılı ve hızlı sonuçlar sağlanması ve otomasyona elverişli olması nedeniyle dikkat çeken uygulamalardan biridir. Görüntü işleme teknikleri tarımsal faaliyetlerde sıklıkla uygulanmaktadır. Bitki hastalık ve zararlı belirleme, yabancı ot tespiti, verim tahmini, bitki stres durumunun belirlenmesi, ürün gelişiminin takibi (Şekil 4 (A), (B)), sulama yöntemlerinin modellenmesi, toprak özelliklerinin belirlenmesi gibi konularda çalışmalar yapılmıştır (Aktaş ve ark., 2018) Altas ve ark. (2018), tarımsal dron kullanarak görüntü işleme tekniği ile şeker pancarı yaprak lekesi hastalığının (*Cercospora beticola*) düzeyini

belirleme amaçlı bir araştırma yapmışlardır. Singh ve Misra (2017), bitki yaprak hastalıklarının otomatik tespiti ve sınıflandırılması amacıyla hastalık tespiti için görüntü segmentasyonunu, genetik algoritma kullanarak yapmışlardır. Tarımsal üretimde görüntü işlemenin farklı tekniklerle birlikte kullanılması bitki hastalıklarının erken aşamada veya başlangıç aşamasında tanımlanabilmesine olanak sağlamaktadır (Şekil (C), (D)).



Şekil 4. Bir multispektral görüntüleyici örneği: (A) örnek görüntü, (B) klorofil içeriği (Berni ve ark., 2009). Görüntü işleme uygulamaları ile bitkinin hastalıklı ve sağlıklı kısımlarını ayrı ayrı bölümlere ayırma (C), (D) (Anonim 2021c).

4.6. Tarımda Yapay Zeka Uygulamaları

Yapay zeka, 'algıla, karar ver ve harekete geç' sürecini kopyalayarak hedeflere ulaşmak için problem çözme ve karar vermeyi birleştiren bir yazılımın geliştirilmesidir. Bilgisayarlar ve makineler tarafından kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Yapay zeka, endüstriyel robot yönetimi, akıllı telefon konuşma tanıma, internet arama motorları,

bilgisayar destekli radyoloji gibi bir dizi uygulamada kullanılmaktadır. Yapay zeka, tarımda çeşitli ölçeklerde uygulanabilmektedir. Sensörlerden toplanan veriler, tüm çiftlik planlamasını ve izlemeyi desteklemek, ürünleri, sürüleri ve araziyi yönetmek ve bireysel bitki ve hayvanlar için yönetim kararlarını belirlemek için yapay zeka tarafından bilgiye dönüştürülebilmektedir. Makinelerde kullanılan yapay zeka, ürün planlama, hassas tarım, kaynak tahsisi ve otonom tarımsal üretim dahil olmak üzere bir dizi tarım uygulamasını yönetebilmektedir (Alempijevic, 2016).

Tarım endüstrisinin teknolojik evriminin bir parçası olarak ortaya çıkan yapay zeka hem üreticilerin verimliliği artırması sağlanmakta hem de ürünün miktarı ve kalite iyileştirilmesi ve ürünün pazar talebinin hızlı karşılanabilmesi sağlanmaktadır. Tarımsal üretimin bir çok alanında yapay zeka teknikleri kullanılmaktadır. Bitkisel üretim takviminin oluşturulması, hasat kalitesi ve doğru hasat zamanının belirlenmesi, bitkilerin sınıflandırılması ve ayırt edilmesi, verim tahmini, bitki hastalık, zararlı ve yabancı otların tespiti, uygun bölgeye tarım robotları için rotanın belirlenmesi ve uygulama kararlarının alınması, iş gücüne yardımcı olunması, serada uygun çevre şartlarının tespiti ve belirlenmesi, işletme kararlarının alınması, ürün rotasyonunun belirlenmesi, sulama yönetimi, en uygun gübre ve alet-makinenin seçilmesi, uygun hayvan yem rasyonlarının hazırlanması, hayvan hastalıklarının tespiti, hayvan davranışlarının belirlenmesi şeklindeki konular üzerinde araştırmacılar tarafından çok sayıda çalışma yapılmıştır (Terzi ve ark., 2019; Yiğit ve ark., 2019; Partel ve ark., 2019).

4.7. Tarımda Veri Madenciliği Uygulamaları

Veri madenciliği, büyük veri kümelerinden yararlı ve önemli bilgilerin çıkarılması sürecidir. Tarım alanında veri madenciliği nispeten yeni bir araştırma alanıdır. Modern çağ önemli değişiklikler getirmiş ve bilgi teknolojileri insan faaliyetlerinin farklı alanlarında, dolayısıyla tarımda da geniş uygulama alanı bulmuştur. Küresel ağ oluşturmayı mümkün kılan yeni bilgi teknolojilerinin geliştirilmesi ve tanıtılması, tarıma 'bilgi teknolojisi tarımı' etiketini vermektedir. Bilgi teknolojileri, tarımsal sorunların çözümüne yönelik sistematik yaklaşımda giderek daha fazla yardım sağlamaktadır. Doğru bilgilere erişim, örneğin koruyucu ekipman kullanımı, makinenin belirli bir üründe çalışma saati sayısı veya işe alınan sezonluk iş gücü sayısı gibi doğru raporların hazırlanmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda, işi takip etmek ve bilgi alışverişini doğrulamak daha kolay olabilmektedir. Tarım, veri madenciliğini kullanma gerekliliğini koşullandıran çeşitli bilgilerle doludur (Krishnan ve ark., 2017). Veri madenciliği, tarımsal süreçlerin gelecekteki değerlerini tahmin etmek için kullanılabilecektir. Verim tahmini çok önemli bir tarımsal sorundur (Krishnan ve ark., 2017). Veri madenciliği teknikleri, hasat öncesi tahmin için kullanılabilmektedir (Kodeeshwari ve Ilakkiya 2017). Veri madenciliği, tarımda hastalık tespiti, problem tahmini ve pestisitlerin optimize edilmesi için büyük avantaj sağlamaktadır. Son teknolojiler tarımla ilgili faaliyetlerde çok fazla bilgi sağlamaktadır.

Tanımlayıcı veri madenciliği görevleri, veri tabanındaki verilerin genel özelliklerini karakterize ederken, tahmine dayalı veri madenciliği,

bilinen sonuçlardan belirlenen kalıplara dayalı olarak doğrudan değerleri tahmin etmek için kullanılmaktadır. Tahmin, diğer ilgili değişkenlerin bilinmeyen veya gelecekteki değerlerini tahmin etmek için veri tabanındaki bazı değişkenleri veya alanları kullanmayı içermektedir. Veri madenciliği tekniği söz konusu olduğunda, çoğu durumda tahmine dayalı veri madenciliği yaklaşımı kullanılmaktadır. Tahmine dayalı veri madenciliği tekniği, gelecekteki mahsulü, hava tahminini, kullanılacak pestisit ve gübreleri, elde edilecek geliri vb. tahmin etmek için kullanılmaktadır. Veri madenciliği, araştırma verileri, anket verileri, organizasyon verileri, rekabetçi veriler ve whatsapp, Facebook gibi sosyal medyayı içeren veri madenciliği sürecinde toplanan veriler arasında çeşitli şekillerde veri toplama tekniğidir (Kodeeshwari ve Ilakkiya, 2017).

5. DİJİTAL TARIMIN FAYDALARI

Dijital tarımın faydaları üç ana alanda gruplandırılabilir:

Ürünle İlgili Faydalar: Dijital tarım uygulamaları, daha yüksek ürün verimi ile sonuçlanan besin ve su kullanım etkinliğini arttırmaktadır (Dobermann ve Nelson, 2013). Gerekli gübre miktarı doğru yerde ve doğru büyüme aşamasında uygulanmaktadır (Ibrahim ve ark., 2015). Etkili ve zamanında yabancı ot kontrolü, toprak nemi ve besin maddeleri için rekabeti azaltarak, tüm kaynakların büyüyen ürüne doğru hareket etmesine izin vermektedir. Dijital tarım ile işgücü ve gübre gibi girdi kaynakları verimli bir şekilde kullanılmakta ve bunun sonucunda üründe verimlilik önemli ölçüde artmaktadır (Knight ve Malcom, 2009).

Finansal: Dijital tarım, tarımsal verimliliği artırmada doğrudan bir role sahiptir. Mevcut bilgilere dayalı olarak alınan uygun stratejik kararlar, genel verimi ve dolayısıyla verimliliği artırabilecektir. Aynı zamanda sahada farklı kimyasalların uygulama maliyetini düşürmeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca gübrenin yanı sıra pestisit uygulamalarının azaltılmasına da yardımcı olacaktır. Toprak haritasının mevcudiyeti ile tarlada uygulanan gübre miktarını önemli ölçüde azaltabiliriz. Böylece sonuçta azaltılmış üretim maliyetine yol açabilecektir. Özetle, doğru şekilde yapılırsa, dijital tarım üreticilerin sosyoekonomik durumunu değiştirebilmektedir.

Çevre: Dijital tarım çevre üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Toprağın bozulmasını önlemekte ve ayrıca zararlı ve haşere yönetimi sırasında pestisitlerin uygulanmasını da azaltabilecektir. Ayrıca tarımsal faaliyetlerde su kaynaklarının verimli kullanılmasına yardımcı olacaktır. Bu bağlamda, üretim bir alanda yoğunlaştırılabilir ve bu da dijital tarım ile bitkisel üretim için yeni arazilerin açılmasını azaltacaktır (Dobermann ve Nelson, 2013).

6. SÜS BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNE DİJİTAL TARIM UYGULAMALARI VE FAYDALARI

Süs bitkileri üretimi dünya çapında bahçe bitkileri endüstrisinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Süs bitkileri yetiştiriciliğinde süs bitkisinin verimi çiçek sayımı ile tahmin edilmektedir. Dijital tarım kullanılarak belirli bir ürünün verim tahmini için de çiçek sayımı kullanılmaktadır (Syal ve ark.,, 2014). Bairwa ve Agrawal (2014) ve Sai Sundar ve Bagyamani (2015)-kaynaklarda yok, çiçek yetiştirilen

alandan alınan görüntü ile çiçek sayımını tamamen otomatik metod ile yapılması üzerine bir araştırma yapmışlardır. Sarkate ve ark. (2013), Gerbera çiçeklerini HSV (Hue Saturation Value) renk uzayı ve histogram analizi kullanarak saymışlardır. Ancak bu çalışmada önerilen algoritma örtüşen çiçekler için doğru sonuçlar vermemiştir. Harmsen ve Koenderink, (2009) çiçeğin ilgili özelliklerini doğru bir şekilde tanımlayan çok hedefli bir izleme algoritması kullanarak çiçek sayımı yapmışlardır.

Süs bitkileri yetiştiriciliğinde mantari hastalıkların yönetimi için geleneksel uygulamaların ve mevcut e-araçların uygulamasının etkileri ve süs bitkisi sektöründe gelecek perspektifleri izlemeyi, entegre sistemleri geliştirmek için araştırma hatlarını belirlemeyi amaçlayan bir derleme Traversari ve ark. (2021) tarafından derlenmiştir. Derlemede, süs bitkileri sektöründe başlıca karşılaşılan mantar hastalıkları ve görülme sıklığını, bitki örtüsü üzerindeki patojenlerin belirti ve bulgularına odaklanarak, dijital tarım uygulamalarından biri olan görüntüleme ve görüntüleme tabanlı olmayan sensörler tarafından algılanabilme durumları tartışılmıştır. Hem açık alan koşullarında hem de kontrollü koşullarda yetiştirilen gül bitkilerinde en yaygın hastalıkların tespiti için revize edilerek tüm dijital teknolojilerin uygunlu olduğu vurgulanmıştır. Sonuç olarak, görüntüleme ve görüntüleme sensörlerine dayalı olmayan yöntemlerin kullanılması, süs bitkilerinde mantar hastalıklarının erken ve büyük ölçekli tespiti için umut verici bir strateji oluşturduğu belirtilmiştir.

Süs bitkileri için görüntü analizi yöntemi tartışılan bir başka çalışma sonucunda (Parsons ve ark., 2009) süs bitkilerinin yaprak ve çiçek örtüsü, renk, tekdüzelik ve yaprak kanopi yüksekliğinin objektif ölçümleri sağlanmıştır. Burada tartışılan yöntemler, pazarlamada ürün sınıflandırması için veya üretimin tüm aşamalarında bir sera içinde büyüyen ürünlerin izlenmesi ve değerlendirilmesi için kullanılabileceği belirtilmiştir. Ayrıca, süs bitkilerinin rutin kalite kontrolü için görüntü işleme ve kalite puanlarının istatistiksel modellemesi için yöntemlerin geliştirilmesi gerektiği bildirilmiştir.

Bir bitkinin cinsini tespit etmek ve tarlalardaki bitki sayısını saymak gibi konular üzerinde yapay zeka uygulamaları denenmiştir. Çalışma sonunda (Bayraktar, 2020) Sakarya'da yetişen süs bitkilerini sınıflandırma ve tespiti konusunda %99 başarı oranı yakalanmıştır.

Hollanda'da ihracat yapılan ürünler sıralamasında süs bitkileri üçüncü sırada yer almaktadır. Hollanda süs bitkileri sektöründe sürekli olarak etkin kalabilmek için yaratıcı ve etkili uygulamalar arayışına ayrı bir önem verilmektedir. Tarım alanının sınırlı olması da Hollandalı üreticileri birim alandan mümkün olduğunca fazlasını elde etmek için yenilikçi adımlara yöneltmektedir. Bu bağlamda, dronlar, bitki hastalıklarını tespit etmek ve zambak ve lale tarlaları arasında yabancı ot taraması yapmak için kullanılmaktadır. Hollanda çiçek soğanı sektöründeki dijital yeniliklerden bir diğeri çok katlı lale yetiştiriciliğidir. Bu tür akıllı tarımda, otomatik bir taşıma sistemi laleleri ve diğer ürünleri bir seviyeden diğerine taşımakta, laleler kısmen karanlıkta, kısmen LED aydınlatma altında ve kısmen de gün

ışığında yetiştirilmektedir. Her bir seviye için ideal aydınlatmayı aramak, minimum enerji maliyeti ile en iyi lale kalitesini geliştirmeye ve böylece en yüksek ekonomik değere ulaşmaya hizmet etmektedir (Anonim 2021d).

7. SONUÇ

Dijital tarım, bugün tarımı bağlayan hem ekonomik hem de çevresel sorunları ele almaktadır. Aynı zamanda çevresel kaygılarla verimlilikte süreklilik sağlama ihtiyacı gibi günümüz tarım sorunlarına sistem yaklaşımı kullanarak bir çözüm sunmaktadır. Dijital tarım, gelişmekte olan pek çok ülkede hala yalnızca bir kavramdır ve hızlı bir şekilde benimsenmesini teşvik etmek için kamu ve özel sektörden stratejik destek alınmasına ihtiyaç duymaktadır. Sonuç olarak dijital tarım ekonomik getiriyi artırmanın yanında tarımın enerji girdisini ve çevresel etkisini azaltmayı hedeflemektedir. Tarım endüstrisinin önemli bir kolu olan süs bitkisi üretiminde dijital tarım uygulamalarının kullanılmasının yaygınlaşması bu sektöre daha da karlılık, verim ve maliyet azalması kazandırabilecektir. Derlenen çalışma sonuçlarına göre süs bitkileri üretiminde dijital tarım uygulamalarının sınırlı olduğu ve özellikle görüntüleme tekniği kullanılan araştırma sonuçlarına ulaşılabildiği belirtilebilir. İş gücü yoğunluğu bakımından en yüksek yüzdeyi alabilecek potansiyelde olan süs bitkileri üretiminde dijital tarım uygulamalarının sağlanması gerekmektedir. Tip dışı, farklı renkli çiçek ayrımında ya da kalite dışı çiçek ayrımında kullanılabilir. Islah çalışmalarında özellikle seleksiyon adımında kolaylık ve hız sağlayabilir, diğer tarımsal üretim alanlarında olduğu gibi süs bitkileri

yetiştiriciliği sırasında da hastalık ve zararlılar ile mücadelede etkili şekilde kullanılabilir. Sulama düzeyine ve sulama zamanını belirleme gibi kültürel uygulamaların programlanmasında, hasat zamanı ve hasat işlemlerinde kolaylık, hız ve hasat sırasında olabilecek zararları minimize etmede kullanılabilir. Çiçek yetiştirme ortamlarının ayarlanması, gübreleme ve pestisit doz ayarı ve uygulanmasında, yetiştiricilik çevre şartlarının ayarı ve kontrolünde etkili şekilde kullanılma durumu olabilir. Çiçek açma programlarının yapılmasında, soğuklanma, katlama, forcing gibi teknik uygulamaların programlanması ve uygulanmasında, boylama ve kalite sınıflandırılmasında, depolama ve muhafaza işlemlerinde kullanılabilir. Henüz pek çok gelişmekte olan ülkede sınırlı olan topraksız tarım teknikleri ile süs bitkisi yetiştiriciliğinde de dijital tarım uygulamaları yapılabilir.

Tarımsal üretimde, süs bitkileri üretiminde teknoloji kullanımının artırılması için elektronik bileşenlerden oluşan donanım ve yazılım geliştirme çalışmalarına yoğunlaşılmalıdır. Bu sayede tarıma dayalı sanayimiz tarafından dışa bağımlılık ortadan kalkabilir ve rakip ürünlerle rekabet edecek seviyede yerli üretim mümkün hale gelebilir.

KAYNAKLAR

Ahmad, Z., Pasha, M. A., Ahmad, A., Muhammad, A., Masud, S., Schappacher, M., Sikora, A. (2017, September). Performance evaluation of IEEE 802.15. 4-compliant smart water meters for automating large-scale waterways. In *2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, Vol. 2, P. 746-751.

Alempijevic A., (2016). Artificial intelligence. Rural Industries Research & Development Corporation, 12 p. https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/16-038.pdf (Erişim Tarihi: 25.10.2021)

Altas, Z., Ozguven, M.M., Yanar, Y. (2018). Determination of sugar beet leaf spot disease level (cercospora beticola sacc.) with image processing technique by using drone. *Current Investigations In Agriculture And Current Research*, 5(3): 621-631, Doi: 10.32474/CIACR.2018.05.000214.

Andrade-Sanchez, P., Heun, J.T. (2010). Understanding technical terms and acronyms used in precision agriculture. *The University of Arizona, Arizona Cooperative Extension Bulletin* AZ1534.

Anonim, (2021a). Lvivity, IoT in Agriculture: 7 Practical Uses of the Technology. https://lvivity.com/iot-in-agriculture-practical-uses (Erişim tarihi: 20.10.2021)

Anonim, (2021b). Agricultural Robots: Robots in Agriculture and Farming. https://stories.pinduoduo-global.com/agritech-hub/robots-in-agriculture-and-farming (Erişim tarihi: 20.10.2021).

Anonim, (2021c). Agricultural AI. https://humansintheloop.org/industries/agricultural-ai (Erişim tarihi: 20.10.2021).

Anonim, (2021d). Digital agriculture. https://www.konicaminolta.eu/eu-en/rethink-work/business/digital-agriculture-how-dutch-farmers-use-precision-farming-for-floriculture (Erişim tarihi: 18.10.2021)

Arvind, G., Athira, V. G., Haripriya, H., Rani, R. A., Aravind, S. (2017, April). Automated irrigation with advanced seed germination and pest control. In *2017 IEEE Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR)*, P. 64-67.

Astrand, B., Baerveldt, A-J. (2002). An Agricultural mobile robot with vision-based perception for mechanical weed control. *Autonomous Robots* 13: 21–35.

Ault, A., Krogmeier, J., Buckmaster, D. (2013, July), Mobile, Cloud-Based Farm Management: A Case Study with Trello on My Farm, In 2013 ASABE *Annual International Meeting*, https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=43733&t=2&redir=&redirType=, (Erişim tarihi: 11.02.2017)

Bairwa, N., Agrawal, N.K. (2014). Counting of flowers using image processing. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) 3*(9): 775-779.

Balamurugan S., Divyabharathi, N., Jayashruthi, K., Bowiya, M., Shermy, R. P. Shanker, R., (2016). Internet of Agriculture: Applying IoT to Improve Food and Farming Technology. *International Research Journal of Engineering and Technology* (IRJET) 3(10): 713-719.

Bayraktar, Z. (2020). *Akıllı tarım uygulamaları için derin sinir ağları kullanılarak hava görüntülerinde bitki tespiti*. M.Sc. Thesıs, Sakarya Unıversıty Instıtute Of Scıence And Technology.s.51.

Berni, J. A. J., Zarco-Tejada, P. J., Suarez, L., Fereres, E. (2009). Thermal and narrowband multispectral remote sensing for vegetation monitoring from an unmanned aerial vehicle. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 47: 722–738.

Byerlee, D., de Janvry, A., Sadoulet, E. (2009), Agriculture for development: Toward a new paradigm. *Annual Review of Resource Economics* 1: 15-31.

Deichmann, U., Goyal, A., Mishra, D. (2016). Will Digital Technologies Transform Agriculture in Developing Countries? *Agricultural Economics* 47(S1): 21-33.

Dobermann, A., Nelson, R. (2013). *Opportunities and solutions for sustainable food production.* United Nations: Sustainable Development Solutions Network.

Dong, X., Vuran, M. C., Irmak, S. (2013). Autonomous precision agriculture through integration of wireless underground sensor networks with center pivot ırrigation systems. *Ad Hoc Networks* 11(7): 1975-1987.

Doyle, M., (2017). How the Internet of Things Helps Grow our Food, Product Lifecycle Report, http://www.ptc.com/product-lifecycle-report/how the-internet-of-things-helps-grow-our-food (Erişim tarihi: 11.02.2017).

Gaitan, A., Gaitan, V.G. (2015) Ungurean, I. A survey on the internet of things software architecture. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 6: 140–143.

GIFS, Global Institute for Food Security (2015). Digital and Computational Agriculture, 2014-2015 Annual Report, http://gifs.ca/wpcontent/uploads/ 2015/08/GIFS-2014-15-Annual-Report-final.pdf (Erişim tarihi: 11.02.2017).

Goraya, M. S., Kaur, H. (2015). Cloud computing in agriculture. HCTL Open International Journal of Technology Innovations and Research (IJTIR), 16, 2321-1814.

Harmsen, S. R., Koenderink, N. J. (2009). Multi-target tracking for flower counting using adaptive motion models. *Computers and electronics in agriculture 65*(1): 7-18.

Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., Khan, S. U. (2015). The Rise of "Big Data" on Cloud Computing: Review and Open Research Issues. *Information Systems* 47: 98-115.

Ibrahim, A., Pasternak, D., Fatonji, D. (2015). Impact of depth of placement of mineral fertilizer micro-dosing on growth, yield and partial nutrient balance in pearl millet cropping system in the Sahel. *Journal of Agricultural Science* 153:1412-1421.

Junaid, M., Shaikh, A., Hassan, M. U., Alghamdi, A., Rajab, K., Reshan, A., ... Alkinani, M. (2021). Smart Agriculture Cloud Using AI Based Techniques. *Energies 14*(16): 5129.

Junaid, M., Sohail, A., Rais, R.N.B., Ahmed, A., Khalid, O., Khan, I.A., Hussain, S.S., Ejaz, N. (2020). Modeling an Optimized Approach for Load Balancing in Cloud. *IEEE Access* 8: 173208–173226.

Kaloxylos, A., Eigenmann, R., Teye, F., Politopoulou, Z., Wolfert, S., Shrank, C., Dilinger, M., Lampropoulou, I., Antoniou E., Pesonen, L., Nicole, H. (2012).

Farm management systems and the future ınternet era. *Computers and electronics in agriculture* 89: 130-144.

Kazaz, S., Kılıç, T., Doğan, E., Yalçın Mendi, Y., Karagüzel, Ö. (2020). Süs Bitkileri Üretiminde Mevcut Durum ve Gelecek. *TMMOB Ziraat Mühendisliği Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, Tarım Haftası*, 673-698.

Knight, B., Malcolm, B.A. (2009). Whole-farm investment analysis of some precision agriculture technologies. *Australian Farm Business Management Journal*. 6(1):41.

Kodeeshwari, R. S., Ilakkiya, K. T. (2017). Different types of data mining techniques used in agriculture-a survey. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science 4*(6): 237191.

Krishnan K.B., Mca S.S.S., Phill M., (2017). Applıcatıon of data mınıng ın agrıculture. *Internatıonal Journal Of Research In Computer Applıcatıons And Robotıcs* 5(8): 18-21.

Lakshmisudha, K., Hegde, S., Kale, N., Iyer, S., (2016). Smart Precision Based Agriculture Using Sensors. *International Journal of Computer Applications* 146(11): 36-38.

Liu, G.N., Sun, Y.N. (2018). Research on the application of big data technology in the process of agricultural modernization. *Jiangxi Agricultural University* 24: 79.

López-Riquelme, J. A., Pavón-Pulido, N., Navarro-Hellín, H., Soto-Valles, F., Torres-Sánchez, R. (2016). A Software Architecture Based on FIWARE Cloud for Precision Agriculture. *Agricultural Water Management* http://dx.doi.org/ 10.1016/j.agwat.2016.10.020.

Madushanki, R., Wirasagoda, H., Halgamuge, M. (2019). Adoption of the Internet of Things (IoT) in agriculture and smart farming towards urban greening: A review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 10 (4): 11-28. https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100402.

Marković, D., Koprivica, R., Pešović, U., Randić, S. (2015). Application of IoT in monitoring and controlling agricultural production. *Acta Agriculturae Serbica* 20(40): 145-153.

Mekala, M.S., Viswanathan, P. A. (2017). Novel technology for smart agriculture based on iot with cloud computing. In Proceedings of the International Conference on IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud (I-SMAC), Palladam, India, 10–11 February, 75–82.

Nativi, S., Mazzetti, P., Santoro, M., Papeschi, F., Craglia, M., Ochiai, O. (2015). Big data challenges in building the global earth observation system of systems. *Environmental Modelling & Software* 68: 1-26.

Ozdogan, B., Gacar, A., Aktas, H. (2017). Digital agriculture practices in the context of agriculture 4.0. *Journal of Economics Finance and Accounting 4*(2): 186-193.

Özgüven, M.M., (2018). Hassas Tarım. Akfon Yayınları, Ankara. ISBN: 978-605-68762-4-0.

Parsons, N. R., Edmondson, R. N., Song, Y. (2009). Image analysis and statistical modelling for measurement and quality assessment of ornamental horticulture crops in glasshouses. *Biosystems engineering 104*(2): 161-168.

Partel, V., Kakarla, S.C., Ampatzidis, Y. (2019). Development and evaluation of a low-cost and smart technology for precision weed management utilizing artificial intelligence. *Computers and Electronics in Agriculture* 157: 339–350.

Patel, R., Patel, M. (2013). Application of Cloud Computing in Agricultural Development of Rural India. *International Journal of Computer Science and Information Technologies* 4(6): 922-926.

Pedersen, S.M., Fountas, S., Blackmore, S. (2008). Agricultural Robots – Applications and Economic Perspectives. http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/5324.pdf.

Prathibha, S. R., Hongal, A., Jyothi, M. P. (2017, March). IoT based monitoring system in smart agriculture. In *2017 international conference on recent advances in electronics and communication technology (ICRAECT)* (P. 81-84). IEEE.

Qi, D., Lu, G., Dai, X. (2017, August). Design of Urban Greening Intelligent Monitoring System Based on Internet of Things Technology. In *2017 9th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC)* (Vol. 1, P. 317-321). IEEE.

Sarkate, R. S., Kalyankar, N. V., Khanale, P. B. (2013, March). Application of computer vision and color image segmentation for yield prediction precision. In *2013 International Conference on Information Systems and Computer Networks* (P. 9-13). IEEE.

Savale, O., Managave, A., Ambekar, D., Sathe, S., (2015), Internet of Things in Precision Agriculture using Wireless Sensor Networks. *International Journal of Advanced Engineering & Innovative Technology* 2(3): 1-5.

Singh, V., Misra, A.K. (2017). Detection of plant leaf diseases using image segmentation and soft computing techniques. *Information Processing In Agriculture* 4: 41–49.

Sundar, V. S., Bagyamani, J. (2015). Flower counting in yield approximation using digital image processing techniques. *IJARSE*, (4).

Syal, A., Garg, D., Sharma, S. (2014, December). Apple fruit detection and counting using computer vision techniques. In *2014 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research* (P. 1-6). IEEE.

Tan, L. (2016), Cloud-based decision support and automation for precision agriculture in Orchards. *IFAC-PapersOnLine* 49(16): 330-335.

Tan, M., Özgüven, M.M. ve Tarhan, S. (2015). Drone sistemlerin hassas tarımda kullanımı. *29. Tarımsal Mekanizasyon Kongresi ve Enerji Kongresi*, 2-5 Eylül Diyarbakır, S:543-547.

Terzi, İ., Özgüven, M.M., Altaş, Z., Uygun, T., (2019). Tarımda Yapay Zeka Kullanımı. *International Erciyes Agriculture, Animal & Food Sciences Conference* 24-27 April 2019, Erciyes University – Kayseri, Türkiye.

Traversari, S., Cacini, S., Galieni, A., Nesi, B., Nicastro, N., Pane, C. (2021). Precision Agriculture Digital Technologies for Sustainable Fungal Disease Management of Ornamental Plants. *Sustainability* 13(7):3707.

Tüylüoğlu, Ş., Saraç, Ş. (2012). Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde İnovasyonun Belirleyicileri: Ampirik Bir Analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi* 7(1): 39-74.

Valle, S. S., Kienzle, J. (2020). Agriculture 4.0-agricultural robotics and automated equipment for sustainable crop production. *Integrated Crop Management*, *24.*

Van der Wal, T., Kooistra, L., Poppe, K. J. (2015). The Role of New Data Sources in Greening Growth: The Case of Drones. *In 2015 OECD Green Growth and Sustainable Development Forum*, Paris, 14.12.2015.

Van Es, H. M., Woodard, J. D., Glos, M., Chiu, L. V., Dutta, T., Ristow, A. (2016). *Digital agriculture in New York State: report and recommendations.* Cornell University: Ithaca, NY.

Van Henten, E.J., Hemming, J., Van Tuijl, B.A.J., Kornet, J.G., Meuleman, J., Bontsema, J., Van Os, E.A. (2002). An autonomous robot for harvesting cucumbers in greenhouses. autonomous robots 13: 241–258.

Venkatesan, R., Tamilvanan, A. (2017, April). A sustainable agricultural system using IoT. In 2017 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP) (P. 0763-0767). IEEE.

Yane, D. (2010, October), Research and Analysis about System of Digital Agriculture Based on a Network Platform. *In International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture* (P. 274-282). Springer Berlin Heidelberg.

Yiğit, E., Sabancı, K., Toktaş, A., Kayabaşı, A. (2019). A study on visual features of leaves in plant identification using artificial intelligence techniques. *Computers and Electronics in Agricultur*e, 156: 369–377.

Zhang, C., Liu, Z. (2019). Application of big data technology in agricultural Internet of Things. *International Journal of Distributed Sensor Networks* 15(10): 1550147719881610.

Zhou, X.C., Chen, Y.M., Zhu, X.H. (2019). A kind of agricultural internet of things big data platform architecture. *Journal of Anhui Agricultural Sciences* 47(2): 241–245.

Zhu, Y., Ma, D., Huang, D., Hu, C. (2013, August). Enabling secure location-based services in mobile cloud computing. In Proceedings of the second ACM SIGCOMM workshop on Mobile cloud computing (pp. 27-32).

BÖLÜM 7

TÜRKİYE BAĞCILIĞINDA SON YILLARDAKİ DEĞİŞİMLER VE MEVCUT DURUM

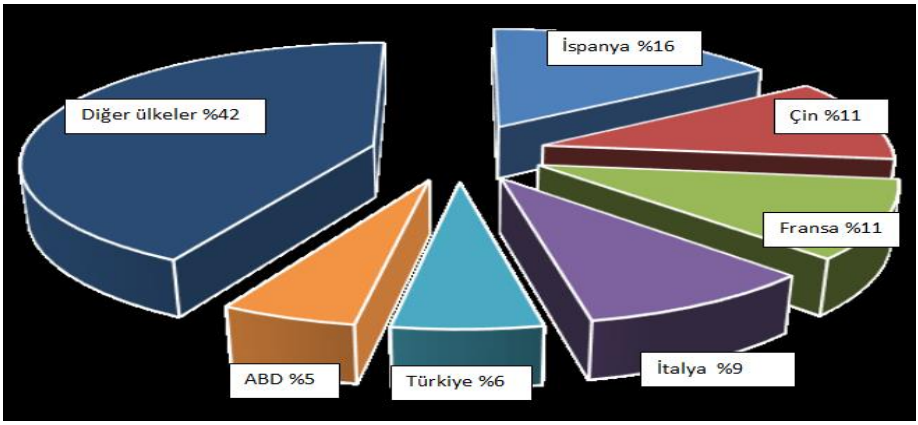
Dr. Öğr. Üyesi Muhammed KÜPE[1]

[1] Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye muhammed.kupe@atauni.edu.tr, Orcid no: 0000-0002-7225-8065

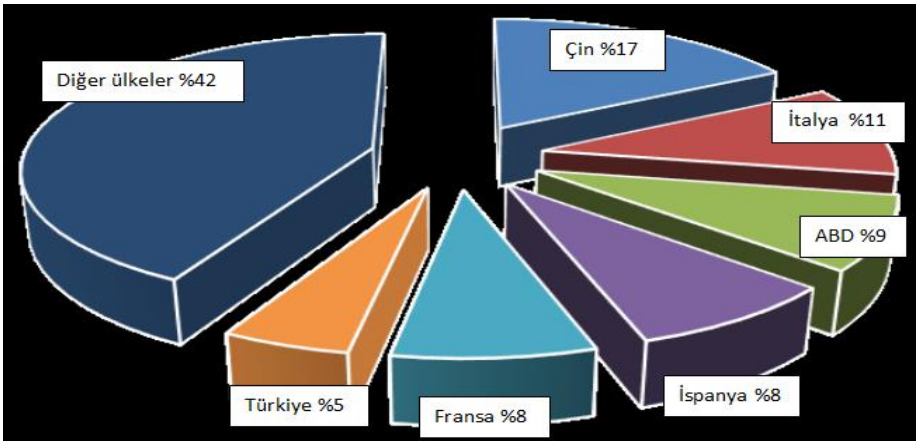
1.TÜRKİYE BAĞCILIĞI

Anadolu'da asırlar önce kültüre alınan asma, bu coğrafyada yaşayan toplumların özellikle tercih ettikleri kültür bitkilerinden bir tanesi olmuştur. Bağcılık, tarım yapılması zor, kıraç arazilerde kurulabilen, atıl kalmış alanların değerlendirilmesi, erozyonun engellenmesi ve bu bölgelerde yaşayan insanlara ekonomik değer yaratma anlamında oldukça önemlidir. Asmanın ekolojik faktörler (iklim ve toprak) bakımından çok seçici olmaması, kolay çoğaltılabilmesi ve farklı şekillerde değerlendirilebilmesi dünyadaki en yaygın kültür bitkileri arasında yer almasını sağlamıştır (Çelik ve ark., 1998; Aydın ve ark., 2017). Asma, meyveler içerisinde en fazla çeşide sahip olan türlerden biridir. Dünya üzerinde 10.000'den fazla üzüm çeşidi olduğu düşünülmektedir (Taşkaya, 2003; Çelik ve ark., 2005).

Dünyada 2019 yılında 7,67 milyon ha alanda üzüm üretimi gerçekleştirilmiş olup, Ülkemiz bağ alanları bakımından İspanya (%16), Çin (%11), Fransa (%11), İtalya'nın (%9) ardından 405 bin ha bağ alanı ile 5. sırada yer almıştır. Dünya üzüm üretim miktarı bakımından 2019 yılında dünya genelinde üretilen toplam üzüm miktarının 4,1 milyon üretim ile %5 lik kısmını karşılayan ülkemiz, Çin (%17), İtalya (%11), ABD (%9), İspanya (%8) ve Fransa'nın (%8) ardından 6. sırada yer almıştır (FAO, 2020).



Dünya bağ alanlarının ülkelere göre dağılımı (FAO, 2020)



Dünya üzüm üretiminin ülkelere göre dağılımı (FAO, 2020)

Bağcılık, Anadolu'dan bütün dünyaya Eski Türk Uygarlıkları zamanında yayılmış, Türklerin bu coğrafyada islamiyeti kabul etmesiyle ile birlikte bağcılık kültüründe bazı değişiklikler olmuştur. Özellikle Anadolu toplumunun sofrasında yaş (sofralık) ve kuru üzüm vazgeçilmez bir ürün halini almıştır. Bunun ile beraber üzüm suyunun (şıra) değişik şekillerde işlenmesi sonucu ortaya çıkan sirke, pekmez,

köfter, sucuk, pestil, bastık vb. mamullerinin üretimi ve tüketimi oldukça artmıştır (Çelik ve ark., 1998; Semerci ve ark., 2015). Bu dönemde Anadolu'daki Müslüman toplum şarap ve şarap üretiminden uzak durmuş, daha çok sofralık üzüm ile ihraç edilen çekirdeksiz kuru üzüm üretmiştir. Manisa, Aydın, İzmir, Çeşme, Urla, Foça ve Tire gibi Hıristiyan nüfusun yoğun olduğu yerleşim yerlerinde ise şaraplık üzüm ve şarap üretimi devam etmiştir (Sağlam ve sağlam, 2018).

Osmanlı Devleti'nin son dönemlerinde dahi özellikle kuru üzümün ülke ekonomisine ciddi katkılarının olduğu bilinmektedir. 1879 yılı kuru üzüm ihracatı incelendiğinde, yurt dışına 59.744 ton satış karşılığında 1.405.326 altın lira gelir elde edildiği, bu rakam ile en yüksek getirisi (%16,1) olan ihracat ürünü olduğu görülmektedir (Yurtoğlu, 2019).

Cumhuriyet'in ilk yıllarında Türkiye'nin hemen her yöresinde görülen üzüm yetiştiriciliği, Ege, Orta ve Güneydoğu Anadolu yörelerinde yoğunluk kazanmıştır. Özellikle yaz aylarının sıcak geçtiği bu bölgelerin nemli yamaçları ile vadilerinde bağcılık daha yoğun olarak yapılmıştır (Üzümeri, 1947).

Türkiye sahip olduğu özel coğrafi konumu sayesinde kültür (*Vitis vinifera* L. *Sativa*) ve yabani asma (*Vitis vinifera* spp *sylvestris*) tür ve çeşitleri ile bunların melezlerinden oluşan zengin bir gen kaynağı pozisyonundadır. (Arroyo Garcia ve ark., 2006; Baykul ve ark., 2018). İnsan beslenmesinde önemli yer tutmasının yanı sıra, ülkelerin sosyal yaşam ve ekonomisi üzerinde önemli bir etkiye sahip bağcılık faaliyeti, ülke ekonomisine de önemli katkılar sunmaktadır (Gülcü ve ark., 2008;

Gözener ve ark., 2014). Son yıllarda Türkiye sınırları içerisinde sahip olunan asma genetik kaynaklarının belirlenmesi ve koruma altına alınması adına koleksiyon bağları oluşturulmuştur (Ağaoğlu ve ark., 1989; Tangolar ve ark., 1996; Çelik ve ark., 2010).

Türkiye'de üzüm üretimi ve üzümün farklı mamullere işlemesini genellikle küçük işletmeler yapıyor olmasına rağmen, ekolojik koşulların uygunluğu nedeni ile ciddi anlamda bağcılık potansiyeline sahip olan ülkemiz, dünya bağcılığında önemli bir pozisyondadır (Ağaoğlu, 1999).

Günümüzde Türkiye'nin birçok bölgesinde yapılan bağcılıkta, yetiştiricilik ve ticari katma değer açısından çok fazla farklılıkların olduğu bilinmektedir. Ülkemizde sofralık, kurutmalık, şaraplık ve şıralık olmak üzere bütün değerlendirme şekillerine uygun üzüm yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Fidan ve ark., 1996). Son yıllarda ülkemizin en önemli üzüm üretici bölgeleri sırasıyla Ege, Akdeniz, Güney ve Batı Anadolu ve Marmara Bölgeleri'dir. Ege Bölgesi'nde çekirdeksiz kuru üzüm, Akdeniz Bölgesi'nde ilk turfanda sofralık üzüm, Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde şaraplık, şıralık, sofralık, çekirdekli kurutmalık üzüm ve Marmara Bölgesi'nde ise sofralık ve şaraplık üzüm yetiştiriciliğinin gelişme gösterdiği görülmektedir (Çelik ve ark., 2005, TUİK, 2019). Türkiye'nin yerel üzüm çeşitliliği açısından ekolojik zenginlikleri dikkate alındığında, bu potansiyelini yeteri kadar kullanamadığı görülmektedir (Çelik ve ark., 1998).

Ülkemizde bahçe bitkilerine ayrılan toplam alanın %15'i bağcılık tarımı için kullanılmaktadır. Bu alanda üretilen üzüm, toplam meyve üretiminin %25'ini oluşturmaktadır. Üretilen üzümün %25'i önem sırasına göre çekirdeksiz kuru üzüm, sofralık üzüm, şarap ve işlenmiş üzüm ürünleri olarak ihraç ediliyorken, geriye kalan %75'lik kısmı ise iç pazarda değerlendirilmektedir (TUİK, 2019; FAO, 2020). Türkiye'de yetiştirilen üzümlerin çoğu kurutmalık ve sofralık (yaş) olarak tüketilmektedir (Arslan, 2015; TUİK, 2019). Ülkemizde yaklaşık 400.000 ha alanda yapılan bağcılıkta, çekirdekli ve çekirdeksiz sofralık üzüm çeşitlerinin üretildiği bağ alanları toplamı, toplam bağ alanlarının %53'ünü oluştururken, kurutmalık çekirdeksiz üzüm (Sultani Çekirdeksiz) tek başına %18'i oluşturmaktadır. Ülkemizde Ege Bölgesi, sofralık ve kurutmalık üzüm üretiminde ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2020a). Üretilen toplam yaş üzümün %52,8'i sofralık, %36,4'ü kurutmalık, %10,8'i ise şıralık-şaraplık olarak değerlendirilmektedir. Üzümün diğer değerlendirme ürünlerinden pekmez, sucuk, reçel, köfter, bastık, samsa, pestil vb. daha çok iç pazarda tüketilmektedir (Anonim, 2020b).

Türkiye bağ alanlarının 2004 yılından 2020 yılına kadar yaklaşık 119 hektar gerilediği ve %22,9 luk bir azalma ile 520 bin ha alandan 401 bin ha alana düştüğü görülmektedir. Üzüm üretimi ise bağ alanlarındaki azalmaya rağmen artmaya devam etmiştir. 2004 yılında 3,5 milyon ton olan üzüm üretim miktarı %17'lik değişimle 2020 yılında 4,21 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Ortalama verim ise 2004 yılında 673 kg/da iken, 2020 yılında 1.159 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye bağcılığında yıllara göre alan, üretim ve verim değerleri

Yıllar	Üretim Alanı (ha)	Üretim miktarı (1000 ton)	Verim (kg/da)
2004	520.000	3.500	673
2005	516.000	3.850	746
2006	513.000	4.000	778
2007	484.610	3.613	746
2008	482.789	3.918	812
2009	479.024	4.264	890
2010	477.093	4.255	890
2011	472.545	4.296	909
2012	462.296	4.234	916
2013	468.792	4.011	856
2014	467.093	4.175	894
2015	461.956	3.650	790
2016	435.226	4.000	919
2017	416.907	4.200	1.007
2018	417.041	3.933	943
2019	405.438	4.100	1.011
2020	400.997	4.208	1.159

(TUİK, 2020)

Tablo 2. Türkiye bağcılığında önemli illerin alan, üretim ve verim değerleri

İller	Üretim Alanı (ha)	Üretim miktarı (1000 ton)	Verim (kg /dekar)
Manisa	833.853	1.498.287	1.796
Mersin	191.458	382.857	2.000
Denizli	356.770	371.603	1.042
Mardin	363.672	161.930	445
İzmir	116.771	155.073	1.328
Gaziantep	163.911	138.963	848

(TUİK, 2020)

Tablo 2 incelendiğinde, gerek üretim gerekse alan bakımından en önemli bağcı ilimizin Manisa olduğu anlaşılmaktadır. Üzüm üretimine en fazla katkıyı sunan diğer illerimiz ise sırasıyla Mersin, Denizli, Mardin, İzmir ve Gaziantep'tir. Dekara verim bakımında incelendiğinde, Mersin ilinin en yüksek değere sahip olduğu

görülmektedir. Dekara verim bakımından Türkiye ortalamasının çok üzerinde yer alan Mersin ilinde bu durumun büyük oranda bağcılığın örtü altında yapılması ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Verim bakımından yüksek diğer ilimiz Manisa'da ise çoğunlukla verimi çeşit özelliği ile alakalı olan Sultani çekirdeksiz üzümün büyük oranda yetiştirilmesi ile ilgili olduğu anlaşılmaktadır (TUİK, 2020).

Tablo 3. Türkiye taze üzüm ihracatı

2015		2016		2017		2018		2019	
İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (1000 $)	İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (1000 $)	İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (1000 $)	İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (1000 $)	İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (1000 $)
175.189	141.408	172.838	104.607	277.743	195.392	180.238	120.888	205.732	150.028

(TUİK, 2020)

Tablo 4. Türkiye kuru üzüm ihracatı

2015		2016		2017		2018		2019	
İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (1000 $)	İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (1000 $)	İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (1000 $)	İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (1000 $)	İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (1000 $)
224.273	428.999	236.105	426.082	268.585	408.211	278.929	490.407	243.048	521.645

Türkiye'nin üzüm dış ticaretine ilişkin bilgileri Tablo 3 ve 4'te verilmiştir. Şili, İtalya, ABD, Hollanda, Çin, Peru, Güney Afrika, Hindistan, Hong Kong ve Türkiye 2019 yılında en fazla ihracat yapan ülkeler arasındadır. Türkiye 205.732 ton taze üzüm ihracatı ile dünya taze üzüm ihracat sıralamasında %4'lük paya sahiptir ve 10. sırada yer almaktadır. Türkiye 2019 yılı verilerine göre 243 bin ton kuru üzüm ihracatı ile dünya kuru üzüm ihracatının %30''unua karşılamaktadır ve bu pay ile dünya kuru üzüm ihracat sıralamasında 1. sırada yer

almaktadır. Türkiye, üzüm ve üzüm ürünleri ihracat gelirinin en büyük kısmını (% 70.9) kuru üzüm ihracatından elde ederken, bunu sofralık üzüm ihracatından elde ettiği gelir (% 27.1) takip etmektedir. Şarap ihracat geliri ise dünya ortalamasından çok aşağılardadır. (Kiracı ve ark., 2013; TUİK; 2020).

Bu çalışma da son yıllardaki Türkiye'nin bağcılık sektöründeki değişimleri ve üzüm üretiminin mevcut durumu ortaya koyulmuştur. Türkiye'nin bağcılık alanındaki sorunları ve çözüm önerilerinin genel olarak ele alındığı çalışmada, ülkemizin sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm çeşitlerinde güçlü yönleri, fırsatlar, dezavantajları ve tehditler ayrı ayrı incelenmiştir.

2. TÜRKİYE'DE BAĞCILIĞIN GÜÇLÜ YÖNLERİ

Bağ kurulacak alanın belirlenmesinde en önemli indisler, yörenin iklim özellikleri, arazinin toprak yapısı ve bağ kurulacak arazinin yöneyidir. İklim faktörlerinin tespit edilmesinde uzun yılların meteorolojik kayıtlarını inceleyerek, bunların asmanın isteklerini hangi ölçüde karşılayabildiğini belirlemek yapılacak ilk işlemdir. Bu meteorolojik kayıtlardan en önemlileri mevsimsel olarak belirlenen sıcaklık, güneşlenme, yağış ve don değerleridir. Yurdumuzdaki bağ bölgelerinde yetiştirilen çeşitler açısından bu konuda herhangi bir sorun olmamasına karşın, aynı çeşidin sıcak bölgelerde daha erken olgunlaşacağı göz ardı edilmemelidir (Göktaş, 2008; Köse, 2014).

Türkiye'nin güçlü bir bağcılık kültürüne ve zengin bir asma gen potansiyeline sahip olması dünyanın sayılı bağcı ülkeleri arasında yer almasını da beraberinde getirmiştir. Türkiye, Kuzeydoğu ve Karadeniz bölgeleri dışındaki tüm tarım bölgelerinde kaliteli sofralık, kurutmalık ve şaraplık ve şıralık üzüm üretim potansiyeline sahiptir. Üzüm Türkiye'de en değerli meyve olarak kabul görmektedir. Bağcılık ülkemizin birçok üniversitesinde Bahçe Bitkileri Bölümü altında başlıca bilim dalı olarak yer almaktadır. Yetişmiş personel ihtiyacının karşılanması açısından çok önemli olan bu duruma ilave olarak üretim ve ıslah çalışmalarının yürütüldüğü birçok Bağcılık Araştırma Enstitülerinin varlığı ile saha çalışmaları hız kazanmıştır.

Türkiye'nin ekonomik anlamda bağcılık yapılabilen bölgelerinde, susuz koşullarda dahi ekonomik olarak ürün elde edilebilmesi, asmanın hemen hemen tüm bölgelerimiz için alternatif ürün olarak ön plana çıkmasını sağlamıştır. Özellikle sofralık üzüm yetiştiriciliği açısından, örtü altında mayıs ayı başından başlayarak açıkta kasım ayı sonuna kadar devam eden geniş bir üretim periyoduna sahip olunması da pazardaki başlıca meyve türlerinden olmasına imkan sunmuştur. İlkbahar geç donlarının etkili olduğu bölgelerde erken uyarı sistemlerinin bağlarda uzun yıllardır kullanılması da zarar yaşanmadan önce önlem alınması açısından avantaj sağlamaktadır.

3. TÜRKİYE'DE BAĞCILIĞIN ZAYIF YÖNLERİ

Türkiye bağcılığında genel olarak anaç-çeşit kombinasyonunun belirlenmesi, çeşide ve yöreye uygun terbiye sisteminin seçimi, aşılı ve

sertifikalı fidan temini, kültürel uygulamalar (gübreleme, ilaçlama, budama ve sulama gibi) gibi birçok aşamada problemler mevcuttur (Çelik ve ark., 2005). Bu problemler verim ve kalite üzerine olumsuz etki yaparak ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Ülkemizin önemli sofralık ve kurutmalık çeşidi olan Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin dünya piyasalarında; "Thompson Seedless" olarak tanınıyor olması yöresel çeşitlerimizin korunmasında yaşanılan eksikliğin önemli göstergelerinden bir tanesidir (Sağlam ve Sağlam, 2018). Ayrıca, üzüm çeşitlerimizin ülke dışına yasal olmayan yollarla çıkarılması ve yurt dışından getirilen çeşitlerin üretiminin yaygınlaşması sonucu çoğunlukla yerel çeşitlerden oluşan gen kaynaklarımızın hızla kaybolmaya devam ettiği görülmektedir.

Ülkemizde bağcılık yapılan bölgelerde bölgeye özgü çeşit ve anaç standardizasyonunun henüz gerçekleştirilememiş olması önemli sorunları da beraberinde getirmektedir. Ayrıca fidan üretiminde gerekli alt yapının tamamlanamaması sebebiyle sertifikalı fidan üretimine tam olarak geçilememiştir. Bu durum ismine doğru fidan teminini güç hale getirerek, bölgeye uygun sertifikalı çeşitlerle üretimin yapılmasını aksatmaktadır. (Çelik, 2017).

Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan yüksek kalite özelliklerine sahip birçok üzüm çeşidinin pazarlama sorunu dikkat çekmektedir. Duran (2003), Türkiye'nin önemli bağcı ülkeler arasında yer almasına rağmen, ürünün iç ve dış pazarlamasında önemli sorunlar yaşadığını ifade etmiştir. Delice (2003), bu durumun Türkiye'nin yüksek kalitedeki bazı

üzüm çeşitlerini dış pazar yerine iç pazarda tüketmesi ile alakalı olduğunu bildirmiştir.

Ülkemizin bağcılık potansiyelinin ve özellikle geleneksel bağcılık kültürünün güçlü olmasına rağmen, yoğun olarak yetiştirilen şaraplık çeşitlerin çoğunlukla yabancı kökenli olduğu ve kurutmalık çeşit sayısının yetersiz olduğu görülmektedir. Türkiye, kuru üzüm yetiştiriciliğinde ve pazarlamasında önemli bir noktada olmasına rağmen, sofralık üzümün birim alandan elde edilen veriminde arzu edilen istikrar yakalanamamıştır.

Ayrıca son yıllarda üzüm üreticilerinin yeni çeşitlerle modern bağ tesisi kurallarına uygun olarak yeni tesisler kurmaları, yaşlanan omcaların da sökümünü hızlandırmaktadır. Doğal olarak bu durum üreticilere yeni maliyetler yüklemektedir (Kiracı ve ark., 2013).

4. TÜRKİYE'DE SOFRALIK ÜZÜM

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan önemli sofralık yerli üzüm çeşitleri arasında; Trakya İlkeren, Yalova İncisi, Mevlana, Ata Sarısı, Osmancık, Pembe çekirdeksiz, Yuvarlak çekirdeksiz, Sultani çekirdesiz, Çavuş, Hafızali, Hatun parmağı, Tarsus beyazı, Erenköy beyazı, Müşküle, Barış ve Karaerik yer alırken, sofralık olarak üretilen yabancı kökenli üzüm çeşitleri arasında; İtalia, Cardinal, Razakı, Perlette, Hamburg, Muscat Reine, Alphonse Lavellee, Victoria, Early sweet, Crimson Seedless ve Red globe yer almaktadır (Tangolar ve ark., 1996; Delice, 2003).

Türkiye sofralık çekirdekli ve çekirdeksiz üzüm üretiminde bağ alanları giderek azalmaktadır (Tablo 5). Üretim ve verimde dalgalanmalar olduğu görülse de genel olarak artış olduğu ve sofralık çekirdeksiz üzümün veriminin daha fazla olduğu görülmektedir. Sofralık üzüm üretiminde Manisa (%22), Mersin (%15), Denizli (%12), Gaziantep (%4) ve Diyarbakır (%4) illeri ön plana çıkmaktadır. Diğer yandan 2018 yılında 180 bin ton olan sofralık taze üzüm ihracatı 2019 yılında %14 artış ile 206 bin tona ulaşmıştır. 2019 yılı ilk beş ayında 1.492 ton olan taze üzüm ihracatı 2020 yılı aynı döneminde 903 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2020b).

Tablo 5. Türkiye Sofralık Üzüm Üretimi

	Sofralık çekirdekli			Sofralık çekirdeksiz		
Yıllar	**Üretim Alanı (ha)**	**Üretim miktarı (1000 ton)**	**Verim (kg/da)**	**Üretim Alanı (ha)**	**Üretim miktarı (1000 ton)**	**Verim (kg/da)**
2004	2.650.000	1.500.000	566	350.000	400.000	1.143
2005	2.680.000	1.600.000	597	340.000	400.000	1.176
2006	2.696.196	1.564.009	580	341.965	496.158	1.451
2007	2.394.443	1.487.602	621	347.206	424.937	1.224
2008	2.421.728	1.490.185	615	354.779	480.501	1.354
2009	2.396.535	1.695.307	707	357.241	561.538	1.572
2010	2.344.519	1.695.727	723	355.089	553.803	1.560
2011	2.356.549	1.696.811	720	355.412	572.156	1.610
2012	2.272.788	1.619.849	713	343.611	599.964	1.746
2013	2.277.607	1.634.596	718	340.883	498.006	1.461
2014	2.298.938	1.580.585	688	340.077	586.164	1.724
2015	2.292.341	1.305.491	570	340.132	586.419	1.724
2016	2.067.941	1.380.120	667	338.085	610.484	1.806
2017	1.910.341	1.441.000	754	327.956	668.000	2.037
2018	1.903.058	1.487.201	781	317.950	458.061	1.441
2019	1.862.446	1.394.000	748	317.717	656.000	2.065
2020	1.821.889	1.614.332	886	320.602	603.724	1.883

(TUİK, 2020)

4.1.Türkiye'de sofralık üzümün güçlü yönleri ve fırsatlar

Türkiye'de sofralık üzüm yetiştiriciliğinde ülkemizin uygun iklim ve toprak yapısına sahip olması; farklı çeşitler yetiştirilebilmesi ve hasadın geniş zamana yayılması açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Ülkemizin jeopolitik konumu sayesinde, lojistik ve pazar avantajları da ön plana çıkmaktadır. Bağcılık kültürümüzün çok eskiye dayanmasının yanı sıra yeniliğe açık üreticilerimiz sayesinde sofralık üzümde dünyada söz sahibi ülkeler arasında yer almaktayız. Sultaniye üzümünün dünyada tanınmış olması da bu durumu pekiştirmiştir. İç tüketim potansiyelimizin oldukça fazla olması da pazarlama sorununu ortadan kaldırmıştır.

Sofralık üzüm açısından Ülkemizin sahip olduğu fırsatlar arasında, iç piyasada üzümün beslenmedeki öneminin kamuoyunda bilinirliğinin artırılması ile üzüm tüketiminin artırılması mümkün gözükmektedir. Dünya nüfusunun çok hızlı bir şekilde artmasının yası sıra, Ortadoğu pazarına yakınlık, Avrupa Birliğine ihracat potansiyeli olması ve Uzak Doğu'ya kargo ile ihracat şansı düşünüldüğünde ülkemizin üretim ve ihracat hacminin genişlemesi olası gözükmektedir. Yeni çeşitlerin uygun bölgelerde yetiştirilmeye başlamasıyla Güney Amerika ülkelerinin pazara girmediği dönemde Ülkemizin sofralık üzüm boşluğunu doldurabilecek potansiyele sahip olması da önemli bir fırsat olarak değerlendirilebilir (Anonim, 2020c).

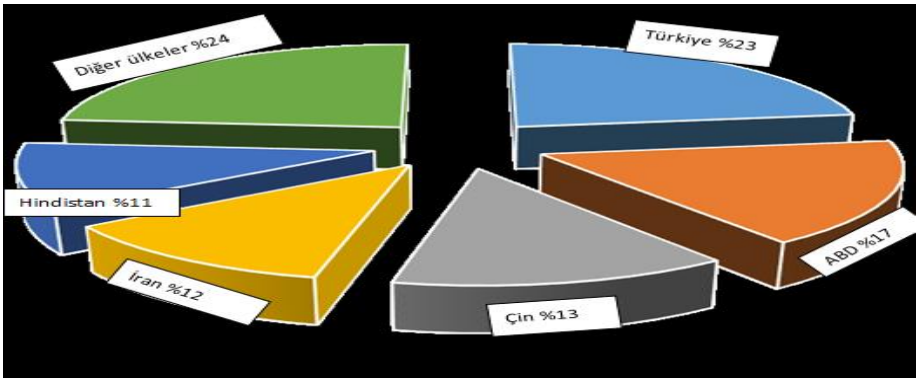
4.2.Türkiye'de sofralık üzüm zayıf yönleri

Ülkemizin farklı coğrafik bölgelerinde ekonomik öneme sahip birçok sofralık üzüm çeşidi yetiştirilmesine rağmen, bağ arazilerinin bölünerek parçalı hale gelmesi, halen etkinliğini yitirmiş bağcılık tekniklerinin kullanılıyor olması ve yeni bağ tesis edilirken yeterli sayıda aşılı asma fidanı kullanılmaması gibi problemler karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca verim artışında ve kimyasal mücadelede tercih edilen bitki koruma ürünlerinin bilinçsizce kullanımı da bağcılıkta girdi maliyetlerini artırmakla birlikte sürdürülebilirliği önemli ölçüde azaltmaktadır. Sofralık üzümde en önemli kalite kriterlerinden olan hasat zamanının doğru tespit edilmemesi, verim, kalite kayıpları ve fiyat istikrarsızlıklarına yol açarak, iç ve dış pazarda zaman zaman güven kaybına neden olabilmektedir (Anonim, 2020c).

5. TÜRKİYE'DE KURUTMALIK ÜZÜM

Ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan kurutmalık üzüm çeşitlerinin; Sultani Çekirdeksiz, Yuvarlak çekirdeksiz, Besni, Dımışkı, Rumi, Akdimrit, Karadimrit, Horozkarası ve Papazkarası olduğu bilinmektedir. Dünya çekirdeksiz kuru üzüm üretiminde Ülkemiz üretim ve ihracat açısından ilk sıradadır. Dünya kuru üzüm üretimi yıllık ortalama 1,28 milyon ton olup, Türkiye 261 bin ton üretim ile %20'lik bir paya sahiptir. Türkiye'yi sırasıyla %19'luk pay ile ABD , %13'lük pay ile İran ve Çin takip etmektedir. 2020 yılı verileri dikkate alındığında 1,34 milyon tonluk dünya kuru üzüm üretiminin 305 bin tonunu Türkiye'de üretilmektedir. Bu üretim miktarı ile dünyada üretilen toplam kuru üzümün %23'lük kısmının Türkiye sınırları

içerisinde olduğu görülmektedir. Kuru üzüm üretiminde Türkiye'yi sırasıyla ABD (%17), Çin (%13) ve İran (%12) takip etmektedir. (Anonim, 2020a)



Şekil 3. 2019 Yılı Dünya kuru üzüm üretim dağılımı (TUİK, 2020)

Tablo 6. Türkiye Kuru Üzüm Üretimi

	Kurutmalık çekirdekli			Kurutmalık çekirdeksiz		
Yıllar	**Üretim Alanı (ha)**	**Üretim miktarı (1000 ton)**	**Verim (kg/da)**	**Üretim Alanı (ha)**	**Üretim miktarı (1000 ton)**	**Verim (kg/da)**
2004	750000	350000	467	750000	880000	1173
2005	726000	400000	551	724000	1000000	1381
2006	701177	370764	529	716213	1124933	1571
2007	707656	335010	473	676744	882940	1305
2008	643871	321142	499	651770	1156329	1774
2009	649681	402094	619	649643	1129893	1739
2010	687504	431326	627	653138	1112636	1704
2011	650181	435756	670	661720	1126308	1702
2012	660933	417521	632	667743	1196312	1792
2013	650934	466529	717	699955	957049	1367
2014	628137	427533	681	716265	1135947	1586
2015	611638	379263	620	720591	955300	1326
2016	574103	395732	689	728608	1141130	1566
2017	558047	363000	650	735929	1240000	1685
2018	600006	477746	796	738775	1046345	1416
2019	542894	369000	680	740096	1230000	1662
2020	543209	346360	638	741414	1188139	1603

(TUİK, 2020)

Ülkemizde Ege Bölgesi'nde yer alan Manisa ili Dünya'da çekirdeksiz kuru üzümün merkezi konumundadır. Bu ilimiz, dünya çekirdeksiz kuru üzüm üretiminin yaklaşık %25'ini, Türkiye üretiminin ise yaklaşık %80'ini karşılamaktadır. 2019 yılında 1.230.000 ton olan kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretiminin (Tablo 6), 1.093.400 tonunu Manisa, 71.321 tonunu İzmir, 63.992 tonunu Denizli ve kalan 1.287 tonunu da diğer iller karşılamaktadır (Anonim, 2020b). Semerci ve arkadaşları (2015), üzümün Ege Bölgesi için önemli geçim kaynaklarından biri olduğunu, kuru üzümün yaş üzüme oranla daha fazla gelir sağladığını, üzümlerin işlenerek pazarlanması halinde, ülke ekonomisine daha fazla katkı sağlanabileceği ifade etmişlerdir.

5.1.Türkiye'de kurutmalık üzümün güçlü yönleri ve fırsatlar

Sultaniye Çekirdeksizi gibi üstün kurutmalık bir çeşidin anavatanının ülkemiz sınırları içerisinde yer alması dünya bağcılığında Türkiye'nin söz sahibi olmasına olanak tanımıştır. Bunun yanı sıra Ülkemiz bağcılığında kurutmalık üzüm üretiminde yoğunlaşan çiftçilerin aileden gelen bilgi birikimleri ile modern işletmelerin varlığı entegre olmuş durumdadır. Özellikle yeni tesis edilen çekirdeksiz kuru üzüm bağlarında, damlama sulamanın yaygınlaşması ve mekanizasyonun etkin kullanılması de bu gelişimde rol oynamıştır. İhracat potansiyelli yüksek bir ürün olan kurutmalık üzümün, gıda hammaddesi olarak kullanılabilmesi bu sektörün gelişimine ivme kazandırmıştır. Üretici ve teknik elemanların yakın işbirliğinin yanı sıra, bağcılık araştırma istasyonları ve üniversitelerin varlığı kurutmalık üzümün yetiştiricilik ve ıslah alanlarında sektöre katkı sunmaktadır. Türkiye'de kurutmalık

üzüm açısından iç tüketim potansiyelinin yüksek olması ve güvenilir ve sağlıklı gıda talebindeki artış bu sektördeki önemli fırsatlar arasındadır. Ayrıca Ülkemizin Avrupa pazarına yakın bir konumda bulunması, kuru üzümün dış pazarda artan taleple alıcı bulabilmesine imkan tanımıştır. Kurutmalık üzümün farklı pazarlarda pazarlanabilmesinin yanı sıra besleyici ve lezzetli bir atıştırmalık olması da bu sektör açısından önemli fırsatlar arasında yer almaktadır (Anonim, 2020c).

5.2.Türkiye'de kurutmalık üzüm açısından dezavantajlar ve tehditler

Ülkemizde kurutmalık üzüm açısından fiyat istikrarsızlığı, çiftçi desteklerinin zayıflığı, girdi maliyetlerinin yüksek ve dışa bağımlı bilinçsiz bitki koruma ürünü kullanımı, reklam, tanıtım faaliyetlerinin düşük olması, standardizasyon ve izlenebilirliğin uygulanamaması, faaliyete geçmiş lisanslı depoların bulunmaması, İşçilik maliyetlerinin yüksek olması ve kaliteli işçi eksikliği, üreticinin toprak analizinin önemini bilmemesi gibi faktörler sektörün zayıf yönlerindendir. Ülkemizde kurutmalık üzüm açısından en önemli tehditler arsında kimyasal gübrelemenin analize dayalı yapılmaması yer almaktadır. İklim değişikliği ile oluşan olumsuz hava koşulları neticesinde toprakların çoraklaşması verim ve kalite kaybına yol açmaktadır. Bunun sonucunda da her yıl dengeli ürün alınamadığından fiyatın istikrarsızlığı ile pazar kaybedilmesi söz konusu olabilmektedir. Ayrıca kuru üzüm bilindiği üzere beton ve toprak sergi alanlarında kurutularak pazara sunulmaktadır. Kurutma süresince ürüne karışacak taş, cam,

plastik ve kuşları kaçırmak amacı ile kullanılan saçma taneleri üzüm içerisinde fiziksel bir tehlike oluşturmaktadır (Anonim, 2020c).

6. TÜRKİYE'DE ŞARAPLIK ÜZÜM

Ülkemizde yetiştirilen bazı şaraplık üzüm çeşitleri Papazkarası, Karasakız, Yapıncak, Adakarası, Çal karası, Bornova misketi, Kalecikkarası, Emir, Beylerce, Narince, Öküzgözü, Boğazkere, Dökülgen, Horozkarası, Haasandede'dir. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan yabancı menşeli şaraplık üzüm çeşitlerinden en önemlileri ise, Cabernet Sauvignon, Carignan, Pinot noir, Semillon, Gamay, Cinsaut, Alicante Bouschet, Syrah, Merlot, Chardonnay, Sauvignon Blanc'dir (Anonim, 2020b).

Tablo 7. Türkiye Şaraplık Üzüm Üretimi

Yıllar	Üretim Alanı (ha)	Üretim miktarı (1000 ton)	Verim (kg/da)
2004	700000	370000	529
2005	690000	450000	652
2006	682800	444199	651
2007	720048	482292	670
2008	755739	470285	622
2009	737139	475888	646
2010	737606	461508	626
2011	701592	465320	663
2012	677884	400659	591
2013	718543	455229	634
2014	687512	445127	647
2015	654855	423527	647
2016	643532	472534	734
2017	636795	488000	766
2018	610621	463647	759
2019	591234	451000	763
2020	582865	456353	783

(TUİK, 2020)

Dünyada üretilen üzümün yaklaşık %71'i şaraba işlenerek değerlendirilirken, Türkiye'de ise bu oran sadece %2,7'dir. Kurutmalık ve sofralık üzüm üretiminde dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer alan Türkiye, şarap üretiminde oldukça gerilerdedir. Bağcıların bir kısmının örgütlenerek şarap üretimine yönelmesi, şarap sanayicilerinin bağ kurmaya başlaması, yeni girişimcilerin ise her ikisini birlikte kurarak entegre tesisler oluşturmaya başlaması bu alanda önemli bir gelişmedir. Türkiye; bağ alanları, tarihi, ekolojik uygunluğu, ucuz işgücü ile şarapçılık açısından büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen pek çok sebepten dolayı dış rekabete hazır bir şarap piyasasına sahip değildir. Önemli bağcı ülkelerden özellikle Avrupa bağcılığında üretilen üzümün %80'den fazlası yüksek katma değere sahip şarap üretimine giderken, bu oran ülkemizde sadece %2 düzeyinde kalmıştır (Tosun, 2005; Semerci ve ark., 2015; Uysal 2016).

Türkiye'de şarap üretimi ve tüketimi son yıllarda turizmin gelişmesiyle birlikte artmış olup, agroturizm kapsamında bu sektör önemli fırsatlar ortaya koymuştur. Üretilen üzümlerin; %60'ı kırmızı, %35'i beyaz ve %5'i pembe şaraba işlenmektedir. Kırmızı şarap için en çok tercih edilen üzüm çeşidi; Öküzgözü ve Boğazkere, beyaz şarap için en çok tercih edilen çeşit; Narince, Emir ve Sultani Çekirdeksiz, pembe şaraba işlenen kırmızı üzüm çeşitlerinin başındaysa ise Çal Karası üzüm çeşidi gelmektedir (Anonim, 2020c).

6.1.Türkiye'de şaraplık üzümün güçlü yönleri ve fırsatlar

Ülkemizde bağcılık kültürünün oldukça eskiye dayanıyor olması, Ülkemizi şaraplık üzüm üretimi için uygun potansiyel haline getirmiştir. Bununla birlikte Ülkemizde yerli yabancı birçok çeşidin üretilebiliyor olması ve rakım avantajı olan alan varlığı, düşük maliyetli üretim yapılabilir olmasına imkan tanımaktadır. Ülkemizin şaraplık bağ turizmine ve organik üretime uygun oluşu kurumsal şarap üreticisi firmaların kendi bağlarını kurmasını teşvik etmiştir. Şaraplık firmaların ileri teknoloji yatırımları ve profesyonel üretimleri ile şaraplık üzüm üretiminin beklenilen ivmeyi yakın zamanda kazanması olası görülmektedir.

Ülkemizin sahip olduğu iklim ve toprak özellikleri bölgeye has karakteristik tada sahip şaraplık çeşitlerin yetiştirilmesine imkan sunmaktadır. Avrupa pazarlarının ülkemizin ürünlerini tanımaya başlaması ile kaliteli üretim yapan firmaların sayısı son zamanlarda artmıştır. Bu durum iyi değerlendirildiği takdirde yakın zamanda şaraplık üzüm üretimi ile karakteristik olan Avrupa ülkeleri ile rekabet edebilir pozisyona ulaşılması mümkündür (Anonim, 2020c).

6.2.Türkiye'de şaraplık üzümün zayıf yönleri ve tehditler

Ülkemizde gerek toplumun dini inanışları, gerekse gelenek göreneklerin etkisi altında uzun yıllardır şaraplık üzüm üretimi ikinci planda kalmıştır. Uzun süreden beri şaraplık üzüm çeşitleri yetiştiriliyor olsa da üretilen üzümler şaraba işlenmemiş pekmez, pestil, sucuk, köfter gibi farklı şekillerde değerlendirilmiştir. Şaraplık bağcılık

konusunda Ülkemizde uzman eksikliği ve üretici örgütlenmesinin yetersizliği problem olmaya devam etmektedir. Şaraplık üzüm üretiminde coğrafi işaretleme yapılarak üretim yapılamaması ve kaliteye yönelik üretim olmaması fiyat istikrarsızlığını da beraberinde getirmiştir. Bu duruma sektördeki mevzuat sorunları ve yüksek vergiler de eklenince henüz beklenilen seviyeye ulaşılamamıştır.

Uygun olmayan arazilere şaraplık bağ tesis edilmesi ve kaçak üretim şaraplık üzüm üretim ve kalitesinde önemli problemler oluşturmaktadır. Ayrıca son zamanlarda yaşanılan iklimsel değişikliklerde standart kalitede üretimin yapılamamasına sebep olmaktadır. Bu durum Ülkemizin önemli şarap üreticileri konumundaki Avrupa ülkeleri ile rekabet edememesine yol açmıştır (Anonim, 2020c).

7. TÜRKİYE BAĞCILIĞI İÇİN ÖNERİLER

Türkiye bağ alanı ve üzüm üretimiyle dünyanın sayılı ülkeleri arasında yer almasına rağmen, sahip olduğu potansiyel düşünüldüğünde henüz istenilen seviyede değildir. Ülkemizi arzu edilen noktada görebilmemiz ve Ülkemizin uluslararası alanda rekabet edebilmesi alınabilecek bazı tedbirler ve yapılacak bazı uygulamalar ile mümkündür. Öncelikle uygun ekolojide yer alan bağ alanlarının tarım dışı kullanımın önüne geçilmesi gerekmektedir. Daha sonra küçük salkımlı ve albenisi daha zayıf, pazar değeri düşük çeşitlerin, çeşit değiştirme yöntemi ile üstün meyve ve salkım özelliğine sahip çeşitlere dönüştürülmesi ve bölgeler bazında anaç, çeşit ve iklim koşullarına uygun terbiye sistemlerinin seçilerek yaygınlaştırılması oldukça önemlidir. Giderek artan küresel

iklim değişikliği nedeniyle bağ alanlarının sürdürülebilirliği dikkate alınmalıdır. Özellikle karasal iklimin yaşandığı yörelerimizde kışın düşen kar miktarındaki azalmalarla geleneksel bağcılık yapılan yörelerde kar örtüsünün koruyucu etkisinin ortadan kalktığı ve bu bölgelerde ekonomik anlamda sürdürülebilir bağcılığın tehlikeye girdiği görülmektedir (Küpe, 2012). Bağlarda gereksiz gübrelemenin önlenmesi amacıyla toprak ve yaprak analizlerinin desteklenmesi ve fiyatlarının optimize edilmesi, hastalık ve zararlı kontrolünde üretici bilinci artırılması, ilaçlama zamanları konusunda erken uyarı sistemleri yaygınlaştırılması, üreticilerin yeni sistemlere uyumu amacıyla eğitim çalışmaları düzenlenmesi gerekmektedir. Yeni bağ kurulması aşamasında teknik destek sağlanmalı, bağ yeri seçiminde üreticiler bilinçlendirilmelidir. Ürünün yetiştiriciliğinde kullanılan zirai ilaçların seçimi, uygulama zamanı ve dozu, bekleme süresi, teknik danışman ve ziraat mühendisleri tavsiyeleri ve reçeteli satışı ile gerçekleştirmelidir. Yeni bağların kurulması sürecinde özellikle ilk tesis masrafının oldukça yüksek olduğu göz önünde bulundurulmalı, dolayısıyla ilk aşamada plan ve projelendirme çalışmaları titizlikle yürütülmeli, hata payının asgari düzeyde tutulmasına dikkat edilmelidir (Bahar ve ark., 2006). Etkili sıcaklık toplamı yüksek, jeotermal kaynaklar bakımından zengin olan bölgelerimizde örtü altı sofralık üzüm yetiştiriciliği desteklenmelidir. Bağcılık yapılan tüm yörelerde bağın kurulumundan ürünün değerlendirme aşamasına kadar üreticileri yönlendirecek uzmanların birlik, kooperatif vb. kuruluşlar vasıtasıyla görevlendirilmesi sektörün kurumsallaşması açısından önemli olacaktır.

8. SONUÇ

Son yıllarda dünya üzüm üretimi ve ticari hacmi, gerek yetiştirme teknikleri ve işleme teknolojisindeki değişimler ile gerekse depolaması ve taşıma sistemlerindeki gelişmeler sayesinde yıldan yıla artmaktadır. Ülkemiz kurutmalık üzüm üretim ve ihracatında dünyada söz sahibi en önemli ülkelerden biri iken, bu durum sofralık ve şaraplık üzüm yetiştiriciliği için söz konusu değildir. Türkiye 1000'in üzerinde üzüm çeşidine sahip olmasına karşın, ekonomik anlamda değer taşıyan yaklaşık 45-50 adet yerli çeşit ve 10-15 adet yabancı kökenli sofralık çeşit yetiştiriciliği yaygınlaşmıştır. Üzüm yetiştiriciliğinde verimin düşük olması, yıldan yıla üretimde dalgalanmaların yaşanması ve üzüm ürünlerinin istenilen kalitede üretilememesi önemli sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada Türkiye'de bağcılığın mevcut durumu ile sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretiminin son yıllardaki değişimi araştırılmıştır. Ayrıca Ülkemiz bağcılığının güçlü ve zayıf yönlerinin incelendiği bu derlemede, Türkiye bağcılığı için bazı öneriler sunulmuştur. Çalışma sonucunda Türkiye'nin üzüm üretiminde güçlü bir yere sahip olduğu fakat sahip olduğu potansiyel dikkate alındığında geliştirilmesinin mümkün olduğu, jeopolitik konumuyla birlikte fırsatları değerlendirerek, zayıf yönlerini güçlendirerek üzüm üretiminde ve ihracatında daha önemli yerlerde olabileceği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Gökçay, E. (1989). Brief ampelographic characterization of indigenous grapevine cultivars subjected to clonal selection in Turkey. *Proceedings of the 5th International Symposium on Grape Breeding*, 12-16 September, St. Martin/Pfalz, FR of Germany.

Ağaoğlu, Y.S. (1999). Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık. (Asma Biyolojisi). Kavaklıdere Eğitim Yayınları No:1, (Cilt I), Ankara.

Anonim (2020a). International Nuts&Dried Fruit (Erişim Tarihi: 23.06.2021), https://www.nutfruit.org/consumers.

Anonim (2020b). TC Tarım ve Orman Bakanlığı. https://www.tarimorman.gov.tr (Erişim Tarihi: 25.11.2020).

Anonim (2020c). Bağcılık sektörü ve üzüm üreticilerinin sorunlarının araştırılması, 2018 TBMM Meclis Araştırması Komisyonu Raporu. https://www.tbmm. gov.tr/sirasayi/donem26/yil01/ss559.pdf. (Erişim Tarihi: 25.11.2020).

Arroyo-Garcia, R., Ruiz-Garcia, L., Bolling, L. (2006). Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera L. ssp. sativa*) based on chloroplast DNA polymorphisms. *Mol. Ecol.* 15: 3707–3714.

Arslan, S. (2015). Üzüm, TEPGE Yayın No: 268, Ankara.

Aydın, B., Kiracı, M.A., Aktürk, D., Ozkan, E., Hurma, H. (2017). Üzüm üretiminde iyi tarım uygulamalarının ekonomik analizi: Trakya Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(4): 402-408.

Bahar, E., Korkutal, İ., Kök, D. (2006). Türkiye bağcılığının son yıllardaki gelişiminde görülen başlıca sorunlar ve çözüm önerileri. *Trakya Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(1): 65–69.

Baykul, A., Abacı, S.H., Abacı, N.İ, Söylemezoğlu, G. (2018). Bazı Anadolu İllerinin Bağcılık Açısından Değerlendirilmesi. *Bahçe 47 Özel Sayı 1: Türkiye 9. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu*: 63-69.

Çelik, H., Ağaoğlu, Y. S., Fidan, Y., Marasalı, B.,Söylemezoğlu, G. (1998). Genel Bağcılık. Sun Fidan A.Ş. Meslek Kitapları Serisi: 1, 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., Söylemezoğlu, G., Ergül, A., Çelik, H., Karataş, H., Özdemir, G., Atak, A. (2010). Bağcılığın Geliştirilmesi Yöntemleri ve Üretim Hedefleri. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*. 11-15 Ocak , Ankara, Türkiye.

Çelik, H. (2017). Dünya Sofralık Üzüm Üretimi ve Ticareti, *Fidancılık Sektör Analizi ve İnavasyon Çalıştayı,* 20-22 Ekim, Antalya, Türkiye.

Delice, N.Y. (2003). Türkiye sofralık üzüm iç ve dış pazarlarında Marmara bölgesi çeşitlerinin yeri ve pazarlama sorunları. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 8: 1-14.

Duran, M. (2003). Üzüm etüdü. İGEME Dış Ticaret Araştırma Servisi, Ankara, Türkiye.

FAO, (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), http://www.fao.org/site, (Erişim tarihi: 20.04.2021.

Fidan, Y., Yavaş, İ., Göktürk, N. (1996). Othello üzüm çeşidinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda,* 21(1): 35-39.

Göktaş, A. (2008). "Üzüm Yetiştiriciliği", Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 18, Isparta. http://www.marim.gov.tr/bilgi_ kaynagi/uzumyet.pdf, (E.T. 12.12.2013).

Gözener, B., Kaya, Y., Sayılı, M. (2014). Erzincan ili Üzümlü ilçesinde cimin üzümü üretimi ve pazarlama durumu, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 9: 74-80.

Gülcü, M., Demirci, A. Ş., Güner, K. G. (2008). Siyah Üzüm; Zengin Besin İçeriği ve Sağlık Acısından Önemi. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs, Erzurum, Türkiye.

Kiracı, MA., Hurma, H., Cankurt, M., Özer, C. (2013). Türkiye'de Üzüm Üretiminin Son 50 Yıllık Değişimi ve 2023 Yılı Üretim-İhracat Tahminleri. 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, 23-25 Eylül, Konya, Türkiye.

Köse, B. (2014). Işık ve sıcaklığın bağcılıktaki yeri ve önemi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, *1*(2), 203-212.

Küpe, M. (2012). Küresel iklim değişikliğinin bağcılık üzerindeki etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *43*(2), 191-196.

Sağlam, H., Sağlam Ö. Ç. (2018). Türkiye bağcılığına tarihsel bir bakış; asma genetik kaynaklarının önemi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences* 32.(3) : 601-606.

Semerci, A., Kızıltuğ, T., Çelik, A., Kiracı, M. (2015). Türkiye bağcılığının genel durumu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2).

Tangolar, S., Ergenoğlu, F., Gök, S. (1996). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Bağı Üzüm Çeşit Kataloğu, Yardımcı Ders Kitapları No: 29, Adana.

Taşkaya, B. (2003). Kuru Üzüm, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, http://www.tepge.gov.tr/Dosyalar/Yayinlar/26ebe493cfb840b0bdc18f84e0aeaef5.pdf, (Erişim Tarihi: 12.10.2014).

Tosun, M. (2005). Türkiye Kalkınma Bankası Şarap Sektör Araştırması. Ankara, Türkiye.

TUİK, (2019). Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), https://tuik.gov.tr, (Erişim Tarihi: 23.09.2020).

TUİK, (2020). Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), https://tuik.gov.tr, (Erişim Tarihi: 23.04.2021).

Uysal, H. (2016). Türkiye'de Şaraplık Üzüm Üretimindeki Gelişmeler, *Üzümün Akdeniz'deki Yolculuğu Konferans Bildirileri*, 31 Ocak, İzmir,

Üzümeri, E. (1947). Bağcılık İktisat ve Ticaret Ansiklopedisi, C.2: 184, İstanbul.

Yurtoğlu, N. (2019). Cumhuriyet Dönemi'nde Türkiye'de üzüm yetiştiriciliği ve üzüm politikaları (1923-1960). *Çağdaş Türkiye Tarihi Araştırmaları Dergisi*, 19(39), 715-758.

BÖLÜM 8

ALTERNATİF BİR YEM BİTKİSİ OLARAK KÜÇÜK ÇAYIR DÜĞMESİ (*SANGUISORBA MINOR* SCOP)'NİN YERİ VE ÖNEMİ

Doç. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP[1]

Arş. Gör. Sedat SEVEROĞLU[1]

Dok. Öğr. Abdullah YAZICI[1]

[1]Atatürk Üniversite, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye, 0000-0002-6348-4335, mkgullap@atauni.edu.tr

[1]Atatürk Üniversite, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye, 0000-0002-9164-6557, sedat.severoglu@atauni.edu.tr,

[1]Atatürk Üniversite, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye, 0000-0003-0362-2799, abdullahyazici11@gmail.com

1. GİRİŞ

Tarihin eski eski devirlerinden beri Medeniyetlerin kurulması ve yok olmasında en önemli unsurlarından (Barnes ve ark., 1995) olan meralar gerek ekonomik ve kültürel gerekse sosyal bakımdan insan hayatında çok önemli bir yere sahip olmuştur. Meralarımız hayvansal açıdan önemli yem kaynaklarından (Aydın ve Uzun, 2002) biri olup ihtiyaç duyulan yemin % 30'unu (Gökkuş, 1994), hayvanların yıllık yem tüketimindeki ham proteinin % 68'ini ve nişastanın ise % 62'sini karşılamaktadır (Okatan ve Yüksek, 1997; Babalık ve Sarıkaya, 2015). Ayrıca yine mera vejetasyonlarında buğdaygil ve baklagil familyalarına ait bitkilerin yoğun olarak bulunması da mera kalite derecesini olumlu yönde etkilemektedir.

1940'lı yıllarda ülkemizde 45 milyon ha olan mera alanları yoğun, zamansız ve bilinçsiz otlatmanın yanı sıra iklim değişikliği, küresel ısınma ve kuraklık gibi faktörlerin etkisi ile önemli derece azalmış ve bunun bir sonucu olarak hem mera alanlarında kötü kullanımın göstergesi olan (Holechek ve ark., 2004) çoğalıcı ve istilacı tür oranı hem de su ve toprak erozyonu önemli oranda artmıştır (Gökkuş ve Koç, 1996; Tosun, 1996; Terzioğlu ve Yalvaç, 2004; Altın ve ark., 2011; Yavuz ve ark., 2012).

Günümüzde 14.6 milyon hektara kadar düşen çayır ve mera alanlarımızdan (TÜİK, 2015) maksimum 80 kg/da kuru ot elde ettiğimizi var sayarsak bu alanlardan elde edilen 11.7 milyon ton kuru ot (Ak, 2015) 20.117.790 HB'ne (TÜİK, 2019) karşılık gelen hayvan

varlığı için gerekli 91.782.385 ton kaliteli kaba yem ihtiyacını karşılamamaktadır.

Bitkisel ve hayvansal üretimin önemli göstergelerinden olan (Açıkgöz,2001; Açıkgöz ve ark., 2005) yem bitkileri ekim alanlarının da ülkemizde 21 milyon da (yeşil ot 52 milyon ton) civarında olduğu göz önüne alınırsa bu oranın kaliteli kaba yem açığı kapatması oldukça zor görünmektedir. Bu sebeple yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı ülkemizde gerek çayır mera alanlarımızdan kaliteli ve bol yem sağlanması gerekse yem bitkileri yetiştiriciliği ile ilgili ilerlemelerin kaydedilmesi gerekmektedir.

Özellikle yem bitkileri yetiştiriciliği açısından çayır mera alanlarımız da kaliteli ve yüksek verim verebilecek çeşitlerin belirlenmesi oldukça önemlidir (Genç Lermi ve Palta, 2014). Özellikle çayır düğmesi (*Sangulsorba minor* Scop.) bitkisi yüksek ve dağlık alanlarda iyi bir adaptasyon kabiliyeti sahip olması (Margarapoulos, 1958) nedeniyle ülkemizde kaliteli kaba yem açığının kapatılması hususunda önemli bir kaynak olma özeliğine sahip olabilir.

2. YAYILIMI VE EKOLOJİSİ

Çayır düğmesi normal olarak Akdeniz Havzasında (Sheppard ve Wills, 1985) yayılım göstermesine rağmen en çok Orta ve Güney Avrupa'da yoğunlaşmıştır. Bitkinin alt türleri Türkiyeden Afganistan'a kadar geniş bir yayılım alanı göstermiştir. Çayır düğmesinin (*Sangulsorba minor* Scop.) yayılım alanları kayalıklar üzerindeki kurak otlaklar olup genelikle nötür veya nötüre yakın topraklarda gelişimini

sürdürmektedir. Deniz seviyesinden yaklaşık 1400 m yükseklikte gelişim göstermesine rağmen İran ve Afganistan'da 1800-2000 m yüksekliklerde bu bitkiye rastlanılmıştır (Salmeron, 1966; Nordborg, 1967).

Çayır düğmesi bitkisi Avusturalya'da (Anon, 1951), İran'da (Campbell, 1979) ve Kuzey Afirika'da (Le Houerou, 1979) orta ve yüksek derecede kuraklığa dayanıklılığı ile çok iyi tanınan bitkilerdendir. Bitki ağır kış donlarına ve yüksek yaz sıcaklıklarına karşı oldukça yüksek tolerans göstermektedir (Le Houerou, 1979; Sheppard ve Wills, 1985, 1986; Mülayim ve ark., 2009).

Ülkemiz mera alanlarında da geniş bir yayılım alanı gösteren çayır düğmesi bitkisinin gerek erken ilkbahar dönemlerinde büyümeye başlaması gerekse soğuk ve kuraklığa dayanıklı olması (Açıkgöz, 2001) sebebi ile özellikle Doğu Anadolu Bölgesi gibi kışları soğuk ve yazları kurak geçen bölgelerde kaliteli kaba yem açığının kapatılması açısından alternatif bir olabileceği fikri ortaya çıkmaktadır. Bitki çok lezzetli yapraklarından dolayı bahçelerde yetiştirilir. Bitki yaygın olarak ingilizce 'garden burnet', 'official burnet', 'common burnet', 'sanguisorba', 'little burnet', 'small burnet' ve 'greater burnet' olarak adlandırılır. Ülkemizin bazı illerinde ise örneğin Isparta –Gelendost'ta 'Amelotu' ve Antalya-Elmalı'da 'kelekotu' adıyla bilinen bitkinin silifke yakınlarında bulunan bir türüde 'Kara gündürme' diye isimlendirilmektedir.



Şekil 1. Çayır Düğmesi bitkisinin yayılım alanları

3. MORFOLOJİSİ

Gülgiller (Rosaceae) familyasından olan çayır düğmesi, çift çenekli çok yıllık bir bitki olup çiçek uzunlukları 100-900 mm arasında değişim göstermektedir. Bitki özellikle alt kısımlarında dallanmış uzun, sert ve odunsu bir kazık köke sahiptir. Bitki boyu 20-60 cm arasında değişirken iyi yetişme şartlarında bitki boyu 120 cm'ye kadar çıkabilmektedir (Cronquist ve ark., 1997; Andrabi ve ark., 2012). Bitki gövdesi bol yapraklı ve sapları kırmızımsı renkte olup 40-80 cm boylanır.



Şekil 2. Çayır Düğmesinin genel görümü

Çayır düğmesi 7-15 yaprakçıklı bileşik yapraklara sahip olduğundan dolayı korunga bitkisine benzemekte ve çiçekleri kömeç şeklinde yaprak koltuğundan çıkmaktadır. Çoğu yaprakçık çifti, apikal yaprakçıklarla yaklaşık olarak aynı boyuttadır. Genellikle 500-900 mm boyunda olan çiçekli saplar diktir ve genellikle terminal yapraklıdır. Çiçek salkımının üst çiçekleri dişi, orta ve alt çiçekler ise hermafrodittir. Erkek organları çok sayıda olup yaklaşık 100 kadar cins ve 2500 kadar tür ihtiva eden gülgiller 6 alt familyaya ayrılan karmaşık bir sınıflamaya sahiptir.

Bitkinin tohumu meyve olarak adlandırılır Çayır düğmesinin tohum ağırlıkları oldukça değişkendir ve tohum ağırlıkları tohum başına 1,28 ile 1, 71 gram arasında değişmektedir. Sanguisorba cinsinin üyeleri için

temel kromozom sayısı 7 dir ve sadece tetraploidler (2n=4x=28) ve octoploidler (2n=8x=56) oluşurlar (Salmeron, 1966).

Bitkide taç yaprakları mevcut olmayıp, 4-5 mm uzunluğunda yeşilimsi veya beyazdan kırmızıya veya mora dönüşen dört adet çanak yaprağa sahiptir. Tohumlar genellikle Ağustos ayının ortasından sonuna doğru hasat edilir. Tohum gelişimi alttan kademeli olarak gerçekleşir ve 1000-tane ağırlığı 8-10 gramdır (Kendir, 1999). Tohumlarında sert tohum özelliği ve koyu renklidir. Tohumları %90-95 oranında çimlenir (Tan ve Temel, 2012).

Bitkinin öne çıkan cinsleri aşağıda verilmiştir.

P. sanguisorba (S- minör)-Küçük çayır düğmesi

P. polgamum (P. muricata)-Hayvan yemi çayır düğmesi

Sanguisorba officinalis-Büyük çayır düğmesi (Tıbbi çayır düğmesi)

Çayır düğmesi bir takım kaynaklarda *P. muricata* türü *Sanguisorba minor ss*p. *muricata* olarak adlandırılırken, *P. sanguisorba* ve *P. polygamum sinonim* olarak kullanılmaktadır.

4. TOHUM ÇİMLENMESİ VE ÇIKIŞI

Tohum çimlenmesi çoğu bitki için önemli olaylardan birisi olup en kritik dönem fideleme aşamasıdır (Al-Ahmadi ve Kafi, 2007; Parmoon ve ark., 2015). Bu aşamada fizyolojik gelişim açısından sıcaklık, ışık ve nem gibi çevresel faktörler ile genetik faktörtörler ön plana çıkmaktadır.

Özellikle sıcaklık bitkideki tohum dormansisi ve çimlenme bakımından oldukça önemlidir. Bitkisel üretimde başarı büyük ölçüde çimlenen tohum miktarı ve yüzdesine bağlı olarak değişim gösterir (Eberle ve ark., 2014).



Şekil 3. Çayır Düğmesinin tohumu

Çimlenmenin başlaması için mutlaka minumum bir çimlenme sıcaklığına ihtiyaç olup çimlenme oranınındaki artış sıcaklık

derecesindeki artışa göre değişiklik göstermektedir. Çimlenme, maksimum çimlenme sıcaklığına ulaşıldığı zaman durma eğilimi gösterecektir. Minimum, optimum ve maximum aralıkları içeren kardinal sıcaklık (Naaghd ve ark., 2002) coğrafi olarak dağılımının kısıtlanması ve tarımsal ürünlerin büyümü ve gelişmelerini önemli derecede etkilemektedir (Mahmodi ve ark., 2007). Çimlenmenin sıcaklığa tepkisi hasat sonrası zamana, tohum kalitesine, bitki çeşitliliğine ve yetiştiği bölgeye bağlı olarak değişim göstermektedir (Rezaei, 2002).

Yapılan birçok çalışmada çimlenme hızı ile sıcaklık arasında doğrusal bir ilişki olduğu ve sıcaklık ifade edilmiştir (Zafaranieh, 2014; Azimi,et al., 2016). Çayır düğmesinin çimlenmesi üzerine sıcaklık faktörünün etkisi ile ilgili şimdiye kadar pek fazla çalışma mevcut olmayıp yapılan bir çalışmada 5^0C ile 25 ^{0}C arasındaki sıcaklık artışlarının çimlenme oranı doğrusal yönde artırdığı ifade edilmiştir (Azami ve ark., 2016). Yine *Poterium sanguisorba* ile yapılan çalışmalarda minumum ve maksimum çimlenme oranlarının sırası ile 45^0C %0, 15 ^{0}C %98 olarak tespit edilmiştir (Ghaderi ve ark., 2008., Sincik ve ark., 2004).

5. TARIMSAL AÇIDAN ÖNEMİ

Çayır düğmesi ülkemizin hemen hemen her bölgesinde mevcut olup erken ilkbahardan kış aylarının başlangıca kadar uzun süre yeşilliğini korumaktadır. Bitkinin bu özelliği özellikle kış mevsiminde kaliteli kaba yem sıkıntısı çeken bölgelerde hayvancılık açısından önemli bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Hasat döneminden sonra hızlı bir

gelişme özelliğine sahip olan bitki kışa ve kurağa dayanıklılığı ile özellikle kurak bölgeler için önemli bir yem bitkisi olarak tavsiye edilebilir (Açikgöz, 2001).

Çayır düğmesi kök boğazından çok fazla dallanma gösterdiği için toprak ve su erozyonunun meydana getireceği olumsuz etkilere karşı oldukça dayanıklıdır (Valassis, 1957; Douglas ve Foote, 1990). Küçükbaş ve büyükbaş hayvanlar tarafından oldukça fazla tercih edilen bitki ham protein içeriği bakımından yonca ve korunga bitkilerine benzemektedir. Bitkinin liflilik oranı düşük olduğu için sindirlme oranı %60-65 civarında değişmektedir (Meissner ve Paulsmeier, 1995).

Ham protein oranı %5 ile %18 arasında değişen bitkinin yaprak oranı %50-55'tir (Kendir, 1999). Şişme yapmayan bitkiden (Sevimay, 1997) kıraç koşullarda 250-300 kg/da, suluda 700-1500 kg/da kuru ot verimi alınabilmektedir (Owoahene, 1991). Yılda ortalama 5-11 defa biçilen bitkinin (Tansı ve Anlarsal, 1991) verimi uygun sulama ve gübreleme ile 3.5 ton/da çıkabilmektedir.

6. ÇEŞİTLİ KULLANIM ALANLARI

Küçük çayır düğmesi (*Poterium sanguisorba* Scob) bitkisinin tarımsal açıdan kaliteli kaba yem kaynağı olarak kullanımı yanında yine birçok alanda da geniş bir kullanıma sahiptir. Bitkinin hafif acımsı taze yaprakları salatalara, garnitürlere, çorbalara, çeşitli yemeklere hatta içkilere bile katılabilmektedir. Beyaz peynirin oluşum aşamasında da kullanılan çayır düğmesi yağ ve sirke içine de konulabilmektedir. Kökleri tanence zengi olduğundan dolayı ishal giderici, iştah açıcı,

sindirim kolaylaştırıcı, kan dindirici, yara iyileştirici, etkileri vardır. Bunun yanı sıra kaşınmaya, basura ve menopoz rahatsızlıklarına karşı da tedavi özelliğine sahip bir bitkidir.

7. KÜLTÜRÜ, İDARESİ VE TOHUM ÜRETİMİ

Yıllık ortalama 300-350 mm yağış alan yerlerde gelişim gösteren Çayır düğmesi bitkisi drenaj problemi olmayan, pH'sı 8 üzerinden olan ve kireçce zengin her türlü toprakta yetişme özelliğine sahiptir. Bitki tohumunun çimlenmesi ve sürmesi için gerekli sıcaklık isteği 15 ^{0}C üzerinde olup yazlık ekimlerde olabildiğince erken, kışı soğuk geçen yerler mart-nisan ve ılıman bölgelerde ise ekim-kasım aylarında ekimi uygun görülmektedir.

Kömeçlerdeki olgunlaşmalar üniform olmadıkları için hasat zamanı iyi ayarlanmalı aksi durumda tohum dökülmesi meydana gelmektedir (Tan ve Temel, 2012). Meyve olarak ekilen Çayır düğmesi kurak şartlarda 50-80 cm, yağışlı bölgelerde 30 cm sıra aralığında ekilebilmektedir. Ekim derinliği yaklaşık 3-4 cm olan çayır düğmesi bitkisinin dekara 3-4 kg olacak şekilde tahıl mibzeri yardımı ile ekimi kolayca yapılmaktadır. Bitkinin çıkışı oldukça yavaş olduğundan yabancı otlara karşı mutlak suretle mücadelinin yapılması gerekmektedir.

Bitkide hasat zamanı ilk çiçeklerin olgunlaşmasına göre belirlenmelidir (Mülayim ve ark., 2009). Biçim yüksekliğinin 7-8 cm olacak şekilde yapılması çayır düğmesinin yeniden büyümesini oldukça hızlandıracaktır (Douglas ve Foote, 1993).

Azotlu gübrelemeye karşı olumlu etki gösteren Poterium bitkisinde dekara 8/da N azot uygulaması ot veriminde artış sağlayacaktır (İpek ve Sevimay, 2002). Depolama işlemi tohum hasatı gerçekleştikten sonra nem oranı %12-15 düşünce yapılmalıdır. Küçük çayır düğmesinden kıraç şartlarda 20-25 kg/da tohum verimi alınırken bu oran sulu şartlarda %50-70 çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

Açıkgöz, E. (2001). Yembitkileri. 3. Baskı, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın, Bursa.

Açıkgöz, E., Hatipoğlu, R., Altınok, S., Sancak, C., Tan, A., Uraz, D. (2005). Yem bitkileri üretimi ve sorunları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*. 3-7 Ocak 2005, Ankara

Al-Ahmadi, M. J., Kafi, M. (2007). Cardinal temperatures for germination of Kochia scoparia (L.). *Jour. Arid Environment* 68: 308-314.

Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. (2011). Çayır Mera Yönetimi. I. Cilt (Genel İlkeler), T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara

Andrabi, S.M., Rehman, W., Reshi, Z.A., Naqshi, A.R., Ganie, A.H. (2012). *Sanguisorba minor* Scop. (Rosaceae), a new addition to the Indian flora. *Taiwania* 57(4): 410-412.

Anonymous (1951). Australia C.S.I.R.O. Third Annual Report, 167.

Aydın, İ., Uzun, F. (2002). Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Samsun.

Azimi, R.A., Heshmati, G.A., Kianian, M.K C., Jafari, S. H. (2016). Investigating the Germination Characteristics of Poterium sanguisorba Seeds under the Influence of Thermal Treatments for Pasture Establishment. *Journal of Rangeland Science* 6(1):54-62.

Babalık, A.A., Sarıkaya, H. (2015). Isparta ili Zengi Merasında ot verimi ve botanik kompozisyonun tespiti üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Forestry* 16(2): 96-101.

Barnes, R.F., Miller, D.A., Nelson, C.J. (1995). Forages Volume 1: An introduction to grassland agriculture fifth edition. Iowa State University Press, Iowa, USA.

Campbell, M. H. (1979). Aerialseeding inIran. *Agricultural gazette of New South Wales* 90: 6-8.

Cronquist, A., Holmgren, N., Holmgren, P. (1997). Intermountain flora, vascular plants of the ıntermountain West, U.S.A. Volume 3 part A Subclass Rosidae (except Fabales). The New York Botanical Garden.

Douglas, G. B., Foote, A. G. (1993). Growth of sheep's burnet and two dryland legumes under periodic mob-stocking with sheep. *New Zealand Journal ofAgricultural Research* 36: 393-397.

Eberle, C. A., Forcella, F., Gesch, R., Peterson, D., Eklund, J. (2014). Seed germination of calendula response to temperature. Jour. *Industrial Crops and Products* 52: 199- 204.

Genç Lermi A., Palta, Ş. (2014). The effects of different sowing dates of feedleneck (Phacelia tanacetifolia) during the autumn and spring sowing periods on the forage yield and quality, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 16 (23-24): 11-18.

Ghaderi, A., Soltani, A., Sadeghipour, H. R. (2008). Temperature effects and water potential on germination of Cucurbita pepo, Nigella sativa and Borago officinalis. *Jour. Agriculture Natural Resources* 15(5): 39- 50.

Gökkuş, A. (1994). Türkiye'nin Kaba Yem Üretiminde Çayır-Mera ve Yem Bitkilerinin Yeri ve Önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 25: 250-261.

Gökkuş, A., Koç, A. (1996). Sürülen meralarda bitki örtüsü toprak ilişkisi. *Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu, Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı Bildiri Kitabı*. 13-15 Mayıs, s:336-344 s, Mersin.

Holechek, J.L., Pieper, R.D., Herbel, C.H. (2004). Range management: Principles and practicies. Prentice Hall, New Jersey.

Houerou Le, H.N. (1979). Resources and potential of the native flora for fodder and sown pasture production in the arid and semi-arid zones of North Africa. In: Goodin, J.R. and D.K. Northington (eds.) Arid Lands and Plant Resources, Proceedings of the International Arid Lands Conference on Palnt Resources, Texas. Pp.348-401.

İpek, A., Sevimay, C. S . (2002). Çayır Düğmesi (*Sanguisorba minor* Scop.)'nde azotlu gübrelemenin yem verimine ve verim özelliklerine etkisi. *Tarım Bılımleri Dergısi* 8 (4): 274-279.

Kendir, H. (1999). Variation in some morphological and agronomic characters of lesser burnet (*Sanguisorba minor* Scop.). *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi* 5 (1): 84- 88.

Mahmodi, E.R., Soltani, A. , Barani, H. (2007). Medicago scutellata L. Response to temperature. *Jour. Agric Plants Electronic* 1: 54-63.

Margaropoulos, P. (1958). Use of mountain land for pasture Greece. Herb. Abst. Vol.29.

Meissner, H. H., Paulsmeier, D. V. (1995). Plant compositional constituent affecting between plant and animal species prediction of forage intake. *Journal of Animal Science* 73: 2447-2457.

Mülayim, M., Acar, R., Demirbağ, N.Ş. (2009). Çayır düğmesi (*Sanguisorba minör* Scop.) buğdaygil ve diğer familyalardan yembitkileri. T.C Tarım ve KöyişleriBakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, İzmir.

Naaghd Abadi, H., Dastpak, A., Ziai, S.A. (2002). Review for plantago and psyllium. *Jour. Medicinal Plants Quarterly* 9: 1-13.

Nordborg, G. (1967) The genus Sanguisorba section Poterium: experimental studies and taxonomy. *Lund Opera Bot* 16: 1-153.

Okatan, A., Yüksek, T. (1997). Aşırı Otlatılan Mera Parsellerinde Adi Korunga (Onobrychis viciifolia Scop.)'nın Yetiştirilmesi ve Verim Potansiyeli Üzerine Araştırmalar. *Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kon*gresi. 22-25 Eylül, Samsun, 492-498, Samsun, Türkiye.

Owoahene, A.B. (1991). *The nutritive value of sainfoin (Onobrychis vicilifolia) sheeps' burnet (Sanguisorba minor) and lucerne (Medicago sativa)* (PhD Thesis) Pretoria, South Africa University of Pretoria.

Parmoon, Gh., Moosavi, S. A., Akbari, H., Ebadi, A. (2015). Quantifying cardinal temperatures and thermal time required for germination of Silybum marianum seed. *The Crop Jour* 3: 145- 151.

Rezaei, M. A. (2002). Study of germination characteristics, base temperature (Tb) and genotypic evolution of Melilotus alba, collected from three area of Iran. *Jour. Agricultural sciences* 12(1): 191-189.

Salmeron, J.G. (1966). Studies of the botany, ecology, biology and pasciology of the principal existing species in the spontaneous pasture grounds of the mountainlands of our semi-arid regions. Poterium. Final report of project No. E25/FS/l. Institute Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid.

Sevimay, C.S. (1997). Çayır düğmesi (*Sanguisorba minor* Scop.) bitkisinin yem bitkileri tarımındaki önemi. *Karınca Kooperatif Postası* 726: 18-20.

Sheppard, S., Wills, B. J. (1985). Sheep's burnet-a forage herb for soil conservation in New Zealand. *New Zealand Agricultural Science* 19: 115-118.

Sheppard, S., Wills, B. J. (1986). Management and uses of Sanguisorba minor (sheep's burnet in: Plant materials handbook for soil conservation, vol. 2, Introduced plants, Technical note no. H12, van Kraayenoord, C. W. S.; Hathaway, R. L. ed. NWASCO.

Sincik, M., Bilgili, U., Uzun, A., Acikgoz, E. (2004). Effect of low temperature on the germination of different field pea genotypes. *Journao of Seed Science and Technology* 32(2): 331-339.

Tan, M., Temel, S. (2012). Alternatif yem bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.

Tansı V., Anlarsal A. E. (1991). Guneydogu Anadolu (GAP) bolgesinde küçük çayır düğmesi (*Poterium sanguisorba* L.) bitkisinde en uygun biçim aralığının saptanması üzerinde bir araştırma. *Türkiye 2.Çayır Mera ve YemBitkileri Kongresi*, 28-31 Mayıs 285-291, İzmir.

Terzioğlu, Ö., Yalvaç, N. (2004). Van yöresi doğal meralarında otlatmaya başlama zamanı, kuru ot verimi ve botanik kompozisyonun belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 14(1): 23- 26.

Tosun, F. (1996). Türkiye'de kaba yem üretiminde çayırmera ve yembitkileri yetiştiriciliğinin dünü, bugünü ve yarını. *Türkiye III. Çayır- Mera ve Yembitkileri Kon*gresi. 17-19 Haziran, 1-4 s, Erzurum.

TÜİK, (2015). Bitkisel Üretim İstatistikleri. https:// biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp /bitkisel.zul(22.009.2021).

TUİK, (2019). Bitkisel ve Hayvansal Üretim İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 27 Şubat 2020)

Valassis, V. (1957). The performance of several improved forage species on Laughlin-like soils in Western Oregon. *J. Range Management* 10(2):94-98.

Yavuz, T., Sürmen, M., Töngel, M.Ö., Avağ, A., Özaydın, A.K., Yıldız, H. (2012). Amasya mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*,5(1): 181-185.

Zafaranieh, M. (2014). Evaluation of Base, Optimum and Ceiling Temperature for (Amaranthus retroflexus) with Application of Five-Parameters-Beta Model. *International Jour. Basic Sciences & Applied Research* 3:11-16.

BÖLÜM 9

SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR TARIM İÇİN ORGANİK GÜBRELER VE ÖNEMİ

Arş. Gör. Sedat SEVEROĞLU[1]

Doç. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP[2]

Yük. Zir. Müh. Halit AKTAŞ[3]

[1] Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye, 0000-0002-6348-4335, mkgullap@atauni.edu.tr

[2] Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye, 0000-0002-9164-6557, sedat.severoglu@atauni.edu.tr

[3] Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye, 0000-0001-6581-5022, halit612561@gmail.com

1. GİRİŞ

Canlıların temel yaşam kaynağı olan toprak, canlıları üzerinde barındıran, onların gıda ve temel yaşam gereksinimlerini karşılayan en önemli kaynaktır. İyi bir tarım toprağı hacimsel olarak %25 hava, %25 su, %45 inorganik maddeler ve %5 organik maddeden oluşmaktadır. Özellikle organik madde toprak verimliliği ve sürdürülebilir tarım açısından büyük bir öneme sahiptir. Hacimsel olarak iyi toprakta sadece %5 civarında olan organik madde toprak sağlığı ve toprak kalitesini artıran en önemli materyaldir. Ayrıca toprakta bulunan mikroorganizmaların besin ve enerji kaynağı olan organik madde, mikroorganizmaların aktivitelerini ve besin elementlerinin alımı ile elverişliliğini de arttırmaktadır. Ancak ülkemiz topraklarının yaklaşık %75'i organik madde, azot ve elverişli fosfor içeriği açısından çok az veya az ve %1,3'ü ise bitkiler tarafından kullanılabilir potasyum içeriği açısından yetersiz sınıfta yer almaktadır (Yetgin, 2010).

Toprak organik maddesinin azalma nedenleri arasında erozyon, yoğun toprak işleme, monokültür tarım, bilinçsiz bir şekilde kullanılan kimyasal gübreler ve pestisitler yer almaktadır. Özellikle son yıllarda artan kimyasal gübre kullanımı neticesinde toprak strüktürünün bozulduğu, topraklarımızda tuzluluk probleminin oluştuğu, toprak ve su kaynaklarımızın ciddi bir şekilde kirlendiği görülmektedir (Taban ve Turan, 2012). Tarımsal üretimde kısa vadede sağlamış olduğu ciddi derecedeki ürün artışından dolayı tüm dünyada ikinci dünya savaşından sonra kimyasal gübre kullanımı yaygınlaşmıştır (Schuman and Simpson, 1997). Fakat 1970'lerden sonra geleneksel tarım

uygulamalarının çevre üzerinde olumsuz etkilerinin olması, yer altı ve yer üstü su kaynaklarında kimyasal gübre kalıntılarının biriktiğinin belirlenmesi, bu yöntemlerin tartışılmasına neden olmuştur (Chernyak ve ark., 1996). Nitekim 1980'li yıllardan sonra endüstriyel tarım tarafından teşvik edildiği bilinen kimyasal gübrelerin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini bozduğu, toprak verimliliğini düşürdüğü tespit edilmiştir (Fushiwaki ve ark., 1990; Chen ve ark., 2001). Gereğinden fazla ve uzun süreli devam eden gübreleme sonucunda ağır metal birikimi, sularda ötrofikasyon ve nitrat birikimi, besin maddesi düzensizliği, ozon tabakasının incelmesi ve sera etkisi gibi çevresel sorunlar oluşturmaktadır (Sönmez ve ark., 2008).

Özelikle azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübreler toprak organik maddesinin ve bitkisel üretimin arttırılması için kullanılan gübrelerin büyük bir kısmını oluşturmaktadırlar. Tarımsal üretimde azotlu gübreler yüksek dozlarda kullanıldığı zaman bitki, toprak, iklim faktörleriyle birlikte içme, yer altı ve yüzey sularında aşırı miktarda nitrit ile nitrat birikimine neden olmakta (İbrikçi ve ark., 2000) ve azot oksit ve amonyak gibi gazların havada artarak sera etkisi oluşturmasına ve atmosfere salınan diazot monoksit gibi gazların ise ozon tabakasının delinmesini teşvik etmesine neden olmaktadır (Taşkaya, 2004).

Yine yüksek dozlarda fosforlu gübrenin kullanılması sonucu yüzey akışı ile taşınan fosfor, nitratla birlikte ötrofikasyon sorunu oluşturmakta ve denizlere taşınarak yerleşimin yoğun olduğu bölgelerde ciddi bir kirlilik problemine sebep olmaktadır (Korkmaz ve ark., 2010). Bunun yanı sıra aşırı kullanılan fosforlu gübreler bazı ağır

metallerin (Cd, Cr, Cu, Ni ve Pb) bitki bünyesi ile toprağa geçmesine neden olmaktadır (Camelo ve ark., 1997; Richards ve ark., 1998). Fosforun bu olumsuz etkilerinin sorumlusu olarak, deterjanlar yüzünden kimya endüstrisi ve gübrelemeden dolayı da tarım sektörü gösterilmektedir (Derici, 1996). Toprağa yüksek dozlarda verilen azotlu ve fosforlu gübrelerin de bitkinin ihtiyacından fazla potasyumu bünyesine almasına sebep olmaktadır. Sonuç olarak potasyum açısından lüks bir tüketim oluşmakta ve bu denge bozukluğu bitkiye geçerek verimin azalmasına neden olmaktadır.

Yukarda bahsi geçen tüm bu nedenlerden dolayı son yıllarda Dünya'da ve Türkiye'de tarımsal üretimde kullanılan kimyasalları azaltmaya yönelik çalışmalar önem kazanmıştır. Hatta birçok hükümet ulusal ve uluslararası anlaşmalar yaparak doğal kaynakların korunması için çeşitli fonlar oluşturmuşlar ve bu sorunun çözümü için bilim insanlarını teşvik etmişlerdir. (Akgün, 2011). Bunun bir sonucu olarak da ülkemizde ve hatta dünyada bazı kimyasal gübreler yasaklanmış ve organik üretim için çiftçilerin teşvik edilmesi kararlaştırılmıştır. Böylece hem tarımsal ve ekolojik kaynaklar ile doğal kaynakları, insan sağlığını, hayvan sağlığını ve refahını koruyan hem de organik tarım uygulamaları ile bitkisel üretimde verimi ve kaliteyi artırmayı hedefleyen uygun teknoloji ve yöntemlerin geliştirilmesi hedef alınmıştır. Öngörülen tüm bu hedeflere ulaşılmasında mutlak suretle organik gübrelerin kullanılması son derece önemli olmuştur (Channabasana ve ark., 2008).

2. ORGANİK GÜBRELER

Organik gübreler, bitki besin elementlerini organik bileşikler şeklinde bünyelerinde bulunduran, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzelterek bitki besin maddelerinin alımını kolaylaştıran, bitkilerin kendilerinden ya da artıklarından oluşturulan mamuller ile yan mamullerin işlenmesi ile elde edilen ürünler olarak tanımlanmaktadır. Azot, fosfor, potasyum ve diğer besin elementlerini içeren organik gübreler, toprakta bulunan mikroorganizma faaliyetlerini hızlandırarak, toprağın strüktürünün iyileştirilmesi, havalanması, su tutma kapasitesinin artırılması ve toprak fosforunun yarayışlılığının arttırılması açısından da büyük önem taşımaktadır (Güneş ve ark., 2002).

Tablo 1. Organik gübreler

No	Tip İsmi	Organik ürünün elde ediliş şekli ve ana bileşenlerine ait bilgiler	Ürünün hammadde muhtevası, miktarı ve diğer kriterler
1	Katı Organik Gübre	Bitkisel ve/veya hayvansal kaynaklı materyallerin (dışkı esaslılar hariç) fiziksel ve/veya kimyasal işleme tabi tutulması sonucu elde edilen ürünler.	-Organik madde en az: %40 -Maksimum nem: %20 -10 mm' lik elekten ürünün % 90'ı geçecektir. -Bitkisel ürünlerde Hidroksiprolin maksimum: %0,5
2	Sıvı Organik Gübre	Bitkisel ve/veya hayvansal kaynaklı (dışkı esaslılar hariç) materyallerin fiziksel ve/veya kimyasal işleme tabi tutulması sonucu elde edilen çözelti ya da süspansiyon haldeki ürün.	-Organik madde en az : % 15 -Bitkisel Ürünlerde Hidroksiprolin maksimum %0,5
3	Katı Çiftlik Gübresi	Döşemelerdeki altlıklı veya altlıksız hayvan dışkılarının kompostlaştırılması (olgunlaştırılması, azaltılması, neminin uzaklaştırılması) sonucu elde edilen ürün.	-Organik madde en az: % 30 -Toplam azot en az: % 1 -Maksimum nem: % 20 -C/N: 7-25
4	Sıvı Çiftlik Gübresi	Katı çiftlik gübresinin suda çözündürülmesiyle veya doğal olarak elde edilen sıvı haldeki ürün.	-Organik madde en az: % 5 -Toplam azot en az: % 1
5	- Kanatlı Katı Hayvan Gübresi - Yarasa Gübresi	Kümes hayvanlarının altlıklı veya altlıksız dışkılarının aerobik kompostlaştırılması ve neminin uzaklaştırılması sonucu elde edilen ürünler veya diğer kanatlı hayvan dışkılarının doğal ortamlarında olgunlaşması veya aerobik kompostlaştırılması ve neminin uzaklaştırılması sonucu elde edilen ürünler.	-Organik madde en az: % 30 -Maksimum nem: %20 - $CaCO_3$ (kireç)(yarasa gübresi hariç); -EC (dS/m) (yarasa gübreleri hariç)
6	- Kanatlı Sıvı Hayvan Gübresi - Yarasa Gübresi	Kanatlı katı hayvan gübresinin suda çözündürülmesiyle elde edilen sıvı haldeki ürün. Öğütülmüş yarasa gübresinin suda çözündürülmesi halindeki ürün	-Organik madde en az: % 15

*Kaynak: Anonim (2014)

2.1. AHIR (ÇİFTLİK) GÜBRESİ

Çiftlik hayvanlarının katı ve sıvı dışkıları ile yataklık materyali olarak tanımlanan ahır gübresi, bitkiler için gerekli besin maddelerini sağlamasının yanı sıra topraktaki mikrobiyolojik aktivite ile organik madde miktarını arttırmakta ve toprakların fiziksel özelliklerine de olumlu etkide bulunmaktadır. Ahır gübresi toprağın kolay tava gelmesi ile toprak işlemeyi kolaylaştırmakta, toprak mikroorganizmalarının sayısı ile etkinliklerini artırmakta, tuzluluk ile pH'ın düzenlenmesine katkı sağlamakta, toprağın sıkışmasını engellemekte ve toprağın daha verimli hale gelmesini sağlamaktadır. Ayrıca ahır gübresinin parçalanması sonucunda ortaya çıkan karbondioksit (CO_2) ve organik asitler, besin maddelerini bitkiler için yarayışlı hale getirmektedirler. Ahır gübresinin bitkilere yarayışlı olabilmesi için olgunlaşmış ve yanmış olması oldukça önemlidir. Çünkü toprağa verilen taze ahır gübresinin C/N oranının yüksek olmasından dolayı bitkiler bu gübreden faydalanamamakta ve azot noksanlığına maruz kalmaktadırlar. Bu sebeple ahırdan çıkarılan gübreyi direk olarak tarlaya taşımak ve toprağa karıştırmak uygun değildir. Bu gübrenin hava şartlarından etkilenmemesi için yığın yapılarak sert bir zeminde muhafaza edilmesi gerekmektedir. Toprağa verilecek olan ahır gübresinin verilme zamanı, verilme biçimi ve miktarını belirleyen faktörlerin başında toprak özellikleri gelmektedir. Bunun yanı sıra iklim, bitkinin çeşidi, gübrenin miktarı ve çeşidi de belirleyici faktörler arasında yer almaktadır. Çiftlik gübresinin ilkbahar ve sonbaharda toprağa verilmesi en uygun zaman dilimi olarak bilinmektedir. Ağır bünyeli topraklarda sonbaharda, hafif

bünyeli topraklarda ise ilkbaharda verilmesi uygun olmaktadır. Gübrenin toprağa verilmesi sırasında yağış faktörü dikkate alınmalı ve yağışlar nedeniyle gübrenin kaybedeceği besin maddesi miktarının minimuma indirilmesi gerekmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan birisi de ahır gübresi tarlaya taşındıktan sonra ivedilikle serilmeli ve toprakla karıştırılmalıdır (1 da toprağa 1 ton ahır gübresi). Çünkü toprak ile karıştırılmayan ahır gübresindeki azot, amonyak formunda kaybolmaktadır.

Toprağa verilecek ahır gübresinin miktarı, toprağın tekstürü, organik maddesi, yağış miktarı ve bitkinin gübre ihtiyacına göre değişmekle birlikte, dekara yılda 1-1,5 ton ahır gübresinin verilmesinin ekonomik olduğu, dekara 2-3 ton ahır gübresinin ise uygun düzey olduğu düşünülmektedir (Brady, 1991). Toprağa verilecek 1 ton ahır gübresinin toprağa kazandıracağı azot (N) miktarı 2-2,5 kg, fosfor (P_2O_5) miktarı 0,5 kg ve potasyum (K_2O) miktarı 2-2,5 kg olarak hesaplanmaktadır.

Tablo 2. Farklı çiftlik hayvan gübrelerinin makroelement analiz sonuçları

Hayvan cinsi	Dışkı/idrar Oranı (%)	H_2O (%)	KM Oranı (%)	N (kg/t)	P (kg/t)	K (kg/t)
Süt Sığırı	80/20	85	15	4,5	1,2	3,4
Besi Sığırı	80/20	85	15	5,4	2,1	3,2
Koyun	67/33	66	34	10,4	3,2	9,8
Kümes Hayvanları	100/0	62	38	13,6	6,5	3,2
At	80/20	66	34	2,0	2,0	6,0
Domuz	60/40	85	15	5,8	3,2	4,9

*Kaynak: Brady (1991)

Hayvanın cinsi, yaşı ve beslenme durumu ile ahırın yapısı ve yataklık malzemesinin cinsi ahır gübrelerinin bileşimini etkileyen en önemli faktörlerdir. Hayvan cinsine göre gübre içeriği değişmekte ve besin maddeleri içeriği açısından kümes hayvanları gübrelerinin en zengin, sığır gübrelerinin ise en fakir olduğu görülmektedir. Koyun ve at gübrelerinin içeriğinin bu gübrelerin arasında yer aldığı ve koyun ile kümes hayvanları gübrelerinin besin maddesi kapsamının sığır ile at gübrelerinin besin maddesi kapsamına oranla daha yüksek olduğu belirtilmektedir. (Tablo 2). Hayvan barınaklarının zemininin betondan veya topraktan oluşması gübrelerin besin içeriğinin muhafazası açısından önemli olmaktadır. Yataklık malzeme olarak kullanılan materyaller aynı şekilde ahır gübresinin organik madde miktarını artırmakta, taşınmasını ve toplanmasını kolaylaştırmakta ve hayvanlar için kuru, sıcak bir ortam oluşturmaktadır.

Tablo 3. Bazı hayvanlara ait gübrelerin kimyasal yapıları

Hayvan cinsi	H_2O (%)	KM (%)	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	CaO
Sığır	83,2	16,2	0,29	0,17	0,10	0,34
Koyun	65,5	34,8	0,55	0,31	0,15	0,46
At	75,7	24,3	0,44	0,35	0,35	0,15
Güvercin, Tavuk	62,0	38,0	1,70	1,60	0,90	2,00
Kaz, Ördek	75,0	25,0	0,80	1,00	0,80	1,30

*Kaynak: Sezen (1984)

Bazı hayvansal gübrelerin besin maddesi içerikleri incelendiği zaman azot, fosfor ve potasyum bakımından en zengin olan çiftlik gübrelerinin tavuk ve güvercin gübrelerinin olduğu görülmektedir. Su içeriğinin en yüksek sığır gübresinde, en düşük tavuk ve güvercin gübresinde, kuru

madde oranının ise güvercin ve tavuk gübresinde en yüksek, sığır gübresinde en düşük olduğu belirtilmektedir (Tablo 3).

Tablo 4. Çiftlik hayvanlarından elde edilen gübrelerin genel özellikleri

Hayvan Cinsi	Nem Oranı	Ayrışma Türü	Diğer Özellikleri
Sığır Gübresi	Katı: %83,3 İdrar: %93,8	Soğuk gübre olup anaerobik ayrışmaya uygundur.	Hazımlı ve sulu bir gübredir. Toprakta uzun süre etkinliğini devam ettirir (3-4 yıl). Ayrışma süresi daha uzundur.
At Gübresi	Katı: %75,7 İdrar: %90,1	Sıcak gübre olup aaerobik ayrışmaya uygundur.	Azot, fosfor ve potasyum sığırdan daha yüksek etkinlik süresi daha kısadır. etkinlik süresini azaltmak için değişik türden yataklık ve su ilave edilir. Ayrışma süresi kısadır.
Koyun Gübresi	Katı: %65,5 İdrar: %87,2	Sıcak gübre olup aaerobik ayrışmaya uygundur.	Azot, potasyum ve fosfor en yüksektir. Etkinlik süresi kısadır.Sulandırılması bu süreyi artırabilir.

2.2. TAVUK GÜBRESİ

Bitkiler için önemli bir azot kaynağı olan tavuk gübresi, bitki besin elementleri bakımından zengin ve iyi bir toprak düzenleyici olmasının yanı sıra hayvan beslemede yem katkı maddesi olarak da kullanılabilmektedir (İnal ve ark., 1996). Ülkemizde yaklaşık 349 milyon kümes hayvanının (TUİK, 2020) bulunduğu ve yılda her tavuğun ortalama 60-70 kg dışkı ürettiği düşünüldüğü zaman yılda 21 milyon ton tavuk dışkısının organik gübre olarak kullanımı göz önüne alındığında bu hiç küçümseyecek önemli bir kaynak olarak büyük önem arz etmektedir. Tavuk gübresi bitkiler için gerekli olan besin

elementlerini ihtiva etmekte ve 1 ton tavuk gübresinin azot, fosfor ve potasyum içeriğinin sırasıyla 39,6 kg, 48,09 kg, 21,69 kg olduğu bilinmektedir. Tavuk gübresi, yumurta tavukçuluğu ve etlik piliç yetiştiriciliği olmak üzere iki farklı yöntemle elde edilmektedir. Eğer yumurta tavukçuluğu ile elde ediliyorsa tavuk gübresinin tamamı dışkıdan, etlik piliçlerle elde ediliyorsa dışkı ile altlık malzemesinin karışımından oluşmaktadır. Bu bağlamda tavuk gübresinin miktarı ve bileşimi tavukların yetiştirilme şekillerine, kullanılan yeme, yataklık malzemesinin özelliğine ve miktarına bağlı olmaktadır (Alarslan, 1994; Zabunoğlu ve Karaçal, 1986).

Tablo 5. Değişik sistemlerde yetiştirilen tavuklardan elde edilen dışkının özellikleri

Özellikler	Yumurta Tavuğu[1]	Etlik Piliç[2]	Etlik Piliç (taze)	Kafesli Sistem[3]
pH	6,57	6,81	6,42	7,57
EC (dS/m)	7,70	9,00	8,00	9,50
Nem (%)	9,52	10,32	9,38	8,20
KM(%)	90,48	89,68	90,62	91,80
Kül (%)	28,83	25,67	20,33	59,67
OM (%)	41,90	44,66	34,44	29,66
OK (%)	24,36	25,97	20,02	17,24
C/N Oranı	6,80	5,27	4,31	7,91

*Kaynak: İnal ve ark. (1996)
1. 15 günlük, 2. 1 aylık, 3. 2 yıllık

2.3. SOLUCAN GÜBRESİ

ABD ve birçok Avrupa ülkesinde 40 yılı aşkın bir süredir üretilmekte olan solucan gübresi, toprak düzenleyici ve bitki besin elementi kaynağı olarak kullanılmaktadır. Toprak solucanlarının bitkisel artıklar ve organik gübreler ile beslenmesi sonucu oluşturdukları yüksek değere sahip gübre, organik kompostlaşma sonucu oluşmakta ve bu yüzden

biohumus veya vermikompost olarak da adlandırılmaktadır (Karaçal ve Tüfenkçi, 2010). Bu gübrenin üretilebilmesi için üç ay boyunca 1 m^3 hammaddede yaklaşık 250.000 adet solucan faaliyet göstermektedir. Solucan gübresinin kırmızı solucanın dışkısı olduğu belirtilmektedir. Solucanlar içerisinde bulunan bazı mikroorganizmalar toprakta bulunan fakat bitkiler tarafından alınamayan besin elementlerini parçalamakta ve bitkiler tarafından alınabilir forma dönüştürmektedirler. Bunun yanı sıra solucanların sindirim sisteminde üretilen antibiyotik özelliği olan maddeler, aminoasitler ve vitaminler bu canlıların dışkılarına karışmakta ve meydana gelen gübrenin biyolojik özelliklerini iyileştirmektedirler. Birçok bitki türü için çok yararlı bir madde olan solucan gübresi aynı zamanda toprak düzenleyici olarak da büyük öneme sahip olmaktadır.

Solucan gübresinin içeriğinde *Rhizobium* (simbiyotik bakteri) bakterileri, Azotobakter (asimbiyotik mikroorganizma faaliyeti sonucu azot fikse eden bakteri) ve mikoriza mantarları bulunmaktadır. Bu gübre içerisinde bulunan *Rhizobium* bakterileri havadaki serbest azotu toprağa bağlayarak, mikroorganizmalar ise toprakta bulunan ve bitkiler tarafından alınamayan besin elementlerini parçalayarak bitkilerin kullanabileceği forma dönüştürmektedirler. Solucan gübresinin (vemikompost) besin maddesi kayıplarını azalttığı, bitkilerin verimini arttırdığı, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirdiği bilinmektedir. Ayrıca solucan gübresinin pestisit ve bazı hastalık etmenlerini kontrol ettiği ve kullanıldığı zaman uzun vadede

ekonomik olabileceği belirtilmektedir (Bellitürk, 2016). Solucan gübresinin olumlu bazı özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

- Tanecik (granül) yapısı sebebi ile toprak strüktürünü düzenlemekte, toprağı havalandırmakta ve toprağın su tutma kapasitesini arttırmaktadır.
- Yapısında bulunan birçok bakterinin toprağın bünyesinde bulunan zararlı bakterilerle rekabet etmesi sonucunda bitkilerin direncini arttırmaktadır.
- Tamamen doğal olduğu için bitkilere karşı toksik etki yapmamaktadır.
- Organik bir gübre olduğu için toprağın strüktürünü ve pH'sını düzenlemektedir.

Tablo 6. Solucan gübresinin (vermikompost) bileşimi

İçerik	**Miktar**	**İçerik**	**Miktar**
pH	7,2-7,4	**Mg (%)**	1,0-1,5
Nem (%)	35-40	**Fe (%)**	1,0-1,5
OM (%)	35-45	**Mn (mg/kg)**	600-750
OK (%)	15-20	**B (mg/kg)**	400-500
N (%)	1,5-2,5	**Cr (mg/kg)**	0,041
P_2O_5 (%)	2,0-2,5	**Ni (mg/kg)**	36
K_2O (%)	2,5-3,0	**Zn (mg/kg)**	84
Ca (%)	5-6	**Cu (mg/kg)**	54

Solucan gübresinin mutlaka ekimden veya dikimden önce toprağa verilmesi ve toprakla karıştırılması büyüm önem taşımaktadır. Arazi koşullarında toprak yüzeyinden yarım santimetrelik bir yüksekliğe sahip olacak şekilde (veya 9 m^2 için 28 lt) uygulanması yeterli olmaktadır. Saksı yetiştiriciliğinde ise 1/4 oranında solucan gübresinin

(1 ölçü solucan gübresi, 3 ölçü toprak) toprağa eklenmesi uygun miktar olmaktadır.

Tablo 7. Vermikompostun (solucan gübresi) tarımda uygulanma miktarları

Bitki Cinsi	**Miktar**
Sera ve Tarla Sebzeleri	100-200 kg/da
Hububat ve Tarla Bitkileri	100-150 kg/da
Çayır Mera ve Yem Bitkileri	40-50 kg/da
Çim Alanlar	300-400 g/m^2
Çiçekli Bahçe Bitkileri	300-400 g/m^2
Meyve Ağaçları	0,5-4 kg/ağaç
Çiçekli Saksı Bitkileri	300-400 g/saksı
Çiçeksiz Saksı Bitkileri	150-200 g/m^2

2.4. YARASA GÜBRESİ

Ülkemiz yaklaşık 40 bin tane mağaraya sahip olması nedeni ile dünyada mağara cenneti olarak tanınmaktadır. Turizme açılan mağaralar dışında kalan ülkemiz mağaralarındaki yarasa gübresi rezervinin 5-6 milyon ton olduğu tahmin edilmekte ve organik gübreleme açısından yeni keşfedilen bir potansiyel olduğu düşünülmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar yarasa gübresinin bitki besin maddeleri ile organik madde bakımından zengin olduğunu ve tarımsal üretimde rahatlıkla kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca yarasa gübresinin azot, fosfor ve potasyum gibi bitki besin elementlerince zengin olması güçlü bir toprak düzenleyici olduğunu işaret etmektedir. Yarasa gübresinin bitkiler ve toprak üzerinde birçok faydası olduğu bilinmektedir. Bu faydalar aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

- Toprağın su tutma kapasitesini olumlu yönde etkilemekte ve bunun sonucunda erozyon problemini ortadan kaldırmaktadır.
- İçeriğinde bulunan bakterilerin etkisiyle topraktaki mikrobiyal aktiviteyi arttırmakta ve bitkiler için elverişli bir ortam sağlamaktadır.
- Toprağın ısınmasına yardımcı olmakla beraber toprağın mikrobiyal aktivitesi için uygun ısıyı temin etmektedir.
- Tarımsal üretimde kurağa, soğuğa, hastalık ve zararlılara dayanıklılığı arttırmakta ve verim ile kaliteyi yükseltmektedir.
- Toprağın pH'sını dengelemekte ve asidik topraklardaki alüminyumu absorbe ederek bitkinin zehirlenmesini önlemektedir.
- Toprağın mikro ve makro besin elementleri bakımından zengin olmasını sağlamaktadır.

Tablo 8. Mağara girişine farklı uzaklıklardan alınan yarasa gübresi örneklerinin mineral madde düzeyleri

Mineral Maddeler	Derin	Yüzey	Ortalama
pH	5,80	7,20	6,50
Organik Madde (%)	28,0	19,0	24,0
Ham Kül (%)	71,2	60,5	65,8
Kuru Madde (%)	81,0	93,0	87,0
N (%)	1,04	0,90	0,97
P_2O_5 (%)	1,00	1,20	1,10
K_2O (%)	0,38	0,60	0,49
Ca (%)	1,93	1,58	1,75
Mg (%)	0,09	0,09	0,09
Cl (%)	5,65	10,22	7,95
Na (%)	0,25	0,35	0,30
Pb (ppb)	880	660	770
Cd (ppb)	445	210	328
Cu (ppm)	381	83	232
Fe (ppm)	3609	2750	3180
Zn (ppm)	372	236	304

*Kaynak: Altıntaş ve ark. (2005)

2.5. YEŞİL GÜBRE

Toprağın organik madde kapsamının iyileştirilmesi amacıyla yetiştirilen veya başka bir yerden getirilen bitkilerin gelişimlerinin belli bir döneminde ve hâlihazırda yeşilken sürülerek toprağa karıştırılması işlemine yeşil gübreleme ve bu amaçla kullanılan bitkilere ise yeşil gübre bitkileri adı verilmektedir (Brohi ve Topbaş, 1998). Genellikle tek yıllık baklagiller yeşil gübre bitkileri olarak tercih edilmekte ve baklagil olmayan bitkilere nazaran daha fazla kullanılmaktadırlar. En uygun yeşil gübre bitkilerinin baklagillerden yonca, üçgül ve soyanın olduğu kabul edilmektedir.

Yeşil gübre bitkileri *Rhizobium* bakterilerinin faaliyeti sonucu havanın serbest azotunu tutarak bitkilerin kullanacağı forma dönüştürmekte ve bunun yanı sıra toprağa fosfor ve potasyumu da sağlamaktadırlar. Toprağın tekstürü ile strüktürünü de düzelten yeşil gübreler sağlam bir çim kapağı oluşturarak toprağı sıkı bir şekilde tutmakta ve yüzey akışı ile erozyonu önlemektedirler. Yeşil gübreler toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzeltmekte ve toprağa organik madde ile azot sağlamaktadırlar. Topraktaki mikrobiyal faaliyetleri arttırarak toprağın biyolojik özelliklerini düzenlemekte ve humus birikimini arttırmaktadırlar. Kuvvetli, derine inen kök sistemleri sayesinde besin maddelerini toprağın üst tabakasına taşımakta ve topraktaki hava, su dengesini düzenlemektedirler. Bitkilerdeki kök gelişimini teşvik etmekte ve dondan zarar görmelerini engellemektedirler. Toprağın yüzeyini örterek infiltrasyon hızını arttırmakta ve meyilli arazilerde erozyon sorununu ortadan kaldırmaktadırlar. Bütün bu faydalarının

yanında uzun yıllar üst üste kullanıldığı zaman topraktaki pH'ın düşmesine neden olması tek olumsuz yönleri olarak düşünülmektedir.

Yeşil gübreleme için yeşil bitkiler çiçeklenme döneminde toprağa karıştırılmalıdırlar. Ağır bünyeli topraklarda sonbaharda, hafif bünyeli topraklarda ise ilkbaharda toprağa gömülmelidirler. Toprağa gömülme derinliği 20 cm civarında olmalı, ancak ağır topraklarda azot kaybının önlenmesi için bu oranın biraz daha üzerinde yapılmalıdır (Sezen, 1984).

2.6. KENT ARTIĞI GÜBRELER

Bu gübreler şehirlerde yaşayan insanların oluşturduğu kanalizasyon ve ürettiği çöp benzeri atıklardan üretilmektedir. Bu atıklar direkt olarak toprağa verilebildiği gibi ahır gübresi veya diğer organik artıklar ile kompost yapılarak kullanılabilmektedirler. Bu atıkların kullanılabilmesi için bir takım fiziksel, kimyasal, biyolojik işlemler uygulanması gerekmekte ve bu durum bazı teknik ve ekonomik katkılara ihtiyaç duyduğu için büyük kentlerdeki belediyeler tarafından kurulan tesislerde organik gübreye dönüştürülmektedir. Bu sayede hem çevre kirliliğine neden olan hem de insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen atıklar yok edilmektedir (Aygün ve Acar, 2004).

Kent artığı gübreler diğer bütün organik gübrelerde olduğu gibi toprak düzenleyici olarak kullanılmakta ve toprağa bitki besin elementleri sağlamaktadırlar. Bir metreküp kanalizasyon suyunun içeriğinde 107 g azot, 89,5 g potasyum ve 25,6 g fosfor bulunduğu bilinmektedir. Araştırma sonuçlarına göre 2 milyon nüfusu olan bir kentte gübreyle bir

yıl içerisinde kaybolan azot miktarının 5200 ton olduğu, bunun 26000 ton amonyum sülfata, postasyum ve fosfor kayıplarının ise 4300 ton potasyum sülfata ve 14000 ton süper fosfata denk geldiği bildirilmektedir (Sezen, 1984).

2.7. KOMPOSTLAR

Kompost; ev, iş yeri, sanayi, tarımsal işletmelerde oluşan çöp, mutfak artıkları, bazı organik fabrikasyon artıkları, hayvansal atık ve sap-saman artıklarının mikroorganizma faaliyetleri ile ayrışması sonucunda oluşan stabil mineralize olmuş ürün olarak tanımlanmaktadır. Atık su arıtma tesislerinde üretilen arıtma çamurları da bu gruba dâhil edilmektedir. Zira mineralize olmamış bir atığın toprağa verilmesi bir yarar sağlamamaktadır. Humus niteliğinde olan kompostlar aerobik bir ayrışmaya uğramakta ve bu sayede patojenlerden arınmaktadırlar. Kompostların toprağa atılmasının temel sebepleri arasında toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmek, toprağın organik maddesini arttırmak ve bitkiler için iyi bir beslenme ortamı hazırlamak yer almaktadır. Bu sayede kompostların tarımsal işletmelerde toprak ıslahı materyali olarak kullanılması sonucunda bitkilerin büyüme ve gelişmesi üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmektedir. Toprak düzenleyici olan kompostların organik madde, azot, fosfor, potasyum, karbon ve birçok mikroelement kaynağı olduğu bilinmektedir. Kompostlar organik madde içeriğinin ve strüktür iyileştirici elemanlarının fazlalığından dolayı erozyonun önlenmesi amacıyla toprak ıslah materyali olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda kompostlar kullanımı ve uygulanması kolay olan ekonomik bir ürün

olmasının yanı sıra insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkileyen atıkları ortadan kaldırması bakımından da oldukça önemli olmaktadır.

KAYNAKLAR

Akgün, T. (2011). Organik tarım. Güney Ege Kalkınma Ajansı. [Online] Available: http://geka.org.tr/yukleme/dosya/organiktarim.pdf (Erişim Tarihi: 5.4.2014).

Alarslan, Ö.F. (1994). Kuru tavuk gübresinin hayvan beslemede kullanılması. Yem Magazin, Yem Sanayicileri Birliği Aylık Dergisi, Kasım 1994, Ankara.

Altıntaş, A., Kontaş, T., Yıldız, G. ve Erkal, N. (2005). Yarasa dışkısı (bat guano) mineral düzeyleri. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 52(1), 1-5.

Anonim, 2014. 29.03.2014 tarih ve 28956 Sayılı Resmî Gazete.

Aygün, Y. ve Acar, M. (2004). Organik gübreler ve önemi. *Hasat Dergisi*, *228*, 68-72.

Bellitürk K. (2016). Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermikompost teknolojisi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31(3), 1-5.

Brady, N.C. (1991). The nature and properties of soil. (10. Ed.) MacMillan Publishing Co. Inc. Newyork. ISBN: 0-02-313361-9.

Brohi, A. ve M. Topbaş. (1998). Gübreler ve Gübreleme, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ders Notları Serisi. TOKAT.

Camelo, L.G.L., Miguez, S.R. and Marban, L. (1997). Heavy metals ınput with phosphate fertilizers used in argentina. The Science of The Total Environment 204 (3): 245- 250.

Channabasana, G., Biradar Patil, N.K., Patil, B.N., Awaknawar, J.S., Ninganur, B.T., Hunje, R. (2008). Effects of organic manures on growth, seed yield and quality of wheat. Karnataka J. Agricultural Sciences, 21(3): 366-368.

Chen S.K., Edwards C.A., Subler S. (2001). Effects of the fungicides benomyl, captan and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations. Soil Biology and Biochemistry, 33 (14): 1971-80.

Chernyak S.M., Rice C.P., McConnell L.L. (1996). Evidence of currently-used pesticides in air, ice, fog, seawater and surface microlayer in the Bering and Chukchi Seas. Marine Pollution Bulletin, 32 (5): 410-9.

Derici, M. R. (1996). Topraklarda fosfor dengesi. Journal of Agriculture And Forestry 20: 29-33.

Fushiwaki Y., Tase N., Saeki A., Urano K. (1990). Pollution by the fungicide pentachloronitrobenzene in an intensive farming area in Japan. Science of the Total Environment, 92: 55-67.

Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A. (2002). Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1523, Ders Kitabı: 479. ISBAN 975-482-516-5, Ankara.

İbrikçi, H., Yağbasanlar, T., Keklikçi, Z., Çakmak, I., Büyük, G., Toklu, F., Güzel N. (2000). Çukurova Bölgesinde İnsan Sağlığı ve Çiftçi Ekonomisi Açısından Buğdayda Azot Gübrelemesinin Optimizasyonu. Dpt Kesin Sonuç Raporu. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Adana.

İnal, A., Sözüdoğru, S. ve Erden, D. (1996). Tavuk gübresinin içeriği ve gübre değeri. Tarım Bilimleri Dergisi, 2 (3) 45-50, Ankara.

Karaçal, İ ve Tüfenkçi, Ş. (2010). Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre çevre ilişkisi, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 257-268, 11-15 Ocak, Ankara.

Korkmaz, K., Ibrikci, H., Karnez, E., Buyuk, G., Ryan, J., Oguz H. and Ulger., A.C. (2010). Responses of wheat genotypes to phosphorus fertilization under rainfed field conditions. Scientific Research and Essays 16, 2304-2311.

Richards, I.R., Clayton, C.J., Reeve, A.J.K. (1998). Effects of long-term fertilizer phosphorus application on soil and crop phosphorus and cadmium contents. *The Journal of Agricultural Science, 131*(2), 187-195.

Schuman S.H., Simpson J.W. (1997). A clinical historical overview of pesticide health issues. Occupational medicine (Philadelphia, Pa), 12 (2): 203-7.

Sezen, Y. (1984). Gübreler ve Gübreleme, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:19; Sayfa: 39-83. ERZURUM.

Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S. (2008). Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, ISSN 1300-3496, 25(2): 24-34.

Taban, S., Turan, M.A. (2012). Tarımda gübre çevre ilişkileri. Tarım Türk Dergisi, 34: 10-14.

Taşkaya, B. (2004). Tarım ve çevre. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, ISSN 1303-8346, Sayı:5, 1-8.

TÜİK (2020). http://www.tuik.gov.tr Erişim Tarihi: 01.09.2020.

Yetgin, M. A. (2010). Organik gübreler ve önemi. *Samsun Tarım İl Müdürlüğü Yayınları*.

Zabunoğlu, S., Karaçal, İ. (1986). Gübreler ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 293, 329 s. Ankara.

BÖLÜM 10

GIDANIN LEZZET YOLCULUĞU: PİŞİRME

Dr. Öğr. Üyesi Melek ZOR[1]
Dr. Öğr. Üyesi Kübra FETTAHOĞLU[2]

[1]Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Ağrı, Türkiye, ORCID:0000-0002-5795-218X, mzor@agri.edu.tr
[2]Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Ağrı, Türkiye, ORCID:0000-0002-9464-0660, kfettahoglu@agri.edu.tr

1.GİRİŞ

İnsanlığın tarihsel gelişimi toplayıcılık, avcılık, yerleşik hayata geçiş, hayvanların ehlileştirilmesi, tarımsal faaliyetler ve endüstriye geçiş olarak ilerlemiştir. (Akbaba ve Çetinkaya, 2020). Vücut için gerekli besinler, ilk çağlarda çiğ sebze ve etten karşılanırken ateşin bulunup kontrol altına alınabilmesi ile pişirme öğrenilmiş ve bu süreçten sonra gıdalar pişirilerek tüketilmiştir. Pişirilen gıdaların sindiriminin daha kolay olması, duyusal özelliklerinin artması, raf ömrünün uzaması, daha güvenli olması ve çeşitli lezzet bileşiklerinin ortaya çıkması sebebiyle de daha çok tercih edilmiştir (Juárez ve ark., 2010; Llave ve ark., 2017; Albistur ve Gámbaro 2018; Sarıışık, 2019; Ayub ve Ahmad, 2019).

Eraslan (2017) pişirmeyi "yiyecek malzemesine belirli bir süre ısı uygulanarak tatlarını, kıvamlarını, renklerini, şekillerini yapılarını, değiştirmek yoluyla onların arzu edilebilir ve yenilebilir hale getirilmesi" olarak tanımlamaktadır. Helstosky (2015) yemek pişirmeyi insanlar tarafından gıdanın hammaddesi olan hayvansal ve bitkisel kaynakları dönüştürmesi olarak tanımlamıştır. Bu tanım tam olarak pişirme tanımını karşılamaktadır. Çünkü günümüzde insanın tükettiği gıda yalnız ısı ile pişirilmemekte gıdalar sindirimi kolay, daha güvenli ve yemek zevkini artıran farklı yöntemlerle de bu dönüştürmeye uğratılabilmektedir.

İnsanlar başlangıçta hayatta kalmak için besin arayışındayken sonrasında gelişen refah ve teknoloji düzeyi ile birlikte yemeklerin

hazırlanması, çeşidi ve servisinde çeşitlilikler ve estetik kaygısı ortaya çıkmıştır. Arkeolojik veriler incelendiğinde ilk pişirme yöntemlerinin ateş üzerinde kızartma, közleme ve tütsüleme gibi kuru sıcakta pişirme yöntemleri olduğu; daha sonra neolitik çağda çamurdan yapılan ısıya dayanıklı ve su geçirmeyen kapların yapılması ile suda ısıyla pişirme yöntemleri ortaya çıkmıştır (Akbaba ve Çetinkaya, 2020). Gıdanın pişirme işleminde günümüzde sıklıkla kullanılan yöntemler; suda pişirme, yağda pişirme, kuru ısıda pişirme ve ısı kullanmadan yapılan pişirme yöntemleri olarak gruplandırılmaktadır (Moradi ve ark., 2011).

2. SUDA PİŞİRME YÖNTEMLERİ

2.1. Haşlama (Boiling)

Haşlama işleminde yiyecekler 100 ºC'deki su, et suyu ya da sebze suyu içine tamamen batırılarak pişirilir (Mora, 2012; Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Haşlama işlemi ile pişirme sırasında yüksek sıcaklıkların kullanılması et, balık ve yumurta proteinlerini sertleştirmekte ayrıca kaynama sırasında fazla su kabarcığı oluşumu hassas yiyeceklerin yapısını bozabilmektedir (Mora, 2012). Etin haşlanarak pişirilmesi lezzet, güvenlik ve yumuşaklık gibi tüketici tercihleri ile ilgili temel özellikleri etkileyebilmektedir. Sebzelerde ise genel flavonol kaybına sebep olan kaynatma (boiling), mikrodalga (microwaving), basınçlı pişirme (pressure-cooking), ızgarada pişirme (griddling), fırınlama (baking) ve kızartma (frying) gibi pişirme işlemleri hem dokuyu hem de ürünün besin değerini önemli ölçüde etkilemektedir. Pişirmede uygulanan yönteme bağlı olarak sebzelerde vitamin kaybı gerçekleşmektedir (Jiménez ve ark., 2009).

Haşlama yönteminin farklı şekillerde uygulanması söz konusudur. Uygulama şekli haşlamada kullanılan suyun sıcak veya kaynar olmasına, haşlama kabının kapağının açık ya da kapalı kalması durumuna göre değişiklik göstermektedir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015).

2.2. Kısmen haşlama (Parboiling)

Tuzlu suda gıdanın tamamen pişirilmesine izin verilmeden kısa süreliğine yapılan haşlama işlemidir. Pişirme işlemi patatesin fırında kızartılması ya da kerevizin breze edilmesi gibi başka yöntemler kullanılarak tamamlanmaktadır (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Yarı haşlama ya da kısmi haşlama ıslatma, buharlama ve kurutma olmak üzere üç aşamalı bir işlemde pirincin nişasta bileşeninin jelatinleştirilmesi için de kullanılan hidrotermal bir ön işlemdir (Kwofie ve Ngadi, 2017). Sert pirince sıklıkla uygulanmaktadır. Bu işlem ile tahılların fiziksel, kimyasal ve besleyici özellikleri değişmektedir (Villarreal ve ark., 2017).

2.3. Ön haşlama (Blanching)

Fransızcada “blanch” kelimesi beyaz anlamına gelmektedir. Blanching yöntemide “blanch” kelimesinden ortaya çıkmıştır ve yiyecekler için ön pişirme işlemini tanımlamak için kullanılmaktadır (Şahingöz ve Süren, 2020). Bu yöntem kemikler, etler, balıklar ve sebzelere sıklıkla uygulanmaktadır (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Haşlama işlemi, hem gıda güvenilirliğini hem de kalitatif özelliklerini artırmak amacıyla özellikle sebzelere ileri işlemlerden önce uygulanan kısa bir ısıl

işlemdir (Jaiswal ve ark., 2012). Ön haşlama işlemi ile etlerin fazla kan ve suyunun akıtılması, sebzelerde gözeneklerin kapanarak sebze öz suyunun yiyeceğin içinde kalması ve rengin parlak olması ayrıca sebze, meyve ve kuru yemişlerin kabuğunu soymak için de kullanılabilir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Haşlama işlemi ile sebzelerde yüzey mikroflorası da yok edilmiş olur (Jaiswal ve ark., 2012). Blanch yöntemi yiyeceklerdeki fazla tuzun giderilmesi için de kullanılmaktadır (Şahingöz ve Süren, 2020). Yöntem çoğunlukla su ya da patates kızartmasının ön haşlamasında olduğu gibi nadiren yağ kullanılarak gerçekleştirilebilir. Su kullanılarak yapılan ön haşlama işleminde ilk olarak yiyecekler soğuk suya konur, daha sonra yiyecek hacminin 10 katı düzeyde olan kaynar suda çok kısa süre tutulur. Bu işlemin ardından yiyecek hızlı bir şekilde soğuk ya da buzlu suya aktarılarak pişirme işlemi tamamlanır (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Ön haşlama yöntemi sıcak/soğuk suda ve yağda blanching olmak üzere üç farklı şekilde yapılabilmektedir (Şahingöz ve Süren, 2020).

Ön haşlamaya tabi tutulan sebzenin kalitesi haşlanacak sebzenin boyutuna, haşlama süre ve sıcaklığına bağlıdır (Jaiswal ve ark., 2012). Patateslerin suda ön haşlamaya tabi tutulması yüzey şekerini azaltır ve daha homojen bir ürün elde edilmesini sağlar (Smith ve Davis, 1962). Ön haşlama işlemi enzim inaktivasyonu için sebzelere dondurulmadan önce sıklıkla uygulanır (Goncalves ve ark., 2009; Huarte ve ark., 2021). Yetersiz ön haşlama ise enzim aktivitesini hızlandırdığından ön haşlama işleminin hiç uygulanmaması durumundan daha kötü sonuçlanır. Aşırı ön haşlama işlemi ise dokuya zarar vererek renk,

fitokimyasallar ve minerallerin kaybına neden olur. Endüstriyel ön haşlama prosesi 70-95 ºC arasında değişen sıcaklıklarda en fazla 10 dakika uygulanır (Jaiswal ve ark., 2012).

2.4. Hafif ateşte kaynatma (Simmering)

Hafif ateşte kaynatma 85-96 ºC arasında değişen sıcaklıklarda pişirme işlemidir (Mora, 2012). Bunun için suyun önce kaynaması beklenir ardından ocağın altı kısılır. Pişirme kabı içerisindeki su yiyeceklerin etrafını kaplayacak ölçüde olmalıdır. Suyun içerisine isteğe bağlı olarak baharat ve çeşitli otlar eklenebilir. Et suyu yapımında, sosların köpüğünün uzaklaştırılmasında uygulanan bir yöntemdir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Simmering yöntemi aşırı hava kabarcıklarının olduğu kaynatma yöntemine kıyasla daha ılımlı bir yöntemdir ancak bu yöntemde de lezzet ve besin kaybı olabilir (Clifford ve Dawson, 2012; Mora, 2012). Simmering yöntemi ile balık stokları hazırlanırken balık kılçığındaki kalsiyum tuzlarının çözülerek sıvıyı bulanıklaştırması ve kireçli bir tat meydana getirmesinden ötürü bir saat veya daha kısa sürede kaynatma uygulanır (McGee, 2004).

2.5. Kaynayan sıcak suda haşlama (Poaching)

Bu pişirme işlemi her türlü gıda için uygun olmayabilir. Bu yöntem daha ziyade yumuşak ve kırılgan bir dokuya sahip olan ağır pişirme yöntemlerinin uygulanamadığı balık, yumurta ve bazı meyvelerde kullanılır. Balık ve etlerin birçoğunda 60 ºC civarındaki sıcaklıklar uygundur. Poşeleme işlemi haşlama işleminin düşük sıcaklıkta gerçekleştirilmesidir. Gıda, sıvının içerisinde herhangi bir hareketin

gözlenmediği 87-93 ºC arasında değişen sıcaklıklarda pişirilerek yiyecekte oluşabilecek şekil bozukluklarının önüne geçilmiş olur. Bu yönteme yumurtanın poşe edilmesi ile hazırlanan çılbır örnek verilebilir. Poşe işlemi sırasında kullanılan sıvı her zaman su olmayabilir. Bazı balıklar balık suyunda, tavukgöğsü tavuk suyunda ayrıca her iki et de taze ot ve baharatlarla zenginleştirilen sıvılarla da poşelenebilir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Balıklar ayrıca sıvı yağ, tereyağ, 'beurre blanc' ve 'beurre monte' gibi emülsiyonları içeren çeşitli başka sıvılarda da poşelenebilir (McGee, 2004).

Poşe yöntemi yemeğin daha yumuşak hale gelerek sindiriminin kolay olmasını, besin zehirlenmesine yol açan bakterilerin inaktive edilmesini, pişme suyunun değerlendirilerek besin değeri yüksek yiyecekler elde edilmesini sağlar. Bu yöntemde yemeğin kalitesini etkileyen en önemli faktör ısı kontrolünün yapılmasıdır. Az sıvıda pişirme sırasında ısı simmering noktasının altında, derin sıvıda pişirme sırasında ise orta dereceli simmering ısısının altında olmalıdır. Derin sıvıda pişirme; tüm balık ve parçalanmış balık etleri, deniz ürünleri, bütün tavuk eti, sulu salçalı terbiyeli köfteler, taze/dondurulmuş sebzeler/meyvelere uygulanabilir. Az sıvıda pişirme ise küçük tam balık, balık tam bonfile, balık fileto vb. yiyeceklere uygulanabilir. Pişirme süreside bu yöntemde oldukça önemli olup besin değeri kaybı göz önünde bulundurularak besin çeşidi ve özelliğine uygun olarak belirlenmelidir. (Eraslan, 2017).

2.6. Buharda pişirme (Steaming)

Özel kaplara yerleştirilen yiyeceklerin su ile temas etmeden sadece su buharı ile pişirilmesi esasına dayanan bir yöntemdir (Mora, 2012; Eraslan, 2017). Bu işlem sırasında buhar hem gıdanın dış yüzeyini suyun kaynama sıcaklığına getirir hem de dış yüzeyin bu sıcaklıkta sabit tutulmasını sağlar. Ayrıca yiyeceğin alüminyum folyo veya pişirme kağıdı gibi malzemelere sarılarak kapağı kapalı bir tencerede ya da fırında kendi ürettiği buhar ile pişme işlemi de buharda pişirme yöntemidir. Ticari mutfakta ise altı delikli bir taban ve bu tabanın içine yerleştirildiği paslanmaz çelikten imal edilmiş kaplar kullanılır (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Ayrıca günümüzde buharın fırın içerisine verildiği 'combi-steamer' (konveksiyonlu) adı verilen fırınlar kullanılmaktadır. Delikli tepsiler ile fırına yerleştirilen yiyecekler üzerine fan ile her yönden etkili olacak şekilde buhar dağıtılır. Bu yöntem ile mutfakta pişirme yapmak için kullanılan materyal ise basınçlı tenceredir (Eraslan, 2017). Basınçlı buharlı pişiricilerde buhar sıcaklığı 100 ºC'in üzerine çıkarak yiyeceğin hızlı bir şekilde pişmesini sağlar (Mora, 2012). İşçi maliyeti düşük, kullanım alanı geniş ve ekonomik bir yöntemdir. Bunun yanı sıra çözünebilir besin öğeleri kaybı daha az, yiyeceğin kendine özgü tadı ve görüntüsü daha iyi korunmuş olur. Haşlanmış mısırın yerini alan buharda mısır tüketiciler tarafından daha lezzetli bulunmaktadır. Steaming yöntemi atmosferik veya düşük basınçta pişirme ve yüksek basınçta pişirme olmak üzere iki şekilde uygulanabilir (Eraslan, 2017).

Buharda pişirilen yemeğin içindeki tüm malzemenin kokusu, lezzeti, rengi ve dokusu kızartma ve haşlamaya kıyasla daha iyi korunur. Buharın ısısının yumuşak olması sebebiyle gıda maddelerinin hücre dokusuna ve koku bileşimine zarar vermez. Buharda ve basınçlı buharda pişirme besin kaybını en aza indirdiği için sebze hazırlamada kullanılan en iyi yöntemdir (Mora, 2012; Eraslan, 2017).

Kaynatma ve buharda pişirme işlemleri soğuk mevsim gıdası baklagillerin, baklagil türüne de bağlı olarak toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktivitelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Buharda pişirme prosesi kaynatma prosesine kıyasla baklagillerin toplam fenolik içeriklerinde ve antioksidan aktivitelerinde daha az kayıp meydana getirmektedir. Bu sebeple, sadece antioksidan bileşenlerin korunması için değil aynı zamanda pişirme süresini kısaltmak için de baklagillerin evsel ve endüstriyel işlemlerde hazırlanmasında buharda pişirme önerilmektedir (Xu ve Chang, 2008).

Farmakolojik etkisi olan bazı bitkisel ilaçların hazırlanmasında da buharda pişirme yöntemi uygulanabilmektedir. En yaygın kullanılan bitkisel ilaçlardan biri ginseng olup beyaz ginseng ham ginsengin havada kurutulması ile, kırmızı ginseng ham ginsengin 98-100 ºC'de 2-3 saat buharda pişirilmesi ile üretilmektedir (Kim ve ark., 2000).

2.7. Sıvı içinde pişirme

2.7.1. Kendi suyunda pişirme (Stewing)

Bu pişirme yönteminde haşlamada olduğu gibi yiyeceğe su ilavesi söz konusu değildir. Tarifine uygun olarak hazırlanan yiyecekler ocak

üzerinde ya da fırında (120-140 ºC) kendi suları ile pişer (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015; Şahingöz ve Süren, 2020). Fırında pişirme uygulanacak ise mutlaka yiyeceğin üzeri kapatılmalıdır (Şahingöz ve Süren, 2020). Pişirme işleminde önemli olan husus düşük sıcaklıkta yiyeceğin suyunu salarak pişmesidir. Fırında ya da ocak üzerinde et ve sebze ile pişirilen türlü yemeği bu pişirme yöntemine Türk mutfağından iyi bir örnektir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Su miktarı fazla olan sebzeler (kırmızı lahana, ıspanak, pırasa, biber, kabak, taze fasulye, salatalık, brokoli, taze soğan ve mantar vb.) bu yöntem ile pişirmeye uygundur. Bu yöntem ile yiyeceklerin kendi suyu ile kurumadan, basit şekilde ve yavaş pişirilerek kendine özgü tadı koruması sağlanır. Ayrıca besin değeri yüksek balık yemeklerinin hazırlanmasında da uygulanan bir usuldür (Eraslan, 2017). Stewing ve braising yöntemlerinde etin kızarması ve ardından nemli ısıda pişirilmesi ile gerçekleşen prosedür takip edilir (Mora, 2012).

2.7.2. Breze etme (Braising)

Büyük parçalar halindeki yiyeceğin kapalı bir kapta düşük ateşte yağ ile kavurduktan sonra çok az sos veya sıvı içinde pişirilmesidir (Mora, 2012; Alsaffar ve Kalyoncu, 2015; Eraslan, 2017). Breze etmede hem kızartma hem de nemli ısıda pişirme işlemleri uygulandığı için kombinasyon pişirme yöntemdir (Mora, 2012). Et ve sebzeler ayrı ayrı pişirilebildiği gibi kuzu kapama yemeğindeki gibi birlikte de pişirilebilir. Türk mutfağında tencere yemeklerinin pişirilmesinde kullanılır (Eraslan, 2017). Küçük et parçaları için stewing yöntemi kullanılmasına karşın büyük et parçaları için braising yöntemi daha

uygundur (Mora, 2012). Bu yöntem ile et parçalarının yumuşatılması ya da yavaş pişirilmeleri sırasında lezzetin artırılması sağlanır. Daha sert olan et parçaları ve av hayvanı etlerinin pişirilmesi için kullanılan bir yöntemdir. Yahni ve kuzu kapama bu yöntem ile hazırlanan yemeklerdir. Bu yöntem ile yiyeceklerin pişirilmesi uzun zaman alabilir. Az sıvı ile pişirme yapıldığı için pişme süresince sıvı kaybının önüne geçebilmek kontrollü olarak suyuna sıcak olarak kaybedilen kadar sıvı ilave yapılma ile sağlanır (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Breze etme hem et hem de sebzeler için kullanılır (Mora, 2012). Ayrıca buharlaşmayı önlemek ve ısı kontrolünü sağlamak için ağzı sıkı kapatılabilen kaplar seçilmelidir. Braising yönteminde sıvı yağ sıcaklığı 140 ºC, stock/fond ve fırın sıcaklığı 160 ºC olmalıdır. Dana eti, kuzu eti, geyik eti bu pişirme yöntemi için uygundur (Eraslan, 2017).

2.7.3. Fırında tencerede pişirme (Poeling)

Poelaj olarak adlandırılan fırında tencerede pişirme yöntemi ağzı kapalı bir tencere ile fırında yiyeceğin pişirilmesidir. Poelaj ile pişirilen et, tavuk veya av etinin iyi kalitede ve yumuşak olması gerekir. Yiyeceğin lezzetini artırmak için et suları ve kök sebzelerden oluşan sebze yatakları kullanılabilir. Poelaj tenceresi yiyeceğin büyüklüğü ile orantılı olmalı, tencere fırına verilmeden bol yağ ile yağlanmalı, pişirme sıcaklığı yaklaşık 200 ºC olmalıdır. Pişirme sırasında tencere kapağı kapalı sızdırmama ve kontrollü olarak pişirme sıvısı eklenmelidir. Pişirme işleminin sonuna doğru tencere kapağı açılarak yiyeceğin üstü kızartılmalıdır (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015).

2.7.4. Glaze etme (Glazing)

Bir etin ya da sebzenin yüzeyinin çektirilmiş olan pişme suyu (su, şarap, et suyu vb.) ile kaplanması işlemidir. İşlem sırasında yiyeceğin pişme suyuna az miktarda şeker ilavesi ile et ve sebzelerin kaplanması sağlanır. Kullanılan sıvı lezzet vermesi hem de şekerin karamelize olması açısından önemlidir. İlave edilen tereyağı ise ayrıca lezzet katar. Glaze etme işlemi fırında (150-200 ºC'de) ya da açık ateş üzerinde uygulanabilir. Beyaz etlere, dana ve kuzu etlerine ve bazı sebzelere (havuç, arpacık soğan ve kestane gibi) uygulanan bir işlemdir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015; Eraslan, 2017).

2.7.5. Sous-vide tekniği

Sous-vide tekniği tüketicinin yemeye hazır gıda taleplerini karşılayan ürün alternatiflerinden biridir (Ayub ve Ahmad, 2019). Sous-vide tekniği Fransızca kökenli olup "vakum altında" anlamına gelmektedir. Daha kapsamlı olarak gıdanın, kontrollü sıcaklık altında, ısıya dayanıklı vakum kaplarda belirli bir süre pişirilmesi (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015; Llave ve ark., 2017, Ayub ve Ahmad, 2019,) ve ardından düşük sıcaklıkta depolanması olarak tanımlanır (Pulgar ve ark., 2012; Ayub ve Ahmad, 2019). Profesyonel vakum paketleme cihazlarında yapılan paketleme işlemi ile lezzet bileşenlerinin gıdanın içerisine nüfus etmesi ve sebze/meyvelerin sıkıştırılması ile bu yiyeceklere yoğun bir yapının kazandırılması sağlanır. Havanın tamamen paketin içerisinden uzaklaştırılması ile sıcaklığın uzun süre korunması ve yiyeceğin her noktasından eşit ısınması gerçekleşir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Bu şekilde gıdanın yüzeyine aşırı ısı uygulanmadan her yönüyle aynı

sıcaklıkta pişirilir (Llave ve ark., 2017). Geleneksel pişirmede yüksek sıcaklık kullanımı lezzet ve renk gibi besinsel bileşimde kayba neden olmasından dolayı düşük sıcaklığın kullanıldığı sous-vide tekniği tercih edilmektedir (Ayub ve Ahmad, 2019). Ayrıca protein zararı, lipitlerde bozulma ve diğer ısıya hassas bileşiklerdeki kaybı azaltarak gıdanın yumuşaklığı, uçucu lezzet bileşen profilinde iyileşme ve ürün renginin muhafaza edilmesini sağlar (Pulgar ve ark., 2012, Albistur ve Gámbaro, 2018).

İlk olarak ürünleri vakum altında paketlemek ve pastörize etmek üzere endüstride gıdaların raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılmıştır. 1970'lerde Fransız aşçı George Pralus tarafından geliştirilmiştir. Sous-vide tekniği ilk olarak "catering" endüstrisi için tanıtılmasına karşın artık birçok endüstride neredeyse her tür gıdaya uygulanabilmektedir (Pulgar ve ark., 2012; Ayub ve Ahmad, 2019). Sous-vide ile ürünler 65-95 ºC arasındaki sıcaklıklarda pişirilmektedir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Pişirme süresi ise yiyeceğin kalınlığı ve pişirme sıcaklığına bağlı olarak 5 dakikadan 6 saate kadar değişebilir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Nispeten düşük sıcaklıkta etin lezzeti ve yumuşaklığı iyileştirilirken sululuğu da korunmaktadır. Bu yöntemin uygulandığı gıdaların raf ömrü 6-42 gün arasında değişmekte ve pişirme sonrasında ağzı kapalı olarak düşük sıcaklıkta (0-3 ºC) muhafaza edildikleri için (Pulgar ve ark., 2012) çapraz bulaşma riski önlenmektedir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015, Llave ve ark., 2017). Ancak proteolitik olmayan *Clostridium botulinum* sporları uygun pastorizasyondan sonra dahi inaktive edilemediğinden gıda güvenliği açısından, pişmiş balık eğer en

az 63 ºC'de 30 dakikadan fazla pişirilirse 3.3 ºC'nin altında 4 haftayı aşmayacak şekilde muhafaza edilebilir veya 63 ºC'de pişirilirse hemen servis edilmelidir (Llave ve ark., 2017).

Et ürünlerinde, protein denatürasyonu ile tekstürde değişiklik meydana geldiği için sıcaklık oldukça önemlidir. Sous-vide tekniği yalnızca bazı özel proteinleri denatüre ederek tekstür, sululuk ve yumuşaklık gibi özellikler açısından daha yüksek niteliklere sahip yiyeceklerin üretilmesine imkan sağlar. 70-80 ºC'de pişirilen sığır kaslarının çiğnenebilirliği, sertliği ve yapışkanlığı 60 ºC'ye kıyasla daha fazladır. Vakumla mühürleme kötü tatları engeller, buharlaşmadan kaynaklı kayıpları önler ve ürünün yeniden kontaminasyon riskini azaltır (Ayub ve Ahmad, 2019).

Sebzelerin çoğu çeşidi için en yaygın kullanılan geleneksel pişirme metodları kaynatma, buharda ve mikrodalgada pişirme olsa da uygulanan geleneksel yöntemler sebzelerde kalite kaybına neden olabilir. Pişirilmiş hindiba saplarının pişirme yöntemine bağlı olarak kalitesinin değerlendirilmesi üzerine Renna ve ark., 2013 tarafından yürütülen çalışmada sous-vide tekniği ile işlem gören hindiba saplarının tüketici kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu ve doğal rengini daha iyi muhafaza ettiği ortaya konulmuştur. Ayrıca yeşil fasulye kabukları, kırmızı lahana ve havuç gibi sebzelerde de bu teknik uygulanmıştır. Bu tekniğin en önemli avantajlarından bir diğeri ise insan sağlığı üzerine faydalı olan vitamin, antioksidan gibi bileşiklerde çözünme, buharlaşma ve yüksek sıcaklık uygulamasına bağlı olarak meydana gelen kayıpların önüne geçilmiştir (Albistur ve Gámbaro, 2018).

3. YAĞDA PİŞİRME YÖNTEMLERİ

3.1. Sığ yağda kızartma (Shallow Fat/Pan Frying)

Çabuk pişen yiyecekleri az yağ konmuş düz bir tavada pişirme yöntemidir. Yiyeceklerin az yağda pişirilmesinde önemli olan husus her iki tarafının parlak kahverengi rengini almış olmasıdır (Eraslan, 2017). Tavada kızartma sotelemeye kıyasla daha fazla yağ ve daha düşük ısı gerektirir (Mora, 2012). Ayrıca ızgara olmadığı durumda etler için kullanılan bir yöntemdir. Pişirilen et az yağlı olmalı ve görünür yağlar temizlenmelidir. Bu pişirme yönteminde hazırlık ve pişirme işlemi sırasında tavanın önceden kızdırılmasına ve etlerin oda ısısında olmasına dikkat edilmelidir. Parmak ucuyla etin az, orta veya çok piştiği kontrol edilerek pişirmenin derecesi belirlenir. Pişirme işleminde önemli olan ısının çok düşük veya aşırı yüksek olmamasıdır. Genel olarak kalın parçalar düşük ısıda kızartılır. Ayrıca pişirme sırasında kesici aletlerle ete dokunulması kesilen yerden su kaybına yol açacağından önerilmemektedir. Bu durum, ette sertlik, besin değeri ve lezzet kaybının olmasına neden olur (Eraslan, 2017).

Hızlı pişirme yöntemi olması, çözünebilir besin kaybının olmaması, yemeğin kalite, lezzet ve dokusunu geliştirmesi ayrıca sindirilebilir ve gıda zehirlenmesine neden olabilecek mikroorganizma yönünden güvenli hale getirmesi yöntemin yararlarıdır. Bu yöntem; taze etler, av etleri, sakatatlar, hazır gıdalar, yumurta, hamur işleri, sebze ve meyvelere uygulanabilmektedir. Tavada kızartma gıdalara, tüketiciler tarafından çok beğenilen özellikler kazandıran yaygın kullanılan bir yöntemdir (Sioen ve ark., 2006). Tavada kızartma büyük parça etlerin

kızartılmasında kullanılır (Mora, 2012). Manda etinin tavada kızartılması sırasında ise yağın et tarafından emilmesi sebebiyle ürünün yağ içeriği artış göstererek yağ asidi profilinde değişim meydana gelir. Ayrıca kızarmış ette trans yağ asitlerinin miktarının artış gösterdiği bir pişirme yöntemidir (Juárez ve ark., 2010). Ancak tavada kızartma yiyeceğin kahverengileşmesi ve lezzet gelişimini artırır (Mora, 2012).

3.2. Derin bol yağda kızartma (Deep Fat Frying)

Bu yöntem ile yiyecekler üzerlerini örtecek seviyede bol ve kızgın yağda pişirilirler (Mora, 2012; Eraslan, 2017). Herkes tarafından bilinen ve çok sık kullanılan bir yöntemdir (Eraslan, 2017). Patates ve balık gibi birçok yiyecek derin yağda kızartılır (Mora, 2012). Sıcaklığın etkisiyle oluşan kızarmış yüzey yiyeceğe ayrı bir lezzet verir. Kullanılan sıvı yağ ve yağ sıcaklığı kızartmada oldukça önemlidir. Pişirilen yiyeceğin yapısına, dokusuna ve türüne göre yağın sıcaklık derecesi ve pişirme süresi farklılık gösterir. Derin yağda kızartma yöntemi neredeyse her türlü yiyeceğe uygulanabilir. İyi bir kızartma için yiyeceğin çıtır çıtır olması, altın sarısı renkte görünmesi ve yağ çekmemesi gerekir (Eraslan, 2017).

Derin yağda kızartma selüloz, protein ve lifli yapının yumuşaması ile yemeğin damak tadına uygun ve sindirilebilir hale gelmesi, yiyeceklerin gıda güvenliği açısından uygun olması, yemeğin kalite, lezzet, renk ve dokusunun gelişmesi, yemek çeşitliliğinin artırılması sağlanır. Bu yöntemde pişirme çeşitli fritözler ile gerçekleştirilir. Bu yöntemde yağın doğru ısıda olması ve pişirme süresi önemlidir. Kızartma işlemi birkaç kez yapılacaksa yağın ısısı ilk kızartma

işleminden sonra kontrol edilmeli uygun olması durumunda ikinci kızartmaya geçilmelidir. Kontrol edilmez ise soluk renkte, hoş olmayan bir görüntüde ve ağır bir yemek haline gelebilir. Kalın parçalar pişirilirken ısı düşürülerek süre uzatılmalı küçük parçalar pişirilirken daha sıcak yağda kısa süre pişirilmelidir (Eraslan, 2017).

Kızartma işleminde fritözde kullanılan yağ sık sık süzülerek temizlenmeli, kızartma sırasında kesinlikle tuz ve baharat kullanılmamalıdır. Kızartma işlemi sırasında fritöze fazla yağ ilavesi ısının düşmesine, yiyeceğin yapısına fazla yağ çekmesine ve parçalanmasına az yağda fazla kızartma yapılması durumunda ise pişirme sırasındaki ısının düşmesi ve yemeğin kalitesinde bozulmaya neden olabilir. Bu sebeple yeterli yağ kullanılmalıdır. Kızartılan yiyecekte ve kızartma yağında su olmamalı, nemli veya ıslak gıdalar kızartılmadan önce kurutulmalıdır. Donmuş sebzeler çözündürülmeden kızartılmalı, donmuş et ve ürünleri ise özelliklerine göre donmuş olarak kızartılabilir. Kızartılan yiyeceklerin üzeri gevrekliğini koruması için kapatılmamalıdır. Derin yağda sebzeler/meyveler, hazır gıdalar, kanatlı etleri, balıketi ve hamur ürünleri kızartmaya uygundur. Ancak yağlı etler, jambon, ve sosis gibi bazı gıdalar yüksek yağ içeriklerinden dolayı derin yağda kızartmaya uygun değildir (Eraslan, 2017). Tavada (pan frying) ve derin yağda kızartma (deep-fat frying) balığın yağ içeriğini değiştirmektedir. Bu pişirme süreçlerinde meydana gelen olası durumlar; yemeklik yağın balığın içine emilmesi, yiyeceğin nem kaybı, yağda çözünen moleküllerin gıdadan sızması ve sıcak yemeklik yağda oksidasyon reaksiyonları sonucu serbest radikallerin oluşumudur.

Ayrıca balıkların derin yağda kızartılması tavada kızartma işlemine kıyasla, yüksek miktarda kızartma yağı emilmesi sebebiyle balık yağ asidi bileşiminde önemli değişimlere neden olur (Moradi ve ark., 2011). Derin yağda kızartma sırasında yağlar fizikokimyasal değişikliklere uğrar. Ayrıca üründen su kaybı ve yağın ürüne transferi söz konusudur (Jiménez ve ark., 2009).

3.3. Karıştırarak kızartma (Stir Fry)

Çin tekniği olarak bilinmekte ve 2000 yıla yakın süredir Çin'de kullanılmaktadır. Sotelemeye benzemekte ancak sotelemenin aksine gıdanın yer değiştirmesi amacıyla tavanın sallanarak havada zıplatılması yerine karıştırarak kızartma işleminde tava sabit kalarak yiyecekler spatula ile çevrilir. Çin'de karıştırarak kızartma tekniği ocak üzerinde wok tavada gerçekleştirilirken bu teknik standart tavada da uygulanabilir (Şahingöz ve Süren, 2020). Bu yöntemde sebzeler yaklaşık bir dakika içinde ısınacak kadar küçük parçalar halinde kesilir ve onları yağlamaya yetecek kadar yağ ile eşit ısınmayı sağlamak ve yanmayı önlemek için sürekli karıştırmak suretiyle metal bir yüzey üzerinde pişirilir. Karıştırarak kızartmada sadece tavayı önceden ısıtmak ve yağı sebzelerden birkaç saniye önce eklemek önemlidir; aksi takdirde yüksek ısı yağa zarar verir ve yağı tatsız, viskoz ve yapışkan hale getirir. Tavada kızartma hızı pigment ve besin maddelerinin korunması açısından önemlidir (McGee, 2004).

4. KURU ISIDA PİŞİRME YÖNTEMLERİ

4.1. Alttan veya üstten ızgarada pişirme (Grilling, Broiling)

Kömürün koklaştırılmasıyla, odun, gaz ya da elektrikle ısının sağlanması ile besinlerin pişirilmesi yöntemidir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015; Gümüş ve Yardımcı, 2019). Isı kaynağı olarak kömür tercih edilecekse kalorisi yüksek olması ve pişme esnasında özel bir aroma vermesi sebepleriyle meşe odunu kömürü tercih edilmelidir. Genel olarak kaliteli ve yumuşak etler (bonfile, kontrfile, kuzu, süt kuzusu, süt danası pirzolaları, sakatatlar, av hayvanları, tavuk, bazı kebap ve köfte çeşitleri), balık ve sebzelerde (mantar, patlıcan, kabak, biber, mısır, kuru soğan, sarımsak, domates vb) grill olarak pişirilen yiyeceklerdir (Eraslan, 2017). Grill olarak hazırlanacak yiyeceklerin üstü kapatılmaz ve pişirme sıcaklığı genel olarak 150-180 ºC arasında değişmektedir. Pişirme esnasında sıcaklık ve ızgara yüksekliği ayarı çok iyi yapılmalıdır. Örneğin düşük sıcaklık ve ızgaranın yüksek olması özellikle et ve et ürünlerinde öz suyunda kayba sebep olarak lezzet ve besleyiciliğinde azalmalara sebep olmaktadır (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Grilling, alttan ısıtmalı bir düzenek üzerine yerleştirilmiş metal bir ızgara ile yiyecek pişirme yöntemidir (Şahingöz ve Süren, 2020). Broiling ise salamandıra adı verilen ısının yukarıdan aşağıya doğru hareket ettiği bir sistemle üstten ızgara yapılan yöntemdir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015).

Izgara ile pişirmede; yiyecek ızgaraya yerleştirilmeden önce ızgara teli ya da tavası yağlanmış ve gerekli ısıya gelmiş olmalıdır. Pişirilecek etlere tuz ilavesi, su ile birlikte vitamin ve mineral kaybına sebep

olacağından ızgaradan önce yapılmalıdır (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015; Hastaoğlu, 2021).

Izgara gibi kuru pişirme yöntemleri ete çok hoş bir karakteristik lezzet vermesinin nedeni, çok yüksek sıcaklıkta meydana gelen Maillard reaksiyonundan kaynaklanmaktadır. Mailllard reaksiyonu 154 °C'den itibaren amino asitler ve aktif karboniller arasında meydana gelmekte ve bu nedenle suda pişirilen ette bu bileşikler oluşmamaktadır (Roldan ve ark., 2015; Bassam ve ark., 2021). Kırmızı etin grill olarak pişirilmesi sırasında duyusal özelliklerin iyileştiği, pişmiş aroma ve tatta artış olduğu ve 200-260 °C'de ızgara sıcaklığı ve süresi içinde pişirilen etin dokusunu ve şeklini koruduğu bildirilmiştir (Pan ve Cao, 2009).

Izgara ile yapılan bir pişirme işlemi etin mikrobiyal güvenliğini artırmaktadır (Pan ve Cao, 2009; Suleman ve ark., 2020). Izgarada pişirmenin tandırda pişirmeye göre çiğ kokoreçte bulunan patojen mikroorganizmaların yok edilmesi açısından daha etkili olduğu bildirilmiştir (Bilgin ve ark., 2008). Ancak ızgara yapmanın rapor edilen dezavantajlarından biri, etler 200 °C'nin üzerindeki bir sıcaklıkta işlendiğinde heterosiklik aromatik aminlerin (HAA) oluşma riskidir. Izgara et polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH) oluşumuna yatkındır ve pişirme süresinin artmasının ardından benzo(a)piren (B(a)P) içeriğinde bir artış olacağı bildirilmiştir. Izgara ile pişirmede mutajenik ve karsinojenik bileşikler olan PAH ve HAA'ların yüksek derecede pişirme sırasında et ürünlerinin bileşiminde bulunan yağın ateş üzerine damlaması sonucunda da oluşabildikleri ve bu bileşiklerin

oluşan dumanla etin yüzeyine taşındığı bildirilmiştir (Gümüş ve Yardımcı, 2019).

4.2. Barbeque ve mangalda pişirme

Barbeque fırında kızartma tekniğine benzer şekilde daha çok büyük et parçalarının (bütün kaburga, but ya da bütün hindi vb.) kapaklı bir mangal içinde ısı kaynağına doğrudan maruz bırakılmadan közlenen yakıt bir köşeye, pişirilecek gıda diğer köşeye yerleştirilerek yavaş yavaş pişirilmesi işlemidir. Bu şekilde pişirilen etler çok yumuşak ve sulu olmaktadır (Miller ve Rama, 2015).

Yapılan bir araştırmada mangalda pişirilmiş domates, sarımsak, soğan, patlıcan, sivri biber, yeşil biber ve kapya biber sebzelerinde değişen seviyelerde genotoksik PAH bileşikleri oluştuğu ve domates, kapya biber ve soğanın; sivri biber, patlıcan, sarımsak ve yeşil bibere göre daha az seviyelerde PAH toksikantı içerdiği ve en yüksek toplam PAH içeriğinin sivri bibere ait olduğu bildirilmiştir (Öz ve ark., 2021). Başka bir çalışmada ise barbekü, ızgara ve tavada kızartma gibi pişirme yöntemlerinin mikrodalga ile pişirme ve haşlama/buğulama gibi pişirme yöntemlerine kıyasla HAA oluşumunda daha etkili olduğu bildirilmiştir (Çiçek ve Bulgan, 2014).

4.3. Kavurma, fırında kızartma (Roasting)

Kavurma (Roasting), dünya çapında et pişirmek için popüler olarak ve ilk çağlardan beri kullanılan yöntemlerden biridir. İri parçalar halindeki etlerin, piliçlerin, balıkların, av hayvanlarının (sülün, çıllık, elik sırtı vb.) ve patates gibi kök sebzelerin su kullanılmadan yalnızca

yağlanarak ve pişme esnasında biriken etin yağı ve suyunun kullanılması ile pişirilmesi yöntemine verilen addır (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015; Eraslan, 2017; Şahingöz ve Süren, 2020). Bu esnada etlerin kurumaması için tepside toplanan yağ ve su karışımından etlerin üzerine sık sık sürülmelidir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015; Mutlu ve Sandıkcı, 2018). Roasting olarak pişirilecek etlerin etrafında yağ olan kaliteli etlerden (pirzola, kaburga eti, sığır filetosu, but, rosto ve hindi) seçilmesi gerekmektedir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Böylece yiyeceğin dış yüzeyinde gevrek ve kızarmış bir tabaka oluşmaktadır (Mutlu ve Sandıkcı, 2018).

Bu pişirme tekniğinde sürekli bir sıcaklık ve süre kontrolü yapılmalıdır. Servis saatinden önce pişirme sonlandırılırsa servise kadar pişen et sertleşeceğinden pişirme servis saatinde sonlandırılacak şekilde yapılmalıdır. Dışı kızarmadan içinin pişmesi sağlanmalı ve pişirilen etin, tavuğun ya da balığın öz suyunda kayıplara sebep olmasından dolayı delinmemesine özen gösterilmelidir (Eraslan, 2017). Roasting pişirmede dikkat edilmesi gereken bir noktada daldırma tipi bir termometre ile etin orta noktasının (soğuk nokta) sıcaklığının takip edilmesi gerekmektedir. İstenilen iç sıcaklığa ulaşan etlerde pişirme işlemi sonlandırılmalıdır (Alsaffar ve Kalyoncu 2015). Ayrıca, ocakta kısa sürede yüksek ısı uygulanarak kahverengileştirilen aynı zamanda lezzetlendirilen et (Searing işlemi) daha sonra fırında içi pişene kadar roasting olarak pişirildiği iki yöntemin birleştirilerek kullanıldığı pişirme şekilleri de uygulanmaktadır (Gökdemir 2012; Mutlu ve Sandıkcı, 2018).

Roasting pişirme sırasında oluşan bileşiklerin çoğu kükürt bileşikleridir. Sistein gibi kükürt bileşikleri ve tiamin (B1 vitamini) gibi diğer bileşikler et aroması için önemli öncülerdir (Suleman ve ark., 2020).

Yapılan çalışmalarda roasting yöntemiyle pişirilen kırmızı etlerde *Semimembranosus* kasında daha fazla yağ tutunduğu, lezzetinin arttığı ve 170-180 °C arasındaki sıcaklıklarda kavurmanın daha iyi pişirme görünümü sağladığı rapor edilmiştir. Ancak HAA'lar, etteki amino asitler, kreatinin ve şekerler arasındaki reaksiyonlara bağlı PAH oluşumu gözlendiği ve 150 °C'nin üzerindeki roasting pişirmelerde daha fazla lipid peroksidasyonu olduğu bildirilmiştir (Modzelewska-Kapituła ve ark., 2012; Roldán ve ark., 2013).

4.4. Fırınlama (Baking)

Fırınlama fırın gibi kapalı bir ısıtma ortamından radyasyon ve konveksiyon yolu ile gıdaya ısı aktarımı ile pişirmenin gerçekleşmesidir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Makarna, çeşitli hamur ürünleri, balıklar, et ve et ürünlerinin 140-250 ºC'de fırında kuru ısı ile pişirilmesi tekniğidir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015; Şahingöz ve Süren, 2020). Fırınlamada; fırında kızartma, fırında suda pişirme, fırında tencerede pişirme (poeling), gratine etme, grilling ve roasting yöntemleri uygulanabilmektedir (Eraslan, 2017).

Pişirilecek çiğ gıdalar fırının istenen sıcaklığa gelmesi ile fırına yerleştirilmeli, pişirilecek gıdanın parça büyüklüğüne göre tepsi içi yerleştirmesi yapılmalı ve sıcaklık belirlenmelidir. Unlu mamuller

pişirilirken hamurda yer alan şeker, yağ ve süt gibi bileşenler dikkate alınarak hızlı renk değişimlerine sebep olacağından dikkatli bir şekilde sıcaklık ayarı yapılmalıdır (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Konvensiyonel fırınlarda bulunan fan sistemi ile ısı fırın içerisinde eşit olarak dağıtılabilmekte hem görüntü hem de lezzet açısından daha iyi ürün elde edilebilmektedir (Gökdemir, 2012). Fırında pişirme işleminde fırın önceden ısıtılmalı ve hamur işlerinde fırın tepsileri yağlanmalıdır. Yiyeceğin dış yüzeyinin kurumasını ve sertleşmesini önlemek amacıyla pişirme öncesi ve pişirme aşamasında yağlama yapılmalıdır (Mutlu ve Sandıkcı, 2018).

Fırında pişirme işleminden sonra tepside kalan balık (uskumru, palamut ve levrek) sularından balık suyu çorbaları hazırlanabileceği bildirilmiştir (Yavuzer, 2020).

4.5. Tavada pişirme, sotelemek (Saute/Sauting)

Saute kelime anlamı "atlamak, sıçramak, zıplamak" olan Fransızca sauter kelimesinden gelmektedir. Sote pişirme yöntemi (saute) büyük ve yayvan bir tava ile yanma noktası yüksek az miktarda yağ içerisinde küçük ve eşit parçalar halinde kesilmiş ve ıslak ise suyu uzaklaştırılmış gıdaların 160-240 ºC'de hızlı şekilde pişirilmesini sağlayan yöntemdir. Mantar, ıspanak, domates, kabak içi, pazı, soğan, patates, brokoli, taze fasulye, karnabahar, havuç ve biber gibi birçok sebze sote yöntemi ile pişirilebilmektedir. Sebzelerin dışında körpe et, körpe kümes hayvanları, balık, kuzu koyun ve dananın sakatatları da sote yöntemi ile pişirilebilmektedir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015; Eraslan, 2017). Saute yönteminde tavada pişirilen yiyecekler kaşık ya da başka bir aletle

karıştırılmak yerine tavanın ileri ve geri hızlı bir şekilde hareket ettirilmesiyle yukarı sıçratılarak pişirilmeye çalışılmaktadır (Gökdemir, 2012; Gümüş ve Yardımcı, 2019). Bu teknikte çiğ gıdanın yağ çekmesini önlemek ve pişirme süresini kısaltmak için tavanın ve yağın iyice ısıtıldığından emin olduktan sonra çiğ malzemeler tavaya atılmalıdır (Gökdemir, 2012).

Sotelenecek sebze ya da et, pişirmenin aynı zamanda ve homojen olarak gerçekleşmesi için eşit parçalar halinde kesilmelidir. Sotelenecek yiyeceklere tuz ve baharatlar pişirme işleminden önce eklenmelidir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Sote edilecek sebze, balık ya da etler küçük parçalar halinde pişirilecekse tava kapağı kapatılmaz. Ancak iri parçalar sote edilirken gıda renk aldırıldıktan sonra tavanın kapağı kapatılarak pişirmeye devam edilebilmektedir (Eraslan, 2017). Et ya da balık sotelendikten sonra tavada kalan yağ-sıvı karışımının yemek soslarında kullanımı önerilmektedir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015).

4.6. Gratine etmek (Gratinating)

Bu pişirme tekniğinde yemeğin pişirilmesinin yanı sıra yemeğin yüzeyinde çıtırımsı altın sarısı renkte kızartılmış tabaka oluşturmak için yapılan bir işlemdir (Alsaffar ve Kalyoncu, 2015). Bu yöntem bazı kaynaklarda ön pişirme yapılmış yiyeceğin pişirme işlemini tamamlama işlemi olarak da tanımlanmaktadır (Eraslan, 2017). Bu teknikte en çok kabak, karnabahar, patates, pırasa, brokoli, ıspanak ve havuç gibi sebzeler pişirildikten sonra ya da çiğ olarak bu teknikle sunuma hazırlanabilmektedir. Gratine ederek hazırlanacak gıda

beşamel sos, İngiliz sosu, patates cipsi parçaları, patates püresi, yumurtayla karıştırılmış ekmek içi, ekmek içi ile karıştırılmış fındık, badem ya da ceviz içi karışımı, çeşitli peynirler ve yine peynir içeren mornay sosu ile üstü kaplanarak fırında ya da salamanderde 200-250 ºC sıcaklıkta üzerinde kızarmış bir tabaka oluşana dek bekletilmektedir (Gökdemir, 2012; Alsaffar ve Kalyoncu, 2015; Eraslan, 2017). Yemek gratine edilirken aynı zamanda pişirme sağlanacaksa fırın kullanılmalı; şayet yemek öncesinde pişirilmişse sadece gratine edilecekse salamander kullanılmalıdır (Eraslan, 2017).

5. ISI KULLANMADAN PİŞİRME YÖNTEMLERİ

5.1. Kippering yöntemi, tütsüleme, füme (Smoking)

Tütsüleme belirli tekniklerle tuzlanarak hazırlanmış yiyeceklerin çeşitli ağaçların ince testere talaşları kullanılarak hazırlanan dumanına maruz bırakılması işlemidir. (Eraslan, 2017). Tütsüleme işlemi özellikle balıkta (Mersin balığı, alabalık, somon, istavrit, uskumru, lüfer, sardalya, yılan balığı, vb.), kümes hayvanları, bazı peynir çeşitlerinde (isli Çerkez peyniri, Cheddar peyniri), et ve et ürünlerinde uygulanmaktadır. Balıkların tütsülenmesinde yağsız balıkların kuru ve sert bir yapı kazanmasından dolayı yağlı balıklar tercih edilmektedir. Tütsüleme ile üründe değişik bir aroma meydana gelirken eti kurutarak mikrobiyal çoğalmayı ve et yağının oksitlenmesi önlenmektedir. Tütsülenen etlerde otolitik enzimlerin faaliyeti ile etlerin yumuşaması sağlanmakta ve bu ürünlerin raf ömrü artmaktadır. Ayrıca tütsü ile et yüzeyinde jelatinöz bir tabaka oluşumu ile etin iç kısımlarına

mikroorganizma ilerleyişi engellenmektedir (Bulduk, 2016; Deveci, 2018; Şahingöz ve Süren, 2020; Sıçramaz, 2021).

Tütsünün aromasının oluşumunda fenoller ve karboniller büyük rol oynamaktadır (Eraslan, 2017). Tütsü, odunun sıcaklık artışının sağlanarak ve hava girişinin kısıtlanması sonucu tam yanmanın önlenmesi, fakat yıkımın gerçekleşmesi ile elde edilmektedir. Odun tütsüsünde çok sayıda aromatik bileşik tespit edilmiştir ancak karbonillerle fenollerin miktarca baskın olduğu, duyusal olarak hissedilen aromaya en büyük katkıyı ise fenolik bileşikler sağlamaktadır (Sıçramaz, 2021). Tütsüleme işleminde genel olarak meşe ve kayın ağaçları ayrıca bölgeye göre akçaağaç, kiraz ve erik ağaçları da kullanılmaktadır. Tütsüleme işlem basamakları; temizleme ve hazırlama, tuzlama ve salamura, kurutma, tütsüleme ve ambalajlama ve depolama şeklindedir (Şahingöz ve Süren, 2020; Sıçramaz, 2021).

Bu şekilde ön işlemlerden geçirilen gıdaların tütsülenmesi için; geleneksel (soğuk ve sıcak tütsüleme), elektrostatik ve sıvı tütsü kondensatları ile tütsüleme gibi farklı uygulamalar kullanılmaktadır (Şahingöz ve Süren, 2020; Sıçramaz, 2021).

Kırmızı etin tütsülenerek pişirilmesinde mikroorganizmaların inaktif edilmesi ile güvenliği artmakta, duyusal özellikler iyileştirilmekte, yağ acılığını önleyici etki göstermekte lezzet ve uçucu bileşiklerde artış görülmektedir. Ancak bu pişirme tekniği ile pişirilen kırmızı etlerde PAH'lar, benzopirenler, nitrozaminler gibi kanserojenik madde

oluşumuna ve mide enfeksiyonlarına yol açtığı da bildirilmiştir (Hou ve ark., 2017; Pöhlmann ve ark., 2013; Sugimura ve ark., 2004).

5.2. Olgunlaştırma (Aging)

Olgunlaştırma (aging) kesim sonrasında etlerin lezzetini, kalitesini gevrekliğini artırmak için kullanılan yöntemlerden biridir (Özdemir ve Yanar, 2021). Günümüzde birçok gelişmiş ülkede yaygın olarak kullanılan, kuru ve yaş olgunlaştırma olarak adlandırılan iki tip olgunlaştırma tekniği bulunmaktadır. Kuru olgunlaştırma (dry aging), karkasların ya da parça etlerin herhangi bir koruyucu materyal olmaksızın ambalaj kullanılmadan sıcaklık (0-4 °C), bağıl nem (%85-90) ve hava akımının her 30 dakikada bir (0.5-2 m/s) kontrol altında tutulduğu depolarda, kolayca çıkartılabilen delikli çelik raflarda, kontrollü oda ya da dolaplarda (Şekil 1) belirli bir süre bekletilmesi olarak tanımlanmaktadır (Karaduman ve ark., 2018; Akkaya, 2019). Bu sürede proteoliz, lipoliz ve sakkaroliz gibi biyokimyasal reaksiyonlar ile olgunlaşma tamamlanmaktadır (Karaduman ve ark., 2018). Kuru olgunlaştırma yönteminde başarıyı sağlayabilmek için dikkat edilmesi gereken en önemli faktörler ortamın sıcaklığı, olgunlaştırma süresi, hava akımı, ortamın bağıl nemi ve hijyeni olup, optimum gevreklik ve lezzette, sağlıklı bir et elde etmek ve kurutma işleminden kaynaklanan fireyi en aza indirmek için bu faktörlerin tamamının kontrol altında tutulması gerekmektedir (Dashdorj ve ark., 2016; Karaduman, ve ark., 2018). Kuru olgunlaştırmada depolama sıcaklığı donma sıcaklığının altına düşerse enzimatik değişimler durmaktadır. Kuru olgunlaştırma yönteminde depolama süresi kesin olarak belirli değildir ancak

olgunlaştırma süresi uzadıkça firenin arttığı ve mikrobiyolojik kalitenin düştüğü bilinmektedir. Ancak süre uzadıkça proteolizin artması ile serbest aminoasitler ve umami tat veren bir bileşik olan glutamik asit konsantrasyonu da artmaktadır (Karaduman ve ark., 2018). Olgunlaştırma işleminde bakteri gelişimini önlemek için UV ışınlarının kullanılması önerilmektedir (Özdemir ve Yanar, 2021)

Kuru olgunlaştırma işlemi uzun süren bir işlemdir ve olgunlaştırılacak etin yağ içeriği homojen yapıda olan birinci kalitede mermerleşmeye (marbling) uygun bir et olması gerekmektedir. Bunların yanı sıra kuru olgunlaştırma fire, trimleme kaybı, kontaminasyon riski ve olgunlaştırma koşullarının sağlanması gerekliliği sebepleriyle maliyeti yüksek bir yöntemdir (Akkaya, 2019).

Yaş olgunlaştırma (wet aging) ise etlerin hava almalarını engelleyecek vakum paketler içerisinde belli bir süre (7-35 gün) buzdolabı sıcaklığında bekletilmesi işlemidir. Yaş olgunlaştırmada vakum paketlemeden dolayı enzimatik aktivite devam etmekte ancak dehidrasyon kaynaklı kayıplar önlendiği için maliyet düşürülmüş olmaktadır (Karaduman ve ark., 2018; Akkaya, 2019; Özdemir ve Yanar, 2021). Hava ile temas kesildiğinden oksidasyon engellenmekte bu sayede et rengi korunmakta ve lipid oksidasyonu ile ortaya çıkabilecek acılaşma önlenebilmektedir. Ancak et rengi korunurken oksijenle irtibat olmadığından ette kahverengileşme sorunu ortaya çıkabilmektedir (Akkaya, 2019). Yaş olgunlaştırmada fire daha az olacağından kuru olgunlaştırmaya göre daha çok tercih edilmektedir.

İki olgunlaştırma yöntemi arasındaki en büyük fark lezzetten kaynaklanmaktadır (Karaduman ve ark., 2018; Akkaya, 2019).

5.3. Kürleme (Curing)

Kürleme (curing) nitrat/nitrit, çeşitli baharatlar ve ürünün çeşidine göre bazı farklı bileşenlerin eşliğinde tuz ile muamele edilerek kalite ve mikrobiyal özelliklerinin geliştirilmesi işlemidir (Öz, 2018; Babaoğlu, 2020; Frequeza ve ark., 2021). Kürleme işleminde mikrobiyal koruma tuzun suyu uzaklaştırması ile su aktivitesinin düşmesinden kaynaklanmaktadır (Öz, 2018). Kürlenmiş et ürünlerinin sertleştirilmiş aromasının ve özellikle koyu kırmızı renk özelliğinin oluşumu, nitrat/nitrit ile tuz kullanımına bağlı olduğu bildirilmiştir (Frequeza ve ark., 2021). Kürlemede aromatik bileşikler ve tekstürel değişikliklere lipid ve proteinlerin substrat olarak katıldığı hidrolitik ve oksidatif reaksiyonlar yol açmaktadır (Ordóñez ve ark., 1999).

Et ürünlerinde kürleme yönteminde kullanılan sodyum nitrat/nitrit, arzu edilen ürün rengini sağlaması, *C. botulinum*'un gelişimini inhibe etmesiyle koruyucu etki göstermesi, aroma oluşumuna katkı sağlaması ve antioksidan etki göstermesi ile ürün kalitesine olumlu etkiler sağlamaktadır. Ancak bu bileşenlerin miktarları ayarlanmadığı takdirde sağlığa zararlı bileşenler olan N-nitrozaminler oluşmaktadır (Işıksal, 2021). Son zamanlarda yapılan araştırmalarda nitrat/nitrit kullanımı yerine bitki ve sebze (kereviz, siyah havuç, maydanoz, pancar, paprika, yaban mersini, domates, dereotu, ıspanak, pazı, roka, karamuk vb) toz ve ekstraktlarının kullanım olanakları araştırılmaktadır (Babaoğlu, 2020; Işıksal, 2021; Can, 2021). Bu yöntemle dünyada ham, lacon,

prosciutto di Parma, country style ham, jambon de Savoie ve Bündnerfleisch gibi et ürünleri Türkiye'de ise pastırma gibi değişik görüntü, aroma ve lezzette et ürünleri elde edilmektedir (Öz, 2018; Babaoğlu, 2020; Frequeza ve ark., 2021).

5.4. Fermentasyon

Fermentasyon yöntemi, endüstriyel olarak enzimler, mikrobiyal metabolitler, rekombinant ürünler ve biyotransformasyon ürünlerin elde edilmesinde kullanılmaktadır (Aran, 2019). Gıda endüstrisinde mikroorganizmaların sahip oldukları enzimler ile katıldıkları gıdada belirli bir substratı istenen ürüne çevirmesi fermentasyon olarak adlandırılmaktadır. Özellikle et endüstrisinde fermente et ürünlerinin üretiminde bu yöntem kullanılmaktadır (Bulduk, 2016; Aran, 2019).

Tüm dünya genelinde yaygın olarak üretilen fermente ürün hammaddeleri; sebzeler, soya ve diğer baklagiller, tahıllar, süt, balıklar ve et olarak sayılabilmektedir. Fermente bitkisel ürünlerde (soslar, turşular, çorbalar, garnitürler vb) genellikle laktik asit fermantasyonu ile üretilmektedir. Dünyada fermente sebze ürünlerine kimchi, sauerkraut (lahana turşusu), gundruk, sunki ve şalgam; fermente soya ürünlerine miso, soya sosu, natto, tempeh ve tofu; fermente tahıl ürünlerine idli, dosa, dhokla, tarhana, mahewu ve boza; fermente süt ürünlerine kefir, kımız ve kurut; fermente et ürünlerine sucuk örnek olarak verilebilir (Karaçil ve Acar Tek, 2013). Fermantasyon yoluyla üretilen içeceklere ise bira, şarap, şampanya, vermut ve aynı zamanda

bir fermente süt ürünü olan kımız örnek verilebilir (Aktaş ve Özdemir, 2012).

5.5. Asit reaksiyonu

Isı kaynağına ihtiyaç duymadan et, balık ve sebzelerin narenciye, limon veya tuz gibi asit oranı yüksek ürünlerin kullanılması ile marine edilerek pişirilmesi yöntemidir. Genelde balık gibi bağ dokusu yumuşak etler için tercih edilmektedir. Peru ve diğer Latin Amerika ülkelerinde yaygın olarak tüketilen bir yemek olan ceviche, deri ve kılçıklarından tamamen ayrılmış balık filetosunun ince parçalar halinde doğranarak taze kişniş, sarımsak, kırmızı biber ile karıştırıldıktan sonra üzerini örtecek kadar narenciye suyu (misket limonu) ile kaplanması ve buzdolabında belirli bir süre bekletilmesi ile hazır hale gelen bir yemektir (Torres-Vitela ve ark., 1997; Mathur ve Schaffner, 2013). Türkiye'de ise hamsi balığı ile hazırlanan limonlu çiğ hamsi, asitte pişirmeye güzel bir örnek teşkil etmektedir. Ancak, özellikle aside dayanıklı patojen mikroorganizmalar yükü fazla olan balıkların bu tip bir pişirme ile tüketilmesinde çok dikkatli olunmalıdır (Fuchs ve Sirvas, 1991; Mathur ve Schaffner, 2013).

5.6. Kas gücü ile pişirme

Hazırlanacak gıdanın çeşitli baharatlarla (kırmızı biber, isot, reyhan, karabiber vb.) ve tuz ilavesi ile sürekli yoğrulması işlemi kas gücü ile pişirme olarak adlandırılmaktadır. Türkiye'de çiğ köfte olarak adlandırılan çiğ köftelik çekilmiş et, köftelik bulgur, çeşitli baharatlar ve tuz ile yapılan yiyecek bu tip bir pişirmeye örnek olarak verilebilir.

KAYNAKLAR

Akbaba, A., Çetinkaya, N. (2020). Gastronomi ve yiyecek tarihi. Detay Yayıncılık, Ankara.

Akkaya, E. (2019). Farklı enzim uygulamalarının ve olgunlaştırma yöntemlerinin sığır etlerinin kalite parametreleri ve raf ömrü üzerine etkisi (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Aktaş, A. Özdemir, B. (2012). İçki Teknolojisi. Detay Yayıncılık, Ankara.

Albistur, A.R., Gámbaro, A. (2018). Consumer perception of a non-traditional market on sous vide dishes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 11: 20-24.

Alsaffar, A., Kalyoncu, B. (2015). Pişirme yöntemleri. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., Ankara.

Aran, N. (2019). Gıda Biyoteknolojisi (7. Basım). Nobel, Ankara.

Ayub, H. and Ahmad, A. (2019). Physiochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat, International Journal of Gastronomy and Food Science, 17: 1-8.

Babaoğlu, A.S. (2020). Kurutulmuş bazı sebze tozlarının fermente sucuk üretiminde alternatif kürleme ajanı olarak kullanılabilme imkanları (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Bassam, S.M., Noleto-Dias, C., Farag, M.A. (2021). Dissecting grilled red and white meat flavor: its characteristics, production mechanisms, influencing factors and chemical hazards. *Food Chemistry*, 371: 131139.

Bilgin, B., Makarnacı, N., Yılmaz, İ. (2008). Çiğ ve farklı metotlarla pişirilen kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. In Proceedings of the 10th Food Congress. 21-23 Mayıs 2008, P. 573-576. Erzurum, Turkey.

Bulduk, S. (2016). Gıda Teknolojisi. Detay Yayıncılık, Ankara.

Can, H. (2021). Biyo-dönüştürülmüş roka ekstraktının, karamuk ekstraktı ile nitrit ikamesi olarak ısıl işlem görmüş sucuk formülasyonlarında kullanımının bazı kalite parametrelerine etkisinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Clifford, A. Dawson, P. (2012). Culinary method affects the antioxidant activity of collard greens (Brassica oleracea). *Journal of Food Research,* 1(4): 66-73.

Çiçek, Ü., Bulgan, A. (2014). Et ve et ürünlerinde heterosiklik aminler. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30 (1): 25-32.

Dashdorj, D., Tripathi, V.K., Cho, S., Kim, Y., Hwang, I. (2016). Dry aging of beef; Review. *Journal of Animal Science and Technology*, 58(1): 20.

Deveci, İ. (2018). Farklı odun talaşlarıyla tütsülenen alabalıklarda polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) düzeylerinin araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Eraslan, N. (2017). Pişirme yöntemleri. Geliştirilmiş ve gözden geçirilmiş 3. Basım. Nobel, Ankara.

Fraqueza, M. J., Laranjo, M., Elias, M., Patarata, L. (2021). Microbiological hazards associated with salt and nitrite reduction in cured meat products: Control strategies based on antimicrobial effect of natural ingredients and protective microbiota. *Current Opinion in Food Science*, 38: 32-39.

Fuchs, R.S., Sirvas, S. (1991). Incidence of Listeria monocytogenes in an acidified fish product, ceviche. *Letters in Applied Microbiology*, 12(3): 88-90.

Goncalves, E.M., Pinherio, J., Alegria, C., Abreu, M., Brandão, T.R.S., Sılva, C.L.M. (2009). Degradation kinetics of peroxidase enzyme, phenolic content and physical and sensorial characteristics in broccoli (Brassica oleracea L. ssp. Italica) during blanching. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 57: 5370-5375.

Gökdemir, A. (2012). Pişirme yöntemleri ve teknikleri I-II. Detay Yayıncılık, Ankara.

Gümüş, A.B., Yardımcı, H. (2019). Pişirme sonucu meydana gelen mutajenik-karsinojenik bileşikler. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22 (2): 136-141.

Hastaoğlu, E. (2021). Izgara pişirilmiş etlerin duyusal özelliklerine farklı marinatların etkisinin çok kriterli karar verme teknikler ile incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14 (79).

Helstosky, C. (2015). Cuisine and Empire: Cooking in World History. *Journal of Historical Geography*, (47): 113-114.

Hou, C., Wang, Z., Wu, L., Chai, J., Song, X., Wang, W., Zhang, D. (2017). Effects of breeds on the formation of heterocyclic aromatic amines in smoked lamb. *International Journal of Food Science & Technology,* 52 (12): 2661-2669.

Huarte, E., Juániz, I., Cid, C., Peña, M.P. (2021). Impact of blanching and frying heating rate/time on the antioxidant capacity and (poly)phenols of cardoon stalks (Cynara cardunculus L. var. altilis DC). *International Journal of Gastronomy and Food Science,* 26: 1-8.

Işıksal, S. (2021). Sucuk üretiminde bitkisel kaynaklı nitrat kullanımı (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Jaiswal, A.K, Gupta, S., Abu-Ghannam, N. (2012). Kinetic evaluation of colour, texture, polyphenols and antioxidant capacity of Irish York cabbage after blanching treatment. *Food Chemistry,* 131 (1): 63-72.

Jiménez-Monreal, A.M., García-Dız, L., Martínez-Tomé, M., Mariscal, M., Murcia, M.A. (2009). *Journal of Food Science,* 74(3): 97-103.

Juárez, M., Failla, S., Ficco, A., Peña, F., Avilés, C., Polvillo, O. (2010). Buffalo meat composition as affected by different cooking methods, *Food and Bioproducts Processing,* 88: 145-148.

Karaçil, M.Ş., Acar Tek, N. (2013). Dünyada üretilen fermente ürünler: tarihsel süreç ve sağlık ile ilişkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 163-174.

Karaduman, T.A., Gökçe, R., Ergezer, H., Akcan, T. (2018). Kuru olgunlaştırma yöntemi ile olgunlaştırılan bonfile, nuar ve kaburga etlerinin bazı fizikokimyasal ve duyusal özellikleri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 20: 46-54.

Kim, W.Y., Kim, J.M., Han, S.B., Lee, S.K., Kim, N.D., Park, M.K., Kim, C.K., Park, J.H. (2000). Steaming of ginseng at high temperature enhances biological activity. *Journal of Natural Products,* 63(12): 1702-1704.

Kwofie, E.M., Ngadi, M. (2017). A review of rice parboiling systems, energy supply and consumption. *Renewable and sustainable energy reviews*, 72: 465-472.

Llave, Y., Shibata-Ishiwatari, N., Watanabe, M., Fukuoka, M., Hamada-Sato, N., Sakai, N. (2017). Analysis of the effects of thermal protein denaturation on the

quality attributes of sous-vide cooked tuna. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42: 1-11.

Mathur, P., Schaffner, D.W. (2013). Effect of lime juice on Vibrio parahaemolyticus and Salmonella enterica inactivation during the preparation of the raw fish dish ceviche. *Journal of food protection*, 76(6): 1027-1030.

McGeen, H. (2004). On food and cooking:The science and lone of the kitchen, Cooking methods. ISBN:13-978-0-684-8001-1, 160,215, New York London Toranto Sydney.

Miller, B., Rama, M. (2015). Cooking Basics for DUMMIES (Yemek pişirmenin temelleri for DUMMIES), Çevirmen: Fadime ÜNAL. Nobel Yaşam, Ankara.

Modzelewska-Kapituła, M., Dąbrowska, E., Jankowska, B., Kwiatkowska, A., Cierach, M. (2012). The effect of muscle, cooking method and final internal temperature on quality parameters of beef roast. *Meat science*, 91(2): 195-202.

Mora, J. (2012). An examination of modernist culinary techniques and equipment and their application in catering operations, 1-49, University of Nevada, Las Vegas.

Moradi, Y., Bakar, J., Motalebi, A.A., Syed Muhamad, S.H., Che Man, Y. (2011). A rewiev on fish lipid: composition and changes during cooking methods. *Journal of aquatic food product technology*, 20: 379-390.

Mutlu, A.S., Sandıkcı, M. (2018). Farklı pişirme yöntemlerine göre tabak artığı oluşumu: Afyon Kocatepe Üniversitesi merkez yemekhane örneği. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6 (85): 520-538.

Ordóñez, J.A., Hierro, E. M., Bruna, J. and Hoz, L. (1999). Changes in the components of dryfermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39(4): 329-367.

Öz, E. (2018). Kas tipinin pastırmanın proteolitik değişimleri ve bazı kalitatif özelliklerine etkisi (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Öz, E., Savaş, A., Ekiz, E., Öz, F. (2021). Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 36 (1): 13-22.

Özdemir, V.F., Yanar, M. (2021). Kırmızı Etin Gevrekleştirilmesinde Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(1): 795-806.

Pan, H., Cao, Y. (2009). Optimization of pretreatment procedures for analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in charcoal-grilled pork. *Analytical Letters*, 43(1): 97-109.

Pöhlmann, M., Hitzel, A., Schwägele, F., Speer, K., Jira, W. (2013). Influence of different smoke generation methods on the contents of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances in Frankfurter-type sausages. *Food Control,* 34 (2): 347-355.

Pulgar, J.S., Gázquez, A. & Ruiz-Carrascal, J. (2012). Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking tenperature and cooking time. *Meat Science*, 90: 828-835.

Renna, M., Gonnela, M., Giannio, D., Santamaria, P. (2013). Quality evaluation of cook chilled chicory stems (Cichorium intybus L., Catalogna group) by conventional and sous vide cooking methods. *Journal of Science Food Agriculturel*, 94: 656-665.

Roldán, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A. I., Ruiz, J. (2013). Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. *Meat science*, 93 (3): 572-578.

Roldan, M., Ruiz, J., Pulgar, J.S., Palacios, T.P., and Antequera, T. (2015). Volatile compound profile of sous-vide cooked lamb loins at different temperature-time combimations. *Meat Science*, 100: 52-57.

Sarıışık, M. (2019). Tüm Yönleriyle Gastronomi Bilimi. Detay Yayıncılık, Ankara.

Sıçramaz, H. (2021). İsli çerkez peynirinin üretim parametrelerinin optimizasyonu (Doktora Tezi), Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Sioen, I., Haak, L., Raes, K., Hermans, C., Henauw, S.D., Smet, S.D., Camp, J.V. (2006). Effects of pan frying in margarine and olive oil on the fatty acid composition of cod and salmon. *Food Chemistry,* 98: 609-617.

Smith, O. Davis, C.O. (1962). Potato quality XIII. Preventing after-cooking discoloration in oil blanched french fries. *American Potato Journal*, 39: 45-56.

Sugimura, T., Wakabayashi, K., Nakagama, H., Nagao, M. (2004). Heterocyclic amines: Mutagens/carcinogens produced during cooking of meat and fish. *Cancer Science*, 95 (4): 290-299.

Suleman, R., Wang, Z., Aadil, R.M., Hui, T., Hopkins, D.L., Zhang, D. (2020). Effect of cooking on the nutritive quality, sensory properties and safety of lamb meat: Current challenges and future prospects. *Meat Science,* 167: 108172.

Şahingöz, S.A., Süren, T.T. (2020). Mutfak Uygulamaları. Detay Yayıncılık, Ankara.

Torres-Vitela, M.R., Castillo, A., Finne, G., Rodriguez-Garcia, M.O., Martinez-Gonzales, N. E., & Navarro-Hidalgo, V. (1997). Incidence of Vibrio cholerae in fresh fish and ceviche in Guadalajara, Mexico. *Journal of Food Protection*, 60(3): 237-241.

Villarreal, V.R., Saldivar, S.O.S., Lara, S.G. (2017). Effects of parboiling and other hydrothermal treatments on the physical, functional and nutritional properties of rice and other cereals. *AACC International,* 95: 79-91.

Xu, B., Chang, S.K.C. (2008). Effect of soaking, boiling and steaming on total phenolic content and antioxidant activities of cool season food legumes. *Food chemistry*, 110: 1-13.

Yavuzer, E. (2020). Uskumru, palamut ve levrek balıklarının fırında pişirme işlemi sonrasında kalan balık sularının yağ asidi içeriğinin belirlenmesi ve balık suyu çorbası yapımında kullanımı. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2): 255-262.

BÖLÜM 11

GIDALARDA MEYDANA GELEN PROTEİN OKSİDASYONU VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Ebru ERDEMİR[1]

[1] Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ağrı, Türkiye, ORCİD No: 000-0001-5001-8151, eerdemir@agri.edu.tr

1. GİRİŞ

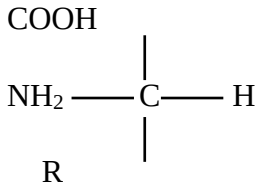
Proteinler birçok gıdanın yapısında bulunan makro moleküllerdir. Gıdalar vasıtasıyla vücudumuza alınan proteinlerin birçok önemli görevi vardır. Bu görevler, canlılığın temel öğesi olması, hücre, hormon ve enzimlerin yapısının protein olması, hücre zarında lipitlerle birlikte bulunması, büyüme, yapım ve onarım için elzem olmaları ve enerji vermeleri şeklinde sayılabilir. Proteinler aynı zamanda tükettiğimiz gıdanın kalitesi, işlenmesi, duyusal ve tekstürel özellikleri üzerinde de büyük etkilere sahiplerdir. Gıda proteinlerinin serbest radikallerin öncelikli hedefi olduğu ve protein oksidasyonunun proteinlerin işlevselliği ve gıda kalitesi üzerinde önemli etkileri olduğu bilinmektedir (Erdemir, 2017; Estévez ve Luna, 2017; Baysal, 2018). Aşağıda, protein, amino asit ve protein oksidasyonu hakkında kısa açıklamalar yapıldıktan sonra gıdalarda meydana gelen protein oksidasyonunun ürün ve sağlığımız üzerindeki etkileri hakkında bilgi verilecektir.

2. PROTEİN VE AMİNO ASİTLER

Protein kelimesi Latince'de "Yaşayan varlıklar için elzem azotlu öğe" anlamına gelmektedir (Baysal, 2018). Bütün canlı varlıkların en önemli ve hücrelerin de en bol bulunan organik bileşikleri olan proteinler, aynı zamanda tüm hayati olayların gerçek temeli olarak çok büyük fizyolojik öneme sahip olan gıda bileşenleridir. Yapılarında karbonhidrat ve lipitlerden farklı olarak karbon (%50), hidrojen (%7), oksijenin (%23) yanı sıra azot (%16), kükürt (%0-3) ve fosfor (%0-0,8) içermektelerdir. Bazı durumlarda ise yapılarına demir, bakır, iyot, çinko ve mangan gibi

elementler de katılmaktadır. Proteinler, molekül ağırlıkları 5-10 binden birkaç milyona kadar değişebilen, yapı taşları amino asitler olan büyük moleküllerdir (Keha ve Küfrevioğlu, 2012; Demirci, 2014).

Proteinler, amino asitlerin peptit bağları ile bağlanması sonucu oluşmaktadır. Bazı proteinler, yapılarında "prostetik grup" olarak adlandırılan protein olmayan bileşikleri de içermektedir. Bu proteinlere "proteidler" denir. Doğada, hücre ve dokularda serbest veya birleşmiş olarak 300'den fazla amino asit vardır ancak proteinlerin yapısına giren 20 tane standart amino asit vardır (Tablo 1). Amino asitler, bir karboksil grubu (-COOH), bir amino grubu ($–NH_2$), bir yan grup (-R) ve bir hidrojen atomundan (-H) oluşmaktadır (Şekil 1). R grubunun farklı olması farklı amino asitlerin oluşmasını sağlamaktadır. Amino asitlerin farklı sayıda ve şekilde dizilmesi ile de birçok önemli görevleri olan farklı proteinler oluşmaktadır. Proteinlerin yapısında bulunan amino asitlerden 8 tanesi yetişkinler için esansiyel iken çocuklar için esansiyel olan amino asit (arginin ve histidin) sayısı 10'dur (Keha ve Küfrevioğlu, 2012; Demirci, 2014; Baysal, 2018).



Şekil 1: Bir amino asidin genel yapısı

Tablo 1. Proteinlerin yapısında yer alan amino asitler ve sembolleri

Esansiyel amino asitler	**Sembolü**	**Esansiyel olmayan amino asitler**	**Sembolü**
Lisin	Lys	Alanin	Ala
Lösin	Leu	Arginin	Arg
İzolösin	Ile	Asparagin	Asn
Fenilalanin	Phe	Aspartik asit	Asp
Metiyonin	Met	Glutamin	Gln
Treonin	Thr	Glutamik asit	Glu
Triptofan	Trp	Glisin	Gly
Valin	Val	Hisitdin	His
		Prolin	Pro
		Trozin	Tyr
		Serin	Ser
		Sistein	Cys

Bütün hayvansal ve bitkisel gıdalarda bulunan proteinlerden sindirimde fazla kayba uğramayan, büyük oranda vücutta kullanılan ve amino asitleri insan vücudu için daha uygun olan hayvansal kaynaklı proteinler "kaliteli protein kaynağı" olarak adlandırılmaktadır. Bitkisel kaynaklı proteinler ise sindirimde kayba uğramakta ve içerdikleri amino asitlerin oranı, insan vücut proteinlerinin yapısındaki oranlardan farklılık göstermektedir. Örneğin; et, süt ve yumurta benzeri hayvansal kaynaklı proteinler %91-100, tahıl proteinleri %79-90, kuru baklagil proteinleri %69-90 düzeyinde sindirilmektedir. Gıdalar ile aldığımız proteinleri vücutta kullanılma durumlarına göre aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

-Örnek protein: Yumurta ve anne sütü ile alınan proteinlerdir. Bebekler, anne sütü ile alınan proteini tam olarak kendi doku proteinlerine çevirebilmektedir.

-İyi kalite protein: Et, süt, balık ve ürünleri ile alınan proteinlerdir.

-Düşük kalite protein: Bitkisel kaynaklı proteinlerdir (Baysal, 2018; Ünsal, 2019).

Tablo 2'de çeşitli gıdalarda bulunan protein miktarları verilmiştir.

Tablo 2. En çok protein bulunan gıdaların 100 g'daki protein miktarı (g) (Ünsal, 2019)

Gıdalar	g/100 g
Soya fasulyesi	30-35
Kuru baklagiller	20-25
Peynirler	15-25
Et, tavuk, balık	15-22
Yumurta	12-13
Tahıllar	8-12
Süt	3-4

3. PROTEİN OKSİDASYONU

Oksidasyon, gıda ürünlerinin işlenmesi ve depolanması sırasında kalite bozulmalarının başlıca nedenlerinden birisidir. Gıda sistemlerinde lipit oksidasyonu uzun yıllardır kapsamlı bir şekilde araştırılırken daha önce iyi tanımlanamayan ancak şimdilerde daha iyi anlaşılan protein oksidasyonunun gıda sistemlerinde etkileri ve mekanizmaları hakkında bilgi veren araştırma sayısı sınırlıdır. Protein oksidasyonu, reaktif

oksijen türleri (ROT: •OH, •OOH vb.) ile doğrudan reaksiyonlar veya oksidatif stresin ikincil yan ürünleri ile dolaylı reaksiyonlar tarafından indüklenen bir proteinin kovalent modifikasyonu olarak tanımlanmaktadır (Zhang ve ark., 2013; Erdemir, 2017). Tüm aerobik organizmalarda üretilen, çevresel faktörlerin ve hücresel metabolik aktivitelerin sonucunda oluşan ROT'lar, nükleik asit, protein, lipit ve karbonhidrat gibi hücrenin temel makro moleküllerine zarar veren oldukça reaktif ürünlerdir. Proteinlerin yapısında olan ve serbest halde bulanan amino asitler çeşitli ROT, reaktif azot türleri (RAT) ve metal iyonlarının okside edici etkilerine karşı oldukça hassastırlar (Büyükgüzel 2013; Hematyar ve ark., 2019). ROT'lar, hem amino asit yan zincirlerinde hem de protein omurgalarında protein parçalanmasına veya protein-protein çapraz bağlantılarını oluşturan oksidasyona neden olabilmektedir. Bu modifikasyonlar, proteinlerin birincil, ikincil ve üçüncül yapı seviyelerinde yapısal değişikliklere yol açmaktadır. Tüm amino asitler, ROT'lar tarafından modifiye edilebilmesine rağmen, sistein ve metiyonin amino asitlerindeki kükürt grubunun yüksek reaksiyon duyarlılığı nedeniyle bu amino asitler oksidatif değişikliklere en duyarlı olan amino asitlerdir. Proteinlerin oksidatif modifikasyonları, konformasyon, yapı, çözünürlük, proteolize duyarlılık ve enzim aktiviteleri gibi proteinlerin fiziksel ve kimyasal birçok özelliğini değiştirebilmektedir. Bu değişiklikler, gıda ürünlerinin işleme özelliklerini ve ürün kalitesini etkilemektedir (Zhang ve ark., 2013). Protein oksidasyonunu gıdanın türü, yağ miktarı, yağ asidi kompozisyonu, sıcaklık, pH, su aktivitesi, işleme koşulları, ortamda

bulunan katalizör ve inhibitör maddeler, ambalaj materyali gibi faktörler etkilemektedir (Estévez, 2011; Bastıoğlu ve ark., 2016).

Protein oksidasyon aşamaları Şekil 2'de sırasıyla gösterilmektedir. İlk aşamada serbest radikaller protein yan zincirleri ile reaksiyona girerek protein serbest radikallerini ($P^{\bullet}$) oluşturmaktadır. Oluşan serbest radikaller 2. aşamada moleküler oksijenle reaksiyona girerek protein peroksit radikallerini ($POO^{\bullet}$) meydana getirmektedir. 3. aşamada $POO^{\bullet}$ radikalleri başka bir molekülden hidrojen atomunu alarak protein hidroperoksitlerini (POOH) ve yeni bir protein radikalini ($P^{\bullet}$) oluşturmaktadır. 4. ve 5. aşamalarda ise oluşan protein hidroperoksit radikallerinin parçalanması ile bazı amino asit kalıntıları karbonil türevine dönüşmektedir. Oksidasyonun ardından proteinlerin katalitik aktivitelerinde kayıp ve proteolitik parçalanmaya karşı hassasiyette ise artış olmaktadır (Martinaud ve ark., 1997; Dalmış, 2007; Erdemir, 2017).

1. Aşama: $PH + OH^{\bullet} \longrightarrow P^{\bullet} + H_2O$
2. Aşama: $P^{\bullet} + O_2 \longrightarrow POO^{\bullet}$
3. Aşama: $POO^{\bullet} + PH \longrightarrow POOH + P^{\bullet}$
4. Aşama: $2POO^{\bullet} \longrightarrow 2PO^{\bullet} + {}^1O_2$
5. Aşama: $2POO^{\bullet} + HO^{\bullet} \longrightarrow PO\bullet + O_2 + HO^{\bullet}$

Şekil 2: Protein oksidasyon reaksiyonları

Karbonil bileşiklerinin oluşumu protein oksidasyonu boyunca meydana gelen en önemli değişikliklerden biridir. Karbonil gruplarının

oluşmasının yanı sıra farklı ürünlerin oluştuğu birçok protein oksidasyonu da mevcuttur (Estévez, 2011; Erdemir, 2017). Gıda sistemlerinde her yerde meydana gelen karmaşık bir kimyasal süreç olan protein oksidasyonu üzerine ilk araştırmalar kas protein oksidasyonuna odaklanırken, daha sonraki araştırmalar bitki, süt ve yumurta protein oksidasyonlarını içermeye başlamıştır (Xiong ve Guo, 2021). Protein oksidasyonunun mekanizmalarını anlamak, gelecekte daha iyi görünüme, duyusal kaliteye ve besin değerine sahip gıdalar üretmemizi sağlayacaktır.

4. ÇEŞİTLİ GIDALARDA GERÇEKLEŞEN PROTEİN OKSİDASYONUNUN ÜRÜNLERİN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Protein oksidasyonu, son zamanlarda gıda teknolojisi ve beslenme alanında üzerinde durulan çalışma konusu haline gelmiştir. Bu alandaki güncel çalışmalar, oksitlenmiş gıdaların beslenme ve sağlık üzerine etkilerine dikkat çekmektedir. Hem lipit hem de protein oksidasyon ürünleri, işleme ve depolama sırasında gıdada birikir, gıda alımı ile birlikte bu ürünler vücudumuza alınmaktadır. Bilindiği gibi gıda alımı ve beslenme alışkanlıkları sağlığımız üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Yüksek protein içeriğine sahip gıdaların ve yüksek oranda işlenmiş ürünlerinin yüksek oksidasyon oranlarına sahip olabileceği ifade edilmiştir (Estévez ve Luna, 2017). Gıda ürünlerinde tekstür oluşumu için protein oksidasyonunun istendiği durumlarda, ürünlerin kalitesini iyileştirmek için uygun oksitleyici ajanlar veya işleme koşulları uygulanmalıdır. Ayrıca, arzu edilen özelliklerin (jelleşme,

emülsifiye etme, film oluşturma ve su tutma kapasiteleri vb.) oluşması için protein oksidasyonunu kontrol altına almak gerekirse antioksidanlar uygun oranlarda kullanılmalıdır (Xiong ve Guo, 2021).

Tablo 3'de yaygın olarak oksidatif çalışmalara tabi tutulmuş farklı gıda gruplarının proteinleri listelenmiştir.

Tablo 3. Farklı gıdalarda oksidasyonları üzerine çalışma yapılan proteinler (Xiong ve Guo, 2021)

Gıda	Protein	İşlevi
Et (domuz eti, sığır eti, tavşan, tavuk, hindi)	Miyofibriler protein, miyosin, jelatin	Jelleşme, emülsifikasyon, su tutma
Balık	Surimi (ham miyofibriller protein), jelatin	Jelleşme, film oluşumu
Süt	Whey proteini, α-laktalbümin, β-laktoglobulin, laktoferrin, sığır serumu albümin, kazeinler	Jelleşme, emülsifikasyon, film oluşumu
Yumurta	Yumurta beyazı proteini, ovalbümin, yumurta sarısı proteini	Köpürme, jelleşme, su tutma, emülsifikasyon
Bakliyat (soya, bezelye)	Protein izolatı, β-konglisin	Jelleşme, emülsifikasyon, su tutma
Tahıl (buğday, pirinç)	Gluten, gliadin, glutenin, yüksek moleküler ağırlıklı glutenin alt birimleri, düşük moleküler ağırlıklı glüten alt birimler, orizenin	Gluten ağı esnekliği, su tutma, film oluşumu, emülsifikasyon

4.1. Et, et ürünleri ve balık

Et ve et ürünleri içerdikleri yüksek besleyici öğeler nedeniyle sağlıklı, yeterli ve dengeli beslenmede önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, et ve et ürünlerinin işlenmesi ve depolanma sırasında kalite ve kabul edilebilirliği sınırlayan önemli değişiklikler (lipit ve protein oksidasyonu) meydana gelmektedir. Et ve et ürünlerinde meydana gelen protein oksidasyonu, proteinlerin yapısal özelliklerinde değişikliklere yol açarak proteinlerin bioyararlılığı ile besleyici

değerinde azalmaya (esansiyel amino asit miktarındaki ve proteinlerin sindirebilirliğindeki azalma nedeniyle) , ürünlerde kalite problemlerine (renk ve tekstürde istenmeyen değişiklikler) ve toksik bileşiklerin oluşumuna neden olmaktadır. Yağ miktarı ve uygulanan ısıl işlemler, et ve et ürünlerinde protein oksidasyonunu artırmaktadır. Ayrıca, ısıl işlem, proteinlerin biyolojik değerinde kayıplara yol açan yapısal değişikliklere ve protein kümelenmesine neden olmaktadır. Yine uygulanan ısıl işlem, sindirim enzimlerinin proteoliz bölgelerini tanıma kabiliyetlerini azaltarak proteinlerin sindirilebilirliğini azaltmaktadır. Formülasyondaki yağ miktarının fazla olması lipit oksidasyonunu artırmakta; lipit oksidasyonu sonucu oluşan ürünler de protein oksidasyonunu teşvik etmektedir (Estévez, 2011; Bastıoğlu ve ark., 2016).

Taze ette protein oksidasyonu, kasın ete dönüşümünü etkilediği için gevreklik ve su tutma kapasitesi gibi kalite özellikleri üzerinde değişikliklere neden olmaktadır. Proteinlerin oksidatif modifikasyonu, et proteinlerinin çözünürlük, besin değeri, jel oluşturma yeteneği, yüzey hidrofobikliği ve su bağlama aktivitesi gibi özelliklerini etkilemektedir. Araştırmacılar, erken postmortem aşamasında protein oksidasyonunun (özellikle bazı anahtar enzimlerin oksidasyonu) glikojen metabolizmasının hızını ve kas hücre sitoplazmasındaki kalsiyum konsantrasyonunu düzenleyebileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, protein oksidasyonu ve lipit oksidasyonu arasındaki etkileşimin et gibi gıda ürünlerinde daha iyi açıklanması gerektiğine dikkat çekmişlerdir (Zhang ve ark., 2013). Protein oksidasyonu sonucu meydana gelen α-

aminoadipik (AAS) ve γ-glutamik semialdehit (GGS) gibi spesifik protein karbonil bileşikleri aynı zamanda etin kalitesi üzerinde etkili olan bazı reaksiyonlarda da aktif bileşiklerdir. Özellikle amino asit yan zincirlerinden protein karbonillerinin oluşumu denatürasyona ve işlev kaybına yol açan miyofibriler proteinlerin yapısını bozmaya katkıda bulunmaktadır (Estévez, 2011).

Bastıoğlu ve ark. (2016)'nın derlediği sonuçlara göre et ve et ürünlerindeki protein oksidasyonunu dondurma işlemi ve dondurarak depolama sıcaklığı etkilemektedir. Dondurma işlemi sırasında oluşan büyük buz kristalleri hücrelerin parçalanmasına yol açmakta, bünyedeki suyun bir bölümünün donması sonucu donmamış bölümdeki prooksidan madde konsantrasyonu artmakta ve protein oksidasyonu reaksiyonlarında artış olmaktadır. Araştırmacılar, dondurulmuş jambonların protein oksidasyonu değerlerinin taze jambonlara göre daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Uygulanan ısıl işlemin şiddetinin ve pişirme süresinin uzamasının ürünlerde protein oksidasyon oranını etkilediğini, yüksek basınç uygulamasının, oksijen geçirgenliği olan ambalajın ve etin yüzey alanının artırılmasının protein oksidasyonunda artışa neden olduğunu rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada, kırmızı etin yapısında bulunan hem demirin H_2O_2 varlığında reaktif oksijen türlerine dönüşerek protein oksidasyonunu başlattığı, doğal ve sentetik antioksidan maddelerin protein oksidasyonunu yavaşlatarak raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir. Yine çeşitli araştırmacılar, bitkisel ekstraktların ve içerdikleri antioksidan

maddelerin lipit (Aksu ve ark., 2020a,b) ve protein oksidasyonuna (Gallo ve ark., 2012) karşı koruyucu etkileri olduğunu rapor etmişlerdir.

Balıklar, çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin olduğu için lipit peroksidasyonuna oldukça yatkınlardır. Hem lipit hem de protein oksidasyonları, balıkların depolanması sırasında kalite kaybında önemli olup tat ve doku üzerinde de yüksek etkiye sahiplerdir. Gıdalarda meydana gelen protein ve ikincil lipit oksidasyon ürünleri (aldehitler) arasında etkileşimler vardır, çünkü bir reaksiyonun oksidasyon ürünleri sırasıyla hem lipitler hem de proteinler ile reaksiyona girebilir. Lipit oksidasyon ürünlerinin, özellikle balıkların dondurarak depolanması ve ölüm sonrası değişiklikler sırasında protein oksidasyonunu desteklediği ifade edilmektedir (Hematyar ve ark., 2019).

4.2. Yumurta

Yumurta proteinleri akı (beyaz) ve yumurta sarısı proteinleri olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Yumurta akı lipit içermez, dolayısıyla oksidatif olarak stabildir. Yumurta sarısı ise büyük miktarda lipit içermektedir, ancak vitellin proteinleri, yumurta sarısında bulunan doğal antioksidanların varlığı nedeniyle genellikle stabildir. Yumurta akı, mükemmel köpürme ve jelleşme özellikleri nedeniyle kullanılırken, yumurta sarısı genellikle emülgatör olarak kullanılmaktadır (Xiong ve Guo, 2021). Yumurta proteinleri, diğer gıda proteinleri gibi formülasyonda kullanılan bileşenler (Xiong ve Guo, 2021), işleme ve depolama sırasında oksidanların, katalizörlerin, metal iyonlarının veya ışığın varlığıyla okside olabilmektedir. Aynı şekilde, protein oksidasyonu, doğrudan ROT'lar tarafından veya dolaylı olarak

oksidatif stres reaksiyonlarının ikincil yan ürünleri tarafından uyarılabilmektedir (Shacter, 2000; Wang ve ark., 2018). Çeşitli faktörlerin etkisiyle okside olan yumurta proteinlerinin köpürme, jelleşme, fom ve emülsiyon yapma gibi yetenekleri etkilenmektedir (Xiong ve Guo, 2021).

4.3. Süt ve süt ürünleri

Süt ürünleri, ışığa duyarlı riboflavin vitamininin varlığından dolayı foto (ışık kaynaklı) oksidasyona karşı oldukça hassaslardır (Borle ve ark., 2001). Uyarılan riboflavin, hızla serbest radikaller veya çok reaktif singlet oksijen üreterek duyusal ürün kalitesini etkilemekte ve besin değeri olan bazı öğeleri potansiyel olarak toksik olan oksidasyon ürünlerine indirgemektedir (Cardoso ve ark., 2007). Süt ve ürünlerinde, vitaminlerin yanı sıra süt yağları ve proteinler de foto oksidasyon için birincil hedeflerdir (Dalsgaard ve ark., 2007). Proteinlerin yapısında bulunan metiyonin, histidin, triptofan, tirosin ve sistein amino asitlerinin oksidasyona duyarlı olduğu bilinmektedir. Tüketiciler tarafından daha çok tercih edilen yağı azaltılmış süt ürünlerinin, daha yüksek lipit içeriğine sahip süt ürünlerine kıyasla oksidasyona karşı daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kimyasal bozulmada proteinlerin rolünün ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Andersen ve ark., 2006-kaynaklarda yok). Mestdagh ve ark. (2011) sağlık üzerinde olumlu etkileri olan çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ile zenginleştirilecek en uygun gıdaların halk tarafından çok tüketilen süt ürünleri olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, gıdada bulunan PUFA'ların daha reaktif oksijen türleri oluşturarak protein

oksidasyonunu teşvik ettiğini belirtmişlerdir. Lisin, histidin, metionin ve tirosin esansiyel amino asitleri ve PUFA'ların bozulmasının ürünlerin besin değeri üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğunu ve olası toksikolojik özelliklere sahip protein ve lipit oksidasyon ürünlerinin oluştuğunu ifade etmişlerdir.

4.4. Baklagiller

Dünya çapında önemli bir besin kaynağı olan baklagiller, kaliteli proteinler, kompleks karbonhidratlar, diyet lifi (Angeles ve ark., 2021), vitaminler, mineraller ve biyoaktif bileşikler açısından zengin olup nispeten düşük yağ içeriğine sahiptir. Bu özellikleri ile önemli birer fonksiyonel gıda olan baklagiller, dünyanın birçok yerinde tüketilen pahalı hayvansal proteinlere kıyasla ucuz protein kaynaklarıdır. Soya fasulyesi, nohut, mercimek, börülce ve maş fasulyesi gibi baklagiller, yüksek miktarda amino aside sahip değerli protein kaynakları olup aynı zamanda biyoaktif peptitler içerebilmektedir. Baklagillerden türetilen antioksidan peptitlerin kanser ve kardiyovasküler hastalık risklerini azaltma etkileri, oksidasyon ve iltihaplanmaya karşı güçlü etkileriyle bağlantılıdır. Tüketimlerinin kronik hastalık riskini azalttığı rapor edilmektedir. Bununla birlikte, saflaştırılmış ve karakterize edilmiş baklagil türevli antioksidan peptitlerin moleküler ağırlık profilleri ve amino asit dizileri tam olarak oluşturulmamıştır (Matemu ve ark., 2021). Xiong ve Guo (2021) yayınlanmış baklagil protein oksidasyon çalışmalarının çoğunun soya proteini ve ana fraksiyonları üzerine olduğunu ifade etmişlerdir. Matamoros ve ark., (2018)'nın derlediği sonuçlara göre baklagillerde büyük miktarlarda ROT

üretilebilmektedir. Bu ROT'lar, proteinleri geri dönüşümlü veya dönüşümsüz olarak oksitleyebilmektedir. Metal katalizli oksidasyon, serbest Fe^{+2} veya Cu^{+}'ın, hidrojen peroksit (H_2O_2) ile reaksiyona girmesi sonucu yüksek oranda reaktif hidroksil radikalleri ürettiğinde meydana gelmektedir. Bu radikaller hemen hemen tüm amino asit yan zincirlerini oksitleyebilmelerine rağmen lisin, arginin, prolin ve treonin gibi bazı amino asitler karbonilasyona özellikle duyarlıdır. Hayvan ve bitki dokularında meydana gelen protein karbonilasyonu, stres koşullarının ve yaşa bağlı hastalıkların neden olduğu hücresel hasara katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, yukarıda bahsedildiği gibi baklagiller antioksidan özelliğe sahip peptitleri içermektedir. Baklagillerden türetilen hidrolizatlar ve peptitler, oksidatif stres kaynaklı dejeneratif hastalıklar, enflamatuar hastalıklar, hipertansiyon ve kanser risklerini yönetme ve azaltmadaki uygulamaları için fonksiyonel gıda bileşenleri olarak ilgi çekmektedir. Baklagillere atfedilen potansiyel sağlık yararlarının önemli bir kısmı, bazı amino asitlerin/peptitlerin serbest radikalleri temizleme, lipit peroksidasyonunu inhibe etme ve metal iyonlarını çelatlama yeteneği ile ilişkilendirilmektedir (Matemu ve ark., 2021).

5. PROTEİN OKSİDASYONUNUN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ

Proteinlerin insan vücudunda görevlerini yerine getirebilmeleri için kimyasal ve yapısal olarak yararlı/kaliteli olmaları önemlidir. Proteinin kalitesi, büyük ölçüde onu oluşturan amino asitlere, peptit dizisine (birincil yapı), yapısındaki uzaysal düzenlemeye (ikincil ve üçüncül yapılar), konsantrasyonuna ve biyoyararlılığına bağlıdır. Yapılan

araştırmalar, gıdalarda meydana gelen protein oksidasyonunun esansiyel amino asitlerin kaybına, sindirilebilirlik ve biyoyararlanımın azalmasına ve sağlık bozukluklarına etkisi olduğunu rapor etmiştir (Xiong 2000; Soladoye ve ark., 2015). İnsanlar ve diğer hayvan türlerindeki artan hastalıklar ve yaşlanma gibi birçok biyolojik durum artan protein oksidasyonu seviyelerine bağlanmıştır. Birçok farklı fizyolojik ve çevresel süreç sonucu oluşan ROT'lardan herhangi biri, proteinlerin modifikasyonunu teşvik etme yeteneğine sahiptir. Ancak, ROT oluşumunu engelleyebilen veya bunların inaktif türevlere dönüşümünü kolaylaştırabilen sayısız enzimatik ve enzimatik olmayan faktör (antioksidanlar) mevcuttur. Bu faktörler arasında metal bağlayıcı proteinler (ferritin, transferrin, laktoferrin ve seruloplazmin), vitaminler (A, C ve E) veya çelat yapma özelliğine sahip diğer maddeler sayılabilir. ROT'ların proteinleri okside etmeleri veya olumsuz etkileri bu engelleyici faktörler yetersiz kaldığında ortaya çıkmaktadır. Araştırmacılar, protein oksidasyonu ve hastalıklar arasındaki bağlantının altında yatan mekanizmalardan bazılarının henüz netlik kazanmamış olduğunu ifade etmiş ve protein oksidasyonu ile alzheimer hastalığı, parkinson sendromu, inflamatuar bağırsak hastalığı, romatoid artrit (eklem romatizması), diyabet, kas distrofisi (kas hastalığı) ve kataraktogenez gibi yaşlanma ve yaşa bağlı hastalıklar arasındaki ilişki üzerine araştırmaların yoğunlaştığını belirtmişlerdir (Berlett ve Stadtman, 1997). Dalle-Donne ve ark., (2003) karbonillenmiş proteinlerin alzheimer hastalığına, kronik böbrek yetmezliğine ve diyabete neden olduğunu, Estévez ve Luna, (2017) ise gastrointestinal

sistemin ve iç organların, oksidasyon ürünlerinin sitotoksik ve mutajenik etkisine maruz kaldığını ifade etmişlerdir.

6. SONUÇ

Bu bölüm, oksitlenmiş proteinlerin ve amino asitlerin alımıyla ilgili tehlikeleri destekleyen bilimsel verileri toplamaya çalışmasının yanı sıra, son yıllarda yayınlanan literatür raporlarına dayalı olarak et, baklagil, süt ve yumurta proteinlerinin fonksiyonel özellikleri üzerinde protein oksidasyonun etkisine dair bilgiler sunmaktadır. Oksidasyon, yaşlanmanın ve hastalıkların bir nedeni olarak kabul edildiğinden dolayı son yıllarda sağlık durumunu iyileştirmeyi, yaşlanma sürecini yavaşlatmayı ve fonksiyonel ömrü uzatmayı amaçlayan diyetlere ilgi artmıştır. Proteinler, özellikle hayvansal kaynaklı gıdalar olmak üzere çoğu gıdanın ana bileşenleridir. Sağlıklı, yeterli ve dengeli bir diyete dâhil edilmeleri tartışılmaz bir gerçektir. Diyetle alınan proteinler hakkındaki tartışmalar, araştırmalar genellikle miktar, kalite (esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit miktarı) ve sindirilebilirlik, biyoyararlanım üzerine odaklanırken, protein oksidasyonunun beslenme ve sağlık üzerindeki etkisi göz ardı edilmektedir. Yüksek protein içeriğine ve muhtemelen yüksek oksidasyon oranlarına sahip yüksek oranda işlenmiş hayvansal gıdaların tüketimindeki artış, hâlihazırda in vivo veya diyet oksidatif stresiyle ilişkili sağlık bozukluklarındaki artışı beraberinde getirecektir. Gıda, beslenme ve tıp bilimcileri tarafından büyük ölçüde göz ardı edilen bu sessiz tehdit, önümüzdeki yıllarda daha fazla bilimsel kanıt elde edildikçe ciddi olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

Aksu, M.İ., Erdemir, E., Oz, F., Turan E., Gürses, M. (2020a). Effects of cemen paste with lyophilized red cabbage water extract on the quality characteristics of beef pastırma during processing and storage. Journal of Food Processing and Preservation, 14(11): e14897

Aksu, M.İ., Erdemir, E., Turan E., Sat, İ.G. (2020b). Effects of red beet extracts on protein and lipid oxidation, colour, microbial, sensory properties and storage stability of Turkish pastırma. Journal of Stored Products Research, 89: 101721

Andersen, L.T., Lund, M.N., Glyager, R., Jensen, S.B., Mortensen, G., Skibsted, L.H. (2006). Light-induced deterioration of reduced-fat cream cheese. Relative importance of protein and lipid oxidation. Milchwissenschaft-Milk Science International, 61 (2): 162-165

Angeles, J.G.C., Villanueva, J.C., Uy, L.Y.C., ve ark. (2021). Legumes as functional food for cardiovascular disease. Applied Sciences, 11 (12): 5475

Bastıoğlu, A.Z., Serdaroğlu, M., Nacak, B. (2016). Et ve et ürünlerinde protein oksidasyonu. Journal of Food and Health Science, 2 (4): 171-183

Baysal, A. (2018). Beslenme (18. Baskı). Hatipoğlu Yayınları, Ankara

Berlett, B.S., Stadtman, E.R. (1997). Protein oxidation in aging, disease, and oxidative stress. Journal of Biological Chemistry, 272: 20313-20316

Borle, F., Sieber, R., Bosset, J.O. (2001). Photo-oxidation and photoprotection of foods, with particular reference to dairy products – An update of a review article (1993–2000). Sciences des Aliments, 21(6): 571-590

Büyükgüzel, E. (2013). Protein oksidasyonun biyokimyasal ve moleküler mekanizması. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi 3 (1): 40-51

Cardoso, D.R., Olsen, K., Skibsted, L.H. (2007). Mechanism of deactivation of triplet-excited riboflavin by ascorbate, carotenoids, and tocopherols in homogeneous and heterogeneous aqueous food model systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55(15): 6285-6291

Dalle-Donne I., Giustarini D., Colombo R., Rossi R., Milzani A. (2003). Protein carbonylation in human diseases. Trends in Molecular Medicine, 9:169-76

Dalmış, Ü. (2007). Sucukta üretim ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişmeler (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Dalsgaard, T.K., Otzen, D., Nielsen, J.H., Larsen, L.B. (2007). Changes in structures of milk proteins upon photo-oxidation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55(26): 10968-10976

Demirci, M. (2014). Gıda Kimyası (7. Baskı). Gıda Teknolojisi Derneği Yayını, İstanbul

Erdemir, E. (2017). Pastırma üretiminde potasyum laktat kullanımının protein oksidasyonu, serbest amino asit ve diğer bazı kalitatif özellikler üzerine etkisi (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum

Estévez, M. (2011). Protein carbonlys in meat systems: A review. Meat Science, 89: 259-279

Estévez, M., Luna, C. (2017). Dietary protein oxidation: A silent threat to human health? Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57 (17): 3781-3793

Gallo, M., Ferracane, R., Naviglio, D. (2012). Antioxidant addition to prevent lipid and protein oxidation in chicken meat mixed with supercritical extracts of Echinacea angustifolia. The Journal of Supercritical Fluids, 72: 198-204

Hematyar, N., Rustad, T., Sampels, S., Dalsgaard, T.K. (2019). Relationship between lipid and protein oxidation in fish. Aquaculture Research 50 (5): 1393-1403

Keha, E., Küfrevioğlu, Ö.İ. (2012). Biyokimya. Aktif Yayınevi, İstanbul

Martinaud, A., Mercier, T., Marinova, P., Tassy, C., Gatellier, P., Renerre, M. (1997). Comparison of oxidative processes on myofibrillar proteins from beef during maturation and by different model oxidation systems. Journal of Agricultural Food Chemistry, 45: 2481-2487

Matamoros, M.A., Kim, . A., Peñuelas, M., Ihling, C. ve ark. (2018). Protein carbonylation and glycation in legume nodules. Plant Physiology, 177: 1510-1528

Matemu, A., Nakamura, S., Katayama, S. (2021). Health benefits of antioxidative peptides derived from legume proteins with a high amino acid score. Antioxidants, 10 (2): 316-331

Mestdagh, F., Kerkaert, B., Cucu, T., Meulenaer B.D. (2011). Interaction between whey proteins and lipids during light-induced oxidation. Food Chemistry, 126: 1190-1197

Shacter, E. (2000). Quantification and significance of protein oxidation in biological samples. Drug Metabolism Reviews, 32, 307-326

Soladoye, O.P., Ju´arez, M.L., Aalhus, J.L., Shand, P.,. Estévez M. (2015). Protein Oxidation in Processed Meat: Mechanisms and Potential Implications on Human Health. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 14: 105-122

Ünsal, A., (2019). Beslenmenin önemi ve temel besin öğeleri. Kırşehir Ahi EvranÜniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2(3):1-10

Wang, J., Zhao, Y., Niu, S. Wang, X., Chen, F. (2018). Effect of oxidation induced by hydroxyl radical-mediated model on molecular structural and physical character of egg white powder. International Journal of Food Science & Technology, 53: 2282-2289

Xiong, Y.L. (2000). Protein oxidation and implications for muscle food quality. In: Decker E, Faustman C, Clemente JLB, editors. Antioxidant in muscle foods. 85-111, Chichester, UK: Wiley

Xiong, Y.L., Guo, A. (2021). Animal and plant protein oxidation: Chemical and functional property significance. Foods, 10: 40.

Zhang, W., Xiao, S., Ahni, D.U. (2013). Protein oxidation: basic principles and implications for meat quality. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 53:1191-1201.

BÖLÜM 12

KURAKLIK STRESİNİN BİTKİ BÜYÜME VE GELİŞİM DÖNEMLERİNDE ETKİSİ

Atom Atanasıo Ladu STANSLUOS[1]

Dr. Öğr. Üyesi Furkan ÇOBAN[2]

[1] Upper Nile University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Renk, South Sudan https://orcid.org/0000-0002-9257-6669 atomtaban@gmail.com

[2] Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye https://orcid.org/0000-0003-2815-8988 furkan.coban@atauni.edu.tr

1.GİRİŞ

Kuraklık, bitki gelişim dönemlerinde bitkinin su emilimini azaltarak ve sonucunda ozmotik dehidrasyona sebep olan abiyotik stres faktörlerinden biridir (Jabarzare ve ark., 2011). Kuraklık stresi, bitki büyüme ve gelişme aşamaları üzerinde farklı ve şiddetli etkilere neden olmakta ve tane verimi ve kalitesi üzerinde kayıplara sebep olmaktadır (Samarah, 2005; Radic ve ark., 2019). Kuraklık stresinin stoma ile ilişkilendirilmesi kaçınılmazdır, bitkilerin su açığına ilk tepkilerinden biri, fotosentezi ve transpirasyonu azaltan gaz alışverişini sınırlayan stomaların kapanmasıdır (Auler ve ark., 2021). Koruma hücreleride, stomanın açılıp kapanmasına kadar gözenek boyutunu düzenlemek için turgor değişiklikleri ile hacimlerini aktif olarak arttırır ve azaltır. Bu süreçler kuraklık gibi stresli çevresel koşullar altında su kaybı ve CO_2 dengesini korumak için hayati öneme sahiptir (Meckel ve ark., 2007). Dünyanın hemen hemen çoğu kuraklık, ürün üretimini azaltan en önemli stres faktörleri arasında olup ve son yıllarda daha ciddi bir sorun haline gelmiştir (Lafitte ve ark., 2007, Delshadi ve ark., 2017). Bitkilerin ortalama tohum verimini %50'den fazla azaltabilmektedir (Saima ve ark., 2018). Kuraklık stresinde hücre büyümesinin su kaybından olumsuz etkilenmesi verim ve kalite kayıplarında en önemli etmendir (Zlatev ve Lidon, 2012). Ayrıca, hücre büyümesindeki azalma hücre duvarı sentezinde bir azalmaya yol açar ve birçok bitki kuraklık stresine yanıt olarak hücrede bazı solutlar biriktirir. Hücre suyunun tutulması bakımından solut miktarının artması bitki büyüme ve gelişiminde oldukça önemlidir (Mahajan ve Tuteja, 2005; Saravia ve

ark., 2016). Kuraklık stresinin bitki büyüme ve gelişim dönemlerine etkisi, mekanizması üzerine yapılan çalışmalar derlenmeye çalışılmıştır.

1.1. Çıkış ve Çimlenme Dönemi

Çimlenme, bir bitkinin yaşam döngüsünde özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde kritik bir aşamadır. Birçok araştırmacı tarafından bildirildiği gibi; kuraklığın çimlenmeyi, fide çıkışı ve fide büyümesini ve gelişmesini azaltmaktadır (Kaya ve ark., 2006; Farooq ve ark., 2008). Kurak ve yarı kurak çevre koşullarında, su kaybı tohum çimlenmesini etkileyerek, yüksek sıcaklıklar ile birleştirildiğinde bitki büyümesini ve gelişmesini kritik düzeyde etkilemektedir. Su ve sıcaklık genellikle tohum çimlenmesini düzenlemede önemli rol almakta olup ve toprağın düşük su potansiyelleri ile birlikte yüksek sıcaklıklar bitkilerde verimi sınırlandırmaktadır. Ayrıca, su potansiyelindeki azalma imbibition çözeltisini kademeli olarak inhibe etmektedir. Nitekim 0,45 MPa' nın altındaki emilim çimlenmeyi oldukça geciktirmektedir. Azalan su potansiyeli çimlenme indeksini önemli ölçüde düşürmektedir (Farooq ve ark., 2008). Birçok araştırmacı tarafından belirtildiği gibi, kuraklık bitki yaşam döngüsünü büyük ölçüde etkiler, esas olarak tohumun su alımını etkilemektedir. Bu nedenle, kuraklık stresi fide gelişiminin çimlenme oranının belirlenmesinde önemli rol oynar (Ahmad ve ark., 2009, Khayatnezhad ve ark., 2010, Saima ve ark., 2018). Kuraklık stresi, diğer abiyotik streslerden çıkış ve çiçeklenme üzerine daha etkin bir rol oynamaktadır (Abdoli ve Saeidi, 2012). Çimlenme işlemi iki aşamadan oluşur; birincisi depolanan kuru maddenin enzimatik

hidrolizi, ikincisi ise hidroliz ile yeni dokuların oluşumudur (Fahad ve ark., 2017). Su kısıtı enzimatik aktiviteyi etkileyerek çimlenme, hücre bölünmesi ve embriyo oluşumu inhibe etmektedir. Tohum çimlenmesi ve erken fide büyümesi potansiyel olarak su stresi için en kritik aşamalardır. Tohum çimlenmesi ve fide büyümesi ile ilgili kuraklık stresine karşı bitki tepkileri üzerine yapılan birçok çalışma gerçekleştirimiştir (Ahmad ve ark., 2009; Li ve ark., 2013).

1.2. Büyüme ve Gelişme Dönemi

Kuraklık, değişen yoğunlukta ve artan/azalan süre ile etkisi artmaktadır. Kuraklık stresi kritik bitki büyümesi ve gelişim süreçlerinde değişikliklere neden olmakta ve en temel kısıtlayıcı faktörler arasındadır (Saranga ve ark., 2002; Apel ve Hirt, 2004; Anjum ve ark., 2017). Su, sıcaklığı düşürmenin yanı sıra fotosentez, besin alımı ve taşınımı için bitki tarafından gereklidir. Bitkinin ayrılmaz bir parçası olarak, bitkinin yaşam döngüsü boyunca büyüme ve gelişim süreçlerinin başlatılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Farooq ve ark., 2009). Hücre bölünmesi ve hücre gelişimi bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için hayati süreçlerdir. Bitki büyümesi meristemlerde aktiftir ve hemen hemen tüm mitoz ve sitokinoz, birincil büyüme olarak bilinen hücre uzatmayı motive eden meristematik bölgelerde gerçekleşir (Taiz, Zeiger, 2010). Hücre büyümesindeki azalma hücre duvarı sentezinde de azalmaya neden olur (Kabay ve ark., 2017). Bu nedenle, bitki büyüme parametreleri kuraklık stresiden olumsuz etkilenir.

Kuraklık stresi en sık bu bölgedeki hücre büyümesini ve metabolizmasını değiştirir (Farooq ve ark., 2009). Bu dönem bitkideki

yaprak sayısının maksimum olduğu dönemdir. Yaprakda gerçekleşen turgor basınç dengesi hücrelerin aktif ve/veya reaktif olmasına neden olan kuraklığa duyarlı fizyolojik süreç olarak kabul edilir (Taiz ve Zeiger, 2010; Villalobos ve ark., 2004; Farooq ve ark., 2009). Ksilenden, meristem hücrelerine su akışına yüksek emilim, bitkilerde hücre genişlemesini geciktirmektedir (Nonami, 1998). Düşük turgor basıncı hücre gelişimini büyük ölçüde sınırlar, bu nedenle bitki büyümesini ve gelişimini azaltır ve kaliteyi de düşürmektedir. Ayrıca, su emiliminin hücrelerden inhibe edilmesi lipid duvarı yapısını bozurak membran bütünlüğünün yanı sıra hücre aktivitesini ve büyümesini rahatsız eden enzimatik aktivitenin kaybına neden olmaktadır (Mahajan ve Tuteja, 2005). Hücre büyümesi genellikle fotosentez önce bile hafif kuraklık stresinden etkilenebildiği görülmüştür (Alves ve Setter, 2004). Öte yandan su kısıtı, stomal kapanma, hücre büyümesi, turgor ve kümülatif su kapasitesi ile karakterizedir.

Yoğun kuraklık stresi fotosentezin sonlandırılmasına, metabolizmanın ağırlaşmasına, hücre ölümüne yol açmaktadır (Bohnert ve Jensen, 1996). Kuraklığın etkileri farklı bitki büyüme ve gelişme dönemlerinde farklı reaksyion verebilmektedir. Azalan kuru madde birikimi, ilk internoden kısa olması, erken senesence dönemi, meyvelerde renk farklılıkları ve ani ölümler ortaya çıkmaktadır (Samarah 2005; Jaleel ve ark., 2007). Büyüme ve gelişim dönemlerinde bitkileriin kurakllık stresine göstermiş olduğu morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkiler kuraklığın göstergeleri olarak kullanılabileceğinden, kuraklık

stresine karşı büyüme ve gelişimsel tepkilerinin daha iyi anlaşılması aşırı öneme sahiptir (Reddy ve ark., 2004).

Bekçi hücreleri (Guard cells), stoma açma ve kapamadaki rolleri nedeniyle kuraklık stres tepkisinde önem arz etmektedir. Bu nedenle, işlevlerinin altında kalan mekanizmaların (membran zararı vb.) bilinmesi, kurak ve yarı kurak ortamlarda ürün verimliliğini artırmak için yararlı olacaktır (Lawson ve Matthews, 2020; Auler ve ark., 2021). Kabay ve ark., (2017) soya bitkisinde yürütmüş oldukları bir çalışmada kuraklık stresinin soyada, büyüme parametreleri, membran zararı ve beslenme değerlerine etkisini incelemiş, çalışmada kullanımış olduğu genotipler membran zarar indeksini 65.70% ile 64.77% arasında bulmuş, toleranslı referans genotiplerinde ise bu oran 22.23% ile 23.93% arasında olduğunu bildirmiştir.

Kuraklık stresi bitki büyümesi ve gelişmesinde önemli bir sınırlayıcı faktör olarak bilinir. Bitki boyundaki sınırlama öncelikle hücrede meydana gelen olumlu veya olumsuz reaksiyonlar ile belirlenir (Manivannan ve ark., 2007; Jaleel ve ark., 2009). Jamali ve Ali (2008), bitki boyunun fotosentezi etkilediğini ve bunun tahıl veriminde değişikliklere neden olabileceğini bildirmektedir. Çok sayıda araştırma çalışmasında, kuraklık stresi nedeniyle bitki boyunda önemli bir azalma olduğu ortaya çıkmıştır. Specht ve ark., (2001) soya fasulyesinin kök uzunluğunun kuraklık stresi altında biraz azaldığını, ancak iyi sulanan koşullarla karşılaştırıldığında çok daha büyük olmadığını bildirmiştir.

Toprak suyu potansiyeli ve yaprak suyu potansiyeli temel olarak gövde ve kök çapındaki değişikliklerede katkıda bulunmaktadır (Katerji ve

ark., 1994). Yatapanage ve So (2001) sorgumda (*Sorgum bicolor* (L.) kök çapınının verimi etkileyen önemli bir unsur olduğunu belirtmiştir. Khan ve ark., (2001), maksimum gövde çapı ve yaprak alanının kuraklık stresininin maruz kalmadığı koşullarda kaydedildiğini ve bunun artan su stresi ile giderek azaldığını belirlemiştir. Su kısıtı uygulanan arazilerde sap çapı ve yaprak alanının en az olduğu gözlemlemiştir. Huang ve ark., (2013), rami bitkisinde biomass ağırlığının hafif kuraklıkta %5 ile 7, 3 arasında, orta kuraklık şiddetinde %11 ile 13.6 arasında ve şiddetli kuraklık stresinde ise %17 ile 17.9 arasında azalmalar olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca, kuraklık stresi yaprak boyutunu daraltarak ve daha sonra fotosentez oranındaki ve asimilat birikimindeki azalması ile bitki verim kaybına yol açmaktadır (Schuppler ve ark., 1998; Anjum ve ark., 2011). Su kısıtı hücre gelişiminin azalmasına ve hücre bölünmesinin azalmasına neden olur, bu da uzun vadede hücre bölünmesi ve uzamasındaki azalma ile olgun hücre boyutunu azaltarak bitki biomasını etkiler. Ek olarak, kuraklık stresi yaprak alanı üzerinde de ciddi bir etki gösterebilir. Yaprak alanı kök morfolojisi, fenoloji, yaprak çıkış oranları ve potansiyel yaprak boyutu ile belirlenir. Kuraklığın bu faktörler üzerindeki herhangi bir etkisi kesinlikle yaprak alanını değiştirmektedir (Reddy ve ark., 2004; Yin ve ark., 2005).

Kuraklık, yaprak alanındaki azalma, fotosentetik mekanizmalarda bozulma, erken yaprak yaşlanması ve kuru madde üretimi azalması ile ortaya çıkan fotosentetik etkinliğin azalması sonucu etkinliğini ortaya koymaktadır (Wahid ve Rasul, 2005; Farooq ve ark., 2008). Yaprak

alanı indeksi, tarla koşullarında ürün asimilelerinin boyutunu gösteren temel fizyolojik araçtır. Kuraklık stresine maruz kalan ayçiçeğinin olgunlaşma ve çiçeklenme aşamalarında (*Helianthus annuus* L.) yaprak alanı indeks'te azalma tespit eden Hussain ve ark., (2008) tarafından belirtildiği gibi kuraklık stresi altındaki bitkilerde yaprak alanı indeks'te açık bir azalma kaydedilmiştir. Genel olarak, örneğin, yaprak alanındaki azalma ve azalan fotosentetik verimlilik ile ilişkili kaynağın sınırlandırılması, asimilatların translokasyonunda azalmaya neden olur (Pelleschi ve ark., 1997). Ayrıca kuraklık stresinin biomass alanını bir çok bitkide azalttığı belirtilmiştir (Specht ve ark., 2001; Tahir ve Mehid, 2001; Webber ve ark., 2006).

Su kısıtı net fotosentezde bir azalmaya neden olarak kloroplast kapasitelerini değiştirir. Kuraklık altında net asimilasyon oranındaki düşüş, artan stres seviyeleri sırasında büyümede azalma için stomal kapanışı kesin olarak göstermektedir. (Anjum ve ark., 2017) tarafından bamya bitkisinde yapılan bir çalışmada, kuraklık stresli koşullarda net asimilasyon oranının düştüğünü ortaya koymuştur.

1.3. Çiçeklenme ve Tane Dolum Dönemi

Çiçeklenme süresi, vejetatif aşamanın sona ermesinden sonra başlayan ve bitki üzerinde belirgin gelişimsel değişikliklerin olduğu dönemdir (Auler ve ark., 2021). Bitkisel meristemlerin çiçek parçalarına dönüştürülmesi üreme aşamasının başlangıcıdır. Craufurd ve Peacock (1993), stress şartları altında çiçeklenme başlangıcının etrelendiğini, sorgum bitkisinde de şiddetli kuraklık stresinin çiçeklenmeyo oldukça geciktirdiği belirtilmiştir. Çiçeklenme dönemimde ovüllerde oluşan

zarar polen sterilitesinin artmasına sebep olarak döllenmede azalmalara sebep olmaktadır (Rang ve ark., 2011).

Tahıllarda tane dolumu, karbonhidratların nişastaya biyosentez işlemidir. Tane dolum süresi, tohum setinden fizyolojik olgunluğa kadar geçen süredir. Tohum oluşumu sırasında bitkilerle kuraklık stresi ile karşılaşılırsa tohum veriminin azaldığı bilinmektedir. Örneğin, tane dolum dönemindeki kuraklık stresi, arpanın bayrak yaprağının net fotosentez oranını azaltarak verim kaybına neden olmaktadır (Samarah 2005). Belirgin etki, nihai tane büyüklüğünü küçülten tane dolum süresinin kısaltılmasıdır (Pervez ve ark., 2009). Öte yandan, tane dolum döneminde su stresi zamanında meydana gelirse, bitki başına tane sayısında bir azalmaya neden olacaktır. Bu süreçte enzimlerin rolü bulunmaktadır (Taiz ve Zeiger, 2010). Tane büyüme hızındaki düşüş sakkaroz sintaz aktivitesinin azalmasından kaynaklanırken, büyümenin durması su stresli buğdayda adenozin difosfat-glikoz-pirofosforilazın inaktivasyonundan kaynaklanır (Rawtiya ve Kasal, 2021). Tozlaşma sırasında su kısıtı mısırda (*Zea mays*) tohum kısırlığı sıklığını artırmaktadır. Kuraklık stresi altında, buğdayda azalan tane dolumu, endosperm hücre bölünme hızının azalması ile mısırdaki azalan tane dolumu ise yüksek absisik asit seviyeleri ile ilişkilidir (Abid ve ark., 2017).

Üreme aşaması, ürün büyümesi sırasında kuraklık stresi için en kritik aşamadır, çünkü verimi ve tohum kalitesini güçlü bir şekilde etkiler (Alqudah ve ark., 2011). Kuraklık stresi, polen tanelerinin kullanılabilirliğini azaltarak bitki tozlaşmasını sınırlayan ana abiyotik

stres olup (Shen ve ark., 2018), polen sterilitesi arttırılması (Al-Ghzawi ve ark., 2009; Tiwari ve Yadav, 2019), polen çimlenmesinin ve polen tüpü büyümesinin azalmasına sebep olmaktadır. Kuraklık stresi, antezi ipekleşme aralığı olarak adlandırılan ipekleşme aralığına uzatır, sonunda polen canlılığını ve salınımını, etki ederek tane dolumunu etkilemektedir (Saini, 2000). Buna ek olarak, Kamara ve ark., (2003), mısırda bu reaksiyonun tane dolum oranını %21-37 arasında azaldığını ortaya koymuştur.

2.SONUÇ

Bitkilerin kök bölgelerinde suyun korunması ve kullanılabilmesi sulama suyu etkinliği artırarak toprak nem tutulumunu sağlayarak evaporasyonu düşürmektedir. Uygun toprak işleme yöntemleri ile bu hususlar göz önüne alınmalıdır. Kuraklık stresine dayanıklı çeşitler geliştirilerek gelecek yıllar için gıda temini durumu göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKLAR

Abdoli, M., Saeidi, M. (2012). Effects of water deficiency stress during seed growth on yield and its components, germination and seedling growth parameters of some wheat cultivars. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4(15), 1110-1118.

Abid, M., Shao, Y., Liu, S., Wang, F., Gao, J., Jiang, D., Dai, T. (2017). Pre-drought priming sustains grain development under post-anthesis drought stress by regulating the growth hormones in winter wheat (Triticum aestivum L.). *Planta*, *246*(3), 509-524.

Ahmad S, Ahmad R, Ashraf MY, Ashraf M, Waraich EA. (2009). Sunflower (*Helianthus Annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pak J Bot*; 41:647-54.

Al-Ghzawi, A. A. M., Zaitoun, S., Gosheh, H., Alqudah, A. (2009). Impacts of drought on pollination of Trigonella moabitica (Fabaceae) via bee visitations. *Archives of Agronomy and Soil Science*, *55*(6), 683-692.

Alqudah, A. M., Samarah, N. H., Mullen, R. E. (2011). Drought stress effect on crop pollination, seed set, yield and quality. In *Alternative farming systems, biotechnology, drought stress and ecological fertilisation* (pp. 193-213). Springer, Dordrecht.

Alves, A. A., Setter, T. L. (2004). Response of cassava leaf area expansion to water deficit: cell proliferation, cell expansion and delayed development. *Annals of Botany*, *94*(4), 605-613.

Anjum, S. A., Xie, X. Y., Wang, L. C., Saleem, M. F., Man, C., Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African journal of agricultural research*, *6*(9), 2026-2032.

Anjum, S. A., Ashraf, U., Zohaib, A., Tanveer, M., Naeem, M., Ali, I., Tabassum, U. (2017). Growth and developmental responses of crop plants under drought stress: a review. *Zemdirbyste-Agriculture, 104(3) 267–276*.

Apel K., Hirt H. (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology*, 55: 373–399.

Auler, P., do Amaral, M. N., Braga, E. J. B., Maserti, B. (2021). Drought stress memory in rice guard cells: Proteome changes and genomic stability of DNA. *Plant Physiology and Biochemistry*.

Bohnert, H. J., Jensen, R. G. (1996). Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. *Trends in biotechnology*, *14*(3), 89-97.

Craufurd, P. Q., Peacock, J. M. (1993). Effect of heat and drought stress on sorghum (*Sorghum bicolor*). II. Grain yield. *Experimental Agriculture*, *29*(1), 77-86.

Delshadi, S., Ebrahimi, M., Shirmohammadi, E. (2017). Effectiveness of plant growth promoting rhizobacteria on Bromus tomentellus Boiss seed germination, growth and nutrients uptake under drought stress. South African Journal of Botany, 113, 11-18.

Fahad, Shah, Ali A. Bajwa, Usman Nazir, Shakeel A. Anjum, Ayesha Farooq, Ali Zohaib, Sehrish Sadia ve ark., "Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options." *Frontiers in plant science* 8 (2017): 1147.

Farooq, M., Aziz, T., Basra, S. M. A., Cheema, M. A., Rehman, H. (2008). Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194(2), 161-168.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N. S. M. A., Fujita, D. B. S. M. A., Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Sustainable agriculture*, 153-188.

Huang, C., Zhao, S., Wang, L., Anjum, S. A., Chen, M., Zhou, H., Zou, C. (2013). Alteration in chlorophyll fluorescence, lipid peroxidation and antioxidant enzymes activities in hybrid ramie ('boehmeria nivea'L.) Under drought stress. *Australian Journal of Crop Science*, *7*(5), 594-599.

Hussain, M., Malik, M. A., Farooq, M., Ashraf, M. Y., Cheema, M. A. (2008). Improving drought tolerance by exogenous application of glycinebetaine and salicylic acid in sunflower. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *194*(3), 193-199.

Jabarzare, A., Bassiri, M., Vahabi, M. R. (2011). Effects of light and drought stress on germination of Artemisia sieberi Besser. *African Journal of Biotechnology*, *10*(56), 11903-11910.

Jaleel, C. A., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R., Panneerselvam, R. (2007). Water deficit stress mitigation by calcium chloride in Catharanthus roseus: Effects on oxidative stress, proline metabolism and indole alkaloid accumulation. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, *60*(1), 110-116.

Jaleel, C. A., Manivannan, P. A. R. A. M. A. S. I. V. A. M., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R. A. M. A. M. U. R. T. H. Y., Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *Int. J. Agric. Biol*, *11*(1), 100-105.

Jamali, K. D., Ali, S. A. (2008). Yield and yield components with relation to plant height in semi-dwarf wheat. *Pak. J. Bot*, *40*(4), 1805-1808.

Kabay, T., Erdinc, C., Sensoy, S. (2017). Effects of drought stress on plant growth parameters, membrane damage index and nutrient content in common bean genotypes. *J. Animal and Plant Sci*, *27*(3), 940-952.

Kamara, A. Y., Menkir, A., Badu-Apraku, B., Ibikunle, O. (2003). The influence of drought stress on growth, yield and yield components of selected maize genotypes. *The journal of agricultural science*, *141*(1), 43-50.

Katerji, N., Tardieu, F., Bethenod, O., Quetin, P. (1994). Behavior of maize stem diameter during drying cycles: comparison of two methods for detecting water stress. *Crop science*, *34*(1), 165-169.

Kaya, M. D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y., Kolsarici, O. (2006) Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Eur. J. Agron. 24, 291–295.

Khan, M. B., Hussain, N., Iqbal, M. (2001). Effect of water stress on growth and yield components of maize variety YHS 202. *Journal of Research Science*, *12*(1), 15-18.

Khayatnezhad, M., Gholamin, R., Jamaatie-Somarin, S. H., Zabihi-Mahmoodabad, R. (2010). Effects of peg stress on corn cultivars (Zea mays L.) at germination stage. *World Appl. Sci. J,* 11(5), 504-506.

Lafitte, H. R., Yongsheng, G., Yan, S., Li, Z. K. (2007). Whole plant responses, key processes, and adaptation to drought stress: the case of rice. Journal of experimental botany, 58(2), 169-175.

Lawson, T., Matthews, J. (2020). Guard cell metabolism and stomatal function. *Annual Review of Plant Biology*, *71*, 273-302.

Li, H., Li, X., Zhang, D., Liu, H., Guan, K. (2013). Effects of drought stress on the seed germination and early seedling growth of the endemic desert plant Eremosparton songoricum (Fabaceae). *Excli Journal*, *12*, 89.

Mahajan, S., Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of biochemistry and biophysics*, *444*(2), 139-158.

Manivannan, P., Jaleel, C. A., Sankar, B., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., Lakshmanan, G. A., Panneerselvam, R. (2007). Growth, biochemical modifications and proline metabolism in Helianthus annuus L. as induced by drought stress. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, *59*(2), 141-149.https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2007.05.002

Meckel, T., Gall, L., Semrau, S., Homann, U., Thiel, G. (2007). Guard cells elongate: relationship of volume and surface area during stomatal movement. Biophysical Journal, 92(3), 1072-1080.

Nonami, H. (1998). Plant water relations and control of cell elongation at low water potentials. *Journal of Plant Research*, *111*(3), 373-382.

Pelleschi, S., Rocher, J. P., Prioul, J. L. (1997). Effect of water restriction on carbohydrate metabolism and photosynthesis in mature maize leaves. *Plant, Cell & Environment*, *20*(4), 493-503.

Pervez, M. A., Ayub, C. M., Khan, H. A., Shahid, M. A., Ashraf, I. (2009). Effect of drought stress on growth, yield and seed quality of tomato (Lycopersicon esculentum L.). *Pak. J. Agric. Sci*, *46*(3), 174-178.

Radić, V., Balalić, I., Jacimović, G., Nastasić, A., Savić, J., Marjanović-Jeromela, A. (2019). Impact of drought and salt stress on seed germination and seedling growth of maize hybrids. *Genetika*, *51*(2), 743-756.

Rang, Z. W., Jagadish, S. V. K., Zhou, Q. M., Craufurd, P. Q., Heuer, S. (2011). Effect of high temperature and water stress on pollen germination and spikelet fertility in rice. *Environmental and Experimental Botany*, *70*(1), 58-65.

Rawtiya, A. K., Kasal, Y. G. (2021). Drought stress and wheat (*Triticum aestivum* L.) yield: A review.

Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., Vivekanandan, M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of plant physiology*, *161*(11), 1189-1202.

Saima, S., Li, G., Wu, G. (2018). Effects of drought stress on hybrids of Vigna radiata at germination stage. *Acta Biologica Hungarica*, *69*(4), 481-492.

Saini, J. P. (2000). Efficacy of atrazine as post-emergence herbicide for weed control in maize (*Zea mays*) under rainfed conditions. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, *70*(11), 801-803.

Samarah, N. H. (2005). Effects of drought stress on growth and yield of barley. *Agronomy for sustainable development*, *25*(1), 145-149.

Saranga Y., Jiang C. X., Wright R. J., Yakir D., Paterson A. H. (2002). Genetic dissection of cotton physiological responses to arid conditions and their interrelationships with productivity. *Plant, Cell and Environment*, 27 (3): 47–58.

Saravia, D., Farfán-Vignolo, E. R., Gutiérrez, R., De Mendiburu, F., Schafleitner, R., Bonierbale, M., Khan, M. A. (2016). Yield and physiological response of potatoes indicate different strategies to cope with drought stress and nitrogen fertilization. *American journal of potato research*, 93(3), 288-295.

Schuppler, U., He, P. H., John, P. C., Munns, R. (1998). Effect of water stress on cell division and Cdc2-like cell cycle kinase activity in wheat leaves. *Plant physiology*, *117*(2), 667-678.

Shen, S., Zhang, L., Liang, X. G., Zhao, X., Lin, S., Qu, L. H., ... & Zhou, S. L. (2018). Delayed pollination and low availability of assimilates are major factors

causing maize kernel abortion. *Journal of experimental botany*, *69*(7), 1599-1613.

Specht, J. E., Chase, K., Macrander, M., Graef, G. L., Chung, J., Markwell, J. P., ... & Lark, K. G. (2001). Soybean response to water: a QTL analysis of drought tolerance. *Crop science*, *41*(2), 493-509.

Tahir, M. H. N., Mehid, S. S. (2001). Evaluation of open pollinated sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations under water stress and normal conditions. *Int. J. Agric. Biol*, *3*, 236-238.

Taiz, L., Zeiger, E. (2010). Plant Physiology. 5th edn Sinauer Associates Inc.

Tiwari, Y. K., Yadav, S. K. (2019). High temperature stress tolerance in maize (*Zea mays* L.): Physiological and molecular mechanisms. *Journal of Plant Biology*, *62*(2), 93-102.

Villalobos, M. A., Bartels, D., Iturriaga, G. (2004). Stress tolerance and glucose insensitive phenotypes in Arabidopsis overexpressing the CpMYB10 transcription factor gene. *Plant Physiology*, *135*(1), 309-324.

Wahid, A., Rasul, E., Rao, R., Iqbal, R. (2005). Photosynthesis in leaf, stem, flower and fruit. *Handbook of photosynthesis*, *2*, 479-497.

Webber, H. A., Madramootoo, C. A., Bourgault, M., Horst, M. G., Stulina, G., Smith, D. L. (2006). Water use efficiency of common bean and green gram grown using alternate furrow and deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, *86*(3), 259-268.

Yatapanage, K. G., So, H. B. (2001). The relationship between leaf water potential and stem diameter in sorghum. *Agronomy Journal*, *93*(6), 1341-1343.

Yin, C., Wang, X., Duan, B., Luo, J., Li, C. (2005). Early growth, dry matter allocation and water use efficiency of two sympatric Populus species as affected by water stress. *Environmental and Experimental Botany*, *53*(3), 315-322.

Zlatev, Z., Lidon, F. C. (2012). An overview on drought induced changes in plant growth, water relationsand photosynthesis. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 57-72.

BÖLÜM 13

ANTİBİYOTİK KULLANIMI, ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ VE DİRENÇLE MÜCADELEDE PROBİYOTİK TERAPİ YAKLAŞIMI

Doç. Dr. Hilal YILDIZ[1]

Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR[2]

Dr. Öğr. Üyesi Deren TAHMAS KAHYAOĞLU[3]

[1]Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Nevşehir, Türkiye. ORCID: 0000-0002-7966-455X, eposta: hilalyildiz@nevsehir.edu.tr
[2]Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bayburt, Türkiye. ORCID: 0000-0002-5080-7721, eposta: ocakir@bayburt.edu.tr
[3]Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kastamonu, Türkiye. ORCID: 0000-0001-5863-1452, eposta: dtkahyaoglu@kastamonu.edu.tr

1.GİRİŞ

Antibiyotikler, mikroorganizmaların (bakteri, fungus, protozoa) gelişimini durduran (mikrobiyostatik) ve/veya onları öldüren (mikrobiyosidal) doğal, yarı-sentetik veya sentetik maddelerdir (Founou ve ark. 2016). İlk antibiyotik olan salvarsanın 1910'da kullanıma sunulması (Hutchings ve ark., 2019), 1928'de penisilinin keşfi ve 1930'da ilk antimikrobiyal sülfonamidlerin tanıtılması ile antibiyotik uygulamalarına başlanmış ve insanlık tarihi açısından yeni bir döneme geçiş yapılmıştır. Modern tıbbın en büyük başarılarından biri olan antibiyotikler, tıbbi uygulamalar için hayati önem taşımaktadır. Antibiyotikler insanlardaki enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde terapötik ajanlar olarak kullanılmakla birlikte 1940'larda hayvanlarda büyüme promotörü olan klortetrasiklinin keşfi ile farklı antibiyotiklerin büyümeyi teşvik edici etkileri de gözlenmiş ve antibiyotik uygulamalarına hayvan ağırlığını artırmak, yem ve üreme etkinliğini yükseltmek, hastalık ve ölüm oranını düşürmek amacıyla da başvurulmuştur (Economou ve Gousia, 2015; Bacanlı ve Başaran, 2019; Hu ve ark., 2019, Menkem ve ark., 2019; Thapa ve ark., 2020; Zhang ve ark., 2022).

Bir zamanlar belirli bir bakteri türünü inhibe edebilen bir antibiyotik, aynı suşa karşı artık etkili değilse bu durum antibiyotik direnci olarak bilinir ve direnç kazanan bakteriler antibiyotiğe dirençli bakteriler olarak tanımlanır. Sağlık (insan ve hayvan), tarım ve akuakültür alanlarında gereğinden fazla yanlış antibiyotik kullanımı bakterilerde antibiyotik direnç gelişimine yol açmış, bununla birlikte yaygın

enfeksiyonlar için mevcut tedavi de etkisiz hale geldiğinden halk sağlığı konusunda önemli bir tehlike ile karşı karşıya kalınmıştır (Thapa ve ark., 2020; Zhong ve ark., 2021). İlaç direnci antibiyotik kullanımının ilk zamanlarından beri gözlenen bir durum olmuş ve son raporlara göre antibiyotiğe dirençli suş enfeksiyonlarından yılda 700.000'den fazla ölüm kaydedildiği ve bu sayının 2050'ye kadar yirmi milyona yükseleceği bildirilmiştir (O'Neil, 2018; Liao ve ark., 2020). Dolayısıyla bu durum ülkelerin enfeksiyonları tedavi etmek için trilyonlarca dolar ödemek zorunda kalacağı anlamına gelmektedir. Gerek sağlık gerek ekonomik anlamda kaygı verici bu tehdit nedeniyle, 2015 yılı Dünya Sağlık Günü teması olarak "Gıda Güvenliği" başlığı seçilmiş ve günümüzde antibiyotik direnci insan sağlığı için en büyük üç tehditten biri olarak tanımlanmıştır (WHO 2014; Liao ve ark., 2020; Uddin ve ark., 2021; Zhong ve ark., 2021).

Bu bölümde antimikrobiyal direnç, gıdalarda antibiyotik kalıntıları ve sağlık üzerine etkileri, antimikrobiyal dirençle mücadelede probiyotik terapi yaklaşımı konularında yapılan çalışmalar ilgili başlıklar ile değerlendirilerek incelenmiştir.

1.1. Bakterilerde Antibiyotik Direnci ve Transferi

Bakteriler yapısal veya fonksiyonel özelliklerinin bir sonucu olarak antibiyotiklere karşı dirençli olabilir, aynı zamanda kromozomal genlerin mutasyonu veya ekzojen DNA edinimi yoluyla da antibiyotik direnci geliştirebilirler. Yapısal direnç ve kromozomal mutasyona bağlı direnç, horizontal yayılma için düşük bir potansiyele sahipken, mobil genetik elemanların (örneğin plazmidler veya transpozonlar)

edinilmesinden kaynaklanan direnç daha kolay yayılabilmektedir. Bakteriler direnç mekanizmasını üç yolla kazanırlar. Birincisi, bir bakteri türünün tüm üyelerinde görülebilen intrinsik (yapısal) dirençtir. Bu dirence doğal bakteri popülasyonlarında önceden var olan bir fenotip aracılık edebilir. Evrimsel süreç boyunca, bakteri hücreleri mevcut genlerde genetik hataları biriktirir ve dirençli genleri dikey gen aktarımı yoluyla yeni hücrelere aktarır, bu da doğuştan gelen, içsel veya doğal bir dirence yol açar. İkincisi primer direnç olarak adlandırılır ve uzun süreli antibiyotik kullanımına bağlı olarak dirençli türler ortaya çıkar. Üçüncü direnç mekanizması ise sekonder direnç olarak adlandırılan kazanılmış direnç mekanizmasıdır (Dolgun ve ark., 2016; Haskell ve ark., 2018; Founou ve ark. 2016; Li ve ark., 2020; Uddin ve ark., 2021).

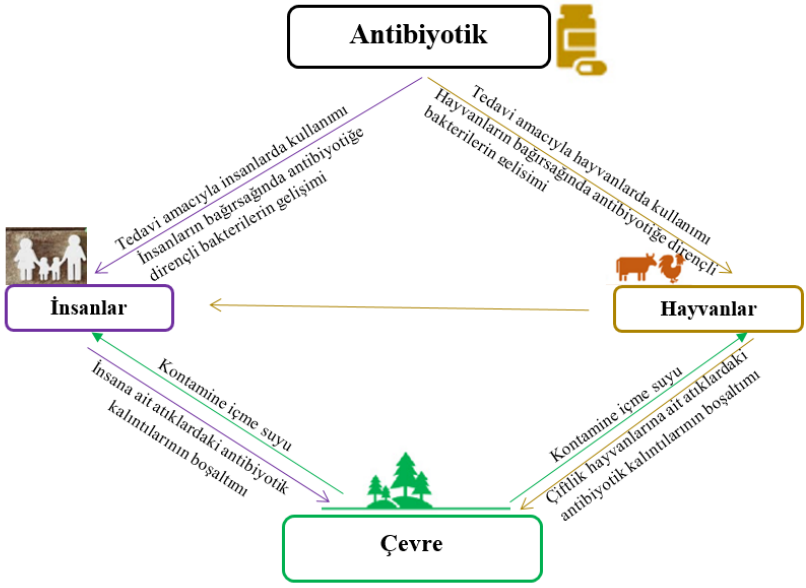
Direnç mekanizması genetik yapılarında gerçekleşen modifikasyonlar sonucu kazanılır ve bu modifiye genler türler arasında transfer edilerek bakteriyel direnci artırır. Tablo 1'de hayvan ve bitkilerde yaygın olarak kullanılan antibiyotikler ve gelişen direnç mekanizmaları görülmektedir.

Tablo 1. Hayvan ve Bitkilerde Yaygın Olarak Kullanılan Antibiyotikler ve Gelişen Direnç Mekanizmaları

Antibiyotik sınıfı	Etki mekanizması	Direnç mekanizması	Referanslar
Sülfonamidler Sülfadiazin Trimetoprim	Folik asit yolağındaki farklı adımları inhibe ederler	Kromozomal direnç; plazmid kaynaklı direnç	Thapa ve ark., 2020; Uddin ve ark., 2021.
Linkozamid Makrolidler	Protein sentezini inhibe eder	Değiştirilmiş hedef, aktif efluks proteinleri aracılığıyla hücre içi antibiyotik konsantrasyonunun azalması	Thapa ve ark., 2020; Uddin ve ark., 2021.
Tetrasiklinler	Bakteriyal protein sentezini inhibe eder	İndüklenebilir efluks proteinleri (aktif pompa mekanizması), ribozomal koruma proteinleri ve enzimler tarafından tetrasiklin inaktivasyonu.	Dolgun ve ark., 2016; Thapa ve ark., 2020; Uddin ve ark., 2021.
Penisilin, Sefalosporinler ve diğer beta-laktam antibiyotikler	Bakteri hücre duvarlarının peptidoglikan tabakasının oluşumunu engeller	Beta laktamaz üretimi esas olarak hücre duvarı proteinlerini değiştirir, böylece onlar proteinleri bağlayan penisiline bağlanamazlar.	Dolgun ve ark., 2016; Menkem ve ark., 2019; Thapa ve ark., 2020; Uddin ve ark., 2021.
Florokinolonlar Rifamisin	Bakteri DNA girazını inhibe ederler ve DNA replikasyonunu engellerler	Plazmid aracılı direncin kodlanması ve bakteri membran proteinlerinin sayısını azaltarak düşük etkili bir direncin oluşmasına neden olan mar mutasyonları	Dolgun ve ark., 2016; Menkem ve ark., 2019; Thapa ve ark., 2020; Uddin ve ark., 2021.
Makrolid/Azalid aminoglikozidler	Bakteriyel 50S ribozomal alt birimine bağlanır ve protein sentezini engeller	İlacın bağlanma afinitesini azaltırlar	Menkem ve ark., 2019; Thapa ve ark., 2020; Uddin ve ark., 2021.
Streptomisinler	Bakteriyel ribozomlara geri döndürülemez bir şekilde bağlanarak protein sentezini engeller	Mutasyon, gen edinimi	Thapa ve ark., 2020
Gentamisinler	Bakteriyel ribozomun 50S alt birimini bağlayarak proteine amino asit katılımını engeller	Ribozomal hedefte kazanılmış mutasyon, dışa atım pompalarının aktivasyonu	Menkem ve ark., 2019
Oksolinik asit	DNA girazı inhibe ederler	Kinolonların hedeflerinde değişiklik ve dışa atım pompası sisteminin aşırı ekspresyonu	Dolgun ve ark., 2016; Thapa ve ark., 2020
Kloramfenikol	Protein sentezini engeller.	Enzimatik inaktivasyon, hedef bölge mutasyonu, dışa atım pompalarının varlığı	Menkem ve ark., 2019

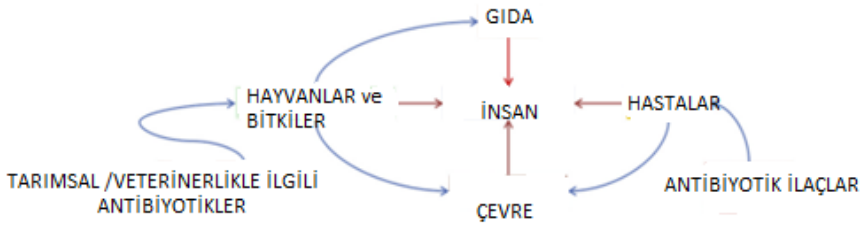
Antibiyotik direnç oluşumunda birçok faktör vardır ve dirence katkıda bulunan en önemli faktör, insan ve hayvanlarda hastalıkların tedavisi

amacıyla veya profilaktik ajanlar olarak antibiyotiklerin gelişigüzel klinik kullanımıdır. Diğer bir faktör ise, hayvan bakımında düzensiz antibiyotik uygulamalarıdır. Bilindiği gibi hayvancılık, su ürünleri yetiştiriciliği ve arıcılık alanlarında büyümeyi teşvik etmek amacıyla antibiyotikler büyük ölçüde uygulanmaktadır. Bu kullanım şeklinin bir sonucu olarak da hayvanlardan insanlara önemli bir antibiyotik kontaminasyonu söz konusu olmaktadır. Diğer taraftan dünya genelinde antibiyotik kullanımı açısından tarımsal faaliyetler de büyük bir paya sahiptir. Tarımsal ürünler kontrol edilmesi zor olan ve çiftçiler için büyük mali kayıplara yol açabilecek bakteriyel hastalıklara karşı oldukça hassas olduğundan bu hastalıkların önlenmesinde de antibiyotik kullanımına başvurulmaktadır. Ayrıca insan ve hayvanlara ait atıklardaki mevcut antibiyotik kalıntıları da çevreye salınabilmekte ve böylece yayılım bir döngü halinde devam edebilmektedir. Dolayısıyla antibiyotik direncinin ortaya çıkışı insan, hayvan, bakteri, ilaç ve çevre arasındaki etkileşimleri içeren karmaşık bir fenomendir (Şekil 1 ve 2) (Bargańska ve ark., 2011; Abriouel ve ark., 2015; Liao ve ark., 2020; Thapa ve ark., 2020).



Şekil 1. Bakterilerde Antibiyotik Direncinin Oluşumu ve Transferi (Thapa ve ark., 2020)

Bazı durumlarda, çevrede düşük seviyelerde antibiyotik maruziyeti mikroorganizmalar arasında yüksek seviyeli direncin gelişmesine de yol açabilmektedir. Antibiyotiğe dirençli bakteriler üzerine yapılan farklı araştırmalar; hayvansal kaynaklı gıdalarda, çiftlik hayvanlarında, evcil hayvanlarda, insanlarda antibiyotiğe dirençli bakterilerin varlığını ve insan, hayvan ve gıda maddeleri yoluyla transferini göstermiştir. Antibiyotiğe dirençli bakteriler arasında özellikle yenilebilir hayvanları enfekte eden zoonotik bakteriler, gıda zinciri veya deri teması yoluyla insanlara bulaşabilmektedir. Araştırmalar antibiyotiğe dirençli bakterileri içeren gıdaların tüketilmesi ile dirençli genlerin bağırsaktaki insan patojenlerine transferinin mümkün olabildiğini göstermiştir (Hwang ve ark., 2017; Gudda ve ark., 2020; Liao ve ark., 2020).



Şekil 2. Antibiyotik direnç genlerinin yayılımı (Liao ve ark., 2020)

1.2. Gıdalarda Antibiyotik Kalıntıları, Sağlık Üzerine Etkileri ve İnaktivasyonu

Antibiyotik kalıntıları, antibiyotiklerin uygulanmasından sonra hayvansal ve bitkisel ürünlerin yenilebilir kısımlarında eser miktarlarda bulunan metabolitlerdir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, hayvan yetiştiriciliğinde terapötik, profilaktik ve büyümeyi teşvik amacıyla kapsamlı antibiyotik kullanımının bir sonucu olarak et, süt, bal ve yumurta gibi gıdalarda çeşitli antibiyotik kalıntılarına rastlandığını rapor etmiştir. Özellikle domuz, tavuk, sığır etleri ve sakatatlarında antibiyotik kalıntılarının olduğu; sülfonamid, tetrasiklin, kinolon, aminoglikozit ve β-laktamların bu ürünlerde rastlanabilen antibiyotikler olduğu ileri sürülmüştür (Er ve ark., 2013; Wang ve ark., 2017; Bartkiene ve ark., 2020; Kyriakides ve ark., 2020; Mohammadzadeh ve ark., 2022). Antibiyotik kalıntılarına süt ve süt ürünlerinde de sıkça rastlanmaktadır. Bu ürünlerde florokinolonlar, sülfonamidler, kloramfenikol, penisilin G, tetrasiklin gibi antibiyotik kalıntılarına rastlandığı ve bu antibiyotik kalıntılarının peynir, yoğurt ve diğer süt ürünlerinin üretimini de olumsuz etkilediği bildirilmiştir

(Zheng et al., 2013; Sniegocki ve ark., 2015; Cabizza ve ark., 2017; Shappell ve ark., 2017; Khanal ve ark., 2018; Zhang ve ark., 2019; Chiesa ve ark., 2020). Yumurta antibiyotik kalıntılarının görüldüğü bir diğer hayvansal ürün grubu olup, özellikle enrofloksasin ve klortetrasiklin kalıntılarına rastlandığı bildirilmiştir (Alaboudi ve ark., 2013; Yamaguchi ve ark., 2017; Ben ve ark., 2019). Oksitetrasiklin, tiamfenikol, eritromisin, enrofloksasin, sarafloksasin, ofloksasin ve trimetoprim gibi antibiyotikler ise su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan antibiyotikler olup oral uygulamalar, su ve sedimandan su ürünlerine taşınabilmektedirler (Wang ve ark., 2017; Ben ve ark., 2019; Ni ve ark., 2021; Vilca ve ark., 2021). Arjantin balık pazarlarından toplanan balıklarda 46 antibiyotiğin (amfenikoller, sefalosporinler, dihidrofolat redüktaz inhibitörleri, florokinolonlar, makrolidler, nitrofuranlar, penisilinler, kinolonlar, sülfamitler ve tetrasiklinler) varlığı araştırılmış ve balık örneklerinin %100'ünde enrofloksasin, klaritromisin, roksitromisin, doksisiklin ve oksitetrasiklin tespit edildiği bildirilmiştir (Griboff ve ark., 2020). Antibiyotik kalıntı riski taşıyan diğer bir gıda grubu ise bal ve çeşitli arıcılık ürünleridir. Arıcılar tarafından sıkça başvurulan antibiyotikler arasında; tetrasiklin, sülfonamid, aminoglikozid, β-laktam, makrolid, kloramfenikol, linkomisin, streptomisin ve nitrofuran türevleri yer almaktadır (Granja ve ark., 2009; Bargańska ve ark., 2011; Fá ve ark., 2019). Özellikle okratetrasiklinin arı sütü, propolis, polen ve hatta bal gibi çeşitli arıcılık ürünlerinde bulunabildiği dolayısıyla bakteriyel direnç oluşumu ve olası alerjik reaksiyonlar ile tüketici sağlığını tehdit edebileceği bildirilmiştir (Fá ve ark., 2019). Diğer taraftan, İtalyan pazarından

toplanan farklı botanik orijin ve coğrafi kökene sahip 74 bal örneği 27 farklı antibiyotik bakımından analiz edilmiş ve dokuz bal (% 12) örneğinde eser miktarda sülfonamid tespit edilmiştir. Bulunan seviyelerin (<2 μg kg^{-1}) halk sağlığı üzerinde endişe edici bir etki yaratmayacağı bildirilmiştir (Galarini ve ark., 2015).

Bitkisel ürünler de antibiyotik kalıntı riski taşıyabilmektedir. Organik sebze ve tahıl gibi bitkisel ürünlerin yetiştirilmesinde kimyasal gübre kullanımı kısıtlandığından, bitki besin elementleri açısından zengin çiftlik gübresinin organik tarımda kullanımı iyi bir alternatif olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, hayvanların kullanılan antibiyotikleri yetersiz emilimleri nedeniyle, çiftlik veya kümes hayvanlarının gübrelerinde yüksek konsantrasyonlarda antibiyotik kalıntısına rastlanmaktadır. Bu gübrelerin tarımsal faaliyetlerde kullanımı sonucunda ise ekim alanlarında antibiyotik kalıntılarının birikebildiği rapor edilmiştir (Wei ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2019; Inyinbor ve ark., 2021). Antibiyotiklerin tarım toprağı ve yenilebilir bitkisel ürünlere transferinde kullanılan sulama suyunun etkisi de söz konusu olabilmektedir (Pan ve Chu, 2017; Gudda ve ark., 2020). Bunlara ilaveten, son yıllarda içme suyu kaynaklarındaki olası antibiyotik kontaminasyonu ve içme suyunun antibiyotik direnç genlerinin taşınmasında potansiyel olması da dikkatleri çekmektedir (Feng ve ark., 2020; Ben ve ark., 2020; Hu ve ark., 2021; Labella ve ark., 2021).

Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde gıda biyogüvenliği ve güvenlik önlemlerinin sınırlı ölçülerde olması dolayısıyla, antibiyotiğe

dirençli bakteri ve antibiyotiğe dirençli genlerin topraktan çatala hem doğrudan hem de dolaylı olarak yayılımı ciddi halk sağlığı riskine yol açmaktadır. Bununla birlikte gelişmiş ülkelerde mevcut gıda sistemleri dolayısıyla bu risklerin ortaya çıkışı daha düşük seviyelerde olsa da, gıdaların antibiyotiğe dirençli patojenler ile dolaylı kontaminasyonu gıda kaynaklı enfeksiyonlara yol açabilmektedir (Hwang ve ark., 2017; Thapa ve ark., 2020).

Antibiyotiklerin aşırı kullanımının yaygın olarak bilinen tehlikesi antibiyotik direncini artırmak olsa da, bir başka ciddi tehdit de aşırı kullanım veya yanlış kullanımdan kaynaklanan olumsuz vaka veya toksisite potansiyelidir (Dillard ve ark., 2021). Antibiyotiklerin uygun ve yasal olmayan kullanımları gıda değeri olan hayvanlarda kabul edilebilir maksimum kalıntı limitinin aşılmasına sebep olmakta ve bu kalıntılar insanlarda ciddi sağlık sorunlarına ve bakterilerde antibiyotik direncinin artmasına yol açmaktadır. Bazı antibiyotikler tüketicilerde doğrudan toksik reaksiyonlar üretme potansiyeline sahipken, bazıları alerjik veya aşırı duyarlılık reaksiyonları geliştirebilirler. Örneğin beta laktamlar (penisilin ve sefalosporinler) çok düşük dozlarda dahi gastrointestinal semptomlar, deri iltihapları ve anafilaksiye (aşırı duyarlılık) neden olabilmektedirler. Ayrıca antibiyotik tedavisi gören çiftlik hayvanlarından elde edilen gıda ürünlerinin tüketimi insanlarda antibiyotik direncinin gelişimine yol açabilmektedir. Dolaylı ve uzun süreli tehlikeler arasında ise karsinojenik, teratojenik, genetik ve mikrobiyolojik etkiler sayılabilir. Gübre olarak kullanılan hayvansal atıklardaki dirençli bakterilerin ise su kaynaklarının kirlenmesine ve

insan bağırsak florasında değişikliklere neden olabileceği bildirilmiştir (Ben ve ark., 2019; Menkem ve ark., 2019; Gudda ve ark., 2020).

Antibiyotik kalıntıları insan vücuduna girdikten sonra, yaklaşık 800-1000 farklı bakteri türü ve 7000'den fazla farklı suşun yaşadığı gastrointestinal sistemdeki insan mikrobiyomu ile etkileşime girebilmektedir (Jernberg ve ark., 2010; Ben ve ark., 2019). Bu mikroorganizmalar içerisinde %95 oranında faydalı bakteriler mevcut olup geri kalanı ise zararlı bakteri ve fırsatçı patojenlerdir. Hem bu bakteriler arasında hem de zamana bağlı olarak bakteriler ve insan vücudu arasında istikrarlı bir mikro-ekolojik denge vardır. Ayrıca hem çevrenin hem de genetiğin mikrobiyotayı etkilediği düşünülmektedir. Gözlemsel, klinik ve epidemiyolojik çalışmalar antibiyotiklere maruz kalmanın hedef bir mikroorganizmadan ziyade konakçı ile ilişkili mikrobiyal topluluk üzerindeki geniş spektrumlu etkileri dolayısıyla bağırsak florasındaki kompozisyonu değiştirdiğini göstermiştir. Bağırsak mikrobiyotasında oluşan dengesizlik ise, zararlı bakterilerin ve fırsatçı patojenlerin çoğalmasına ve ayrıca astım, obezite, psödomembranöz kolit, bağırsak bozuklukları ve kolorektal kanser gibi çeşitli hastalıklara yol açabilmektedir (Damman ve ark., 2012, Ben ve ark., 2019).

Hayvansal kaynaklı gıdaların pişirme ve dondurma işlemleri antibiyotik kalıntılarının inaktivasyonunda oldukça önem arz etmektedir. Araştırmalar; hayvansal kaynaklı gıdalarda rastlanan β-laktam, aminoglikozit, kinolon, tetrasiklin, sülfonamid ve makrolid gibi antibiyotik sınıflarına giren ilaçların degrade olmasının sıcaklığa bağlı

olduğunu ve uygulanan ısıl işlem süresine göre etkinin arttığını bildirmiştir (Shahani ve ark., 1956; Roca ve ark., 2010; Hsieh ve ark., 2011; Zorraquino ve ark., 2011; Abou-Raya ve ark., 2013; Roca ve ark., 2013; Tian ve ark., 2017; Bacanlı ve Başaran, 2019). Aktif kömür, reçine, ozon, UV, gama radyasyon ve hidrotermal işlemler gibi uygulamaların da antibiyotik inaktivasyonunda faydalı olabileceği ileri sürülmüştür (Nisha, 2008; Bacanlı ve Başaran, 2019; Chu ve ark., 2020; Gong ve ark., 2020).

1.3. Gıdalara Uygulanan Proseslerin Antibiyotik Direnç Üzerine Etkileri

Gıda kaynaklı bakteriyel patojenler, yaşam döngüleri boyunca özellikle gıda üretimi, işlenmesi, depolanması ve pişirilmesi gibi gıda prosesleri süresince birçok stresle karşı karşıya kalırlar. Stres, mikrobiyal büyümeyi ve hayatta kalmayı olumsuz etkileyen herhangi bir zararlı faktör veya durumu ifade eder. Bu stresler arasında; sıcaklık uygulamaları, basınç veya ozmotik şok gibi fiziksel uygulamalar, asitler veya deterjanlar gibi kimyasal ve bakteriyosinler gibi biyolojik stresler yer alır. Topraktan çatala kadar geçen süreçte gıdaların; kızartma, ısıtma, marinasyon ve fırınlama gibi çeşitli tekniklerle işlenmesi gerekir. Kullanılan bu işleme yöntemleri, patojenleri etkili bir şekilde inaktive edebilmekte ve gıdaların raf ömrünü uzatabilmektedir. Bununla birlikte; mikroorganizmalar, gıda ile ilişkili bu tür stresler ile karşılaştıklarında canlı kalabilmek ve/veya gelişim gösterebilmek için fizyolojik adaptasyon ve aklimasyon (alıştırma) mekanizmalarına da sahip olabilirler. Bu stres tepkileri hasarı onaran, hücre homeostazını

koruyan veya stres maddesinin uzaklaştırılmasını kolaylaştıran proteinlerin üretilmesine yol açabilmektedir. Gıda ile ilişkili çeşitli streslere karşı bakterilerin adaptif yanıtı antibiyotiklere karşı çapraz koruma sağlayabilmekte ve gıda zincirinde antibiyotik direncinin yayılmasını hızlandırabilen faktörlerden biri olabilmektedir (Tablo 2) (Begley ve Hill, 2015; Liao ve ark., 2020).

Tablo 2. Gıda İşleme ve Depolama Sırasında Gıda Kaynaklı Patojenlerde Stres Direncini Teşvik Edebilen Stres Koşulları (Begley ve Hill, 2015; Liao ve ark., 2020)

Stres	Gıda üretimindeki adım
Düşük sıcaklık	Soğukta muhafaza, dondurma
Yüksek sıcaklık	Gıdaların pişirilmesi, gıda işleme
Asitleştirme (düşük pH)	Fermantasyon, asidik katkı maddeleri ilavesi
Ozmolarite	Gıdaların hazırlanmasında NaCl gibi katkıların ilavesi
Dehidrasyon	Gıda işleme (sıcak hava ile kurutma, dondurarak kurutma, vakum)
Yüksek hidrostatik basınç	Gıda işleme
Koruyucu madde ilavesi	Gıda işleme
Işınlama	Gıda koruma (UV, γ ve X ışınları)
Dezenfektanlar (kuaterner amonyum bileşikleri, benzalkonyum klorür, elektrolize su, klor)	Gıda işleme
Oksijen azaltma (modifiye atmosferde paketleme, vakum paketleme)	Gıda koruma
Bakteriyosinler (nisin vb.)	Gıda koruma

1.4. Antibiyotik Direncine Karşı Probiyotik Terapi ve Antibiyotik Direnci Açısından Probiyotiklerin Güvenliğinin Değerlendirilmesi

Bakteriyel antibiyotik direncinin küresel olarak yayılması yüksek bir tıbbi maliyete ve mortalite oranında bir artışa yol açmıştır. Bu nedenle,

tarım ve gıda gibi çeşitli sektörlerde yayılmayı kontrol etmek ve antibiyotiğe dirençli bakteri riskini azaltmak son derece önemli bir konu olmuştur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC) ve diğer sağlık kuruluşları antimikrobiyal dirençle mücadele için alternatif yaklaşımlara odaklanmıştır. Antibiyotik direncine bağlı ölüm oranını azaltmak için terapötik stratejiler uygulanmaktadır. Bunlar arasında kombinatoryal tedaviler, doğal ürünlerin kullanımı, biyoinformatik, bakteriyofaj terapisi, nanoilaç ve probiyotik terapi gibi birçok alternatif yaklaşım denenmektedir (Sharma ve ark., 2014, Das ve ark., 2020).

Bu yaklaşımlar arasında probiyotik terapi ilgi odağı olmuştur. Probiyotikler; yeterli miktarda uygulandığında, konakçı sağlığı üzerine olumlu etki gösteren canlı mikroorganizmalardır. Antibiyotiklere karşı direnci kontrol altına almak için etkili bir araç olarak kabul edilmelerinin yanı sıra birçoğu gastrointestinal florayı olumsuz yönde etkilemeksizin antibakteriyel, antialerjik ve immünostimülatör aktivite sergiler (Hill ve ark., 2014; Das ve ark., 2020, Li ve ark., 2020).

Laktik asit bakterileri (LAB), taksonomik olarak Gram pozitif, spor oluşturmayan, çubuk ve koklardan oluşan bir bakteri grubudur. Bu bakteri grubunda yer alan mikroorganizmalar arasında *Lactobacillus, Leuconostoc, Pediococcus, Enterococcus* ve *Lactococcus* cinsleri önemlidir. *Bifidobacterium* cinsi ise, filogenetik olarak diğer LAB ile ilgili olmasa da laktik asit bakterileri ve propiyonik asit bakterileri arasında bir bağlantı oluşturur (Mattarelli and Biavati, 2018; Sharma ve ark., 2014). Bu cinslerin bazı suşları, gıda endüstrisinde starter kültür

veya probiyotik olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Probiyotikler amaçlanan kullanım koşulları altında güvenli olmalıdır. Genel olarak LAB, tüketiciler veya çevre için sağlık riski oluşturmayan GRAS organizmalardır (Sharma ve ark., 2014; Klare ve ark., 2007). Bununla birlikte, gıda ile ilişkili LAB ve probiyotik LAB'inde antibiyotik direnç genlerinin varlığını belgeleyen araştırmalar vardır (Das ve ark., 2020; Li ve ark., 2020; Sharma ve ark., 2014; Casado Muñoz ve ark., 2014; Ouoba ve ark., 2008; Hummel ve ark., 2007; Kastner ve ark., 2006; Klare ve ark., 2007; Klein, 2011; Liu, ve ark., 2009; Zonenschain ve ark., 2009; Borriello ve ark., 2003).

Probiyotiklerin güvenliği ile ilgili başlıca üç teorik endişe ileri sürülmüştür. Bunlar; (1) bakteriyemi veya endokardit gibi hastalıkların ortaya çıkması; (2) gastrointestinal sistem üzerinde toksik veya metabolik etki ve (3) gastrointestinal florada antibiyotik direncinin transferidir. Dolayısıyla mikroorganizmaların doğasında var olan özellikleri, tüketicinin fizyolojik durumu, uygulanan doz ve probiyotik bakterilerin gastrointestinal sistem içinde potansiyel bir antibiyotik direnç aktarım kaynağı olasılığı dikkate alınması gereken faktörlerdir (Sharma ve ark., 2014).

Antibiyotik direncinin yapısal (intrinsik direnç) olması istenen bir özelliktir ve probiyotik bakteriler vankomisin, metronidazol, kloramfenikol, tetrasiklin, makrolid ve kolistin gibi antibiyotiklere karşı belirli intrinsik bir dirence sahiptir (Zarzecka ve ark., 2020). Antibiyotikle ilişkili ishalin tedavisinde ve antibiyotik uygulamasından sonra bebek bağırsak mikrobiyomunun yenilenmesinde probiyotiklerin

uygulanması klinik olarak kanıtlanmıştır. Böylece antibiyotik tedavi sürecinde probiyotikler canlı kalarak bozulan floranın olumsuz etkilerine karşı vücudu koruyabilmektedir. Antibiyotik direnci üzerine yapılan epidemiyolojik çalışmalar, esasen klinik patojen bakterilere odaklanmıştır. Bununla birlikte, son çalışmalar probiyotik *Lactobacillus* gibi patojenik olmayan bakterilerin de antibiyotik direnci gösterebileceğini ve antibiyotik direnç genlerinin insan patojenleri de dahil olmak üzere diğer mikroorganizmalara yayılmasına aracı olabileceğini bildirmiştir. Dolayısıyla probiyotik bakterilerin mevcut direnç mekanizmaları endişe verici bir risk faktörü olarak da karşımıza çıkmaktadır. Bu özelliklerinin doğal özellikleri olduğu ve diğer mikroorganizmalara aktarılamayacağı belirtilmekle birlikte bazı suşların antibiyotik direnç özelliğini diğer canlılara aktarabildiği de bildirilmektedir. Direnç, plazmidler aracılığı ile veya bazı mutasyonlar veya nadiren çevreden belirli direnç genleri edinilerek kazanılabilmektedir (Ouoba ve ark., 2008; Sharma ve ark., 2014; Abriouel ve ark., 2015; Das ve ark., 2020; Li ve ark., 2020).

Antibiyotik direnci plazmidler veya transpozonlar gibi hareketli genetik elemanlar üzerinde bulunduğunda, bu özellikler insan veya hayvan kommensal mikrobiyotası ile konakçılarda geçici olarak ikamet eden patojenik bakterilere aktarılabilir. Antibiyotiğe dirençli türlerin veya direnç genlerinin yayılması, bulaşıcı hastalıklardaki terapötik olasılıkları da azaltabilir. Bu nedenle, insan veya hayvan beslenmesine yönelik ürünlerde probiyotik veya starter kültür olarak kullanılan LAB

suşları arasında aktarılabilir antibiyotik direnç varlığını araştırmak oldukça önemlidir.

Probiyotiklerin antibiyotiklerle kombinasyonu, antibiyotiğin bakterisidal etkilerine karşı koyan çeşitli direnç mekanizmalarının gelişimine yol açabilir. Bu mekanizmalar antibiyotiğin doğasına, ilacın hedef bölgesine, bakteri türüne ve bir plazmid veya kromozomal mutasyona bağlı olup olmadığına göre farklılık gösterebilir (Selvin ve ark., 2020). Aktarılabilir ilaç direncinin belgelenmiş vakaları probiyotik mikroorganizmaların güvenlik endeksinin sıkı bir şekilde izlenmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda, bazı bakteri suşlarının probiyotik olarak onaylanmasından önce, ilaç direncinin yorumlanması son derece önemlidir (Ouoba ve ark., 2008, Das ve ark., 2020, Li ve ark., 2020). Dolayısıyla antibiyotik direncinin patojenik olmayan bakterilerden de tüketicilere iletilmesinde gıda ürünleri önemli bir kanal olarak görülebilir.

2.SONUÇ

Sağlık, veterinerlik ve tarım endüstrilerinde bilinçsiz ve aşırı şekilde antibiyotik kullanımı ve bazı mikroorganizmaların antibiyotiklere direnç geliştirmedeki olağanüstü kapasiteleri, gerek sağlık gerek sosyo-ekonomik yansımaları olan küresel bir halk sağlığı sorununa dönüşmüştür. Gelişen antibiyotik direnci nedeniyle antibiyotikler enfeksiyonları tedavi etme ve halk sağlığını tehdit eden faktörleri kontrol etme yeteneğini kaybetmiş, bu duruma yeni terapötik maddelerin geliştirilmesindeki yetersizliklerin de eklenmesiyle nesli

tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalan ilaçlar haline gelmiştir. Dolayısıyla WHO global eylem planı ve FAO eylem planı çerçevesinde savunulan Tek Tip/Tek Sağlık-One Health yaklaşımı doğrultusunda çok yönlü, kapsamlı ve entegre stratejilerin geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Gıda güvenliğini ve küresel toplum sağlığını korumak, bulaşıcı hastalıklarla etkin bir şekilde mücadele etmek, antibiyotik direncinin ortaya çıkmasını ve yayılmasını engellemek ve gelecek nesiller için antibiyotiklerin etkinliğini korumak için yeni stratejiler belirlemek ve bu stratejileri de çok iyi değerlendirmek oldukça önemli bir konudur. Diğer taraftan, gıda yoluyla antibiyotik direnç genlerinin potansiyel varlığı ve yayılması hakkında mevcut bilgiyi artırmak da gereklidir.

KAYNAKLAR

Abou-Raya, S.S.A.R., Salama1, N.A., Emam, W.H., Mehaya, F.M. (2013). Effect of ordinary cooking procedures on tetracycline residues in chicken meat. *Journal of Food and Drug Analysis* 21, 80–86.

Abriouel, H., Carmen Casado Muñoz, M, Lerma, L.L., Pérez Montoro, B., Bockelmann, W., Pichner, R., Kabisch, J., Cho, Gyu-Sung, Franz, C.M.A.P., Gálvez, A., Benomar, N. (2015). New insights in antibiotic resistance of Lactobacillus species from fermented foods. *Food Research International* 78, 465-481.

Alaboudi, A., Basha, E.A., Musallam, I. (2013). Chlortetracycline and sulfanilamide residues in table eggs: prevalence, distribution between yolk and white and effect of refrigeration and heat treatment. *Food Control*, 33, 281–286.

Bacanlı, M., Başaran, N. (2019). Importance of antibiotic residues in animal food. *Food and Chemical Toxicology* 125, 462–466.

Bargańska, Ż., Ślebioda, M., Namieśnik, J. (2011). Determination of antibiotic residues in honey. *Trends in Analytical Chemistry* 30 (7), 1035-1041.

Bartkiene, E., Ruzauskas, M., Bartkevics, V., Pugajeva, I., Zavistanaviciute, P., Starkute, V., Zokaityte, E., Lele, V., Dauksiene, A., Grashorn, M., Hoelzle, L.E., Mendybayeva, A., Ryshyanova, R., Gruzauskas, R. (2020). Study of the antibiotic residues in poultry meat in some of the EU countries and selection of the best compositions of lactic acid bacteria and essential oils against *Salmonella enterica*. *Poultry Science* 99:4065–407

Begley, M., Hill, C. (2015). Stress Adaptation in Foodborne Pathogens. *Annual Review of Food Science and Technology* 6:191–210.

Ben, Y., Fu, C., Hu, M., Liu, L., Wong, M. H., Zheng, C. (2019). Human health risk assessment of antibiotic resistance associated with antibiotic residues in the environment: a review. *Environmental Research* 169, 483-493.

Ben, Y., Hu, M., Zhang, X., Wu, S., Wong, M.H., Wang, M., Andrews, C.B, Zheng, C. (2020). Efficient detection and assessment of human exposure to trace antibiotic residues in drinking water. *Water Research* 175, 115699.

Borriello, S.P., Hammes, W.P., Holzapfel, W., Marteau, P., Schrenzenmeır, J., Vaara, M., Valtonen, V. (2003). Safety of probiotics that contain lactobacilli or bifidobacteria. *Clinical Infectious Diseases* 36, 775–780.

Cabizza, R., Rubattu, N., Salis, S., Pes, M., Comunian, R., Paba, A., Addis, M., Testa, M.C., Urgeghe, P.P. (2017). Transfer of oxytetracycline from ovine spiked milk to whey and cheese. *International Dairy Journal* 70, 12–17.

Casado Muñoz, M.C., Benomar, N., Lavilla Lerma, L., Gálvez, A., Abriouel, H. (2014). Antibiotic resistance of Lactobacillus pentosus and Leuconostoc pseudomesenteroides isolated from naturally-fermented Aloreña table olives throughout fermentation process. *International Journal of Food Microbiology* 172, 110–118.

Chiesa, L.M., DeCastelli, L., Nobile, M., Martucci, F., Mosconi, G., Fontana, M., Castrica, M., Arioli, F., Panseri, S. (2020). Analysis of antibiotic residues in raw bovine milk and their impact toward food safety and on milk starter cultures in cheese-making process. *LWT-Food Science and Technology* 131, 1-11.

Chu, L., Chen, D., Wang, J., Yang, Z., Yang, Q., Shen, Y. (2020). Degradation of antibiotics and inactivation of antibiotic resistance genes (ARGs) in Cephalosporin C fermentation residues using ionizing radiation, ozonation and thermal treatment. *Journal of Hazardous Materials* 382,121058.

Damman, C. J., Miller, S. I., Surawicz, C. M., Zisman, T. L. (2012). The Microbiome and Inflammatory Bowel Disease: Is There a Therapeutic Role for Fecal Microbiota Transplantation? *American Journal of Gastroenterology* 107 (10): 1452-1459.

Das, D.J., Shankar, A., Johnson, J.B., Thomas, S. (2020). Critical insights into antibiotic resistance transferability in probiotic *Lactobacillus*. *Nutrition*, 69:110567.

Dillard, L.K., Wu, C. Z., Saunders, J. E., McMahon, C. M. (2021). A scoping review of global aminoglycoside antibiotic overuse: A potential opportunity for primary ototoxicity prevention. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, (In Press).

Dolgun, O., Yüksel, H.T., Parın, U., Erbaş, G., Kırkan, Ş. (2016). Kültür Balıkçılığında Antimikrobiyel Direnç. *Animal Health Production and Hygiene* 5(2) : 472 – 476.

Economou, V., Gousia, P. (2015). Agriculture and food animals as a source of antimicrobial-resistant bacteria. *Infection and Drug Resistance* 8, 49-61.

Er, B., Onurdag, F.K., Demirhan, B., Ozgacar, S.Ö., Oktem, A.B., Abbasoglu, U. (2013). Screening of quinolone antibiotic residues in chicken meat and beef sold in the markets of Ankara, Turkey. *Poultry Science* 92:2212–2215.

Fá, A. G., Pignanelli, F., Lopez-Corral, I., Faccio, R., Juan, A., Di Nezio, M. S. (2019). Detection of oxytetracycline in honey using SERS on silver nanoparticles. Trends in Analytical Chemistry, 121, 115673.

Feng, L., Cheng, Y., Zhang, Y., Li, Z., Yua, Y., Feng, L., Zhang, S., Xu, L. (2020). Distribution and human health risk assessment of antibiotic residues in large-scale drinking water sources in Chongqing area of the Yangtze River. *Environmental Research* 185.

Founou, L. L., Founou, R. C., Essack, S. Y. (2016). Antibiotic Resistance in the Food Chain: A Developing Country-Perspective. *Frontiers in Microbiology* 7: 1881.

Galarini, R., Saluti, G., Giusepponi, D., Rossi, R., Moretti, S. (2015). Multiclass determination of 27 antibiotics in honey. *Food Control*, 12-24.

Gong, P., Liu, H., Wang, M., Dai, X., Yao, J. (2020). Characteristics of hydrothermal treatment for the disintegration of oxytetracycline fermentation residue and inactivation of residual antibiotics. *Chemical Engineering Journal* 402, 126011.

Granja, R.H.M.M., Ninõ, A.M.M., Zucchetti, R.A.M., Ninõ, R.E.M., Patel, R., Salerno, A.G. (2009). Determination of streptomycin residues in honey by liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 637, 64–67.

Griboff J, Carrizo J.C, Bonansea RI, Valdés M.E, Wunderlin D.A, Amé M.V. (2020). Multiantibiotic residues in commercial fish from Argentina. The presence of mixtures of antibiotics in edible fish, a challenge to health risk assessment. *Food Chemistry* 332, 127380.

Gudda, F.O., Waigi, M.G., Odinga, E.S., Yang, B., Carter, L., Gao, Y. (2020). Antibiotic-contaminated wastewater irrigated vegetables pose resistance selection risks to the gut microbiome. *Environmental Pollution* 264:114752.

Haskell, K.J., Schriever, S.R., Fonoimoana, K.D., Haws, B., Hair, B.B., Wienclaw, T.M., Holmstead, J.G., Barboza, A.B., Berges, E.T., Heaton, M. J., Berges, B.K. (2018). Antibiotic resistance is lower in Staphylococcus aureus isolated from antibiotic-free raw meat as compared to conventional raw meat. *Plos One*, 13(12), e0206712.

Hill, C., Guarner, F., Reid. G., Gibson, G.R., Merenstein, D.J., Pot, B., et al. (2014). The International scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology Hepatology* 11:506–14.

Hsieh, M.K., Shyu, C.L., Liao, J.W., Franje, C.A., Huang, Y.J., Chang, S.K., Chou, C.C. (2011). Correlation analysis of heat stability of veterinary antibiotics by structural degradation, changes in antimicrobial activity and genotoxicity. *Veterinarni Medicina* 56: 274–285.

Hu, T., Wang, X., Zhen, L., Gu, J., Zhang, K., Wang, Q., Ma, J., Peng, H. (2019). Effects of inoculation with lignocellulose-degrading microorganisms on antibiotic resistance genes and the bacterial community during cocomposting of swine manure with spent mushroom substrate. *Environmental Pollution* 252, 110-118.

Hu, Y., Jiang, L., Sun, X., Wu, J., Ma, L., Zhou, Y., Lin, K., Luo, Y., Cui, C. (2021). Risk assessment of antibiotic resistance genes in the drinking water system. *Science of the Total Environment* 800, 149650.

Hummel, A.S., Hertel, C., Holzapfel, W.H., Franz, C.M.A.P. (2007). Antibiotic resistances of starter and probiotic strains of lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 73, 730–739.

Hutchings, M.I., Truman, A.W., Wilkinson, B. (2019). Antibiotics: past, present and future. *Current Opinion in Microbiology* 51, 72–80.

Hwang, D., Kim, S.M., Kim, H.J. (2017). Modelling of tetracycline resistance gene transfer by commensal Escherichia coli food isolates that survived in gastric fluid conditions. *International Journal of Antimicrobial Agents* 49 (1), 81-87.

Inyinbor, A.A., Tsopmo, A., Udenigwe, C.C. (2021). Antibiotics threats on vegetables and the perils of low income nations practices. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 21, 100448.

Jernberg, C., Löfmark, S., Edlund, C., Jansson, J.K. (2010). Long-term impacts of antibiotic exposure on the human intestinal microbiota. *Microbiology* 156, 3216–3223.

Kastner, S., Perreten, V., Bleuler, H., Hugenschmidt, G., Lacroix, C., Meile, L. (2006). Antibiotic susceptibility patterns and resistance genes of starter cultures and probiotic bacteria used in food. *Systematic and Applied Microbiology* 29, 145–155.

Khanal, B.K.S., Sadiq, M.B., Singh, M., Anal, A.K. (2018). Screening of antibiotic residues in fresh milk of Kathmandu Valley, Nepal. *Journal of Environmental Science Health B* 53, 57–86.

Klare, I., Konstabel, C., Werner, G., Huys, G., Vankerckhoven, V., Kahlmeter, G., Hildebrandt, B., Müller-Bertling, S., Witte, W., Goossens, H. (2007). Antimicrobial susceptibilities of *Lactobacillus*, *Pediococcus* and *Lactococcus* human isolates and cultures intended for probiotic or nutritional use. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 59, 900–912.

Klein, G. (2011). Antibiotic resistance and molecular characterization of probiotic and clinical Lactobacillus strains in relation to safety aspects of probiotics. *Foodborne Pathogens and Disease* 8, 267–281.

Kyriakides, D., Panderic, I., Hadjigeorgioud, M., Christoud, K., Maoud, M., Kavantzasa, N., Lazarisa, A. (2020). Veterinary antimicrobial residues in pork meat in Cyprus: An exposure assessment. *Journal of Food Composition and Analysis* 90, 103512.

Labella, A., Molero, R., Leiva-Rebollo, R., Pérez-Recuerda, R., Borrego, J.J. (2021). Identification, resistance to antibiotics and biofilm formation of bacterial

strains isolated from a reverse osmosis system of a drinking water treatment plant. *Science of the Total Environment* 774, 145718.

Li, T., Teng, D., Mao, R., Hao, Y., Wang, X., Wang, J. (2020). A critical review of antibiotic resistance in probiotic bacteria. *Food Research International*, 136.

Liao, X., Ma, Y., Daliri, E.B.M., Koseki, S., Weic, S., Liua, D., Ye, X., Chen, S., Ding, T. (2020). Interplay of antibiotic resistance and food-associated stress tolerance in foodborne pathogens. *Trends in Food Science & Technology* 95, 97-106.

Liu, C., Zhang, Z. Y., Dong, K., Yuan, J. P., Guo, X. K. (2009). Antibiotic resistance of probiotic strains of lactic acid bacteria isolated from marketed foods and drugs. *Biomedical and Environmental Sciences* 22, 401–412.

Mattarelli, P. Biavati, B. (2018). The *Bifidobacteria* and Related Organisms. Species in the Genus *Bifidobacterium*. Academic Press, 9-48.

Menkem, Z.E., Ngangom, B.L., Tamunjoh, B.L., Ateim, S.S., Boyom, F.F. (2019). Antibiotic residues in food animals: Public health concern. *Acta Ecologica Sinica* 39, 411-415.

Mohammadzadeh, M., Montaseri, M., Hosseinzadeh, S., Majlesi, M., Berizi, E., Zare, M., Derakhshan, Z., Ferrante, M., Conti, G.O. (2022). Antibiotic residues in poultry tissues in Iran: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Research* 204, 112038.

Ni, L., Chen, D., Fu, H., Xie, O., Lu, Y., Wang, X., Zhao, Y., Chen, L. (2021). Residual levels of antimicrobial agents and heavy metals in 41 species of commonly consumed aquatic products in Shanghai, China, and cumulative exposure risk to children and teenagers. *Food Control* 129, 108225.

Nisha, A.R. (2008). Antibiotic Residues - A Global Health Hazard. *Veterinary World*, 1:12, 375-377.

O'Neil, J. (2018). Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations. 2016 UK, HM Government and Welcome Trust

Ouoba, L.I.I., Lei, V., Jensen, L.B. (2008). Resistance of potential probiotic lactic acid bacteria and Bifidobacteria of African and European origin to antimicrobials:

Determination and transferability of the resistance genes to other bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 121, 217–224.

Pan, M., Chu, L.M. (2017). Transfer of antibiotics from wastewater or animal manure to soil and edible crops. *Environmental Pollution* 231, 829-836.

Roca, M., Althaus, R.L., Molina, M.P. (2013). Thermodynamic analysis of the thermal stability of sulphonamides in milk using liquid chromatography tandem mass spectrometry detection. *Food Chemistry* 136, 376–383.

Roca, M., Castillo, M., Marti, P., Althaus, R. L., Molina, M.P. (2010). Effect of heating on the stability of quinolones in milk. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 58, 5427–5431.

Selvin, J., Maity, D., Sajayan, A., Kiran, G.S. (2020). Revealing antibiotic resistance in therapeutic and dietary probiotic supplements. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 22, 202-205.

Shahani, K.M., Gould, I.A., Weiser, H.H., Slatter, W.L. (1956). Stability of small concentrations of penicillin in milk as affected by heat treatment and storage. *Journal of Dairy Science* 39 (7) :971–977.

Shappell, N.W., Shelver, W. L., Lupton, S.J., Fanaselle, W., Van Doren, J.M., Hakk, H. (2017). Distribution of animal drugs among curd, whey, and milk protein fractions in spiked skim milk and whey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65, 938–949.

Sharma, P., Tomar, S. K., Goswami, P., Sangwan, V., Singh, R. (2014). Antibiotic resistance among commercially available probiotics. *Food Research International* 57, 176–195.

Sniegocki, T., Gbylik-Sikorska, M., Posyniak, A. (2015). Transfer of chloramphenicol from milk to commercial dairy products – experimental proof. *Food Control* 57, 411–418.

Thapa, S.P., Shrestha, S., Anal, A.K. (2020). Addressing the antibiotic resistance and improving the food safety in food supply chain (farm-to-fork) in Southeast Asia. *Food Control* 108, 1-7.

Tian, L., Khalil, S., Bayen, S. (2017). Effect of thermal treatments on the degradation of antibiotic residues in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57 (17): 3760-3770.

Uddin, T. M., Chakraborty, A. J., Khusro, A., Redwan Matin Zidan, B. M., Mitra, S., Emran, T., Dhama, K., Ripon, K. H., Gajdács, M., Sahibzad, M. U. K., Hossain, J., Koirala, N. (2021). Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of Infection and Public Health*, (In Press).

Vilca, F.Z., Galarza, N.C., Tejedo, J.R., Cuba, W.A.Z., Quiróz, C.N.C., Tornisielo, V.L. (2021). Occurrence of residues of veterinary antibiotics in water, sediment and trout tissue (Oncorhynchus mykiss) in the southern area of Lake Titicaca, Peru. *Journal of Great Lakes Research*, 47 (4): 1219-1227

Wang, H., Ren, L., Yu, X., Hu, J., Chen, Y., He, G., Jiang, Q. (2017). Antibiotic residues in meat, milk and aquatic products in Shanghai and human exposure assessment. *Food Control* 80, 217–225.

Wei, R., He, T., Zhang, S., Zhu, L., Shang, B., Li, Z., Wang, R. (2019). Occurrence of seventeen veterinary antibiotics and resistant bacterias in manure-fertilized vegetable farm soil in four provinces of China. *Chemosphere* 215, 234-240.

World Health Organization (WHO) (2014). Antimicrobial resistance global report onsurveillance.https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112642/9789241564748_eng.pdf;jsessionid=7E885CEBF325FF13DFA78158B869FABC?sequence=1.

Yamaguchi, T., Okihashi, M., Harada, K., Konishi, Y., Uchida, K., Hoang Ngoc Do, M., Thi Bui, L., Nguyen, T.D., Phan, H.B., Dang Thien Bui, H. (2017). Detection of antibiotics in chicken eggs obtained from supermarkets in Ho Chi Minh City, Vietnam. *Journal of Environmental Science and Health, Part B.* 52, 430–433.

Zarzecka, U., Chajęcka-Wierzchowska, W., Zadernowska, A. (2020). Microorganisms from starter and protective cultures - Occurrence of antibiotic resistance and conjugal transfer of tet genes in vitro and during food fermentation. *LWT, Food Science and Technology* 153, 112490.

Zhang, C., Deng, Y., Zheng, J., Zhang, Y., Yang, L., Liao, C., Su, L., Zhou, Y., Gong, D., Chen, L., Luo, A. (2019). The application of the QuEChERS methodology in the determination of antibiotics in food: A review. *Trends in Analytical Chemistry* 118, 517-537.

Zhang, R., Yang, S., An, Y., Wang, Y., Lei, Y., Song, L. (2022). Antibiotics and antibiotic resistance genes in landfills: A review. *Science of the Total Environment* 806, 150647.

Zhong J, Yang B, Gao FZ, Xiong Q, Feng Y, Li Y, Zhang JN, Ying GG. (2021). Performance and mechanism in degradation of typical antibiotics and antibiotic resistance genes by magnetic resin-mediated UV-Fenton process. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 227, 112908.

Zonenschain, D., Rebecchi, A., Morelli, L. (2009). Erythromycin- and tetracycline-resistant lactobacilli in Italian fermented dry sausages. *Journal of Applied Microbiology* 107, 1559–1568.

Zorraquino, M.A., Althaus, R.L., Roca, M., Molina, M.P. (2011). Heat treatment effects on the antimicrobial activity of macrolide and lincosamide antibiotics in milk. *Journal of Food Protection* 74 (2): 311–315.

BÖLÜM 14

GELECEĞİN GIDA VE YEM KAYNAĞI: MİKROALG

Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÜRÜŞAN[1]

[1] Atatürk Üniversitesi, Erzurum Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 25240, Erzurum, Türkiye
https://orcid.org/0000-0003-4676-3049, hilalurusan@atauni.edu.tr

1-GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması ile tarım ürünlerine olan talep giderek artmaktadır. İnsanların sağlıklı ve dengeli beslenmeleri için hayvansal ürünleri tüketmek zorundadır. Hayvansal ürünler, protein oranı yüksek, vücut için gerekli olan esansiyel aminoasit ve yağları içeren ürünlerdir. Yem fiyatlarının artması ve proteinin pahalı bir ürün olması nedeniyle insanlar geleneksel protein kaynakları (et unu, kemik unu, balık unu, soya) yerine geçebilecek ekonomik ve yüksek kaliteli protein içeren alternatif yem kaynaklarını araştırma yoluna gitmiştir. Bunların başında kullanımı giderek artan mikroalglerler gelmektedir. Yapılan araştırmalarda, rasyona çeşitli mikroalglerin (*Chlorella, Scenedesmus ve Arthrospira*) ilave edilmesiyle hem hayvanın genel fizyolojisini olumlu etkilemiş hem de ürün miktar ve kalitesini iyileştirdiği bildirilmiştir (Kotrbacek ve ark., 2015).

Mevcut makalede mikroalglerlerin hayvan besleme ve birçok alanda kullanımı, kullanımındaki zorluklar ve sınırlayıcı etkileri gibi faktörler geniş bir yelpazede sunulması hedeflenmektedir.

1.1.Mikroalgler

Algler 3.5 milyar yıl önce ortaya çıkmış, suda yaşayan (tatlı su, deniz), 0,2 ile 2 mm büyüklüğü olan, tek (mikroalg veya fitaplankton) ve çok hücreli (makroalg), günde bir veya iki kez basit bölünme ile çoğalan fotosentetik mikroorganizmalardır (Harlin ve Darley 1988; Margulis, 1981). Kökleri, gövdeleri, çiçekleri ve yaprakları olmadığı için karada yetişen bitkilere oranla çok daha hızlı büyürler bu yüzden dünyanın en

verimli bitkileri olarak nitelendirilirler (Marshall, 2007). Fotosentez yaparak, koloroplast denilen organeller yardımıyla güneş enerjisini kimyasal enerjiye çevirerek, büyümeleri için gerekli olan oksijeni üretirler (Harlin ve Darley, 1988).

Mikroalgler yüzyıllardır bilinmesine rağmen, ticari amaçlı büyük ölçekli üretim, ilk olarak 1960'lı yılların başında Japonya'da yapılmış, daha sonra Asya ülkeleri, Avustralya, Fransa, Norveç ve ABD da yayılmaya başlamıştır (Spolaore ve ark., 2006). Asya ülkeleri, 17. yüzyılın başından beri mikroalglerin büyoteknolojik olarak üretimini yaparak, gıda endüstrisi önemli bir yer edinmiştir (Pulz ve Gross, 2004). Dünya çapında yıllık 10 bin ton mükroalg üretimi yapıldığı tahmin edilmektedir (Becker, 2007).

Mikroalgler karasal bitkiler ile kıyaslayınca çabuk büyümelerinin yanında en büyük avantajı atmosferik CO_2'in fazlasını tutarak O_2 üretmektir. Böylece atmosferi olumsuz etkileyen 'sera etkisi'nin azalmasına yardımcı olur (Gouveia ve Oliveira, 2009). Şimdiye kadar 40 bine yakın mikroalg türü izole edilmiş ve sınıflandırılmıştır (Islam ve ark., 2017). Bu türlerin başında yeşil algler ve siyanobakteriler gelmektedir. Yeşil algler, içeriğinde bulunan faydalı bileşiklerden (klorofil, karotenoidler, ksantofiller ve astaksantin) dolayı insan ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Siyanobakteriler; nükleer membransız, mavi yeşil renkli prokaryot, fikosiyanin ve klorofil pigmentleri içeren bakteriye benzer, bitki ve bakteri arasında kalan bir ara türdür. Klorofilce zengin ve bitkiler gibi fotosentez yapmalarına rağmen yumuşak, kolay sindirilebilir glikozdan oluşan hücrelerle

çevrilidir. Bunların başında *Spirulina (Arthrospira)* ve *Aphanizomenon flosaquae* türleri gelmektedir (Christaki ve ark., 2010; Gouveia, ve ark., 2008; Mata ve ark., 2010; Spolaore ve ark., 2006).

Mikroalgler; protein, pigment, antioksidan, vitamin, mineral ve çoklu doymamış yağ asitlerince zengin, biyolojik değeri yüksek olan canlılardır. Bunların yanında son zamanlarda yapılan çalışmalarda mikroalgler, biyo yakıt (Mata ve ark., 2010) ve hidrojen üretmek (Dutta ve ark., 2005) için de kullanılabileceği bildirilmiştir. Tablo 1'de mikroalglerin kimyasal kompozisyonu verilmektedir.

Tablo 1. Tatlı Su ve Denizde Yaşayan Yenilebilir Mikroalglerin Kimyasal Bileşimi (Kuru Madde %).

Yenilebilir mikroalg türleri	Ham protein (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat (%)	Yaşam alanı
C. vulgaris	51-58	14-22	12-17	Deniz yada tatlı su
H. pluvialis	48	15	27	Tatlı su
D. salina	39-61	14-20	14-18	Deniz
Spirulina maxima	60-71	4-9	8-14	Tatlı su
I.galbana	50-56	12-14	10-17	Deniz
D. vikianum	57	6	32	Deniz
A.flos-aquae	62	3	23	Tatlı su

(Christaki ve ark., 2011).

1.2.Mikroalglerin pigment içeriği

Alglerlerin en belirgin özelliklerinden biri renkleridir. Mikroalgler; fotosentetik pigment olan klorofilin yanı sıra, fikobiliproteinler ve çok çeşitli varyetede karotenoidler içerir. Bu doğal pigmenler, mikroalgleri güneşin zararlı ışıklarından koruyan bir kalkan vazifesi görür. Klorofil bütün alglerlerde birincil fotosentetik pigmenttir. Bir mikroalgde kuru maddede %0.5-1.5 oranında klorofil bulunur. Antienflamatuvar, yara iyileştirme ve Ca oksalat kontrolü gibi görevleri olduğu için ilaç ve gıda sanayide kullanılmaktadır (Ferruzi ve Blakeslee, 2007).

Yapılan çalışmalarda, karotenoidler açısından zengin bir diyetin, serbest radikallerin sebep olduğu aterosklerosis ve kanser gibi hastalıklara yakalanma riskini azalttığı yönündedir (Gouveia ve ark., 2008). Örneğin mavi yeşil algler olan *D. Salina* türünde kuru madde de %14 beta-karoten, *H. Pluvialis* türünde ise kuru madde de %1.5-3.0 *astaksantin* içerir (Mata ve ark., 2010; Spolaore ve ark., 2006).

Doğal bir pigment olan *astaksantin*, b-karoten, likopen, lutein ve zeaksantin gibi diğer karotenoidlerden, C ve E vitaminlerinden daha etkili güçlü bir antioksidandır. Bu pigmentin özellikle insan ve hayvanlar için antienflamatuvar ve immün sistemi güçlendirici etkisi vardır. *Astaksantin* balık ve somon yemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Gouveia ve ark., 2008; Mata ve ark., 2010; Spolaore ve ark., 2006).

Phycobiliproteins, siyanobakterilerde (*Spirulina ve A. flos-aquae*) bulunan koyu renkli ve suda çözünebilen pigmentlerdir (Gouveia ve

ark., 2008). İn vivo ve in vitro olarak yapılan çalışmalarda, phycobiliproteinlerinin antioksidan, antienflamatuvar ve hepatoprotektif özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Benedetti ve ark., 2004). Bu pigmenler; kozmetik ürünlerde, sakız, şeker, süt ürünleri, dondurma ve içecekler gibi gıda ürünlerinde doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır (Gouveia ve ark., 2008; Pulz ve Gross, 2004).

1.3.Mikroalglerin çoklu doymamış yağ asidi içeriği

Uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri, örneğin omega-3, eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA), ayrıca alfa-linolenik asit (ALA), araşidonik asit (AA) ve linoleik asit içeren mikroalglerler (*Isochrysis, Nannochloropsis, Tetraselmis* ve *Arthrospira*) günümüzde gıda ve yem endüstrisinde kullanılan önemli bir esansiyel yağ kaynağıdır (Mata ve ark., 2010; Pulz ve Gross, 2004, Spolaore ve ark., 2006). Bu çoklu doymamış yağ asitleri insanlar ve hayvanlar tarafından sentezlenemez ve günlük diyetimizde mutlaka olması gereken, insan ve hayvan sağlığı için çok önemli olan yağ asitleridir (Simopoulos, 2002). Çünkü bu yağ asitleri kandaki kolesterol ve trigliseritleri azaltmaya yardımcı olan prostaglandinler ve tromboksanların yapısına katılır. Kan kolesterolünü ve trigliseritleri düşürdüğünden dolayı kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinin yanı sıra, ateroskleroz, cilt hastalıkları ve artrit oluşumunu önlediği, antioksidan, antiinflamatör etkiye sahip olduğu ve ruh sağlığı açısından faydalı olduğu bildirilmiştir (Gouveia ve ark., 2008; Simopoulos, 2002; Udayan, ve ark., 2017).

Çoğu alglerin yağ içeriği kuru maddede %20 ile %50 arasında değişiklik gösterirken, mikroalglerde bu oran %70' e kadar çıkmaktadır (Mata ve ark., 2010). Mikroalglerin fotosentez hızı biyoyakıt üretiminde kullanılan diğer karasal bitkilere göre yaklaşık 50 kat daha fazladır. Ayrıca biyokütle üretimlerinin yüksek olması ve hızlı çoğalmaları gibi avantajlarıyla biyoyakıt üretimi için umut verici olmaktadır (Brennan ve Owende, 2010).

1.4.Mikroalglerin protein içeriği

Gıda güvenliği açısından kaliteli ve ekonomik yeni alternatif protein kaynakları temin etmek oldukça önemlidir (Becker, 2007). Mikroalglerler insanların ve hayvanların sentezleyemedikleri ve dışarıdan almak zorunda oldukları esansiyel amino asitleri içerdiği için iyi bir protein kaynağıdır (Tablo 1) (Gouveia ve ark., 2008). Yapılan bir araştırmada bazı mikroalg çeşitlerinin protein içerikleri (lizin, metiyonin, treonin, valin, histidin ve izolösin), yumurta ve soya fasulyesi ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada lisin içeriği yumurtada 5.3 g/100, soya fasulyesinde 6.4 g/100, *C. vulgarisde* ise 8.4 g/100 olduğu tespit edilmiştir (Christaki ve ark., 2011).

Chlorella, Arthrospira, Dunaliella, Tetraselmis, Phaeodactylum, Skeletonema ve Scenedesmus türleri protein açısından zengin olan mikroalg türleridir (Samarakoon ve Jeon, 2012). *Spiriluna* (*Arthrospira)* %70 protein içeriği ile iyi bir alternatif protein kaynağıdır.

1.5.Mikroalglerin karbonhidrat içeriği

Yapılan çalışmalarda mikroalglerin karbonhidrat içerikleri türden türe farklılık göstermektedir. %47-85 glikoz, %45.9 mannoz içeren türler bulunmaktadır. Ksiloz, mannoz, glukoz, galaktoz ve ramnoz en yaygın olan kabonhidrat çeşitleridir (Markou ve ark., 2012). Bir mikroalg türü olan *Chlorella sp.* içeriğinde bulunan ve antioksidan özelliği olan beta-1-3-glukan sayesinde kan kolesterolünü düşürücü etkiye sahip olduğu (Samarakoon ve Jeon, 2012), kırmızı bir mikroalg türü olan *Porphyridium cruentum,* ürettiği ekzopolisakkarit ile et ve süt endüstrisinde karagenanın yerini alabileceği ve yeni umut verici ticari gelişme olabileceği bildirilmektedir (Pierre ve ark., 2011).

1.6.Mikroalglerin vitamin ve mineral içeriği

Mikroalglerler tokoferol, askorbik asit, $B_{1,}$ $B_{2,}$ $B_{6,}$ $B_{12,,}$ biotin gibi önemli vitaminler, Na, K, Ca ve Mg gibi makromineral ve Fe, Zn, Mn ve Cu gibi mikromineralleri içerir (Fabregas ve Herrero 1990; Spolaore ve ark., 2006). 1 g *Spirulina*'nın 0.5-2.0 mg B_{12} vitamini içermesiyle vejeteryan diyetlerinde kullanılabileceği öngörülmektedir (Becker, 1994).

1.7.Mikroalglerin antioksidan içeriği

Mikroalgler serbest radikallere karşı hücrelerimizi koruyan (Beta-karoten, astaksantin, karoten içeriğiyle) iyi birer antioksidan kaynağıdır. Örneğin *Astaksantin;* sentetik olan BHA ve BHT'den ise daha düşük, likopen, lutein ve vitamin E'den daha yüksek, antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Natrah ve ark., 2007). Doğal bir

antioksidan kaynağı olduğu için mikroalglerin biyoyararlılıkları yüksektir (Spolaore ve ark., 2006; Gouveia ve ark., 2008). Bu özelliklerinden dolayı insan ve hayvan beslenmesinde doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilmektedir.

1.8.Mikroalglerlerin insan beslenmesinde kullanımı

1950'li yılların başlarında insanoğlu sınırlı sayıda bazı mikroalg türlerini (*Spirulina, Chlorella, Dunaliella, Aphanizomenon, Haematococcus, Schizochy*) diyetlerinde kullanmaya başlamıştır (Halama, 1990, Kusmayadi ve ark., 2021; Soeder, 1986), günümüzde ise toz, kapsül ve tablet formunda, gıda takviyesi olarak kullanımı giderek artmaktadır (Christaki ve ark., 2010; Pulz ve Gross, 2004;). Örneğin *Spirulinanın* ilave edildiği gıdalarda (ekmek, pasta, bisküvi, yoğurt) sindirim sistemini uyarıcı etki yapan laktobasil türlerini stimüle ettiği, *Isochrysis galbananın* ilave edildiği bisküvilerin yüksek Omega-3, EPA ve DHA kaynağı ihtiva ettiği yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Brennan ve Owende, 2010; Gouveia ve ark., 2008; Pulz ve Gross, 2004). İnsanlar üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda *Chlorellanın,* mide ülseri, yaralar, kabızlık, anemi, hipertansiyon, diyabet gibi birçok sağlık problemi üzerine faydası olduğu tespit edilmiştir.

1.9.Mikroalglerlerin hayvan beslemede kullanımı

1.9.1.Ruminant hayvanlarda kullanımı

Son yıllarda mikroalglerlerin süt yağ asidi profiline olumlu etkilerinin olması nedeniyle ruminant rasyonlarında kullanımı ile ilgili çalışmalar

artmaktadır. Yapılan çalışmalarda *Schizochytrium sp.*'nin süt keçilerinin rasyonuna ilavesinin, süt yağı DHA, konjuge linoleik asit, EPA ve DHA'yı artırdığı, doymuş yağ asitlerini azalttığı tespit edilmiştir (Franklin ve ark., 1999; Papadopoulos ve ark., 2002). Bu sütten yapılan yoğurt ve peynirin kontrol grubuna göre çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin olduğunu ve peynirin 5 ay saklanması durumunda yağ asidi kompozisyonunun etkilenmediği gözlemlendi. Rasyonda mikroalg kullanımı ile sütün ve etin mineral içeriğinin (demir, iyot, iyodin ve potasyum) zenginleştiği, sütün üre miktarını düşürdüğü bildirilmiştir (Christaki ve ark., 2011).

Chowdhury ve ark., (1995) besi buzağılarında 1 litre içme suyuna 5-10 ml *Chlorella and Scenedesmus* ilavesinin %10 oranında canlı ağırlığı artırdığı, koyun rasyonlarına *Spirulina sp* ilavesinin performans ve canlı ağırlık üzerine olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Holman ve ark., 2012)

1.9.2.Monogastrik hayvanlarda kullanımı

Spirulina platensis'in tavşan diyetlerinde kullanımının kan kolesterolünü düşürücü etkiye sahip olduğu ve HDL'yi (high density lipoprotein) artırdığı (Colla ve ark., 2008), performans üzerine negatif etki yapmadığı ve etin çoklu doymamış yağ asidi bakımından zenginleştiği bildirilmiştir (Peiretti and Meineri, 2008; Tassinari ve ark., 2002).

1.9.3.Yumurtacı tavuklar üzerine yapılan çalışmalar

Yumurtacı tavuklar üzerine yapılan çalışmalarda mikroalglerin yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu üzerine olumlu etkilerinin olduğu, yumurta verimini artırdığı bildirilmektedir (Grigorova ve ark., 2006; Mariey ve ark., 2014; Zheng ve ark., 2012). Rasyona %10 *Chlorella* ilavesinin yumurta sarısında linoleik asit ve DHA'yı artırdığı, yumurta sarı rengini iyileştirdiği bildirilmiştir (Grigorova ve ark., 2006). Yapılan birçok araştırmaya göre *Chlorella ve Spiriluna* sadece yumurta sarısı için değil aynı zamanda deri pigmentasyon oranını da iyileştirmektedir (Lipstein ve Hurwitz, 1981; Lorenz, 1999; Yang ve ark., 2006). Karotenoidler sadece yumurta sarısında değil kan, kas, karaciğer, yağ, deri ve tüy hücrelerinde de bulunur. Bu maddeleri kümes hayvanları üretemez ve dışarıdan besinler yardımıyla alır (Zahroojian ve ark., 2013).

Zheng ve ark., (2012) 80 haftalık yaşta Hy-Line kahverengi ırk tavuk rasyonuna %2 *Chlorella vulgaris* ilavesinin yumurta verimini %3.6 artırdığı bildirilmiştir. Yumurtacı tavuk rasyonuna %4.8'den fazla *Spirulina* ilavesinin yumurta verimini ve ortalama yumurta ağırlığını düşürdüğü birkaç araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Herber ve Van Elswyk, 1996; Peipei ve Sumin, 2018). Bu negatif etkinin *Spirulina*'nın yetiştirilme ortamına bağlı olarak siyanotoksinlerle ilişkilendirilmiştir. Mikroalglerin yetiştirildiği ortamın saf kültür ortamı olmasına dikkat edilmelidir, eğer ortam saf tutulmazsa birçok toksik mikroalglerde spirulina ile aynı ortamda çoğalabileceği bildirilmiştir (Tufan ve Kutlu, 2021).

Mikroalglerin yumurtanın kolesterol üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda; rasyona %0.3 *Spirulina platensis* (Sujatha ve Narahari 2011), %8 *Sargassum spp*. (Carrillo ve ark., 2012), %3 *Enteromorpha prolifera* (Wang ve ark., 2013a) ve %6 *Sargassum dentifebium* (Al-Harthi ve El-Deek, 2012) ilavelerinin yumurta kolesterolünü %19 ile %23 arasında azalttığı birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.

1.9.4.Etlik piliçler üzerine yapılan çalışmalar

Mikroalgler protein kaynağı olmasının yanında fonksiyonel yem katkı maddesi olarak hayvan besleme alanında giderek yaygınlaşmaktadır. Etlik piliç rasyonuna mikroalg ilavesinin canlı ağırlığı artırdığı ve yemden yararlanma oranını iyileştirdiği bildirilmiştir (Kaoud, 2015; Mariey ve ark., 2014; Park ve ark., 2018).

Yoshida ve Hoshii, (1982) etlik piliç rasyonuna soya fasulyesi küspesi yerine %10 *Chlorella* ilavesinin performansı olumlu etkilediği, ancak bu oranın %20'ye çıktığında büyümede gerileme olduğu, yemden yararlanma oranını etkilemediği bildirilmiştir.

Park ve ark., (2018), broyler rasyonuna %0,0, %0,25, %0,5 ve %1 *Spirulina* ilavesinin canlı ağırlığı ve yemden yararlanma oranını iyileştirdiği sonucuna varmışlardır. Başka bir araştırmacın yaptığı çalışmada %1 oranında *Spirulina* ilavesi bağırsak villi hücre çapını artırarak, emilim kapasitesini yükselttiğini rapor edilmiştir (Shanmugapriya ve ark., 2015)

Yumurtacı tavuk rasyonlarına %4,8'den fazla *Spirulina* ilavesinin yumurta verimini ve ortalama yumurta ağırlığını düşürdüğü gibi etlik

piliçlerde yüksek oranda (%20) ilave edilen *Spirulina'*nın yem tüketimi ve canlı ağırlık kazancını da azalttığı bildirilmiştir (Shanmugapriya ve ark., 2015b; Evans ve ark., 2015). Bu negatif etkiyi *spirilunanın* neden olduğu istenmeyen tat ve kokudan kaynaklanabileceği ile açıklanmıştır.

Broyler rasyonuna %4 oranında *Enteromorpha prolifera* ilavesinin yem tüketimi ve canlı ağırlığı artırdığı (Wang ve ark., 2013), %2 *Schizochytrium spp*. ilavesinin yem tüketimini azaltıp yemden yararlanmayı artırdığı rapor edilmiştir (Baéza ve ark., 2015). Yapılan iki ayrı çalışmada rasyona %1 oranında kahverengi alg *Ascophyllum nodosumun* (Evans ve Critchley, 2014), ile %1 *Spirulina platensis* (Ross ve ark., 1994) ilavesinin canlı ağırlığı artırdığı bildirilmiştir.

Mikroalglerin etlik piliç rasyonunda kullanılması sonucu et kalitesi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; 1-35 günlük yaşta etlik piliç rasyonuna %4 *E. prolifera* ilavesinin göğüs pektoralis majör kas yağını ve karın yağını azalttığı (Wang ve ark., 2013) yapılan başka bir çalışmada mısır yerine %3 oranında *ulva lactuca* ilavesinin göğüs etini artırarak karın yağını azalttığı bildirilmiştir (Abudabos ve ark., 2013).

%5 oranında *S. Platensis* ilavesinin but kasının yağ asidi kompozisyonunu değiştirdiği, araşidonik asit, dokosaheksaenoik ve çoklu doymamış yağ asitlerini artırarak, araşidik, eikosenoik ve toplam tekli doymamış yağ asitleri oranını azalttığı bildirilmiştir (Bonos ve ark., 2016). Etin duyusal parametreleri üzerine yapılan çalışmalarda sadece pişirilmiş but etinde tad, koku ve renk değişikliğinin olduğu (Baéza ve ark., 2015), bu değişikliğe mikroalgin yüksek karatenoid içeriğinden dolayı olabileceği savunulmuştur. Örneğin *S. platensisin*

zeaksantin açısından zengin olduğu için %0.4 oranında eklenmesinin hem göğüs eti hemde but etinde kırmızılık ve sarılığa neden olduğu bildirilmiştir (Toyomizu ve ark., 2001).

Mikroalglerin ayrıca immun sistem üzerine pozitif etkilerinin olduğu birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir. %1 oranında *Chlorella vulgaris* ilavesinin lökosit, lenfosit ve plazma immunglobulinleri (IgA %7, IgM %6 ve IgG %25.5) artırdığı (Kang ve ark., 2013)., benzer bir çalışmada yine IgG yi %46, IgM yi %107 oranında artırdığı bildirildi (An ve ark., 2016).

Mikroalglerin diğer bir avantajı ise alternatif bir kalsiyum kaynağı olarak kullanılması. Rasyonda genellikle kalsiyum kaynağı olarak kireçtaşı kullanılmaktadır, kireçtaşı fosfor emilimini azaltarak iskelet sisteminin zayıflamasına neden olmaktadır (Coudert ve ark., 2020). Mikroalglerin rasyonda kullanımı ile fosfor emilimini iyileştirdiği ve kemikler üzerine olumlu etkilerinin olduğu bildirildi (Bradbury ve ark., 2012).

2.SONUÇ

Mikroalglerin çevreyi korumada, biyoyakıt üretiminde, insan ve hayvan sağlığında, kozmetikte birçok alanda kullanımı yaygınlaşmıştır. İçeriğindeki karotenoidler, yağ asitleri, amino asitler, antioksidanlar ve diğer ikincil metabolitlerden dolayı insan ve hayvan diyetlerinin besin değerini arttırdığı, immun sistemi güçlendirdiği, hayvansal ürünlerin yağ asidi kompozisyonunu iyileştirdiği, kan kolesterolünü düşürücü etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Mikroalglerin hayvan rasyonlarında kullanımını sınırlandıran en önemli parametreler arasında sindirilebilirliği ve uygun doz miktarıdır. Yapılan araştırmalara göre hayvan rasyonlarında %20 oranında kullanımı ekonomik olmamasının yanında, canlı ağırlık ve yemden yararlanma üzerine olumsuz etkisi olduğu rapor edilmiştir.

Dünya çapında birçok mikroalg çeşidi olduğu ve her birinin kimyasal kompozisyonu, sindirilebilirliği ve yetiştirildiği ortam farklılık gösterebildiğinden dolayı daha çok araştırma yapılıp, gelecekte alternatif bir gıda kaynağı olarak kullanımı yaygınlaşacaktır.

KAYNAKLAR

Abudabos, A.M., Okab, A.B., Aljumaah, R.S, Samara E.M., Abdoun, K.A., Al-Haidary A.A. (2013). Nutritional Value of Green Seaweed (Ulva lactuca) for Broiler Chickens. *Italian Journal of Animal Science* 12-28. doi:10.4081/ijas.2013.e28.

Al-Harthi, M., El-Deek, A. (2012). Nutrient Profiles of Brown Marine Algae (Sargassum dentifebium) as Affected by Different Processing Methods for Chickens. *Journal of Food Agriculture and Environment* 10: 475-480.

An, B.K., Kim, K.E., Jeon J.Y., Lee, K.W. (2016). Effect of Dried Chlorella Vulgaris and Chlorella Growth Factor on Growth Performance, Meat Qualities and Humoral Immune Responses in Broiler Chickens. *Springer Plus* 5: 718. doi:10.1186/s40064-016-2373-4.

Baéza, E., Chartrin, P., Lessire, M., Méteau, K., Chesneau, G., Guillevic, M., Mourot J. (2015). Is It Possible to Increase the N-3 Fatty Acid Content of Eggs without Affecting Their Technological And/Or Sensorial Quality and the Laying Performance of Hens?. *British Poultry Science* 56: 748-754.

Becker, E.W. (1994). Nutrition. In: Becker EW. *Microalgae: biotechnology and microbiology.* UK: Cambridge University Press.

Becker, E.W. (2007). Micro-algae as a source of protein. *Biotechnol Advances* 25: 207–210.

Benedetti, S., Benvenuti, F., Pagliarani, S., Francogli, S., Scoglio, S., Canestrari, F. (2004). Antioxidant properties of a novel phycocyanin extract from the blue–green alga Aphanizomenon flos-aquae. *Life Science* 55: 2353–2362.

Bonos, E., Kasapidou, E., Kargopoulos, A., Karampampas, A., Christaki, E., Florou-Paneri, P., Nikolakakis, I., (2016). Spirulina as a Functional Ingredient in Broiler Chicken Diets. *South African Journal of Animal Science* 46: 94. doi:10.4314/sajas.v46i1.12.

Bradbury, E.J., Wilkinson, S.J., Cronin, G.M., Walk, C.L., Cowieson. A.J. (2012). The Effect of Marine Calcium Source on Broiler Leg Integrity. *Proceedings of*

the 23rd Annual Australian Poultry Science Symposium, 85–88. Sydney, New South Wales, Australia, February 19–22.

Brennan, L., Owende, P. (2010). Biofuels from microalgae- A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. *Renewable Sustainable Energy Reviews* 14(2):557-577.

Carrillo, S., Bahena, A., Casas, M., Carranco, M.E., Calvo, C.C., Ávila, E., Pérez-Gil, F. (2012). The alga Sargassum spp. as alternative to reduce egg cholesterol content. *Cuban Journal of Agricultural Science,* Volume 46, Number 2

Chowdhury, S.A., Huque K.S., Khatum, M., Quamrun, N. (1995). Study on the use of algae as a substitute for oil cake for growing calves. *Livestock Research for Rural Development* 6:8-16.

Christaki, E., Karatzia, M., Florou-Paneri, P. (2010). The use of algae in animal nutrition. *Journal of Hellenic Veterinary Medical Society* 61(3):267-276.

Christaki, E., Florou-Paneri, P., Bonos, E., Microalgae: a novel ingredient in nutrition. (2011). *International Journal of Food Science Nutrition* 62(8):794-9. https://doi.org/10.3109/0963 7486.2011.582460.

Colla, L.M., Maccillo-Baisch, A.L., Costa, J.A. (2008). Spirulina platensis effects of the levels of total cholesterol, HDL and triacylglycerols in rabbits fed with a hypercholesterolemic diet. Brazilian Archives of Biology and Technology 51:35-43.

Coudert, E. Baéza, C.B. (2020) Use of algae in poultry production: a review, *World's Poultry Science Journal*, 76:4, 767-786, DOI: 10.1080/00439339.2020 .1830012

Dutta, D.D.D., Chaudhuri, S., Bhattacharya, S.K. (2005). Hydrogen production by cyanobacteria. Microbial Cell Factories 4:36-46.

Evans, F.D., Critchley, A.T. (2014). Seaweeds for animal production use. Journal of Applied Phycology 26: 891-899.

Evans, A.M., Smith, D.L., Moritz, J.S. (2015). Effects of algae incorporation into broiler starter diet formulations on nutrient digestibility and 3 to 21 d bird performance. *Journal of Applied Poultry Research,* 24(2), 206-214. https://doi.org/10.3382/japr/pfv027

Fabregas, J., Herrero, C. (1990). The potential use of marine microalgae as source of vitamins in nutrition. *Journal of Industrial Microbiology* 5:259-264

Ferruzi, M.G., Blakeslee, J. (2007). Digestion, absorption, and cancer preventive activity of dietary chlorophyll derivatives. *Nutrition Research* 27:1-12.

Franklin, S.T., Martin, K.R., Baer, R.J., Schingoethe, D.J., Hippen, A.R. (1999). Dietary marine algae (Schizochytrium sp.) increases concentrations of conjugated linoleic, docosahexaenoic and transvaccenic acids in milk dairy cows. *Journal of Nutrition* 129:2048-2054.

Gouveia, L., Batista, A.P., Sousa, I., Raymundo, A., Bandarra, N.M. (2008). Microalgae in novel food products. In: Papadopoulos KN, editor. Food chemistry research developments. *Nova Science Publishers,* Inc., Hauppauge NY, USA.

Gouveia, L., Oliveira, A.C. (2009). Microalgae as a raw material for biofuels production. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 36:269-274.

Grigorova, S., Surdjiiska, S., Banskalieva, V., Dimitrov, G. (2006). The effect of biomass from green algae of Chlorella genus on the biochemical characteristics of table eggs. Journal of Central European Agriculture 7: 111-116.

Halama, D. (1990). Single cell protein. In: Kolman B, editor. Nonconventional feeds stuffs in the nutrition of farm animals. New York: *Elsevier Science Publishing Company*. p 34-49

Harlin, M.M., Darley, W.M. (1988). The algae: an overview. In: Lembi CA, Waaland JR, editors. Algae and human affairs. Cambridge, UK: *Cambridge University Press*. p 3-27.

Herber, S.M., Van Elswyk, M.E. (1996). Dietary marine algae promotes efficient deposition of n-3 fatty acids for the production of enriched shell eggs. *Poultry Science*, 75(12), 1501-1507. doi: 10.3382/ps.0751501

Holman, B.W.B., Kashani, A., Malau-Aduli, A.E.O. (2012). Growth and body conformation responses of genetically divergent Australian sheep to Spirulina (Arthrospira platensis) supplementation, American Journal Experimental Agriculture 2(2):160-173. Cited 28 times

Islam, M.A., Heimann, K., Brown, R.J. (2017). Microalgae biodiesel: current status and future needs for engine performance and emissions. Renewable and Sustainable Energ Reviews. 17:1160-70.

Kang, H. K., Salim, H.M., Akter, N., Kim, D.W., Kim, J.H., Bang, H.T., Kim, M.J. (2013). Effect of Various Forms of Dietary Chlorella Supplementation on Growth Performance, Immune Characteristics, and Intestinal Microflora Population of Broiler Chickens. *Journal of Applied Poultry Research* 22:100-108. doi:10.3382/japr.2012-00622.

Kaoud, H.A. (2015). Effect of Spirulina platensis as a dietary supplement on broiler performance in comparison with prebiotics. *Scientific Journal of Applied Research*, 1(2): 44-48.

Kotrbáček, V., Doubek, J., Doucha, J. (2015). The chlorococcalean alga Chlorella in animal nutrition: a review. *Journal of Applied Phycology*. 27(6):2173–80. https://doi. org/10.1007/s10811-014-0516-y

Kusmayadi, A., Leong Y.K., Yen, H.W., Huang, C.Y., Chang, J.S. (2021). Microalgae as sustainable food and feed sources for animals and humans- Biotechnological and environmental aspects, *Chemosphere*, 271, https://doi.org/10.1016 /j.chemosphere.2021.129800.

Lorenz, R.T. (1999). A review of Spirulina and Haematococcus algae meal as a carotenoid and vitamin supplement for poultry. *Spirulina Pacifica Technical Bulletin*, 53, 1-14.

Lipstein, B., Hurwitz, S. (1981). The nutritional value of sewage-grown, alum-flocculated Micractinium algae in broiler and layer diets. *Poultry Science*, 60: 2628-2638.

Margulis, L. (1981). Symbiosis in cell evolution. San Francisco, CA: WH Freeman and Co.

Mariey, Y.A., Samak, H.R., Abou-Khashba, H.A., Sayed, M.A.M., AbouZeid, A.E. (2014). Effect of Using Spirulina platensis Algae as Feed Additives for Poultry Diets. 2. Productive Performance of Broiler. *Egyptian Poultry Science*, 34, 245-258.

Markou, G., Angelidaki,I., Georgakakis, D. (2012). Microalgal carbohydrates: an overview of the factors influencing carbohydrates production, and of main bioconversion technologies for production of biofuels. Applied Microbiology and Biotechnology. 96(3): 631–45. https://doi.org/10.1007/s00253-012-4398-0.

Marshall, H. (2007). Micro-algae as a superfood source: phytoplankton for future nutrition. *Vegetarian Issues* (Jun) :1–2.

Mata, T.M., Martins, A.A., Caetano, N.S. (2010). Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 10: 217-32.

Natrah, F., Yosoff, F.M., Shariff, M., Abas, F., Mariana, N.S. (2007). Screening of Malaysian indigenous microalgae for antioxidant properties and nutritional value. *Journal of Applied Phycology* 19(6): 711-718.

Papadopoulos, G., Goulas, C., Apostolaki, E., Abril, R. (2002). Effects of dietary supplements of algae containing polyunsaturated fatty acids, on milk yield and the composition of milk products in dairy ewes. *Journal of Dairy Research*, 69: 357-365.

Park, W.S., Kim, H.J., Li, M., Lim, D.H., Kim, J., Kwak, S.S., Ahn, M.J. (2018). Two classes of pigments, carotenoids and cphycocyanin, in spirulina powder and their antioxidant activities. *Molecules*, 23(8), 2065. DOI: 10.3390/moleküller 23082065

Peipei, L., Sumin, Z. (2018). Effect of Spirulina-Chinese herbal medicine on quality of eggs and serum biochemical indexes of egg-laying hens. *Indian Journal of Animal Research*, 52(3). DOI: 10.18805/ijar.v0iOF.9143

Peiretti, P.G., Meineri, G. (2008). Effects of diets with increasing levels of Spirulina platensis on the performance and apparent digestibility in growing rabbits. *Livestock Science*, 118: 173-177.

Pierre, G., Delattre, C., Laroche, C., Michaud, P. (2011). Galactans and its applications. *Polysaccharides Bioactivity Biotechnol.* 54: 1075-92.

Pulz, O., Gross, W. (2004). Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology* 65(6): 635-648.

Ross, E.,Puapong, D.P., Cepeda, F.P., Patterson, P.H. (1994). Comparisonoffreezedriedandextruded Spirulinaplatensis asyolkpigmentingagents. Poultry Science 73: 1282-1289.

Samarakoon, K., Jeon, Y.J. (2012). Bio-functionalities of proteins derived from marine algae - a review. *Food Research International*. 48(2): 948-60. https://doi.org/10.1016/j. foodres.2012.03.013.

Shanmugapriya, B., Babu, S.S., Hariharan, T., Sivaneswaran, S., Anusha, M.B., Raja, P.U. (2015). Synergistic effect of Spirulina platensis on performance and gut microbial load of broiler chicks. *Indo-Asian Journal of Multidisciplinary Research* 1: 149-55. ISSN: 0976-3031.

Simopoulos, A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/ omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother* 56: 365-379.

Soeder, C.J. (1986). An historical outline of applied algology. In: Richmond A, editor. Hand-book of microalgal mass cultures. *Boca Raton*, FL: CRC Press

Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E., Isambert, A. (2006). Commercial applications of microalgae. *Journal of Bioscience Bioengineering* 101: 87-97.

Sujatha, T., Narahari, D. (2011). Effect of designer diets on egg yolk composition of 'White Leghorn' hens. Journal of Food Science and Technology, 48:494-497.

Tassinari, M., Mordenti, A.L., Testi, S., Zotti, A. (2002). Esperienze sulla possibilita` di arricchire con la dieta la carne di coniglio di LCPUFA n-3. Progress in Nutrition, 4(2): 119-124.

Toyomizu, M., Sato, K., Taroda, H., Kato, T., Akiba Y. (2001). Effects of Dietary Spirulina on Meat Colour in Muscle of Broiler Chickens. *British Poultry Science* 42: 197-202. doi:10.1080/ 00071660120048447.

Tufan, M., Kutlu H.R. (2021). Spirulina (Arthrospira): Potential Application as a Poultry Feed Supplement,*Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 9(7): 1264-1269.

Udayan, A., Arumugam, M., Pandey, A. (2017). Nutraceuticals from algae and cyanobacteria. *Algal Green Chemistry Recent Progress in Biotechnology*. 65-89. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63784-0.00004-7.

Wang, S., Jia, Y., Wang, L., Zhu, F., Li, Y. (2013). Enteromorpha Prolifera Supplemental Level: Effects on Laying Performance, Egg Quality, Immune Function and Microflora in Feces of Laying Hens. *Chinese Journal of Animal Nutrition* 25(6): 1346-1352.

Yang, Y., Kim, Y., Jin, Z. (2006). Effects of Dietary Supplementation of Astaxanthin on Production Performance, Egg Quality in Layers and Meat Quality in Finishing Pigs. *Animal Bioscience* 19(7):1019-1025. https://doi.org/10.5713 /ajas.2006.1019

Yoshida, M., Hoshii, H. (1982). Nutritive value of new type of Chlorella for poultry feed. *Japanese Poultry Science* 19:56-58.

Zahroojian, N., Morajev, H., Shivazad M. (2013). Effects of Dietary Marine Algae (Spirulina platensis) on Egg Quality and Production Performance of Laying Hens. *Journal of Agricultural Science and Technology* 15: 1353-1360.

Zheng,, L., Oh, S.T., Jeon, J.Y., Moon, B.H., Kwon, H.S., Lim, S.U., An, B.K., Kang, C.W. (2012). The dietary effects of fermented Chlorella vulgaris (CBT) on production performance, liver lipids and intestinal microflora in laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25: 261-266.

BÖLÜM 15

TRABZON İLİNDE ARICILIK İŞLETMELERİNİN IPARD KAPSAMINDA VERİLEN HİBELERDEN YARARLANMA DURUMLARINDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ

Y.L. Öğrencisi Osman Celil KELEŞ[1+]

Doç. Dr. Nuray DEMİR[1*]

[1+]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, Türkiye. E-mail:osmanck61@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

Günümüzde arıcılık, ana ürün olan bal ve çeşitli arı ürünlerinin elde edilmesi amacıyla bitkisel kaynakları, arıyı, faaliyete yönelik bilgiyi ve işgücünü bir arada kullanan sosyo-ekonomik bir faaliyet olarak tanımlanmaktadır. Faaliyet sonucunda elde edilen arı ürünleri; farklı birçok sanayi alanında kullanılmaktadır (Anonim, 2021).

Arıcılık, sadece tarımla uğraşan ailelerin esas geçim kaynağı olarak değil, diğer faaliyet kollarıyla uğraşanlar içinde ek bir gelir kaynağı olarak görülmektedir. Çok fazla sermayeye, araziye, alet ve makinaya ve işgücüne ihtiyaç duymaması bu faaliyet kolunun avantajları arasında sayılmaktadır. Ayrıca arıcılık için gerekli tüm malzemelerin ve canlı materyalinde yurt içinden temini de bu faaliyet kolunun diğer bir avantajı olarak görülmektedir. Arıcılık faaliyetinin avantajlarından dolayı gelişmekte olan ülkelerdeki kırsal nüfusa iş ve gelir sağlamaktadır. (Parlakay ve ark., 2008).

Arıcılık faaliyeti, hem işletmecisine hem de ülke açısından ekonomik yönden önemli katkılar sağlamaktadır. Verimliliği etkileyen sorunların da ortadan kaldırılması ile arıcılık, Türkiye'de hem kırsal nüfusun gelir düzeyini arttırma da, hem de ihracat yolu ile ülke ekonomisine döviz girdisi sağlaması açısından oldukça önemli bir sektördür. (Kumova ve Korkmaz, 2000).

Arılarının ürettikleri ürünler değer sırasına göre sıralandığında, arısütü, propolis, polen, bal, bal mumu ve arı zehri gibi bir sıralama ile karşımıza çıkmaktadır. Bal arıları bu ürünleri üreterek insanoğlunun hizmetine sunmaktadırlar. Bu ürünlerden daha değerli bir hizmet ise

diğer arı türleri ile birlikte tozlaşmaya ihtiyacı olan bitkilerde gerekli tozlaşmayı sağlayarak kaliteli ürünler elde edilebilmesine katkı sağlamaktır (Crane ve Walker, 1984; Free, 1993). İnsanoğlunun ihtiyacı olan gıdaların %30'u tozlaşma gereksinimi olan bitkilerden meydana gelmektedir (McGregor, 1976). Tüm dünyada bir yılda arılar sayesinde gerçekleştirilen tozlaşmadan elde edilen ürünler, o yılda üretilmiş olan balın yaklaşık olarak 50 katına eşittir (Crane, 1975).

1.1.Dünya'da Arıcılık

Dünyada insan gıdalarının yaklaşık olarak %90'lık kısmını 82 adet bitkinin oluşturduğu ve 63 tanesinin tozlaşmasında ise arıların rol aldığını kaydedilmektedir (Delaplane ve ark.,, 2000). Dünya genelinde toplam bitki varlığının ise %80'i arılar tarafından tozlaştırılmaktadır (Robinson ve ark., 1989).

Arıcılık sektörü, günümüzde tarımsal üretimin önemli bir parçası olan sektördür. Özellikle son yirmi yılda dünyadaki arılı kovan, bal ve balmumu üretim miktarlarında önemli ölçüde değişikliklerin olduğu gözlenmektedir. Dünyada doksanlı yılların sonunda 66 milyon civarın da ki arılı kolonilerden yaklaşık olarak 1,2 milyon ton bal ve 57 bin ton balmumu üretimi yapılırken, Çizelge 1.1.1 de görüldüğü üzere, günümüzde 90 milyon arılı kovandan 1,8 milyon ton bal ve 66 bin ton balmumu üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2018a; Anonim, 2021).

Çizelge 1. Dünya'daki Yıllar İtibariyle Toplam Kovan Sayısı, Bal ve Balmumu Miktarları

Yıllar	Kovan Sayısı (adet)	Bal Üretimi (ton)	Balmumu (ton)
2010	79 683 535	1 541 759	64 995
2011	80 403 617	1 615 745	64 897
2012	83 059 261	1 649 731	64 483
2013	84 899 038	1 636 868	65 028
2014	87 262 892	1 632 111	66 389
2015	89 011 674	1 825 752	66 102
2016	90 564 654	1 786 996	66 622
2017	90 971 000	1 926 289	68 745
2018	89 557 000	1 882 001	65 417
2019	90 116 000	1 852 598	66 099

Kaynak: Anonim, 2018a; Anonim, 2021)

Çizelge 2' de Dünyada arıcılığın ülkeler bazlı sıralamaya baktığımız da ise, 2019 yılı verileri itibari ile, koloni bazlı sıralamada 12 247 bin adet ile Hindistan birinci sırayı alırken, Çin 9 088 bin adet ile ikinci sırayı ve Türkiye ise 8 128 bin adet ile üçüncü sırayı almaktadır (Anonim, 2018a; Anonim, 2021).

Çizelge 2. Dünya'da Kovan Varlığında İlk On Ülke (Bin Adet)

Ülkeler	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Hindistan	11 929	11 985	12 077	12 162	12 247
Çin	8 999	9 032	9 042	9 067	9 088
Türkiye	7 748	7 900	7 991	8 108	8 128
İran	7 394	6 978	7 200	7 358	7 517
Etiyopya	5 916	6 189	6 091	6 083	6 220
Rusya	3 434	3 425	3 317	3 182	3 094
Arjantin	2 955	2 982	2 976	2 980	2 985
Tanzanya	2 929	2 947	2 952	2 968	2 984
ABD	2 660	2 775	2 684	2 828	2 812
Meksika	2 018	1 859	1 854	2 172	2 158

Kaynak: Anonim, 2020

Çizelge 3'de Dünya bal üretimindeki ilk on ülke sıralamasına baktığımızda, 2019 yılında Hindistan en yüksek koloni varlığında sahip olduğu dünya çapındaki birincilik sırasını bal üretiminde koruyamamış, 67 141 ton bal üretimi ile sekizinci sırada yer almaktadır. Arı kolonisi bakımından 9 088 000 adet koloni ile ikinci sırada olan Çin 444 100 ton bal üretimi ile dünyada en çok bal üreten ülke konumundadır. Bal üretiminde ikinci sırayı 114 067 ton ile Türkiye, üçüncü sırayı ise 80 345 ton ile Kanada almaktadır (Anonim, 2018a; Anonim, 2021).

Çizelge 3. Dünya'da Bal Üretiminde İlk On Ülke (Ton)

Ülkeler	2015	2016	2017	2018	2019
Çin	473 000	555 000	542 500	446 900	444 100
Türkiye	112 817	110 584	119 216	112 585	114 067
Kanada	92 011	94 578	96 012	94 996	80 345
Arjantin	52 600	68 123	76 379	79 468	78 927
İran	72 866	67 783	70 528	75 835	75 463
ABD	71 008	73 429	67 596	69 857	71 179
Ukrayna	63 615	59 294	66 231	71 279	69 937
Hindistan	62 599	65 090	66 635	67 612	67 141
Rusya	67 736	69 764	65 167	65 006	63 526
Meksika	61 881	55 358	51 066	64 253	61 986

Kaynak: Anonim, 2020

Arıcılık faaliyeti yapılırken ana ürün olan balın yanı sıra, yan ürünlerden olan balmumu, polen, arı sütü ve arı zehiri de üretilmektedir. En bilinenlerinden olan sanayi ve kozmetik gibi birçok farklı alanda kullanılan balmumu üretiminde Çizelge 4'te ilk on ülkenin sıralaması görülmektedir. 2019 yılı verileri dikkate alındığında, Dünya balmumu üretiminde %38,8 lik payı ile Hindistan ilk sırayı alırken, %8,7 ile Etiyopya ikinci ve %7,4 ile Arjantin üçüncü sırayı almaktadır. Türkiye

ise, %7,1 lik payı ile balmumu sektöründe dördüncü sıraya yerleşmektedir (Anonim, 2018a; Anonim, 2021).

Çizelge 4. Dünya'da balmumu üretiminde ilk on ülke (ton)

Ülkeler	2015	2016	2017	2018	2019
Hindistan	23 956	24 920	25 525	25 770	25 691
Etiyopya	5 482	5 504	5 599	5 694	5 790
Arjantin	4 914	4 875	4 894	4 914	4 933
Türkiye	4 689	4 857	4 745	4 665	4 737
Kore Cumhuriyeti	3 925	4 310	3 449	3 286	3 795
Kenya	2 524	2 520	2 522	2 524	2 526
Angola	2 312	2 309	2 310	2 312	2 313
Tanzanya	1 872	1 874	1 879	1 884	1 889
Brezilya	1 731	1 742	1 738	1 745	1 751
Meksika	1 439	1 844	1 618	1 684	1 650
Diğer	14 547	14 599	14 466	10 939	11 024

Kaynak: Anonim, 2018b; Anonim, 2021

Çizelge 5'te Dünya bal ithalat rakamlarına bakıldığında 2015 yılında 657 560 ton olan değer, 2019 yılına gelindiğinde %6,2 lik artış ile 698 193 tona çıkmıştır. İthalat yapan ülkeler içerisinde ABD (188 882 ton) %27,1 lik payı ile birinci sırayı alırken, %11,8 ile Almanya (82 202 ton) ikinci ve Birleşik Krallık (48 830 ton) ise %7,0 ile üçüncü sırayı almaktadır. Türkiye ise 32 ton ile oldukça düşük ithalat rakamına sahiptir. Bal ihracat rakamları esas alındığında ise, 2015 yılında 642 971 ton olan değer, 2019 yılına gelindiğinde 637 315 tona çıkıştır. İhracat yapan ilk üç ülke, Çin, Arjantin ve Hindistan olarak sıralanırken, Türkiye bu sıralamada yer almamaktadır (Anonim, 2021).

Çizelge 5. Dünya'da Bal İthalatı ve İhracatı (Ton)

Ülkeler	İthalat	İhracat
2015	657 560	642 971
2016	642 307	637 113
2017	725 381	684 266
2018	700 078	671 402
2019	698 193	637 315

Kaynak: Anonim, 2018b; Anonim, 2021

1.2.Türkiye'de Arıcılık

Türkiye'nin sahip olduğu iklim çeşitliliğinden dolayı, tarımsal faaliyetlerde çeşitlilik göstermektedir. Bu çeşitliliklerin sonucunda pek çok bitkinin ve hayvanın gen merkezleri durumundadır. Türkiye'nin her köşesinde arıcılık faaliyeti gerçekleştirilebilmektedir. Ülkemizde bulunan farklı flora imkanları ve eko çeşitliliğin geniş olması, arı ve arı ürünleri üretimine pozitif yönde etki etmektedir. Türkiye'nin farklı bölgelerinde kaliteli ve florasındaki hakim bitki yönünden çok sayıda farklılıklar gösteren ballar üretilebilmektedir. Türkiye dünya ballı bitkiler florasının %75'ine sahiptir. Bu flora zenginliği uygun ekoloji, kaliteli arı ırkı ve çok sayıda koloni varlığının bir araya gelmesi ile Türkiye'yi arıcılıkta Dünya'da toplam kovan varlığı bakımından üçüncü sıraya taşıyarak, söz sahibi ülke konumuna getirmektedir (Sancak ve ark., 2013).

Türkiye'nin son on yıllık kovan varlığı Çizelge 6' da verilmektedir. Buna göre, Türkiye'nin son yıllardaki 2010 yılında 5 602 669 adet olan toplam kovan varlığı 2020 yılı itibari ile %68,4'lük artışla 8 179 085 adete yükselmiştir. Bunların yanı sıra arıcılık yapan işletme sayısında da her geçen gün artış kaydedilmektedir. 2013 yılında 79 934 iken 2020

yılında 82 862 ye yükselmiştir. Aynı zamanda 2010-2020 yılları arasında yeni tip kovan varlığında %68,7'lik, eski kovan varlığında ise %66,7'lik artış meydana gelmiştir (Anonim, 2018b).

Çizelge 6. Türkiye'deki Kovan Varlığı (Adet)

Yıl	Yeni kovan sayısı	Eski kovan	Toplam kovan
2010	5 465 669	137 000	5 602 669
2011	5 862 312	149 020	6 011 332
2012	6 191 232	156 777	6 348 009
2013	6 458 083	183 265	6 641 348
2014	6 888 907	193 825	7 082 732
2015	7 525 652	222 635	7 748 287
2016	7 679 482	220 882	7 900 364
2017	7 796 666	194 406	7 991 072
2018	7 904 502	203 922	8 108 424
2019	9 929 368	198 992	8 128 360
2020	7 956 933	222 152	8 179 085

Kaynak: Anonim, 2018b; Anonim, 2021

Türkiye'nin Çizelge 7' de sahip olduğu flora zenginliği, uygun ekolojik özellikleri, verimli arı ırkları ve çok sayıdaki arı kolonisi ile bal üretiminin giderek arttığı ve 2020 yılında 114 067 ton bal üretimi ile Dünya'da ikinci sırada yer aldığı görülmektedir. Son 10 yılda bal üretiminde %28,3 oranında artış meydana geldiği görülmektedir. Bu artış üzerindeki en belirleyici faktörler, arı ırklarının veriminin yükseltilmesi ve koloni sayılarının artırılmasıdır. Balmumu üretiminde ise son 10 yıllık süreçte %9,2'lik azalma meydana geldiği belirlenmektedir (Anonim, 2018b; Anonim, 2021).

Çizelge 7. Türkiye Bal ve Balmumu Üretim Miktarı (Ton)

Yıl	Bal üretimi	Balmumu üretimi
2010	81 115	4 148
2011	94 245	4 235
2012	89 162	4 222
2013	94 694	4 241
2014	103 525	4 053
2015	108 128	4 756
2016	105 727	4 440
2017	114 471	4 488
2018	107 920	3 987
2019	109 330	3 971
2020	114 067	3 765

Kaynak: Anonim, 2018b; Anonim, 2021

Türkiye'nin son yıllardaki bal ithalat ve ihracat değerleri Çizelge 8' de verilmiştir. Çizelgeye göre; Türkiye'nin sahip olduğu bal ihracat potansiyeli her geçen gün artış görülmektedir.2010 yılı ihracat değeri 1266 ton iken 2020 yılına gelindiğinde bu rakam %200,7 lik artış ile 3896 tona ulaşmıştır. Bu artan ihracatın üzerindeki önemli faktörlerin başında ülkenin sahip olduğu flora zenginliği gelmektedir. Ülkenin ihracat potansiyeline bakıldığında ise 2010 yılından bu yana ülkenin bal ithalatı yoktur. Bunun tek nedeni ise ülkeye dış devletlerden ticari yollarla bal girişinin yasaklanmış olmasıdır (Anonim, 2018b).

Çizelge 8. Türkiye Bal (Süzme) İthalat ve İhracatı (Ton)

Yıl	İthalat	İhracat
2010	0	1266
2011	0	1103
2012	0	1 263
2013	0	3564
2014	0	2 550
2015	0	2612
2016	0	2773
2017	0	5495
2018	0	5193

2019	0	3846
2020	0	3896

Kaynak: Anonim, 2018b; Anonim, 2021

Türkiye arıcılığı bakımından Doğu Karadeniz Bölgesi oldukça gelişmiş durumdadır. Çizelge 9' da bölgenin son yıllardaki arıcılık üretim değerleri verilmektedir. Sahip olduğu 1 135 359 adet toplam kovan varlığı ile Doğu Karadeniz Bölgesi ülkede üçüncü sırada yer almaktadır. Bunun yanı sıra bu kolonilerden elde edilen 23 377 bin ton bal üretimi ile Türkiye'de birinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2021) Son 10 yıllık süreçte bal üretiminde %48,7'lik bir artış gözlenmektedir. Bu artışın üzerindeki etkili olan önemli faktörlerin başında gezginci arıcılık gelmektedir. Diğer önemli bir faktör ise bölgenin ekolojisine uygun olarak geliştirilmiş olan yüksek verimli arı ırkıdır (Anonim, 2018b).

Çizelge 9. Doğu Karadeniz Arıcılık Üretim Değerleri

Yıl	Yeni kovan sayısı	Eski kovan	Toplam kovan	Bal üretimi (ton)	Balmumu üretimi (ton)
2010	830 307	7 361	837 668	15 718,07	454,594
2011	858 843	6 794	865 637	16 680,89	485,059
2012	896 880	6 655	903 535	15 559,58	495,360
2013	952 267	7 34	959 607	17 587,03	464,261
2014	968 792	7 687	976 479	19 794,28	349,612
2015	1 041 789	7 393	1 049 182	20 647,35	342,141
2016	1 070 951	8 372	1 079 323	20 798,71	334,216
2017	1 084 694	7 523	1 092 217	22 947,55	369,242
2020	1 127 852	7 507	1 135 359	23 377,00	472,000

Kaynak: Anonim, 2018b; Anonim, 2021
*2018-2019 yıllarına ait sağlıklı verilere ulaşılamamıştır.

1.3.Trabzon'da Arıcılık

Arıcılık, Trabzon ilinde yıllar itibariyle gelişme gösteren ve başlıca geçim kaynaklarından birini oluşturan önemli bir ekonomik faaliyettir. Trabzon ilinde 2017 yılı itibari ile 166 191 adet arı kolonisi bulunmaktadır. Son 12 yıllık süreçte arı kolonisi bakımından %57,30'luk artış meydana gelmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Trabzon Arı Kolonisi Varlığı

Yıl	Yeni kovan sayısı	Eski kovan	Toplam kovan
2010	109 805	468	110 318
2011	115 495	521	116 016
2012	128 196	535	128 731
2013	132 194	491	132 685
2014	133 761	491	134 252
2015	147 663	452	148 115
2016	158 864	434	159 298
2017	165 911	280	166 191
2020	-	216	-

Kaynak: Anonim, 2018b; Anonim, 2021
*2018-2019 yıllarına ait sağlıklı verilere ulaşılamamıştır.

Çizelge 11’ de Trabzon ilindeki yıllar itibariyle bal ve balmumu üretim miktarları gösterilmiştir. Veriler analiz edildiğinde, 2010 yılında 1 311 bin ton olan bal üretimi 2020 yılına gelindiğinde 1 589 tona çıktığı, aynı zamanda balmumu üretim miktarının da yıllara göre artış göstermiş olduğu 2010 yılında 65,266 ton olan üretim miktarının 2020 yılında iki katını aşmıştı ve 147,00 tona ulaştığı görülmektedir (Anonim, 2018b; Anonim, 2021)

Çizelge 11. Trabzon Bal ve Balmumu Üretim Miktarı (Ton)

Yıl	Bal üretimi	Balmumu üretimi
2010	1 311,625	65,266
2011	1 426,873	82,536
2012	1 246,661	99,131
2013	1 117,428	64,670
2014	1 006,530	64,155
2015	1 062,208	59,701
2016	1 096,238	60,057
2017	1 770,395	52,003
2020	1 589,000	147,00

Kaynak: Anonim, 2018b; Anonim, 2021
*2018-2019 yıllarına ait sağlıklı verilere ulaşılamamıştır.

1.4.IPARD

IPARD, Avrupa Birliği (AB) tarafından aday ve potansiyel aday ülkelere AB standartlarına uyumu sağlayabilmelerine yardımcı olma amacı güden bir hibe destek programıdır. IPARD, AB'nin Kırsal Kalkınma Politikası ve Ortak Tarım Politikası ile ilgili gerekli politikalar uygulayarak uyum sürecine girmelerine yardım etmektedir. Bu amaçla programın işleyebilmesi için aracı bir kurum olan Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK), 5648 Sayılı ve 4 Mayıs 2007 Tarihli kanun ile kurulmuştur. Başlangıçta 20 ilde uygulamalara başlamış, daha sonra 22 İl Koordinatörlüğünün daha kurulması doğrultusunda gerekli çalışmalar TKDK tarafından yürütülmüştür. Bu şekilde AB tarafından Ülkemize tahsis edilen IPARD fonlarının hibe kaynaklarından Ülkemizin 81 ilinin tamamına yakını faydalanmaktadır. (Anonim, 2020).

Çalışmada, Avrupa Birliği uyum süreci kapsamında yürütülmekte olan,

çiftçilerin gelir seviyelerini ve refah düzeylerini artırmak için uygulanan IPARD Programı'nın sağlamış olduğu hibe desteklemelerin arıcılar üzerinde ki etkileri ölçülmüştür. Bu bağlamda aynı işletme büyüklüklerine sahip desteklemelerden yararlanan ve desteklemelerden yararlanmayan arıcı işletmeleri esas alınmış ve hibe almalarından etkili olan faktörler belirlenmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1.Materyal

Araştırmanın birincil veri kaynakları Trabzon İli kapsamında Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu'ndan hibe destekleme alan arıcılar ve destekleme kullanmayan arıcılar ile yüz yüze yapılan anket verileridir. İkincil veri kaynakları ise Trabzon Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Trabzon Arı Yetiştiricileri Birliği'nden alınan istatistiksel veriler, Food and Agriculture Organization of The United Nations (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı), Türkiye İstatistik Kurumu gibi kurumlardan elde edilen zaman serisi verileri ve ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan diğer akademik ve bilimsel çalışmalardan elde edilen veriler oluşturmaktadır.

2.2.Metot

Araştırmanın ana kitlesini Trabzon İli'nde Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu'ndan hibe destekleme almış olan arıcı işletmeleri ve bu hibe destekleme kullanan arıcılarla benzer özellikteki hibe kullanmayan arıcı işletmeleri oluşturmaktadır. 2017 yılı üretim verileri doğrultusunda, hibe destekleme kullanan 42 adet işletme olduğu

belirlenmiştir. Bu işletmelere ek olarak benzer özelliklere sahip 42 adet hibe kullanmayan işletme belirlenmiştir. %10 hata payı çerçevesinde toplamda 94 adet anket çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilen verilerin kodlama dahilinde bilgisayara girişi yapılmış ve MARS metodu ile model tahmininde kullanılmıştır.

2.3.MARS Metodu

Friedman'ın katkıları ile ilerletilen Nonparametrik regresyon modellerinden olan MARS veri madenciliği algoritmasının hedefi, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki çözümü zor olan ilişkiyi saptamaktır. Veri seti içerisindeki değişkenler arasın da her hangi bir varsayım olmasına gerek yoktur. Veri setinde, birden çok panel bağımsız değişken olabilecekken birden çok panel bağımlı değişkende analize dahil edilebilmektedir. Regresyon modellerinde gözlenen sonuç değişkeni üzerinde hangi faktörlerin etkili olduğu ve etkili olan faktörler içerisinde hangisinin etkisinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Analizin en önemli unsuru çok sayıdaki değişkeni bir arada analiz edebilmesidir. Nonparametrik istatistiksel model olan MARS araştırma veri setinin değişik büyüklükteki linear segment parçalarına ayrıştırılmasını esas alır. Bu segment parçalarının hepsi değerleri ile sistematik bir şekilde ilişkilidir. Bu model oldukça esnektir. Segmentlerin birbirleri ile bağlantı noktalarına düğün denmektedir. Meydana gelen düğümler her bir tahminde bulunucunun bulundukları noktalara rast gele dağıtılır (Friedman, 1991).

Bu düğümler ve tahminde bulunucuları hesap ederek Parçalı temel fonksiyonları ve bunların kombinasyonlarını kullanarak, regresyon

modellerinde hem ileri doğru hem de geriye doğru ilerleme algoritmalarından yararlanılarak MARS modeli elde edilebilir (Zhang ve Goh, 2016).

Kovan başına verimi en çok etkileyen faktörlerin başında; toplam kovan sayısı, işletmeci yaşı, yıllık çalışma süresi, gezginci arıcılık yapıp yapmama durumu, işletmeci eğitim durumu gibi değişkenler gelmektedir. MARS algoritması bu tür değişkenler arasında ki ilişkiyi ortaya koyabilmek için kullanılabilecek en ideal metotlardan birisidir (Aksoy ve ark., 2018).

Modelimizi meydana getiren değişkenler aşağıda sıralanmaktadır.

Y = Kovan Başına Verim(kg)
X_1 = Kullanılan Şeker Miktarı(çuval)
X_2 = İşletmeci Yaşı
X_3 = Yıllık Toplam Çalışma Süresi(gün)
X_4 = Kovan Sayısı
X_5 = Üretim Gerçekleştirilen Arı Irkı
X_6 = İşletmeci Eğitim Durumu
X_7 = TKDK'dan Hibe Kullanma Durumu
X_8 = Arıcılık Dışında Farklı Bir İşte Çalışıp Çalışmama Durumu
X_9 = Ana Arı Değiştirme Sıklığı
X_{10} = Sosyal Güvenlik Durumu

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Kovan başı verim bakımından gözlenen ve tahmin edilen değerler arasında çok güçlü pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir ($r=0,946$, $P<0,001$). MARS algoritması ile oluşturulan tahmin modelinin standart sapma oranı 0.323 olarak bulunmuştur. Bu değer oluşturulan modelin iyi bir uyuma sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, kovan başı verim bakımından toplam farklılığı açıklama oranının yani belirleme katsayısının yaklaşık %90 olması da kurulan modelin performansının iyi olduğu anlamına gelmektedir. Beklenildiği gibi elde edilen hata terimlerinin ortalaması yani ortalama hatanın değeri sıfır bulunmuştur. MARS modeline dahil edilen değişkenlerin relatif önem değerleri sırasıyla, şeker miktarı (16/40), arıcılık yapan kişinin yaşı (15/40), çalışma süresi (8/40), kovan sayısı (7/40), ırk (7/40), arıcılık yapan kişinin eğitim durumu (6/40), arıcılık yapan kişinin TKDK dan hibe alma durumu (6/40), arıcılık dışında iş yapıp yapmama durumu (4/40) ve ana arı değişme sıklığı (2/40), sosyal güvenlik durumu (1/40) olarak bulunmuştur.

MARS tahmin denklemi incelendiğinde,
Arıcılık yapan kişinin eğitim düzeyinin kovan başı verim üzerine olan etkisinin,

- Arı ırkına
- Arılara verilen şeker miktarına
- Çalışanın hem yaşına hem de TKDK hibe durumuna

· Çalışanın hem yaşına hem de verilen şeker miktarına bağlı olduğu söylenebilir (P<0,05).

MARS modelinin 15. terimi ve katsayısı **(1,43332*max(0, YAS-60)*TKDKH)** incelendiğinde, TKDK üyeliği olmayan 60 yaş üstü arıcılarda kovan başı verim artış gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin 15. terim ve katsayısı üzerinden 62 yaşında TKDK üyeliği olmayan bir arıcının, genel kovan başı verim denklemine katkısı

1,43332*max(0, 62-60)*TKDKH
= 1,43332*max(0, 62-60)*1
= 1,43332*max(0, 2)*1
= 1,43332*2*1
= 2,86664 kg

olduğu tahmin edilebilir. Burada TKDKH, TKDK üyeliği olmayan bir arıcıyı ifade etmektedir. Ancak, TKDK ya üye olma durumunun kovan başı verim üzerine etkisi sadece arıcılık yapan kişinin yaşına bağlı olmadığı MARS tahmin denkleminden de görülebilir. Diğer bir ifadeyle;

TKDK üyelik durumunun kovan başı verim üzerindeki etkisi;

· Arıcıların yaşına (15 terim)
· Hem arıcıların yaşına hem de eğitim duruma (32. terim)
· Hem arıcıların yaşına hem de arıcıların birliğe üye olup olmama durumuna (34. terim)

· Hem arıcıların yaşına hem de arıcıların arıcılık dışı iş yapıp yapmama durumuna (35. terim)
· Hem arıcıların yaşına hem de arıcıların sosyal güvenlik durumuna (37. terim)
· Hem yetiştirilen arı ırkına hem de kovan sayısına (38.terim) bağlı olduğu belirlenmiştir.

Ancak, TKDK üyeliğine sahip olan bir arıcı için MARS tahmin denkleminde **TKDKH=0** değerini alacağından dolayı 15, 32, 34, 35, 37 ve 38. terimlerinin kovan başı verim üzerindeki etkisi kaldırılmış olur. Böylece MARS denklemi 40 terimden 34 terime azaltılmış olur.
TKDK üyeliği olmayan arıcılar düşünüldüğünde,

· 60 dan daha yaşlı arıcılarda kovan başı verim artacağı (15. terim)
· Eğitim düzeyi üniversite olan 60 dan daha yaşlı arıcılarda kovan başı verim azalacağı (32. terim)
· Birliğe üye olmayan 60 dan daha yaşlı arıcılarda kovan başı verim azalacağı (34. terim)
· Arıcılık dışında iş yapmayan 60 dan daha yaşlı arıcılarda kovan başı verim artacağı (35. terim)
· Sosyal güvenliği SGK olan 60 dan daha yaşlı arıcılarda kovan başı verim azalacağı (37.terim)
· Arı ırkı olarak Kafkas'ı tercih eden arıcıların kovan başı verim bakımından artış sağlaması için kovan sayısının 100 den fazla olması gerektiği (38.terim), sonuçlarına varılabilir.

60 altı yaşa sahip arıcılar için, MARS denkleminde bulunan 12, 13, 15, 16, 32, 34, 35 ve 37. terimlerin kovan başı verim üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadıkları belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle, söz konusu 8 adet terimde yer alan diğer değişkenlerin kovan başı verim üzerindeki etkisinin kaldırıldığına dikkat çekmektedir. Örneğin 15. terim incelendiğinde, 60 altı yaşa sahip arıcılar için **max(0, YAS-60)=0** olacağından dolayı TKDK değişkenin kovan başı verim üzerindeki etkisi yaş değişkeni tarafından kaldırılmaktadır. Başka bir örnek vermek gerekirse, örneğin 32. Terimde 60 altı yaşa sahip olan arıcılar için yaş değişkeni, eğitim düzeyi ve TKDK değişkenlerinin kovan başı verim üzerindeki etkisini kaldırmıştır.

38. terim incelendiğinde, TKDK üyesi olan arıcılar için kovan sayısı ve ırk değişkeninin kovan başı verim üzerindeki etkisi ortadan kalkmıştır. Aynı şekilde, 38. Terim incelendiğinde, kovan sayısı 100 den az olduğunda ya da yetiştirilen arı ırkı Kafkas olmadığında TKDK değişkeninin kovan başı verim üzerindeki etkisi olmadığı anlaşılmıştır. 37. terim incelendiğinde, 60 yaş üstü arıcıların kovan başı verim üzerindeki olumsuz etkisi, TKDK üyesi olan SGK'lı arıcılar için söz konusu değildir. Diğer bir anlatımla, TKDK üyesi SGK'lı 60 yaşından büyük arıcılar için kovan başı verim de daha çok düşüş beklenirken, TKDK ve SGK üyesi olsun olmasın, 60 yaş altı arıcılar için kovan başı verim de azalışın olmadığı gözlenmiştir.

Kafkas ırkı yetiştiren arıcılar göz önüne alındığında,

· Kovan başı verim bakımından yaklaşık 2 kg düşüş olacağı (2. terim),

· Eğitim düzeyi üniversite olanlarda kovan başı verim bakımından 4,27708 kg artış olacağı,
· Arıcılık dışında işi olmayanlarda kovan başı verim bakımından 2,04732 kg artış olacağı,
· 22. 23. ve 27. terimlerin kovan başı verim azaltıcı etkisinin söz konusu olmayacağı söylenebilir.

16 terim incelediğinde, ana arı değişme sıklığı 3 **(ANASIKAA3)** olan 60 yaş üstü arıcıların kovan başı verim de artış elde ettiği söylenebilir. Söz konusu artış 60'dan daha büyük yaşa sahip arıcılar için daha fazla olacağı beklenmektedir. Örneğin, yaşı 75 olan ve 3 kez ana arı değiştiren bir arıcı için sadece 16. Terimin kovan başı verimine katkısı;

1,43366*max(0, YAS-60)*ANASIKAA3
= 1,43366*max(0, 75-60)*1
=1,43366*max(0, 15)*1
=1,43366*15*1
=21,5049 kg

olması beklenir. Bu koşulda, **(ANASIKAA5=0)** olduğundan dolayı, 24. Terimin kovan başı verim üzerindeki katkısının sıfır olması beklenmektedir. Böylece 24. terim kapsamında arılara verilen şeker miktarının kovan başı verim üzerinde etkisinin olmadığı söylenebilir.
Eğitim düzeyi üniversite olan arıcıların kafkas ırkı arı yetiştirmesinin kovan başı verimine **4,27708 kg**'lık katkı yapması beklenmektedir. Böylece pozitif katsayılara sahip olan 17 ve 18. terimlerin kovan başı verimine katkı sağlayamayacağı tespit edilmiştir. 32. terim ve katsayısı

(-1,51179) incelendiğinde TKDK üyeliği olan ve 60 ya da daha genç arıcılar için kovan başı verimde azalma olmayacağı beklenmektedir. Ancak 60'dan çok daha yaşlı TKDK üyeliği olmayan üniversite mezunu olan arıcılarda kovan başı verime olan katkının gittikçe çok daha negatif olması beklenmektedir. 33. terime ait çok düşük ve negatif olan katsayı ***(-0,00005)*** sıfıra çok yakın olmasından dolayı bu terim ihmal edilebilmektedir. Bu bakımdan 39 ve 40 terimler de göz ardı edilebilir.

Arıcıların çalışma süresi 150 günden daha az olması koşuluyla;

- Arıcılık dışında başka iş yapanların **(DISISH=0)** kovan başı verim üzerine olumlu ya da olumsuz herhangi bir katkı yapmaması (21. terim),
- 28-31 arasındaki terimlerin kovan başı verim üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmaması,
- Arıcılık dışında başka iş yapan arıcıların, yaşına bakılmaksızın, 36. terimin kovan başı verim üzerinde herhangi bir katkısının olmaması beklenir.

Kovan sayısının 100 adetten fazla olması koşuluyla;

- 4. terim ve katsayısının **(0,03*max(0, KOVSAY-60))** kovan başı verime olan katkısının pozitif olması,
- 5. terim ve katsayısının **(0,29102*max(0, 100-KOVSAY))** kovan başı verim üzerinde herhangi bir katkıya sahip olmaması,
- 19. terimin kovan başı verim üzerinde herhangi bir katkı yapamadığı,

- Çalışma süresinin 150 günden kısa olması ile 28. terimin kovan başı verim üzerinde katkı sağlayamadığı,
- Karniyol dışında diğer arılar ile üretim yapılırsa 27. terimin kovan başı verim üzerindeki olumsuz etkisinin ortadan kalkması yani kovan başı verim üzerinde herhangi bir katkının söz konusu olmadığı,
- 39 ve 40. terimlere ait katsayıların sıfıra yakın olması hasebiyle söz konusu iki terimin kovan başı verim üzerindeki katkısının ihmal edilebileceği,
- TKDK üyesi olmayan ve melez ırk yetiştiren arıcılar için 38. terimin kovan başı verim üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Ancak, SGK sosyal güvencesi olan TKDK üyeliği olmayan 60 yaş üstü arıcılarda yaş arttıkça kovan başı verimde gittikçe azalmanın hızlı olduğu tespit edilmiştir. Ancak, 37. Terimden de anlaşılacağı üzere SGK güvencesi ile birlikte TKDK üyeliği olan arıcılarda, yaş ister 60 altı ister 60 üstü ne olursa olsun, kovan başı verim de söz konusu azalmanın önüne geçilebileceği dikkat çekmektedir.

MARS algoritma sistemi aynı anda birden çok bağımsız değişkeni birbirisi ile entegre bir şekilde analiz ederek çıktıların daha net bir yargıya varmasına neden olur. Modelimizin bağımsız değişkenleri birbiri arasında ilişkilendirildiğinde, hibe destekleme kullanmayan grupta işletme sahibinin yaşı, eğitim durumu ve arıcılıktan farklı bir iş dalında uğraşıp uğraşmaması en önemli etkenler arasındadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Arıcılık sektörü tüm dünyada giderek önem kazanmaktadır. Son yirmi yılda dünyadaki arılı kovan, bal ve balmumu üretim miktarlarında önemli ölçüde değişikliklerin olduğu gözlenmektedir. Dünyada doksanlı yılların sonunda 66 milyon civarın da ki arılı kolonilerden yaklaşık olarak 1,2 milyon ton bal ve 57 000 ton balmumu üretimi yapılırken, günümüzde 90 milyon arılı kovandan 1,8 milyon ton bal ve 66 000 ton balmumu üretimi gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de de arıcılık sektörü son yıllarda önemli gelişmeler kat etmektedir. Bundaki en önemli faktörler sahip olduğu flora zenginliği ve mevcut koloni varlığıdır. Günümüzde gelişen ulaşım kolaylılıkları ve teknolojik yenilikler ve ülkemizin sahip olduğu flora zenginliği, uygun ekolojik özellikleri, verimli arı ırkları ve çok sayıdaki arı kolonisinin birleşmesi ile Türkiye 114 471 ton bal üretimi ile Dünya'da ikinci sırada yer almaktadır. Son 10 yılda bal üretiminde %44,68 oranında artış meydana geldiği görülmektedir. Bu artış üzerindeki en belirleyici faktörler, arı ırklarının veriminin yükseltilmesi ve koloni sayılarının artırılmasıdır. Balmumu üretiminde ise son 10 yıllık süreçte %1,12'lik azalma meydana geldiği belirlenmektedir

Tarım ve Orman Bakanlı tarafından diğer hayvansal ve bitkisel üretim dallarında olduğu gibi arıcılık sektöründe de pirim ve hibe destekleme uygulamaları yürütülmektedir. Bunların yanı sıra ülkemizin Avrupa Birliği adaylığı kapsamında, IPARD Programı ile koordine bir şekilde çalışan Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu da arıcı işletmelerine hibe desteklemeler sağlamaktadır. Araştırma kapsamında

TKDK Trabzon İl Koordinatörlüğüne başvuruda bulunup hibe destekleme kullanan işletmeler ile görüşülerek gerekli bilgiler temin edilmiş olup, bu işletmeler ile benzer özellikte olup hibe destekleme kullanmayan işletmeler ile de aynı sayıda anket tekniği ile bilgi temini sağlanmıştır. Elde edilen bilgiler doğrultusunda TKDK Trabzon İl Koordinatörlüğünün arıcılık işletmelerine sağlamış oldukları hibe desteklemelerin etkinlikleri belirlenmiş olacaktır.

MARS algoritmasında, TKDK'dan hibe destekleme kullanmayan arıcıların 60 yaşından büyüklerinin yaşı arttıkça kovan başı verimleri de artmaktadır. Hibe destekleme kullanmayanlar da ise bu olay tam tersi durumdadır. TKDK'dan hibe destekleme kullanan veya kullanmayan ve SGK üyesi olsun olmasın, 60 yaş altı arıcılar için kovan başı verim de azalış söz konusu değildir**.**

Yapılan çalışmalar doğrultusunda sektöre ve TKDK hibelerinin etkinliğine yönelik aşağıdaki şekilde önerilerde bulunulabilmektedir:

- TKDK arıcı işletmelerine yönelik sunmuş olduğu desteklemelerde, işletmelerin masraf kalemlerini artırarak, daha az girdi kullanmalarına sebep olup, kovan başı verimlerine düşürdükleri için, bürakratik işlemlerde iyileştirmeye gitmesi gerekmektedir. Arıcı işletmelerinin kovan varlıklarının artırılması için Arı Yetiştiricileri Birlikleri ve Tarım ve Orman Bakanlığının entegre bir şekilde çalışmaları gerekmektedir.

- İşletmelerin sayılarının artırılmasındansa mevcut işletmelerin kovan varlıklarınınn artırılmasına yönelik teşvik politikaları uygulanmalıdır..
- İşletmecilerin yaş ortalamalarının düşürülmesi, genç nüfusun arıcılık sektöründe üretim faaliyetini gerçekleştirebilmeleri için gerekli olan alt yapıların sağlanması daha yararlı olacaktır.
- İşletmelerin ürettikleri ürünleri daha kolay ve verimli bir şekilde işleyebilmeleri ve hasat edebilmeleri için teknolojik imkanların kullanımının artırılmasının, işletmecilerin daha fazla üretimde bulunabilmeleri için gezginci arıcılık sistemini uygulamalarının, ayrıca desteklemelerin kovan başı verime veya üretmiş oldukları ürün çeşitliliğine göre verilmesinin, kovan başına verimin artırılması ve farklı ürün çeşitlerinin oluşmasında oldukça önemli olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Aksoy, A., Ertürk, Y.E., Erdoğan, S., Eyduran, E., Tariq, M.M. (2018). Estimation of honey production in beekeeping enterprises from eastern part of Turkey through some data mining algorithms. *Pakistan Journal of Zoology* 50(6): 2199-2207

Anonim (2018a). Food and Agriculture Organization (FAO), http://www.fao.org/statistics/tr, (Erişim tarihi: 15.01.2018)

Anonim (2018b). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr, (Erişim tarihi: 15.01.2018)

Anonim (2020). Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK), https://www.tkdk.gov.tr/ipard/ipardprogrami, (Erişim tarihi: 25.12.2020)

Anonim (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. Hayvansal Ürün İstatistikleri. www.tüik.gov.tr, (Erişim tarihi: 15.10.2021)

Crane, E. (1975). Honey: A Comprehensive Survey. International Bee Research Association, London.

Crane, E., Walker, P. (1984). Composition of honeys from some important honey sources. *Bee World* 65(4): 167-174

Delaplane, K.S., Mayer, D.R., Mayer, D.F. (2000). Crop Pollination By Bees. Cabi. 345, USA

Free, J.B. (1993). Insect Pollination of Crops. 2. Edition, Academic Press, London

Friedman J.H. (1991). Adaptive spline networks. In *Advances in Neural Information Processing Systems*, 675-683

Kumova, U., Korkmaz, A. (2000). Türkiye arı yetiştiriciliğinde çukurova bölgesinin yeri ve önemi. *Hayvansal Üretim* 2000 (41): 48-54

McGregor, S. E. (1976). *Insect pollination of cultivated crop plants* (Vol. 496). Washington

(DC): Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, USA Parlakay, O., Yılmaz, H., Yaşar, B., Seçer, A. Bahadır, B. (2008). Türkiye'de Arıcılık Faaliyetinin Mevcut Durumu ve Trend Analizi Yöntemiyle Geleceğe Yönelik Beklentiler.*Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22 (2): 17-24

Robinson, W.S, Nowogrodski, R, Morse, R.A. (1989). The value of honeybees as pollinators of US crops. *American Bee Journal* 128(6); 411-423; 129 (7): 477-487

Sancak, K., Zan Sancak, A., Aygören, E. (2013). Dünya ve Türkiye'de Arıcılık. *Arıcılık Araştırma* 5 (10): 7-13

Zhang, W., Goh, A. T. (2016). Multivariate adaptive regression splines and neural network models for prediction of pile drivability. *Geoscience Frontiers 7*(1): 45-52

BÖLÜM 16

BİNGÖL İLİNDE ÇİFTÇİLERİN HAYVANCILIK DESTEKLERİNDEN FAYDALANMA DÜZEYLERİNİN ANALİZİ

Y.L. Öğrencisi Melike HASAR[1+]
Doç. Dr. Nuray DEMİR[1*]

[1+]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, Türkiye. ORCİD No: 0000-0003-1999-6293, E-mail: hsr.melike@hotmail.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

Tarımsal faaliyetin önemi artan nüfusun sağlıklı beslenmeye olan ihtiyacı nedeniyle giderek artmaktadır. Ayrıca tarımsal üretimin iş gücü, ihracat ve milli gelire dolaylı yollardan da katkıları vardır. Böylece hayvancılık dünya da olduğu gibi Türkiye'de de, hızlı artan nüfusun dengeli ve yeterli beslenmesinin sağlanması, birden fazla alanda sanayi hammaddesi olarak kullanılması, kırsal kalkınma projelerinin gerçekleştirilmesi, tarım da işsizliği azaltarak köyden kente göçün önlenmesi ve sürekliliğin sağlanması gibi ekonomik ve sosyal yönlerden stratejik bir öneme sahiptir (Vural ve Fidan, 2007).

Türkiye'de artan nüfus ile birlikte hayvansal ürünlere yönelik talep artmış, bu durum et ve süt üretiminin artırılmasını da zorunlu kılmıştır (Aydın ve ark. 2010). Bununla birlikte hayvancılık sektörü içerisinde birçok yan faaliyet kolunu da barındırdığından geniş istihdam imkânları yaratması nedeniyle de ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Bu açıdan hayvancılık sektörü yapılan yatırım değerlenmesi ve düşük maliyete sahip istihdam imkânı oluşturan tarımın bir alt sektörü konumundadır (Demir, 2012).

Genel anlamda 2000'li yıllardan önce hayvancılıkla ilgili olarak kapsamlı ve sürekli devam eden bir desteklemelerden bahsedilmezken, sonraki yıllarda giderek artan, daha sistemli ve verimli bir destekleme ödemesi gerçekleştirilmiştir (Erdal ve ark., 2013).

Desteklemenin artmasıyla beraber hayvansal üretim değerinin de arttığı görülmektedir. Bu açıdan, hayvansal üretim değeri ile hayvancılık

faaliyeti için verilen destek arasında önemli bir bağ olduğu söylenebilir. İçin de hayvansal üretim değerinin aldığı pay ülkelerin gelişmişlik düzeyinin belirlenmesinde kullanılan diğer ölçütlerle birlikte önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Saçlı, 2007). Hayvansal üretim değerinin, toplam tarımsal üretim değerinden almış olduğu pay 2000-2018 yılları arasında 2 kat artmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) verileri esas alındığında; 2000 yılında % 44,17 olan hayvansal üretimin tarımsal üretimden aldığı pay, 2009 yılında % 44,51'e ulaşmıştır. Hayvansal üretim değeri 2010 yılında % 51,50, 2011 yılında % 53,57, 2012 yılında % 56,21, 2013 yılında % 51,49, 2014 yılında % 52,13, 2015 yılında 51,73 ve 2016 yılında % 56,38 2017 yılında % 62,2 2018 yılında %69,9 pay alarak hep %50'nin üzerinde seyretmiştir (Anonim, 2019).

Türkiye'de hayvancılığın en fazla yapıldığı bölgelerin başında Doğu Anadolu Bölgesi gelmektedir. Bölge, Türkiye'deki büyükbaş hayvan varlığının yaklaşık % 24,4'üne ve küçükbaş hayvan varlığının ise % 34,3'üne sahiptir (Akpınar ve ark., 2012). Doğu Anadolu Bölgesi çayır ve mera varlığı açısından Türkiye'de ilk sırada yer almaktadır.

Hayvancılıkta Bingöl'ün Doğu Anadolu Bölgesi içerisindeki payı 2019 yılında büyükbaşta toplamda 140.289 hayvan varlığı ile 10'uncu sırada, küçükbaşta ise toplamda 635.603 hayvan varlığı ile 9'uncu sırada yer almaktadır (Anonim, 2020). Araştırma bölgesinde hayvancılık faaliyetleri genel itibariyle ekstansif yöntemlerle yapılmaktadır. Bu durum ise bölgede hayvancığın ekonomik açıdan yüksek gelir sağlayan faaliyet kolu olmasına engel bir durumdur. Bu nedenle bu çalışmada

Bingöl İli ve ilçeleri sınırındaki köylerde yapılan 130 adet anket çalışmasını, anket sonuçlarının yorumlanmasını içermektedir. Hayvancılık sektörü ve hayvancılık desteklemeleri ile ilgili olarak özellikle büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı verilerini analiz edilerek, bu verilerle beraber Bingöl ilinin Türkiye'deki hayvancılık sektörü içerisinde mevcut durumunu belirlemiş, geçmişten günümüze ilde hayvancılıktaki değişimin nasıl gösterildiği ortaya koyulmuştur.

1.1.Türkiye'deki hayvancılık destekleri

Türkiye'de hayvancılık destekleme politikaları, farklı dönemlerde değişkenlik gösteren miktarlarla ve farklı yöntemlerle hayvancılığı geliştirmek için kullanılmıştır. Tarım sektörünün istihdam ve ekonomi içerisindeki payının azımsanmayacak derecede büyük olması, geçmişten günümüze kadar bu sektörün önemini korumasına neden olmuş ama bu sektördeki sorunlar açısından kalıcı çözümler bulunamamıştır. Özellikle, destekleme politikalarının gerçeklikten uzak ve hayalci kaygılara dayandırılması, tarımsal faaliyetlerin alt gruplarında var olan sorunların çözümüne engel oluşturmuştur (Yavuz, 1999).

Kişi başına düşen gelir, nüfus, üretim ve pazarlama ortamının uygun olduğu ekonomik gelişmenin artışına neden olan et ve süt ürünlerine talebin artması fiyatlardaki yükselme ile birlikte ekonomide canlılığa ve hayvancılık desteklemelerinin 2003 yılından sonra artarak devam etmesi gelişmelerin temel nedenleri olarak söylenebilir. 2000'li yılların başında hayvancılık desteklerinin toplam destekler içindeki payı

%5'lerde iken bu pay %30'lara yükselmiştir. Bu başarıdaki hayvancılık destekleme kalemleri; yem bitkileri, süt, arıcılık, su ürünleri, tiftik, büyükbaş hayvan, buzağı, ıslah amaçlı küçükbaş yetiştirici birlikleri, hayvan hastalıkları tazminatı, aşı, biyolojik ve biyoteknolojik mücadele, hastalıklardan ari işletme, ipekböceği, süt tozu, müdahale alım fiyat farkı, et-besi, gen kaynakları, büyükbaş damızlık hayvan alımı, küpe, atık, sürü yöneticisi istihdamı, malak manda, süt analizi, anaç manda, damızlık ana arı ve onaylı süt çiftliği destekleri yer almaktadır. Tablo 1'de hayvancılık destekleri 2012-2020 döneminde 2.2 milyar TL'den 4.7 milyar TL'ye artmıştır.

2010-2020 yıllarında uygulanan en önemli hayvancılık destekleme politikaları ve yapılan ödemeler Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Hayvancılık Desteklemeleri Kapsamında Yapılan Ödemeler (1000 TL)

Destekleme Kalemleri	**2010**	**2012**	**2014**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Yem Bitkisi Üretim Desteği	231.606	293.504	334.501	344.594	435.218	507.001	849.983	783.895
Damızlık Büyükbaş Hayvan Desteği (Düve)	0	0	0	0	0	10.557	1.334	1.325
Suni Tohuml. Doğan ve Normal Buzağı Dest.	42.126	82.871	95.534	127.995	1.477.902	1.223.596	1.341.991	1.461.088
Arıcılık ve Bal Desteği	21.968	34.568	45.887	67.998	68.318	67.830	70.666	96.920
Su Ürünleri Desteği	116.912	181.341	158.455	96.490	73.025	64.447	52.641	66.017
Küçükbaş Hayvancılık Desteği	137.150	281.573	421.020	506.949	519.871	542.733	538.575	578.246
Süt Teşvik Primi Desteği	334.077	434.814	487.459	451.969	535.694	694.949	913.375	1.336.116
Hayvan Gen	4.098	45.292	57.470	68.679	116.407	131.741	11.163	104.781

Kaynakları Büyükbaş Hayvan Desteği (anaç sığır+manda)	246.187	495.680	577.338	732.538	12.742	18	0	83.721
Büyükbaş Hayvan Besi Desteği	0	150.063	253.846	68.061	75.954	105.834	50.438	136.069
Sürü Yöneticisi İstihdamı Desteği	0	0	0	14.895	23.176	26.919	35.265	52.650
TOPLAM	**1.134.124**	**1.999.706**	**2.431.510**	**2.480.168**	**3.338.307**	**3.375.625**	**3.865.431**	**4.700.828**

Kaynak: Anonim, 2020

1.2.Bingöl ilinde hayvancılık destekleri

Bingöl iline yapılan destekleme ödemelerine bakıldığında hayvancılık desteği ilk sıradadır. 2002 yılında 208.237 TL hayvancılık desteği ödenmiş iken, 2020 yılında 35.075.983 TL hayvancılık desteği ödenmiştir. Bingöl ilinde hayvancılık desteklemeleri altında yapılan ödemelere ilişkin Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Bingöl Hayvancılık Destekleri (TL)

Desteklemeler	**2010**	**2012**	**2014**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Anaç Koyun-Keçi Desteklemesi	1.836.290	4.372.995	5.976.520	6.770.720	7.324.825	7.149.050	7.326.850	8.238.550
Anaç Manda Desteklemesi	0	22.800	20.650	24.000	0	9.250	0	20.300
Anaç Sığır Desteklemesi	449.200	935.100	2.034.966	5.554.794	0	0	0	0
Arılı Kovan Desteklemesi	504.714	759.616	1.091.660	1.243.080	1.262.970	1.371.680	0	1.792.440
Aşı Desteklemesi	0	171.416	0	0	0	0	0	0
Atık (Aşılama Sonrası Yavru Atığı) Desteklemesi	0	0	0	0	600	8.000	8.000	3.000
Besilik Erkek Sığır (Kırmızı Et) Desteklemesi	0	650.700	587.300	478.258	132.400	548.000	110.250	702.250
Buzağı Desteklemesi	50.240	78.750	104.422	520.820	10.301.950	34.736.450	10.545.550	17.408.650
Çiğ Süt	9.749	90.662	164.274	149.147	58.010	64.622	221.113	273.411

Desteklemesi Çoban-Sürü Yöneticisi Desteklemesi	0	0	0	190.000	340.000	345.000	480.000	520.000
Halk Elinde Küçükbaş Hayvan Islahı Projesi Dest.	0	912.075	1.442.675	1.729.150	3.045.950	3.515.870	3.823.780	3.850.880
Hastalıktan Ari İşletme Desteklemesi	0	0	0	138.575	79.400	326.900	444.150	166.500
Hayvan Hastalığı Tazminatı	307.910	810.384	178.282	57.288	206.936	1.337.692	410.838	628.330
Desteklemesi Malak Desteklemesi	0	0	0	5.850	11.900	15.050	1.050	11.550
Su Ürünleri Desteklemesi	2.550	0	0	0	0	0	0	0
Yem Bitkileri Desteklemesi	214.398	130.596	225.519	248.775	307.059	286.256	620.374	116.545
Genel Toplam	**3.375.051**	**8.939.094**	**11.826.268**	**17.110.477**	**23.072.000**	**49.740.190**	**23.996.595**	**33.732.406**

Kaynak: Anonim, 2020

Bingöl ilinde hayvancılık destekleri için 2010 yılında 3.375.051 TL ödeme yapılmışken, bu rakam 2019 yılında 7,2 kat artarak 23.996.595 TL ödemeye ulaşmıştır. İlde büyükbaş hayvancılık desteklerinde son üç yılda ilk üç desteğin; süt desteği, buzağı desteği ve yem bitkileri desteği olduğu görülmektedir. İldeki hayvan varlığının hızla artması, yem bitkileri ekilişini ve buzağı sayısının artışını da beraberinde getirmiştir. Ayrıca, hayvan gelişiminin kültür ırkı yönünde olması süt veriminin artışına ve dolasıyla süt desteğinin artışına neden olmuştur.

2. MATERYAL ve METOT

2.1.Materyal

Çalışma materyali, Bingöl ili, ilçeleri ve bağlı köylerde hayvancılık yetiştiriciliği yapan ve hayvancılık desteklerinden faydalanan çiftçilerle yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. . Ayrıca bu işletmelere ait ikincil veri kaynaklarını ise Bingöl İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden elde

edilen istatiksel veriler, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) ve TÜİK gibi kurumlardan elde edilen veriler ile ulusal ve uluslararası düzeydeki çalışmalardan elde edilen bilgilerden oluşmaktadır.

2.2.Metot

Araştırmada Bingöl ilinde hayvancılık desteklerinden faydalanan çiftçiler ana kitleyi oluşturmaktadır. Anket yapılan kişi sayısının belirlenmesinde Bingöl İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden elde edilen 2018 yılı verileriyle hazırlanan hayvancılık desteklerinden faydalanan işletmeler baz alınarak Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemi kullanılmış ve anket sayıları elde edilmiştir. Araştırma doğrultusunda hayvancılıktan elde edilen desteklemelerin belirlenmesinde %5 hata payı ve %95 güvenlik sınırları içerisinde çalışma yapılmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996).Yapılan örnek sayısının belirlenmesi içinde anket sayısı aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir.

$$\mathrm{n} = \frac{\mathrm{N}z^2\ \sigma^2}{d^2(\mathrm{N}-1) + z^2\ \sigma^2}$$

Formülde;

n =Örnek hacmi,

N =Örnekleme çerçevesine ait toplam birim sayısı

σ^2 =Popülasyon varyansı

d =Kabul edilebilir hata ($\bar{x}.0{,}05$)

z =Kabul edilebilir hata oranına göre Standart Normal Dağılım tablosundaki Z değerini göstermektedir.

Yapılan bu örnekleme sonuçlarına göre, bölgede yapılan toplam anket sayısı 130 adet olarak hesaplanmıştır. Anket çalışması sonucunda elde edilen veriler belirli kodlama ile EXCEL dosyasına yüklenmiş, çiftçilere ait özelliklerin belirlenmesi için crosstab analizlerinin yapılması çiftçilerin aldığı destek sayılarında etkili olan faktörlerin belirlenmesinde LİMDEP istatistik programı ile Sıralı (Ordered Probit) Probit Modeli analizi kullanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Analiz sonuçlarına göre çiftçilere ait özellikler, işletmelere ait özelikler ve çiftçilerin hayvancılık desteklerinden faydalanma düzeyleri bölümü olmak üzere üç bölümde ortaya konulmuştur. Çiftçilerle yapılan anket sonucunda elde edilen istatistikler tablolar şeklinde sunulmuş ve değerlendirilmiştir. Çizelge de 0 = 1 destekten faydalananlar düşük, 1 = 2 ve 3 destekten faydalananlar orta ve 2 = 4 ve 5 destekten faydalananlar yüksek şeklinde gösterilmektedir.

Anket yapılan çiftçilerin yaş grupları ve toplamda aldıkları paylar Tablo 3'de gösterilmektedir. Yaş, tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde ve çiftçinin yatırım kararı vermesinde önemli bir özelliktir. Ekonomik faaliyette bulunabilecek yaş grubu olarak "15-49" yaş aralığı kabul edilmektedir (Erkuş ve ark., 1995). Çiftçilerin destek sayısına göre en fazla payı %34,6 ile 31-50 yaş aralında orta düzeydeki destekten faydalandığı en az payı ise %0,8 ile 20-30 yaş aralığında yüksek düzeydeki destekten faydalandığı görülmektedir. Bu sonuç hayatın akışı ile de doğru orantılı olup, hayvancılık faaliyetinin zor ve işgücü

gerektiren bir faaliyet olmasına bağlanmıştır. Dolayısı ile genç çiftçilerin hayvancılık faaliyeti ile yerel ekonomiye daha fazla katkı sağladıkları söylenebilir.

Tablo 3. Ankete Katılan Çiftçilerin Yaş Gruplarına Göre Dağılımları

Yaş	**0**		**1**		**2**		**Toplam**	
Grupları	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
20-30	2	1,5	3	2,1	1	0,8	6	4,6
31-50	15	11,5	45	34,6	12	9,2	72	55,4
51-70	16	12,3	24	18,4	8	6,2	48	36,9
71-<	-	-	4	3,0	-	-	4	3,1
Toplam	**33**	**25,4**	**76**	**58,4**	**21**	**16,2**	**130**	**100,0**

Türkiye'de eğitim durumunu gösteren istatistiklere bakıldığında, (25 yaş üstünde) Türkiye'nin %95,5'i okuryazar görünürken, %4,5'i ise okuma yazma bilmediği vurgulanmıştır (ANONİM, 2020). Çiftçilerin aldığı destek gruplarına göre dağılıma bakıldığında en fazla payı %33,9 ile lise mezunu ve orta düzeyde destekten faydalandığı, en az payı ise %0,8 ile yüksekokul mezunu ve düşük düzeyde destekten faydalandığı görülmektedir. Bazı AB ülkelerini kapsayan çalışmalarda Majewski ve ark. (2011) lise ve üstü düzeyde eğitime sahip olan üretici oranını %66 olarak belirlerken, Gorton ve ark. (2008) üreticilerin ortalama 13,5 yıl eğitim aldıklarını ve Raggi ve ark. (2013) ise üreticilerin %34'ünün eğitim düzeyinin düşük (hiç, ilkokul ya da ortaokul) olduğunu ortaya koymuştur. Buradan, Türkiye'de tarımsal faaliyet yürüten işletme yöneticilerin Avrupa ve ABD'deki tarımsal üreticilere kıyasla eğitim düzeyinin daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Eroğlu ve Bozoğlu, 2017).

Tablo 4. Ankete Katılan Çiftçilerin Eğitim Seviyelerine Göre Dağılımları

Eğitim seviyesi	0		1		2		Toplam	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Okumamış	3	2,3	2	1,5	-	-	5	3,9
İlkokul	10	7,7	12	9,2	7	5,4	29	22,3
Ortaokul	7	5,4	16	12,3	5	3,9	28	21,5
Lise	12	9,2	44	33,9	9	6,9	65	50,0
Yüksekokul	1	0,8	2	1,5	-	-	3	2,3
Toplam	**33**	**25,4**	**76**	**58,4**	**21**	**16,2**	**130**	**100,0**

Üreticilerin tarım dışı faaliyette bulunma durumları Tablo 5'de verilmiştir. Aldıkları destek gruplarına göre üreticilerin en fazla payı %19,2 ile tarım dışı başka faaliyet yapılmamasının orta düzeyde destekten faydalandığı en az payı ise %0,8 ile devlet memurunu düşük düzeyde destekten faydalandığı gösterilmektedir. Hayvancılık faaliyeti yürüten çiftçilerin bu mesleğin geleneksel babadan oğula geçen bir faaliyet olarak devam ettirildiği bildirilmektedir (Özkan, 2018). Yapılan bir araştırmada sığırcılık işletmesi sahiplerinin iş tecrübesi ortalama 20 yıl olarak saptanmıştır (Özkan ve Erkuş, 2003).

Tablo 5. Ankete Katılan Çiftçilerin Tarım Dışındaki Yaptıkları Faaliyetlere Göre Dağılımları

Tarım dışındaki faaliyetler	0		1		2		Toplam	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Yapmıyor	13	10,0	25	19,2	8	6,3	46	35,4
Devlet memuru	1	0,8	2	1,5	-	-	3	2,3
Özel sektör	4	3,1	15	11,6	5	3,9	24	18,5
Kendi işyeri	-	-	6	4,6	1	0,8	7	5,4
İnşaat işçisi	5	3,8	21	16,1	5	3,8	31	23,8
Diğer	10	7,7	7	5,4	2	1,5	19	14,6
Toplam	**33**	**25,4**	**76**	**58,4**	**21**	**16,2**	**130**	**100,0**

Tablo 6'da anket yapılan işletmelerdeki çiftçilerin gelir grupları ve aldıkları paylar gösterilmektedir. Gelirdeki en büyük payı %21,6 ile 21.000 - 40.000 TL arasında yıllık geliri olan çiftçilerin orta düzeyde

destekten faydalandığı gösterilirken en az payı ise %0,8 ile 61.000 – 80.000 TL arasında yıllık geliri olan çiftçilerin düşük düzeyde destekten faydalandığı göstermektedir. Böylece yıllık ortalama gelir seviyesinin hayvan sayısına bağlı olması ve aynı eğilimde hareket etmesi olası bir durumdur. Çiftçilerin hayvan sayılarını artırmaları ile gelirlerinin artacağı gerçeği ortaya çıkmaktadır ki politika oluştururken hayvan sayısını artıracak politikaların tercihi üreticilerin gelirlerini artıracağından öncelikli olarak tercih edilmelidir (Sevimli, 2020).

Tablo 6. Ankete Katılan Çiftçilerin Gelir Gruplarına Göre Dağılımları

Gelir	**0**		**1**		**2**		**Toplam**	
(Bin TL)	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
8-20	8	6,2	1	0,8	-	-	9	6,9
21-40	16	12,4	28	21,6	5	3,9	49	37,7
41-60	8	6,2	18	13,9	2	1,5	28	21,6
61-80	1	0,8	9	7,0	5	3,9	15	11,5
81-<	-	-	20	15,4	9	6,9	29	22,3
Toplam	**33**	**25,4**	**76**	**58,4**	**21**	**16,2**	**130**	**100,0**

Anket yapılan işletmelerdeki çiftçilerin hayvansal üretimdeki amaçları ve aldıkları paylar ele alındığında üretim yapma amaçları içerisinde en büyük payı %76,9 ile üretimi hem evin ihtiyaçlarını gidermek hem de ticari olarak gelir sağlamak için yaparken, ikinci sırayı %17,7 ile ev ihtiyacı için üretim yapmak alırken, en düşük payı da %5,4 ile üretimi sadece ticari olarak yapanlar almaktadır.

Anket yapılan işletmelerdeki süt verimi ve laktasyon sürelerine ait veriler Tablo 7'de gösterilmektedir. Bingöl ilinde ortalama olarak günlük süt veriminin 9,3 kg olduğu ve laktasyon süresi ise 288,3 gün olarak belirlenmiştir. Yapılan bir araştırmada Türkiye'de ortalama laktasyon süresi ırklara göre değişmekle birlikte kültür ırkında 285-305

gün, melezde 245 gün ve yerli ırkta 179-270 gün arasında değiştiği belirtilmiştir (Akbulut, 1998). Bu veriler dikkate alındığında anket yapılan işletmelerde yerli, melez ve kültür hayvanlarının laktasyon sürelerinin Türkiye ortalamasıyla benzer olduğu görülmektedir.

Tablo 7. Ankete Katılan Çiftçilerin İşletmelerindeki Hayvanlar İçerisinde Irklara Ait Süt Verimleri ve Laktasyon Süreleri

Irklar süresi	**İnek sütü verimi (kg/gün)**	**Laktasyon (gün)**
Yerli	4,7	275
Melez	9,6	290
Kültür	13,7	300
Ortalama	**9,3**	**288,3**

Anket yapılan işletmelerdeki sütün değerlendirilme şekilleri Tablo 8'de gösterilmektedir. Bu veriler doğrultusunda en fazla payı orta düzeyde destekten faydalanan çiftçilerin %45,4 ile sütü kendilerinin işlemesi alırken, en az payı ise düşük düzeyde destekten faydalanan çiftçilerin %0,8 ile mandıraya vermeleri yer almaktadır. Toplam da en fazla payı %80,0 ile sütü kendi işlemeleri alırken, en az payı ise %1,5 ile sütü değerlendirmediği almaktadır. Yapılan bir araştırmada toplam süt üretiminin yaklaşık %90'ının inek sütünden karşılanması sütün değerlendirilme şeklini de önemli kıldığı vurgulanmıştır (Bardakçıoğlu ve Belge, 2008).

Tablo 8. Ankete Katılan Çiftçilerin Sütü Değerlendirme Şekillerine Göre Dağılımları

Değerlendirme	**0**		**1**		**2**		**Toplam**	
şekli	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Değerlendirmiyor	-	-	2	1,5	-	-	2	1,5
Mandıraya verme	1	0,8	2	1,5	2	1,5	5	3,8
Kendi işleme	28	21,5	59	45,4	17	13,0	104	80,0
Her ikisi de	4	3,1	13	10,0	2	1,5	19	14,6
Toplam	**33**	**25,4**	**76**	**58,4**	**21**	**16,2**	**130**	**100,0**

Tablo 9'da buzağı desteğinden faydalanma durumları görülmektedir. Çiftçilerin bu destekten faydalanma düzeyi her yıl %50 seyirde devam etmiştir. Büyükbaş hayvancılık yapan tüm çiftçilerin buzağı desteğinden faydalandığı görülmüştür. Çiftçilerin en fazla yararlandıkları destekleme kalemi buzağı desteğidir. Çiftçilerin 2016 yılı Hayvancılık Desteklemeleri Uygulama Esasları Tebliği yayınlanarak uzun süredir uygulanan Anaç Sığır Desteği yeni destekleme kalemleri arasında yerini alamamış ve yerine buzağı desteği artırılmıştır. Böylelikle süt sığırı yetiştiriciliği yapan yetiştiriciler için başlıca iki temel destekleme kalemi oluşmuştur (Anonim, 2018).

Tablo 9. Ankete Katılan Çiftçilerin Yıllar İtibariyle Buzağı Desteğinden Faydalanma Durumlarına Göre Dağılımları

Faydalanma durumu	**2016**	**2017**	**2018**
Hayır	50,0	50,0	50,0
Evet	50,0	50,0	50,0
Toplam	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Yıllar itibariyle hayvan kimlik sisteminden faydalanma durumları ele alındığında çiftçilerin bu destekten faydalanma durumları tüm yıllarda %54,7 olarak yer almaktadır. Anket yapılan çiftçilerin hayvanlarının tamamı küpeli olup birçoğunun bu destekten haberdar olmadıkları için faydalanmadıkları görülmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından uygulanan destekleme politikalarının temelinde hayvanların kayıt altına alınması ve yapılacak desteklemeler bu kayıtlar esas alınarak yapılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, ABD'de 34 üretici birliği ile yapılan anket sonucunda bu birliklerin yalnızca %40'ının

hayvan kimlik sistemi desteğinden faydalandıklarını belirlemişlerdir (Bailey and Slade, 2004).

Tablo 10. Ankete Katılan Çiftçilerin Yıllar İtibariyle Hayvan Kimlik Sistemi (Küpeleme) Desteğinden Faydalanma Durumlarına Göre Dağılımları

Faydalanma durumu	**2016**	**2017**	**2018**
Hayır	45,3	45,3	45,3
Evet	54,7	54,7	54,7
Toplam	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Küçükbaş hayvancılığın geliştirilmesi desteğinden çiftçilerin faydalanma durumlarında çiftçilerin bu destekten faydalanma düzeyi her yıl %50 seyirde devam etmiştir. Küçükbaş hayvancılık yapan tüm çiftçilerin küçükbaş hayvancılığın geliştirilmesi desteğinden faydalandığı görülmüştür. Siirt ilinde yaptıkları çalışmada küçükbaş hayvancılık desteklemelerinden faydalanan işletmelerin oranı % 86,0 olduğu belirtilmiştir (Bakır ve Mikail 2019). Başka bir çalışma da ise Şırnak ilinde yaptığı çalışmada ise küçükbaş hayvancılık faaliyeti desteklemelerinden faydalanan işletmelerin oranı % 76,1 olarak bulunmuştur (Öğel, 2018).

Tablo 11. Ankete Katılan Çiftçilerin Yıllar İtibariyle Küçükbaş Hayvancılığın Geliştirilmesi Desteğinden Faydalanma Durumlarına Göre Dağılımları

Faydalanma durumu	**2016**	**2017**	**2018**
Hayır	50,0	50,0	50,0
Evet	50,0	50,0	50,0
Toplam	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Çiftçilerin destekleri öğrenme araçlarının neler olduğu ve bu araçların toplamdan aldıkları paylar Tablo 12'de görülmektedir. Bu veriler dikkate alındığında bölgede desteklemelerden haberdar olma aracı akraba ve komşu %65,4 olurken, ikinci sırayı %20,0 ile televizyon alırken, üçüncü sırada ise köye gelen uzmanlar %8,5 olduğu görülmektedir. En az payı ise bakanlık personelinden öğrenme ve diğer seçenekleri %6,2 ile almaktadır. Yapılan bir çalışmada, TV'den tarımsal amaçlı programlar izleme ile diğer faaliyetler karşılaştırıldığında yine TV'den tarımsal programlar izleme faaliyeti lehinde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu da TV'den tarımsal programlar izlemeyi en etkili yayım yöntemi kılmaktadır. Bu sonucun TV'nin ve uydu yayınlarının yaygın olması, doğrudan ve hızlı şekilde haber alma, kolay ulaşabilme ve istenilen anda öğrenme kaynağı olmasından kaynaklandığı söylenebilir (Kızılaslan ve Ünal, 2013).

Tablo 12. Ankete Katılan Çiftçilerin Destekleme Politikalarını Öğrenme Araçlarına Göre Dağılımları

Destekleri	**0**		**1**		**2**		**Toplam**	
öğrenme araçları	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Televizyon	5	3,8	17	13,0	4	3,1	26	20,0
Akraba ve komşu	20	15,4	51	39,2	14	10,7	85	65,4
Köye gelen bakanlık per.	-	-	6	4,6	2	1,5	8	6,2
Köye gelen diğer uzman	8	6,2	2	1,5	1	0,8	11	8,5
Diğer	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	**33**	**25,4**	**76**	**58,4**	**21**	**16,2**	**130**	**100,0**

4. SONUÇ

Çalışmada bölgesindeki işletmelerde çiftçilerin yaş ortalaması orta yaş seviyelerinde görülmektedir. Eğitim seviyelerinin önceki yıllara göre daha iyi durumda olmasına rağmen özellikle genç kesimin ilkel şartlarda yapılan tarım ve hayvancılıktan dolayı sektöre ilgi göstermemesi dolayısıyla nitelikli işgücünün çağrı merkezlerine eğilimini artmıştır. Bu yüzden çalıştırılacak eleman sorunu büyümektedir. Gençlerin pazarlama ve ürün satışı konusunda eğitim görmesi ve ticarete atılma hevesinin artırılması gerekmektedir.

Tarım dışı faaliyette bulunma durumları fazla olduğu için tarım ve hayvancılıkta sürekliliğin devam etmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle genç bireylerin tarımsal faaliyetler koluna teşvik edici politikalar belirlemesi büyük önem taşımaktadır.

Çalışma bölgesindeki işletmelerde yerli, melez ve kültür ırkı yaygın olmakla beraber süt verimleri orta düzeyde ve laktasyon süreleri de Türkiye ortalamasıyla benzer olduğu görülmektedir. Sütü işleme şekilleri genellikle üreticilerin kendilerinin işlemesinin büyük paya sahip olduğu ve gelirlerinin de buna paralel olarak ileri seviyede olmadığı aşikârdır.

Çiftçilerin desteklemelerden faydalanma durumları yıllar itibariyle bakıldığında genelde aynı seviyede olmakla beraber büyükbaş ve küçükbaş hayvancılıkta buzağı desteği, küçükbaş hayvan geliştirme desteği, yem bitkileri desteği, küpeleme desteği, mazot gübre desteği ön planda olmuştur.

İşletme sahipleri "buzağı desteği ile alınan hayvanlar mutlaka suni tohumlama sonucu doğmuş olmalıdır" şartını bilmektedirler. Yem bitkileri hayvancılıkta verimin artmasında oldukça önemlidir. Yem bitkileri ekim alanlarının artmasıyla desteğe olan ilgi yıllar itibariyle artmaktadır. Buna bağlı olarak arazilerin ekimi arttıkça mazot ve gübre desteğine ihtiyaçta artmaktadır. Desteklemelerin devam ettirilmesi tarımsal faaliyetlerin geliştirilmesi açısından da büyük önem arz etmektedir.

Araştırma bölgesindeki çiftçilerin genellikle akrabaları veya komşuları aracılığıyla hayvancılık desteklerinden haberdar olmuşlardır. Desteklerin yaygınlaştırılması ve uygun işletmelerin bu desteklerden faydalanması için bu desteklerin görevli kişi ve kurumlarca iletişim araçlarının da kullanılması suretiyle yeterince anlatılması gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

Akbulut, Ö. (1998). Türkiye Yerli Sığır Irklarının Melezleme İle Islahında Yabancı Gen Kaynaklarının Kullanımı, Ege Bölgesi. I. Tarım Kongresi, 7-11 Eylül, Aydın.

Akpınar, R., Özsan, M. E., Taşçı, K. (2012). Doğu Anadolu Bölgesi'nde hayvancılık sektörünün rekabet edebilirliğinin analizi. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi 5(1): 199-200

Anonim (2018). Resmi Gazete (RG) https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/12/20201204-15.htm, (Erişim tarihi: 18.11.2021)

Anonim (2019). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Hayvancılık İstatistikleri https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=72&locale=tr, (Erişim tarihi: 15.11.2021)

Anonim (2020). Tarım ve Orman Bakanlığı, www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/Bakanlık_Faaliyet_Raporları/TARIM%20VE%20ORMAN%20BAKANLIĞI%202020%20FAALİYET%20RAPORU, (Erişim tarihi: 15.11.2021)

Aydın, E., Can, M. F., Aral, Y., Cevger, Y. Sakarya, E. (2010). Türkiye'de canlı hayvan ve kırmızı et ithalatı kararlarının sığır besicileri üzerine etkileri. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi 81(2): 51-57.

Bailey, D., V., Slade, J. (2004). Factors Influencing Support for A National Animal Identification System for Cattle in The United States. American Agricultural Economics Association Annual Mettings Denver, CO-August 1-4, USA

Bakır, G., Mikail, N. (2019). Siirt ilindeki küçükbaş hayvancılık işletmelerinin yapısal durumu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 50(1): 66-74.

Bardakçıoğlu, E., Belge, H.A. (2008). Türkiye'nin Süt Sığırı Genetik Profili ve Laktasyon Süreleri. Uluslararası Süt Sığırcılığı ve Süt Ürünleri Çalıştayı, 28-29 Nisan, İzmir.

Çiçek, A., Erkan, O. (1996). Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örnekleme Yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12, Tokat.

Demir, N. (2012). AB ve Türkiye'de hayvancılık politikalarındaki son gelişmelerin uyum süreci açısından karşılaştırılması. Alınteri Zirai Bilimler Dergisi 23(2): 58-63

Erdal, G., Erdal, H., Gürkan, M. (2013). Türkiye'de uygulanan tarımsal desteklerin üretici açısından değerlendirilmesi; Kahramanmaraş ili örneği. Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi 3(2): 92- 98

Erkuş, A., Eliçin, A., Özçelik, A., Turan, A., Tanrıvermiş, H., Gündoğmuş, E. (1995). Tekirdağ İli Tarım İşletmelerinde İthal ve Kültür Melezi Süt Sığırcılığı Faaliyetlerinin Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği ve Vakfı Yayınları No:4, Ankara

Eroğlu, N., Bozoğlu, M. (2017). Impacts of the support policies on agricultural efficiency and total factor productivity in Turkey. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 32: 35-39

Gorton, M., Douarin, E., Davidova, S. ve Latruffe, L (2008). Attitudes to agricultural policy and farming futures in the context of the 2003 CAP reform: A comparison of farmers in selected established and new Member States. Journal of Rural Studies 24: 322-336. doi:10.1016/j. (Erişim tarihi: 10.10.2020)

Kızılaslan, N., Ünal, Y. (2013). Çiftçilerin tarımsal yayım farkındalıklarının belirlenmesi Tokat/Erbaa örneği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi 5: 1-19

Majewski, E., Sulewski, P., Raggi, M., Viaggi, D. (2011). Differences in possible reactions of EU farmers from selected European regions to CAP Change. Acta Scientiarum Polonorum Oeconomia 10 (1): 45-56

Öğel, H. (2018). Şırnak ilinde küçükbaş yetiştiriciliğinin ekonomik yapısı ve sorunları (Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta

Özkan, A.S. (2018). Silopi (Şırnak)'de buğday yetiştiriciliğinde yabancı *ot sorunu*. (Yüksek Lisans Tezi) Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van

Özkan, U., Erkuş, A. (2003). Bayburt İlinde Sığır Besiciliğine Yer Veren Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü. Yayın No: 103, Ankara

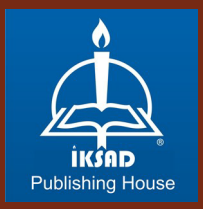
Raggi, M., Sardonini, L., Viaggi, D. (2013). The effects of Common Agricultural Policy on exit strategies and land re-allocation. Land Use Policy 31: 114-125

Saçlı, Y. (2007). AB'ye Uyum Sürecinde Hayvancılık Sektörünün Dönüşüm İhtiyacı. DPT Yayınları No: 2707, Ankara.

Sevimli L. (2020). Ankara Üniversitesi Akademik Arşiv Sistemi https://dspace.ankara.edu.tr (Erişim tarihi: 10.11.2021)

Vural, H., Fidan, H. (2007). Türkiye'de hayvansal üretim ve hayvancılık işletmelerinin özellikleri. Tarım Ekonomisi Dergisi 13(2): 49 – 59

Yavuz, F. (1999). Türkiye Besi ve Süt Hayvancılığı Politikalarının Analizi. Türkiye I. Besi ve Süt Hayvancılığı Sempozyumu. 2-3 Aralık, İzmir.





ISBN: 978-625-8061-42-0