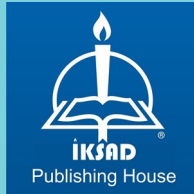


# KENDİNİ YENİLEYEN TARIM

EDİTÖR  
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep SÖNMEZ



# KENDİNİ YENİLEYEN TARIM

## EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep SÖNMEZ

## YAZARLAR

Prof. Dr. Meltem SARIOĞLU CEBECİ

Prof. Dr. Salih AYDEMİR

Prof. Dr. Şevket ALP

Dr. Öğr. Üyesi Civan ÇELİK

Dr. Öğr. Üyesi Gülfinaz ÖZOĞUL

Dr. Öğr. Üyesi Menekşe TAŞ DİVRİK

Dr. Öğr. Üyesi M. Murat TURGUT

Arş. Gör. Berrin KAYALAR

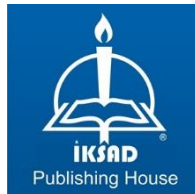
Öğr. Gör. Nurbanu ÖZKARAL

Zir. Yük. Müh. Uğur ÇELEBİ

Zir. Yük. Müh. Zenzem FIRAT

Ahmet BARUT

Mehmet Eren PALAS



Copyright © 2023 by iksad publishing house  
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or  
transmitted in any form or by  
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical  
methods, without the prior written permission of the publisher,  
except in the case of  
brief quotations embodied in critical reviews and certain other  
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic  
Development and Social  
Researches Publications®  
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)  
TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75  
USA: +1 631 685 0 853  
E mail: iksadyayinevi@gmail.com  
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2023©  
**ISBN: 978-625-367-502-8**  
Cover Design: İbrahim KAYA  
December / 2023  
Ankara / Türkiye  
Size= 16x24cm

## **İÇİNDEKİLER**

**ÖNSÖZ**.....1

### **BÖLÜM 1**

**ABİYOTİK VE BİYOTİK STRES KOŞULLARINDA BİTKİLERDE GÖREV ALAN ANTİOKSİDANLAR**

Dr. Öğr. Üyesi Civan ÇELİK.....3

### **BÖLÜM 2**

**BİTKİ HASTALIKLARINDA ABİYOTİK FAKTÖRLERİN ETKİSİ**

Arş. Gör. Berrin KAYALAR.....27

### **BÖLÜM 3**

**BİR ÇIRÇIR İŞLEME FABRİKASININ İŞ AKIŞININ VERİMLİLİK VE İŞLETME EKONOMİSİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ VE EKSİK YÖNLERİNİN BELİRLENMESİ**

Zir. Yük. Müh. Uğur ÇELEBİ

Dr. Öğr. Üyesi M. Murat TURGUT.....41

### **BÖLÜM 4**

**ALIŞVERİŞ MERKEZLERİNDE İÇ MEKAN BİTKİLERİNİN KULLANIMI**

Prof. Dr. Şevket ALP

Öğr. Gör. Nurbanu ÖZKARAL.....53

### **BÖLÜM 5**

**ORGANİK BİR MATERYAL OLAN BİYOKÖMÜRÜN TOPRAK ÖZELLİKLERİ VE BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Prof. Dr. Salih AYDEMİR

Zir. Yük. Müh. Zemzem FIRAT.....71

### **BÖLÜM 6**

**PESTİSİTLERİN YERALTI SUYU VE YÜZEY SULARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Prof. Dr. Meltem SARIOĞLU CEBECİ

Dr. Öğr. Üyesi Menekşe TAŞ DİVRİK.....97

## **BÖLÜM 7**

### **YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜNDEKİ ÖĞRENCİLERİ İLE PERSONELİN GIDA İSRAFININ ÖNLENMESİNE YÖNELİK TUTUM VE DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ**

Dr. Öğr. Üyesi Gülfinaz ÖZOĞUL

Ahmet BARUT

Mehmet Eren PALAS.....113

## ÖNSÖZ

Son yıllarda tarım sektöründe yaşanan hızlı değişim ve gelişmeler, kendini yenileyen tarım uygulamalarının önemini vurgulamaktadır. Geleneksel tarım yöntemleri, artan nüfus, iklim değişiklikleri ve doğal kaynakların sınırlı kullanımı gibi zorluklarla başa çıkarken, modern tarım teknolojileri ve inovasyonlar bu sorunlara çözüm sunmayı amaçlamaktadır.

Kendini yenileyen tarım, akıllı tarım teknolojileri, veri analizi, sensör teknolojileri ve yapay zeka gibi yenilikçi araçları içeren bir yaklaşımı temsil eder. Çiftçiler, bu teknolojiler aracılığıyla tarlalarını daha etkili bir şekilde yönetebilir, su kaynaklarını daha verimli kullanabilir ve hastalık veya zararlılarla mücadelede daha hassas stratejiler geliştirebilirler. Otomatik sulama sistemleri, drone kullanımı, robotlar ve akıllı tarım makineleri gibi araçlar, tarım işlemlerini otomatikleştirerek işgücü verimliliğini artırır.

Veri analizi ve büyük veri kullanımı, kendini yenileyen tarımın önemli bir bileşenidir. Tarlalardan elde edilen veriler, hava durumu, toprak özellikleri, bitki büyüme verileri gibi bilgilerin analiziyle çiftçilere daha iyi kararlar alabilmeleri için önemli bilgiler sunar. Bu sayede tarım işletmeleri, daha sürdürülebilir ve ekonomik olarak başarılı olabilir.

Kendini yenileyen tarım, tarım sektörünü geleceğe taşıyacak bir vizyon sunmaktadır. Bu yenilikler, tarımı daha verimli, çevre dostu ve sürdürülebilir hale getirerek hem çiftçilere hem de tüketicilere uzun vadeli faydalar sağlamaktadır.

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep SÖNMEZ<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi, zeynepsonmez@atauni.edu.tr, Orcid 0000-0003-2696-9138



## BÖLÜM 1

### ABIYOTİK VE BİYOTİK STRES KOŞULLARINDA BİTKİLERDE GÖREV ALAN ANTIOKSİDANLAR

Dr. Öğr. Üyesi Civan ÇELİK\*

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10402859>

---

\* Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta, Türkiye, [civancelik@isparta.edu.tr](mailto:civancelik@isparta.edu.tr) Orcid ID: 0000-0002-1696-5902





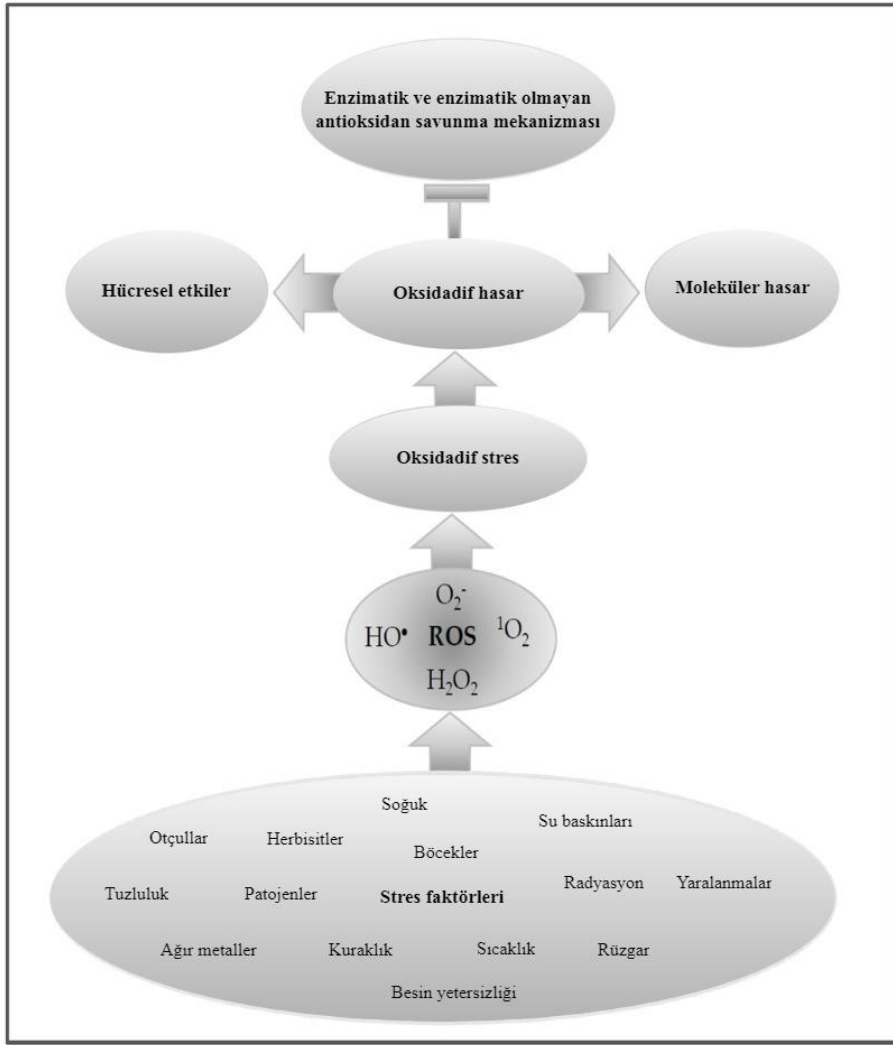
## 1. GİRİŞ

Bitkilerde stres, bitkilerin büyüme, gelişme veya verimini olumsuz etkileyen dışsal koşulları ifade etmektedir (Verma ve ark., 2013). Stres koşulları, gen ifadesi, hücrenel metabolizma, büyüme hızı ve ürün verimi gibi bazı metabolik süreçleri etkilemektedir. Bitki stresi genellikle çevresel koşullardaki ani değişiklikleri yansıtmaktadır. Ancak stres toleranslı bitki türlerinde, belirli bir strese maruz kalma, zamanla stres koşullarına alışma sürecine yol açmaktadır (Verma ve ark., 2013). Bitkilerde stres, temelde abiyotik ve biyotik stres olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Bitkilerin maruz kaldıkları çevresel abiyotik stresler, fiziksel veya kimyasal, biyotik stresler ise hastalıklar, böcekler gibi biyolojik etkenleri içermektedir (Verma ve ark., 2013). Bitkilerde bazı stres etkenleri, şiddetine bağlı olarak metabolik bozukluğa neden olacak şekilde zarar vermektedir (Verma ve ark., 2013). Eğer stres hafif veya kısa süreliyse bitkiler bu zararları onarabilmektedirler ancak şiddetli stresler, yaşlanmayı tetiklemekte, çiçeklenmeyi ve tohum oluşumunu engelleyerek en sonunda da bitki ölümüne yol açabilmektedir (Verma ve ark., 2013). Bu tür bitkiler strese duyarlı olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, çöl bitkileri gibi bazı bitkiler (Ephemerals) stresten tamamen kaçınabilmektedirler (Zhu, 2002).

Bitkilerde biyotik stres, özellikle virüsler, bakteriler, mantarlar, nematodlar, böcekler, akarlar ve yabancı otlar gibi canlı organizmalar tarafından meydana gelmektedir. Biyotik stresi oluşturan etkenler, doğrudan konakçının besinlerinden yararlanarak bitkilerin ölümüne yol açabilmektedir (Saddique ve ark., 2018). Biyotik stres, hasat önu ve hasat sonrası kayıplar nedeniyle önemli ölçüde verimi etkileyebilmektedir. Bitkiler adaptif bağışıklık sistemine sahip olmamalarına rağmen, kendilerini belirli karmaşık stratejilere uygun hale getirerek biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı koruyabilmektedirler. Stres koşullarına karşı etkili olan savunma mekanizmaları, bitkinin genetik yapısıyla ilişkilendirilmektedir. Bitki genomunda bulunan ve biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı koruma görevi gören genler, stres sırasında aktif hale gelerek birçok kez kodlanmaktadır (Kirigia ve ark., 2017).

Kuraklık (su stresi), aşırı sulama (su taşkını), aşırı sıcaklıklar (soğuk, don ve sıcaklık), tuzluluk ve mineral toksisitesi gibi abiyotik stresler, bitkilerin büyüme, gelişme, verim ve tohum kalitesini olumsuz etkilemektedir (Naeem ve

ark., 2013) (Şekil 1). Gelecekte tatlı su kaynaklarının azalması ile birlikte abiyotik streslerin şiddetinin de artacağı tahmin edilmektedir (Kijne, 2006). Bu nedenle, önümüzdeki yıllarda gıda üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanması adına abiyotik streslere dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bitkilerin abiyotik streslere karşı ilk savunma hattı kökleridir. Bitkinin bulunduğu toprak sağlıklı ve biyolojik olarak çeşitlendirilmişse, stresli koşullarda hayatta kalma şansı artmaktadır (He ve ark., 2018). Benzer şekilde tuz stresi de dünya çapında etkili olan abiyotik stres koşullarından biridir ve ürün verimini ve kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Bir bitkinin tuzluluğa verdiği fizyolojik ve enzimatik tepkiler genellikle karmaşık ve çok yönlüdür. Yüksek tuzluluk gibi abiyotik streslere karşı verilen temel tepkilerden biri, bitki hücresinin sitoplazmasındaki  $Na^+/K^+$  oranının bozulmasıdır.



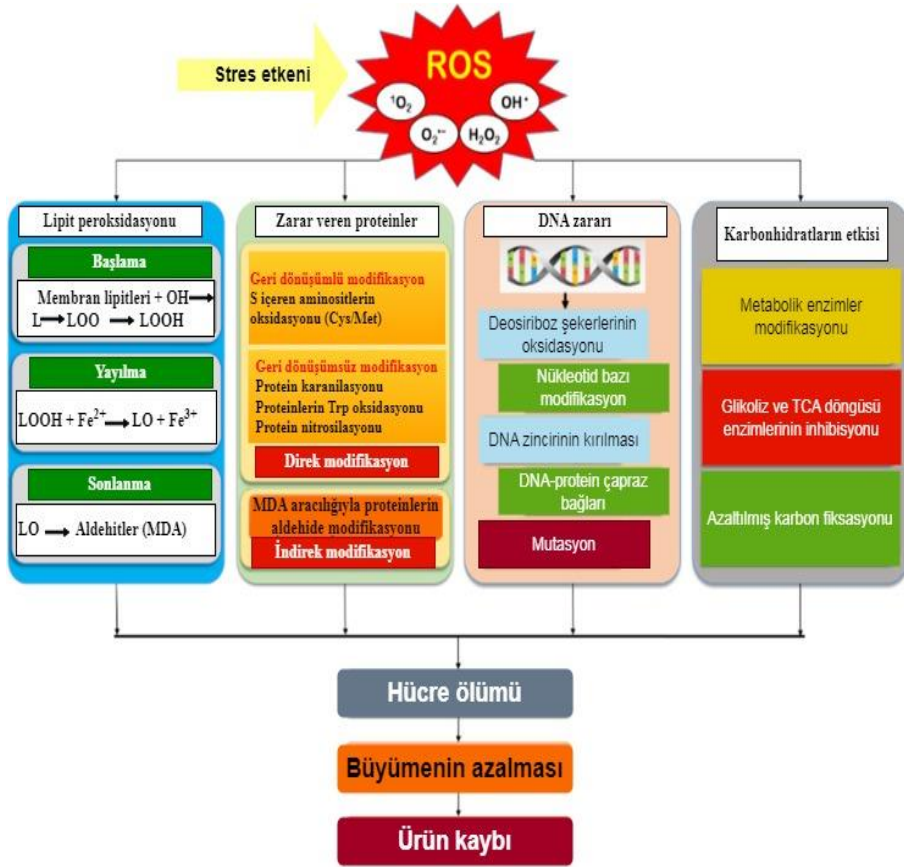
**Şekil 1.** Stres faktörleri, ROS üretimi, oksidatif hasar ve antioksidan savunma mekanizması (Caverzan ve ark., 2016)

Bitkiler, ürün verimini etkileyen stres koşulları ile sıklıkla karşı karşıya gelmektedirler. Bu stres etkenleri birbiriyle bağlantılıdır ve osmotik stres, iyon dağılımı ve bitki hücresi homeostazının (dengesinin) bozulması biçiminde ortaya çıkabilmektedir. Büyüme hızı ve verim, farklı gen gruplarının ifade düzeyleri tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle, stres koşullarına karşı etkili olan genlerin tanımlanması, bitkilerde stres tepki mekanizmalarını anlamak için gereklidir. FAO (2022), 2050 yılı için tahmin edilen dünya nüfusunun dokuz

milyar kişi olacağını ve bu nedenle gıda talebinin yeniden artacağını bildirmiştir. Dolayısıyla gıda üretimini ve kalitesini artırmak gereklidir. Şu anda birçok çalışmanın hedefi, bitkilerde farklı streslere karşı savunma/tolerans mekanizmalarını anlamak ve dirençli/toleranslı ve daha verimli bitkilerin üretilmesini sağlayan teknolojileri ve ürünleri geliştirmektir. Moleküler yaklaşımlardaki ilerlemeler sayesinde, günümüzde stres toleransını kodlayan genleri içeren bitkiler üretilmektedir. Bu nedenle birçok stres sinyal yolu ve düzenleyici mekanizma aydınlatılmış ve daha iyi anlaşılmıştır. Bu derleme çalışmasında, bitkilerin stres koşullarında göstermiş oldukları biyokimyasal ve enzimatik olaylara odaklanılmış ve stres koşullarına verdikleri tepkiler açıklanmaya çalışılmıştır.

## 2. REAKTİF OKSİJEN TÜREVLERİ (ROS)

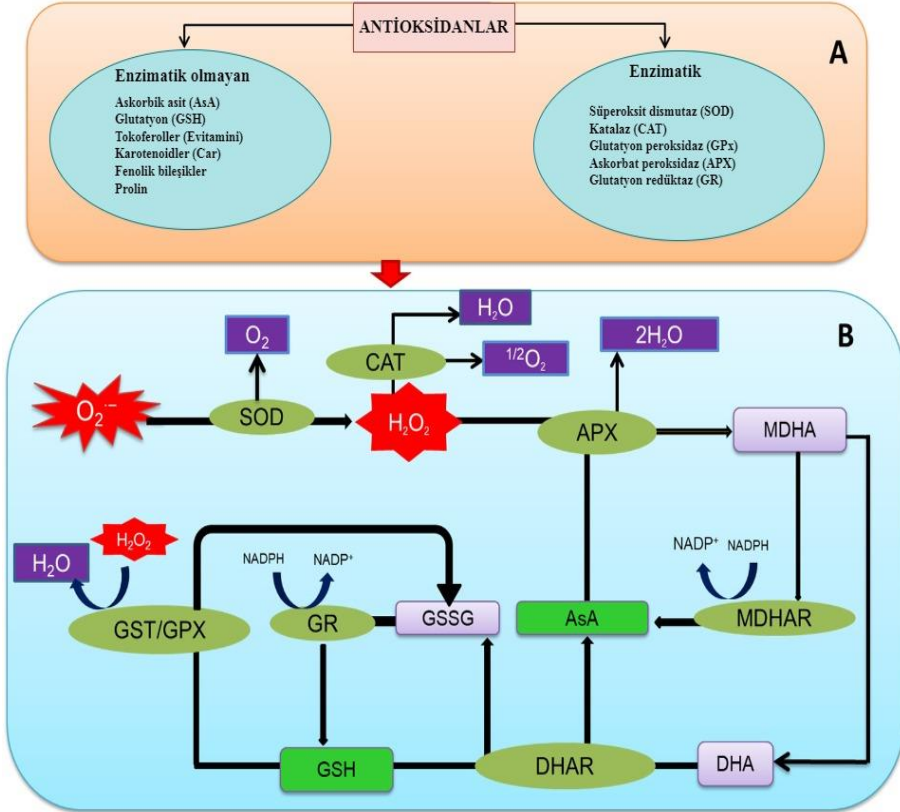
Bitkilerin çevrelerindeki değişikliklere uyum sağlaması, farklı hücre kısımlarında bulunan birden çok yolun hassas bir denge ile koordine olduğu yeni bir hücrenel denge durumunu gerektirir. Ancak bu koordinasyon, özellikle su ve tuz streslerinde bozulabilmektedir (Mittler ve ark., 2006). Stres sırasında yüksek enerjili durumda olan elektronlar, moleküler oksijene ( $O_2$ ) aktararak reaktif oksijen türlerini (ROS) oluşturmaktadır (Takahashi ve Asada, 1988; Mittler, 2002).  $^1O_2$ ,  $H_2O_2$ ,  $O_2^-$  ve  $HO\cdot$  gibi ROS'lar, proteinlere, DNA'ya ve lipidlere oksidatif hasar verme yeteneğine sahip toksik moleküllerdir (Apel ve Hirt, 2004) (Şekil 2). Optimal büyüme koşullarında, ROS'lar özellikle kloroplastlar, mitokondriler ve peroksisomlar gibi organellerde düşük seviyede üretilmektedir. Ancak stres durumlarında, üretim hızları önemli ölçüde artmaktadır.



**Şekil 2.** Reaktif oksijen türevlerinin hüresel zararları ve bitkilerdeki etkileri (Hasanuzzaman ve ark., 2019).

Stres sırasında ROS birikimi, ROS üretimi ile ROS temizliği dengesine büyük ölçüde bağlıdır (Mittler ve ark., 2004). Bu denge, büyüme koşullarındaki değişikliklere (ışık şiddeti, sıcaklık vb.) ve stresin şiddeti ile süresine, aynı zamanda dokunun enerji dengesine hızla uyum sağlama yeteneği ile ilişkilidir. Kloroplastlarda, ROS üretiminin ana nedeni, dokuların CO<sub>2</sub> tutamaması ve elektron taşıma zincirinin aşırı redüksiyonudur. Mitokondrilerde ise ROS üretiminin ana mekanizmalarından biri elektron taşıma zincirinin aşırı redüksiyonudur. Peroksizomlarda, fotorespirasyon sırasında glikolatin glikoksilik aside okside edilmesi sırasında H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> üretilmektedir. Normal metabolizma sırasında ve özellikle de stres sırasında ROS ile mücadelede, askorbik asit (AsA) ve glutatyon (GSH) gibi enzimatik olmayan antioksidanlar

ile süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPX) ve peroksiredoksin (PrxR) gibi enzimatik antioksidanlar görev almaktadır (Şekil 3). Bu mekanizmalar neredeyse tüm hücresel kısımlarda bulunmakta ve hücresel ölümünün engellenmesine katkı sağlamaktadır (Mittler ve ark., 2004; Celik ve Karakurt, 2022).



**Şekil 3.** Bitkilerde antioksidan savunma mekanizmalarının ana hatları; (A) antioksidan türleri ve (B) antioksidan enzimlerin mekanizması ve düşük molekül ağırlıklı antioksidanların detoksifikasyonu (Hasanuzzaman ve ark., 2019).

Osmotik stres ve tuzluluğun, ROS üretimini artırdığı ve ROS ile ilişkili hasara neden olduğu ve ROS temizleme mekanizmalarının bitkileri osmotik streslere ve yüksek ışık ile sıcaklık streslerinin kombinasyonuna karşı korumada önemli etkisinin olduğu gösterilmiştir (Yıldırım ve ark., 2021a; Yıldırım ve ark., 2021b; Celik ve Karakurt, 2022; Demir ve Başayığıt, 2022; Tiryaki ve ark., 2023). ROS'lar, çevresel stresler sırasında hücrelerde oksidatif

hasara neden olma potansiyeli ile bilinirken, son çalışmalar ROS'ların bitkilerde patojen enfeksiyonları, çevresel stresler, programlanmış hücre ölümü ve farklı gelişimsel uyarıcılara sinyal iletim molekülleri şeklinde önemli bir rol oynadığını göstermiştir (Mittler ve ark., 2004; Torres ve Dangl, 2005). ROS'ların bir yandan zarar veren toksik moleküller diğer yandan da yararlı sinyal iletim molekülleri olması, normal metabolizma sırasında hücrelerdeki ROS seviyesini kontrol etme ihtiyacını doğurmaktadır. Dolayısıyla, abiyotik ve biyotik stres sırasında hücrelerde ROS sinyal iletimini kontrol eden mekanizmaların açıklığa kavuşturulması, stres koşullarına karşı bitki toleransını artırmak için güçlü bir strateji sağlayabilmektedir. Stres sırasında bitkilerde enzimatik ve enzimatik olmayan bazı antioksidan maddelerin aktivitelerinin arttığı ve hücre savunmasına katkı sağladığı bilinmektedir (Celik ve Karakurt, 2022).

### **2.1. Abiyotik ve biyotik stres koşullarında görev alan enzimatik olmayan antioksidanlar**

AsA, GSH ve tokofenoller, düşük molekül ağırlıklı, abiyotik ve biyotik streslerle ilişkilendirilen ve stres sırasında gen ifadesini etkileyen enzimatik olmayan antioksidanlardır. Bu antioksidanlar, ROS'lar ile etkileşime giren redoks tamponları gibi işlev görmektedirler (Halliwell ve Foyer, 1976; Takahashi ve Asada, 1988; Foyer ve Noctor, 2005). Absisik asit (ABA), yüksek tuzluluk, kuraklık, düşük sıcaklık veya mekanik yaralanma gibi çevresel streslere karşı bitkinin adaptasyonunda önemli rol oynamaktadır (Sah ve ark., 2013). AsA, birçok reaksiyona elektron veren önemli bir antioksidandır (Smirnoff ve Pallanca, 1996; Noctor ve Foyer, 1998; Asada, 1999; Smirnoff, 2000; Mano ve ark., 2004; Ivanov ve ark. 2005; Shao ve ark. 2008). Örneğin AsA'nın *Arabidopsis* türünde tuz stresi sırasında fotosentezi korumada önemli rol oynadığı ve stres sırasında %30-60 oranında miktarının arttığı bildirilmiştir (Huang ve ark. 2005).

GSH, indirgenmiş formunda tüm hücre kısımlarında bol miktarda bulunan üçlü peptittir (Foyer ve Noctor, 2005). GSH, hücre içinde  $H_2O_2$  bozunması ve diğer süreçler sırasında redoks dengeyi sürdürmede ve AsA-GSH döngüsünde indirgenmiş AsA'nın yeniden oluşturulmasında önemli rol oynamaktadır (Halliwell ve Foyer 1976; Shao ve ark., 2008). Toplam GSH'ın, su stresi uygulanmış ayçiçeği fidelerinde (Sgherri ve Navari-Izzo, 1995) ve tuz



stresi uygulanmış yerfıstığı hücrelerinde stres sırasında arttığı bildirilmiştir (Jain ve ark., 2002). Ayrıca GSH'nın, bitkilerde hücre farklılaşması, hücre ölümü, patojen direnci ve enzimatik düzenleme gibi bir dizi büyüme ve gelişme olayında merkezi bir rol oynadığı da bilinmektedir (Khan ve Singh, 2008).

a-Tokoferol (E vitamini), ROS'ları temizleyebilen ve lipitleri oksidasyondan koruyabilen bir lipit antioksidandır (Munne-Bosch ve Alegre, 2002; Asada 2006; Li ve ark., 2008). Soya, biberiye ve Akdeniz çalları dahil farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda, kuraklık stresinin a-tokoferol seviyelerinde artışa neden olduğu bildirilmiştir (Munne-Bosch ve Alegre 2000; Shao ve ark., 2008; Munne-Bosch ve ark., 2009). Ayrıca, tütünde E vitamini sentezi için gerekli *Arabidopsis* tokoferol siklaz (VTE1) adlı enzimin aşırı ifadesi ile E vitamini seviyesinin arttığı aynı zamanda kuraklık stresine dayanıklılığın da teşvik edildiği tespit edilmiştir (Liu vd. 2008).

Karotenoidler (Car), bitkilerde ve mikroorganizmalarda bulunan pigmentlerdir. Doğada 600'den fazla karotenoid bulunmaktadır. Karotenoidlerin antioksidan aktivitesi, öncelikle konjuge çift bağ yapısının eşleşmemiş elektronları delokalize etme yeteneğinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. (Mortensen ve ark., 2001), Yani, karotenoidler antioksidan özellikleri ile, peroksil (ROO<sup>\*</sup>), hidroksil (<sup>\*</sup>OH) ve süperoksit (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) gibi serbest radikallerin elektronlarını etkili bir şekilde dağıtarak zararlı etkilerini ortadan kaldırmaktadır. Dolayısıyla yeterince yüksek konsantrasyonlarda karotenoidler, lipidleri peroksidatif hasardan koruyabilmektedir.

Fenolik bileşikler bitki dokularında bol miktarda bulunan çeşitli sekonder metabolitlerdir (flavonoidler, taninler, hidroksisinnamat esterle ve ligninler). Polifenoller serbest radikal temizleme aktivitesi için ideal bir yapısal kimyaya sahiptir ve tokoferoller ve askorbatlardan daha etkili antioksidanlar oldukları gösterilmiştir (Losada-Barreiro ve Bravo-Diaz, 2017). Polifenolik bileşikler bitki metabolitlerinin en yaygın ve evrensel gruplarından birini oluşturmaktadır. Fenoliklerin antioksidan özelliklerinin altında yatan başka bir mekanizma ise flavonoidlerin lipit paketleme düzenini değiştirme ve zar membranlarının akıcılığını azaltma yeteneğidir. Bu değişiklikler, serbest radikallerin yayılmasını engellemekte ve peroksidasyon reaksiyonlarını sınırlandırmaktadır. Antioksidan olarak görev yapan fenolik bileşikler, serbest radikal zincirlerinin sonlandırıcıları ve lipit peroksidasyonunu katalize edebilen redoks aktif metal iyonlarının bağlayıcıları olarak işlev görmektedir

(Schroeter ve ark., 2002). Fenolik antioksidanlar (PhOH),  $ROO\cdot + PhOH \rightarrow ROOH + PhO\cdot$  radikallerine hidrojen atomu bağlayarak lipitlerin ve diğer moleküllerin oksidasyonuna müdahale etmektedir. Dolayısıyla fenolik bileşikler serbest radikaller ile etkileşime girerek reaksiyonları sonlandırır ve bitki hücrelerinde hidrojen peroksit süpürme işlevi görürler.

Prolin (Pro), protein yapısındaki amino asitlerden farklı olan bir sekonder amino grubuna sahip olması nedeniyle en etkili osmokeruyucular ve sinyal moleküllerinden biri olarak bilinmektedir. Ayrıca, serbest amino asitlerin ve proteinlerin bir parçası olarak temel metabolizmada önemli rol oynamaktadır (Burrirt, 2012; Singh ve ark., 2015). Yapılan araştırmalar, prolin birikimi ile bitkilerde stres toleransının artması arasında pozitif ilişki olduğunu göstermektedir (Elewa ve ark., 2017; Qirat ve ark., 2018; Sadeghipour, 2020). Prolin, hücresel yapılara zarar vermeden sitozolde birikmektedir ve birçok bitki türünün fizyolojik adaptasyonunda önemli rol oynamaktadır (Hayat ve ark., 2012; Dar ve ark., 2016). Prolin, hidrojen bağları ile bağlanarak protein stabilitesini artırmakta böylece membran bütünlüğünü korumaktadır (Hossain ve ark., 2019). Ayrıca, su alım potansiyelini artırarak ve enzimlerin aktivasyonunu kolaylaştırarak hücreleri koruyabilmektedir (Burrirt, 2012). Osmolit olarak hareket etmesine rağmen, prolin aynı zamanda güçlü bir antioksidan savunma molekülü, bir metal kelatörü (ayırıcısı), bir protein stabilizatörü, ROS temizleyici ve programlanmış hücre ölümünün inhibitörü olarak da kabul edilmektedir (Dar ve ark., 2016; Adejumo ve ark., 2021). Birçok çalışmada, eksojen prolin kullanımının bitkilerin stres toleransını artırabileceğini göstermiştir (Pirbalouti ve ark., 2017; Ahmadi ve ark., 2018; Bekka ve ark., 2018). Bu tür uygulamalar stres önleme mekanizmalarını tetiklemekte ve stres koşullarında bitki toleransına katkı sağlamaktadır.

## 2.2. Abiyotik ve biyotik stres koşullarında görev alan enzimatik antioksidanlar

**Süperoksit dismutaz (SOD):** Bir metaloenzim olan SOD,  $O_2$ 'yi  $H_2O_2$ 'ye dönüştüren ve ilk olarak mısırdaki keşfedilen bir antioksidan enzimdir (Scandalios, 1993). Aktif bölgedeki metal iyonuna göre, bakır ve çinko (Cu/ZnSOD), mangan (MnSOD) ve demir (FeSOD) içeren SOD'lar olarak sınıflandırılmaktadır. Cu/ZnSOD, bitki hücresinin sitozolünde ve kloroplastında bulunurken, MnSOD mitokondri ve peroksisomların

matriksinde bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda SOD'ların abiyotik ve biyotik stresten kaynaklanan oksidatif stresle mücadelede etkili olduğu ve bitkilerin hayatta kalmasında kritik bir rol oynadığı bildirilmiştir (Ahmad ve ark., 2008; Tuna ve ark., 2008; Upadhyaya ve ark., 2008).

**Katalazlar (CAT):** CAT'lar genellikle peroksizomlarda bulunan ve  $2\text{H}_2\text{O}_2$ 'yu  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 'ya dönüştüren en önemli enzimatik antioksidanlardan biridir (Srivalli vd., 2003; Ben Amor vd., 2005). Bitkilerde farklı izoformları bulunan CAT enziminin, susamda iki, *Arabidopsis*'te altı formu bulunmaktadır (Frugoli vd., 1996). CAT'lar doğrudan  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'i parçalayabilmekte veya metanol, etanol, formaldehit ve formik asit gibi substratları oksitleyebilmektedirler. Bitkilerde bulunan CAT'lar üç sınıfa ayrılmaktadır;

Sınıf 1; Fotosentetik dokularda en belirgin olanlardır ve fotorespirasyon sırasında üretilen  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'in uzaklaştırılmasında rol oynamaktadır.

Sınıf 2; İletim dokularında yüksek miktarda üretilmekte ve lignifikasyonda rol oynamaktadır. Ancak tam biyolojik rolü henüz bilinmemektedir.

Sınıf 3; Tohumlarda ve genç bitkilerde yüksek miktarda bulunmaktadır ve aktiviteleri yağ asidi parçalanması sırasında glikoksilat döngüsünde oluşan fazla  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'in uzaklaştırılmasıyla ilişkilidir (Willekens vd., 1994). CAT'lar,  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'i doğrudan parçalayabilen ve stres sırasında ROS detoksifikasyonu için vazgeçilmez olan başlıca antioksidan enzimdir (Van Breusegem vd., 2001). CAT aktivitesindeki artış, doku metabolizmasına verilen zararı azaltarak, toksik  $\text{H}_2\text{O}_2$  seviyelerini düşürmektedir ( Hediye Sekmen ve ark., 2007; Vital ve ark., 2008).

**Glutasyon peroksidazlar (GPX):** GPX'ler  $\text{H}_2\text{O}_2$  ve sitotoksik hidroperoksidlerin indirgenmesi ile alkolle sonuçlanan bir reaksiyonu katalize eden antioksidan enzimlerdir (Dixon vd., 1998). Dolayısıyla,  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'in temizlenmesinin yanı sıra GPX'ler aynı zamanda ROS aktivitesi nedeniyle oluşan lipid peroksidasyon ürünlerini de detoksifiye etmektedir. Bitkilerde GPx'ler üç sınıfa ayrılmaktadır: selenyum bağımlı GPX (GPX), selenyum bağımsız fosfolipid hidroperoksit GPX (PHGPX) ve GPX aktivitesi gösteren glutasyon transferazlar (GST) (GST-GPX).

**Askorbat peroksidazlar (APX):** APX'ler, askorbat-glutasyon döngülerindeki  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'in temizlenmesinde yer almakta ve elektron donörü olarak AsA'yı kullanmaktadırlar. APX'ler, bitkilerin antioksidan sisteminde önemli rol

oyynamakta ve en az beş farklı izoformu içeren APX ailesinden oluşmaktadırlar. Bu izoformlar, tilakoid ve mikrozomal membran bağlı formları, çözünür stromal, sitozolik ve apoplastik enzimleri içermektedir (Noctor ve Foyer, 1998). Kloroplastik APX izoformu çok kararsız olup AsA yokluğunda yarı ömrü 30 saniyeden azdır, sitozolik formun yarı ömrü ise 40-60 dakikadır (Miyake ve Asada, 1992). APX, CAT ve POD'dan daha yüksek bir  $H_2O_2$  afinitesine sahiptir ve ROS stresinin yönetiminde veya ROS sinyalinin algılanmasından sorumludur. Örneğin *APX1* ışığa ve oksidatif strese daha duyarlıdır (Davletova vd., 2005). *TilAPX* ifadesi engellenmiş bitkilerin, oksidatif strese karşı daha duyarlı olduğu *TilAPX* ifadesi teşvik edilmiş bitkilerin ise strese karşı daha toleranslı olduğu bildirilmiştir (Miyake ve Asada, 1996). Zhang ve ark. (2008), *SgNCED1* geninin aşırı ifadesi ile transgenik tütün bitkisinin, APX aktivitesinde artış olduğunu ve bu transgenik bitkilerin 0.1M mannitol ile indüklenen kuraklık stresi ve 0.1M NaCl ile indüklenen tuzluluk stresi altında büyüme ve gelişmeye devam ettiklerini bildirmişlerdir.

**Glutasyon redüktaz (GR):** GR birçok bitki dokusundan saflaştırılmış ve oldukça korunmuş bir enzimdir. GR çoğunlukla kloroplast stromasında, mitokondride, sitozolde ve peroksizomlarda bulunmaktadır. Bitkilerde birden fazla formunun olduğu bilinmektedir. Örneğin, bezelyede sekiz (Edwards ve ark., 1990), buğdayda iki formu (Dalal ve Khanna-Chopra, 2001) bulunmaktadır. Glutasyon ve GR'ın  $H_2O_2$  temizleme üzerindeki rolü Halliwell-Asada enzim yolunda iyi bir şekilde belirtilmiştir (Bray ve ark., 2000). GR, askorbat-glutasyon yolunun hız sınırlayıcı son adımını katalizlemektedir. GR aktivitesinin teşvik edilmesi ile  $NADP^+/NADPH$  oranı artırılarak,  $NADP^+$ 'nin kullanılabilirliği daha etkin bir şekilde sağlanabilmektedir. Bu durumda, elektron akışı  $O_2$ 'ye yönlendirilmekte dolayısıyla  $O_2^-$  oluşumu en aza indirgenmektedir (Sudhakar ve ark., 2001). Sonuç olarak GR aktivitesindeki artış, bitki hücrelerinde glutasyonun (GSH) birikmesine ve nihayetinde stres koşullarına tolerans kazanmasına aracılık etmektedir.

**Peroksiredoksiner (PrxR):** PrxR hücre savunması ve oksidatif hasarı önleyen tiyol özgü antioksidan enzim ailesidir. Bu enzimler bitki hücrelerinde yaygın olarak bulunmakta ve kloroplastlarda ROS detoksifikasyonunda önemli roller üstlenmektedirler (Foyer ve Shigeoka, 2011). PrxR'ler, sistin kalıntıları aracılığıyla indirgeyici aktiviteye sahip bir grup peroksidazlardır. Bu enzimler

bir prostetik grubu içermezler ve  $H_2O_2$ , peroksinitrit ve birçok organik hidroperoksidi alkole indirgeyerek kataliz yaparlar (Wood ve ark., 2003).

**Guaiakol peroksidazlar (POX):**  $H_2O_2$  detoksifikasyonunda rol oynamaktadırlar. POX proteinlerini içeren enzimlerdir ve "gizli bitki peroksidazları" olarak adlandırılan III. sınıf peroksidazlara aittirler. Bu enzimler ikinci döngüsel bir reaksiyon olan hidroksilik reaksiyonu gerçekleştirmektedirler ve bu reaksiyon peroksidatif reaksiyondan farklıdır. Her iki döngüyü kullanmaları nedeniyle, III. sınıf peroksidazların, çimlenmeden yaşlanmaya, oksin metabolizmasından hücre duvarının uzamasına ve patojenlere karşı korunmaya kadar birçok farklı bitki sürecine katıldığı bilinmektedir (Passardi ve ark., 2004).

**Monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR):** MDHAR enzimi, AsA-GSH döngüsünde, fenoksil radikal indirgenmesini ve monodehidroaskorbattan (MDHA) AsA'nın yeniden oluşturulmasını katalizleyen flavin adenin dinükleotit enzimi olarak görev yapmaktadır (Hasanuzzaman ve ark., 2019). MDRAH'in lokalizasyona bağlı olarak birkaç izoformu bulunma ve mitokondri, kloroplast, glioksizom, peroksizom ve sitozol gibi farklı hücre kısımlarında sentezlenmektedir.

**Dehidroaskorbat redüktaz (DHAR):** DHAR enzimi monomerik bir yapıya sahiptir ve GST üst ailesine dahil edilmektedir. Oksidatif bir reaksiyonla AsA'in yeniden oluşumunu katalize etmektedir (Garcia-Caparros ve ark., 2019).

### 3. Sonuç

Bitkiler, yaşamları boyunca abiyotik ve biyotik stres koşulları ile sürekli karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle abiyotik stresler (örneğin yüksek sıcaklık, kuraklık, tuzluluk) nedeniyle reaktif oksijen türevlerinin (ROS) birikmesi gibi olumsuz etkilere karşı çeşitli savunma mekanizmaları geliştirirler. ROS, hücrel stres koşullarının bir sonucu olarak hücre içi ve dışında oluşan yüksek reaktiviteye sahip oksijen molekülleridir. Bunlar arasında süperoksit radikali ( $O_2^-$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), hidroksil radikali (OH) ve singlet oksijen ( $^1O_2$ ) bulunur. Bitkiler, ROS birikimini kontrol altına almak ve bu olumsuz etkilere karşı koruma sağlamak amacıyla enzimatik olmayan ve enzimatik olan antioksidanları kullanırlar. Enzimatik olmayan (C vitamini, E vitamini, glutatyon, karotenoidler vs.) antioksidanlar ROS'ları etkisizleştirir ve

hücrelerin korunmasına yardımcı olur. Enzimatik olan antioksidan enzimler (SOD, CAT, POX, APX vs.) ise ROS moleküllerini daha az zararlı ürünlere dönüştürürler. Bitkiler, ROS birikiminin kontrolünü sağlamak için bu mekanizmaları kullanarak, hücresel zararları en aza indirmeye çalışırlar. Bu antioksidan bileşenler, bitkilerin abiyotik ve biyotik stres koşullarına karşı dayanıklılıklarını artırmalarına yardımcı olurlar.

Sonuç olarak artan dünya nüfusu ve azalan doğal kaynaklar nedeni ile özellikle tarımda ürün veriminin ve kalitesinin önemli ölçüde azaldığı yadsınamaz bir gerçektir. Bu nedenle son yıllarda araştırmacılar özellikle bu konular üzerine yoğun çalışmalar yürütmüşlerdir. Ürün verimini kısıtlayan en önemli etkenlerden biri olan stres koşulları altında bitkilerin göstermiş oldukları tepkilerin daha iyi anlaşılması ve stres koşullarına dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesi bu bağlamda önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu derleme çalışmasının konu ile ilgili yapılacak çalışmalar için bir kaynak niteliği taşıyabileceği düşünülmektedir.

#### 4. KAYNAKLAR

- Adejumo, S. A., Oniosun, B., Akpoilih, O. A., Adeseko, A., & Arowo, D. O. (2021). Anatomical changes, osmolytes accumulation and distribution in the native plants growing on Pb-contaminated sites. *Environmental Geochemistry and Health*, *43*, 1537-1549.
- Ahmad, P., Sarwat, M., & Sharma, S. (2008). Reactive oxygen species, antioxidants and signaling in plants. *Journal of Plant Biology*, *51*, 167-173.
- Ahmadi, F. I., Karimi, K., & Struik, P. C. (2018). Effect of exogenous application of methyl jasmonate on physiological and biochemical characteristics of *Brassica napus* L. cv. Talaye under salinity stress. *South African Journal of Botany*, *115*, 5-11.
- Apel, K., & Hirt, H. (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annu. Rev. Plant Biol.*, *55*, 373-399.
- Asada, K. (1999). The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. *Annual review of plant biology*, *50*(1), 601-639.
- Asada, K. (2006). Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions. *Plant Physiology*, *141*(2), 391-396.
- Bekka, S., Abrous-Belbachir, O., & Djebbar, R. (2018). Effects of exogenous proline on the physiological characteristics of *Triticum aestivum* L. and *Lens culinaris* Medik. under drought stress. *Acta Agriculturae Slovenica*, *111*(2), 477-491.
- Ben-Amor, N., Hamed, K. B., Debez, A., Grignon, C., Abdelly, C. (2005). Physiological and antioxidant response of the perennial halophytes *Crithmum maritimum* to salinity. *Plant Science*, *168*: 889–899.
- Bray, E. A. (2000). Responses to abiotic stresses. *Biochemistry and molecular biology of plants*, 1158-1203.
- Burritt, D. J. (2012). Proline and the cryopreservation of plant tissues: functions and practical applications. *Current Frontiers in Cryopreservation*, 415-426.
- Caverzan, A., Casassola, A., & Brammer, S. P. (2016). Reactive oxygen species and antioxidant enzymes involved in plant tolerance to stress. *Abiotic*

- and biotic stress in plants-recent advances and future perspectives, 17, 463-480.
- Celik, C., & Karakurt, Y. (2022). Determination of the effect of salt stress on germination, biochemical and antioxidant defense systems in Linas safflower seeds. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 32(4), 682-691.
- Dalal, M., & Khanna-Chopra, R. (2001). Differential response of antioxidant enzymes in leaves of necrotic wheat hybrids and their parents. *Physiologia Plantarum*, 111(3), 297-304.
- Dar, M. I., Naikoo, M. I., Rehman, F., Naushin, F., & Khan, F. A. (2016). Proline accumulation in plants: roles in stress tolerance and plant development. Osmolytes and plants acclimation to changing environment: *Emerging Omics Technologies*, 155-166.
- Davletova, S., Rizhsky, L., Liang, H., Shengqiang, Z., Oliver, D. J., Coutu, J., & Mittler, R. (2005). Cytosolic ascorbate peroxidase 1 is a central component of the reactive oxygen gene network of Arabidopsis. *The Plant Cell*, 17(1), 268-281.
- Demir, S., & Başıyigit, L. (2022). Classification of some biochemical properties with J48 classification tree algorithms in hyperspectral data. *Veri Bilimi*, 5(2), 20-28.
- Dixon, D. P., Cummins, I., Cole, D. J., & Edwards, R. (1998). Glutathione-mediated detoxification systems in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 1(3), 258-266.
- Edwards, E. A., Rawsthorne, S., & Mullineaux, P. M. (1990). Subcellular distribution of multiple forms of glutathione reductase in leaves of pea (*Pisum sativum* L.). *Planta*, 180, 278-284.
- Elewa, T. A., Sadak, M. S., & Saad, A. M. (2017). Proline treatment improves physiological responses in quinoa plants under drought stress. *Bioscience Research*, 14(1), 21-33.
- FAO, (2022). *FAO Statistical Yearbook 2022 World Food and Agriculture*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 365 p. ISBN 978-92-5- 136930-2
- Foyer, C. H., & Noctor, G. (2005). Redox homeostasis and antioxidant signaling: a metabolic interface between stress perception and physiological responses. *The Plant Cell*, 17(7), 1866-1875.



- Foyer, C. H., & Shigeoka, S. (2011). Understanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis. *Plant Physiology*, 155(1), 93-100.
- Frugoli, J. A., Zhong, H. H., Nuccio, M. L., McCourt, P., McPeck, M. A., Thomas, T. L., & McClung, C. R. (1996). Catalase is encoded by a multigene family in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *Plant Physiology*, 112(1), 327-336.
- Garcia-Caparrós, P., Hasanuzzaman, M., & Lao, M. T. (2019). Oxidative stress and antioxidant defense in plants under salinity. *Reactive Oxygen, Nitrogen and Sulfur Species in Plants: Production, Metabolism, Signaling and Defense Mechanisms*, 291-309.
- Halliwell, B., & Foyer, C. H. (1976). Ascorbic acid, metal ions and the superoxide radical. *Biochemical Journal*, 155(3), 697-700.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. B., Anee, T. I., Parvin, K., Nahar, K., Mahmud, J. A., & Fujita, M. (2019). Regulation of ascorbate-glutathione pathway in mitigating oxidative damage in plants under abiotic stress. *Antioxidants*, 8(9), 384.
- Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J., & Ahmad, A. (2012). Role of proline under changing environments: a review. *Plant signaling & Behavior*, 7(11), 1456-1466.
- He, M., He, C. Q., & Ding, N. Z. (2018). Abiotic stresses: general defenses of land plants and chances for engineering multistress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1771.
- Hediye Sekmen, A., Türkan, İ., & Takio, S. (2007). Differential responses of antioxidative enzymes and lipid peroxidation to salt stress in salt-tolerant *Plantago maritima* and salt-sensitive *Plantago media*. *Physiologia Plantarum*, 131(3), 399-411.
- Hossain, M. A., Kumar, V., Burritt, D. J., Fujita, M., & Mäkelä, P. (2019). Osmoprotectant-mediated abiotic stress tolerance in plants. *Proline Metabolism and Its Functions in Development and Stress Tolerance; Springer Nature: Cham, Switzerland*, 41-72.
- Huang, C., He, W., Guo, J., Chang, X., Su, P., & Zhang, L. (2005). Increased sensitivity to salt stress in an ascorbate-deficient *Arabidopsis* mutant. *Journal of Experimental Botany*, 56(422), 3041-3049.

- Ivanov, B., Asada, K., Kramer, D. M., & Edwards, G. (2005). Characterization of photosynthetic electron transport in bundle sheath cells of maize. I. Ascorbate effectively stimulates cyclic electron flow around PSI. *Planta*, 220, 572-581.
- Jain, M., Choudhary, D., Kale, R. K., & Bhalla-Sarin, N. (2002). Salt-and glyphosate-induced increase in glyoxalase I activity in cell lines of groundnut (*Arachis hypogaea*). *Physiologia Plantarum*, 114(4), 499-505.
- Khan, N. A., & Singh, S. (2008). Abiotic stress and plant responses.
- Kijne, J. W. (2006). Abiotic stress and water scarcity: identifying and resolving conflicts from plant level to global level. *Field Crops Research*, 97(1), 3-18.
- Kirigia, D., Kasili, R., & Mibus, H. (2017). African Leafy Vegetables Pre-harvest and Post-harvest constrains and Technologies for losses reduction along the field to consumer chain. *African Journal of Horticultural Science*, 12, 51-60.
- Li, Y., Wang, Z., Sun, X., & Tang, K. (2008). Current opinions on the functions of tocopherol based on the genetic manipulation of tocopherol biosynthesis in plants. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(9), 1057-1069.
- Liu, X., Hua, X., Guo, J., Qi, D., Wang, L., Liu, Z., & Liu, G. (2008). Enhanced tolerance to drought stress in transgenic tobacco plants overexpressing *VTE1* for increased tocopherol production from *Arabidopsis thaliana*. *Biotechnology Letters*, 30, 1275-1280.
- Losada-Barreiro, S., & Bravo-Diaz, C. (2017). Free radicals and polyphenols: The redox chemistry of neurodegenerative diseases. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 133, 379-402.
- Mano, J. I., Hideg, É., & Asada, K. (2004). Ascorbate in thylakoid lumen functions as an alternative electron donor to photosystem II and photosystem I. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 429(1), 71-80.
- Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7(9), 405-410.
- Mittler, R., Kim, Y., Song, L., Coutu, J., Coutu, A., Ciftci-Yilmaz, S., & Zhu, J. K. (2006). Gain-and loss-of-function mutations in *Zat10* enhance the tolerance of plants to abiotic stress. *FEBS Letters*, 58(28-29), 6537-6542.

- Mittler, R., Vanderauwera, S., Gollery, M., & Van Breusegem, F. (2004). Reactive oxygen gene network of plants. *Trends in Plant Science*, 9(10), 490-498.
- Miyake, C., & Asada, K. (1992). Thylakoid-bound ascorbate peroxidase in spinach chloroplasts and photoreduction of its primary oxidation product monodehydroascorbate radicals in thylakoids. *Plant and Cell Physiology*, 33(5), 541-553.
- Miyake, C., & Asada, K. (1996). Inactivation mechanism of ascorbate peroxidase at low concentrations of ascorbate; hydrogen peroxide decomposes compound I of ascorbate peroxidase. *Plant and Cell Physiology*, 37(4), 423-430.
- Mortensen, A., Skibsted, L. H., & Truscott, T. G. (2001). The interaction of dietary carotenoids with radical species. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 385(1), 13-19.
- Munne-Bosch, S., & Alegre, L. (2000). Changes in carotenoids, tocopherols and diterpenes during drought and recovery, and the biological significance of chlorophyll loss in *Rosmarinus officinalis* plants. *Planta*, 210, 925-931.
- Munne-Bosch, S., & Alegre, L. (2002). Interplay between ascorbic acid and lipophilic antioxidant defences in chloroplasts of water-stressed *Arabidopsis* plants. *FEBS Letters*, 524(1-3), 145-148.
- Munne-Bosch, S., Falara, V., Pateraki, I., López-Carbonell, M., Cela, J., & Kanellis, A. K. (2009). Physiological and molecular responses of the isoprenoid biosynthetic pathway in a drought-resistant Mediterranean shrub, *Cistus creticus* exposed to water deficit. *Journal of Plant Physiology*, 166(2), 136-145.
- Naeem, M., Khan, M. N., Khan, M. M. A., & Moinuddin. (2013). Adverse effects of abiotic stresses on medicinal and aromatic plants and their alleviation by calcium. *Plant Acclimation to Environmental Stress*, 101-146.
- Noctor, G., & Foyer, C. H. (1998). Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annual Review of Plant Biology*, 49(1), 249-279.
- Passardi, F., Longet, D., Penel, C., Dunand, C. (2004). The class III peroxidase multigenic family in rice and its evolution in land plants. *Phytochem*, 65(13), 1879-1893.

- Pirbalouti, A. G., Malekpoor, F., Salimi, A., & Golparvar, A. (2017). Exogenous application of chitosan on biochemical and physiological characteristics, phenolic content and antioxidant activity of two species of basil (*Ocimum ciliatum* and *Ocimum basilicum*) under reduced irrigation. *Scientia Horticulturae*, 217, 114-122.
- Qirat, M., Shahbaz, M., & Perveen, S. (2018). Beneficial role of foliar-applied proline on carrot (*Daucus carota* L.) under saline conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 50(5), 1735-1744.
- Sadeghipour, O. (2020). Cadmium toxicity alleviates by seed priming with proline or glycine betaine in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Egyptian Journal of Agronomy*, 42(2), 163-170.
- Saddique, M., Kamran, M., & Shahbaz, M. (2018). Differential responses of plants to biotic stress and the role of metabolites. In *Plant Metabolites and Regulation under Environmental Stress* (pp. 69-87). Academic Press.
- Sah, S. K., Reddy, K. R., & Li, J. (2016). Abscisic acid and abiotic stress tolerance in crop plants. *Frontiers in Plant Science*, 7, 571.
- Scandalios, J. G. (1993). Oxygen stress and superoxide dismutases. *Plant Physiology*, 101(1), 7.
- Schroeter, H., Boyd, C., Spencer, J. P., Williams, R. J., Cadenas, E., & Rice-Evans, C. (2002). MAPK signaling in neurodegeneration: influences of flavonoids and of nitric oxide. *Neurobiology of Aging*, 23(5), 861-880.
- Sgherri, C. L. M., & Navari-Izzo, F. (1995). Sunflower seedlings subjected to increasing water deficit stress: oxidative stress and defence mechanisms [glutathione, ascorbate peroxidase, dehydroascorbate reductase, glutathione reductase, plant defense mechanisms]. *Physiologia Plantarum (Denmark)*.
- Shao, H. B., Chu, L. Y., Shao, M. A., Jaleel, C. A., & Hong-mei, M. (2008). Higher plant antioxidants and redox signaling under environmental stresses. *Comptes Rendus Biologies*, 331(6), 433-441.
- Singh, M., Kumar, J., Singh, S., Singh, V. P., & Prasad, S. M. (2015). Roles of osmoprotectants in improving salinity and drought tolerance in plants: a review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 14, 407-426.

- Smirnoff, N. (2000). Ascorbic acid: metabolism and functions of a multifaceted molecule. *Current Opinion in Plant Biology*, 3(3), 229-235.
- Smirnoff, N., & Pallanca, J. E. (1996). Ascorbate metabolism in relation to oxidative stress. *Biochemical Society Transactions*, 24(2), 472-478.
- Srivalli, B., Chinnusamy, V., & Khanna-Chopra, R. (2003). Antioxidant defense in response to abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Biology-New Delhi*, 30(2), 121-140.
- Sudhakar, C., Lakshmi, A., & Giridarakumar, S. (2001). Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under NaCl salinity. *Plant Science*, 161(3), 613-619.
- Takahashi, M., & Asada, K. (1988). Superoxide production in aprotic interior of chloroplast thylakoids. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 267(2), 714-722.
- Tiryaki, T., Yıldırım, F., & Çelik, C. (2023). Kısıtlı su stresi altında yağ gülü (*Rosa x damascena* Mill.) fidanlarının morfolojik tepkileri ile toplam klorofil ve fenolik içeriklerinin değişimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(4), 778-787.
- Torres, M. A., & Dangl, J. L. (2005). Functions of the respiratory burst oxidase in biotic interactions, abiotic stress and development. *Current Opinion in Plant Biology*, 8(4), 397-403.
- Tuna, A. L., Kaya, C., Dikilitas, M., & Higgs, D. (2008). The combined effects of gibberellic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plant growth parameters and nutritional status in maize plants. *Environmental and Experimental Botany*, 62(1), 1-9.
- Upadhyaya, H., Panda, S. K., & Dutta, B. K. (2008). Variation of physiological and antioxidative responses in tea cultivars subjected to elevated water stress followed by rehydration recovery. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30(4), 457-468.
- Van Breusegem, F., Vranová, E., Dat, J. F., & Inzé, D. (2001). The role of active oxygen species in plant signal transduction. *Plant Science*, 161(3), 405-414.
- Verma, S., Nizam, S., & Verma, P. K. (2013). Biotic and abiotic stress signaling in plants. *Stress Signaling in Plants: Genomics and Proteomics Perspective, Volume 1*, 25-49.

- Vital, S. A., Fowler, R. W., Virgen, A., Gossett, D. R., Banks, S. W., & Rodriguez, J. (2008). Opposing roles for superoxide and nitric oxide in the NaCl stress-induced upregulation of antioxidant enzyme activity in cotton callus tissue. *Environmental and Experimental Botany*, 62(1), 60-68.
- Willekens, H., Villarroel, R., Van Montagu, M., Inzé, D., & Van Camp, W. (1994). Molecular identification of catalases from *Nicotiana glumbaginifolia* (L.). *Febs Letters*, 352(1), 79-83.
- Wood, Z. A., Schroder, E., Harris, J. R., Poole, L. B. (2003). Structure, mechanism and regulation of peroxiredoxins. *Trends in Biochemical Sciences*, 28(1), 23-40.
- Yıldırım, A. N., Şan, B., Yıldırım, F., Celik, C., Bayar, B., & Karakurt, Y. (2021a). Physiological and biochemical responses of almond rootstocks to drought stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(4), 522-532.
- Yıldırım, F., Meltem, E., Binici, S., Çelik, C., Yıldırım, A., & Karakurt, Y. (2021). Antioxidant enzymes activities of walnut nursery trees to drought stress progression. *International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences*, 5(2), 217-225.
- Zhang, Y., Yang, J., Lu, S., Cai, J., & Guo, Z. (2008). Overexpressing SgNCED1 in tobacco increases ABA level, antioxidant enzyme activities, and stress tolerance. *Journal of Plant Growth Regulation*, 27, 151-158.
- Zhu, J. K. (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 53(1), 247-273.



## BÖLÜM 2

### BİTKİ HASTALIKLARINDA ABİYOTİK FAKTÖRLERİN ETKİSİ

Arş. Gör. Berrin KAYALAR<sup>1</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10402861>

---

<sup>1</sup> Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Siirt, Türkiye, berrin.kayalar@siirt.edu.tr, Orcid: 0000-0002-5205-1534





## 1. GİRİŞ

Bitkiler, hem canlı (biyotik) hem de cansız (abiyotik) nedenlerden dolayı hastalanabilmektedirler. Biyotik hastalık etmeni, funguslar, bakteriler, virüsler, viroidler, plazmidler ve yabancı otlar olmaktadır. Bu etmenler, bitkiyle rekabete girme, bitkiyi enfekte edebilme gibi yeteneğine sahip olup konukçu bitkilerin bulunduğu yerlerde bitkileri hastalandırıp bitkide verim kayıpları ve ekonomik zarara neden olabilmektedirler. Çevre koşullarının uygun seyretmesiyle epidemi yapıp bölgede hızla yayılabilmektedirler. Abiyotik etmenler ise çoğunlukla yanlış uygulamalardan kaynaklanan kontrol edilebilen zararlılardır. Bunlar; sıcaklık, ışık, rüzgâr, yağışlar ve nem, toprak özellikleri, bitki yetiştirme teknikleri, çevre kirlilikleri gibi faktörlerdir. Bu etmenler tek başlarına veya canlı etmenlerle bir araya gelerek bitkinin zayıf düşmesine, hastalanmasına hatta ölümüne neden olabilmektedirler. Bitkilerde oluşan abiyotik stres, dünya genelinde bitkilerde verim kaybının birincil nedeni olup en çok ürün elde edilen kültür bitkilerinde %50'den fazla bir oranla verim kaybına neden olmaktadır (Wang ve ark., 2004). Bir bitkinin sağlıklı yetişmesini sağlayan en önemli faktörlerden biri de çevre koşullarıdır. Çevre koşulları optimum düzeyde olduğu sürece iyi gelişebilen bitkiler görülebilmekte, koşullar optimumdan uzaklaştıkça bitki sağlığı bozulmaya başlamaktadır. Bitki sağlığının bozulması ile bitki predispoze olur ve böylece istenilen verim ve kalitede ürün veremez duruma gelir. İklim koşullarına bağlı olarak fungal, viral ve bakteriyel etmenlerin bitkilerde hastalık oluşturabilme şekilleri değişken olabilmektedir (Wheeler ve ark., 2000). Bir hastalığın meydana gelebilmesi için patojen, konukçu bitki ve çevre koşullarının patojen gelişimi için uygun olduğu bir döneme bağlıdır. Uygun çevre koşullarında patojenin üremesi ve virülensliği artacağı için bitkilerde ciddi zararlara yol açabilmektedir. Virülens bir patojen çevre koşullarından veya başka nedenlerden dolayı zayıf düşmüş bir bitkiyi çok kolay bir şekilde enfekte edebilmektedir. Bitkiler, sıcaklık ve yağış rejiminde meydana gelen değişimlerden olumsuz olarak etkilenebilmekte ve bu değişimler, patojenlerin bitkiyi hastalandırabilmesi için bir zemin oluşturmaktadır. Bitkinin zayıf düşüp patojenlere karşı direncinin azalmasında düşük veya yüksek sıcaklar, aşırı veya az yağış, yapılan sulama hataları, bitki besin elementi eksiklikleri, havadaki CO<sub>2</sub> fazlalığı, yanlış dozda ve zamanda uygulanan pestisit hataları gibi birçok sebep bulunmaktadır.

Bu derlemenin amacı, tarımsal üretimde bitki hastalıkları ve hastalık etmenleri üzerinde rolü olan abiyotik faktörleri ve bu faktörlerin hastalıklar açısından önemini literatürlere dayanarak ortaya koymaktır.

## 2. Abiyotik Faktörler

### 2.1. Sıcaklık

Bitki türlerinin gelişimleri için kendilerine özgü bir optimum sıcaklık aralığı bulunmaktadır. Çoğu bitki için optimum gelişme sıcaklığı 15-30°C olarak bilinmektedir. Bu aralıkta olmayan sıcaklıkların yani yüksek veya düşük sıcaklıkların hücresel metabolizma ve bitki büyümesine olumsuz etkileri bulunmaktadır (Burke ve ark., 1990). Aynı zamanda optimumun üzerinde olan sıcaklıklar, bitkide birçok fizyolojik işlevde değişikliklere sebep olmaktadır (Nguyen ve ark., 1992). Bitkiler için optimum sıcaklık koşulları olmadığı takdirde bitki strese girmekte, düşük sıcaklıklarda, bitki gelişiminde durgunluklar, sararma, tomurcuk ölümleri, solma gibi pek çok etkisi olmaktadır. Optimum üzerindeki yüksek sıcaklıklar ise bitkileri daha çok etkilemekte ve bitkide solma, yanıklık gibi belirtiler oluşmaktadır. Bitki gelişimi için önemli bir faktör olan sıcaklık aynı zamanda fungal patojenlerin üremesinde, gelişmesinde uygun koşullarda şiddetli enfeksiyona ve topraktaki canlılığını koruyabilmesinde önemli bir iklim faktörüdür. Buna örnek olarak Hunjan ve Lore (2020), bir çalışmalarında yulafta *Septoria lycopersici* (Septoria yaprak lekesi) ve *Puccinia graminis* (gövde pası) hastalık şiddetlerinin sıcağa başlı olarak değiştiğini ve yüksek sıcaklığın *Puccinia substriata*'nın çimlenmesini engellediği kanısına varmışlardır. Örneğin fasulyede *Xanthomonas phaseoli* etmeninin neden olduğu bakteriyel adi yanıklık hastalığı, serin havalarda daha iyi gelişir ve sıcaklığın 28°C'nin altına düşmesi ile bitkide meydana getirdiği hasarın daha da arttığı ortaya çıkmıştır (Gross, 1940; Patel ve Walker, 1963). Antraknoz hastalığının fizyolojisi ve bitkiye verdiği zarar derecesini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada ise Edgerton (1910), antraknoz spor gelişimi için optimum sıcaklığın 14-18°C olduğunu belirtmiştir. Optimum 17°C hava sıcaklığı ve %92'den fazla nem oranında antraknoz enfeksiyonunda artışa neden olduğunu belirtmiştir (Lauritzen, 1911). Yükselmekte olan atmosferik CO<sub>2</sub>, sıcaklık ve sık olarak karşılaşılan ekstrem hava koşulları, bitki virüslerini konukçu ve vektörü ile beraber doğrudan veya dolaylı şekilde etkileyebilmektedir. Meydana gelen bu

iklim değişikliğinin, virüs ve vektörlerin yayılışını, virüslerin virülensliğini ve patojenisitesini etkileyip hastalığın yoğunluk ve şiddetini arttırabileceği öngörölmüştür (Trebicki, 2020).

## 2.2. Yağış ve Nem

Tarımsal üretimde bitkilerin su ihtiyaçları sulama veya yağış ile karşılanır. Yağış oluşumunu etkileyen önemli faktörlerden biri sıcaklıktır. Günümüzde sıcaklık her geçen gün artmakta ve küresel ısınmaya yol açarak farklı olumsuzluklar meydana getirmektedir. Yağış miktarındaki azalmalar, tarımsal üretimi doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir. Yer altı su kaynaklarının azalması ve yüksek buharlaşmadan dolayı toplam yağış miktarının azaldığı bölgelerdeki sorunlardan biri de topraktaki tuzlanma riskinin artmasıdır ve bu durum tarımsal üretimi olumsuz yönden etkilemektedir (Yeo, 1999). Aynı zamanda yağış rejiminde yaşanan düzensizlikler, tozlanma, çiçeklenme dönemine denk gelmesiyle tozlanmada sorunlar çıkabilmekte ayrıca hasat tarihinin gecikmesi gibi sorunlara da neden olmaktadır. Toplam yağış miktarında meydana gelen azalmalardan dolayı bitki ihtiyacı olan suyu karşılayamamakta ve bu durum verim ve üretim miktarında azalmalara yol açmaktadır. Uzun süren yağışlardan dolayı yapraklarda ve toprakta nem oranında artış meydana gelir bu durum bitki patojenlerine uygun bir ortam hazırlamaktadır. Vejetasyon sürecinde nem miktarındaki artış özellikle mildiyö gibi fungal etmenlerin yayılmasına neden olmakta ayrıca yüksek nem fungus sporlarının çimlenmesi için uygun ortam oluşturmaktadır (Anonim, 2008a). Yağmur damlları ile fungus sporları bitkinin başka kısımlarına hatta bitkiden bitkiye sıçramakta ve uygun koşullarda hastalık yapabilmektedirler. Bilinçsiz ve aşırı yapılan sulamalardan dolayı ise yaprak ve topraktaki nem oranında artış olmakta ve antraknoz, mildiyö, *Fusarium*, *Alternaria* gibi nemi seven fungusların artışına ortam hazırlamaktadır. Örneğin, karantinaya tabi yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında ateş yanıklığına neden olan *Erwinia amylovora* etmeni ölkemizde de sorun olmaktadır (Demir ve Gündoğdu, 1993). Etmen ağaç üzerindeki kanserlerden yağmur damllarının sıçratması ile dağılabilmekte fakat kuru havalarda nektarın yoğunluğu yüksek olduğundan bakteri çoğalamaz yağmurun etkisi ile nektarın yoğunluğu seyrelip bakteri çoğalıp enfeksiyona yol açacaktır (Gök, 2016).

### 2.3. Rüzgâr

Rüzgâr, dal, sürgün, gövde kırılmaları, ağaç devrilmesi, meyvelerin zamansız dökülmesi gibi nedenlerden dolayı bitkide doğrudan zarara neden olabilir. Ayrıca bitkide yaralar açılıp patojen girişlerini sağlayarak dolaylı olarak da etkilemektedir. Rüzgârdan dolayı, dal sürtmesi, dolu zararı, diken batması, mekanik işlem hataları gibi nedenlerle meyve kabuklarında zararlar meydana gelmektedir. Oluşan yaralar, hem kabuğun fiziksel direncini kırmakta hem de kabuk hızla olgunlaştığından dolayı kabuğun çatlama eğilimi artmaktadır (Voisey ve Lyall, 1965). Rüzgâr, aynı zamanda hastalık etmenleri olan fungus sporlarını ve bakteri hücrelerini de uzak mesafelere taşımaktadır. İlk kez 1999 yılında Uganda'da varlığı tespit edilen en önemli buğday hastalıklarından biri olan kara pas hastalığının eteni, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*'nin Ug99 ırkı dünya genelinde buğday alanlarında ciddi tehlikelere yol açmaktadır. Bu etmenin ara konukçusu, *Berberis* sp. ezidium yataklarında ezidiosporaların rüzgâr aracılığıyla buğday bitkisine taşıyıp enfeksiyonu başlattığı bilinmektedir. Buna ek olarak şiddetli rüzgârlar, ülkeler arasında etmenin yayılmasına neden olmuştur (Agrios, 2005). Dünyada karantinaya tabi olup yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında ateş yanıklığına neden olan *Erwinia amylovora* etmeninin, ülkemizde elma, armut, ayvada sorun oluşturduğu belirlenmiştir (Anonim, 2008; Demir ve Gündoğu, 1993). Etmenin bakteri hücreleri, rüzgâr aracılığıyla uzak mesafelere yayılabilmekte hatta rüzgârla bulutlara ulaşarak daha da uzak mesafelere ulaşıp yağmurun da etkisi ile konukçusu olan bitkileri enfekte edebildiği bildirilmiştir (Gök, 2016).

### 2.4. Işık

Bitkilerde ışık, fotosentezin gerçekleşmesi, klorofil oluşumu, hormon oluşumu, stomaların açılıp kapanması, transkripsiyon şiddetine, bitki hareketleri, kardeşlenmenin artışına, bitkilerde çiçek ve yaprak veriminin yükselmesinde etkili olmaktadır (Anonim, 2008b). Fakat bitkiler, ihtiyaçları kadar ışık alamadıkları durumlarda sararma ve uzamalar görülür bu olaya etiolasyon denir. Bu bitkiler de etiole bitki olarak adlandırılır. Yüksek ışığa maruz kalan bitkiler, sararır, kurur hatta yanabilir. Örneğin koyu renkli nar meyveleri, olgunluk zamanlarında gün boyu aşırı ışıklamadan dolayı meyvenin güneşe bakan yüzeyi yanmakta ve yanmış bölge tamamen siyah bir renge dönüşmektedir. Zamanla bu kararan bölge üzerinde küçük çatlaklar meydana

gelmektedir (Shulman ve ark., 1984). Yapılan bir çalışmada, buğday bitkisine *Giberella zae* fungusu uygulaması yapılmış ve bitkiler düşük ışık yoğunluğu altında olmalarına rağmen yüksek ışık yoğunluğunda sağlıklı oldukları belirtilmiştir (Wilkinson, 1970). Bir başka çalışmada ise pas funguslarının üredosporlarının oldukça farklı ışık gereksinimlerine sahip olduğunu ve *Uromyces appendiculatus* (*U. phaseoli*) sporlarının aydınlık ve karanlıkta eşit derecede çimlendiğine değinilmiştir (Snow, 1965). *Puccinia graminis* sporları ise karanlıkta daha hızlı çimlenir (Burrage, 1970).

## 2.5. Besin Maddesi

Bitkilerde besin, verimli ve kaliteli ürün elde edebilmeyi sağladığı gibi hastalıklara karşı da direnç sağlamaktadır. Pek çok hastalık, besin elementlerinin eksikliği veya aralarındaki dengenin bozulmasından dolayı ortaya çıkmaktadır (Uçgun ve ark., 2011). Bitkilerin sağlıklı yetişmesi açısından gerekli olan besinler makro ve mikro elementler olarak adlandırılmaktadır. Makro elementler, karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), kükürt (S), fosfor (P), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), potasyum (K); mikro elementler ise çinko (Zn), bor (B), demir (Fe), klor (Cl), bakır (Cu), molibden (Mo), nikel (Ni) olmaktadır. Söz konusu besin elementlerinin fazlalığından veya yetersizliğinden dolayı bitkilerde şekil bozuklukları, gelişim geriliği gibi durumlar görülebilir bu da bitkilerin hastalığa karşı dayanıklılığını azaltmaktadır. Örneğin narda düşük potasyum ve aşırı azot gübreleme, kalsiyum, bor eksikliği nedenlerinden ötürü meyve çatlaması oluşmaktadır (El-Kassas ve ark., 1992; Hepaksoy ve ark., 2000; Sharma ve Chauhan, 1973). Bitkideki azot fazlalığı vejetatif gelişme süresini uzatır, çiçeklenme gecikir ve meyvelerin geç olgunlaşmasına neden olmakta ve özellikle fungal hastalıklara karşı bitki dayanıklılığını azaltmaktadır (Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001; Fageria ve ark., 2011). Yeterli kalsiyum elementinin bulunması halinde bitkiler hastalıklara karşı daha dirençli olmakta aynı zamanda protein oluşumu ve karbonhidrat taşınmasında önemli rol oynamaktadır (Plaster, 1992; Çepel, 1996; Boşgelmez ve ark., 2001; Kacar ve Katkat, 2010). Aynı zamanda bakır elementi de bitkinin hastalıklara karşı dayanıklılığında ve bitki neminin kontrol edilebilmesinde rol oynamaktadır (Plaster, 1992). Fosfor noksanlığında ise bitkilerin kök gelişiminde zayıflama, büyüme geriliği, don olaylarına ve

hastalıklara karşı bitki dayanıklılığının azalmasına neden olmaktadır (Foth, 1984; Plaster, 1992; Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001).

## 2.6. CO<sub>2</sub> Etkisi

Hawaii’de bulunan Mauna Loa Gözlemevi tarafından yapılan ölçümlere göre mevsimsel değişimlere bağlı olarak CO<sub>2</sub> seviyesinde düzenli ve hızlı bir artış olduğu ve 2019 Ağustos ayında bu seviyenin 412 ppm olduğu belirlenmiştir (Anonymous, 2021). Küresel iklim değişikliği olarak da adlandırılan bu durumdan dolayı sıcaklık artışı, yağış oranı ve CO<sub>2</sub> miktarındaki değişiklikler tarım sektörünü olumsuz etkilemektedir. Bu durumda toprakta yaşayan canlı organizmaları, topraktaki humus miktarını, erozyonu, bitki besin maddelerinin, bitki gelişimlerini ve ürün miktarlarını da değiştirdiği bildirilmiştir (Durak ve Ece, 2007). CO<sub>2</sub>’nin seviyesindeki artış veya azalışlar, fungal patojenlerin gelişimlerini de etkilemektedir. Artan CO<sub>2</sub> miktarı bitkilerde vejetatif gelişmeyi teşvik ettiğinden yapraklar arasındaki nem yoğunluğu artar ve böylece külleme, pas, yaprak yanıklıkları ve yaprak lekeleri gibi hastalıklar meydana gelmektedir (Manning ve Tiedemann, 1995). Yapılan bir çalışmada, CO<sub>2</sub> miktarındaki artışın çeltik yanıklık etmeninin görülme sıklığını arttırdığı kanısına varılmıştır (Neumeister, 2010). Vary ve ark., (2015) yüksek karbondioksit seviyesinin Remus buğday çeşidinin *Fusarium spp.* ve *Septoria tritici* yaprak leke hastalığına duyarlılığın arttığını gözlemlemiştir. Eastburn ve ark., (2010) *Peronospora manshurica* gibi bazı patojenlerde, CO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının hastalık şiddetinin azalmasına yol açarken soya fasulyesinde *Septoria glycines* hastalığının şiddetini arttırdığına değinmiştir.

## 2.7. Toprağın Fiziksel Yapısı

Topraklar, ağır, hafif ve orta olarak gruplandırılırlar. Killi topraklar fazla su tutmalarından dolayı toprak havasız kalmaktadır. Bitkinin kökleri yeterli havayı alamadığından ve fazla toprak neminden dolayı bitkiler olumsuz etkilenip zayıf düşmektedir. Böylece toprak kökenli patojenlere karşı direnç gösteremez hale gelir ve bitkide kök çürüklükleri meydana gelmektedir. Toprak kökenli fungal etmenler, bitkileri enfekte etmelerinden dolayı genelde bitki ölümüne neden olan kök-kök boğazı çürüklüğü ve solgunluk hastalıklarının gelişiminde önemli bir yer almaktadır (Siddiqui ve ark., 2002). Bitkilerin kök-kök boğazında hasatlığa neden olan önemli fungal patojenler, *Fusarium*,

*Phytophthora*, *Rhizoctonia* ve *Macrophomina* olarak belirlenmiştir (Shanmugam ve ark. 2009). Kumlu toprakların ise su tutma kapasiteleri düşük, hava kapasitesi yüksek olmaktadır. Bu nedenle çabuk ısınma ve soğuma meydana gelir bu da bazı bitkilere zarar vermektedir. Toprakta yeteri kadar su bulunmaması durumunda bitki gelişiminde yavaşlama, bodurlaşma, solgunluk ve kurumalar da meydana gelebilmektedir. Uzun süren mevsimsel yağışlardan dolayı şiddetli ürün kayıpları meydana gelirken toprak suyunun aşırı miktarda olması toprakta birkaç saat içinde anoksi koşullar oluşturmaktadır. Bu durum bitkilerin kök gelişimini sınırlandırıp bitkinin büyümesini ve gelişimini de etkilemektedir (Liao ve Lin, 2001). Tarımsal üretimde, bitkinin topraktan yeterli düzeyde faydalanabilmesi, yetiştiği toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özellikleri ile ilişkili olup toprağın sürekliliğinin sağlanmasında, fiziksel özelliklerinin düzeltilmesinde en fazla başvurulan yöntem, toprağa organik kökenli madde ilavesidir (Bender ve ark., 1998).

## 2.8. Pestisitlerin Etkisi

Gıda ihtiyacının karşılanması amacıyla bitkisel ürünlerin üretiminde, hastalık, zararlı ve yabancı otlar %65'e varan ürün kayıplarına yol açmaktadır. Verilere göre bu verim kaybı 23 milyon ton olmaktadır (Anonim, 2009). Bunlar ile savaşmada kullanılan pestisitler, birçok kimyasal madde içermesinden dolayı su ve toprağı kirletmede önemli bir faktördür. Bu kimyasal maddelerin sık sık kullanılması bazı bölgelerde daha önceden bulunmayan zararlı popülasyonun türemesine yol açmaktadır. Bu nedenle bilinçsiz ve aşırı dozda uygulanan kimyasal gübre ve pestisitler çevreyi olumsuz etkilemektedir (Ağca, 2012). Pestisitlerin püskürtülmesi esnasında bir kısmı evaporasyon ve dağılma nedeni ile kaybolurken diğer kısmı da bitkilerin üzerinde veya toprak yüzeyinde kalmaktadır. Havaya karışan pestisitler, rüzgârla taşınıp sis ve yağmur aracılığıyla tekrar yeryüzüne dönebilmektedir. Bu durum da hedef olmayan organizmalara ve bitkilere ulaşan pestisitler bunlarda kalıntı ve toksisiteye neden olabilir (Sofuoğlu, 2009; Ögüt ve Seçilmiş, 2009). Havada kontrol edilemeyen bu pestisitler, su kanallarına, insanlara, hayvanlara ve hassas bitkilere ulaşır zarara neden olabilmektedir. Bitki koruma ürünlerinin yanlış zaman ve yanlış dozda uygulanması toprakta kalıntı oluşumuna, çevre kirliliğine, insan sağlığına olumsuz etkileri olduğu gibi bitkilerde de fitotoksosite yapmaktadır. Bu ürünlerin dönüşümlü kullanılmaması da hedef



organizmalarda dayanıklılığı arttıracığından dolayı bölgedeki patojenler ile mücadele zorlaşacak ve bu durumda bitkiler sürekli patojen baskısı altında kalabilecektir.

### **Sonuç ve Öneriler**

Derleme çalışması sonucunda, abiyotik faktörlerin bitki ve bitki hastalıklarını tetiklemede bitki koruma açısından etkilerinin olduğu kanısına varılmıştır. Abiyotik faktörler bitkileri, fitopatojenleri ve dolaylı olarak tarım ürünlerinin kalitesini ve verimini etkilemektedir. Son dönemlerde sıcaklık artışı, kuraklık, yağış düzensizliği, sel ve fırtına gibi doğa olayları ve iklimde yaşanan değişimler, patojenlerin dağılmasına, çoğalmasına ve epidemi yapma potansiyelinin yükselmesine sebebiyet vermektedir. Bu değişimler sadece patojen gelişimini değil aynı zamanda değişen çevre koşullarına adapte olamayan bitkilerde dayanıklılığı azaltıp yeni türlerin ortaya çıkmasına da zemin hazırlamaktadır. Zayıf düşen bitkiler, hastalığa daha kolay yakalanır ve iyi bir ortamda yetişmiş sağlıklı bitkilere göre hastalıktan daha fazla etkilenebilmektedirler. Bu abiyotik faktörler patojenleri etkiledikleri gibi bitkide de fizyolojik değişikliklere neden olabilmektedirler. Bitki hastalıklarına neden olan bu türlerin teşhislerinin doğru yapılmalı ve bu türlere karşı dayanıklı çeşitler yetiştirilmelidir. Nemi seven patojenlerin gelişiminin engellenmesi, bitkinin yeteri kadar ışık alabilmesi adına sık dikim ve ekimden kaçınılmalı, olumsuz çevre koşullarında iyi adapte olabilen bitkiler ıslah edilmeli, hastalık, yabancı ot ve böceklere karşı mücadele olanakları geliştirilmelidir. Toprakta canlılığını sürdürebilen toprak patojenlerine karşı ekim nöbeti uygulanmalı, kültürel önlemlere öncelik verilmelidir. Pestisitlerin patojenlerde dayanıklılık oluşturmaması adına dönüşümlü kullanılmalı, gerek olmadıkça çevre ve insan sağlığını korumak, dayanıklılığı arttırmamak için ve doğaya zarar vermemek adına pestisit kullanılmamalı veya pestisit kullanımı en aza indirgenmelidir.

## KAYNAKLAR

- Ağca, N., 2012. Toprak Kimyası'nın Dünü, Bugünü ve Geleceği. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi. 1(1), 6 – 8.
- Aktaş, M., Ateş, A., 1998. Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları. Nurol Matbaacılık A.Ş. Ostim-Ankara.
- Anonim, 2008a. Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, 4: 69-74, Ankara.
- Anonim, 2008b. Zirai Meteoroloji. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2009. <http://www.uzumsen.org>. Erişim Tarihi: 26.01.2009.
- Agrios, G. N., 2005. Plant Pathology. 5th Edition. Academic Press, San Diego, CA ,USA.
- Akınerdem, F., 2013. Türkiye Şeker Pancarı Tarımı ve Şeker Sanayi'nin Son Durumu. Agrotime Uluslararası Bitkisel ve Hayvansal Üretim Dergisi. 1(3): 9-11.
- Bender, D., Erdal, İ., Deniz, O., Gürbüz, M., Tarakçıoğlu, C., 1998. Farklı Organik Materyallerin Killi Bir Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. International Symposium on Arid Region Soil, 21-24 September 1998, Menemen-İzmir, 506-510.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ. İ., Savaşçı, S., Paslı, N., 2001. Ekoloji – II (Toprak), Başkent Klişe Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Burke, J. J., 1990. High Temperature Stress and Adaptation in Crops, In: Alscher, R.G., Cummings, J.R. (Eds.), Stress Response in Plants: Adaptation and Acclimation Mechanisms, pp.295-309, WileyLiss, New York.
- Burrage, S. W., 1970. Environmental Factors Influencing the Infection of Wheat by *Puccinia graminis*. Ann. Appl. BioI. 66:429-40.
- Çepel, N., 1996. Toprak ilmi. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438. İstanbul.
- Demir, G., Gündoğdu, M., 1993. Fireblight of Pome Fruit Trees in Turkey: Distribution of the Disease, Chemical Control of Blossom Infections and Susceptibility of Some Cultivars, Acta Horticulture, 338, 67-74.

- Demirkıran, H., 2023. Ege Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü Ders Notları. <https://docplayer.biz.tr/178396590-T-c-ege-universitesi-ziraat-fakultesi-bitki-koruma-bolumu-doktor-ogretim-uyesi-hasan-demirkan.html> (Erişim tarihi: 04.12.2023)
- Durak, A., Ece, A., 2007. İklim Değişikliğinin Toprak Özelliklerine ve Sebze Tarımına Etkisi, Türkiye İklim Değişikliği Kongresi. 11-13 April 2007, ITU, İstanbul, 186-193.
- Eastburn, D. M., Degennaro, M. M., Delucia, E. H., Dermody, O., Mc Elrone, A.J., 2010. Elevated Atmospheric Carbon Dioxide and Ozone Alter Soybean Diseases at SoyFACE. *Glob Chang Biol* 16:320–330.
- Edgerton, C. W., 1910. The bean antracnose. *Louisiana Agr. Exp. Sta. Bull.* No. 119, 55 p.
- Fageria, N, K., Baligar, V. C., Jones, C. A., 2011. *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*. 3rd Edition, CRC Pres, Boca Raton, FL, USA.
- Foth, H. D., 1984. *Fundamentals of Soil Science*. 7th Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Gross, R. W., 1940. The Relation of Temperature to Common and Halo Blight of Beans. *Phytopathology* 30: 259-264.
- Gök, G., 2016. Iğdır İli Elma Ağaçlarında Ateş Yanıklığı Hastalığına Neden Olan *Erwinia amylovora* (burr.) Winslow et al. Etmeninin Biyokimyasal ve Moleküler (mıs) Yöntemlerle Tanısı (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Hunjan, M. S., Lore, J. S., 2020. Climate Change: Impact on Plant Pathogens, Diseases, and Their Management. *Crop Protection Under Changing Climate*, 85–100. doi:10.1007/978-3-030-46111-9\_4
- El-Kassas, S. E., Amen, K. I. A., Hussein, A. A., Osman, S. M., 1992. Effect of Certain Method of Weed Control and Nitrogen Fertilisation on the Yield, Fruit Quality and Some Nutrient Contents of Manfalouty Pomegranate Trees: II-Yield and Fruit Quality. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 23(3): 199-218.
- Hepaksoy, S., Aksoy, U., Can, H. Z., UI, M. A., 1998. Determination of Relationship between Fruit Cracking and Some Physiological Responses, Leaf Characteristics and Nutritional Status of Some Pomegranate Varieties. I. Int. Symp. on Pomegranate, 15-17 October, Orihuela (Alicante) Spain.

- Kacar, B., Katkat, V., 2010. Bitki Besleme. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara.
- Lauritzen, J. L., 1911. The Relation of Temperature and Humidity to Infection by Certain Fungi. *Phytopathology* 26: 7-35.
- Liao, C., Lin. C., 2001. Physiological Adaptation of Crop Plants to Flooding Stress. *Proc. Natl.Sci.Counc.* 25(3):148-157.
- Manning, W.J., von Tiedemann, A., 1995. Climate Change: Potential Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) & Ozone and Ultraviolet-B (UV-B). *Environ. Pollut.* 88, 219–245.
- Neumeister, L., 2010. Climate Change and Crop Protection: Anything Can Happen. Published by PAN Asia and the Pacific, pp. 42.
- Nguyen.,H.T., Joshi, P.C., 1992. Molecular Strategies for The Genetic Dissection of Water and High Temperature Stress Adaptation in Cereal Crops, Proceedings of an International Symposium on the Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress, , Taiwan, 119, 13-18 August.
- Öğüt, S., Seçilmiş, H., 2009. Tarım İlaçlarının (Pestisitler) Olası Çevre Etkileri. International Davraz Congress on Social and Economic Issues Shaping the World's Future: New Global Dialogue, Isparta.
- Patel, P. N., Walker, J. W., 1963. Relation of Air Temperature and Age and Nutrition of Host to the Development of Halo and Common Bacterial Blights of Bean. *Phytopathology* 53: 404-411.
- Plaster, E. J., 1992. Soil Science and Management. 2nd Edition, Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA.
- Shanmugam, V., Ajit, N.S., Raja, R., &Devendra, D., 2009. Screening Carnation and Gladiolus Cultivars For Vascular Wilt Resistance. *Journal Indian Phytopathology*, 62 (1), 117-118.
- Sharma, V., Chauhan, K. S., 1973. Pomegranate Cultivation. *Farmer and Parliament*, 8:11-12/ 24-25.
- Shulman, S., Fainberstein, L., Lavee, S., 1984. Pomegranate Fruit Development and Maturation. *Journal of Horticultural Science*, 59(2) 265-282.
- Siddiqui, I. A., Shaukat, S. S., Khan, G. H., Zaki, M. J., 2002. Evaluation of Argemone Mexicana For Control of Root-Infesting Fungi in Tomato, *Journal of Phytopathology*, 150: 321-329.

- Snow, J. A. 1965. Effects of Light on Initiation and Development of Bean Rust Disease. Diss. Abstr. 25: 6149.
- Sofuoğlu, S. C., 2009. Hava ve Sudaki Kirleticilere Maruziyet ve İnsan Sağlığı Riskleri-İzmir İli Deneyimi. 7. Uluslararası Katılımlı Türk Toksikoloji Derneği Kongresi, Ankara.
- Trębicki, P., 2020. Climate Change and Plant Virus Epidemiology. Virus Research, 286:1-7.
- Uçgun K., Kaymak S., Butar. S., Aslanca. H., 2011. Şeftali Yaprak Kıvrıcıklığı (*Taphrina deformans* (Berk.) Tull.) Hastalığı ile Besin Elementi Arasındaki Etkileşimler. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 04-08 Ekim 2011, Şanlıurfa.
- Vary Z, Mullins E, Mc Elwain C., Doohan FM, 2015. The Severity of Wheat Diseases Increases When Plants and Pathogens are Acclimatized to Elevated Carbon Dioxide. Glob Chang Biol 21:2661–2669.
- Voisey, P.W., Lyall, L.H., 1965. Methods of Determining the Strength of Tomato Skins in Relation to Fruit Cracking. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 86:597-609.
- Wang, W., Vinocur, B., Shoseyov, O. ve Altman, A., 2004. Role of Plant Heatshock Proteins and Molecular Chaperones in the Abiotic Stress Response, Trends in Plant Science, 9(5): 244-252.
- Wheeler, T.R., Craufurd, P.Q., Ellis, R.H., Porter, J.R., Prasad, P.V.V., 2000. Temperature Variability and the Annual Yield of Crops. Agric. Ecosyst. Environ. 82, 159–167.
- Wilkinson, V., 1970. Light and Infection of Wheat by *Ophiobolus graminis*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 54 :33 1-32
- Yeo, A., 1999. Predicting the Interaction Between the Effects of Salinity and Climate Change on Crop Plants. Science Horticulture. Vol. 78, 159 – 174p.

## BÖLÜM 3

### BİR ÇIRÇIR İŞLEME FABRİKASININ İŞ AKIŞININ VERİMLİLİK VE İŞLETME EKONOMİSİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ VE EKSİK YÖNLERİNİN BELİRLENMESİ

Zir. Yük. Müh. Uğur ÇELEBİ<sup>1</sup>

Dr. Öğr. Üyesi M. Murat TURGUT<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10402870>

<sup>1</sup>Batman Beşiri İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Beşiri, Batman, Türkiye, ORCID ID: 0000-0001-7773-1221, E-mail: celebiugur2121@gmail.com

<sup>2</sup>Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-2731-4910, E-mail: mmturgut@dicle.edu.tr



## GİRİŞ

Pamuk (*Gossypium* spp.), Dünya ve Türkiye tekstil sektörü için önemli bir hammaddedir. Ülkemiz dünyada önemli pamuk üreticisi ülkeler arasında yer almaktadır. Ülkemizde GAP'ın kademeli olarak uygulamaya geçmesiyle birlikte Ege ve Çukurova Bölgelerinde pamuk üretim alanları azalırken, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde üretim alanları artmış, bölgede pamuk üretimi ön plana çıkmıştır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak illerini içine alan GAP Bölgesi, toplam Türkiye yüzölçümünün % 9.7' sine tekabül eden 75 358 km<sup>2</sup>' lik bir alana sahiptir. GAP tamamlandığında, bölgede su sıkıntısının ortadan kalkması ile sulu tarım gündeme gelmiş, ürün çeşidi artmıştır. Bunun yanında sulu tarımın gerektirdiği teknik tarım uygulamaları ön plana çıkacaktır. Bunun sonucu olarak da bölgede, teknik tarım uygulamaları konusunda bilgi eksikliği açığa çıkmıştır. Diyarbakır ili de sahip olduğu 575847 ha tarım alanı ile bölgede önemli bir yere sahiptir (Anonim, 2023).

2022 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de pamuk üretimi yapılan alan 573161 ha iken, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 358739 ha alanda, Diyarbakır'da ise 82915 ha alanda pamuk üretilmiştir (Anonim, 2023). Bu verilere bakıldığında ülkemiz pamuk üretiminin yarısından fazlasının Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleştiği görülmektedir. Pamuk tarımında tarımsal üretim teknolojilerinin uygun ve yeterli bir şekilde uygulanması son derece önemlidir. Pamukta üretim artışını sağlamak, lif kalitesini artırmak ve üretim maliyetini azaltmak için pamuk tarımında mekanizasyon uygulamalarının hasat öncesinden hasat sonrasına kadar her süreçte bilimsel olarak yürütülmesi zorunludur.

Pamuğa dayalı sanayi işletmeleri, genellikle ana karayolları kenarında ve organize sanayi bölgesinde tesis edilmektedir. Çırçır-Pressé işletmeleri, Diyarbakır merkez ve organize sanayi bölgesi başta olmak üzere; Bismil, Silvan ve Çınar İlçelerinde yoğunlaşmaktadır. Diyarbakır ili dahilinde faaliyet gösteren çırçır-pressé işletmelerinin yıllık çalışma süreleri, işletme sermayelerine ve pamuk stokuna bağlı değişmek ile beraber, günlük 8-9 saatlik 1 veya 2 vardiya şeklinde ortalama 4.7 ay civarında; var olan kurulu kapasitenin % 45.9'i kullanılabilir (Başbağ ve ark. 2002).



Genel tanımlarıyla; ilk etapta çiğitli (kütlü) pamuğun elyafının çekirdeğinden (çiğidinden) ayrılması işlemini yapan işletmelere çırçır-prese fabrikası, ikinci etapta linter pamuğunun çekirdek üzerinden sıyrılması işlemini yapan işletmelere linter-prese fabrikası denilmektedir.

Günümüzde büyük miktarlarda üretimi yapılan hammaddelerin, hatasız bir şekilde işlenmeleri, ancak o maddelerin yapısının en ince ayrıntısına kadar çok iyi bir şekilde bilinmesiyle sağlanabilir. Şayet hammaddenin yapısı tam anlamıyla bilinmeden bir işleme tabi tutulursa, bu maddenin fiziksel ve kimyasal yapısı bozabilir, telafisi mümkün olmayan kayıplara yol açılabilir. Bu nedenle, üretimin ilk aşamasından sonuna kadar kalite kontrolünün ön planda olmasının, işletme ekonomisi bakımından birçok yararı bulunmaktadır. Kalite unsurları açısından istenilen özelliklere sahip olmayan hammadde, üretimin ilk aşamasında yok edilerek, bu aksaklığın daha sonraki üretim aşamalarına yansması önlenebilir. Böylelikle üniversiteler, kurumlar ve üreticiler arasında daha sağlıklı ve etkin bir iletişimin yolu açılacaktır.

Çırçır-prese işletmeleri genel olarak; kantar bölümü, randıman tespit odası, avlu/sundurma ve kütlü depoları, çırçır makineleri bölümü, prese bölümü, prese (balya) depoları, çiğit depoları, idare binası ve yakıt bölümü gibi kısımlardan oluşmaktadır. Bir çırçır-prese fabrikası içerisinde de makine ve teçhizat donanımları olarak; kütlü pamuk iletim aspiratör ve boruları, kütlü ve lif pamuk temizleyicileri (kliner), rollergin veya sawgin çırçır makineleri, lif pamuk taşıma bantları, seperatör, şiftleme makinesi, balya presesi, çiğit helezonları, kantar ve rutubet ölçme cihazı gibi ekipmanlar bulunmaktadır.

Çalışma kapsamında, pamuğun fabrikaya giriş aşamasından son ürüne kadar gerçekleştirilen iş akışı gözlemlenerek, ürün kalitesi ve işletme ekonomisi açısından iş verimini ve iş hızını aksatan uygulamalar belirlenmiştir. Toplanan veriler değerlendirilmiş ve bu projede sunulmuştur.

## **MATERYAL ve METOT**

### **Materyal**

Araştırmanın materyalini, Diyarbakır ili Bismil ilçesinde bulunan bir çırçır fabrikası oluşturmaktadır (Şekil 3.1).



**Şekil 1.** Çalışma kapsamında incelenen çırçır fabrikası

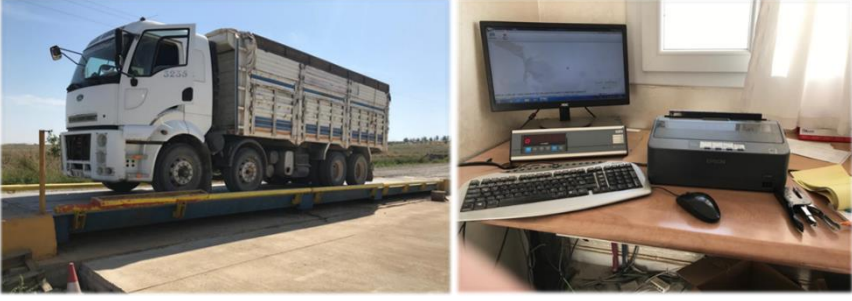
Fabrika 50 da arazi üzerine kuruludur. 30 da alan idare binası, depolar, beton saha ve fabrika binasına ait olup, 20 da alan ise boş arazi olarak kullanılmaktadır. Bu arazide sezonuna göre tarımsal üretim yapılmaktadır. Üretim deseni daha çok buğday arpa ve mercimek üzerine yoğunlaşmaktadır. İşleme sezonuna denk geleceği için pamuk yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Gerekli durumlarda ise açık depo alanı olarak kullanılmaktadır.

Fabrikada 67 adet rollergin çırçır makinası bulunmaktadır. Maksimum işletme kapasitesi 100-110 ton/gün'dür. İşletmenin yıllık çalışma süresi, üretim sezonuna göre değişmekle beraber, günlük 8-9 saatlik bir veya iki vardiya şeklinde ortalama 2.5-3 ay civarında sürmektedir. Elektrik kesintisi, makine arızası, uygun nemde olmayan ve fazla miktarda yabancı madde içeren pamuğun sisteme girmesi gibi nedenlere bağlı olarak, işletme kapasitesi %80-85 seviyelerine düşebilmektedir.

### **Metot**

Çalışma süresince, işletme içerisinde pamuğun işletmeye ilk getirildiği andan son ürün olan çırçırlanmış materyalin çıkışına kadar yapılan işlemler incelenmiştir.

Tarladan hasat edilen pamuklar işletmede ilk önce kantar bölümüne girmektedir (Şekil 2). Burada gelen pamuğun miktarı tartılırken aynı anda araçtan alınan numunelerde bir uzman tarafından randıman, çeper oranı ve nem içeriği hesaplanmaktadır (Şekil 3).



Şekil 2. İşletmenin kantar ünitesi



Şekil 3. Ürün randıman, çeper oranı ve nem oranı tayini

Bu hesap sonucunda ürün sahibine ürünün anılan değerleri ve bu değerler üzerinden hesaplanmış ürün alım bedeli iletilir. Ürün sahibi ile anlaşma sağlanırsa mal kamyonundan veya römorktan fabrikanın deposuna boşaltılır (Şekil 4).



Şekil 4. Kapalı ve açık depolar

Depolarda birkaç gün beklemeye alınan pamuk daha sonra bir yükleyici yardımıyla 'modül' adı verilen üniteye aktarılır. Modüle doldurulan ürün bir

aspiratör yardımı ile fabrikanın iç kısmına işlenmek üzere iletilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Modül ünitesi

Modülden fabrika içerisine aktarılan pamuk kurutulup temizlendikten sonra çırçırılama ünitesine iletilmektedir. Çırçırılama bölümünde bir vardiyada 5 kadın işçi ve 2 erkek usta, makinaların bakımı, arıza ve çalışmasından sorumludurlar. İşçilerden herhangi birisi görevini yapmadığı takdirde; çırçır makinaları boş çalışmakta, bu da enerji kaybına ve işletme kapasitesinin düşmesine sebep olmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Çırçırılama ünitesi

Çırçırılama ünitesinden çıkan elyaf daha sonra prese kısmına iletilir. Prese kısmında 3 prese işçisi çalışmaktadır. Pamuk balyasının nem oranının %9 olması istenir. Nem oranı artarsa pamuk balyasında sararmalar olur bu da renk kalitesini düşürür, nem oranı düşerse bu sefer çırçır işletmesi pamuk balyasının ağırlığı düştüğünden dolayı maddi zarar görebilir. Bu nedenle ünite üzerindeki nemlendiricinin periyodik olarak bakımının, kontrolünün ve kalibrasyonunun yapılması gerekmektedir (Şekil 7).



**Şekil 7.** Prese ünitesi

Prese ünitesinden çıkan pamuklar balyalar halinde renk kalitesine göre depo kısmında istiflenmektedir. Deponun yangın, nem, haşere ve güvenlik bakımından uygun bir yer olması gerekir. Uygun koşulların sağlandığı bir depo ürünün kalitesini de koruyacağından, satış sırasında istenilen fiyattan ürünün satılmasını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle bu tip fabrikalarda kurulum maliyetinin büyük bir kısmı depoların inşası için harcanmaktadır (Şekil 8). Sistemin bir diğer son ürünlerinden olan pamuk çığitleri, çırçır fabrikaları tarafından depolanarak işletme masraflarını karşılamaya yönelik satışa sunulur. Genel olarak bu çığitleri bölgedeki yağ fabrikaları almaktadır (Şekil 9).



**Şekil 8.** Depo



**Şekil 9.** Çığit deposu

Satışı gerçekleştirilen pamuk balyaları kamyonlara yüklenerek alıcı firmalara iletilmektedir. Malın yüksek maliyetinden dolayı, nakliyeciler genellikle, tanıdık firmalardan ve iplik fabrikalarının yerlerini bilen tecrübeli şoförlerden seçilir. Sebebi, malın özenli ve emniyetli bir şekilde taşınmasıdır (Şekil 10).



Şekil 10. Nakliye işlemi

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma sonucunda, araştırma konusu olan örnek çırçır işleme tesisinde belirlenen eksikliklere bağlı kayıplar:

- Taşıma kayıpları
- Ürün boşaltma ve depolama kayıpları
- Temizleme ünitesindeki kayıplar
- Çiğit helezonundaki kayıplar
- Preseli pamuk (balyalanmış son ürün) kayıpları şeklinde sıralanabilir.

Kayıpların en çok olduğu nokta ise ürün boşaltma ve depolama kısmı olarak belirlenmiştir. Özellikle yoğun sezonda açık alanda toprak üzerine boşaltılan ürünün toprağa yapışması, iş makinalarının tekerleri altında ezilmesi ve geciken işlemlerde ürünün renk ve kalite kaybına uğraması kaçınılmaz olmaktadır. Yoğun sezonda yığılan 5000 ton ürünün 1000 tonu toprak üzerine yığılabilmektedir. Bu 1000 ton içerisinde anılan nedenlerden dolayı %0.01-0.02'lik bir kayıp oluşmaktadır. Bu oran, günümüz değerleriyle yaklaşık 9000 ₺ zarara tekabül etmektedir. Çırçır işleme tesisinde anılan kademelerde oluşan kayıplar göz önüne alındığında, toplamda ortalama %0.1 ürün kaybı söz konusu olmaktadır. Yoğun bir sezonda işletmeye giren pamuk miktarının 5000 ton olduğu varsayıldığında toplam kayıpların 5 tonu bulunduğu görülmektedir. Bu

%0.1’lik oran günümüz değerleriyle hesaplandığında, işletmenin maddi kaybının yaklaşık 50000-70000 ₺ arasında olduğu hesaplanmıştır.

Bölgede yetişmiş pamuk eksperleri yeterli sayıda yoktur. Bu yüzden işletmeler personel teminini başta Adana ve Kahramanmaraş illeri üzere çevre illerden karşılamaktadır. Bu personellerin yeme-içme ve barınma giderleri de işletmelere ek bir masraf oluşturmaktadır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Araştırma kapsamında elde edilen bilgiler değerlendirildiğinde,

- Taşıma kayıplarını engellemek için pamuk hasadı sonra balyalama yapan P.H.M.’lerin bölgede yaygınlaşması,
- Bölgede eğitimli pamuk eksperlerinin çoğalması ile eğitimli personel temini için ek masraflara gerek duyulmayacağı,
- Depo kayıplarının engellenmesi için, kapalı alanların ve sundurmaların yeterli seviyeye getirilmesi,
- Temizleme ünitesindeki kayıpları engellemek için makinaların bakımlarının aksatılmaması ve tecrübeli işçilerin çalıştırılması,
- Çiğit helezonundaki kayıpların önlenmesi için makinaların bakımlarının aksatılmaması ve tecrübeli işçilerin çalıştırılması,
- Preseli pamuk (balyalanmış son ürün) kayıplarının önlemesi için yeterli bilgiye sahip teknik elemanların olması ve nemlendirme ünitesinin ayar ve bakımının periyodik olarak yapılması, faydalı olacaktır.

Diyarbakır ili, Bismil ilçesinde bulunan bir çırçır işleme fabrikası örneğinde yapılan bu çalışmada tespit edilen eksiklikler, esasında bölge genelindeki tüm işletmelerin ortak sorunudur. Türkiye’nin çırçır işleme fabrikası bulunan değişik bölgelerinde yürütülecek olan benzer çalışmalar ile bölgeler özelinde ortaya çıkacak eksikliklerin belirlenmesi bakımından faydalı olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Anonim, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim: Kasım, 2023).
- Başbağ, S., Sessiz, A., Ekinci, R., 2002. Diyarbakır İlinde Pamuk Sanayinin Durumu ve Gelişimi. Türkiye V. Pamuk, Tekstil ve Konfeksiyon Sempozyumu, 28-29 Nisan 2002, Diyarbakır, s. 235-241.
- Başbağ, S., Ekinci, R., Akıncı, C., Akın, S., Kara, F.Ö., Tonçer, Ö. 2010. Diyarbakır ve Şanlıurfa İllerinde Pamuk Sektörü Envanterinin Hazırlaması Projesi Sonuç Raporu. Karacadağ Kalkınma Ajansı, Sözleşme No:TRC2-10—DFD-45, Diyarbakır.
- Kılıçkan, A., N. Uçer, İ. Yalçın, B. Coşkun, 2011. Determination of Performance of Cotton Harvest Machine at Different Cotton Production Techniques. 11th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture Congress, Proceedings, pp:152-156, İstanbul, TURKEY.
- Özel, E., 2015. Türkiye'deki Çırçır-Linter-Prese İşletmelerinin Durumlarının İncelenmesi. KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 102 s.
- Sessiz, A., Esgici, R., Eliçin, A.K., Gürsoy, S., 2012. Makinalı Hasadın Farklı Pamuk Çeşitlerinde Pamuk Lifinin Teknolojik Özelliklerine Etkisi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı. S: 154-159, Samsun.





## BÖLÜM 4

### ALİŞVERİŞ MERKEZLERİNDE İÇ MEKAN BİTKİLERİNİN KULLANIMI

Prof. Dr. Şevket ALP<sup>1</sup>

Öğr. Gör. Nurbanu ÖZKARAL<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10402874>

---

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Bölümü Van, Türkiye. alp.sevket@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-9552-4848

<sup>2</sup> Siirt Üniversitesi, Tasarım Meslek Yüksekokulu, Bilgi Teknolojileri Bölümü, Siirt, Türkiye. banuozkartal@hotmail.com. Orcid ID: 0000-0002-6747-6498



## GİRİŞ

Paleolitik çağlardan günümüze kadar her çağda, insan hayatının bir parçası olan alışveriş gündelik hayatımızın önemli bir parçası oldu. Paranın bulunması ve teknolojinin gelişmesi yanı sıra değişen toplumsal, ekonomik ve kültürel faktörlere göre zaman içinde farklılaştı. Sanayi Devrimi, üretim süreçlerini dolayısıyla alışveriş davranışlarını da büyük ölçüde değiştirdi. Üretim maliyetlerini düşüren ve ürünlerin daha geniş bir kitleye ulaşmasını sağlayan fabrikalardaki seri üretim alışveriş mekânlarının değişimini de tetikledi. Artık alışveriş mağaza alanlarında yapılmaya başlandı. Bu sektör zaman içinde hızlı bir şekilde gelişti ve değişti. Büyük perakende zincirleri ve süpermarketler, alışveriş deneyimini daha erişilebilir ve uygun mekânlarda yapılır hale getirdi. Bu değişim, alışveriş merkezlerinin sadece bir ekonomik faaliyetin yapıldığı bir mekânın ötesinde, kültürel ve sosyal bir mekâna dönüşmesine neden oldu. Alışveriş mekanları, teknolojik ilerlemeler ve toplumsal değişimlere paralel olarak sürekli olarak değişmektedir. Son yüzyılda geleneksel mağaza yerlerine olan talep azalırken, tüketiciler daha fazla ürün ve hizmet çeşitliliğine erişme bildiği alışveriş merkezlerine ilgi artmaktadır.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Amerika Birleşik Devletleri'nde, otomobillerin yaygınlaşması ile daha uzun mesafelere seyahat edilebilmesi, orta sınıfın büyümesi ile kent çeperinde banliyö mahallelerinin gelişmesiyle alışveriş merkezleri ortaya çıktı. Çok çeşitli perakende mağazasının yanı sıra, eğlence ve yemek olanaklarını tek bir yerde sunabilmesi ve genişleyen tüketici tabanına hitap etmesi nedeniyle zaman içinde kentlerin çekim merkezi haline gelmesine neden oldu (Sedlmaier, 2005; Söllner, 2009).

Alışveriş merkezi halk arasında AVM olarak da bilinen bu mekânlar, tüketicilere geniş bir ürün yelpazesi sunan, genellikle kapalı alanda bulunan perakende satış noktalarıdır. Ayrıca, alışveriş merkezleri içinde genellikle sinema salonları, restoranlar, kafeler ve eğlence alanları gibi ek hizmetler de bulunmaktadır. Alışveriş merkezleri, tüketicilere bir arada toplu bir şekilde çeşitli ürün ve hizmetleri sunma avantajı sağlarken, aynı zamanda sosyal etkileşim ve eğlence için de bir ortam sunmaktadır.

Günümüzdeki alışveriş merkezlerinin temel plan şeması, Gruen'in 1950'lerde tanımladığı mimari tipolojiye dayanmaktadır. Buna göre, plan şemasında doğrusal düzenlenmiş bir dolaşım aksı ve bu aksın her iki ucunda büyük mağaza, eğlence merkezi, yemek yeme alanları gibi çekim noktası ya da

referans noktası oluşturacak mekanlara yer verilmektedir. Tek doğrultulu dolaşım alanının iki yanındaki bitişik mağazalar, kullanıcının hareketini yönlendirmekte ve tek bir düzlem üzerinde kontrol etmektedir (Bozkurt ve Ulus, 2014).

Alışveriş merkezlerinin tasarımı ve mimarisi, çekici ve davetkar bir atmosfer yaratacak şekilde planlanmaktadır. Bu yüzden geniş iç mekanlar, yeşil ve çekici çevre düzenlemesi ve oturma alanları gibi özellikler dahil edilmektedir. Alışveriş Merkezleri mimari tasarım ve işlevselliğin önemli bir rol oynadığı mekânlar olduğu kadar birçok disiplini içeren kapsamlı bir alandır ve sadece estetik değil, aynı zamanda yapıların doğallığı, sürdürülebilirlik ve iç mekân konforu gibi önemli faktörlere de odaklanır (Schulz, 2014).

Son yıllarda kendi bünyelerindeki nüfusunun artışının yanında, diğer merkezlerden gelen göç hareketiyle nüfusu artan kentleri doğal yapısından daha çok yapısal mekânları şekillendirmeye başlamış ve kentler hızlı bir şekilde beton yığına dönüşmüşlerdir. Doğal olarak bu betonlaşma insanların temel gereksinimi olan doğa ile bir araya gelme veya iç içe olma isteğini bastıramamıştır. (Jewell, 2001).

Bu sorunun çözümü için alışveriş merkezlerinin iç mekânlarında da süs bitkisi kullanımını gündeme getirmiştir. İç mekân süs bitkilerinin kullanılması alışveriş mekânını daha canlı, taze ve davetkâr hale getirdiği ve kullanıcıya rahatlatıcı bir ortam sunarken içinde geçirilen zamanı daha keyifli hale getirmiştir. Hayat koşulları değişen ve nüfusu artan kentlerde, bir araya gelinip, iletişim kurulduğu ve sosyal paylaşımların yapıldığı rekreasyonel alanları ile alışveriş gibi ticari aktivitelerin birleştiği alışveriş merkezlerinde iç mekân peyzajı ve alışveriş merkezlerinde kullanılması önerilen bazı bitki türleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

## İÇ MEKAN PEYZAJ TASARIMI

İç mekan peyzajı “Interior Landscaping” veya iç mekan bitkilendirmesi “Interior Plantscaping” günümüzde peyzaj mimarlarının, iç mimar veya dekorasyon ile uğraşan kişilerle işbirliği halinde gerçekleştirdikleri önemli bir çalışma alanı olarak tanımlanmaktadır. (Ulus, 2006).

Conklin 1978 e göre, günlük yaşantımızın önemli bir bölümünü geçirdiğimiz ofis, konut ve kamusal bina gibi kapalı alanlarda doğal dengeyi sağlamak için bitkisel tasarım gereklidir. İç mekan peyzaj tasarımının amacı,

bitkilerle iç mekanların işlevsel, estetik ve psikolojik açıdan desteklenerek yaşanabilir bir ortam yaratmaktır. Tasarım sürecinin temelinde, tasarlanan her parçanın bir hedefi olmalı ve sonuçta bu hedeflere ulaşmalıdır. İç mekan tasarımında, seçilecek öğeler işlevsel, estetik, davranışsal ve psikolojik olarak yol gösterici rol almalıdır. İç mekan tasarımlarında kullanılan bitkinin temel işlevleri; estetik kaygısı, canlılık hissi, insanlar üzerindeki pozitif etkisi, hava kalitesine olan katkıları gibi nedenler gösterilebilir. (Eroğlu ve Başaran, 2017)

İç mekan peyzajı, insanların hayat alanına, ofis alanına, ticari alana, yemek alanına, eğlence alanına ve diğer mimari alanlara süs bitkilerini entegre etmesi, dinlenme, boş zaman, öğrenme, iletişim ve gezi gibi ana işlevlere sahip bir ortam yaratması ve aynı zamanda insanların fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçlarını karşıladığı düşünülmektedir. İç mekanda bitkilerin kullanımıyla insanlar kendilerini doğadaymış gibi zevkli, rahat, güzel, keyifli ve sessiz bir ortamda hissedecektir (Xu, 2018).

## İÇ MEKAN BİTKİ TASARIMI

Hızlı gelişen kentleşme sonucunda doğadan kopan insanoğlu doğaya daha yakın olma duygusu tatmin etmek için yakın çevrelerinde özellikle süs bitkisi yetiştirmeye başladı. Sağlıklı bir çevre oluşturmak amacıyla kentsel açık yeşil alanlar yanında, saksı içlerinde balkon, teras gibi yaşadığımız mekânlarda yetiştirilen bitkilere iç mekan bitkileri denilmektedir. İç mekan bitkileri; doğal olarak yetiştikleri ekolojik ortamlardan alınarak, saksı veya çeşitli kaplar içerisinde kendi yetiştirme ve gelişme ortamlarına benzer yapay olarak oluşturulan ortamlarda iç mekânlara konumlandırılarak yaşamlarını sürdürebilen bitkilerdir (Ulus, 2006).

Açık alanda yetişen bitkiler, uygun ortam ve koşullar sağlandığı takdirde iç mekânda da yetişebilmektedir. Yani “iç mekân bitkileri” insan eliyle oluşturulan, soyut bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Dış mekândaki bitkilerin yağmurdan, güneş ışığından ve toprakta alınan besin maddelerinden faydalandığı bilinmekte ancak, iç mekânda bulundurulacak bitkilerin bahsedilen bu ekolojik istekleri insanlar tarafından karşılanması gerekmektedir. Gerekli bu ekolojik şartlar sağlanmadığında bitkilerin yaşamlarını sürdüremedikleri bilinmektedir (Ulus, 2006). İç mekânda bitkilerin kullanılmalarıyla kentlerde insanın doğayla bağlantı kurmasını sağlayan günlük yaşamımıza renk ve canlılık veren canlılar olarak ta tanımlanabilmektedir.

İç mekânda bitkilerle yapılan tasarımda amaç; bitkileri mimari birer eleman gibi değerlendirerek ve çeşitli özelliklerini kullanarak, insanlar için yetiştirildiği mekânı daha işlevsel, estetik ve psikolojik olarak düzenlemektir. İç mekânda bitki tasarımı yaparken bitkinin ölçü, şekil, renk ve doku bakımından mekânın özelliklerine uygun olması oluşması istenilen çağrışımları doğrudan etkilemektedir. Bitki mekânın ölçüsüne, şekline, mekânı oluşturan elemanların renk ve dokusuna uygun olarak seçilirse mekân ve bitki arasında bir uyum sağlanacağı için insan üzerinde etkisi istenilen boyutlara ulaşabilmektedir. Bu güçlü özelliklere dikkat edilmediğinde kullanıcının psikolojik olarak negatif etkilenmesi kaçınılmaz olacaktır. (Kösa ve Güral, 2020) göre; iç mekânda kullanılan bitkilerin, ortamın gürültüsünü filtre etme, akustik kontrolü sağlama, tozu tutma, oksijen üretme, parlama ve yansımayı önleme gibi amaçlar için de kullanıldığı bildirilmektedir.

Xu (2018)' a göre; İç mekan bitkileri canlı bir dekoratif malzeme olarak düşünüldüğünden başka hiçbir dekoratif malzeme onların yerine kullanılamaz ve beklenen etki alınamaz. Son yıllarda, iç mekân bitki peyzajı, iç mekân tasarımında özellikle ticari alanların, yemek alanlarının, ofis alanlarının ve yaşam alanlarının tasarımında giderek daha popüler hale gelmiştir.

İç mekân bitki peyzajlarının yükselişi, iç mekân bitki yetiştirme tekniklerinin sürekli gelişmesine yol açmaktadır. Giderek daha fazla bitki türünün ve bitki peyzajının iç mekanlarda kullanılması bazı işlevleri ortaya çıkarmıştır. Bu işlevler içinde; fonksiyonel, tasarım ve estetik işlevler öne çıkan konular olarak düşünülmektedir. Fonksiyonel işlevleri; havayı temizleme, sıcaklığı dengeleme, havayı nemlendirme, dezenfeksiyon, fiziksel ve zihinsel sağlığı destekleme gibi özelliklerini içermektedir. Tasarım işlevleri; mekâna rehberlik etme (yönlendirme), mekânı sınırlandırma, mekânın başında ve sonunda boşluğu önleme, mekânı süsleme, geçişleri sağlama gibi özelliklerdir. Estetik işlevi ise; renk, koku, budama yoluyla şekillenebilme, diğer bitkilerle ve dekorasyon malzemeleri ile kombinasyon oluşturabilme özelliklerini içermektedir.

Doğadan esinlenme ve onu yaşama isteğinden dolayı iç mekânda kullanılan türlerin ve kullanım şekillerinin önemi alınacak geri dönüşler için oldukça önemlidir. Bu sebeple doğanın yansımaları olmasına dikkat edilmelidir.

## ALİŞVERİŞ MERKEZLERİNDE İÇ MEKÂN BİTKİ TASARIMI

Alışveriş merkezlerinde iç mekândaki bitkilerin, tür çeşitliliği, bitkilerin alışveriş merkezi içerisindeki kullanım alanları, kullanım şekilleri, buldukları noktalarda işlevsel olarak sağladıkları yararların tümü iç mekândaki bitkisel tasarımı etkileyen önemli faktörler olarak düşünülmektedir. Kullanılan bitkilerin mekandaki bir sorunu çözümü için geliştirilen bir plan olması gerekmektedir. Bu sorunların başında özellikle sirkülasyon ile ilgili problem karşımıza çıkmaktadır. İç mekân bitki tasarımının bu sorunu ortadan kaldıracak en etkin yöntem olduğu düşünülmektedir (Kösa ve Güral, 2020)

Günümüzde Alışveriş Merkezlerinde bitkilerini başarılı bir şekilde yetiştirmek 20 veya 30 yıl öncesine oranla çok daha kolay ve zevkle yapılan bir uğraş haline gelmiştir. Son yıllarda üstün kaliteli pek çok çeşidin ıslah edilmesi yanında bitkiler hakkında geniş bilgi ve yeni bakım teknikleri istenildiğinde kolayca elde edilebilmektedir. Ancak bitki çeşit sayısındaki artış kendine özgü zorlukları da beraberinde getirmiş, her birinin yetiştirme isteklerinin bilinmesini zorunlu kılmıştır.

Alışveriş merkezlerinde bitki kullanımı sadece dekorasyonun ötesine geçiyor; genel çevreyi iyileştirir, ziyaretçilerin refahını olumlu yönde etkiler ve daha sürdürülebilir ve çekici bir alışveriş deneyimine katkıda bulunmaktadır. Alışveriş merkezlerinde bitkilerin kullanılması, o alanların hem estetik çekiciliğine hem de işlevselliğine katkıda bulunan çeşitli temel faydaları sunlardır:

### **Estetik Geliştirme:**

Farklı renk, şekil ve boyutlarda çeşitli bitkiler alışveriş merkezlerine doğal güzellik katar ve genel görsel çekiciliğini artırır. Bunun yanında yeşillik sakinleştirici ve davetkar bir atmosfer sağlayarak alışveriş deneyimini ziyaretçiler için daha keyifli hale getirir.

### **Geliştirilmiş Hava Kalitesi:**

Bitkiler, kirleticileri emerek ve fotosentez süreci yoluyla oksijeni serbest bırakarak doğal hava temizleyicileri gibi davranır. Bu, alışveriş merkezlerinde iç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesine, alışveriş yapanlar ve çalışanlar için daha sağlıklı bir ortam yaratılmasına yardımcı olabilir.



### **Stres azaltma:**

Doğaya maruz kalmanın stresi azalttığı ve refahı arttırdığı bilinmektedir. Alışveriş merkezlerinde bitkilerin varlığı mekana daha rahat ve konforlu bir atmosfer yaratarak alışveriş yapanlar için daha keyifli bir ortam oluşturabilir.

### **Sıcaklık Düzenlemesi:**

Bitkiler serinletici etki sağlayarak mekanın sıcaklığın düzenlenmesine katkıda bulunabilir. Bu, ziyaretçilerin konforu açısından sıcaklık kontrolünün çok önemli olduğu büyük alışveriş merkezlerinde özellikle faydalı olabilir.

### **Gürültü Azaltma:**

Bitkiler, alışveriş merkezlerinde sesin emilmesine ve gürültü seviyelerinin azaltılmasına yardımcı olabilir. Bu özellikle gürültü kirliliğinin endişe verici olabileceği hareketli, kalabalık alanlarda önemlidir.

### **Markalaşma ve Kimlik:**

Çevre sorunlarına ilişkin artan farkındalık ve çevre dostu unsurların alışveriş merkezinin inşaat ve iç tasarıma dahil edilmesi sürdürülebilir bir tasarım tercihidir. Bitkilerin alışveriş merkezinin tasarımına dahil edilmesi, mekanın sürdürülebilirliği sağlayarak doğayla bağlantılı olmasına neden olacağı için alışveriş merkezinin marka stratejisinin bir parçası olabilir. Bu, alışveriş merkezinin kimliğini güçlendirebilir ve çevreye duyarlı tüketicilerin ilgisini çekebilir.

### **Kalma Süresini Teşvik Etme:**

Alışveriş merkezinde bitkilerle iyi tasarlanmış bir yeşil mekan, ziyaretçilerin alışveriş merkezinde daha fazla zaman geçirmesini teşvik edebilir. Bu artan bekleme süresi, daha fazla alışveriş, yemek yeme ve alışveriş merkezinin sunduğu ürünlerle genel etkileşime yol açabilir.

### **Sosyal Alanlar Oluşturma:**

Alışveriş merkezinde bitkilerle iyi tasarlanmış bir yeşil mekandaki bitkiler, alışveriş merkezi içerisinde davetkar sosyal alanlar oluşturabilir. Yeşilliklerle çevrili oturma alanları, alışveriş yapanlara dinlenebilecekleri, sosyalleşebilecekleri ve çevrenin tadını çıkarabilecekleri alanlar sağlıyor.

## **ALIŞVERİŞ MERKEZLERİNDE BİTKİLERİ KULLANIRKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSULAR**

Alışveriş Merkezinin her nokta bitki yetiştirmek, onları başarılı bir şekilde büyütmek için uygun değildir. Seçilen yerin bitkinin belirli temel ihtiyaçlarını karşılaması gerekir, bitkinin yerleştirildiği yer bitkiler için gerekli ışığı almalı yeterli nem ve uygun sıcaklık sağlanmalıdır. Alışveriş merkezlerindeki bitkilerin bakımı, büyümeleri için doğru koşulları sağlamayı ve kapalı ortamda gelişmelerini sağlamayı içerir. Işık, nem ve sıcaklık başarılı bitki yetiştirmenin üç önemli faktördür. Bitkileri mekan içerisinde koyacağınız yere karar verirken bu faktörleri daima dikkate almalıyız.

Alışveriş merkezlerindeki bitkilerin bakımına ilişkin bazı genel kurallar şunlardır:

### **Aydınlatma:**

Bazı bitkiler daha gölge koşullarda yetiştirilebilse de genel olarak bütün bitkiler güneşten hoşlanırlar. Mekân içinde kuracağımız alanın günde en az 6 saat güneş görmesi beklenir. Mekân içinde bitkiler daha sık dikildiğinden mekânın güneşlenme süresi daha fazla önem arz etmektedir. Otsu bitkiler küçük çalılar gibi odunsu bitkilerle yarışamayacağından, olabildiğince ayrı yere dikmek daha doğrudur. Alışveriş merkezleri genellikle sınırlı doğal ışığa sahip olduğundan, bitkilerin özel ihtiyaçları için uygun miktarda ışık aldığından emin olunmalıdır

### **Sulama:**

Her bitki türünün ihtiyaçlarına göre düzenli bir sulama programı oluşturun. Aşırı sulamadan kaçının çünkü bu kök çürümesine neden olabilir. Su basmasını önlemek için iyi drenajlı toprak ve drenaj delikleri olan kaplar kullanın. Topraktaki nem seviyesini izleyin ve sulama sıklığını çevre koşullarına göre ayarlayın.

Bitkiler yetiştirme ve gelişmeleri için gereken besin maddelerini kökleri vasıtasıyla emdikleri suyla birlikte alırlar. Saksıdaki toprak nispeten steril musluk suyu ile sulanırsa kompost 'ta bulunan besin elementlerini alabilir. Bir süre sonra toprak fakirleşir veya besin maddeleri süzülür gider. Bu nedenle bitkilere düzenli aralıklarla, bitki bakım rehberinde belirtildiği gibi haftada bir

ya da 15 günde bir, sulama suyuna ilave edilmiş bitki besini formunda ekstra besin maddesi verilmesi gerekir.

### **Nem:**

Alışveriş merkezlerinin içerisinde sıcaklık ne kadar yükselirse nispi nem o kadar düşecektir. Soğuk dönemlerde ise, kapı ve pencereyi açınca içeriye giren soğuk havanın yüksek nispi neme sahip olmasına rağmen mutlak su miktarı azdır. Bu yüzden genellikle alışveriş merkezleri düşük nem oranına sahiptir ve bunun önüne geçmek mümkün değildir. Ancak bitkileri bir arada gruplamak veya nemlendiriciler kullanmak daha uygun bir ortam yaratılmasına yardımcı olabilir. Çevrelerindeki nemi artırmak için bitkileri ara sıra, özellikle kuru dönemlerde püskürtme yapılmak suretiyle nispi nem yükseltilebilir.

### **Sıcaklık:**

Doğal yayılış alanlarına uygun olarak bitkilerinin sıcaklık istekleri de farklı farklıdır. Alışveriş merkezlerinde kullanılan bitkilerin çoğunluğu tropikal kaynaklı oluşları nedeniyle 10°C'nin altındaki sıcaklıklardan zarar görebilirler. Yüksek sıcaklık derecelerine dayanıklı oluşları ise havanın oransal nemi ile toprak nemine bağlı olarak değişir. Çoğu iç mekan bitkisi 18-24°C arasındaki sıcaklıkları tercih eder. Bitkileri rüzgâr hareketi veya aşırı sıcak alanlara yerleştirmekten kaçınılması gerekmektedir. Mevsimsel sıcaklık değişikliklerine dikkat alınarak bitkilerin bakımı buna göre ayarlanmalıdır.

Alışveriş merkezlerinde yetiştirilen bitkilerde en çok görülen soğuk hasarı hafif soğuklarda meydana gelen ve gece boyunca düşen sıcaklıklar nedeniyle görülür. Belirtileri; hafif solgunluk, yaprak kıvrıma, renk bozulması veya hasar görmüş ve rengi bozulmuş dokularda suyla ıslatılmış bir görünümü içerir.

### **Toprak:**

İç mekan bitkileri için doğru toprağı seçmek onların sağlığı ve refahı için çok önemlidir. İç mekan bitkileri genellikle iyi drenajlı ve besin açısından zengin bir toprak karışımına ihtiyaç duyar. İç mekan bitkileri için özel olarak formüle edilmiş yüksek kaliteli bir saksı karışımı kullanılmalıdır. Bu karışımlar genellikle hafiftir ve iyi havalandırma ve drenaj sağlar. Toprak, bitkileri ihtiyaç duyduğu kadar nemi tutmalı, ancak su ile doyacak kadar su tutmamalıdır. Aşırı sulanma sorunlarını önlemek için yeterli drenaj çok önemlidir

### **Gübreleme:**

İç mekan bitkileri, dış ortamda bulunan besin maddelerine erişemedikleri için besin açısından toprağa bağımlıdırlar. Bitkilerin özel ihtiyaçlarına göre düzenli olarak gübrelemeyi planlayın. Temel besinleri sağlayan dengeli, suda çözünür ve yavaş salınan gübreler tercih edilmelidir. Bitkileri aktif büyüme mevsimi boyunca, genellikle ilkbahar ve yaz aylarında gübreleme yapılmalıdır. Bitkilerin dinlenme dönemi olan kış aylarında gübrelemeyi azaltın veya durdurun.

### **Budama ve Bakım:**

Bitkilerin sağlığı ve durumunu düzenli olarak gözlem altında olmalıdır. Görünümleri veya büyümelerindeki değişikliklere göre bakım uygulamalarını gerektiği gibi ayarlanmalıdır. Bitkilerde tespit edilen hastalık ve zararlıların yayılmasını önlemek için hızlı bir şekilde müdahale edin. Bitki korumada organik çözümlere başvurun. Organik çözümler, insan ve çevre sağlığı yanında uzun vadeli bitkilerin yaşam ömrünü uzatır. Yeni büyüme teşvik etmek ve düzenli bir görünüm sağlamak için ölü veya sararmış yaprakları budayın. Işığa eşit maruz kalmalarını sağlamak ve ışık kaynağına doğru eğilmelerini önlemek için bitkileri periyodik olarak budayın.

Alışveriş merkezinin genel teması veya tasarımı göz önünde bulundurarak bitkilerin estetik özellikleri, bakım gereksinimleri, çevre koşulları ve genel tasarım konsepti gibi faktörlerin dikkate alınarak mevcut mimariyi ve dekoru tamamlayan bitkileri seçilmelidir. Özellikle alışveriş merkezinde çocuklar veya evcil hayvanlar varsa, seçilen bitkilerin toksik olmadığından ve iç mekan ortamları için güvenli olduğundan emin olun. Belirlenen bitkiler stratejik olarak oturma alanlarına yakın, girişlere ve ortak alanlara yakın yerlere yerleştirilmededir.

## **ALIŞVERİŞ MERKEZLERİNDE TESİS TASARIMI İÇİN BİTKİ SEÇİMİ**

### **1. Az Bakım Gerektiren İç Mekan Bitkileri:**

- Paşa Kılıcı (*Dracaena trifasciata* (Prain) Mabb.) Hava temizleme özellikleri ve az bakım gerektirmesiyle bilinir. Paşa Kılıcı bitkileri dik, kılıç şeklindeki yapraklarıyla şık ve modern bir görünüme sahiptir. Yaprakların mimari yapısı iç mekanlara çağdaş bir

dokunuş katarak modern veya minimalist iç mekan tasarımlarında görsel olarak çekicilik katar.

- Zeze Çiçeği veya Zamia Bitkisi (*Zamioculcas zamiifolia* (Lodd.) Engl.): Az bakım gerektirir ve düşük ışıktaki gelişebilir. Zeze Çiçeği, gövdeleri boyunca tüy benzeri bir düzende büyüyen parlak, koyu yeşil yapraklarıyla benzersiz bir mimari forma sahiptir. Bitkinin dik büyüme alışkanlığı ve simetrisi onu görsel olarak çekici kılmaktadır. Bu yüzden Zeze Çiçeği, çeşitli iç mekan stilleriyle estetik uyumlulukları açısından çok yönlüdür. İster modern ister geleneksel ortamlara yerleştirilmiş olsun, bitki geniş bir dekor yelpazesini tamamlama eğilimindedir.
- Potos -Salon Sarmaşığı (*Epipremnum aureum* (Linden & André) G.S.Bunting.): Pothos, çeşitli iç mekan koşullarında gelişebilen çok yönlü bir bitkidir. Çeşitli ışık koşullarına uyum sağlaması ve bakım kolaylığı onu hem acemi hem de deneyimli bitki meraklıları için popüler bir seçim haline getiriyor. Asılı sepetlerde veya raflarda kullanılabilen bir bitki olarak farklı alanlara yeşillik katarak yetiştirilebilir. E. aureum'un kalp şeklindeki yaprakları çekicidir ve yeşilin çeşitli tonlarında bulunur. Bazı çeşitler, görsel ilgiyi artıran alacalı desenlere sahiptir. Bitkinin takip eden yapısı, asılı sepetlerden aşağı inerken veya desteklere tırmanırken onu görsel olarak çekici kılmaktadır.

## 2. Tropikal Bitkiler:

- Kauçuk Bitkisi (*Ficus elastica* Roxb. ex Hornem.): Kauçuk bitkisi büyük, parlak ve kösele yapraklarıyla bilinir. Yaprakların koyu yeşil rengi ve geniş, eliptik şekli gür ve canlı bir görünüm yaratır. Yeşillik iç mekanlara doğa dokunuşu katıyor ve bu da onu iç dekorasyon için popüler bir seçim haline getiriyor. F. elastica, ağaca benzer yapısıyla güçlü, dik bir büyüme alışkanlığına sahiptir. Bu mimari form, mekanlara dikey bir öğe ekleyerek onu bağımsız bir örnek bitki olarak veya daha büyük bir düzenlemenin parçası olarak uygun hale getirir..
- Evrim Ağacı (*Dracaena* spp.): Draçena bitkileri çarpıcı ve çeşitli bitki örtüsüyle bilinir. Yaprakların rengi, deseni ve şekli, belirli türlere veya çeşitlere bağlı olarak farklılık gösterebilir. Yaygın

çeşitler arasında yeşil, kırmızı veya alacalı yapraklı olanlar bulunur. İç mekan ortamlarına uygun, çeşitli yükseklik ve renklerde çeşitleri mevcuttur. Draçena bitkilerinin dik mimari büyüme alışkanlığı, iç ve dış mekanlara benzersiz bir görsellik katar. Dikey gövdeler ve basamaklı yapraklar, farklı bir silüet oluşturarak onları dekoratif unsurlar olarak öne çıkarıyor.

- Areka Palmiyesi (*Dypsis lutescens* (Wendland) Beentje & Dransfield): *D. lutescens*'in zarif bir şekilde kıvrılan, ona tropikal ve lüks bir görünüm kazandıran zarif, tüylü yaprakları vardır. Kavisli yapraklar farklı ve çekici bir silüet yaratır. Yapraklarının canlı yeşil rengi, iç mekana tazelik, canlılık ve tropikal bir his katar. Areka palmiyeleri çeşitli boyutlarda olduğundan iç mekanda alanlarda kullanılabilir.

### 3. Sukulentler ve Kaktüsler:

- Aloe Vera, rozet deseninde düzenlenmiş kalın, etli, yeşil renkli ve pürüzsüz yapraklarıyla farklı ve heykelsi bir görünüme sahiptir. Bu benzersiz form, iç ve dış mekanlara ilginç ve görsel olarak çekici bir unsur katıyor. Aynı zamanda yapraklarının simetrik dizilişi, genel görünümünde bir denge ve uyum hissi yaratır. Bu özellikleri nedeniyle bulunduğu mekana simetri, estetik çekiciliğine katkıda bulunur ve onu dekoratif amaçlar için popüler bir seçim haline getirir.
- Meksika topu (*Echeveria elegans* Rose.): Soluk mavi-yeşil veya gümüşü renkte, görsel olarak hoş, simetrik bir desen oluşturan sıkı bir şekilde paketlenmiş etli yapraklara sahiptir. Yaprakların kompakt düzeni, ona düzenli bir görünüm kazandırır. *Echeveria elegans*, güneş ışığı ve sıcaklık gibi çevresel faktörlere bağlı olarak renk ve görünümde değişikliklere uğrayabilir. Soğuk aylarda veya stres koşullarında, yaprakların kenarlarında pembe veya kırmızimsı bir renk gelişebilir ve bu da görsel ilgiyi artırır. Birincil çekicilik genellikle yaprakların rozeti olsa da, *E. elegans* aynı zamanda çan şeklindeki çiçekleri olan uzun çiçek sapları da üretebilir. Çiçeklenme görüntüsü, özellikle ortaya çıktığında bitkiye başka bir güzellik katmanı ekler.

- *Haworthia Cooperi* (*Haworthia cooperi* Baker) *H. cooperi*'nin ayırt edici özelliklerinden biri yapraklarıdır. Rozet şeklinde büyüyen simetrik bir desen oluşturan ve yarı saydam yapraklardan geçen ışık yaprakta ışık ve gölge etkisi oluşturur. Bu özellik bitkiyi görsel olarak daha çekici hale getirir. Düzgün ve düzenli yaprak düzeniyle *H. cooperi*'nin mimari formu ona heykelsi bir nitelik kazandırır ve bulunduğu mekana modern bir dokunuş katar.

#### 4. Çiçekli Bitkiler:

- **Orkideler:** 100.000'den fazla melezden oluşan geniş ve çeşitli bir aileyi oluşturur. Renk, şekil, boyut ve desen olarak farklı çeşitlere sahip orkideler zarafeti ve renkleri ile diğer bitkilerden ayırır. Orkidelerin egzotik görünümleri yanında mekana incelikli bir dokunuş katarlar. ü mekâna estetik çekicilik katar.
- **Yelken çiçeği** (*Spathiphyllae spathiphyllum* Schott): Hava temizleme özellikleri ile bilinmesine rağmen genellikle barış, huzur ve uyumla ilişkilendirilen Yelken çiçeği, şık ve zarif bir görünüme sahiptir. Bitki, klasik ve zamansız bir görünüm yaratan koyu yeşil, parlak yapraklara ve ayırt edici beyaz çiçeklere sahiptir. Tasarımının sadeliği genellikle gelenekselden moderne kadar çeşitli iç mekan stillerini tamamlar..
- **Flamingo Çiçeği** (*Anthurium andreanum* Linden ex André): Benzersiz, parlak, kalp şeklindeki, uzun ömürlü çiçeklere sahiptir. Çıkıntı yaprakları ile mekana görsel olarak ilginç ve egzotik bir görünüm katar. Çiçekler kırmızı, pembe, beyaz ve yeşil tonları dahil olmak üzere çeşitli renklere sahiptir.

#### 5. İç Mekan Ağaçları:

- **Keman Yapraklı Kauçuk** (*Ficus lyrata* Warb), büyük ve keman şeklindeki yapraklarıyla ünlüdür. Koyu, parlak yeşil yapraklar her mekana dramatik ve göz alıcı bir unsur katarak onu iç dekorasyon için popüler bir seçim haline getiriyor. Bitkinin kendine özgü şekilli yaprakları mekâna yükseklik katar. Dik büyüme alışkanlığı ve büyük yaprakları görsel olarak çarpıcı bir silüet oluşturarak onu bulunduğu mekanda odak noktası haline getirir.
- **Bodur Narenciye Ağaçları:** Bodur narenciye ağaçları yıl boyunca yeşil yapraklarını koruyarak tutarlı ve hoş bir görsel unsur sağlar.

Bodur narenciye ağaçları hoş kokulu çiçekler üreterek estetik çekiciliklerine hoş bir duyuusal deneyim katar. Çiçekler genellikle beyazdır ve hoş bir aroma yayarak ağacın genel güzelliğini artırır. Bodur narenciye ağaçlarının diğer önemli özelliklerinden biri de meyve verme yetenekleridir. Limon, mandalina veya kamkat gibi renkli ve hoş kokulu meyvelerin varlığı ağaca dekoratif bir dokunuş katar. Yeşil yaprakların ve canlı meyvelerin birleşimi görsel olarak çekici bir kontrast oluşturur.

#### 6. Bambu:

- Şans Bambusu (*Dracaena sanderiana* Mast.), tasarım açısından oldukça çok yönlü özellikleri bulunmaktadır. Estetik çekiciliğine sanatsal bir dokunuş katarak spiraller, örgüler ve hatta kalp şekilleri gibi çeşitli düzenlemelerle büyütülebilir. Bitkinin ince, yeşil sapları ve zarif bir şekilde kavisli yaprakları, onu her ortamda görsel olarak çekici kılar. Birçok kültürde Şanslı Bambu'nun bulunduğu mekana pozitif enerji getirdiğine inanılır.

## SONUÇ

Günümüz alışveriş merkezlerinin geldiği nokta bireylerin rahat ve keyifli zaman geçirebilecekleri kentsel alanlara benzer kapalı mekânlar olarak tasarlanmaktadır. Bu nedenle alışveriş merkezlerinde iç mekânda yapılan bitkisel tasarımlar kentin betonlaşması içerisindeki doğal görüntüyü elde edebilmek adına büyük önem taşımaktadır. Bu yansımanın alışveriş merkezlerindeki çekiciliği artırmaktadır. Alışveriş merkezlerindeki bitki çeşidi ve sayısının artırılması mekandaki görsel algıyı güçlendirecek ve bireylerin daha uzun süre kalmasını ve alışveriş merkezlerini daha sık ziyaret etmelerini sağlayacaktır. Ayrıca, alışveriş merkezlerinin iç mekânlarında konumlandırılacak bitkilerin gelişimleri istek ve gereklilikleri göz ardı edilmeden kullanıldığı zaman bitkilerde oluşabilecek zararların önüne geçilecek ve daha kaliteli görüntülerin oluşması sağlanacaktır (Kösa ve Güral, 2020).

Geniş kullanım potansiyeline sahip iç mekân bitkilerinin fonksiyonel, estetik ve tasarımsal kullanımları bireyler açısından oldukça etkilidir. Ancak mekânın sahip olduğu yetiştirme ortamı koşulları, yapısal ve işlevsel özellikler ile teknik donanımları tür seçiminde dikkate alınması gereken etkin noktalar



olarak karşımıza çıkmaktadır. Tek başına kullanılacak türlerin, türü temsil eden kusursuza en yakın fertler olması, yerleştirileceği mekânın büyüklüğü ile orantılı olması ve onun tek başına kullanılmasını haklı gösterecek görsel güce sahip olması gerekmektedir. Grup halinde kullanılacak türlerde de temel tasarımın ilke ve öğelerinden renk, şekil veya doku gibi kavramların birbirleriyle etkileşim halinde olması gerekmektedir. Bunların yanı sıra bitki seçiminde bitkinin boyu ile kullanılacağı mekânın büyüklüğü arasındaki uyumluğa dikkat edilmelidir. Büyük ve tavanı yüksek mekanlarda bitkiler, tel kafeslere sardırılmak, değişik yükseltilerde sarkıtılan sepetler içerisinde kullanılmak veya küçük boyutta bitkilerin birleştirilmesinde faydalanılmak üzere kullanılabilirler. Büyük ve parlak yapraklı türler gizlenmiş spot ışıklarla daha dekoratif bir görünüm kazanabilirler. Düzenlemelerde bitkiler, etraflarındaki eşyalarla doğal bir uyum ya da tatmin edici zıtlıklar oluşturacak şekilde yerleştirilmelidirler. Bitkilerin yaratacağı etkiyi, aynalarla, asılı nesnelere, aydınlatma armatürleriyle ve mekânda yer alan diğer süs eşyalarıyla artırmak mümkündür. (Ulus, 2006)

İç mekân bitkileri, mekânlara anlam kazandırma; sınırı olmayan boşluklara paravan olarak mekân hissi verme; doğayı kapalı mekân içine çekme; mekân içinde yer alan mobilyalar ve renkler arasında geçiş sağlama; yönlendirme; vurgu etkisi oluşturma gibi fonksiyonel özellikleri ve beton yapıların sert görünümlerini yumuşatması, ses akustiğini dengelemesi, gürültü derecesindeki seslere karşı bariyer oluşturulması ve monotonluğu gidermesi işlevleriyle de estetik özellikleri ile mekân tasarımlarının vazgeçilmezi olarak düşünülmektedir. Bu bağlamda kullanılacak türlerin konumlandırılmasında bu işlevlere hizmet etmesi gerektiği konusu dikkat çekmektedir. Tüm bu etkilerin sağlanabilmesi için bitkilerin özelliklerinin iyi bilinmesi ve doğru yerde kullanılması gerekmektedir.

Bakımın yeterli ve usulüne uygun yapılamayacağı mekanlarda bitki seçiminde, fazla bakım gerektirmeyen, orta ve az ışık ihtiyacında olan bitkilerin seçimi, iç mekan peyzajında başarıyı arttıracığı bilinmektedir.

İç mekan tasarımlarında bitkilerin bireyler üzerinde olumlu etkiler bırakması için bitkilerin özelliklerinin iyi bilinmesi, fonksiyonel ve estetik özelliklerine dikkat edilmesi, ekolojik kriterlere bağlı kalınarak tasarımların yapılması mekânın daha doğru kullanılmasını sağlayacağından dolayı önemli ve gerekli noktalar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Son söz olarak; İç mekân bitkilendirmelerinde mimarlar, iç mimarlar, desinatörler ve peyzaj mimarları koordineli bir şekilde çalışmalıdır. İç mekânın hangi bölümünde hangi bitkinin uygun olacağı, hangi saksılıklarda bitkilerin daha iyi gelişeceği, bitkilerin yaşamsal ihtiyaçlarının neler olduğu gibi konularda peyzaj mimarlarından danışman olarak yararlanılmak ve disiplinler arası işbirliğine önem verilmelidir. (Ulus, 2006)

Alışveriş merkezlerinin iklim kontrollü bir ortama sahip olması daha doğal estetik bir atmosfer oluşturmak amacıyla bitki yetiştirilmeyi teşvik etmiştir. Bitkilerle, doğal güzellikleri ve organik unsurları vurgulayan alışveriş merkezleri, insanlar için huzur verici ve görsel olarak daha çekici olmaları yanı sıra, doğanın özgünlüğünü ve zarafetini yansıtarak insanları rahatlatma, enerji verme ve içsel bir denge sağlama potansiyeline olacaktır.

Alışveriş merkezleri, modern ekonominin önemli bir parçası oldu ve güçlü bir alışveriş merkezleri, şehirlerin aslında bir bütün olarak ülkenin canlılığının ve rekabet gücünün bir göstergesi olmuştur. Alışveriş merkezleri perakende sektörünün gelişmesinde kilit rol oynamaktadır. Tasarım süreci, alışveriş merkezlerinin daha çekici etkileyici ve fonksiyonel olmaları gerekmektedir.

Alışveriş merkezlerinin iklim kontrollü bir ortama sahip olması daha doğal estetik bir atmosfer oluşturmak amacıyla süs bitkileri yetiştirilmektedir. Süs bitkileri, doğal güzellikleri ve organik unsurları ile alışveriş merkezlerinin, insanlar için huzur verici ve görsel olarak daha çekici etkileyici ve fonksiyonel olmaları yanı sıra, doğanın özgünlüğünü ve zarafetini yansıtarak insanları rahatlatma, enerji verme ve içsel bir denge sağlamalarına katkı vermektedir.

## KAYNAKÇA

- Acar, G. (2006). *Alışveriş merkezlerinde peyzaj tasarımı* (yükseklisans tezi). Anakar Üniversitesi Akademik arşiv sisteminden elde edilmiştir.
- Birol, G. (2005). Çağdaş alışveriş merkezlerinde kent dokusunun yeniden yorumlanması. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 20 (4), 421-427.
- Bozkurt, S. G. ve Ulus, A. (2014). Rekreatyoneel amaçlı kullanılan alışveriş merkezlerinde iç mekan bitkilerinin organizasyonu ve kullanım parametrelerinin İstanbul (Avrupa Yakası) örneğinde incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 64 (2), 24-40.
- Eroğlu, E. ve Başaran, N. (2017). İç mekan dikey bahçe bitki kompozisyonlarının görsel peyzaj kalitesinin değerlendirilmesi. *Journal of Forestry*, 13 (2), 32-49.
- Jewell, N. (2001). The fall and rise of the British mall. *The Journal of Architecture*, 6 (4), 317-378. DOI: 10.1080/13602360110071450.
- Kösa, S. ve Güral, S. M. (2020). Antalya Kent Merkezindeki Bazı Alışveriş Merkezlerinin İç Mekân ve Teraslarının Bitki Materyali ve Bitkisel Tasarım Açısından Değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (Özel sayı), 123-137.
- Sedlmaier A. (2005). From Department Store to Shopping Mall Transnational History of Large-scale Retail, *Akademie-Verlag GmbH*, Berlin.
- Sezen, I., Aytatlı, B., Ağrılı, R. A., Patan, E. (2017). İç Mekân Tasarımında Bitki Kullanımının Birey Ve Mekân Üzerine Etkileri. *ATA Planlama ve Tasarım Dergisi*, 1 (1), 25-34.
- Schulz D. 2014. Shopping Centers Planning & Design, *Design Media Publishing*, UK.
- Söllner T. (2009). The History of Shopping Center Development, *GRIN Verlag*, Berlin.
- Ulus, A. (2006). Bazı İç Mekan Bitkilerinin Kullanım Tekniği Üzerine Çalışmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 56 (2), 145-161.
- Xu, L. (2018). Analysis on indoor plant landscapes in interior design styles. *Advances in social, education and humanities research*, 232, 530-533.

## BÖLÜM 5

### ORGANİK BİR MATERYAL OLAN BİYOKÖMÜRÜN TOPRAK ÖZELLİKLERİ VE BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Salih AYDEMİR<sup>1\*</sup>

Ziraat Yüksek Müh. Zemzem FIRAT<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10402879>

---

<sup>1</sup> Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye. aydemirsalih15@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3236-8438

<sup>2</sup> Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye. zemzemfirat63@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4549-9389



## 1. GİRİŞ

Modern tarımda birim alandan daha fazla ürün elde ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. İnsanlar için yaşamın temelindeki en önemli kaynak şüphesiz toprağı oluşturmaktadır. Toprakların geçmişten beri insanların yaşamında önemli bir yer edinmiş olması ve bitkisel üretimde sürdürülebilirliğin sağlanmasındaki yararlarından dolayı önemi her geçen gün daha fazla ön plana çıkmaktadır. Bir toprak ne kadar sağlıklı olursa bitkinin gelişmesi için o denli uygun bir ortam demektir, bu durum yetiştiriciliğı yapılan bitkilerin daha sağlıklı şartlarda gelişim göstereceğinin bir göstergesidir. Bu nedenle bitkilerin sağlıklı olmasının yanı sıra verim ve kalitesine dikkat edilmesi ile sürdürülebilirliğin sağlanması açısından toprağın bünyesinde var olan özelliklerin muhafazası büyük önem taşımaktadır. Bu özelliklerin önemli bir kısmı toprak kalitesi ile alakalı olup, toprak kalitesinde bulunan birtakım özelliklerin devamlılığını ve gelişiminin sağlanması ile alakalıdır (Aygün, 2015). Bunun en önemli şartlarından biri bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin dışarıdan takviye (gübre) edilmesidir (Chaudhary ve ark., 2017). Sürdürülebilir tarımda üretim yapabilmeyen temelinde toprak organik maddesi ve temel besin elementlerinin biyolojik döngünü belirli bir düzeyde tutulmasıyla mümkün olabilmektedir (Naeem ve ark., 2018).

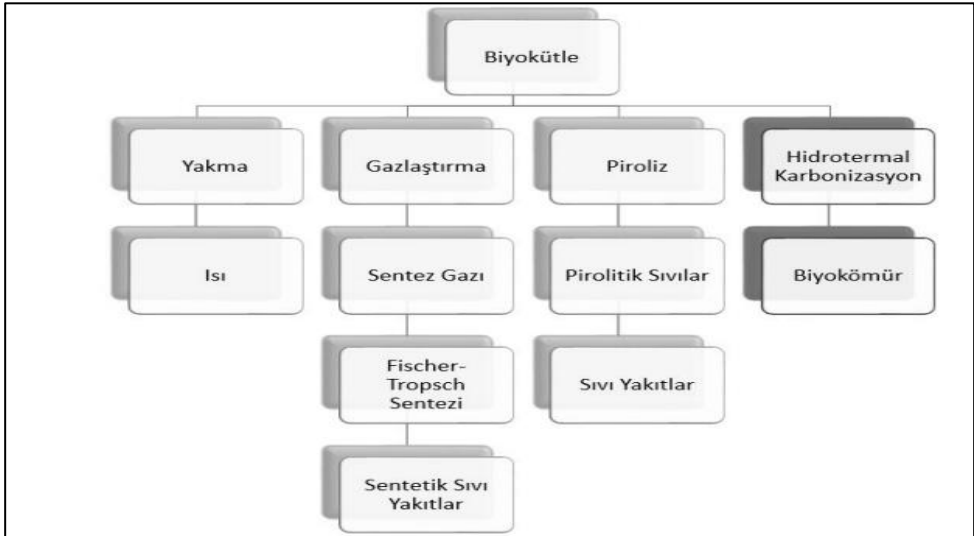
Son zamanlarda dünyanın birçok yerinde organik atıklardan yararlanmak için verilen önem daha da artmış ve biyokütle dönüşümü açısından birçok teknik ön plana çıkmıştır. Bunlardan birisi olan biyokömür gerek toprak verimi gerekse de bitkilerin gelişimi açısından pozitif etkiler meydana getirdiğı; toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine doğrudan ya da dolaylı yollardan önemli etkilerde bulunduğu, fitotoksik molekülleri de absorbe edilmesi ve toprak kaynaklı patojenler üzerinde faydalı etkileri bulunmaktadır (Günel ve Erdem, 2018).

Biyokömür topraklara uygulandıktan bir süre sonra bitkilerin gelişiminde olumlu etkiler meydana getirdiğı (Cheng ve ark., 2007; Major ve ark., 2010), ayrıca toprak hacminde hafifleme ve toprak sıkışıklığının azalmasına yardımcı olmaktadır (Asai ve ark., 2009; Olmo ve ark., 2014). Yüksek miktarda karbonu bünyesinde bulunduran biyokömür, enerji olarak faydalanmasının yanında gözenekli yapısı, geniş yüzey alanı, yüksek organik karbon içerikli, çok uzun sürede çözünen, su tutma kapasitesi ve katyon değişim kapasitesinin yüksek olması, ince bir yapıya sahip olması ve organik

kaynaklı özellikler taşıması bakımından gereğinden fazla miktarda suni gübrelerin kullanımını azaltılması ve verimi arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (Ni ve ark., 2006; Lehmann, 2007a; Winsley, 2007; Lliffe, 2009). Bunun yanında meydana gelebilecek bozulmalara karşı dayanıklı olması, yüzey alanının yüksek ve negatif yüzey yüküne sahip özellikler taşıdığından dolayı hem toprağın özelliklerini hem de bitkisel üretimde verim artışı bakımından önemli bir katkıya sahip materyal olduğu düşünülmektedir (Madari ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2017).

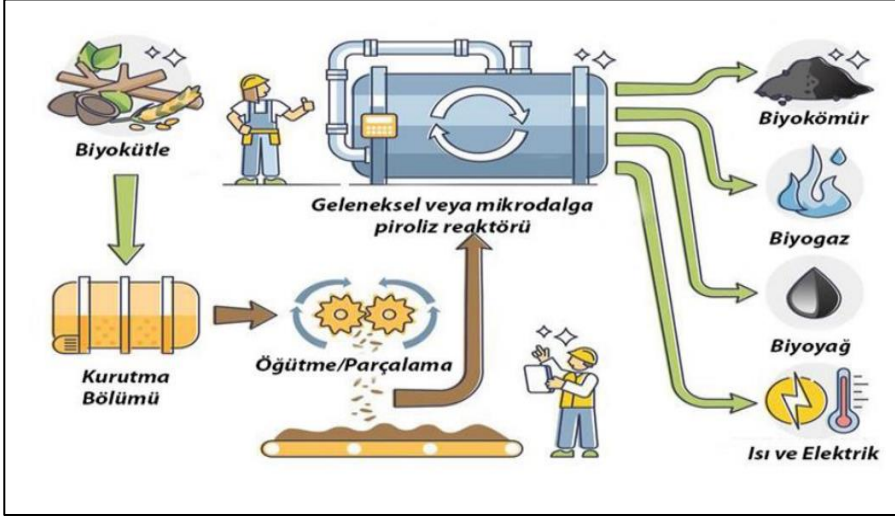
## 2. BİYOKÖMÜRÜN ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Biyokömür, karbonca zengin materyallerin oksijensiz veya çok az oksijenin bulunduğu ortamlarda ve genellikle düşük sıcaklıklarda (300-700 °C) termal olarak bozulması sonucu elde edilen ve çözünmeye dayanıklı, yüksek mineral madde içeren bir yanma materyalidir (Lehmann ve ark., 2006). Biyokömürün toprak yapısı ve bitkisel verimde artışı sağlayabilmesi bakımından ilk olarak TerraPreta de Indio topraklarında kullanıldığı düşünülmektedir. Amazon bölgelerdeki bu topraklar koyu renkli ve verim kapasiteleri oldukça yüksek olan topraklardır (Günel ve Erdem, 2018). Biyokömür farklı yöntemlerle elde edilir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan yöntemler ise piroliz ve hidrotermal karbonizasyon yöntemidir.



Şekil 1. Termokimyasal biyokütle dönüşüm teknikleri ve elde edilen ürünler

Biyokömür oluşum yöntemlerinden en fazla tercih edilen piroliz yöntemi tanım olarak; yunancada ısı anlamı taşıyan “pyro” ve parçalanma anlamında olan “lyse” kelimelerinin birleşmesinden oluşan; sıcaklığın yüksek ve oksijensiz bir ortamda organik maddelerin termal kırılmalarına maruz kaldığı termo kimyasal sürece verilen isimdir.



Şekil 2. Biyokömür üretim şeması (Carrillo, 2021)

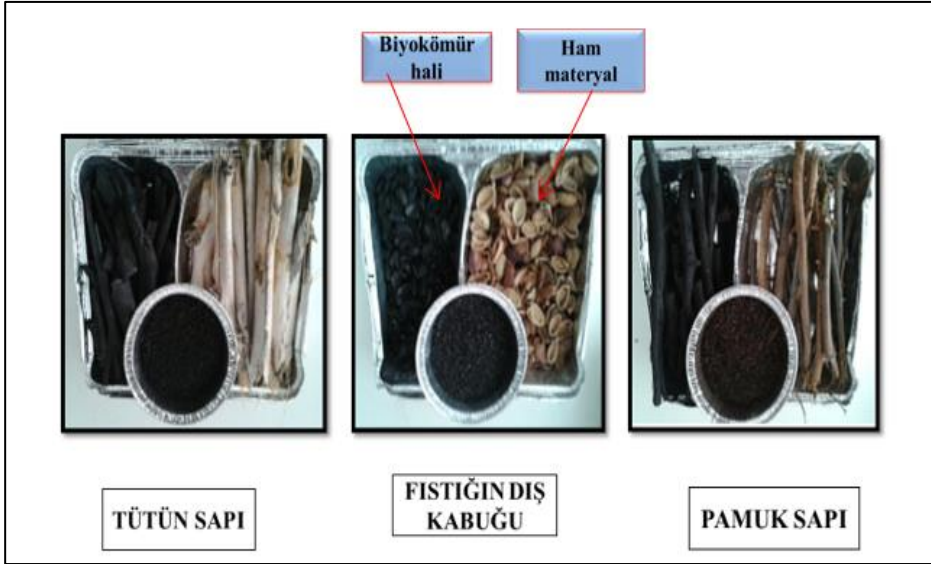
Piroliz katı, sıvı ve gaz ürünlerinden edilmesinin yanı sıra ürünlerin cinsi, miktarı, biyokütlenin çeşidi, ısıtma hızı ve son sıcaklık gibi farklı etmenlere bağlı olarak değişebilmektedir. Piroliz; proses sırasında uygulanan zaman ve sıcaklık parametrelerine göre yavaş (torrefaction), ılımlı, orta, hızlı ve flash olmak üzere beş gruba ayrılır.

Çizelge 1. Piroliz çeşitleri (Kambo ve Dutta 2015)

Piroliz türü	Zaman	Isıtma hızı	Sıcaklık (°C)	Sıvı ürün (%)	Katı Ürün (%)	Gaz ürün (%)
Yavaş piroliz (Torrefaction)	Saat-gün	Çok düşük	200-600	30	35	35
İlımlı piroliz	20-60 dk	Düşük	230-300	50	25	25
Orta piroliz	5-30 dk	Orta	500	40	30	30
Hızlı piroliz	<2 s	Yüksek	500-950	75	12	13
Flash piroliz	ms	Çok yüksek	1050-1300	85	5	10



Biyokömürün elde edilmesi için kullanılan bir diğer yöntem ise hidrotermal karbonizasyon yöntemidir (Çavdar, 2020). Hidrotermal karbonizasyon (HTC), “wet torrefaction”, “treatment with hot compressed water” (Hoekman ve ark., 2011) gibi farklı isimlerle de anılan 160-250°C’ler (Kruse ve ark., 2013) arasında ve en çok 2-3 MPa basınçta sürdürülen bir dönüşüm tekniğidir (Hu ve ark., 2010). Piroliz yönteminde kuru biyokütlerden biyokömür ve yan ürün elde edilirken, hidrotermal karbonizasyon yönteminde yüksek basınçlara tabi su ile ısıtılması sonucunda biyokütlerden biyokömür elde edilmektedir (Günel ve Erdem, 2018; Sönmez ve Çığ, 2019). Birim alanlarda daha fazla verimin elde edilmesinin yanında fiziksel ve kimyasal özellikleri dikkate alındığında toprağın fiziksel, kimyasal yapısını düzeltme ve topraklardaki mevcut mikroorganizmaların popülasyonunda artış olacağını ifade etmişlerdir (Madari ve ark., 2017).



**Şekil 3.** Bazı organik materyaller ve bunlara ait biyokömür görünümleri (Saygan ve ark., 2016)

Biyokömür, homojen bir kimyasal yapıya sahip olmakla birlikte gerek stabil gerek de kararsız durumda olan bileşenlere sahiptir (Sohi ve ark., 2010a). Kimyasal bileşimi stabil C, değişim gösteren C ile kül bileşenlerini bulundurmaktadır (Keiluweit ve ark., 2010; Nguyen ve ark., 2010). Yüksek sıcaklıklar sonucu üretimi sağlanan biyokömürlerin topraklarda C tutulma

değerleri sıcaklıkta elde edilen biyokömürlere göre daha fazladır (Singh ve Cowie, 2008). Özellikle tarımsal alanlarda uygulanan biyokömürün kalitesinin bilinmesi için; pH, uçucu bileşiğin içeriği, kül içeriği, su tutma kapasitesi, hacim ağırlığı, gözenek hacmi ve özgül yüzey alanı ölçümü yapılmaktadır. Demirbaş ve ark., (2004) tarafından farklı ham materyallerden oluşturulan biyokömürün kimyasal bileşimleri Çizelge 2.' de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Farklı materyallerden elde edilen biyokömürlerin elementel bileşimi (Demirbaş ve ark., 2004)

Biyokömür materyali	Elementel bileşimi (%)			
	C	H	N	O
Kayın ağacı gövde kabuğu	87.9	2.9	0.6	10.6
Kolza	66.6	2.5	6.1	24.3
Ağaç kabuğu	85.0	2.8	-	12.2
Pamuk sapı	72.2	1.2	-	26.6
Fındık kabuğu	95.6	1.3	-	3.1

### 3. BİYOKÖMÜRÜN TARIMDA KULLANILMASI

Bitkisel üretimden kaynaklı biyokütle, çeşitli kaynaklardan büyük miktarlarda mevcut olması, biyokömür üretiminde kaynak çeşitliliğini beraberinde getirmektedir. Dünya çapında üretilen ürün artıklarının miktarı yaklaşık  $4 \times 10^9$  Mg/yıl'dır (Reddy, 2014). Toprak yönetimi için düzenli bir girdi olarak toprak organik maddesine ihtiyaç vardır ve bunun büyük bir kısmı mahsul artığı, malç, kompost ve benzeri biyokütlelerden oluşmaktadır. Arazi uygulamalarında hektar başına yaklaşık 10 ile 30 tonluk (bazen daha fazla) önerilen biyokömür materyali, yapılan çalışmalarla öne çıkan ve farklı materyaller, farklı toprak ve tarımsal ekolojilerde değişmek üzere olumlu sonuçlar vermektedir. Aşağıda biyokömür uygulamalarının tarımsal üretim sürecinde toprak parametrelerine ne şekilde etkileri olduğu, yapılmış çalışmalar ışığında ele alınmıştır.

#### **Tarımda biyokömürün kullanılmasının avantajları;**

- Toprak verimliliği: biyokömür, pozitif geri besleme etkisiyle daha fazla CO<sub>2</sub> tüketen bitki büyümesini teşvik ederek toprak verimliliğini artırabilir.

- Azaltılmış gübre girdileri: biyokömür kimyasal gübre ihtiyacını azaltabilir, bu da gübre üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azalmasına neden olur.
- Azaltılmış  $N_2O$  ve  $CH_4$  emisyonları: biyokömür, tarımsal topraklardan kaynaklanan iki güçlü sera gazı olan nitroz oksit ( $N_2O$ ) ve metan ( $CH_4$ ) emisyonlarını azaltabilir.
- Gelişmiş toprak mikrobiyal ömrü: biyokömür, toprakta daha fazla karbon depolanmasıyla sonuçlanan toprak mikrobiyal ömrünü artırabilir.

Enerji üretimi: Biyokömür üretimi sırasında üretilen ısı enerjisi ve ayrıca biyo yağlar ve sentez gazları, fosil yakıtlardan karbon pozitif enerjiyi değiştirmek için kullanılabilir (Anonim, 2022).

### 3.1. Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

Toprak, yeryüzünü örten, sahip olduğu mineraller, organik maddeler, toprak canlıları, hava ve su ile doğal ve canlılığı sağlayan üç boyutlu özelliğe sahip bir yapıdadır (Yeşilsoy, 2009). Yeryüzünde 1 cm toprak meydana gelebilmesi için 1000 yıla ve en genel anlamda da 1 inç (2.54 cm) kalınlığında bir toprağın oluşması için geçen ortalama sürenin 500 yıl olacağı belirtilmektedir. Bu anlamda toprak, insan ömrü dikkate alındığında, yenilenemez bir özelliğe sahiptir ve canlılar ve özelde de insanlık için vazgeçilmez bir değere sahiptir (Sarı, 2018). Bu denli önemli ve kıymetli olan bir varlığın tarımsal üretim sürecinde sürdürülebilir bir yaklaşımla kullanılması gerekmektedir. Bu kapsamda bakıldığında, organik bir materyal olan biyokömür, kanıtlanmış pozitif katkılarıyla, toprak özelliklerini iyileştirmekte ve sürdürülebilir toprak yönetimi ve tarımı için önemli bir girdi olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyokömür'ün toprak özelliklerine yapmış olduğu etkiler aşağıda yer almaktadır.

#### **Biyokömürün topraklara uygulanmasının faydaları:**

- Daha fazla karbon tutulmasını sağlar.
- Toprağın iyileştirilmesi açısından uygun bir materyal olarak görülür.
- Toprakların daha verimli olması açısından destek sağlar.
- Mikrobiyal aktivite açısından uygun habitatın oluşmasına yardımcı olur.

- Ağır metallerin fazla hareketli olmasını ve biyoyararlılığı engeller.
- Pestisit sorpsiyonunu sağlar.

Ayrıca, topraktan ve dolaylı emisyonlardan kaynaklanan diğer sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olan, hiç gübre içermeyen veya minimum düzeyde gübre içeren biyokömürlerin kullanımı ile toprağın su tutma kapasitesi de artacağından dolayı sulama maliyeti de azalacaktır (Mulabagal ve ark., 2017).

### 3.1.1. Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi

Normal ve yoğun tarımsal üretim sürecinde, toprakların fiziksel özelliklerinde sürekli olarak zayıflamaların görülmesi toprak degradasyonunun oluşmasına zemin hazırlayarak arazilerin kullanımını ve ürün yönetimini olumsuz etkilemektedir (Chan ve ark., 2003). Toprağın fiziksel özelliklerinde oluşan olumsuz etkilerin giderilmesinde organik veya mineral toprak düzenleyicileri sık sık tercih edilmektedir. Organik materyallerin yüksek bir sıcaklığa (300-1000°C) maruz bırakılması neticesinde üretimi gerçekleştirilen biyokömür'ün toprağın fiziksel özelliklerinin düzelmesine yönelik kullanımına dair bazı araştırmalar yapılmıştır (Busscher ve ark., 2010; Mankasingh ve ark., 2011; Karhu ve ark., 2011; Novak ve ark., 2012; Alaboz ve Işıldar, 2018). Topraklar için önemli bir karbon kaynağı olarak görülen biyokömür, büyük ölçüde gözeneklere sahiptir (Verheijen ve ark., 2010). Biyokömürün içinde bulundurduğu karbon zamanla toprağın organik ve inorganik maddeleri ile interaksyonu sonucunda toprak agregasyonunu ve toprağın diğer fiziksel özelliklerinin gelişmesinde görev almaktadır (Briggs ve ark., 2012).

Biyokömür toprağa karıştırıldığı zaman ortaya çıkan etkiler birtakım faktöre bağlı olarak değişimler oluşturabilirler. Kullanılan biyokömürün miktarı bunlardan biri olarak görülebilir. Daha önce yapılan araştırmalarda toprağa uygulanan biyokömür miktarında artış görüldükçe toprağın sahip olduğu fiziksel özelliklerde meydana gelen değişimlerin artış gösterdiği belirlenmiştir (Rogovska ve ark., 2016). Biyokömürün topraklarda daha çok organik ve inorganik gübrelerle toprağa uygulanması durumunda toprak özelliklerinde daha fazla iyileştirme göstermektedir. Örneğin, biyokömürün yanında hayvan gübresi tercih edilerek kullanılması halinde toprak agregasyonunda önemli ölçüde gelişim sağlandığı görülmüştür (Khademalrasoul ve ark., 2014).

### 3.1.2. Toprağın Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Biyokömür toprağın fiziksel özelliklerinin yanı sıra kimyasal özelliklerini de değiştirebilmektedir ancak bu etkiler daha karmaşık olabilir. Toprağın kimyasal özelliklerinden pH, elektriksel iletkenlik (EC), katyon değişim kapasitesi (KDK, organik madde (OM) ve toplam azot (N) içeriği üzerine etkileri vardır. Biyokömürün toprağı etkilemesi, muhtemelen farklı biyokömürlerin yapısındaki kimyasal özelliklerin farklı olmasına bağlı olarak değişmektedir (Unger ve ark., 2011). Toprağa biyokömürün karıştırılması durumunda KDK ve buna bağlı olarak besin tutma kapasitesi artmakta ve N, P, Ca ile S gibi bazı besin maddelerinin daha yararlı duruma gelmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca biyokömürün kullanılması neticesinde toprak pH'sında çok sık görülen artış, besinlerdeki dönüşümü ve bitki alım kinetiğini etkilemektedir (Fowles, 2007). Konu ile alakalı daha önce yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Toprağa uygulanan biyokömür ile toprağın KDK seviyesi artmakta, uygulanan biyokömürün özelliklerine göre toprakta bitki besin maddelerinin yıkanmasına engel olmasıyla birlikte toprağın su tutma miktarını da arttırmakta (Kolb ve ark., 2009; Jeffery ve ark., 2011) ve EC'nin de olumlu yönde etkilenmesini sağlamaktadır (Yu ve ark., 2013). Topraklarda biyokömür kullanımının bir amacı da düşük pH değerlerindeki toprakların pH seviyesini arttırmaktır (Van Zwieten ve ark., 2010). Novak ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada tınlı kum bünyeye sahip toprakta pıkan cevizi kabuğı biyokömür ilavelerinin toprak verimliliğı özellikleri ile suyun kimyası üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Yapılan biyokömür ilaveleri toprak organik karbonunu, Ca, K, Mn ve P'nin yanı sıra toprak pH'ını arttırmış. Bu etkiler, elementlerin eklenmesini ve besinler (özellikle Ca, P, Zn ve Mn) için biyokömürün daha yüksek sorpsiyon kapasitesini yansıtmıştır. Yapılan biyokömür ilavelerinin önemli verimlilik iyileştirmelerine neden olduğunu belirtmişlerdir. Topraklara biyokömürün uygulanması neticesinde; gübreye duyulan ihtiyacın %10 gibi bir oranda azalması, toprakta asit etkisini giderme, toprak reaksiyonunun artması, alüminyum toksitesinde azalma, faydalı mantar hiflerinin artması, toprak biyolojisinin iyileşmesi, toprak bünyesindeki mevcut durumda olan besinleri tutma, azot fiksasyonunun dengelenmesini sağlaması gibi hem fiziksel, kimyasal hem de biyolojik özellikleri bakımından uzun süreli bir etkiye sahiptir (Jeffery ve ark., 2011).



Şekil 3. Biyokömür uygulama, bitkisel üretim ve ölçüm görünümleri (Saygan ve ark., 2016)

### 3.1.3. Toprağın Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Toprak, biyolojik özellikleri açısından düzenli bir dengeye sahip bir sistem durumundadır. Fakat bu dengenin çevresel etmenlere maruz kalması sonucunda meydana gelen bozulmalara bağlı olarak toprak verimliliğinde görevli olan mikroflora ve onun aktivitelerinde değişimlerin görülmesine sebep olabilmektedir (Arcak ve ark., 1996).

Gaunt ve ark. (2009), toprakta biyokömürün kullanılması ile biyolojik aktivitenin dolayısıyla mineralizasyonun arttığını, ancak Thies ve Rillig (2009), biyolojik aktiviteyi değerlendirebilmek için farklı enzimlere ve metabolizma hızları gibi bazı araç ve indekslere ihtiyaç olduğunu ifade etmişlerdir. Tate (1987), toprak enzimlerinin, topraklarda biyolojik özellikler bakımından yakın bir ilişkiye sahip olduğunu ve aynı zamanda topraktaki mineralizasyon işleminde önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Biyolojik kalite parametrelerini belirlemede yer alan enzimlerle alakalı (Türkmen ve ark., 2013) çalışmalar artmaktadır. Abdul-Aziz (2021), biyokömürün toprağa karıştırılması; zamanla toprağın mezofilik aerobik bakteri popülasyonu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını ancak toprağın biyolojik özellikleri bakımından iki yetiştirme dönemi arasında birtakım önemli düzeylerde farkların olduğunu belirtmişlerdir. Sıcaklık değerinin yüksek ve nem oranının düşük seyrettiği ilk dönemde enzim aktivitesinde çoğunlukla artış

gözlemlendiğini ancak sıcaklıkların düşük, nem oranının yüksek olduğu ikinci dönemde ise enzim aktivitelerinde düşüş yaşandığını ifade etmişlerdir. Biyokömürün topraktaki mikrobiyal aktiviteler açısından etkileri toprağın mikrofaunası ve mikroflorasının bileşimi, mevcut durumdaki toprağın organik maddelerin türü ve miktarlarını da barındıran birtakım faktörlere göre değişebilmektedir (Alexander, 1977). Biyokömürün dayanıklı bir doğasının olması açısından karbon ve azot döngüsünün kontrolünde yer alan kimyasal ve biyolojik süreçler üzerindeki etkisine dair sınırlı bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Novak ve ark., 2009). Mikroorganizmalara karbon desteği sağlamasının dışında pH, katyon değişimi ile su tutma kapasiteleri, fosfor ve bazı bazik katyonları da dahil olmak üzere besin kullanılabilirliğini kolaylaştırarak toprağın mikrobiyal aktivitesinin artmasına yardımcı olmaktadır (Glaser ve ark., 2002). Biyokömür mikorizal aktivite ile birlikte ektomikoriza ve arbusküler mikorizanın hif büyümesini ile köklerin kolonizasyonunda da kolaylık sağlayan toprak mikroorganizmalarını (fosfat çözen ve mikorizaya yardımcı bakteriler) teşvik etmektedir (Founoune ve ark., 2002; Duponnois ve Planchette 2003; Hildebrandt ve ark., 2006). Ayrıca biyokömürün gözenekli doğası toprakların su tutma kapasitesinin artmasını ve mikroorganizmaların kolonileşme göstermesi bakımında uygun olan mikro yaşam alanları sağlamakta (Joseph ve ark., 2010), sinyal bileşiklerinin adsorpsiyonunda rol almakta ve uyarıcı ile inhibe edici bileşikleri de topraktan uzaklaşmasını sağlayarak bir sinyal rezervuarı olarak görülmektedir (Angelini ve ark., 2003).

### **3.2. Biyokömür Uygulamalarının Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkileri**

Biyokömür kullanılmasındaki temel amaç odun kömüründen farklıdır. Bu fark, biyokömürün yakıt olarak kullanılmasından ziyade atmosferdeki karbonun yakalanması ve depolanması amacı doğrultusunda kullanılmasıdır. Fazla miktarda organik karbon içermesi, çözünmesi uzun süren, organik kaynağa sahip özelliklerinden yararlanılarak tarımda gereğinden fazla suni gübrelerin kullanılmasını azaltmak ve bitkisel üretimde verimin yüksek olması hedeflemektedir (Verheijen ve ark., 2010). Bunların yanı sıra biyokömür çeşidi, üretim şartları, uygulama yapılan toprağın özelliği ve denemelerin yürütüleceği ortamın şartlarına göre biyokömür kullanımının hem bitkisel üretime hem de

ürünlerin performansları açısından olumlu yönde etki ettiği gibi (Chan ve ark., 2007; Asai ve ark., 2009; Lin ve ark., 2015; Liu ve ark., 2017), biyokömürün herhangi önemli bir etkisinin olmadığını (Nelissen ve ark., 2015; Subedi ve ark., 2016) ve hatta olumsuz (Gaskin ve ark., 2010; Lin ve ark., 2015; Nelissen ve ark., 2015) etkilerinin olduğunu belirtilen araştırma raporları da mevcuttur.



**Şekil 4.** Biyokömür toprak uygulamaları

Tarımsal ürünlerden hasat sonrası kalan artıkların değerlendirilmesiyle elde edilen biyokömür, toprağa karıştırılması halinde ürün verimi üzerinde olumsuz ya da nötr etkileri genellikle tropik bölgelerde görüldüğünü ifade eden Jeffery ve ark. (2017), pH değerinin yüksek olması biyokömürün bu topraklarda kireç etkisinin fazla olması sebebiyle pH'nın orantısız olarak yüksek olmasına ve bu durumun mangan (Mn), demir (Fe), bor (B) ve fosfor (P) gibi besin elementlerinin alınmasını zorlaştırabileceğini belirtmişlerdir.

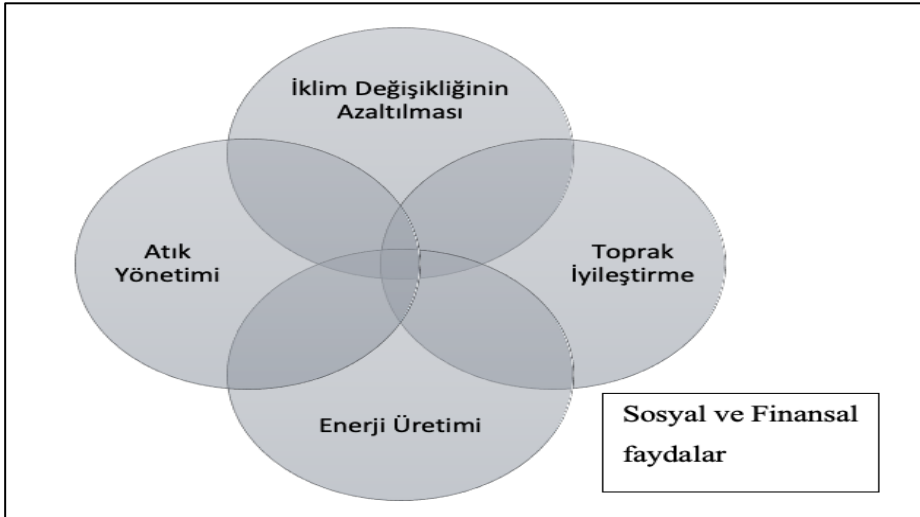
Lin ve ark. (2015), mısır koçanından elde edilen biyoçarın buğday verimini olumlu yönde etkilediği ve buna bağlı olarak verimde artış olduğu ancak benzer bir uygulamada soya fasulyesinde gelişim açısından herhangi bir etkisinin olmadığını, (Free ve ark., 2010) farklı biyokömür ve dozların mısır tohumunun çimlenmesi bakımından kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilediği ve biyokömürün toprakta karbonun depolanmasını ve toprak kalitesini pozitif yönde etki ederek ürün verimi %10 artırdığı rapor edilmiştir (Jeffery ve ark., 2011). Biyokömürün topraklara uygulaması, topraklarda ve ürün kalitesini olumlu yönde etkilediğini, Lal, (2015) ve karbon içeriğini (Brassard ve ark., 2016) ve ürün verimini artırdığı ortaya koyulmuştur.



#### 4. BİYOKÖMÜRÜN ÇEVRE ÜZERİNE ETKİSİ

Bitki besin maddesi miktarı düşük olan topraklarda biyokömür kullanılması tarımsal üretim ve çevresel yararları açısından potansiyel değeri yüksek bir materyal olarak ön plana çıkmaktadır.

Daha önce konu ile alakalı yapılan birtakım araştırma ve çalışmalarda, toprakların iyileştirmesi yönünde biyokömür uygulamalarına dair olumlu etkilere ulaşılmıştır. Bu muhtemel yararlar arasında topraklara kararlı karbonun uygulanması yönünde değişen iklim koşullarına bağlı olarak meydana gelen küresel ısınmanın azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, biyoenerjinin üretilmesi, toprakların sağlığının korunması ve toprakta verim kriterleri de kapsamaktadır (Ogawa ve ark., 2006; Lehmann, 2007a,b; Mathews, 2008; Laird, 2008; Atkinson ve ark., 2010; Sohi ve ark., 2010b; Woolf ve ark., 2010). Yakın gelecekte Avrupa Komisyonu, biyokömürün sahip olduğu doğal özellikler sayesinde belirli bir alanda toprağa karıştırılan biyokömürün sürekli karbon ayırımını meydana getirdiği ve eş zamanlı bir şekilde toprak fonksiyonlarının gelişmesinde rol oynadığı ve ayrıca insan ve hayvanların sağlığının yanında çevreye zarar veren etmenlerin kısa veya uzun bir zaman diliminde ortadan kaldırılacağı yönünde önemli bir görüş olacağı düşünülen odun kömürü olarak ifade edilmiştir (Verheijen ve ark., 2010).



Şekil 5. Biyokömür teknolojisinin uygulanması için motivasyon kaynakları

Biyokömürün aynı zamanda hidrojen sülfür ( $H_2S$ ) gibi gazları yakalama özelliğine sahip olduğu daha önceki araştırmalarda da mevcuttur (Shang ve ark., 2013; Xu ve ark., 2014). Hidrojen sülfür, anaerobik faaliyetlerden kaynaklı atık sularda ve çöplerin toplandığı alanlarda biyogazların oluşum gösterdiği esnada oluşan bir gazdır. Bunun haricinde petrol arıtımının yapıldığı tesislerde doğal gaz ve kömür gazlaştırma sürecinde de yan ürün olarak meydana gelmektedir. Bilindiği gibi  $H_2S$  oldukça zehirli bir gaz olmakla birlikte uçucu, renksiz ve yanıcı özelliğe sahip bir gazdır. Bu bağlamda insan ve çevre sağlığı için büyük bir tehlike olarak görülmesinin yanı sıra asit yağmurlarının meydana gelmesinde etkin bir role sahip olduğu için bu gaz çevre ve insanlar üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri önlemek için bulunduğu oluşum sürecinden uygun bir şekilde uzaklaştırılması gerekmektedir (Akgül, 2017). Çevreye zarar veren bir başka önemli problem olan ağır metaller, çevreyi kirletmenin yanı sıra sularda yaşayan canlıların yaşam koşullarını da olumsuz yönde etkilemektedir. Çoğunlukla insan çabaları sonucu ortaya çıkan bu problemler biyokömür kullanımı ile giderilmesi mümkün olabilmektedir (Han ve ark., 2016; Ding ve ark., 2016). Biyokömürün sahip olduğu gözenekler ve yüzey fonksiyonel grupları sayesinde hem toprakta hem de suda bulunan ağır metaller ile fenolik bileşiklerin uzak tutulması için uygun bir absorbent ve adsorbent olarak görülmüştür. Aktif olarak kömürün tercih edildiği alanlarda biyokömürün kullanılması gerek yerel kaynakların kullanılmasını gerek de aktif karbona göre daha düşük bir maliyetle üretimi açısından önemli avantajlara sahiptir (Alhashimi ve Aktas, 2017; Ahmed ve ark., 2016).

## SONUÇ

Biyokömür; toprak ıslahı, karbon stoğu, enerjinin depolanması, çevreye zarar veren organik ve inorganik kaynaklı kirleticilerin giderilmesi ve kimyasal gübre kullanımının azaltılması gibi birçok açıdan önemli bir organik materyal olarak değerlendirilebilir. Genellikle bozulmaya bırakılan biyokütle artıklarından faydalanmak ve katma değeri yüksek olan ürünlere dönüşümünün sağlanması ve çevresel zararlanmalara neden olan kirleticilerin ortadan kaldırılması bakımından çevre dostu bir üründür. Dahası sera gazı salınımlarının azaltılmasında etkili olan biyokömür, bitki gelişimi ve ürünlerin yüksek verim sağlaması bakımından da sürdürülebilir bitkisel üretime yardımcı

olabilmektedir. Tarımsal açıdan sorun teşkil eden topraklarda belirli bir miktarda uygulanması halinde, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin geliştirmesi ve besin değerlerinin yükselmesinde önemli rol oynamaktadır. Toprak bünyesinde karbonun birikmesinde ve biriken karbonun uzun yıllar boyunca sabit bir şekilde kalmasında rol almasıyla karbon stoğuna önemli katkı sunmaktadır. Ayrıca tarımda aşırı miktarlarda kullanılan kimyasal gübrelere muhtemel besin kayıplarının azaltılmasında görev alarak, akarsu ve yer altı sularının kimyasal kirlenmesine de engel olup bu sayede sürdürülebilir tarım ve ekolojiye önemli katkılar sunmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Abdul-Aziz, A. L. (2021). Biyokömürün toprağın biyolojik özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi.
- Ahmed, M. B., Zhou, J. L., Ngo, H. H., Guo, W. (2016). "Biomass and Bioenergy Insight into Biochar Properties and Its Cost Analysis", *Biomass and Bioenergy*, 84, 76–86.
- Akgül, G. (2017). Biyokömür: Üretimi ve Kullanım Alanları. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(4), 485-499.
- Alaboz, P., Işıldar, A. A. (2018). Elma ve gül posası biyokömürlerinin kumlu toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(2): 67-72.
- Alexander, M. (1977). Introduction to soil microbiology, 2 nd ed. John Wiley and Sons publ, New York, New York.
- Alhashimi, H. A., Aktas, C. B. (2017). "Life Cycle Environmental and Economic Performance of Biochar Compared with activated Carbon: A Meta-analysis", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 118, pp. 13–26.
- Angelini, Jorge C., Stella F., ve Adriana. (2003). Alterations in root colonization and nodC gene induction in the peanut–rhizobia interaction under acidic conditions. *Plant Physiol. and Biochem.*, 41: 289-294.
- Anonim, (2022). <https://www.bestongroup.com/tr/biochar-use-in-agriculture-and-farming/> (Erişim Tarihi: 2022-10-24)
- Arcak, S., Karaca, A., Haktanır, K. (1996). "Trifluralin'in Üreaz ve Alkali Fosfataz Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi". *Tarım – Çevre İlişkileri Semp.*, Mersin. Bildiri Kitabı. 384–393.
- Asai, H., Samson, B. K., Stephan, H. M., Songyikhangsuthor, K., Homma, K., Kiyono, Y., ... & Horie, T. (2009). Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos: 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. *Field crops research*, 111(1-2), 81-84.
- Atkinson, C. J., Fitzgerald, J. D., Hips, N. A. (2010). Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biyokömür application to temperate soils: A review. *Plant and Soil* 337: 1–18.

- Aygün, S. (2015). Fındık zurufu kompostunun toprak kalitesi üzerine etkisi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu, 79s.
- Brassard, P., Godbout, S. ve Raghavan, V. (2016). İklim değişikliğini hafifletme aracı olarak toprak biyokömürü değişikliği: ilgili temel parametreler ve mekanizmalar. *Çevre yönetimi dergisi*, 181, 484-497.
- Briggs, C., Breiner, J. M., Graham, R. C. (2012). Physical and Chemical Properties of Pinus Ponderosa Charcoal: Implications for Soil Modification. *Soil Sci.*, 177:263– 268.
- Busscher, W.J., Novak, J.M., Evans, D.E., Watts, D.W., Niandou, M.A.S., Ahmedna, M. (2010). Influence of pecan biochar on physical properties of a porfolk loamy sand. *Soil Science*, 175: 10-14. doi.org/0.1097/SS.ObOI3e3 18 1 cb7f46.
- Carrillo, R. (2021). Carbon farming in vigneto, i vantaggi del biochar e del CB Mix. Erişim Tarihi: 23/03/2022. <https://vigneviniequalita.edagricole.it/vigneto/sostenibilitavigneto/carbon-farming-in-vigneto-i-vantaggi-del-biochar-e-del-cb-mix/>
- Chan, K. Y., Dorahy, C., Tyler, S. (2007) Determining the agronomic value of composts produced from garden organics from metropolitan areas of New South Wales, Australia. *Animal Production Science* 47(11): 1377-1382.
- Chan, K.Y., Heenan, D.P., So, H.B. (2003). Sequestration of carbon and changes in soil quality under conservation tillage on lighttextured soils in Australia: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43: 325-334. doi.org/10. 1071/EA02077.
- Chaudhary, S., Dheri, G. S., Brar, B. S. (2017) Long-term effects of NPK fertilizers and organic manures on carbon stabilization and management index under rice-wheat cropping system. *Soil Tillage & Research* 166: 59-66.
- Cheng H, Xu W, Liu J, Zhao Q, He Y, Chen G. (2007) Application of composted sewage sludge (CSS) as a soil amendment for turf grass growth. *Ecol Eng.* 29: 96-104.
- Çavdar, A. D. (2020). Yeni nesil fonksiyonel karbon malzemeler “Biyokömür”. *Academic Studies in Agriculture, Forestry and Aquaculture-II*, 105.

- Demirbaş, A., Pehlivan, E., Ve Altun, T. (2004). Potential evolution of Turkish agricultural residues as bio-gas, bio-char and bio-oil Kaynakları. *International Journal of Hydrogen Energy*, 31: 613-620.
- Ding, G., Wang, B., Chen, L., Zhao, S. (2016) "Simultaneous Adsorption of Methyl Red and Methylene Blue onto Biochar and an Equilibrium Modeling at High Concentration", *Chemosphere*, Vol. 163, pp. 283–289.
- Duponnois, R., Plenchette, C. (2003). A mycorrhiza helper bacterium enhances ectomycorrhizal and endomycorrhizal symbiosis of Australian Acacia species. *Mycorrhiza*, 13: 85-91.
- Founoune, H., Duponnois, R., Bâ, A.M., Sall, S., Branget, I., Lorquin, J., Neyra, M., ve Chotte, J.L. (2002). Mycorrhiza Helper Bacteria stimulate ectomycorrhizal symbiosis of Acacia holocrisea with Pisolithus. *New Phytol*, 128: 197-210.
- Fowles, M. (2007). Black carbon sequestration as an alternative to bioenergy. *Biomass and Bioenergy*, 31: 426-432.
- Free, H.F., McGill, C.R., Rowarth, J.S., Hedley, M.J. (2010). The effect of biochars on maize (*Zea mays*) germination. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 53(1): 1- 4.
- Gaskin, J.W., Speir, R.A., Harris, K., Das, K.C., Lee, R.D., Morris, L.A., Fisher, D.S. (2010) Effect of peanut hull and pine chip biochar on soil nutrients, corn nutrient status, and yield. *Agronomy Journal* 102(2): 623-633.
- Gaunt, J., Cowie, A. (2009). Biokömür, Greenhouse Gas Accounting and Emissions Trading. *Biokömür for Environmental Management: Science and Technology*, p. 317-340 -- isbn:9781844076581 – Earthscan.
- Glaser, B., Lehmann, J., Zech W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal-a review. *Biol. and Fert. of Soils*, 35: 219-230.
- Günel, E, Erdem, H. (2018). Biyokömür; tanımı, kullanımı ve tarım topraklarındaki etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2): 87-93.
- Han, S., Zhou, X., Tang, Y., He, M., Zhang, X., Shi, H., Xiang, Y. (2016). "Practical, Highly Sensitive, and regenerable Evanescent-wave Biosensor for Detection of Hg<sup>2+</sup> and Pb<sup>2+</sup> in Water", *Biosensors and Bioelectronics*, Vol. 80, pp. 265–272.

- Hildebrandt, U., Ouziad F., Marner F.J., Bothe H. (2006). The bacterium *Paenibacillus validus* stimulates growth of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* up to the formation of fertile spores. *FEMS Microbiol. Lett.*, 254: 258- 267.
- Hoekman, S.K., Broch, A., Robbins, C. (2011). Hydrothermal Carbonization (HTC) of Lignocellulosic Biomass. *Energy Fuels*, 25, 1802–1810.
- Hu, B., Wang, K., Wu, L., Yu, S.H., Antonietti, M., Titirici, M.M. (2010). Engineering Carbon Materials from the Hydrothermal Carbonization Process of Biomass. *Adv. Mater.*, 22, 813–828.
- Jeffery, S., Abalos, D., Prodana, M., Bastos, A.C., Van Groenigen, J.W., Hungate, B.A., Verheijen, F. (2017). Biochar boosts tropical but not temperate crop yields. *Environmental Research Letters*: 12(5), 053001.
- Jeffery, S., Verheijen, F.G., Van Der Velde, M., Bastos, A.C. (2011). A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using metaanalysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 144(1): 175-187.
- Joseph, S.D., Camps-Arbestain, M., Lin Y., Munroe, P., Chia C.H., Hook J., van Zwieten L., Kimber S., Cowie A., ve Singh B.P. (2010). An Investigation into the reactions of biochar in soil. *Australian J. Soil Res.*, 48: 501–515.
- Kambo, H. S., Dutta, A. (2015). A comparative review of biochar and hydrochar in terms of production, physico-chemical properties and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 359-378.
- Karhu, K., Mattila, T., Bergstrom, I., Regina, K. (2011). Biochar addition to agri-cultural soil increased ch4 uptake and water holding capacity results from a short-term pilot field study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140: 309-313. doi.org/10.1016/j.agee.2010.12.005.
- Keiluweit, M., Nico, P.S., Johnson, M.G., Kleber, M. (2010). Dynamic molecular structure of plant biomass-derived black carbon (biochar). *Environmental Science & Technology*, 44: 1247-1253.
- Khademalrasoul, A., Naveed, M., Heckrath, G., Kumari, K.G.I.D., Jonge, L.W., Elsgaard, L., (2014). Biochar Effects on Soil Aggregate Properties Under No-Till Maize. *Soil Science*, 179:273–283.

- Kolb, S. E., Fermanich, K. J., ve Dornbush, M. E. (2009). Effect of charcoal quantity on microbial biomass and activity in temperate soils. *Soil Science Society of America Journal*, 73(4), 1173-1181.
- Kruse, A., Funke, A., Titirici, M.M. (2013). Hydrothermal conversion of biomass to fuels and energetic materials. *Current Opinion in Chemical Biology*, 17(3), 515–521.
- Laird, A.D. (2008). The charcoal vision. A win-win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permaneny sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agronomy Journal* 100: 178–181.
- Lal, R. (2015). Biyokömür ve Toprakta Karbon Tutuşu. *Biyokömürün Tarımsal ve Çevresel Uygulamaları: Gelişmeler ve Engeller* 63, 1-24.
- Lehman, J., Gaunt, J. (2006). Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems. *Mitigation Adapt. Strateg. Glob. Chang.*, 11: 395–419.
- Lehmann, J. (2007a). Bio-energy in the black. *Frontiers in Ecology and The Environments* 5: 381–387.
- Lehmann, J. (2007b). Bio-energy in the black. *frontiers in ecology and the Environment*, 5: 381-387.
- Lin, X.W., Zie, Z.B., Zheng, J.Y., Liu, Q., Bei, Q.C., Zhu, J.G. (2015). Effects of biochar application on greenhouse gas emissions, carbon sequestration and crop growth in coastal saline soil. *European Journal of Soil Science* 66: 329–338.
- Liu, Q., Liu, B., Zhang, Y., Lin, Z., Zhu, T., Sun, R., Lin, X. (2017). Can biochar alleviate soil compaction stress on wheat growth and mitigate soil N<sub>2</sub>O emissions? *Soil Biology and Biochemistry* 104: 8-17.
- Lliffe, R. (2009). Is the biochar produced by an Anila stove likely to be a beneficial soil additive. UKBRC Working Paper 4: UK Biochar Research Centre: Edinburgh, UK.
- Madari, B.E., Silva, M.A., Carvalho, M.T., Maia, A.H., Petter, F.A., Santos, J.L, Zeviani, W.M. (2017). Properties of a sandy clay loam Haplic Ferralsol and soybean grain yield in a five-year field trial as affected by biochar amendment. *Geoderma* 305: 100-112.
- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S.J., ve Lehmann J. (2010). Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. *Plant Soil*, 333:117–128.



- Mankasingh, U., Choi, P.C., Ragnarsdottir, V. (2011). Biochar application in a tropical, agricultural region: a plot scale study in Tamil Nadu, India. *Applied Geochemistry*, 26: 218-221. doi.org/10.1016/j.apgeochem.2011.03.108.
- Mathews, J.A. (2008). Viewpoint: Carbon-negative biofuels. *Energy Policy* 36(3): 940-945.
- Mulabagal V., Baah D.A., Egiebor N.O., Chen WY. (2017). Biochar from Biomass: A Strategy for Carbon Dioxide Sequestration, Soil Amendment, Power Generation, and CO<sub>2</sub> Utilization. In: Chen WY., Suzuki T., Lackner M. (Eds.) *Handbook of Climate Change Mitigation and Adaptation*. Springer, Cham.
- Naeem, M.A., Khalid, M., Aon, M., Abbas, G., Amjad, M., Murtaza, B., Khan, W.U.D., Ahmad, N. (2018). Combined application of biochar with compost and fertilizer improves soil properties and grain yield of maize. *Journal of Plant Nutrition* 41(1): 112-122.
- Nelissen, V., Ruysschaert, G., Manka'Abusi, D., D'Hose, T., De Beuf, K., Al-Barri, B., Boeckx, P. (2015). Impact of a woody biochar on properties of a sandy loam soil and spring barley during a two-year field experiment. *European Journal of Agronomy* 62: 65-78.
- Nguyen, B.T., Lehmann, J., Hockaday, W.C., Joseph, S., Masiello, C.A. (2010). Temperature sensitivity of black carbon decomposition and oxidation. *Environmental Science & Technology*, 44: 3324- 3331. No: 5. Am. Soc. Of Agronomy and Soil Sci. Soc. Of Am. Inc. Publisher. Madison.
- Ni, M., Leung, D.Y.C., Leung, M.K.H., Sumathy, K. (2006). An Overview Of Hydrogen Production From Biomass. *Fuel Processing Technology*, 87:461-472.
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Laird, D. L., Ahmedna, M., Watts, D. W., ve Niandou, M. A. (2009). Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. *Soil science*, 174(2), 105-112.
- Novak, J.M., Busscher, W.J., Watts, D.W., Amonette, J.E., Ippolito, J.A., Lima, I.M., Gaskin, J., Das, K.C., Steiner, C., Ahmedna, M. (2012). Biochars impact on soil moisture storage in an ultisol and two aridisols. *Soil Science*, 177: 310-320. doi.org/10.1097/SS.0b013e31824e5593.

- Ogawa, M., Okimori, Y., Takahashi, F., (2006). Carbon sequestration by carbonization of biomass and forestation: Three case studies. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11: 429–444.
- Olmo, M., Albuquerque, J. A., Barrón, V., Del Campillo, M. C., Gallardo, A., Fuentes, M., & Villar, R. (2014). Wheat growth and yield responses to biochar addition under Mediterranean climate conditions. *Biology and Fertility of Soils*, 50(8), 1177-1187.
- Reddy, N.S.B. (2014). "Sustainability of biochar systems in developing countries" *International Biochar Initiative*, [http://www.biocharinternational.org/Sustainability\\_Biochar\\_Systems\\_DevelopingCountries](http://www.biocharinternational.org/Sustainability_Biochar_Systems_DevelopingCountries).
- Rogovska, N., Laird, D.A., Karlen, D.L. (2016). Corn and Soil Response to Biochar Application and Stover Harvest. *Field Crops Res.*, 187:96–106.
- Sarı, R. (2018). Farklı biochar (biyokömür) materyallerinin toprak kalitesi üzerine etkisinin parsel bazında araştırılması/Investigate the effect of different biochar types on soil quality at parcel (Doctoral dissertation).
- Saygan, E.P., Aydemir, S. (2016). Harran Ovası Kireçli Killi Toprak Özellikleri Üzerine Antepfıstığı Dış Kabuğu Biyokömür Uygulamasının Etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi dergisi*, 20 (4): 25-32.
- Shang, G., Shen, G., Liu, L., Chen, Q., Xu, Z. (2013). "Kinetics and Mechanisms of Hydrogen Sulfide Adsorption by Biochars", *Bioresource Technology*, Vol. 133, pp. 495–499.
- Singh B.P., Cowie A.L. (2008). A novel approach, using <sup>13</sup>C natural abundance, for measuring decomposition of biochars in soil. In 'Carbon and Nutrient Management in Agriculture, Fertilizer and Lime Research Centre Workshop Proceedings'. Massey University, Palmerston North, New Zealand. Occasional Report No. 21. (Eds LD Currie, LJ Yates) (Massey University: New Zealand).
- Sohi, S., Lopez-Capel, E., Krull, E. And Bol, R. (2010a). Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. Rep. No. 05/09. CSIRO.
- Sohi, S.P, Krull, E., Lopez-Capel, E., Bol, R. (2010b). A review of biyokömür and its use and function in soil. *Advances in Agronomy* 105: 47–82.

- Sönmez, F., Çığ, F. (2019). Artan dozdaki biyokömür ve solucan gübresi uygulamalarının buğdayda ve toprakta besin elementi içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(4): 526-536.
- Subedi, R., Taupe, N., Pelissetti, S., Petruzzelli, L., Bertora, C., Leahy, J.J., Grignani, C. (2016). Greenhouse gas emissions and soil properties following amendment with manure-derived biochars: influence of pyrolysis temperature and feedstock type. *Journal of Environmental Management* 166: 73-83.
- Tate, R.L. (1987). Soil Enzymes And Organic Matter Transformations. In *Soil Organic Matter; Biological And Ecological Effects*, P. 69–94. Wiley–Interscience Publications, New York.
- Thies, J.E., Rillig, M.C. (2009). Characteristics of biochar: biochar properties. In J. Lehmann and S. Joseph (eds), *Biochar for Environmental Management: Science and Technology* pp. 85-105. Earthscan, London.
- Türkmen, C., Müftüoğlu, N.M., Kavdır, Y. (2013). Değişik Yöntemlerle Islah Edilen Meralarda Bazı Toprak Kalite Özelliklerinin Değişimi. *A. Ü. Tarım Bilimleri Dergisi*. 19: 245–255.
- Unger, R., Killorn, R., Brewer, C. (2011). Effects of Soil Application of Different Biochars on Selected Soil Chemical Properties. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42: 2310-2321.
- Van Zwieten, L., Kimber, S., Downie, A., Morris, S., Petty, S., Rust, J., ve Chan, K. Y. (2010). A glasshouse study on the interaction of low mineral ash biochar with nitrogen in a sandy soil. *Soil Research*, 48(7), 569-576.
- Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A. C., Van der Velde, M., Diafas, I. (2010). Biochar application to soils. A critical scientific review of effects on soil properties, processes, and functions. *EUR*, 24099: 162.
- Winsley, P. (2007). Biochar and Bioenergy Production For Climate Change Mitigation. *New Zealand Sci. Review*, 64: 5-10.
- Woolf, D., Amonette, J.E., Street-Perrott, F.A., Lehmann, J., Joseph, S. (2010). Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications* 1(56): 1–9.
- Xu, X., Cao, X., Zhao, L., Sun, T. (2014). "Comparison of Sewage Sludge- and Pig Manure-derived Biochars for Hydrogen Sulfide Removal", *Chemosphere*, Vol. 111, pp. 296–303.

- Yeşilsoy, M.Ş. (2009). Toprak amenajmanı Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. Genel Yayın, Adana, No:18(4):1-2.
- Yu, O.Y., Raichle, B., Sink, S. (2013). Biyokömürün tınlı kumlu toprağın su tutma kapasitesi üzerindeki etkisi. Uluslararası Enerji ve Çevre Mühendisliği Dergisi, 4(1): 1-9.
- Zhang, H., Yu, X., Jin, Z., Zheng, W., Zhai, B., Li, Z. (2017). Improving grain yield and water use efficiency of winter wheat through a combination of manure and chemical nitrogen fertilizer on the Loess plateau, China. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 17(2): 461-474.



## BÖLÜM 6

### PESTİSİTLERİN YERALTI SUYU VE YÜZEY SULARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Meltem SARIOĞLU CEBECİ<sup>1</sup>  
Dr. Öğr. Üyesi Menekşe TAŞ DİVRİK<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10402881>

---

<sup>1</sup> Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre, Sivas, Türkiye, sarioglu@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID 0000-0002-3636-0388

<sup>2</sup> Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Şarkışla Aşık Veysel Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Sivas, Türkiye, menekse.tas@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID 0000-0002-4828-2575



## GİRİŞ

Son yıllarda tarımsal üretimin başlıca amacı, artan nüfusa bağlı olarak dengeli bir şekilde besin üretimini artırmaktır. Bunun için, tarımsal alanlarda önemli problemlere sebep olan zararlılarla mücadele etmek git gide önem kazanmaktadır. Bu amaçla pestisit olarak adlandırılan çeşitli organik ve inorganik yapıda olan kimyasal bileşikler kullanılmaktadır.

Pestisitler, bitkiler üzerinde istenmeyen "böcekler, kemirgenler, mantarlar ve diğer zararlılar dahil olmak üzere zararlıları öldürmek" için özel olarak sentezlenmiş kimyasallardır (WHO, 2020). Genellikle bitkileri veya bitki ürünlerini korumak amacıyla kullanılırlar ve bu nedenle Avrupa Birliği mevzuatında Bitki Koruma Ürünleri olarak adlandırılırlar. Biyositler de pestisitlerle aynı özelliklere sahip olacak şekilde tasarlanmış kimyasallardır, ancak bitkileri veya bitkisel ürünleri korumak için kullanılmazlar. Ahşap koruyucular, kovucular, tekneler için antifouling boyalar ve su altında biyolojik kirlenmeyi önlemek için kullanılan tahliye borularının boyanmasında kullanılan kimyasallar biyositlere örnek olarak verilebilir. Pestisitler ve biyositler farklı kimyasal yapılar olsa da her ikisi de organizmaları öldürmek ve engellemek için tasarlanmıştır (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

Pestisitlerin büyük çoğunluğu sentetiktir. Büyük ölçekli endüstriyel tesislerde kimyagerler tarafından üretilirler (Warne, Reichelt-Brushett, 2023).

Pestisitler fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından çeşitlilik gösterirler. Bu nedenle pestisitleri özelliklerine göre kategorilere ayırarak ve incelemek oldukça önemlidir. Pestisitler kullanımına bağlı olarak birkaç gruba ayrılırlar. Drum (1980)' a göre pestisit kimyasal yapısı, giriş yolu, pestisitlerin etkisi ve öldürdükleri organizmalar sınıflandırmada dikkat edilmesi gereken önemli özelliklerdir.

Kimyasal pestisitler kaynaklarına bağlı olarak organik ve inorganik olmak üzere iki şekilde sınıflandırılırlar. Organik olanlar karbomatlar, organofosfatlar, organoklorinler, pretroid pestisitler, neonicotinoids, phenylpyrazoles, triazin, phenoxydir (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023). Pestisitlerin organik olanları ve en önemli özellikleri aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

- **Karbomatlar:** Dimetilden türetilen bazı organik ester bileşikleri N-metil karbomik asit, herbisit, insektisit, nematisit ve fungisitler karbomatlar olarak adlandırılır. Thiobencarb, propoxur, molinate, disulfiram gibi karbomatlar pyridostigmine, methiocarb ve carbonyl yaygın olarak kedi ve köpeklerde kullanılırlar (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023) .
- **Organofosfatlar:** Fosforik asitten türetilen bazı esterler organofosfatlı pestisitler olarak bilinir. Bu esterler insanlarda asetil kolin enzimini bloke eder, merkezi sinir sistemi üzerinde ciddi etkisi vardır. Enzimin aktif bölgesindeki OH grubunun fotofosforilasyonu ile nörotransmitter asetil kolinesterazın miktarını ve seviyelerini yönetir (Vale ve Lotti,



2015). Özellikle son yıllarda yaprak ve tarımsal kaynaklı böcek zararlılarını kontrol etmek için kullanılan bir organofosfat insektisit, akarisit, mitisitir.

- **Organoklorinler:** Organoklorinler vücutta kalıcı olan stabil kimyasal maddelerdir ve yağ dokuda birikme potansiyeline sahiptir (Waliszewski, 2002). İnsanlarda bu bileşikler ya da metabolitleri çoğunlukla merkezi sinir sistemi düzeyinde çalışarak enzimatik yapıları değiştirir ve sinir hücresi membranı boyunca  $K^+$  ve  $Na^+$  akışının kinetiğinde değişime yol açarlar. DDT ilk kullanılan organoklorinli pestisitlerdendir. Çoğu organoklorinli pestisitlerin lipofilik ve uzun süre depo edilebilmesi, zorlu çevresel koşullar altında ise dolaşım sistemine salınmasına yol açabilir. DDT (Diklorodifenil trikloroetamin) insan vücudunda 50 yıl ya da daha uzun süre kalabilir (Mrema, Rubino, Brambilla, Moretto, Tsatsakis ve Colosio, 2013). DDT renksiz, kokusuz, tatsız bir kimyasaldır (WHO, 1979). Suda çözünürlüğü çok düşük olan DDT yağda çözünen bir bileşiktir ve biyolojik birikim özelliği çok fazladır. 1873 yılında bir Alman bilim adamı tarafından formüle edilmiştir. Pestisitlerin özellikleri 1939 yılında İsviçreli kimyacı Paul Mueller tarafından belirlenmiştir (Çelik-Çakıroğulları ve Seçer, 2009). 2. Dünya Savaşı sırasında askeri personelde ve sivil halkta sıtma ve tifo gibi hastalıkları denetim altına almak için DDT kullanılmıştır. Savaştan sonra da tarım ve orman zararlıları için yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. 1960'lı yılların sonunda, DDT'nin ve oluşturduğu metabolitlerinin çevreye, dolayısıyla insan sağlığına zararları keşfedilmiştir. Bu tarihten sonra kullanımına yönelik yasaklamalar da başlamıştır (Walker, 2001). Türkiye'de de DDT 1987 yılında yasaklanmıştır.
- **Piretroid pestisitler:** Piretroidler doğal olarak bulunan piretrumların sentetik varyasyonlarıdır. Piretrin oluşturmanın avantajı bileşiklerin daha güçlü olma ve çevrede daha uzun süre dayanma eğiliminde olmasıdır. Bu iki önemli özellik haşere kontrolü için tercih edilir. Piretroid pestisitler tarımda, sivrisinek kontrolünde, çim ve bahçede ve veteriner bakımında kullanılırlar. Bazı piretroidler permetrin, resmetrin, fenvalerat, cyfluthrin, sumethrin ve barthrindir (EPA, 2015). Piretroid pestisitler vücudun gıdalardan enerji yaratmak için kullandığı süreç olan hücre solunumuna da müdahale eder. Kısa süreli dermatit, dudak ve dilde uyuşma, hapşırma, mide bulantısı, kusma, ishal baş ağrısı, koordinasyon eksikliği, solunum yetmezliği nedeniyle ölüm görülebilir. Piretroidlere uzun süre maruz kalmak anoreksi, cilt hassasiyeti oluşturabilir. Bazı piretroidlerin de kanserojen olabileceğine dair göstergeleri vardır. Türkiye'de biyosidal ürünlerde kullanımı onay verilen piretroidlerin listesi (Sağlık Bakanlığı, 2021): Bifenthrin, Cyfluthrin, Lambda cyhalotrin, cypermethrin, alfa-

cypermethrin, deltamethrin, etofenprox, phenothrin, trasfluthrin, permethrin. Piretroid pestisitler hidrofobik özelliğinden dolayı toprak partiküllerine ve organik maddelere güçlü bir şekilde bağlanırlar (Brangança et al.,2019).

- **Neonicotinoids:** Nikotine benzer yapıları olmasından dolayı bu isim verilmiştir. Kimyasal olarak nikotin ile ilişkili bir insektisittir. Bu bileşikler nikotin gibi sinir sinapsındaki reseptörler üzerinde etki gösterirler. Çoğu suda çözünür toprakta daha yavaş parçalanırlar. Bitkiler tarafından emilir ve koruma sağlarlar. Imidacloprid, thiacloprid, clothianidin gibi çeşitleri mevcuttur (Warne ve Reicht-Brushett, 2023).
- **Phenylpyrazoles:** Bir pirazol halkası ve fenil grubu ile karakterize edilen bir insektisittir. Böceklerde glutamatla aktive olan klorür kanallarını bloke eder. Fipronil pyripoole, aceaprole gibi çeşitleri mevcuttur (Warne ve Reicht-Brushett, 2023).
- **Triazin:** Azot içeren pestisit grubudur. Su içerisinde çözünür. Toprak yoluyla taşınabilen bir herbisitir. Atrazine, Cyanazin, prooazine, simazine, ametryn gibi çeşitleri vardır (Warne ve Reicht-Brushett, 2023).
- **Phenoxy (karbosilik asit):** Suda az çözünen, yüksek uçuculuğa sahip herbisitir. Oksinler, sitokininler gibi bitki hormonlarını taklit ederek etki ederler. Absisik asit ile etkileşime girerek doğal büyüme düzenleyicisi olarak görev yaparlar. Fenoprop en yaygın olarak kullanılan örneğidir (Warne ve Reicht-Brushett, 2023).

Pestisitlerin inorganik olanları ise civa, bakır, arsenik ve kalaydır (Warne ve Reicht-Brushett, 2023).

- **Civa:** Metoksi etil, civa klorür en yaygın olanıdır. Lipofilik ve biyomagnifiye (organo-metalik formlar) özellikleri vardır. Biyolojik olarak kolayca bozunmaz. Türler ve formlar toksisite açısından farklılık gösterirler. Bir besin zincirinin daha yüksek trofik seviyelerindeki canlı organizmalarda belirli kimyasalların ya da toksinlerin inorganik, cansız ortamda meydana gelen konsantrasyondan daha yüksek bir konsantrasyonda birikmesi sürecine biyomagnifikasyon adı verilir. Fungusit olarak görev yaparlar. Civa, proteinler, enzimler, hemoglobin ve serum albümininin sülfhidril gruplarına (SH) karşı güçlü bir afiniteye sahiptir (Warne ve Reicht-Brushett, 2023).
- **Bakır:** Bakır sülfat, bakır hidroksit, bakır oksiklorür en yaygın olan formlarıdır. Kalıcıdır, biyolojik olarak kolayca bozunmaz. Algisit, fungusit, bakterisit ve biyosid olarak kullanılır. Hücrelerin antioksidan kapasitesini etkilerler (Warne ve Reicht-Brushett, 2023).
- **Arsenik:** Bakır arsenat, CCA (bakır, krom, arsenik) en yaygın kullanılanlardır. Ahşap işleme ve herbisit olarak kullanılır. Bir metaloit

olup, biyolojik olarak kolayca bozunmaz. Ancak  $As^{3+}$  ve  $As^{6+}$  toksisite açısından farklılık gösterir. İnsektisit olarak kullanılır. Proteinleri pıhtılaştırır, koenzimlerle kompleksler oluşturur ve ATP üretimini inhibe eder. Kadmiyum ve civa gibi, bazı biyokimyasal süreçlerde fosforun yerine geçebilir (Warne ve Reicht-Brushett, 2023).

- **Kalay:** Organotin en yaygın olanıdır. İndirgeyici ortamlarda yavaş bozunurlar. Biyosit olarak kullanılırlar. Türlerle bağlı olarak birden fazla örneğin endokrin yapılarının bozulmasına neden olurlar. Sitokrom P450 inhibisyonu, oksidatif fosforilasyon ve mitokondriyal yapının değiştirilmesi gibi etkileri vardır. Yumuşakçalarda kabuk kalınlaşmasına neden olurlar (Warne ve Reicht-Brushett, 2023).

Dünyadaki toplam pestisit tüketiminin %29'unu insektisitler, %19'unu ise fungusitler oluşturduğu bildirilmiştir. Bu oranlar 2021 yılında Türkiye için sırasıyla %26 ve %36 ise olarak bulunmuştur (Top, Tiryaki ve Polat, 2023).

Pestisitler, tarımsal ürünleri tehdit eden birçok böcek türünü azaltmak ve gıda üretimini artırmak için tarımda yoğun olarak kullanılırken, önemli çevresel kirlenmelere neden olduğu anlaşılmıştır. Tarım alanında pestisitlerin uzun seneler ve sürekli olarak kullanılması, zararlıların bu ilaçlara karşı direnç göstermesine neden olmuştur. Bu sebeple her yıl bir önceki yıla göre daha fazla pestisit kullanımı gerekmektedir (Fantin, Buscaroli, Dijkman, Zamagni, Garavini, Bonoli ve Righi, 2019). Pestisitlerde olması istenilen en önemli özellik, böceklere ve zararlı hayvanlara karşı toksik, fakat insan da dahil olmak üzere diğer canlılarda toksik olmayan ya da çok az toksik olmalarıdır. Fakat son zamanlarda kullanılan pestisitler hem hedef dışı organizmalar hem de insanlar ve çevre için aynı derecede zararlıdır.

## 1. Pestisitlerin Çevreyle İlgili Özellikleri

Tüm kimyasallarda olduğu gibi, pestisitlerin çevresel etkileri kimyasal yapılarına göre ve pestisit bulduğu ortamın fizikokimyasal özelliklerine göre belirlenir. Çevreyle ilgili bazı fizikokimyasal özellikler moleküler ağırlık; sulu çözünürlük ve hidrofobiklik; bölüşüm katsayıları; biyoakümülyasyon ve biyokonsantrasyon faktörleri; uçuculuk; bozunabilirlik ve kalıcılığı içerir (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023). Her birini kısaca açıklayarak çevreyi nasıl etkiledikleri kısaca açıklanacaktır.

### 1.2. Moleküler Ağırlık

Tipik olarak, bir kimyasalın moleküler ağırlığı arttıkça bir dizi diğer fizikokimyasal özellik değişir. Örneğin, molekül ağırlığı arttıkça kimyasal suda daha az çözünür hale gelir (çünkü kimyasalın çözünmesi için daha fazla enerji gerekir), bitki ve hayvan dokusunda daha fazla çözünür hale gelir, daha az uçucu hale gelir (çünkü kimyasalın uçuşması için daha fazla enerji gerekir) ve organik madde ve partiküllere bağlanma olasılığı daha yüksektir (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

### 1.3. Sulu Çözünürlük ve Hidrofobiklik

Bir pestisit'in çözünürlüğü, belirli bir sıcaklık ve basınçta bir çözücü içinde çözülebilen pestisit'in maksimum kütlesidir. Bir pestisit'in çözünürlüğünün belirlenmesinde önemli bir faktör, pestisit ve çözücünün polaritesidir (yükü). Genel bir kural, benzerin benzeri erittiğidir. Bu nedenle polar pestisitler polar çözücülerde çözünecek ve tersine polar olmayan kimyasallar polar olmayan çözücülerde çözünecektir. Su polardır ve bu nedenle pestisit ne kadar polar olursa sulu çözünürlüğü o kadar fazla olur ve hayvan dokusu gibi polar olmayan bir çözücüde pestisit çözünürlüğü o kadar düşük olur. Bir pestisit'in bir hayvana girebilmesi için polar olmayan lipid çift tabakadan oluşan bir hücre zarını geçmesi gerekir. Bir pestisit ne kadar polar değilse, hücre zarındaki çözünürlüğü ve organizmaya girme kabiliyeti o kadar artar. Sulu çözünürlüğü yüksek olan kimyasallar şunlardır hidrofilik (suyu seven) veya tersine lipofobik olarak adlandırılır (yağdan nefret eden). Dokuda yüksek oranda çözünen kimyasallar lipofilik (yağ seven) veya tersine hidrofobik olarak adlandırılır (sudan nefret eden). Lipofilik pestisitler, bir kez yutulduğunda organizmalar tarafından yağ dokularında depolanma olasılığı daha yüksektir (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

### 1.4. Bölünme Katsayıları (Oktan-ol-su bölme katsayısı)

Bölme katsayısı, dengeye ulaşıldığında bir kimyasalın iki farklı ortamdaki konsantrasyonunun oranıdır. Bir bölme katsayısının büyüklüğü, bir kimyasalın iki farklı ortamdaki çözünürlüğüne bağlıdır. Bölme katsayısı değerleri çok küçük ve çok büyük olabileceğinden genellikle logaritma olarak ifade edilirler. Çevre biliminde sık olarak kullanılan bir bölme katsayısı, oktan-ol-su bölme katsayısıdır (Kow veya logaritması, Log Kow) (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

### 1.5. Uçuculuk

Uçuculuk, bir kimyasalın durumu katı veya sıvı bir fazdan gaz fazına değişime kolaylığının bir ölçüsüdür. Uçuculuğun bir ölçüsü buhar basıncıdır. Katı ve / veya sıvı formlarıyla dengede olduğunda bir buharın uyguladığı basınçtır. Artan sıcaklık ve azalan atmosfer basıncı ile buhar basıncı artar. Bir pestisit ne kadar uçucu olursa, sulu, toprak, tortu, hayvan veya bitki bölmelerinde kalmak yerine, herhangi bir çevresel koşul (özellikle sıcaklık ve basınç) altında çevrenin gaz bölmesinde bulunacak miktar o kadar fazla olur. Bir pestisit'in uçuculuğu ne kadar büyükse, havanın kütle hareketi ile taşınma olasılığı da o kadar büyüktür (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

### 1.6. Pestisitlerin Bozunma ve Kalıcılığı

Pestisitlerin bozunmasına neden olan çeşitli bozunma biçimleri vardır. Biyolojik (biyotik) faktörler pestisitlerin bozunmasına biyolojik bozunma denir. Biyolojik olmayan (abiyotik) faktörler tarafından pestisitlerin

bozunmasına ise kimyasal bozunma adı verilir. Biyolojik bozunma genellikle bakteriler, mayalar ve mantarlar dahil olmak üzere mikro organizmaların metabolik faaliyetlerinden kaynaklanır. Ancak, çoğu bitki ve hayvan da kirleticileri ayrıştırmak veya metabolize etmek için çeşitli mekanizmalara sahiptir. Kimyasal bozunma su ile (hidroliz) ve güneş ışığı (fotoliz) ile parçalanmayı içerir. Tipik olarak, biyolojik ve kimyasal bozunma, pestisitleri, orijinal (ana) bileşiğe kıyasla azaltılmış toksisite ve artan sulu çözünürlük ile daha küçük kimyasallara ayırır. Bir pestisit toksik olmayan kimyasallara ne kadar hızlı indirgenirse, organizmaların ona maruz kalma süresi o kadar kısa olur ve toksik etkilere neden olma yeteneği o kadar düşük olur. Bozunma yoluyla üretilen kimyasallar bozunma ürünleri veya bozunucular olarak adlandırılır (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

Kalıcılık kelimesi (bozunabilirliğin tersi), pestisitlerin çevrede devam eden varlığını tanımlamak için pestisitlerle ilgili bilimsel literatüre girmiştir ve ancak bundan sonra bu terim biyolojik olarak aktif olan herhangi bir organik kimyasala uygulanmıştır (Greenhalgh, 1980). Pratik anlamda, bir pestisit, hedef zararlılara etki etmesi için yeterli süre biyolojik olarak aktif kalmasını sağlamak için bir miktar kalıcılığa sahip olması gerekir. Bununla birlikte, kalıcılık ne kadar uzun olursa, pestisit insan tüketimi için yetiştirilen gıda üzerinde veya içinde biyolojik olarak aktif olma şansı o kadar artar ve uygulama alanından taşınma ile hedef olmayan organizmalara zararlı etkiler gösterme şansı o kadar artar. Bu nedenle kalıcılık, çevreye zarar verme potansiyellerini değerlendirmede pestisitlerin temel bir özelliği olarak görülmektedir (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

Kalıcılık ölçülebilir bir özelliktir ve kimyasal yapısının değişmesine karşı kimyasal bir direnci temsil eder ve oksidasyon, indirgeme, hidroliz, fotoliz ile sonuçlanan güneş ışığı, ısı ve mikrobiyolojik bozunma gibi birçok etkileşimin işlevi olan bir değişkendir (Greenhalgh, 1980). Buhar basıncına neden olan bir kimyasalın fiziksel özellikleri, suda çözünürlük, ayrışma sabiti, bölünme katsayısı, toprağa emilim ve uçuculuk kalıcılığını etkileyecektir. Bu özellikleri anlamak, bugün ürün tescili için çok önemlidir. Buna ek olarak, toprak da dahil olmak üzere alıcı ortamın özellikleri/tortu partikül büyüklüğü, toprak nemi içeriği, organik madde içeriği, pH, mikrobiyal biyokütle ve sıcaklık pestisitlerin çevresel kalıcılığında rol oynar. Bu nedenle, kalıcılık bölgeye ve duruma özgüdür. Kalıcılık suyu, genellikle laboratuvarında bozulma için en uygun standart deneysel koşullar altında ölçülür. Bu nedenle, çevresel bozulma oranlarını yansıtmayabilecekleri için dikkatli kullanılmalıdırlar (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

## 2. Kullanılan Pestisit Miktarları

Yıllık küresel pestisit kullanımına ilişkin yakın tarihli bir tahmin Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2019 yılı için 4,2 milyon tondur (FAO 2021). Pestisit kullanımı 1990'dan bu yana istikrarlı bir şekilde

artmış ve neredeyse bu süre içinde iki katına çıkmıştır (FAO 2021). Buna rağmen son yıllarda bir düzlüğe ulaşılmış olsa da, toplam pestisitler kullanımı 2010'lu yıllarda 1990'lı yıllarla karşılaştırıldığında %50'den fazla artış göstermiştir. Ekili alan başına pestisit kullanımı 1,8'den 2,7 kg/ha'a yükselmiştir (FAO 2021). Asya ortalama olarak %52.8 ile en büyük pestisit kullanıcısıdır. Bunu %30,2 ile Amerika ve %13,8 ile Avrupa izlemektedir (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

Yıllık ortalama pestisit kullanan en büyük tek ülke Çin'dir. 1,77 milyon ton ile ikinci sırada yer alırken, bunu 408.000 ton ile Amerika Birleşik Devletleri, daha sonra da Brezilya 377.000 ton izlemektedir (FAO 2021). Bazıları İtalya, Portekiz, Avusturya, Çekoslovakya gibi ülkeler ve Danimarka pestisit kullanımını son zamanlarda azaltmıştır (Worldatlas, 2018; Sharma ve ark. 2019). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre; Türkiye'de 2006 yılında 45 bin ton pestisit kullanımının 2020 yılında ise %17.7 oranında bir artış göstererek 53 bin tona yükseldiği bildirilmiştir (Özercan ve Taşçı, 2022).

Herhangi bir ülkede kullanılan pestisit miktarını etkileyen çok sayıda faktör vardır; tarıma ayrılan arazi miktarı, yetiştirilen ürün türü, nüfus, ticaret düzenlemeleri, iklim, entegre haşere yönetimindeki gelişmeler, pestisite dayanmayan tarım biçimlerinin kapsamı (örneğin organik tarım ve permakültür) bunlardan bazılarıdır (Warne ve Reichelt-Brushett, 2023).

### 3. Pestisitlerin Çevresel Riskleri

Toprağa bilinçsiz bir şekilde atılan pestisitler sadece toprağı kirletmekle kalmaz, yer üstü suları (nehir, göl, dere) aynı zamanda sulama yada yağış sularıyla yeraltı katmanlarına inerek yer altı sularının da kirlenmesine sebep olurlar (Anonymous, 1979). Bunun yanı sıra insanlarda zehirlenmelere, gıda ve içme suyunda birikimlere neden oldukları için, kullanılan pestisitlerin insan sağlığı açısından da bazı riskleri bulunmaktadır (Nemeth-Konda, Füleky, Morovjan ve Csokan, 2002).

Yüzey sularının kirlenmesi yer altı sularına kıyasla biraz daha önemsizdir. Çoğu yüzey suyu (derin göller hariç) hızlı bir devir hızına sahiptir. Ayrıca çoğu yüzey suyu serbest oksijen içerir, bu da pestisitlerin mikroorganizmalar tarafından parçalanma hızını artırır. Bununla birlikte, yüzey sularının kirlenmesi gelişigüzel bir şekilde ele alınmamalıdır. Son derece zehirli bir pestisit, düşük konsantrasyonlarda bile balıkların ve diğer sucul organizmalarının ölümüne neden olabilir. Yüzey sularına ulaşan pestisitler burada yaşayan sucul bitkileri, bentik makroomurgasızları, planktonları, sucul omurgasızları ve balıkları olumsuz yönde etkilemektedir. Pestisitlerin dayanıklılığı (yarılanma ömrü) ne kadar büyükse erozyonla taşınması da o kadar fazla olmaktadır (Balkaya, 2000).

Yeraltı sularındaki pestisitler ise son derece ciddi bir sorundur. Yer altı suyunun devir hızı birkaç ay kadar kısa olabilir, ancak bir yer altı akiferindeki suyu yenilemek için bazen 1 yıl, bazen de 10 yıl gerekebilir. Yeraltı sularında oksijen bulunmaz ve oksijensiz ortamda yaşayan mikroorganizmalar pestisitleri

parçalamakta çok az etkilidir. Son derece yavaş seyrelme ve parçalanma, kirleticinin uzun süre orada bulunacağı anlamına gelir. Kirlenmiş yeraltı suyunun en kritik tehlikesi suyu içen insan ve hayvanlarda toksik etki yaratma potansiyelidir (Aydınalp ve Porca, 2004).

Bir pestisitlerin yeraltı suları için tehdit oluşturması durumunu etkileyen iki önemli faktör vardır. Bunlar pestisitlerin topraktaki kalıcılığı ile pestisitlerin hareketliliğidir. Bir pestisitlerin kalıcılığı onun kimyasal veya biyolojik degradasyon (bozulmasına) özelliğine bağlıdır. Pestisitlerin yeraltı sularını kirletmesini etkileyen bir başka ana faktör, pestisitlerin hareketliliğidir. Pestisitlerin hareketliliği, toprağın hacimsel yoğunluğu, su ve organik karbon içerikleri, fazla sulama ve yağış miktarı ile pestisitlerin adsorbe edilme oranı gibi nitelikleri etkilemektedir (Pierzynski, Sims ve Vance, 1994). Bununla birlikte pestisit uygulamaları mevsimlere bağlı olarak da değişim gösterebilir. Örneğin, yağmurlu mevsimlerde pestisitlerin su kütlelerine karışma ihtimalini ve bu su kaynaklarını kirletmesi olasılığını arttırmaktadır (Gama, Cavalcante, Duavi ve Silva, 2017).

Pestisitler sucul alanlardan; buharlaşma, süzülme, pestisitlerle kirlenmiş olan balıkların veya diğer canlılar tarafından tüketilmesi, parçalanma, sedimentte alt tabakalara doğru ilerleme veya dışarı başka sistemlere akış yoluyla da uzaklaşabilirler (Çelik-Çakıroğulları ve Seçer, 2009).

#### 4. Pestisitlerin Ekosistemdeki Olumsuz Etkileri

Bazı pestisitler toksikolojik açıdan herhangi bir zarar oluşturmazken, bazılarının kanserojen olduğu ve sinir sistemini etkilediği bildirilmiştir (Altıkat, Turan, Ekmekyapar–Torun ve Bingül, 2009). Pestisitlerin akut ve kronik etkileri olabilir. Akut etkiler, pestisitlerin kazara vücuda alınmasıyla oluşan zehirlenme türüdür (Kalyabina, Esimbekova, Kopylova ve Kratasyuk, 2021). Kronik etkileri ise daha uzun süreli maruziyet sonucu ortaya çıkabilir. Vücudumuza alınan besinlerin yıkımlanması sonucu serbest radikaller oluşur. Serbest radikal aktivitesi ile antioksidan aktivitesi arasında dengesizlik olduğunda ortaya çıkan duruma oksidatif stres denir. Oksidatif stresin DNA ve hücrelerde hasar oluşturacağı ve kanserin oluşmasını tetikleyebileceği bildirilmiştir (Özcan, Erdal, Çakırca ve Yönden, 2015).

Araştırmalar, çocuk ve yetişkinlerde pestisitler ile kanser gelişimi arasında ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Prostat, lösemi, yumurtalık, akciğer, mide, kolon, mesane ve rektum kanseri gibi maligniteler bulunmuştur. Kronik pestisit maruziyetinin çok sayıda çalışma tarafından nörolojik etkilerini de göstermiştir. Parkinson, Alzheimer, dikkat eksikliği, hiperaktivite gibi, anksiyete, depresyon, zeka geriliği gibi bozukluklara sebep olabilir (Peillex ve Pelletier, 2020).

#### 5. Pestisitlerin İleri Arıtım Yöntemleri

Geleneksel (konvansiyonel) su arıtma, pıhtılaşma, flokülasyon, çöktürme, filtreleme ve klorlama sonrası işlemlerdir. Geleneksel süreçlerin

olduğu iyi bilinmektedir. Mikro kirleticileri spesifik olarak bu yöntemlerle ortadan kaldırması öngörülmektedir, dolayısıyla sudan pestisit giderimini sağlamak için ileri arıtım ya da tamamlayıcı süreçlere ihtiyaç duyulur. Öte yandan ileri oksidasyon prosesleri örneğin ozon, UV, ultrases, fenton ve fenton benzeri prosesler, fotofenton, solar fotokataliz, elektrokimyasal prosesler pestisit gideriminde etkili metotlardır.

Pestisitleri ortadan kaldırmak için yaygın olarak ileri oksidasyon prosesleri, ters ozmoz, iyon değişimi, elektrokimyasal indirgeme, elektrodializ, UV radyasyonu ve aktif karbon adsorpsiyonu gibi ileri arıtım yöntemleri kullanılmaktadır (Archna Sharma ve Sobti, 2012).

Ultraviyole (UV) radyasyona dayalı işlemler uygulanabilir arıtma yöntemidir. Çok çeşitli pestisitler gibi kalıcı organik atıkları ortadan kaldıracak veya büyük ölçüde azaltacak çözümler bulunmaktadır. UV-C doğrudan fotolizin UV-A'dan daha yüksek enerjisinden dolayı kalıcı organik bileşiklerin daha iyi bozulmasını sağladığı rapor edilmiştir (Tufail, Price, Mohseni ve Pramanik, 2020; Shie, Lee, Chiou, Chang ve Chang, 2008).

Fotoliz işlemleri, bileşiklerin doğrudan fotolizini içerir. UV-C fotonlarından (180-280 nm) enerji emilerek uyarılır.

Pestisitlerin kimyasal yapısı, özellikleri belirlenerek en uygun ileri arıtma yöntemi seçilmelidir. Özellikle ileri oksidasyon prosesleri uygulanırken pestisitlerin parçalanması sonu oluşan ara ürünler de dikkate alınmalıdır.

## 6. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, pestisitlerin toprağı, havayı, yüzey ve yeraltı sularını farklı şekillerde kirlettiğini söyleyebiliriz. Yüzey sularında mikroorganizmalar tarafından parçalanmış pestisitler, yeraltı sularında düşük oksijen nedeniyle uzun bir süre bozulmadan kalırlar. Bu yeraltı suları uzun süreli kullanıma bağlı olarak insanlar ve hayvanlar için toksik etkiler yaratabilirler. Akut ve kronik bazı hastalıklara sebep olabilirler. Tarımsal sulamaya elverişsiz hale gelebilirler. Bu bilgiler ışığında, pestisitlerin yüzey ve yeraltı sularındaki etkilerini azaltmak için alabileceğimiz birkaç basit öneri vardır. Bunlar sırasıyla;

- Türkiye'yi oluşturan 26 havza entegre havza yönetimi bazında incelenmelidir.
- Pestisitler hakkında çiftçiler ve tarımla uğraşanlar bilgilendirilmeli ve eğitimler verilmelidir.
- Çiftçiler tarlalarına ekim yapmadan önce toprak analizinin yapılmasına teşvik edilmelidir. Toprakta bitki büyümesi için yeterli olmayan ya da az olan madde verilmesi sağlanmalıdır.
- İnsanlar etkili sulama yöntemleri hakkında bilgilendirilmelidir. Tarımda kullanılan eski sulama yöntemleri değil, özellikle son yıllarda artan iklim değişikliği ile daha az su kullanılarak daha etkili



yöntemlerle sulama yapılmalıdır. Daha az suya ihtiyaç duyan besinler ekilmelidir.

- Su kaynaklarına yakın tarım alanlarında tehlikeli pestisitlerin kullanımı ABD ve AB ülkelerindeki gibi kısıtlanmalıdır.
- Çiftçiler monokültür değil de polikültür çalışmalarına yönlendirmelidir.
- Pestisitlerin sağlığa olan zararları hakkında insanlar bilgilendirilmelidir.
- İnsan ve çevre sağlığı için en az derecede toksik, en etkili pestisitler kullanılmalı, ilaçlama süresi kısa tutulmalıdır.
- Pestisit uygulamalarına yasal bir düzenleme getirilmelidir. Pestisitlerin deneyimli personeller tarafından uygulanması sağlanmalıdır.
- Tarımın yoğun olarak yapıldığı alanlarda hem yeraltı hem de yüzey sularındaki pestisit miktarı düzenli aralıklarla kontrol edilmelidir.
- Arıtılmış atıksular analizleri yapılarak sulamaya uygun değilse ileri arıtım yöntemleri kullanılarak tekrar arıtılarak tarımda kullanılması yaygın hale getirilmelidir

**KAYNAKÇA**

- Altıkat, A., Turan, T. & Ekmekyapar-Tosun, F. (2009). Use of pesticides in Turkey and its effects on environment, Atatürk Univ. Ziraat Fak. Der. 40(2), 87-92, ISSN:1300-9036.
- Anonymous, (1979). DDT and its Derivatives. Environmental Health Criteria 9. 193 p. United Nations Environment Programme and The World Health Organization, GENEVA.
- Archana Sharma, S.K. & Sobti, R.C. (2012). Nitrate removal from ground water: a review. EJ. Chem. <https://doi.org/10.1155/2012/154616>
- Aydınalp, C. & Porca, M.M. (2004). The effects of pesticides in water resources. Journal Central European Agriculture, 5(1):5-12.
- Balkaya, N. (2000). Pestisitlerin Canlılar Üzerindeki Toksik Etkileri. GAP-Çevre Kongresi, 16- 18 Ekim, Şanlıurfa, I, 529-538.
- Bragança, I., Mucha, A.P., Tomasino, M.P., Santos, F., Lemos, P.C., Delerue-Matos, C. & Domingues, V F. (2019). Deltamethrin impact in a cabbage planted soil: Degradation and effect on microbial community structure. Chemosphere, 220, 1179-1186.
- Çelik-Çakıroğulları, G. & Seçer, S. (2009) Organik klorlu insektisit DDT'nin sucul sistemlere etkisi ve Türkiye'de Yapılan çalışmalar, Ziraat mühendisliği dergisi, Temmuz-Aralık, 353, 34-39.
- World Health Organization, (1979). DDT and its derivatives EHCmN, Geneva., ISBN 92-4-154069-9.
- Drum, C. (1980). Soil Chemistry of Pesticides. PPG Industries, Inc, USA.
- EPA (United States Environmental Protection Authority), (2015). Estimating persistence, bioaccumulation, and toxicity using the PBT profiler. Available from: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-05/documents/07.pdf> [Accessed 26.11.2023].
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2021) Pesticides Use, pesticides trade and pesticides indicators 1990–2019—FOASTAT analytical brief 29.
- Fantin V, Buscaroli A, Dijkman T, Zamagni A, Garavini G, Bonoli A & Righi, S. (2019). PestLCI 2.0 sensitivity to soil variations for the evaluation of pesticide distribution in Life Cycle Assessment studies. Science of the Total Environment, 656, 1021– 1031.
- Gama AF, Cavalcante RM, Duavi WC & Silva VPA (2017). Nascimento, R.F., Occurrence, distribution, and fate of pesticides in an intensive farming region in the Brazilian semi-arid tropics (Jaguaribe River, Ceará). J Soils Sediments, 17, 1160–1169.
- Greenhalgh R (1980) Definition of persistence in pesticide chemistry. Pure Appl Chem 52:2563–3566.
- Kalyabina, V. P., Esimbekova, E. N., Kopylova, K. V., & Kratasyuk, V. A. (2021). Pesticides: formulants, distribution pathways and effects on human health—a review. Toxicology reports, 8, 1179-1192.

- Mrema, E.J., Rubino, F.M., Brambilla, G., Moretto, A., Tsatsakis, A.M., Colosio, C. (2013). Persistent organochlorinated pesticides and mechanisms of their toxicity. *Toxicology*. 307, 74–88.
- Nemeth-Konda L, Füleky G, Morovjan G & Csokan, P. (2002). Sorption Behaviour of Acetochlor, Atrazine, Carbendazim, Diazinon, Imidacloprid and Isoproturan on Hungarian Agricultural Soil. *Chemosphere*, 48, 545-552.
- Özcan, O., Erdal, H., Çakırca, G. & Yönden, Z. (2015). Oxidative stress and its impacts on intracellular lipids, proteins and DNA . *Journal of Clinical and Experimental Investigation* 6(3):331-336. doi: 10.5799/ahinjs.01.2015.03.0545
- Özercan, B., Taşçı, R.2022. Investigation of Pesticide use in Türkiye in terms of provinces regions and pesticides groups., *Ziraat mühendisliği dergisi*, 375, 75-88. DOI:10.33724/zn1120599.
- Peillex, C. & Pelletier, M. (2020). The impact and toxicity of glyphosate and glyphosate-based herbicides on health and immunity. *Journal of Immunotoxicology*, 17(1), 163-174.
- Pierzynski G, Sims JT & Vance GF (1994). *Soils and Environmental Quality*. Lewis Publishers, USA, 192-193.
- Sağlık Bakanlığı, (2021). Aktif Maddelere Ait Listeler (Online) <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/cevresagligi-biyosidal/ab-uygulamalar%C4%B1,-mevzuat,-organizasyon,-koruyucular-ve-di%C4%9Fer-biyosidal-%C3%BCr%C3%BCnler-birimi/aktif-maddelere-ait-listeler-guncel.html> (Erişim Tarihi: 28.11.2023).
- Sharma A, Kumar V, Shahzad B, Tanveer M, Sidhu GPS, Handa N, Kohli SK, Yadav P, Bali AS, Parihar RD, Dar OI, Singh K, Jasrotia S, Bakshi P, Ramakrishnan M, Bhardwaj SKR, Thukral AK (2019) Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Appl Sci* 1:1446
- Shie, J.-L., Lee, C.-H., Chiou, C.-S., Chang, C.-T., Chang, C.-C. & Chang, C.-Y. (2008) Photodegradation kinetics of formaldehyde using light sources of UVA, UVC and UVLED in the presence of composed silver titanium oxide photocatalyst, *J. Hazard. Mater.* 155, 164–172, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.11.043>.
- Top, Z.N., Tiryaki, O. & Polat, B. (2023). Monitoring and Environmental Science and Health, Part B, 48 (4), 304-315.
- Tufail, A., Price, W.E., Mohseni, M., Pramanik, B.K. & Hai, F.I. A.(2020). Critical review of advanced oxidation processes for emerging trace organic contaminant degradation: mechanisms, factors, degradation products, and effluent toxicity, *J. Water Process Eng.* 101778, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101778>.
- Vale, A. & Lotti, M., 2015. Chapter 10 - Organophosphorus and carbamate insecticide poisoning. *Handbook of Clinical Neurology* 131, 149-168. DOI:10.1016/B978-0-444-62627-1.00010-X.

- Walker, C. H. (2001). *Organic Pollutants. An Ecotoxicological Perspective*. Taylor and Francis Inc., 282 , London, Great Britain.
- Waliszewski, S., Bermúdez, M.E., Infanzón, R., 2002. Niveles de DDT en tejido adiposo materno, suero sanguíneo y leche de madres residentes en Veracruz, México. *Revista internacional de contaminación ambiental* 18, 17–25.
- Warne, M.St.J.& Brusshett, (2023). Chapter -7. Pesticides and Biocides, *Marine Pollution-Monitoring Management and Mitigation*, Springer, Text boks in Earth Science, Geography and Environment. ISSN 2510-1307.155-184. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-10127-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-10127-4_1)
- WHO (World Health Organisation), (2020). The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification, 2019 edition. Available at: 7 <https://www.who.int/publications/i/item/9789240005662> [Accessed 27.11.2023].
- Worldatlas (2018) 7 <https://www.worldatlas.com/articles/top-pesticideconsuming-countries-of-the-world.html>. [Accessed 10 December 2023]



## BÖLÜM 7

### YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜNDEKİ ÖĞRENCİLERİ İLE PERSONELİN GIDA İSRAFININ ÖNLENMESİNE YÖNELİK TUTUM VE DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Gülfinaz ÖZOĞUL<sup>1</sup>

Ahmet BARUT<sup>2</sup>

Mehmet Eren PALAS<sup>3</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10402887>

---

<sup>1</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Tarım Makineleri Programı, Yozgat, Türkiye, gulfinaz.ozogul@bozok.edu.tr , ORCID ID: 0000-0003-3109-4954

<sup>2</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Makine Programı, Yozgat, Türkiye, ahmetbarut1029@gmail.com

<sup>3</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Makine Programı, Yozgat, Türkiye, palaseren66@gmail.com



## GİRİŞ

Gıda israfı insan tüketimine uygun fakat tüketicilerin farklı sebeplerle değerlendirmeden attıkları gıdalardır (Oral, 2015). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde daha çok gıda israfıyla karşılaşmaktadır (Gustavsson, 2011). Tükettiğimiz gıdaların yetiştirilmesi, işlenmesi, paketlenmesi ve nakliyatı esnasında salınan sera gazları iklim değişikliğinin artmasına neden olmaktadır (Türkiye İsrافی Önleme Vakfı, 2023). Tüketilmeyen gıdalar, sera gazı emisyonlarının %8-%10'undan sorumludur (UNEP, 2021).

2050 yılına kadar dünya nüfusunun 10 milyar olacağı öngörülmekte olup, gıda arzında da %77 oranında artış beklenmektedir. Bu süreçte gıda güvenliğinin geliştirilmesi çok önemli bir konudur. Dünyada tüketici seviyesinde gıdaların %17'si hiç dokunulmadan çöpe atılmaktadır (Türkiye İsrافی Önleme Vakfı, 2023). *“Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın hazırlamış olduğu rapora göre, yaklaşık olarak 931 milyon ton gıda, 2019 yılında israf edilmiş olup, bu israfın %61'inin hane içerisinde, %26'sının gıda hizmet sektöründe ve %13'ünün perakende sektöründe olduğu düşünülmektedir.”* Ülkeler arasında karşılaştırma yapıldığında gelir seviyesi azaldıkça hane içi israfın arttığı da bilinmektedir. Dünyada 3 milyar insanın dengeli beslenememesi ve günümüzde 690 milyon insanın da açlık ile mücadele etmesi çok önemli küresel bir sorun haline gelmiştir (FAO, 2020).

*“2019 yılında dünyada hane içi israf 74 kg/kişi başı, gıda hizmeti alanında 32 kg ve perakende de 15 kg olmuştur”* (UNEP, 2021). Türkiye'deki verilerin düşük bir güvenilirlikte olduğu belirtilerek, ülkemizdeki hane içi israfın 93 kg/kişi başı olduğu düşünülmektedir (İKV, 2022). *“Gıda kayıplarının yaklaşık %54'ü üretim, hasat sonrası taşıma ve depolama esnasında; %46'sı işleme, dağıtım ve tüketim safhalarında oluşmaktadır”* (Aday, M. S., ve Aday, S., 2021).

Bu araştırmanın esas amacı, Yozgat Bozok Üniversitesi'nde (YOBU) öğrencilerin ve personelin (akademik ve idari) tüketici aşamasında meydana gelen gıda israfının nedenlerini incelemek, gıda israfına yönelik tutum ve davranışlarını ortaya koymak, söz konusu sorunların çözümü için somut çözüm önerileri sunarak gıda israfı ile ilgili politikaların yönlendirilmesinde yardımcı olabilecek bilimsel bulguları sunmak ve israfıya yönelik farkındalık yaratmaktır.

Bu çalışmanın yan amaçları ayrıntılı olarak aşağıdaki şekilde sıralanabilir:



- Gıda israfı ile tüketicilerin demografik yapısı (cinsiyeti, yaşı, eğitim düzeyi, işi, gelir durumu, medeni durumu, çocuk durumu) arasındaki ilişkiyi belirlemek,
- Ankete katılanların tüketim alışkanlıkları, gıda alışverişleri, kişisel değerleriyle israfı önlemeye yönelik tutumları arasındaki ilişkileri belirlemek,
- İsfraf sebeplerini ve farklı ürün gruplarından hangilerini daha çok israf ettiğini tespit etmek,
- Gıda israfı yapan ve yapmayanları ayıran özellikleri tespit etmek,
- İsfrafın azaltılması ve önlenmesi için öneriler sunmaktır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın ana kitlesini Yozgat Bozok Üniversitesi personeli (akademik ve idari) ve öğrencileri oluşturmaktadır. Anket 2022-2023 eğitim öğretim dönemi bahar yarıyılında yapılmış olup öğrenci ve personelin belirtilen dönemdeki toplam sayısı 22.792'dir.

Görüşülen kişi sayısı oransal örnek hacmi formülüyle hesaplanmıştır (Newbold, 1995). Örnek hacmi, %95 güven aralığı ve %5 hata payı için 378 olarak belirlenmiştir.

*"Anket; planlama, satın alma, pişirme, muhafaza, tutum ve davranışlarla ilgili sorulardan oluştuğu için ankete katılacak kişiler gayeli olarak belirlenmiştir"* (Mallinson et al., 2016; Stancu et al., 2016; Diaz-Ruiz et al., 2018; Niyaz and Demirbaş, 2020; Daysal, 2019).

Anket çalışması 2023 yılının Şubat-Temmuz ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Kahramanmaraş merkezli depremin ülkemizdeki etkileri nedeniyle üniversitemizde Uygulamalı eğitimler çerçeve yönetmeliği kapsamında akademik birim tarafından belirlenen bölüm ve programlar yüz yüze diğer birimler derslerini çevrimiçi/eş zamanlı uzaktan yürüttükleri için anketlerin bir kısmı online sistem üzerinden gerçekleştirilmiştir. Toplam olarak 455 anket yapılmış olup analize dâhil edilebilir olan 416 veri analizde kullanılmıştır. Toplanan verilerin 170 tanesi yüz yüze 246 tanesi online olarak yapılmıştır. Uzaktan eğitimin yapıldığı birimlerde online anketlerin öğrencilere ulaştırılması dekanlıklar, müdürlükler, enstitü sistemine kayıtlı e-posta adresleri vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Ankete katılan birimler ve görüşülen tüketici sayıları Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1:** Yozgat Bozok Üniversitesinde Ankete Katılan Birimler ve Görüşülen Tüketici Sayıları

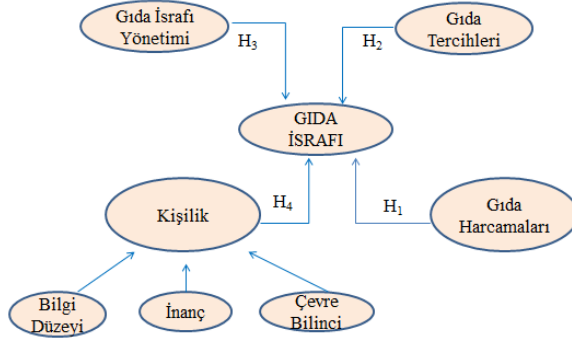
	Frekans	%
Yozgat MYO	116	27,9
Yerköy Adalet MYO	40	9,6
Fen Edebiyat Fakültesi	33	7,9
Eğitim Fakültesi	31	7,5
Sorgun MYO	28	6,7
Boğazlıyan MYO	19	4,6
Sağlık Bilimleri Fakültesi	15	3,6
Akdağmadeni MYO	15	3,6
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi	14	3,4
Ziraat Fakültesi	11	2,6
Sağlık Hizmetleri MYO	10	2,4
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	9	2,2
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü	9	2,2
Rektörlük	9	2,2
İletişim Fakültesi	8	1,9
İlahiyat Fakültesi	8	1,9
Şefaati MYO	7	1,7
Spor Bilimleri Fakültesi	6	1,4
Tıp Fakültesi	6	1,4
Sarıkaya Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu	6	1,4
Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı	5	1,2
Kenevir Araştırmaları Enstitüsü	4	1
Akdağmadeni Sağlık Yüksekokulu	3	0,7
Diş Hekimliği Fakültesi	2	0,5
Veteriner Fakültesi	1	0,2
Çekerek Fuat Oktay SHMYO	1	0,2
Toplam	416	100

Araştırma tüm gıda gruplarını kapsayacak şekilde geniş kapsamlı hazırlanmıştır. Verilerin analizinde, tüketicilerin sosyoekonomik ve demografik yapısı belirlenmiş sonrasında gıda satın alma ve tüketim davranışlarının analizleri yapılmıştır. Ankete katılanların farklı demografik yapılarına göre karşılaştırma grupları oluşturulmuştur.

“Demografik yapı ile ilgili sorular kapalı uçlu hazırlanmış olup diğer sorularda 5’li ve 7’li Likert Ölçeği kullanılmıştır. Kesinlikle Katılmıyorum (1), Kesinlikle Katılıyorum (7)” (Daysal, 2019).

Araştırmada gruplar arasında farklılık olanları belirleyebilmek için, Khi-Kare Bağımsızlık testi yapılmıştır (Landau and Everitt, 2004; Daysal, 2019). Araştırmada yalnızca anlamlı olan Khi-Kare analiz sonuçları sunulmuştur.

Araştırmanın teorik yapısını Planlanmış Davranış Teorisi (PDT) oluşturmuştur. “Gıda israfı konusunda pek çok araştırmada PDT uygulanmıştır” (Stancu et al., 2016; Visschers et al., 2016; Russell et al., 2017; Abdelradi, 2018; Daysal, 2019) “Araştırmanın kavramsal modelini, gıda israfına yönelik davranışlarda etkisi olduğu düşünülen faktörler bir araya getirilerek geliştirilmiştir” (Abdelradi, 2018; Diaz-Ruiz et al., 2018) (Şekil 1).



**Şekil 1.** Gıda İsrafına Yönelik Davranışlarda Etkisi Olan Faktörler (Abdelradi, 2018; Diaz-Ruiz et al., 2018)

Araştırmanın amacı doğrultusunda faktör analizi yapılmıştır.

Ankete katılanlara sunulan ifadelerin önem sıralamasını belirleyebilmek amacıyla yöntem olarak ağırlıklı ortalama uygulanmıştır (Batur ve ark., 2010).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### 1. Ankete Katılanların Sosyo-Ekonomik ve Demografik Yapısı

Tüketicilerin sosyo-ekonomik ve demografik yapısı Tablo 2’de yer almaktadır.

Tüketicilerin %53,1’i kadın, %46,9’u erkektir. 18-21 yaş aralığındaki tüketiciler %35,6’sını, 30-39 yaş aralığındakiler %19,7’sini, 22-25 yaş

aralığındakiler %18'ini, 40-49 yaş aralığındakiler %16,8'ini, 26-29 yaş aralığındakiler %5,3'ünü, 50 yaş üzeri ise %4,6'sını oluşturmaktadır.

Tüketicilerin %59,1'i üniversite, %33,7'si lisansüstü, %7'si lise, %0,2'si ortaokul mezunudur. Medeni durumlarına bakıldığında ise %63,5'inin bekâr, %34,6'sının evli, %1,9'unun ise boşanmış olduğu görülmektedir.

Tüketicilerin %51,4'ü çalışmamakta, %48,6'sı ise çalışmaktadır. %54,3'ü öğrenci, %29,1'i öğretim elemanı, %11,5'u memur, %5'i ise işçidir.

**Tablo 2:** Ankete Katılanların Sosyo-Ekonomik ve Demografik Yapısı

Özellik	Sayı	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kadın	53,1
	Erkek	46,9
	Toplam	100
Yaş Grubu	18-21	35,6
	22-25	18
	26-29	5,3
	30-39	19,7
	40-49	16,8
	50 yaş üstü	4,6
Eğitim Durumu	Ortaokul	0,2
	Lise	7
	Üniversite	59,1
	Lisansüstü	33,7
Medeni Durumu	Evli	34,6
	Bekâr	63,5
	Boşanmış	1,9
Çalışma Durumu	Çalışıyor	48,6
	Çalışmıyor	51,4
Mesleği	Öğretim elemanı	29,1
	Memur	11,5
	Öğrenci	54,3
	İşçi	5
Aylık Geliri	3.500 TL veya altı	38,9
	3.501-5.499 TL	4,3
	5.500-9.999 TL	8,9
	10.000 ve 14.999 TL	10,8
	15.000-19.999 TL	9,9
	20.000 TL ve üzeri	27,2
Hananın Toplam Aylık Geliri	3.500 TL veya altı	6
	3.501-9.999 TL	27,4

	10.000-15.499 TL	14,7
	15.500 ve 20.499 TL	13,9
	20.500-29.999 TL	18,8
	30.000 TL ve üzeri	19,2
Ailenin Aylık Toplam Mutfak Gideri	4.000TL ve altı	54,3
	4.001-8.000TL	32,2
	8.001TL ve üstü	13,5
Hanedeki Birey Sayısı	2 ve altı	12
	3 ve üstü	88
Hanedeki 0-6 Yaş Aralığındaki Birey Sayısı	0	76,9
	1 ve üstü	23,1

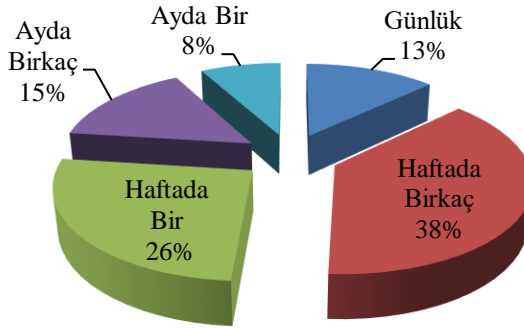
Tüketicilerin aylık gelir durumlarına bakıldığında ise %38,9'unun 3.500TL veya altı, %27,2'sinin 20.000TL ve üzeri olduğu, hanenin toplam aylık gelir durumlarına bakıldığında ise %27,4'ünün 3.501-9.999 TL, %19,2'sinin ise 30.000 TL ve üzeri olduğu görülmektedir.

Hanede yaşayan birey sayısına bakıldığında 3 ve üzeri bireylerin %88 olduğu, 2 ve altı bireylerin ise %12'sini oluşturduğu görülmektedir. Hanedeki 0-6 yaş arası çocuk sayısına bakıldığında ise %23,1'inin çocuğunun olduğu, %76,9'unun çocuğunun bulunmadığı tespit edilmiştir.

## 2. Tüketicilerin Gıda Alışveriş Davranışlarının Belirlenmesi

### 2.1. Gıda Alışverişine Gidiş Sıklıkları

Tüketicilerin %38'i haftada birkaç, %26'sı haftada bir, %15'i ayda birkaç, %13'ü günlük, %8'i ise ayda bir gıda alışverişine gitmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Tüketicilerin Gıda Alışverişine Gidiş Sıklığı

Tüketicilerin mutfak alışverişine gidiş sıklığı ile sosyo-ekonomik ve demografik yapısı arasındaki ilişkiyi saptamak için Ki-Kare Analizi yapılmıştır. Testin kullanılmasında hücrelerde birden az gözlem olmaması kuralına göre (Güngör ve Bulut, 2008) mutfak alışverişine gidiş sıklığı seçeneklerinde ayda birkaç ve ayda bir; gelir gruplarında da 6. Grup 20.000 TL ve üzeri ile 5. Grup 15.000-19.999 TL birleştirilmiştir (Tablo 3).

Aylık toplam mutfak harcama grupları ile gıda alışverişine gidiş sıklığı arasında ( $p < 0,05$ ) anlamlı ilişki saptanmıştır. Gıda alışverişlerine günlük gidenlerin %38,5'i 4.001-8.000TL gıda harcaması yapan tüketiciler iken, haftada birkaç defa gidenlerin %41,5'i, haftada bir defa gidenlerin %63,2'si, ayda bir ya da ayda birkaç defa gidenlerin %75,8'i 4.000TL ve altında gıda harcaması yapan tüketicilerdir (Tablo 3).

**Tablo 3:** Tüketicilerin Sosyo-Ekonomik ve Demografik Yapısına Göre Mutfak Alışverişine Gidiş Sıklıkları

		Günlük	Haftada Birkaç	Haftada Bir	Ayda Birkaç	Toplam	Ki-Kare/p
Aylık toplam mutfak harcama grupları	≤4.000TL	18	66	67	75	226	$x^2=54,317$ $p=0,000$
		34,6%	41,5%	63,2%	75,8%	54,3%	
	4.001-8.000TL	20	58	34	22	134	
		38,5%	36,5%	32,1%	22,2%	32,2%	
	≥8.001TL	14	35	5	2	56	
		26,9%	22,0%	4,7%	2,0%	13,5%	
Gelir grupları	≤3.500TL	11	47	52	52	162	$x^2=60,779$ $p=0,000$
		21,2%	29,6%	49,1%	52,5%	38,9%	
	3.501-5.499TL	0	7	7	4	18	
		0%	4,4%	6,6%	4,0%	4,3%	
	5.500-9.999TL	4	6	11	16	37	
		7,7%	3,8%	10,4%	16,2%	8,9%	
	10.000-14.999TL	8	17	9	11	45	
		15,4%	10,7%	8,5%	11,1%	10,8%	
	≥15.000TL	29	82	27	16	154	
		55,8%	51,6%	25,5%	16,2%	37,0%	

Tüketicilerin gelir durumları ile gıda alışverişine gidiş sıklıkları arasında ( $p < 0,05$ ) anlamlı ilişki görülmektedir. Günlük olarak gıda alışverişi yapanların %55,8'i ile haftada birkaç defa gıda alışverişine gidenlerin %51,6'sı 15.000TL ve üzeri aylık gelire sahiptir. Haftada bir defa gıda alışverişine gidenlerin

%49,1'i ile ayda bir ya da ayda birkaç defa gidenlerin %52,5'i 3.500TL ve altı gelire sahiptir (Tablo 3).

## 2.2. Farklı Gıda Ürünlerini Satın Alma Sıklığı

Tüketicilerin %42,5'i taze sebze ve meyveyi haftada birkaç defa satın alırken, %41,3'ü ise haftada bir defa satın almaktadır (Tablo 4).

Tüketicilerin %30'u kırmızı et ve ürünlerini ayda birkaç defa, %18,3'ü ayda bir, %16,3'ü ise nadiren almaktadır. (Daysal, 2019)'un çalışmasında tüketicilerin %38,7'si ayda birkaç defa, (Saygın ve Demirbaş, 2017)'nin çalışmasında ise tüketicilerin %39,9'u haftada bir defa kıyma satın aldıkları saptanmıştır.

Tüketicilerin %36,1'i süt ve süt ürünlerini haftada bir alırken, %27,6'sının ise haftada birkaç defa satın aldığı belirlenmiştir.

Tüketicilerin %33,7'si yumurtayı haftada bir alırken, %29,3'ü ayda birkaç defa satın almaktadır. (Daysal, 2019)'ın çalışmasında tüketicilerin %44'ü, (Çelik ve Şengül, 2001)'ün çalışmasında ise %51,4'ü haftada bir defa yumurta almaktadır.

Tüketicilerin %37,7'si kanatlı et ve et ürünlerini ayda birkaç defa alırken, %25,2'si ise haftada bir defa almaktadır. (Daysal, 2019)'ın çalışmasında araştırmaya katılanların %39'u kanatlı et ürünlerini ayda birkaç defa, (İnci ve ark. 2014)'nın çalışmasında ise tüketicilerin %31'i tavuk etini haftada bir defa almaktadır.

**Tablo 4:** Ankete Katılanların Farklı Gıda Ürünlerini Satın Alma Sıklığı

Ürünler	1		2		3		4		5		6		7		Ortalama
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Taze sebze ve meyve	25	6	177	42,5	172	41,3	31	7,5	10	2,4	1	0,2	-	-	2,58
Kırmızı et ve et ürünleri	4	1	48	11,5	78	18,8	125	30	76	18,3	68	16,3	17	4,1	4,19
Süt ve süt ürünleri	29	7	115	27,6	150	36,1	81	19,5	20	4,8	11	2,6	10	2,4	3,06
Yumurta	37	8,9	61	14,7	140	33,7	122	29,3	46	11,1	3	0,7	7	1,7	3,28
Kanatlı et ve et ürünleri	4	1	51	12,3	105	25,2	157	37,7	58	13,9	35	8,4	6	1,4	3,82
Balık ve ürünleri	-	-	16	3,8	38	9,1	92	22,1	93	22,4	141	33,9	36	8,7	4,99
Pişmiş yemek	77	18,5	33	7,9	16	3,8	37	8,9	17	4,1	95	22,8	141	33,9	4,76

Paketlenmiş gıdalar	15	3,6	66	15,9	56	13,5	75	18	52	12,5	118	28,4	34	8,2	4,38
Ekmek ve unlu mamuller	278	66,8	76	18,3	29	7	9	2,2	8	1,9	12	2,9	4	1	1,67
Yağlar (sıvı, margarin, tereyağı)	26	6,3	29	7	51	12,3	93	22,4	184	44,2	27	6,5	6	1,4	4,17
Bakliyat	19	4,6	40	9,6	36	9,7	100	24	154	37	63	15,1	4	1	4,29
Diğer:.....	10	2,4	31	7,5	35	8,4	46	11,1	56	13,5	38	9,1	200	48,1	5,45

Hemen hemen her gün (1), Haftada birkaç (2), Haftada bir (3), Ayda birkaç (4), Ayda bir (5), Nadiren (6), Hiç (7)

Ankete katılanların %33,9'u balık ve ürünlerini nadiren alırken, %22,4'ü ise ayda bir defa almaktadır.

Tüketicilerin %33,9'u hiç pişmiş yemek almazken, %22,8'i nadiren, %18,5'i ise hemen hemen her gün almaktadır.

Tüketicilerin %28,4'ü paketlenmiş gıdayı nadiren alırken, %18'i ayda birkaç defa almaktadır.

Tüketicilerin %66,8'i ekmek ve unlu mamulleri hemen her gün almaktadır. Tüketicilerin %44,2'si yağ ve %37'si ise bakliyatı ayda bir defa almaktadır. (Daysal, 2019)'ün çalışmasında tüketicilerin %52'si yağ, %49,3'ü bakliyatı ayda bir defa aldıkları, (Gündüz ve Esengül, 2010)'ün çalışmasında ise, ayda bir defa tüketicilerin yağ aldıkları saptanmıştır.

### 2.3. Demografik Yapı ile Gıda Satın Alma Sıklığının Karşılaştırılması

Tüketicilerin demografik yapısıyla gıda satın alma sıklığı arasında anlamlı farklılık var mı belirlemek için ki kare analizi uygulanmıştır.

Analize göre taze sebze ve meyve alma sıklığıyla eğitim seviyesi arasında (p:0,000) anlamlı farklılık görülmüştür (Tablo 5).

Kırmızı et ve ürünleri alma sıklığı ile eğitim seviyesi arasında da (p:0,013) anlamlı farklılık görülmüştür. Eğitim düzeyi yükseldikçe kırmızı et ve ürünlerini alma sıklığı da artmaktadır (Tablo 5).

Hanedeki birey sayısı ile taze sebze ve meyve alma sıklığı (p:0,048), süt ve süt ürünleri alma sıklığı (p:0,018), kanatlı et ve et ürünleri alma sıklığı (p:0,027), ekmek ve unlu mamuller alma sıklığı (p:0,005), yağ alma sıklığı (p:0,000) ve bakliyat alma sıklığı (p:0,033) arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Hanesinde üç ve üzerinde birey olanların daha sık taze



meyve ve sebze, süt ürünleri, kanatlı et ürünleri, ekmeç ve unlu mamuller aldığı Tablo 6’da görölmektedir.

**Tablo 5:** Eğitim Seviyesi ile Gıda Alma Sıklığının Kıyaslanması

Eğitim	1	2	3	4	5	6	7	Ki-Kare		
								Değeri	sd	*p
Taze Sebze ve Meyve										
Ortaokul	0	0	0	0	1	1	-	68,609	15	0,000
Lise	0	14	11	3	1	0	-			
Üniversite	12	87	116	23	8	0	-			
Lisansüstü	13	76	45	5	0	1	-			
Kırmızı Et ve Et Ürünleri										
Ortaokul	0	0	0	0	0	1	0	33,846	18	0,013
Lise	0	4	4	9	7	4	1			
Üniversite	2	24	39	71	41	57	12			
Lisansüstü	2	20	35	45	28	6	4			

\*p<0.05 anlamlı

Hemen hemen her gün (1), Haftada birkaç (2), Haftada bir (3), Ayda birkaç (4), Ayda bir (5), Nadiren (6), Hiç (7)

**Tablo 6:** Hanedeki Birey Sayısı ile Gıda Satın Alma Sıklığının Karşılaştırılması

Tüketici Özellikleri	1	2	3	4	5	6	7	Ki-Kare		
								Değeri	sd	*p
Taze sebze ve meyve										
≤2	1	32	14	2	1	0	-	11,2	5	0,048
≥3	24	145	158	29	9	1	-			
Süt ve süt ürünleri										
≤2	0	8	18	18	3	2	1	15,33	6	0,018
≥3	29	107	132	63	17	9	9			
Kanatlı et ürünleri										
≤2	1	5	5	28	6	3	2	14,25	6	0,027
≥3	3	46	100	129	52	32	4			
Ekmeç ve unlu mamuller										
≤2	23	16	6	0	1	4	0	18,55	6	0,005
≥3	255	60	23	9	7	8	4			
Yağlar										
≤2	2	3	4	3	28	10	0	26,76	6	0
≥3	24	26	47	90	156	17	6			

Bakliyat										
≤2	1	3	3	5	28	10	0	13,68	6	0,033
≥3	18	37	33	95	126	53	4			

\*p<0.05 anlamlı

Hemen hemen her gün (1), Haftada birkaç (2), Haftada bir (3), Ayda birkaç (4), Ayda bir (5), Nadiren (6), Hiç (7)

## 2.4. Gıdaları Satın Alma Yerlerinin Kullanılma Sıklığı

**Tablo 7:** Gıdaları Satın Alma Yerlerinin Kullanılma Sıklığı

Frekans ve Yüzde	1		2		3		4		5		Ortalama
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Market	1	0,2	40	9,6	103	24,8	158	38	114	27,4	3,83
Süper Market	20	4,8	64	15,4	125	30	115	27,6	92	22,1	3,47
Pazar	40	9,6	133	32	119	28,6	74	17,8	50	12	2,91
Kasap	62	14,9	143	34,4	150	36,1	48	11,5	13	3,1	2,54
Fırın-Pastane	17	4,1	109	26,2	141	33,9	99	23,8	50	12	3,13
Seyyar Satıcı	188	45,2	149	35,8	67	16,1	7	1,7	5	1,2	1,78
Bakkal	60	14,4	155	37,3	116	27,9	59	14,2	26	6,3	2,61
Toptancı	193	46,4	132	31,7	67	16,1	14	3,4	10	2,4	1,84
Doğrudan Çiftçiden	184	44,2	132	31,7	65	15,6	17	4,1	18	4,3	1,93
Kendim Yetiştiriyorum	237	57	56	13,5	62	14,9	35	8,4	26	6,3	1,94

Hiçbir zaman (1), Nadiren (2), Ara sıra (3), Sık (4), Çok sık (5)

Tüketicilerin %38'i markete sık gitmektedir. %30'u süper markete, %36,1'i kasaba, %33,9'u ise fırın-pastaneye ara sıra gitmektedir. Tüketicilerin %32'si pazara, %37,3'ü bakkala nadiren gitmektedir. Tüketicilerin %45,2'si seyyar satıcıdan, %46,4'ü toptancıdan, %44,2'si doğrudan çiftçiden hiçbir zaman alışveriş yapmamaktadır. Tüketicilerin %57'si ise gıda ürünlerini hiçbir zaman kendisi yetiştirmemektedir (Tablo 7).

## 2.5. Demografik Yapı ile Gıda Satın Alma Yerlerinin Kullanılma Sıklığının Karşılaştırılması

Demografik yapı ile gıda satın alma yerleri arasında anlamlı farklılık var mı belirlemek için Ki-Kare analizi uygulanmıştır.

**Tablo 8:** Eğitim Düzeyi ile Gıda Satın Alma Yerlerinin Kullanılma Sıklığının Kıyaslanması

Tüketici Özelliği	Gıdaya Ulaşılan Kaynakların Kullanılma Sıklığı					Ki-Kare		
	1	2	3	4	5	Değeri	sd	*p
Market								
Ortaokul	0	0	1	0	0	21,7	12	0,041
Lise	0	5	9	9	6			
Üniversite	0	19	68	103	56			
Lisansüstü	1	16	25	46	52			
Süper Market								
Ortaokul	0	0	1	0	0	55,2	12	0,000
Lise	1	4	12	7	5			
Üniversite	17	52	83	60	34			
Lisansüstü	2	8	29	48	53			
Pazar								
Ortaokul	0	1	0	0	0	59,7	12	0,000
Lise	1	7	14	7	0			
Üniversite	17	58	74	52	45			
Lisansüstü	22	67	31	15	5			
Bakkal								
Ortaokul	0	0	0	0	1	74,2	12	0,000
Lise	3	8	14	3	1			
Üniversite	22	75	81	48	20			
Lisansüstü	35	72	21	8	4			
Kendim Yetiştiriyorum								
Ortaokul	0	0	1	0	0	33	12	0,001
Lise	13	4	7	2	3			
Üniversite	124	33	40	27	22			
Lisansüstü	100	19	14	6	1			

\*p&lt;0.05 anlamlı

Hiçbir zaman (1), Nadiren (2), Ara sıra (3), Sık (4), Çok sık (5)

Tüketicilerin eğitim düzeyi ile market alışverişine gidiş sıklığı arasında (p:0,041) anlamlı ilişki bulunmuştur. Gıdaların temininde eğitim düzeyi arttıkça daha sık market alışverişi yaptıkları görülmüştür. Üniversite mezunlarının %41,9'u sık, lisansüstü mezunlarının ise %37,1'i çok sık marketten gıda alışverişi yapmaktadır (Tablo 8).

Tüketicilerin eğitim düzeyi ile süper market alışverişine gidiş sayısı arasında (p:0,000) anlamlı ilişki bulunmuştur. Lisansüstü mezunlarının %37,9'u çok sık süpermarketten gıda alışverişi yapmaktadır (Tablo 8).

Tüketicilerin eğitim düzeyi ile pazara gidiş sayısı arasında anlamlı ilişki (p:0,000) bulunmuştur. Üniversite mezunlarının %30,1'i ara sıra, lisansüstü mezunlarının ise %47,9'u nadiren pazardan gıda alışverişi yapmaktadır. Eğitim seviyesi arttıkça gıda alışverişinde pazara gidiş sıklığı azalmaktadır (Tablo 8).

Tüketicilerin eğitim düzeyiyle bakkala gidiş sıklığı arasında (p:0,000) anlamlı ilişki bulunmuştur. Üniversite mezunlarının %32,9'u ara sıra, lisansüstü mezunlarının ise %51,4'ü nadiren bakkaldan gıda alışverişi yapmaktadır. Eğitim seviyesi yükseldikçe gıda alışverişinde bakkala gidiş sıklığı düşmektedir (Tablo 8).

Tüketicilerin eğitim düzeyi ile gıdaları kendi yetiştirmesi arasında anlamlı bir ilişki (p:0,001) bulunmuştur. Üniversite mezunlarının %50,4'ü, lisansüstü mezunların %71,4'ü ise hiçbir zaman gıdaları kendisi yetiştirmemektedir. Eğitim seviyesi arttıkça tükettiği gıdaları kendi yetiştirme sıklığı da azalmaktadır (Tablo 8).

**Tablo 9:** Cinsiyet ile Gıda Satın Alma Yerlerinin Kullanılma Sıklığının Kıyaslanması

Cinsiyet	1	2	3	4	5	Ki-Kare		
						Değeri	sd	*p
Market								
Kadın	0	14	51	85	71	10,816	4	0,029
Erkek	1	26	52	73	43			
Süper Market								
Kadın	15	41	70	49	46	12,801	4	0,012
Erkek	5	23	55	66	46			
Doğrudan Çiftçiden								
Kadın	117	64	25	8	7	16,557	4	0,002
Erkek	67	68	40	9	11			

\*p<0.05 anlamlı

Hiçbir zaman (1), Nadiren (2), Ara sıra (3), Sık (4), Çok sık (5)

Markete gidiş sıklığıyla cinsiyet arasında (p:0,029) anlamlı ilişki Tablo 9'da görülmektedir. Kadınlar erkeklere göre daha sık marketten gıda alışverişi yapmaktadır. Kadınların %38,5'inin, erkeklerin ise %37,4'ünün sık olarak marketten alışveriş yaptığı saptanmıştır.

Cinsiyetle süpermarkete gidiş sıklığı arasında (p:0,012) anlamlı ilişki bulunmuştur. Gıda alışverişlerinde erkekler kadınlara göre daha sık süpermarketten alışveriş yapmaktadır. Erkeklerin %33,8'i sık, kadınların ise %31,7'si ara sıra süpermarketten gıda almaktadır.

Cinsiyet ile doğrudan çiftçiden satın alma arasında (p:0,002) anlamlı ilişki bulunmuştur. Kadınların %52,9'u hiçbir zaman doğrudan çiftçiden alışveriş yapmazken, erkeklerin %34,9'u nadiren doğrudan çiftçiden alışveriş yapmaktadır.

Markete gidiş sıklığı ile yaş arasında (p:0,000) anlamlı ilişki görülmektedir. Ankete katılanların yaşları arttıkça markete gidiş sıklıkları azalmaktadır. Markete çok sık giden tüketicilerin %37,1'i 40-49 yaş arası fertlerden, markete sık gidenlerin %45,3'ü ise 22-25 yaş arasında olan fertlerden meydana geldiği saptanmıştır (Tablo 10).

Süper markete gidiş sıklığı ile yaş arasında anlamlı bir ilişki (p:0,000) görülmektedir. 50 yaş üstü bireylerin %52,6'sı süpermarkete sık giderken, 40-49 yaş aralığında olan bireylerin %37,1'i ve 30-39 yaş aralığında olan bireylerin %39'u çok sık süpermarkete gitmektedir. 18-21 yaş aralığında olan gençlerin ise %39,2'si ara sıra süpermarkete gıda alışverişi için gitmektedir.

Pazara gitmeyle yaş arasında (p:0,000) anlamlı ilişki bulunmuştur. 50 yaş üstü bireylerin %42,1'i pazara ara sıra giderken, 40-49 yaş aralığında olan bireylerin %45,7'si ve 30-39 yaş aralığında olan bireylerin %48,8'i, 26-29 yaş aralığında olan bireylerin %31,8'i pazara nadiren gitmektedir. 18-21 yaş aralığında olan gençlerin %32,4'ü pazara ara sıra gitmektedir.

Seyyar satıcıdan gıda alma ile yaş arasında anlamlı bir ilişki (p:0,026) bulunmuştur. 18-21 yaş aralığında olan gençlerin %37,8'i seyyar satıcıdan hiçbir zaman gıda alışverişi yapmazken, 22-25 yaş aralığında olan bireylerin %38,7'si ve 26-29 yaş aralığında olan bireylerin %40,9'u nadiren seyyar satıcıdan gıda alışverişi yapmaktadır. 30-39 yaş aralığında olan bireylerin %52,4'ü, 40-49 yaş aralığında olan bireylerin %61,4'ü ve 50 yaş üstü bireylerin %57,9'u ise hiçbir zaman seyyar satıcıdan gıda alışverişi yapmamaktadır.

**Tablo 10:** Yaş Grupları ile Gıda Satın Alma Yerlerinin Kullanılma Sıklığının Kıyaslanması

Yaş	1	2	3	4	5	Ki-Kare		
						Değeri	sd	*p
Market								
18-21	0	11	56	56	25	48,67	20	0,000
22-25	0	5	15	34	21			
26-29	0	4	1	9	8			
30-39	0	5	18	29	30			
40-49	1	10	9	24	26			
50 yaş üstü	0	5	4	6	4			
Süpermarket								
18-21	10	28	58	38	14	67,278	20	0,000
22-25	4	17	25	15	14			
26-29	3	3	6	5	5			
30-39	2	10	17	21	32			
40-49	0	4	14	26	26			
50 yaş üstü	1	2	5	10	1			
Pazar								
18-21	9	29	48	34	28	79,678	20	0,000
22-25	3	18	19	16	19			
26-29	2	7	7	6	0			
30-39	14	40	19	8	1			
40-49	11	32	18	7	2			
50 yaş üstü	1	7	8	3	0			
Seyyar Satıcı								
18-21	56	56	30	4	2	33,993	20	0,026
22-25	28	29	15	2	1			
26-29	7	9	4	0	2			
30-39	43	30	8	1	0			
40-49	43	19	8	0	0			
50 yaş üstü	11	6	2	0	0			
Bakkal								
18-21	10	40	55	31	12	66,816	20	0,000
22-25	9	22	22	15	7			
26-29	1	10	5	3	3			
30-39	16	43	16	5	2			
40-49	17	34	15	3	1			
50 yaş üstü	7	6	3	2	1			
Kendim Yetiştiriyorum								
18-21	73	15	27	21	12	43,438	20	0,002
22-25	33	13	12	7	10			
26-29	15	5	1	1	0			
30-39	53	12	11	3	3			
40-49	52	8	6	3	1			
50 yaş üstü	11	3	5	0	0			

\*p&lt;0.05 anlamlı

Hiçbir zaman (1), Nadiren (2), Ara sıra (3), Sık (4), Çok sık (5)

Bakkala gidiş sıklığı ile yaş arasında (p:0,000) anlamlı ilişki bulunmuştur. 50 yaş üstü bireylerin %36,8'i gıda alışverişi için hiçbir zaman

bakkala gitmezken, 40-49 yaş arasındakilerin %48,6'sı, 30-39 yaş arasındakilerin %52,4'ü, 26-29 yaş arasındakilerin %45,5'i, 22-25 yaş aralığındaki bireylerin %29,3'ü nadiren bakkala gitmektedir. 18-21 yaş aralığındaki gençlerin ise %37,2'sinin ara sıra bakkala gittiği belirlenmiştir.

Tükettiği gıdaları kendi yetiştirmesi ile yaş arasında (p:0,002) anlamlı ilişki bulunmuştur. 50 yaş üstü bireylerin %26,3'ü ara sıra kendi yetiştirirken, 40-49 yaş aralığındakilerin %11,4'ü, 30-39 yaş aralığındakilerin %14,6'sı, 26-29 yaş aralığındakilerin %22,7'si, 22-25 yaş aralığındakilerin %17,3'ü, 18-21 yaş aralığındaki gençlerin ise %10,1'i nadiren kendisinin yetiştirdiği tespit edilmiştir (Tablo 10).

### 3. Ankete Katılanların Gıda İsraf Etme Durum ve Davranışları

#### 3.1. Gıda İsraf Durumu

“Evlerinize aldığınız gıdaları israf ediyor musunuz?” sorusuna tüketicilerin %10,6'sı gıda israfı yapmadıklarını, %3,6'sı evet, %85,5'i ise bazen yanıtını vermişlerdir (Tablo 11).

**Tablo 11:** Ankete Katılanların Gıda İsrafi Durumları

	Frekans	%
Evet	15	3,6
Hayır	44	10,6
Bazen	357	85,8
Toplam	416	100

#### 3.2. Farklı Gıdaların İsraf Seviyeleri

Ankete katılanların haftalık almış oldukları ürünlerden en çok taze sebze ve meyve israf ettikleri (ort=1,84), ikinci olarak pişmiş yemek (ort=1,79), üçüncü olarak ise ekmek ve unlu mamuller (ort=1,73) israf ettikleri Tablo 12'de görülmektedir.

Taze meyve ve sebze alanların %57,9'u %10'undan daha düşük miktarda israf ettiği saptanmıştır. Kırmızı et ürünleri alanların %88'inin bu ürünleri hiç israf etmediği tespit edilmiştir.

Süt ve süt ürünlerini alanların %23,8'inin %10'dan daha az israf ettiği, %72,4'ünün ise bu ürünleri hiç israf etmediği saptanmıştır.

Yumurta alanların %86,8'inin, kanatlı et ve et ürünlerini alanların %83,4'ünün, balık ve ürünlerini alanların %84,1'inin bu ürünleri hiç israf etmedikleri saptanmıştır.

Pişmiş yemek alanların %52,4'ü %10'undan daha azını dökmektedir.

Gıdaları paketlenmiş olarak alanların %57,5'i bu ürünü hiç israf etmemektedir.

Ekmek ve unlu mamuller alanların %41,6'sı %10'dan az bu ürünleri israf ederken, %45,7'sinin ise hiç israf etmedikleri saptanmıştır.

Yağ alanların %79,1'i, bakliyat alanların ise %75,7'sinin bu ürünleri hiç israf etmedikleri belirlenmiştir.

**Tablo 12:** Farklı Gıdaların İsraf Seviyeleri

Ürün Grubu	1) Hiç		2) <%10		3) %11-25		4) %26-50		5) >%50		Ortalama
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Taze meyve ve sebze	131	31,5	241	57,9	30	7,2	7	1,7	7	1,7	1,84
Kırmızı et ve et ürünleri	364	87,5	42	10,1	4	1	—	—	6	1,4	1,78
Süt ve süt ürünleri	301	72,4	99	23,8	5	1,2	5	1,2	6	1,4	1,36
Yumurta	361	86,8	45	10,8	3	0,7	—	—	7	1,7	1,19
Kanatlı et ve et ürünleri	347	83,4	60	14,4	—	—	3	0,7	6	1,4	1,22
Balık ve ürünleri	350	84,1	56	13,5	8	1,9	1	0,2	1	0,2	1,19
Pişmiş yemek	150	36,1	218	52,4	37	8,9	7	1,7	4	1	1,79
Paketlenmiş gıdalar	239	57,5	151	36,3	19	4,6	3	0,7	4	1	1,51
Ekmek ve unlu mamuller	190	45,7	173	41,6	33	7,9	16	3,8	4	1	1,73
Yağlar (sıvı, margarin, tereyağı)	329	79,1	73	17,5	7	1,7	3	0,7	4	1	1,27
Bakliyat	315	75,7	87	20,9	6	1,4	2	0,5	6	1,4	1,31
Diğer:.....	325	78,1	79	19	6	1,4	3	0,7	3	0,7	1,27

### 3.3. Demografik Yapı ile Farklı Gıda Ürünlerinin İsraf Seviyelerinin Karşılaştırılması

Ankete katılanların eğitim seviyesiyle taze meyve ve sebze israf düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu (p:0,03) Tablo 13'de görülmektedir. Taze meyve ve sebze israfının eğitim seviyesi yükseldikçe arttığı saptanmıştır. Lisansüstü mezunların %17,1'i %10 ve üstü taze meyve ve sebze israfı yaparken, üniversite mezunlarının %7,3'ü, lise mezunlarının ise %6,8'i %10 ve üstü taze meyve ve sebze israfı yaptığı tespit edilmiştir.

Ankete katılanların eğitim seviyesiyle kırmızı et ürünleri israf düzeyi arasında (p:0,029) istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.



Ankete katılanların eğitim seviyesiyle süt ürünleri israfı arasında (p:0,000) istatistiki olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Süt ürünleri israfının eğitim seviyesi artışıyla arttığı bulunmuştur. Lise mezunu olan tüketicilerin %86'sı, üniversite mezunu olanların %79'u, lisansüstü mezunu olanların ise %58'i hiç süt ve ürünleri israf etmemektedir.

**Tablo 13:** Eğitim Seviyesi ile Farklı Gıda Ürünlerinin İsfraf Seviyelerinin Kıyaslanması

Eğitim	Hiç	<%10	%11-25	%26-50	>%50	Ki-Kare		
						Değeri	sd	*p
Taze Sebze & Meyve								
Ortaokul	0	1	0	0	0	22,744	12	0,030
Lise	12	15	1	0	1			
Üniversite	86	142	12	1	5			
Lisansüstü	33	83	17	6	1			
Kırmızı Et & Et Ürünleri								
Ortaokul	0	1	0	–	0	18,622	9	0,029
Lise	26	2	0	–	1			
Üniversite	220	20	1	–	5			
Lisansüstü	118	19	3	–	0			
Süt & Süt Ürünleri								
Ortaokul	0	1	0	0	0	38,691	12	0,000
Lise	25	3	0	0	1			
Üniversite	195	43	4	0	4			
Lisansüstü	81	52	1	5	1			

Hane içindeki fert sayısı ile süt ürünleri israfı arasında (p:0,003) anlamlı farklılık tespit edilmiştir (Tablo 14). 2 ve altı hane birey sayısına sahip tüketicilerin %60'ı süt ve süt ürünlerini hiç israf etmezken, 3 ve üstü hane birey sayısına sahip tüketicilerde bu oran %74'dür.

**Tablo 14:** Hanedeki Birey Sayısı ile Farklı Gıda Ürünlerinin İsraf Seviyelerinin Karşılaştırılması

Hanedeki Fert Sayısı	Hiç	<%10	%11-25	%26-50	>%50	Ki-Kare		
						Değeri	sd	*p
Süt ve Süt Ürünleri								
≤2	30	17	0	3	0	16,073	4	0,003
≥3	271	82	5	2	6			
Bakliyat								
≤2	37	10	1	2	0	15,627	4	0,004
≥3	278	77	5	0	6			

\*p&lt;0.05 anlamlı

Hanedeki birey sayısı ile bakliyat israfı arasında anlamlı bir farklılık ( $p=0,004$ ) bulunmuştur. 2 ve altı hane birey sayısına sahip tüketicilerin %74'ü bakliyat hiç israf etmezken, 3 ve üstü hane birey sayısına sahip tüketicilerde bu oran %76'dır.

### 3.4. Gıda İsrafı Sebepleri

Ankete katılan tüketicilerin gıda israf sebeplerini belirleyebilmek amacıyla Tablo 15'de belirtilen ifadelere; Katılmıyorum (1), Kısmen katılmıyorum (2), Kararsızım (3), Kısmen Katılıyorum (4), Katılıyorum (5) şeklinde yanıtlamaları istenmiştir.

**Tablo 15:** Gıda İsrafı Sebepleri

İfade	1		2		3		4		5		Ortalama
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Son kullanım tarihi geçtiği için	40	9,6	25	6	19	4,6	112	26,9	220	52,9	4,07
Alışverişe aç gittiğim için	172	41,3	39	9,4	42	10,1	85	20,4	78	18,8	2,66
Küflendiği için	35	8,4	21	5	15	3,6	82	19,7	263	63,2	4,24
Dolapta çok uzun zaman kaldığı için	50	12	33	7,9	37	8,9	112	26,9	184	44,2	3,83
Evde yaşayanlar birbirlerinden habersiz olarak aynı zamanda alışverişe gittikleri için	184	44,2	37	8,9	55	13,2	67	16,1	73	17,5	2,54
Alışveriş planlamasında hatalar yapıldığı için	140	33,7	57	13,7	45	10,8	86	20,7	88	21,2	2,82

Görsel olarak yemek güzel görünmediği için	238	57,2	41	9,9	52	12,5	44	10,6	41	9,9	2,06
Porsiyonlar büyük olduğu için	154	37	58	13,9	48	11,5	92	22,1	64	15,4	2,65
Yanlış korunduğu için	88	21,2	43	10,3	59	14,2	106	25,5	120	28,8	3,31
Etiketlemeler yanlış olduğu için	141	33,9	52	12,5	74	17,8	76	18,3	73	17,5	2,73
Yemek pişirme becerilerinin eksikliğinden	189	45,4	49	11,8	63	15,1	64	15,4	51	12,3	2,37
Yeni ürünler merak uyandırdığı için	144	34,6	36	8,7	60	14,4	102	24,5	74	17,8	2,82
Alışverişte ihtiyacımdan fazla gıda satın aldığım için	142	34,1	40	9,6	57	13,7	96	23,1	81	19,5	2,84

5’li Likert ölçek ortalamalarına göre; ankete katılan kişiler en çok “küflendiği için” (ort=4,24) ikinci olarak “son kullanım tarihi geçtiği için” (ort=4,07), üçüncü olarak “dolapta çok uzun zaman kaldığı için” (ort=3,83) gıda israfı yapmaktadır. En düşük israf sebebi de “görsel olarak yemek güzel görünmediği için” (ort=2,06) Tablo 15’de görülmektedir.

### 3.5. Cinsiyet ile Gıda İsrafı Sebeplerinin Karşılaştırılması

Tüketicilerin demografik yapısı ile gıda israfı sebepleri arasındaki ilişkiyi tespit etmek için Ki-kare analizi uygulanmıştır. Cinsiyetle “dolapta çok uzun zaman kaldığı için” arasında (p:0,005) anlamlı farklılık görülmektedir (Tablo 16). Belirtilen nedene katılanların %52,5’i kadın, %34,9’u erkektir.

**Tablo 16:** Tüketicilerin Cinsiyeti ile Gıda İsraf Sebeplerinin Karşılaştırılması

Tüketici Özelliği		Gıda İsraf Sebebi							
		Dolapta çok uzun zaman kaldığı için					Ki-Kare		
		1	2	3	4	5	Değeri	sd	*p
Cinsiyet	Kadın	21	13	20	51	116	14,86	4	0,005
	Erkek	29	20	17	61	68			

\*p<0.05 anlamlı

### 3.6. Gıda İsrafı ve Sebepleri Arasındaki İlişki

Gıda israfı ve sebepleri arasında istatistikî açıdan anlamlı ilişki var mı incelemek amacıyla ki-kare analizi yapılmıştır. Analize göre “Porsiyonlar büyük olduğu için” (p:0,024), “Yemek pişirme becerilerinin eksikliğinden”

(p:0,025), “Etiketlemeler yanlış olduğu için” (p:0,003), “Yanlış korunduğu için” (p:0,004) sebepleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır.

“Porsiyonlar büyük olduğu için” sebebine katılmayan tüketicilerin %54,5’i gıda israfı yapmayan tüketicilerdir. “Yanlış korunduğu için” sebebine kısmen katılan tüketicilerin %46,7’si gıda israfı yapan tüketicilerdir.

“Etiketlemeler yanlış olduğu için” sebebine katılmayan tüketicilerin %50’si gıda israfı yapmayan tüketicilerdir. Aynı sebebe kısmen katılanların %46,7’si gıda israfı yapmaktadır.

“Yemek pişirme becerilerinin eksikliğinden” sebebine katılmayan tüketicilerin %56,8’i gıda israfı yapmayan tüketicilerdir.

Haftalık alınan gıdanın israf düzeyi ile “Evde yaşayanlar birbirlerinden habersiz olarak aynı zamanda alışverişe gittikleri için” sebebi arasında (p:0,046) anlamlı ilişki görülmektedir (Tablo 17). Haftalık alınan gıdayı israf etmeyen tüketicilerin %43,2’si bu nedene katılmadıklarını, bu nedene katılanların %22,4’ü ise haftalık aldıkları gıdanın %11-25’ini israf ettikleri saptanmıştır.

Haftalık olarak alınan gıdanın israf düzeyiyle “Alışveriş planlamasında hatalar yapıldığından” sebebi arasında (p:0,024) anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Tablo 17). Aldıkları gıdayı israf etmeyen tüketicilerin %45,5’i bu nedene katılmadıklarını, bu nedene kısmen katılanların %35’i ise haftalık aldıkları gıdanın %26-50’sini israf etmektedir.

Haftalık olarak alınan gıdanın israf düzeyiyle “görsel olarak yemek güzel görünmediği için” sebebi arasında (p:0,000) anlamlı ilişki saptanmıştır (Tablo 17). Aldıkları gıdayı israf etmeyen tüketicilerin %72,7’si bu nedene katılmamaktadır. Bu sebebe katılan tüketicilerin %28,6’sı da haftalık olarak aldıkları gıdaların %50’den fazlasını israf etmektedir.

**Tablo 17:** Gıda İsrafı ve Sebepleri Arasındaki İlişki

	İsraf Sebebi	Ki-Kare		
		Değeri	sd	*p
Gıda israf etme	Porsiyonlar büyük olduğu için	17,659	8	0,024
	Yanlış korunduğu için	22,353	8	0,004
	Etiketlemeler yanlış olduğu için	23,707	8	0,003
	Yemek pişirme becerilerinin eksikliğinden	17,491	8	0,025
	Evde yaşayanlar birbirlerinden habersiz olarak aynı zamanda alışverişe gittikleri için	26,575	16	0,046

<b>Haftalık olarak alınan gıdanın israf düzeyi</b>	Alışveriş planlamasında hatalar yapıldığı için	28,958	16	0,024
	Görsel olarak yemek güzel görünmediği için	42,161	16	0,000
	Porsiyonlar büyük olduğu için	30,755	16	0,014
	Yanlış korunduğu için	29,897	16	0,019
	Yemek pişirme becerilerinin eksikliğinden	43,801	16	0,000
	Yeni ürünler merak uyandırdığı için	28,169	16	0,030

\*p<0.05 anlamlı

Haftalık olarak alınan gıdanın israf düzeyiyle “Porsiyonlar büyük olduğu için” sebebi arasında (p:0,014) anlamlı ilişki görülmüştür. Aldıkları gıdayı israf etmeyen tüketicilerin %54,5’i bu nedene katılmadıklarını, bu nedene kısmen katılanların %57,1’i ise haftalık aldıkları gıdanın %50’den fazlasını israf etmektedir.

Haftalık olarak alınan gıdanın israf düzeyiyle “Yanlış korunduğu için” sebebi arasında (p:0,019) anlamlı ilişki saptanmıştır. Aldıkları gıdayı israf etmeyen tüketicilerin %36,4’ü bu nedene katılmadıklarını, bu nedene kısmen katılanların %42,9’u ise haftalık aldıkları gıdanın %50’den fazlasını israf etmektedir.

Haftalık alınan gıdanın israf düzeyi ile “Yemek pişirme becerilerinin eksikliğinden” sebebi arasında (p:0,000) anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Aldıkları gıdayı israf etmeyen tüketicilerin %56,8’i bu nedene katılmadıklarını, bu nedene kısmen katılanların %42,9’u ise haftalık aldıkları gıdanın %50’den fazlasını israf ettikleri belirlenmiştir.

Haftalık olarak alınan gıdanın israf seviyesiyle “Yeni ürünler merak uyandırdığı için” sebebi arasında (p:0,030) anlamlı ilişki saptanmıştır (Tablo 17). Aldıkları gıdayı israf etmeyen tüketicilerin %45,5’i bu nedene katılmadıklarını, bu nedene kısmen katılanların %57,1’i ise haftalık aldıkları gıdanın %50’den fazlasını israf ettikleri saptanmıştır.

#### **4. Tüketilmeyen ya da Tüketilemeyecek Durumdaki Gıdaların Uzaklaştırılma Metotları**

Tüketilemeyecek gıdaları uzaklaştırma metotları 7’li likert ölçeğinde sunulan ifadelerin ortalamalarına göre, “Sokak hayvanlarına veririm” en yüksek ortalamayı (ort=5,50) almıştır. İkinci metot ise “Evcil hayvanıma veririm” (ort=4,62) almıştır (Tablo 18).

**Tablo 18:** Tüketilmeyen ya da Tüketilemeyecek Durumdaki Gıdaların Uzaklaştırılma Metotları

İfade	1		2		3		4		5		6		7		Ortalama
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Çöpe atarım	79	19	73	17,5	31	7,5	39	9,4	86	20,7	77	18,5	31	7,5	3,81
Evcil hayvanıma veririm	59	14,2	54	13	15	3,6	38	9,1	43	10,3	107	25,7	100	24	4,62
Sokak hayvanlarına veririm	24	5,8	20	4,8	15	3,6	22	5,3	59	14,2	136	32,7	140	33,7	5,50
Etrafımdakilere dağıtırım	117	28,1	87	23,3	17	4,1	42	10,1	48	11,5	59	14,2	36	8,7	3,31
Derin dondurucuda saklarım	81	19,5	67	16,1	20	4,8	32	7,7	73	17,5	93	22,4	50	12	4,03
Farklı bir yemekte değerlendiririm	60	14,4	69	16,6	26	6,3	37	8,9	87	20,9	85	20,4	52	12,5	4,17

Kesinlikle Katılmıyorum (1), Katılmıyorum (2), Kısmen Katılmıyorum (3), Kararsızım (4), Kısmen Katılıyorum (5), Katılıyorum (6), Kesinlikle Katılıyorum (7)

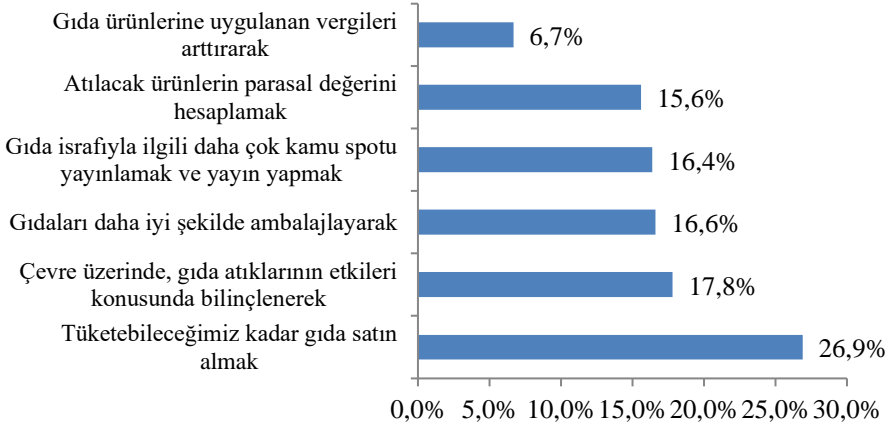
## 5. Ankete Katılanların Gıda İsrafını Azaltmaya İlişkin Düşünceleri

Gıda israfının azaltılmasına ilişkin tüketicilere altı adet ifade verilerek en güçlü ifadeden en zayıf ifadeye doğru sıralamaları istenmiştir. İfadelerden en güçlüye 6 puan, en zayıfa 1 puan verilmiştir (Tablo 19). Verilen değerler ağırlıklı ortalama yöntemiyle hesaplanarak Şekil 3 oluşturulmuştur. “Tüketebileceğimiz kadar satın almak” ifadesi %26,9 ile ilk sırada yer alırken, “Gıda ürünlerine uygulanan vergileri arttırarak” ifadesi %6,7 ile son sırada yer almıştır (Şekil 3).

Gıda israfını düşürebilmek için tüketicilere “Tüketebilecekleri kadar satın alma” davranışı üzerinde çalışmalar yapılmalıdır. Ürünleri daha iyi ambalajlayarak” ifadesi kısa zaman içinde bozulan dolayısıyla fazla israfa neden olan taze sebze ve meyve için önemli bir görüştür.

**Tablo 19:** Ankete Katılanların Gıda İsrafını Azaltmaya İlişkin Düşünceleri

Tüketebileceğimiz kadar gıda satın almak	2346
Çevre üzerinde, gıda atıklarının etkileri konusunda bilinçlenerek	1557
Gıdaları daha iyi şekilde ambalajlayarak	1449
Gıda israfıyla ilgili daha çok kamu spotu yayınlamak ve yayın yapmak	1434
Atılacak ürünlerin parasal değerini hesaplamak	1367
Gıda ürünlerine uygulanan vergileri arttırarak	583

**Şekil 3:** Gıda İsrafını Azaltmaya Dair Düşüncelerin Yüzde Değerleri

## 6. Faktör Analizi Sonuçları

7’li likert ölçeğiyle sunulan ifadeler ile gıda israfını önlemeye yönelik tüketicilerin tutum ve davranışları tespit edilmiştir. Ölçeğin Cronbach’s Alpha değeri 0,832 olarak belirlenmiş olup, güvenilir olduğu ispatlanmıştır. Bartlett’in Küresellik Testinde sigma değerinin 0,000 bulunmuş (0,05’ten küçük) olması, ifadelerin uygulanabilirliğini göstermektedir (Tablo 20).

**Tablo 20:** Kaiser Meyer-Olkin ve Bartlett’s Testi

Bartlett’s Test of Sphericity	Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	,832
	Approx. Chi-Square	2053,794
	df	153
	Sig.	0,000

**Tablo 21:** Faktördeki Değişken Sayısı, Değişkenlerin Faktöre Göre Dağılımı ve Faktörlerin Adlandırılması

	1	2	3	4	5	Adlandırma
Her şeyi planlı yaparım.	0,755					Planlama ve
Ne kadar yemek hazırlayacağımı ve kalanları nasıl değerlendireceğimi daima planlarım.	0,716					
Ne pişireceğime birkaç gün önceden karar veririm.	0,693					
Gıdaları uygun koşullarda saklamayı bildiğim için gıda israf etmediğimi düşünüyorum.	0,68					İsraftan kaçınma
Alışveriş öncesinde mutfaktaki gıdaları kontrol ettiğimden dolayı israf edeceğim gıdalar almam.	0,603					
Gıda güvenliğinin doğaya ve çevreye maliyetinin farkındayım. Bu konuda endişeliyim.		-0,768				Kişisel
Yiyecekleri ziyan etmemeye kendimi zorunlu hissediyorum.		0,703				
Tüketmiş olduğumuz gıdalarda sağlığa zararlı maddelerin bulunmaması benim için önemlidir.		0,645				
Besinlerin israf edilmemesi gerektiğine inanarak yetiştirildim ve buna göre yaşıyorum.		0,578				
Gıda israf ettiğimde kendimi kötü hissedirim.		0,501				
Alışverişlerde aldığım gıdaların yendiği şekilde planlamayı zor buluyorum.			0,768			Plansızlık
Evde ne kadar az miktarlarda yiyecek döküldüğünden emin olmak zor.			0,748			ve israf etme
Evde diğer hane üyeleri, gıda israfını azaltmayı olanaksız kılıyor.			0,741			
Cömert olduğum için misafirlerime gereğinden fazla yiyecek almak isterim.				0,801		Cömertlik
Yemek davetlerinde herkesin sevebileceği bir şey olsun diye fazla çeşit hazırlarım.				0,79		ve
Yemeklerin yetmemesinden endişe duyduğum için her zaman daha fazla pişiririm.				0,667		Endişe etme
İnsanlar çevreye karşı duyarlı değiller.					-0,846	Duyarsızlık

Birden büyük olan faktör değişkenlerin sayısı 5 olarak belirlenmiş olup oranı %60,287'dir. Tüketicilerin gıda israfını önlemeye yönelik tutum ve davranışlarıyla ilişkili öğeler ve faktör puanları 5 faktöre dağılmıştır. Bu faktörlerin adlandırması Tablo 21'de verilmiştir.

## SONUÇ

Bu çalışmaya katılan Yozgat Bozok Üniversitesindeki (YOBU) tüketicilerin %29,1'i öğretim elemanı, %54,3'ü üniversite öğrencisi ve %33,7'si lisansüstü mezunu olup %89,4'ünün gıda israf ettiği tespit edilmiştir.



Eğitim düzeyi ve gıda israf etme arasındaki ilişkiye bakıldığında yetişkinlerin gıda israfı ile ilgili farkındalıklarının artırılması gerekmektedir. Gıda israf düzeyleri ürün gruplarına göre farklılık göstermekle birlikte %10 seviyesindedir. Tüketicilerin en çok taze sebze ve meyve %68,5, pişmiş yemek %63,9 ve ekmek ve unlu mamul %54,3 israf ettiği saptanmıştır. Kırmızı et ve et ürünleri israfının %12,5 olduğu belirlenmiş olup başka illerde yapılan araştırmalarda da benzer sonuçlar bulunduğu görülmüştür (Ündevli ve ark., 2019; Daysal, 2019). Tüketicilerin en çok “küflendiği için” (ort=4,24), “son kullanım tarihi geçtiği için” (ort=4,07) ve “dolapta çok uzun zaman kaldığı için” (ort=3,83) gıda israfı yaptıkları belirlenmiştir.

Önemli bir gıda israf nedeni olan tavsiye edilen tüketim tarihi ile son tüketim tarihi arasındaki karışıklık (Daysal ve Demirbaş, 2020) bu araştırmada da karşımıza çıkmıştır.

İsraf oranlarını düşürmek için tüketicilerin alışverişlerde akılcı davranması, mutfak planlarına bağlı kalması, ihtiyacı dışında fazla gıda satın almaması gerektiği ve ürünlerin muhafaza koşulları ile ilgili bilinç düzeylerinin artırılması gerekmektedir.

YOBU'daki personel ile öğrencilerin gıda israfının önlenmesine yönelik tutum ve davranışları faktör analizi sonuçlarına göre “planlama ve israftan kaçınma”, “kişisel”, “plansızlık ve israf etme”, “cömertlik ve endişe etme”, “duyarsızlık” faktör gruplarında yer almıştır. İlk sırada yer alan “planlama ve israftan kaçınma” faktör grubundaki ifadelerle göre alışveriş ve yemek planları yapmaları, ikinci sırada yer alan “kişisel” faktör grubundaki ifadelerle göre gıda güvenliğinin doğaya ve çevreye maliyetinin farkında ve endişeli olmaları gıda israfını azaltmak için istekli olduklarını göstermektedir.

Dördüncü sırada yer alan “cömertlik ve endişe etme” faktör grubundaki ifadelerle göre sofralarda ve davetlerde bolluğa önem verildiği tespit edilmiştir. Bu sonuç sofralarda ve davetlerde gıdaların atılmaması davranışlarının ön plana çıkarılması gerektiğini göstermektedir.

Gıda israfını önlemek amacıyla tüketiciler ilk sırada “sokak hayvanına veririm”, ikinci sırada “evcil hayvanıma veririm” seçeneklerini değerlendirmiş olup gıdaların bu şekilde değerlendirilmesi de gıda israfı sayılmaktadır. Tüketicilere farklı israf azaltma yöntemleri için farkındalık kazandırılabilir (Daysal ve Demirbaş, 2020).

Toplumda israfı önleme ve azaltmayla ilgili davranışlarının geliştirilebilmesi için etkin kamu spotları hazırlanarak farkındalık artırılabilir (Stefan et al., 2013; Bravi et al., 2019; Karakaş, 2019; Daysal ve Demirbaş, 2021). Gıda israfıyla ilgili yayınlar ve kamu spotu tüketicilere ihtiyacı dışında alışveriş yapmama, ürünlerin muhafazasının uygun bir şekilde yapılması, pişirme planlarının oluşturulması, gıdaların tekrar değerlendirilmesine ilişkin olmalıdır. Anaokulları ve ilköğretim müfredatlarına sürdürülebilir ve sağlıklı beslenme teması içerisinde bilinçli tüketim ve gıda israf etmeme konusu dâhil edilebilir.

Ülkemizde Gıda Bankacılığı ile ilgili dernek ve girişimler üretimden tüketime kadar meydana gelen kayıpları önleme ve azaltmayı da kapsayacak çalışmalar yapmaktadırlar (Demirbaş et al., 2017; Demirbaş, 2018; Daysal ve Demirbaş, 2021). Gıdaların ihtiyaç sahiplerine sağlıklı bir şekilde ulaştırılabilmesi için lojistik altyapı sorunlarının çözüme ulaştırılması gerekmektedir.

Hane halkı ortalamalarına göre farklı boyutlarda gıda paketlemeleri yapılması da önem arz etmektedir. Böylelikle hanesinde az kişi yaşayanlar fazla miktarda gıda almak zorunda kalmayıp israftan kaçınabilirler (Oral, 2015). Çabuk bozulan taze sebze ve meyvelerin küçük ve uygun bir şekilde ambalajlanarak satılması da muhafazasını kolaylaştıracaktır.

## **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2022yılı/1.Dönemi 1919B012210479 Numaralı Proje kapsamında desteklenmektedir. TÜBİTAK'a katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

- Abdelradi, F. (2018). Food Waste Behaviour At The Household Level: A Conceptual Framework. *Waste Management*, 71: 485–493pp.
- Aday, M. S., Aday, S. (2021). Gıda Kayıp ve İsrafının Azaltılmasında Gıda Bankacılığı. *IBAD Journal of Sciences*, (9), s. 291-310 DOI: 10.21733/ibad.844971 Erişim Tarihi: Kasım 2023.
- Batur, Z., Gülveren, H., Bek, H. (2010). Öğretmen adaylarının okuma alışkanlıkları üzerine bir araştırma. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3 (1), 32-49s.
- Bravi, L., Murmura, F., Savelli, E. & Vigano, E. (2019). Motivations and Actions to Prevent Food Waste among Young Italian Consumers. *Sustainability*, 11(4):1104-1110.
- Çelik, Y., Şengül, T. (2001). Şanlıurfa İli Kentsel Alanında Tüketicilerin Yumurta Tüketim Düzeyleri ve Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. *Hayvansal Üretim*, 42 (2): 53-62s.
- Daysal, H. (2019). *Tüketicilerin Gıda İsrafının Önlenmesine Yönelik Tutum ve Davranışlarının Belirlenmesi: İzmir İli Örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=Hf1y-Hq6LmlFUEBKDYmUog&no=pmGelv4Lx-tt182Cn-OPuQ>
- Daysal, H., Demirbaş, N. (2020). Hanehalkı Gıda İsrafının Nedenleri ve Azaltılması İçin Öneriler: İzmir İli Örneği. *Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences*, 2020: 06 (03).
- Daysal, H., Demirbaş, N. (2021). Tüketicilerin Gıda İsrafının Önlenmesine Yönelik Tutum ve Davranışlarının Belirlenmesi: İzmir İli Örneği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2021, 58 (2):253-261. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.717528>
- Demirbaş N., Niyaz Ö. C., Apaydın, Y. M. (2017). Evaluation of The Problems Within The Food Supply Chain in Turkey in Terms of Food Losses and Food Waste. 3. *IBANESS Congress Series*, 04-05 Mart.
- Demirbaş, N. (2018). Dünyada ve Türkiye’de Gıda İsrafını Önleme Çalışmalarının Değerlendirilmesi. *VIII. IBANESS*, Plovdiv/Bulgaria, April 21-22, 2018, 521-526s.

- Diaz-Ruiz, R., Costa-Font, M. & Gil, J. M. (2018). Moving ahead from food-related behaviours: An alternative approach to understand household food waste generation. *Journal of Cleaner Production*, 172:1140-1151.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). Food Loss and Waste Database. <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/flw-data>. Erişim: Kasım 2023.
- Gustavsson J., Cederberg J., & Sonesson U. (2011). Global Food Losses and Food Waste. *Save Food Congress*, 16 May, Düsseldorf.
- Gündüz, O., Esengül, K., (2010). Ailelerin Bitkisel Yağ Tüketimleri Üzerine Bir Araştırma: Samsun İli Örneği. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 12 (19): 67-72s.
- Güngör, M., Bulut, Y. (2008). Ki-kare testi üzerine. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 7 (1), 84-89s.
- İktisadi Kalkınma Vakfı (İKV). (2022). Çakır, M., Tekçi, E. (2022). Gıda İsrafi Konusunda Güncel Durum ve Alınabilecek Önlemler. *İKV Değerlendirme Notu*. Ocak 2022. [https://www.ikv.org.tr/images/files/IKV\\_Degerlendirme\\_Notu\\_253\\_Gida\\_Israfi.pdf](https://www.ikv.org.tr/images/files/IKV_Degerlendirme_Notu_253_Gida_Israfi.pdf). Erişim: Kasım 2023.
- İnci, H., Şengül, T., Söğüt, B., Karakaya, E. (2014). Bingöl İlinde Kanatlı Eti Tüketiminin Yapısı. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(1): 14-24s.
- Karakaş, G. (2019). Gıda İsrafinin Davranışsal Belirleyicileri; Çorum İli Örneği. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(3):467-474.
- Landau, S., & Everitt, B. (2004). A Handbook of Statistical Analyses using SPSS, by Chapman & Hall/CRC Press LLC.
- Mallinson, L., Russell, J. M., & Barker, M. E. (2016). Attitudes and behaviour towards convenience food and food waste in the United Kingdom. *Appetite*, 103:17-28.
- Newbold, P. (1995). *Statistics for Business and Economics*. Prentice Hall International Editions. p.866.
- Niyaz, Ö. C. and Demirbaş, N. (2020). Determining the Food Waste Behaviour of Consumers in Northwest Turkey: A Crosssectional Analysis. *New Medit*, 19 (3). DOI: <https://doi.org/10.30682/nm2003i>.

- Oral, Z. (2015). *Dünya'da ve Türkiye'de Gıda İsrafi Ve Önlenmesine Yönelik Uygulamalar*. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, AB Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Russell, S.V., Young, C.W., Unsworth, K.L., & Robinson, C. (2017). Bringing Habits And Emotions Into Food Waste Behaviour. *Resources, Conservation And Recycling*, 125:107-114pp.
- Saygın, Ö., ve Demirbaş, N. (2017). Türkiye'de Kırmızı Et Sektörünün Mevcut Durumu ve Çözüm Önerileri. *Hayvansal Üretim*, 58(1): 74-80s.
- Stancu, V., Haugaard, P. & Lähteenmäki, L. (2016). Determinants of consumer food waste behaviour: Two routes to food waste. *Appetite*, 96:7-17.
- Stefan, V., Herpen, E., Tudoran, & A., Liisa, L. (2013). Avoiding Food Waste by Romanian Consumers: The Importance of Planning and Shopping Routines. *Food Quality and Preference*, Volume 28, Issue 1, April 2013, Pages 375-381pp.
- Türkiye İsrافی Önleme Vakfı. (2023). 2023 Yılı İsraf Raporu. [http://www.tgmp.net/eyayin/israf\\_raporu\\_2023.html](http://www.tgmp.net/eyayin/israf_raporu_2023.html), Erişim: Kasım 2023.
- UNEP (2021). Food Waste Index Report 2021. ISBN: 978-92-807-3851-3, <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021> Erişim: Kasım 2023.
- Ündevli, A., Kadam, G., Bekdik, Y. L., Yılmaz, H. İ., & Çobanoğlu, F. (2019). Gıda israfının belirlenmesi: Aydın ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25(2):169-184.
- Visschers, V. H., Wickli, N., & Siegrist, M. (2016). Sorting Out Food Waste Behaviour: A Survey On The Motivators And Barriers Of Self-Reported Amounts Of Food Waste in Households. *Journal of Environmental Psychology*, 45:66–78pp.







**ISBN: 978-625-367-502-8**