

# Tarımsal Eski Sorunlara Yeni Yaklaşımlar

Editörler:

Dr. Öğr. Üyesi Tarkan AYZ

Doç. Dr. Ferhat ÖZTÜRK



# TARIMSAL ESKİ SORUNLARA YENİ YAKLAŞIMLAR

## EDİTÖRLER

Dr. Öğr. Üyesi Tarkan AYZAZ

Doç. Dr. Ferhat ÖZTÜRK

## YAZARLAR

Doç. Dr. Atilla ŞİMŞEK

Doç. Dr. Fatih ÇİĞ

Doç. Dr. Ferhat ÖZTÜRK

Doç. Dr. Mehmet Hadi AYDIN

Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA

Dr. Öğr. Üyesi Mevhibe TERKURAN

Dr. Öğr. Üyesi Ruziye KARAMAN

Dr. Öğr. Üyesi Tarkan AYZAZ

Dr. Öğr. Üyesi Veysi ACIBUCA

Öğr. Gör. Ömer ACAR

Öğr. Gör. Rojin ÖZEK

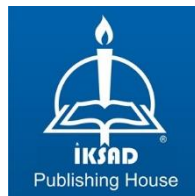
Arş. Gör. Emre TURAN

Arş. Gör. Berrin KAYALAR

Arş. Gör. Halil Burak AKDENİZ

Zir. Müh. Cengiz TÜRKAY

Simay ADANIR



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: 978-625-367-281-2**

Cover Design: Mehmet Fırat BARAN

September / 2023

Ankara / Türkiye

Size = 16 x 24 cm

## **İÇİNDEKİLER**

**ÖNSÖZ**.....1

### **BÖLÜM 1**

#### **PAMUK FİDE KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIĞI İLE BİYOLOJİK MÜCADELE**

Arş. Gör. Berrin KAYALAR

Doç. Dr. Mehmet Hadi AYDIN.....3

### **BÖLÜM 2**

#### **TOPRAK KÖKENLİ FUNGAL PATOJENLER VE MOLEKÜLER TANILAMALARI**

Arş. Gör. Berrin KAYALAR

Doç. Dr. Mehmet Hadi AYDIN.....21

### **BÖLÜM 3**

#### **BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDEN BAKTERİLERİN TRİTİKALE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIMI**

Doç. Dr. Fatih ÇİĞ

Öğr. Gör. Rojin ÖZEK.....41

### **BÖLÜM 4**

#### **GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE POPULERİTE KAZANAN BİTKİ: MAŞ FASULYESİ**

Dr. Öğr. Üyesi Ruziye KARAMAN

Zir. Müh. Cengiz TÜRKAY.....53

## **BÖLÜM 5**

### **ARAZİ TOPLULAŞTIRMA PROJELERİNİN PARSEL ŞEKİL DEĞİŞİMİNE ETKİSİNİN ANALİZİ: MANYAS/SALUR MAHALLESİ ÖRNEĞİ, TÜRKİYE**

Öğr. Gör. Ömer ACAR

Arş. Gör. Halil Burak AKDENİZ.....81

## **BÖLÜM 6**

### **ARAZİ TOPLULAŞTIRMA PROJELERİNİN ARAZİ PARÇALANMASI DEĞİŞİMİNE ETKİSİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: MANYAS / YENİKÖY MAHALLESİ ÖRNEĞİ, TÜRKİYE**

Arş. Gör. Halil Burak AKDENİZ

Öğr. Gör. Ömer ACAR.....103

## **BÖLÜM 7**

### **SIYAH SARIMSAK: ÜRETİMİ, ÖZELLİKLERİ VE GIDA UYGULAMALARI**

Arş. Gör. Emre TURAN

Doç. Dr. Atilla ŞİMŞEK.....123

## **BÖLÜM 8**

### **ŞIRNAK İLİ BİTKİSEL ÜRETİMİNE GÜNCEL BAKIŞ**

Dr. Öğr. Üyesi Tarkan AYZAZ

Doç. Dr. Ferhat ÖZTÜRK.....161

## **BÖLÜM 9**

### **İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ TARIMSAL FAALİYETLERDE KULLANIMI VE GELECEĞE YÖNELİK BEKLENTİLER**

Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA

Dr. Öğr. Üyesi Veysi ACIBUCA.....171

## **BÖLÜM 10**

### **TÜRKİYE'DE ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN PROBİYOTİK, FERMENTE, KAFEİNLİ VE GAZLI İÇECEK TÜKETİM TERCİHLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME**

Dr. Öğr. Üyesi Mevhibe TERKURAN

Simay ADANIR.....181



## ÖNSÖZ

Toplulukların sağlıklı olabilmesi için ekosistemlerin düzgün çalışması gerekir. Yiyecek, temiz hava, tatlı su ve ilaçlara güvenli erişim sağlarlar. Ek olarak, hastalıkları azaltır ve çevreyi korurlar. Ancak olağanüstü oranlarda biyoçeşitlilik kaybı tüm dünyada insanları olumsuz etkilemektedir. Uluslararası tarımsal araştırma yatırımcıları, ekonomik büyüme, gıda güvenliği ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı gibi çeşitli hedefleri destekleyebilecek sürdürülebilir tarımsal gıda teknolojileri aramaktadır. Artan büyüme ve üretkenliğin yanı sıra daha fazla istihdam, ücretler ve çalışma koşullarının tümü açık piyasalarla ilişkilidir. Bu avantajlı etkiler ayarlama gerektirir ve her zaman mevcut değildir. İnsan kaynaklarına ve fiziki altyapıya yatırım, ticari ve özel yatırım için elverişli bir ortamı teşvik eden ekonomik politikalar ve yönetim sistemleri, bireyleri desteklemek için bir sosyal güvenlik ağı ve uygun kurumlar (temel işçi hakları gibi) gerekli olan tamamlayıcı politika örnekleridir. Korumacılık pahalıdır ve ekonominin ticaretin meyvelerini toplamasını engeller. Açık ekonomiler, kapalı ekonomilerden daha hızlı genişler. Büyüme ve gelişme refahı, tercihleri ve beklentileri artırır ve politikalar ve işgücü piyasası kurumları çok önemli bir rol oynar. Ticari açıklık, genel çalışma koşullarını (yaralanmalar, çocuk işçiliği, çalışılan saatler) iyileştirebilir. Öncelikli araştırma alanlarının belirlenmesi, tarımın sürdürülebilir gelişimi için çok önemlidir çünkü sürdürülebilirlik geçişinde çiftçilere yardımcı olacak teknolojilere yönelik ihtiyaç ve bilgi eksiklikleri devam etmektedir. Kesişen stratejik tarımsal öncelikler arasında iklim akıllı tarım, ormancılık ve temiz enerji yoluyla iklim değişikliğiyle mücadele, eşitliği, fırsatları ve kırsal refahı iletme, daha fazla ve daha iyi pazar fırsatları geliştirme ve gıda ve beslenme güvensizliğini ele alma yer alır. Sınırlı kaynaklara sahip bir gezegende ve değişen bir iklimde, daha fazla gıdanın sürdürülebilir bir şekilde üretilmesi gerekmektedir.





## BÖLÜM 1

### PAMUK FİDE KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIĞI İLE BİYOLOJİK MÜCADELE

Arş. Gör. Berrin KAYALAR<sup>1</sup> Doç. Dr. Mehmet Hadi AYDIN<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8373663>

---

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

<sup>2</sup> Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma. Bölümü Siirt, TÜRKİYE.  
hadiaydin@siirt.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-3135-4621



## GİRİŞ

Bu derlemenin amacı; pamukta fide kök çürüklüğü hastalığına neden olan önemli patojenlere karşı savaşmada kimyasal pestisit kullanmadan, doğal dengeyi korumaya yönelik yapılan biyolojik mücadelenin literatürlere dayanarak ortaya koymaktır.

### • Pamuğun Önemi

Malvaceae familyasından *Gossypium* cinsine pamuk bitkisi, çok değişik alanlarda kullanılan ve eski dönemlere dayanan lifi işlenen ilk endüstri bitkisidir. Tarım ve sanayisi ile geniş bir iş alanı sağlayan pamuk, lifi ile tekstil sanayisine, çiğidi ile yağ sanayisine, küspesi ile hayvancılık sektörüne, ihracatı ile dış ticaretimize önemli katkıları olan bir tarım ürünü olmaktadır (Temiz ve ark., 2016). Aynı zamanda petrol bazlı yakıtı alternatif olarak pamuk tohumundan elde edilen yağ biyodizel üretiminde hammadde olarak kullanımı da artış göstermektedir (Sharma ve ark., 2020. Sundar ve Udayakumar, 2020). Sıcağı seven, kuru ve sulu ortamlarda yetişebilen pamuk bitkisi, toprak isteği açısından fazla sorunlu olmamakla beraber süzek ve alüvyal topraklarda daha iyi yetişmekte olup toprak asitliği bakımından toleranslı (pH 6,5- 7,5), orta dereceli topraklarda yetişir.

### • Dünyada ve Türkiye’de Pamuk Üretimi

Pamuk, üretim ve tüketim açısından dünyada 68 ülkenin ilgi odağında olan önemli bir endüstri bitkisidir. Bu ülkelerin 23’ünde sadece tüketilmekte iken, kalan 45’inde ise hem üretilip hem tüketilmektedir. Pamuk üretiminin neredeyse tamamı (%99,5) 10 büyük pamuk üreticisi olan Çin, Hindistan, ABD, Brezilya, Avustralya, Türkiye, Pakistan, Özbekistan, Arjantin ve Yunanistan tarafından karşılanmakta olup ülkemiz 6. sırada yer almaktadır. Dünyadaki pamuk kullanımı (%85) ise 8 büyük pamuk tüketicisi olan Çin, Hindistan, Pakistan, Türkiye, Vietnam, Bangladeş, Özbekistan ve Endonezya olup ülkemiz 4. sırada yer almaktadır (Anonim, 2022a).

Ülkemizde geniş alanlarda tarımı yapılan ve ihracatımızda önemli derecede payı olan pamuk bitkisi, 2021 yılında Türkiye’de 4,3 milyon da alanda 2,25 milyon ton kütlü pamuk üretimi karşılığı 832.500 ton lif pamuk üretimi gerçekleştirilmiş olup üretilen pamuğun %87’sini karşılayan 6 il Şanlıurfa (%40), Diyarbakır (%14), Aydın (%12), Hatay (%9), İzmir (%7) ve Adana (%5) olmaktadır. (Anonim, 2022b). 2020/2021 pamuk üretim sezonunda ekim alanları son 30 yılın en düşük seviyelerine gerilerken, 2021/2022 sezonunda ise verim ekim alanlarındaki artışa göre 432 bin ha alanda 833 bin ton pamuk üretilmiştir. (Anonim, 2022c).

### • Pamukta Hastalıkların Önemi

Pamuğun üretim ve verimini etkileyen birçok unsur vardır. Bunların başını pamuk zararlıları (trips, beyazsinek, yeşilkurt, yaprakbiti, kırmızı örümcek) ile yanlış yapılan kültürel uygulamalar (sulama, gübreleme, yabancı ot mücadelesi vs.) yer almaktadır (Albers ve ark., 1993). Pamuk üretimini sınırlayan bir diğer önemli etmen ise pamuk hastalıkları olup, bu hastalıklara karşı gerekli önlemler alınmadığı takdirde ciddi verim kayıplarına yol açmaktadırlar. Çevre koşullarının uygun seyretmesi, virülensi yüksek bir patojenin varlığı ve hassas bir konukçunun bulunmasıyla hastalıklar meydana gelir. Ülkemizde geniş ekim alanına sahip pamuk bitkisinde sorun olan birçok fungal hastalık (pamuk fide kök çürüklüğü, pamuk solgunluğu, köşeli yaprak leke hastalığı vs.) vardır. Bu hastalıkların başında fide kök çürüklüğü ve solgunluk hastalıkları gelmektedir.

### • Fide Kök Çürüklüklerinin Önemi

Pamukta fide kök çürüklüğü hastalığı ilk kez 1892 yılında Antkinson tarafından tanımlanmıştır (Fulton ve Bollenbacher, 1958). Bu hastalığa neden olan 4 ana etmen bulunmaktadır. Bunlar; *Rhizoctonia solani* Kühn [teleomorph

*Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk], *Fusarium* spp., *Pythium* spp., ve *Thielaviopsis basicola* (Rothrock ve Buchanan, 2017; Agrios, 1998; Devay, 2001). Bu ana etmenlere ek olarak *Aspergillus* spp., *Alternaria* spp. gibi patojenler de pamuk üretiminde önemli derecede ekonomik zarara neden olmaktadır (Yılmaz, 2009). Bu etmenler toprak kökenli funguslar olup ilk belirtiler yeni oluşmuş bitki köklerinde görülmekte, kökün kabuk dokusu renk değiştirerek yumuşar ve daha sonra çürümeye başlar. Hasta fidelerin kökleri ve kök boğazları kahverengileşir, incilir, bitki ayakta duramaz, devrilir ve sonunda tüm bitki kurur. Pamuk ekimi yapılan alanlarda sıklıkla görülebilen bu hastalıklar, özellikle bulaşık ve çok nem tutan topraklarda yağışlı ve serin giden yıllarda tarlada yeniden pamukların ekilmesini gerektirebilmektedir. Bu durum; tohum, ilaç ve toprak işleme masraflarının artmasına ayrıca geç ekimden dolayı ürün kayıplarına neden olarak büyük ekonomik zararlar oluşturmaktadır. Hastalık, daha çok kendisini tarlada yer yer boşluklar şeklinde göstermektedir. Üretici boşalan yerler için tekrar tohum kullanmak zorunda kaldığından ekonomik zarara uğrar (Şekil 1).



**Şekil 1.** Çökerten hastalığının pamuk fidesindeki ve tarladaki zararı

- **Pamuk Fide Kök Çürüklüğü Hastalığına Neden Olan Patojenler ve Mücadeleleri**

Bu patojenler, *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Thielaviopsis basicola*, *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp.'dir. Ülkemizde yapılan çalışmalara göre solgunluk hastalığına yakalanma oranının en yüksek olduğu bölgenin %27 ile Ege Bölgesi (İzmir, Aydın ve Manisa), %25 ile Çukurova Bölgesi (Adana), %16 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi (Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa ve Siirt), %14 ile Batı Akdeniz Bölgesi (Antalya) olmuştur. Ürün kaybının ise İzmir, Aydın ve Manisa illerinde %12, Antalya'da %4 olduğu belirtilmiştir. (Esentepe, 1979; Sezgin, 1985; Sağır ve ark., 1995; Çelik ve ark., 2010).

Bu hastalıklar ile mücadelede en çok kullanılan yöntem, kimyasal ilaçların kullanılması şeklindedir. Azoxystrobin, Metalaxyl-M, Fludioxonil, Thiram, Tolclofos-methyl gibi pestisitler kalıntı oluşturup insan sağlığına zarar vermekle beraber atmosferi kirletip çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu nedenlerden dolayı tarımda sentetik pestisitlerin azaltılması veya mümkünse elemine edilmesi arzu edilen bir amaç haline gelmiştir. Bu amaca ulaşabilmek için kullanılacak en iyi yöntem biyolojik mücadeledir. Biyolojik mücadelede kullanılan biyolojik mücadele ajanlarının (BMA) en önemli özellikleri de bitki hastalıkları ile mücadelede kullanılmasında çevre kirliliğini ve insan sağlığını tehdit eden kalıntı ve dayanıklılık riskinin olmamasıdır.

- **Biyolojik Mücadele Nedir, Neden Biyolojik Mücadele?**

Biyolojik mücadele, tarımda verimliliği azaltan, zararlıların direnç kazanmasını engelleyen, çevre ve toprak kirliliğini azaltan, üretimi olumsuz etkileyerek bitkilere zarar verebilecek patojenleri kimyasal pestisitler kullanmadan uygulamayı hedefleyip doğal dengemizi en iyi şekilde koruyan bir mücadele yöntemidir.

Bitki fungal hastalıkları, geniş sayıda etmen barındırmakta ve bu hastalık etmenlerinden kimyasal mücadelesi zor ve çökertene neden olan toprak kökenli patojenleri kontrol altına almada en önemli ve sağlıklı yöntemlerin başında biyolojik mücadele gelmektedir. Bu mücadele yöntemi, bitkinin rizosfer bölgesinde yer alan saprofitik özellikteki bakteri ve funguslarla yarışma haline girerek ve bazı metabolik maddeler üreterek patojenleri baskı altına almayı hedefler. Bunlara; *fluorescent Pseudomonas*, *Bacillus*, *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Taloromyces* gibi antagonistleri örnek olarak verebiliriz. Bu mikroorganizmalar buldukları çevreyle uyum sağladıklarından ve bitki gelişimi üzerinde olumlu sonuçlar gösterdiklerinden dolayı ticari olarak üretilmeye başlanmıştır. Bitkinin kök ve kök boğazı kısmında önemli hastalıklara neden olan *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium* gibi patojenlerle biyolojik mücadelede en iyi etkiyi gösteren *Trichoderma* birçok çalışmaya konu olmuştur. Ayrıca biyolojik mücadele çalışmalarında pestisit kullanılmadığı için çevre kirliliği de en aza indirgenmektedir (Cevheri ve ark., 2021). Biyolojik mücadele, doğal dengeyi koruduğu gibi çevre ve insan sağlığına da olumsuz etkisi bulunmamaktadır. Diğer mücadele yöntemlerinden daha ekonomik olmakla beraber dayanıklılık gibi bir sorunu yoktur ve süreklilik esastır.

- **Antagonistlerin Etki Mekanizmaları**

Biyolojik mücadelede iyi bir başarı elde edebilmek için antagonist ve patojen arasındaki etkileşimin iyi bilinmesi gerekir. Antagonistlerin ürettiği antibiyotikler patojen ile besin ve yer rekabetine girerek antagonist, patojen üzerinde hiperparazit olarak yaşayıp, patojenin gelişimini engellemekte veya baskı altına almaktadır.

- **Antibiyosis**

Bir organizmanın başka bir organizmayı ürettiği metabolitleriyle engellemesi ya da yıkıma uğratması olayına **antibiyosis** denilmektedir (Bora



ve Özaktan, 1998). Bu metabolitlere genel olarak **antibiyotik** adı verilmektedir. Bazı metabolitler, enzim özelliği taşımakta ve patojenin hücre kısımlarını yıkarak veya eriterek etki göstermektedirler.

### • Yarışma

Bu olay iki ya da daha fazla mikroorganizmanın aynı şeye ihtiyaç duyduklarında bunun yalnızca bir mikroorganizmanın kullanması ve diğer mikroorganizmanın bundan faydalanamamasından dolayı gelişiminin baskılanması durumudur. Antagonist ve patojen mikroorganizmalar oksijen, yer, besin hatta ışık için birbirileri ile rekabet ederler. Bir antagonist etkili bir beslenme sistemine sahip ise ortamdaki besinleri kullanıp patojenin ihtiyaç duyduğu besinleri almasını engeller ve böylece patojen besin yetersizliğinden dolayı yaşamını sürdürülemez (Bora ve Özaktan, 1998). Mikroorganizmaların gelişmelerini sınırlayan besinler mikroorganizmaya, ortama ve konukçu bitkiye göre değişmektedir. Bunlar karbon, demir, azot veya herhangi bir besin elementi olabilir. Buna en iyi örnek olarak demir için yarışma örnek verilebilir. *Pseudomonas putida* Trevisan'ın ürettiği sideroforlar, bitkilerde solgunluk etmeni olan *Fusarium* türlerinin klamidosporelerinin çimlenmesini engelleyip patojenin gelişmesine izin vermez (Elad ve Baker, 1985; Scher ve Baker, 1982). Patojenin gelişmemesinden dolayı bitkide hastalık meydana gelmez.

### • Hiperparazitizm

Primer bir parazitin üzerinde seconder bir parazitin etkisi olayıdır. Antagonist ve patojen yakın bir ilişkidir. Bu nedenle antagonist konukçusunu tanıır ve hifini direkt olarak konukçusuna yöneltir. Antagonistin ürettiği kimyasal maddeler patojeni zayıflatır. Antagonist konukçusuna ulaştığında hiflerini konukçu hifin etrafında kıvrırıp kanca gibi yapılar oluşturarak konukçusuna tutunup antagonistin hifleri patojenin hiflerine sarılarak gelişir ve antagonist ürettiği enzimlerle patojenin erimesine neden olur (Bora ve Özaktan, 1998). Hiperparazitizm etki mekanizmasına en iyi örnek olarak *Trichoderma*

*hamatum* (Bonord.) Bain. ve *Trichoderma harzianum* Rifai ile patojen olan *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotium rolfsii* Sacc. arasındaki ilişki örnek verilebilir. (Chet ve Baker, 1981; Elad ve ark., 1983).

- **Hipovirulens**

Virülent bir patojen ile daha az virülent olan mikroorganizma arasındaki hibridizasyon sonucu patojenin virülensliğinin azalması olayıdır (Bora ve Özaktan, 1998). Bu etki mekanizmasına en iyi örnek olarak *Cryphonectria parasitica* (Murrill) Barr patojeninin neden olduğu kestane kanserinin biyolojik mücadelesinde, virülesliği az olan patojen biyoformulasyon haline getirildikten sonra ağacın kabuk dokusuna matkapla 5 mm çapında delikler açılıp biyoformulasyon inokule edildikten sonra bir bantla kapatılır. Uygulama yapılan yerlerde hastalığın azaldığı kanısına varılmıştır (Van Alfen, 1982).

- **Uyarılmış Dayanıklılık**

Bitkilerdeki bağışıklık sistemini çeşitli biyotik ve abiyotik uyarıcılarla uyararak harekete geçirmesi olayıdır. Bu uyarıcılar, virülensliği azaltılmış veya yok edilmiş bir patojen ya da zararsız mikroorganizma olabildiği gibi çeşitli kimyasallar da olabilmektedir. Bunlar, bir patojen gibi davranarak konukçu bitkinin savunma sistemini duyarlı hale getirir ve böylece konukçu bitkinin sonradan gelecek olan patojen saldırılarına karşı hazır duruma gelmesini sağlamaktadır. (Bora ve Özaktan, 1998). Böylece bitkinin bağışıklık istemi, sadece bir patojene değil, birçok etmene karşı harekete geçer. (Tuzun ve Kuc, 1983).

- **Çapraz Koruma**

Uyarılmış dayanıklılık gibi bitkinin içinde oluşan bir etki mekanizmasıdır. Antagonist tarafından konukçu dokusu içinde virülent patojen, antibiyosis, yer ve besin için yarışma, ya da parazitizm gibi mekanizmalardan birisi veya bunların kombinasyonu ile önlenmesini içerir.

(Bora ve Özaktan, 1998). Çapraz korumada kullanılan uyarıcı izolat, ya önlenmesi istenen patojen ile akrabadır ya da başka ürünlerin benzer dokularında patojendir. Bu akraba olan veya benzer dokularda bulunan patojenler, aynı ekolojik nişe uyum sağlamış herhangi iki organizma gibi birbirleri ile rekabet haline girebilirler.

- **İyi Bir Antagonist;**

Patojeni yüksek oranda engelleyebilme yeteneğine sahip olmalı. Aynı zamanda yaşadığı ortamdaki diğer antagonistlerle uyum içinde olup yaşayacağı ortama hemen adapte olabilmekle beraber olumsuz çevre koşullarında bile yaşamını sürdürebilmeli, fungusitlerden etkilenmemeli ve hedef dışı organizmalara etkisi olmamalı ve birden fazla patojeni engelleyebilmelidir. Patosistemde yer alan kültür bitkisinde yerleşip çoğalabilmeli, kolayca kültüre alınabilmeli ve depolama esnasında özelliğini uzun süre koruyabilmelidir.

- **Pamukta Fide Kök Çürüklüğü ile Biyolojik Mücadele**

Dünyada pamukta çökerten etmenlerine karşı *Trichoderma* spp. ve *Gliocladium virens* (Hageborn ve ark., 1989; Howell, 1991; Lewis ve Papavizas, 1991; Howel ve ark., 1997), bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) (Hageborn ve ark., 1989), *Bacillus subtilis* (Asaka ve Shoda, 1996), *fluoresan Pseudomonas*, *Pseudomonas cepacia* (Zaki ve ark., 1998) gibi biyokontrol ajanlar kullanılmaktadır. Önemli biokontrol ajanları ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

***Trichoderma* spp.:** Fungal bir antagonist olan *Trichoderma* spp., Ascomycetes sınıfı, hypocreales takımının bir üyesidir. Bu antagonistin, *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. polysporum* türleri biyolojik mücadelede kullanılmaktadır (Erdoğan, 2007). *Trichoderma virens*'in *Rhizoctonia solani* ve *Pythium ultimum*'u antibiyotik etkisiyle baskı altına aldığını (Howell ve Stipanovic, 1983), ayrıca antagonistin, *R. solani*'yi ve *Fusarium* solgunluğunu mikoparazitizm etkisiyle engellediği tespit edilmiştir (Howell, 1987).

Türkiye’de farklı coğrafi bölgelerde, farklı fiziksel ve kimyasal yapıya sahip olan topraklardan 264 *Trichoderma* türü tespit edilmiştir. Bu türler, yoğun olarak Van Gölü çevresi, Karacadağ ve etrafındaki topraklardan izole edilmiştir. Yoğun olarak, *Thricoderma harzianum*, *T. virens*, *T. inhamatum*, *T. spirale* ve *T. asperellum* türleri izole edilmiştir (Aydın ve Turhan, 2009).

***Gliocladium virens*:** Fungus, Ascomycota şubesinin Hypocreales takımı, Hypocreaceae familyasının *Gliocladium* cinsine ait bir fungus olan *Gliocladium virens*, pamukta çıkış öncesi çökerteni %11-55 oranında azalttığı ve bu antagonistin *R. solani* patojenini hiperparazitizm etki mekanizması ile baskı altına aldığı, ve patojenin canlı sklerotlarını %65 oranında azalttığı saptanmıştır (Howel, 1982). Ayrıca *G.virens*’in ürettiği gliovirin adlı antibiyotik, *Pythium ultimum*’un gelişmesini engelleyip patojenin ölümüne sebep olmuştur (Howell ve Stipanovic, 1983).

***Bacillus spp.*:** Gram pozitif, çubuk şeklinde, endospor oluşturan, aerobik bakteri olan *Bacillus* antagonistinın biyolojik savaşta *B. subtilis*, *B. cereus* ve *B. megatherium* türleri kullanılmakta olup bu antagonistler antibiyosis ve besin-yer rekabeti etki mekanizması ile patojenleri engelleyebilmektedirler (Erdoğan, 2007). *B. subtilis* antagonistinın ürettiği antibiyotiklerle *V. dahliae* ve *Fusarium spp.* patojenlerini önemli derecede baskıladığı saptanmıştır (Safuyazov ve ark., 1995). Pamuk tohumlarına inokule edilen *B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. cereus*, sera koşullarında bu antagonistelerin *R. solani* patojenini %60 oranında baskı altına alabildiğı belirtilmiştir (Pleban ve ark., 1995).

**Fluoresan *Pseudomonas*’lar:** Gram (-) olan, King B besi yerinde UV ışık altında flouresans veren, polar kamçılı, hızlı kolonize olabilen bu bakteriler, biyolojik mücadelede kullanılmakta olan türler *P. fluorescens*, *P. cepacia*’dır. Bu bakteriler, rekabet, antibiyosis ve sistemik uyarılmış etki mekanizmaları ile patojeni baskı altına alabilmektedirler (Erdoğan, 2007). Fluoresan *Pseudomonas* bakterilerinin bitki gelişimini ve büyümesini teşvik

edici etkileri de bulunmaktadır (Aksoy, 2006). Pamuk tohumlarının *P. fluorescens* 89B-61 ırkıyla muamele edip bu antagonistin pamuk köklerinde iyi kolonize olduğunu ve pamuk bitkisini toprak kaynaklı hastalıklara karşı koruduğu saptanmıştır (Hallman ve ark., 1997). Ayrıca çökertene neden olan *Rhizoctonia* spp. ve *Pythium* spp.'ye karşı Dagger G adlı *P. flourescens* bakterisinin biyoformulasyonu kullanılmış olup biyoformulasyonun iki patojeni de baskıladığı gözlenmiştir (Bradow, 1991).

## SONUÇ

Biyolojik mücadelede antagonistler, sahip oldukları birçok etki mekanizması sayesinde biyopestisit ve bitki gelişimini teşvik edici özelliklerde kullanılabildiklerinden dolayı organik tarım uygulamalarında önemli bir yer tutmaktadırlar. Bu sayede tarımsal üretimde doğal dengeyi koruyan, çevre dostu, sürdürülebilir tarımın geliştirilmesine yardımcı olması ve kimyasal pestisit kullanılmasının önemli derecede azaltması açısından tarımda biyolojik mücadelede alternatif bir mücadele yöntemidir. Son yıllarda pamukta fide kök çürüklüğü ve çökerten hastalıklarına karşı yapılan biyolojik mücadele çalışmaları, kültürel mücadele, dayanıklı çeşit ve biyopestisit kombine bir şekilde kullanılmaktadır. Bu kombinasyonun uygulanması ile toprak kaynaklı patojenlere karşı yapılacak olan biyolojik mücadele başarı ile sonuçlanabilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Agrios, G.N., 1998. Plant Pathology, Third Edition, Academic Pres inc., XVI+803 pp., San Diego.
- Aksoy, H.M. 2006. Toprak Kökenli Fungal Patojenlerin Fluoresan Pseudomonas'larla Biyolojik Mücadelesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (3): 364-369.
- Albers, D. W., Hefner, S, Klobe, D., 1993. Fertility Management of Cotton. Cotton Physiology Today 2(3): 17-21.
- Anonim, 2004. Pamuk (<http://www.gap.gov.tr/Turkish/Tarım/Tarlayt/pamuk>)
- Anonim, 2022a. Ulusal Pamuk Konseyi, Pamuk Sektör Raporu 2022-2023 [http://www.upk.org.tr/User\\_Files/pdf/PDF-2022-2023/UPK-Pamuk%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202022-20230101%20EA.PDF](http://www.upk.org.tr/User_Files/pdf/PDF-2022-2023/UPK-Pamuk%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202022-20230101%20EA.PDF)(Erişim Tarihi: 10.03.2022).
- Anonim, 2022b. Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Pamuk Bülteni, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 2022%20Pamuk%20%20Mayıs%20Bülteni.pdf (Erişim Tarihi: 10.03.2023).
- Anonim, 2022c. Tarım Ürünleri Piyasaları, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepe/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2022-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Rapor%C4%B1/Pamuk,%20Ocak-2022%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu-+.pdf> (Erişim Tarihi: 10.03.2023).
- Asaka, O., Shoda, M. 1996. Biocontrol of Rhizoctonia solani Damping-off of Tomato with Bacillus subtilis RB14. Appl. Environ. Microbiol. 62:4081-4085.
- Aydın, M.H., Turhan, G., 2009. Rhizoctonia solani'nin Fungal Antagonistlerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute, 19(2): 49-72.
- Bora, T., H. Özaktan, 1998. Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş, Prizma Matbaası, İzmir. 205 s.

- Bradow, J.M., 1991. Cotton Growth in the Presence of a Seedling-Disease-Complex Biocontrol and Sub-optimal Temperatures, Proceedings-Beltwide Cotton Production Conf. Vol:2, 820-824, 11 ref.
- Cevheri, İ. C., Yılmaz, A., Beyyavaş, V., 2021. Harran Ovası Koşullarında Yetiştirilen Bazı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerine Uygulanan Organik ve Mikrobiyal Gübrelere Verim ve Verim Ögelerine Etkisi, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 25(1): 53-64.
- Chet, I., R. Baker, 1981. Isolation and Biocontrol Potential of *Trichoderma hamatum* from Soil Naturally Suppressive of *Rhizoctonia solani*, *Phytopathology*. 71: 286-290.
- Çelik, İ., Soysal, M., İnan, Ö., Çetinkaya, M., 2010. Antalya Bölgesinde Pamuk Solgunluk Hastalığı (*Verticillium dahliae*) Surveyi, *Derim Dergisi*, 27 (1): 18-32.
- Devay, J.E., 2001. Seedling Diseases 13-14, in Eds., T.L. Kirkpatrick, C.S. Rothrock "Compendium of Cotton Diseases" Second ed. APS Press, VII, 77.
- Elad, Y., Chet, I., Boyle, P., Henis, Y., 1983. Parasitism of *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii*, *Scanning Electron Microscopy and Fluorescence Microscopy*, *Phytopathology*, 73: 85-88.
- Elad, Y., R. Baker, 1985. The Role of Competition for Iron and Carbon in Suppression of Chlamydospore Germination of *Fusarium* spp. by *Pseudomonas* spp., *Phytopathology*, 75: 1053-1059.
- Erdoğan, O., 2007. Pamuklarda Görülen Toprak Kaynaklı Hastalıklara Karşı Biyolojik Mücadele, Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü, pamuk%20biyolojik%20müc/Erdoan2007.pdf (Erişim Tarihi: 20.03.2023).
- Erdoğan, O., 2015. Pamukta Toprak Kökenli Fungal Patojenlere Karşı Floresan *Pseudomonas*'lar ile Biyolojik Mücadele, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 2(3): 268-275.
- Esentepe, M., 1979. Adana ve Antalya İllerinde Pamuklarda Görülen Solgunluk Hastalığının Etmeni, Yayılışı, Kesafeti ve Zarar Derecesi ile Ekolojisi Üzerinde Araştırmalar, Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Araştırma Eserleri, Seri No:32, İzmir.

- Fulton, N.D., Bollenbacher, K., 1958. Pathogenicity of Fungi Isolated from Diseases Cotton Seedlings, *Phytopathology*, 48: 343.
- Hallmann, Quadt, A., Hallmann, J., Kloepper, J.W., 1997. Bacterial Endophytes in Cotton: Location and Interaction with Other Plant-Associated Bacteria, *Canadian Jour.* 43:3, 254-259; 19 ref.
- Hageborn, C., Gould, W. D., Bardinelli, T. R. 1989. Rhizobacteria of Cotton and Their Repression of Seedling Disease Pathogens, *Appl. Environ. Microbiol.* 55:2793-2797.
- Howell, C.R., 1987. Relevance of Mycoparasitism in the Biological Control of *Rhizoctonia solani* by *G. virens*, *Phytopath.* 77:992-994.
- Howell, C.R. 1991. Biological Control of Pythium Damping-off of Cotton with Seed Coating Preparations of *Gliocladium virens*, *Phytopathology* 81:738-741.
- Howell, C.R., Stipanovic, R.D., 1995. Mechanisms in the Biocontrol of *Rhizoctonia solani*-Induced Cotton Seedling Disease by *Gliocladium virens*: Antibiosis, *Phytopathology* 85: 469-472.
- Howell, C.R., J.E. DeVay, R.H. Garber, W.E. Batson., 1997. Field Control of Cotton 62 Seedling Diseases with *Trichoderma virens* in Combination with Fungicide Seed Treatments. *J. Cotton Sci.* 1:15-20.
- İyriboz, N., 1941. Mahsul Hastalıkları. Ziraat Vekaleti Neşriyatı Umum No:237.
- Lewis, J. A., Papavizas, G. C., 1991. Biocontrol of Cotton Damping-off caused by *Rhizoctonia solani* in the Field with Formulations of *Trichoderma* spp. and *Gliocladium virens*, *Crop Protection*, 10:396-402.
- Onan, E., Karcılıoğlu, A., Demir, G., 1998. Effect of Delimitation on Cotton Seedborne Fungi and Control of *R. solani* on Cotton Seedlings with Some Antagonistic Fungi. *J. Turkish Phytopath.*, 27:2-3, 121-130;31 ref.
- Pleban, S., Ingel, F., Chet, I., 1995. Control of *R. solani* and *Sclerotium rolfsii* in the greenhouse using endophytic *Bacillus* spp. *European-Journal of Plantpath.* 101:6,665-672; 26 ref.
- Rothrock, C.S., Buchanan, M.S., 2017. The Seedling Disease Complex on Cotton. In: *Seeds and Seedlings in Cotton.* (Reddy, K. R.; Oosterhuis, D. M. Eds.), *Cotton Physiology Book Series*, National Cotton Council of America. (In press).



- Rowe, R.C., Powelson, M.L., 2002. Potato Early Dying: Management Challenges in a Changing Production Environment, *Plant Disease*, 86 (11): 1184-1193.
- Safuyazov, J.S., Mannanov, R.N., Sattarova, R.K., 1995. The Use of Bacterial Antagonists for the Control of Cotton Diseases, *Field Crops Research*. 43.1, 51-54:9 ref.
- Sağır, A., Tatlı, F., Gürkan, B., 1995. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Pamuk Ekim Alanlarında Görülen Hastalıklar Üzerinde Çalışmalar, GAP Bölgesi Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu, 27-29 Nisan, Şanlıurfa, s. 5-9.
- Sezgin, E., 1985. Pamuk Solgunluk Hastalığı ile Savaşımında Kültürel İşlemlerin Önemi, *Yıllık 3 (3)*: 23-31, İzmir.
- Scher, F. M., R. Baker, 1982. Effect of *Pseudomonas putida* and a Synthetic Iron Chelator on Induction of Soil Suppressiveness to *Fusarium* wilt Pathogens, *Phytopathology*, 72: 171-176.
- Sharma, A., Kodgire, P., Kachhwaha, S.S., 2020. Investigation of Ultrasound-Assisted KOH and CaO Catalyzed Transesterification for Biodiesel Production from Waste Cotton-Seed Cooking Oil: Process Optimization and Conversion Rate Evaluation, *Journal of Cleaner Production*, 259,1-20.
- Sundar, K., Udayakumar, R., 2020. Comparative Evaluation of the Performance of Rice Bran and Cotton Seed Biodiesel Blends in VCR Diesel Engine, *Energy Reports*, 6, 795-801.
- Temiz, M.G., Kurt, F., Öztürk, F., 2016. Combining Ability for Yield and Fiber Quality Properties in a 7×7 Halfdiallel Cotton (*Gossypium* spp.) Population, *FEB Fresenius Environmental Bulletin*, 25-0: 12a, 6120-6123.
- Tuzun, S., J. Kuc, 1983. New Technique which Immunizes against Blue Mold (*Peronospora hyoscyami* f. sp. *tabacina*) and Increases Growth of Tobacco, *Phytopathology*, 73: 823.
- Ugurlu, M., 2020. Pamuk Üretiminin Ekonomik Analizi: Manisa Örneği, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 206-217.
- USDA 2020. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, December 2020 Report, Cotton: World Markets and Trade, 1-28. Retrieved from:

[https://downloads.usda.library.cornell.edu/usdaesmis/files/kp78gg36g/5m60rj41c/hh63tm60w/cotton\\_\\_1\\_.pdf](https://downloads.usda.library.cornell.edu/usdaesmis/files/kp78gg36g/5m60rj41c/hh63tm60w/cotton__1_.pdf)

- Van Alfen, N. K., 1982. Biology and Potential Disease Control of Hypovirulence of *Endothia parasitica*, Annual Review of Phytopathology, 73: 132-135.
- Yılmaz, Ö. 2009. Pamuk Alanlarında Çökertene Yol Açan Patojenlere Karşı Bazı İlaçların Etkinliğinin Saptanması, Yüksek lisans tezi Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Zaki, K., Misaghi, I.J., Haydari, A., Shatla, M.N. 1998. Control of Cotton Seedling Damping-off in the Field by Burkholderia (*Pseudomonas cepacia*), Plant Disease, 82:291-293.



## BÖLÜM 2

### TOPRAK KÖKENLİ FUNGAL PATOJENLER VE MOLEKÜLER TANILAMALARI

Arş. Gör. Berrin KAYALAR<sup>1</sup> Doç. Dr. Mehmet Hadi AYDIN<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8373691>

---

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

<sup>2</sup> Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma. Bölümü Siirt, TÜRKİYE.  
hadiaydin@siirt.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-3135-4621



## GİRİŞ

Bitki patojeni olan fungal etmenler, bitkilerde kök-kök boğazı hastalıkları, solma yanıklık, çökerten gibi pek çok zarara neden olmaktadır. Bu patojenlere karşı zamanında gerekli önlemlerin alınmaması durumunda ciddi derecede zarara neden olabilirler. Yaptıkları zararlardan dolayı da ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. Zararlarını minimum seviyeye indirmek ve etkili mücadele yöntemlerinin geliştirilebilmesi için öncelikle patojenler doğru ve hızlı bir şekilde teşhis edilmelidir (Garrido ve ark., 2012). Bu patojenler toprak kaynaklı olduklarından dolayı mücadeleleri oldukça zordur. Pek çok mücadele yöntemi bulunmakta fakat bazı toprak patojenleri toprakta uzun süre kalabildiklerinden dolayı yapılan mücadeleler yetersiz kalabilmektedir. Kimyasal mücadelede kullanılan pestisitlerin ise toprakta ve üründe kalıntı riski, çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileri ve aynı zamanda patojenlerin dayanıklılık kazanması gibi olumsuz sonuçları bulunmaktadır. Fungal patojenlerin morfolojik teşhisleri hem uzun zaman alabilmekte hem de taksonomik açıdan deneyim gerektirmektedir. Ayrıca teşhislerde de farklılıklar meydana gelebilmektedir. Bu nedenlerden dolayı geleneksel yöntem olan morfolojik teşhis yapmak zorlaşmaktadır. Yapılan morfolojik teşhisi desteklemek amacıyla hızlı ve doğru sonuç alabilmek için son yıllarda tür teşhislerinde moleküler tekniklerin geliştiği ve moleküler tanılamaların yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Bu derlemenin amacı, toprak kökenli fungal patojenlerin bitkilerde meydana getirdiği zararları ve bu patojenlerin doğru bir şekilde tanılabilmek için kullanılan moleküler yöntemleri literatür bilgilerine dayanarak ortaya koymaktır.

## • Toprak Kökenli Fungal Patojenler ve Bitkilerde Meydana Getirdikleri Zararlar

Toprak kökenli fungal patojenler, bitkileri enfekte etmeleri sonucunda sıklıkla ölümle sonuçlanan ve böylece verim kayıplarına neden olan kök, kök boğazı çürüklüğü ve solgunluk hastalığının gelişiminde önemli bir yer tutmaktadır (Siddiqui ve ark., 2002). Bu hastalık etmenleri, toprakta oluşturdukları fungal yapılar ile toprakta uzun yıllar boyunca canlı kalabilmekte ve sonraki yıllarda bulunduğu alanda konukçu bitkilerinin yetiştirilmesiyle beraber bitkilerde hastalık meydana getirebilmektedirler (Soylu ve ark., 2011). Önemli bazı toprak patojenleri ve bazı konukçuları Tablo 1.1’de verilmiştir.

**Tablo 1.1.** Önemli toprak patojenleri ve bazı konukçu bitkileri

<b>Patojen</b>	<b>Konukçu Bitki</b>
<i>Pythium spp.</i>	Hıyar, çilek, bezelye, domates
<i>Fusarium spp.</i>	Domates, hıyar, biber, pamuk
<i>Rhizoctonia solani</i>	Kabakgiller, patates, şeker pancarı, yer fıstığı
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Kavun, karpuz, lahana, fasülye, biber
<i>Phytophthora spp.</i>	Domates, patates, fındık, karpuz
<i>Macrophomina spp.</i>	Fasülye, biber, patlıcan, domates
<i>Verticillium spp.</i>	Pamuk, asma, fındık, taş çekirdekli meyve ağaçları
<i>Armillaria spp.</i>	Orman ve meyve ağaçları
<i>Sclerotium spp.</i>	Yer fıstığı, domates, şeker pancarı, pamuk
<i>Plasmodiophora spp.</i>	Lahana, karnabahar, turp, şalgam bitkisi

Toprak kökenli olan *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Botrytis cinerae*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phytophthora* spp. gibi fungal patojenler seralarda solgunluk, kök- kök boğazı hastalıklarına yol açar ve toprakta uzun yıllar boyunca canlılıklarını sürdürebilmektedirler. Ayrıca fidelerde kök çürüklüğü, solgunluk, kök- kök boğazı yanıklıkları ve vasküler solgunluk gibi belirtilere sebep olurlar. Bitkilerde kök-kök boğazı hastalığına sebep olan başlıca fungal etmenler ise *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* ve *Macrophomina* spp. olarak tespit edilmiştir (Shanmugam ve ark. 2009). Bunların yanı sıra konukçu bitkisi olmadan toprakta uzun yıllar canlılığını sürdürebilen türler de *Fusarium* spp., *Armilaria* spp., *Verticillium* spp., *Sclerotium* spp., *Plasmodiophora* spp., olarak belirtilmiştir (Halleen ve ark., 2006).

### • Toprakten Fungal Etmen İzolasyonu

Toprakten fungus izole edebilmek için birçok yöntem bulunmaktadır bu yöntemler patojene göre değişebilmektedir. Bunlardan en çok kullanılanlardan bazıları, aşağıda verilmiştir.

**Toprağı sulandırma yöntemi;** Bu tekniğe göre, 10gr kuru toprak steril erlen içerisinde konulup üzerine 90 ml steril saf su ilave edilir. Böylece 1/10'luk toprak süspansiyonu elde edilir ve yaklaşık 30 dk boyunca mekanik çalkalayıcıda çalkalanır. Çalkalama işlemi bittikten sonra toprak tanecikleri dibe çökmeden steril bir pipet yardımı ile süspansiyondan 1 ml örnek alınıp 9 mlsaf su şçeren başka bir tüpe aktarılıp 1/100'lük yeni bir süspansiyon elde edilir. Bu süspansiyondan da tekrar 1 ml örnek alınıp 9 ml saf su bulunan başka bir tüpe aktarılır bu şekilde 1/1000'lik bir süspansiyon elde edilir. Bu işlem bir kere daha tekrarlanıp 1/10.000'lik süspansiyon elde edilir. Dilüsyon oranı 1/1000 ile 1/100.000 arasında olan süspansiyon serileri toprakten fungus izolasyonu için kullanılmaya uygun olanlardır (Hasenekoğlu, 1989). Hazırlanan süspansiyondan toprak zerrelere dibe çökmeden, steril bir pipetle 1



ml örnek alınır ve daha önce hazırlanmış donmuş veya donmamış PDA ortamına inoküle edilir. (Hasenekoğlu, 1989).

**Patojen kültürünün tuzak olarak kullanılması;** Bu yöntem daha çok antagonist toprak fungusların izolasyonunda kullanılır. PDA ortamında 1 hafta boyunca geliştirilen fungusun üstü ince bir katman toprakla kaplanır ve inkübatörde 22-25 °C’de 10-15 gün bekletilir. Daha sonra fungusun üzerindeki toprak silkelenir, alttaki kültür steril su ile yıkanır ve bu kültürden örnek alınarak rose bengallı PDA ortamına aktarılıp 3-5 gün boyunca inkübatörde inkübe edilir. Bu şekilde toprakta bulaşık olan fungal etmen izole edilir (Aydın ve Turhan 2017).

**Toprak kalıntı yöntemi;** 50 gr toprak alınarak 300 ml %2’lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile çalkalanıp karışımın üzerinde kalan atıklar 0.5 mm’lik elekten süzülür. Aynı toprak örneği çeşme suyu ile süspansiyon edilir ve her süspansiyondan sonra üstte kalan artıklar alınır. Aynı toprak örneğine ait olan artıklar birleştirilip otoklavlandıktan sonra 45°C’ye kadar soğutulur daha sonra su agar ve PDA içerisine aktarılır (Roberts ve Herr, 1979).

**Phytophthora için kullanılan tuzaklama yöntemi;** Bir küvet içerisine, hasatlık belirtisi gösteren bitkilerden alınan toprak ve köklerin üzerini geçecek şekilde distile su eklenir. toprak suyla iyice karıştırıldıktan sonra konukçu bitkinin taze uç sürgünlerinden yapraklarına konular. Sporülasyon için üstleri kapak ya da streç film yardımı ile kapatılıp 26°C’de 24 saat inkübatörde bekletilir. Bu süre sonunda sporlanma olmadığı takdirde 24 saat daha bekletilir ve böylece sporlanma gerçekleşir (Canıhoş, 1998; Canıhoş, 2003).

- **İzole Edilen Etmenlerin Teşhisleri Morfolojik teşhisler;**

İzole edilen fungusların besi ortamındaki renkleri, kolonileri ve gelişme hızları gibi özellikleri dikkate alınarak gruplandırılır. Gruplanan izolatlar, misel, spor, eşeyli ve eşeysiz formlarının oluşması gibi ayrıntılı özellikleri mikroskopta incelenerek cins veya tür bazında teşhisleri yapılabilmektedir.

Ayrıca fungusların değişik yapıları ölçülerek, farklılıklar belirlenir. Örneğin, *Fusarium solani* türü besiyerinde önce beyaz pamuksu bir renk daha sonra da pembe-morumsu bir renge dönüşebilmektedir. Etmenin konidioforlarının üzerinde uzun fialitler gelişir. Makrokonidileri geniş, kavisli, kalınçeperli ve genellikle 3-4 bölmeli olmakta, mikrokonidileri ise oval, kalın duvarlı olmaktadır. Bir başka örnek olarak *Verticillium* spp., besiyerindeki görüntüsü başta beyaz renkte olur iken fungus geliştikten sonra besiyerinin merkezinden siyah siyah bir renk almaktadır. Fungusun konidioforları uzun, dik, bölmeli ve renksiz olup vertisillat dallanmaktadır. Konidiosporları ise yan dalların uç kısmında olup tek hücreli renksiz veya çok hücreli renkli olmaktadır. Yapılan morfolojik teşhisleri desteklemek ve belirlenmeyen türleri tanılamak amacıyla ise moleküler teşhisler yapılmaktadır.

**Moleküller teşhisler;** 1985 yılında Kary Mullis tarafından keşfedilen PCR ile birlikte (Wessner ve ark., 2013) funguslarla yapılan moleküler çalışmalar oldukça hızlanmış ve fungal taksonomide önemli derecede yeni bilgiler meydana gelmiştir. Funguslarda yapılan moleküler çalışmalar, taksonomide meydana gelen sorunları tamamen çözmemesine rağmen taksonomiye önemli katkıları bulunmaktadır. Genellikle fungal moleküler tanılamada, ITS bölgesi önemli bir bölgedir ancak bazen tek başına yeterli olmamakta ve başka gen bölgeleriyle de çalışma ihtiyacı doğmaktadır.

- **Funguslarda Moleküler Tanılama Yöntemleri**

Teknolojinin gelişmesi ile mikrobiyoloji alanında önemli yenilikler meydana gelmektedir. Moleküler tanılamaya her geçen gün bir yeni yöntem eklenmekte ve bilime büyük katkısı olmaktadır. Son zamanlarda ülkemizde de gelişmiş ve farklı tekniklerin kullanımı hızla artmaktadır. Ülkemizde yapılan moleküler çalışmalarda en çok tercih edilen yöntemler PFGE (Darbeli Alan Jel Elektrofrezisi) (Çakır ve Güven, 2007; Durmaz ve ark., 2007; Akçalı ve ark., 2008; Ünal ve İstanbulluoğlu, 2009; Us ve ark., 2011), PZR (Polimeraz Zincir

Reaksiyonu) (Yılmaz ve Temiz, 2003; Karahan, 2007;Törnük ve ark., 2008; Koluman, 2010;Oktay ve Hepekran, 2010; Kıran ve Osmanağaoğlu, 2011) ve 16s rDNA dizilimi analizi (Çakır ve Çakmakçı, 2003; Başbülbul ve ark., 2007; Aydın Osmanağaoğlu ve ark., 2010; Adıgüzel ve ark., 2011) olmaktadır. PCR'a dayalı Real-Time PCR, MCH-PCR (Magnetic Capture Hybridisation), FISH (Fluorescence in Situ Hybridisation), LAMP (Loop-mediated İsothermal Amplification), NGS (Next Generation Sequencing) yöntemler bilinmektedir. Farklı sekanslama yöntemleri kullanılarak *Phytophthora infestans*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides* gibi toprak patojenleri ve birçok fungusun tüm genom sekansları elde edilmiştir (Anonim, 2020).

Örneğin LAMP yönteminin funguslarda ilk uygulanması *Fusarium graminearum* etmeninin gelişimini tespit etmek amacıyla enfekteli buğday danesinde çalışılmış ve patojen olan *Fusarium* türlerinin hızlı bir şekilde teşhis edilmesi sağlanmıştır (Niessen ve Vogel, 2010). FISH yönteminde ise, çok fazla etmen içinden istenilen etmenin tespiti, etmenin kültüre alınmadan teşhis edilmesi ve kültüre alınması güç olan patojenlerin incelenmesine olanak sağlamaktadır (Kempf ve ark., 2000). FISH yöntemi ile kök çürüklüğü ve geriye doğru ölüm gibi hastalıklara yol açan önemli bir fungal patojen olan *Phytophthora cinnamomi* diğer birçok *Phytophthora* türü arasından ayırtedilebilmiştir (Li ve ark., 2014).

- **PFGE (Darbeli Alan Elektroforez)**

Elde edilen DNA örnekleri klasik jel elektroforez için hazırlanmış olan agaroz veya poliakrilamite yerleştirilip moleküllerin statik elektrik alanına doğru yürütülmesidir. Jellin içeriği, yoğunluğu, sıcaklık, tampon çözelti ve elektrik alan voltajı DNA'nın jelde yürütmesine etki etmektedir. David Schwartz elektrik alanının yönünün düzenli olarak değiştirilmesi jel içerisinde

bulunan DNA moleküllerini gevşetmeye ve uzayarak hizalanabileceğini önermiştir (Birren ve Eric, 1993).

- **PZR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)**

PZR, KjellKleppe tarafından tasarlanmış ve 1985 yılında ise Kary Mullis tarafından sıcaklığa dayanıklı PZR teknolojisini bulmuştur. DNA örneklerinin hızla çoğaltılabilmesini sağlayan bir yöntemdir (Debnath ve ark., 2005; Garcia ve ark., 2015; Cilloni ve ark., 2017).PZR'de, DNA dNTP'ler (dTTP, dATP, dCTP, dGTP), iki primer, tampon çözelti, DNA polimeraz, Magnezyum (Mg<sup>2+</sup>) kullanılmaktadır. PZR'de kullanılacak DNA'yı çoğaltıp milyonlarca kopyasını elde etmek amacıyla denatürasyon, bağlanma ve uzama olarak 3 aşamada termal döngü sağlanır (Dixon, ve ark., 2019).

- **PZR Çeşitleri**

PZR'ın bulunmasından günümüze kadar birçok teknik geliştirilmiştir. Bunlar; Asimetrik PZR, Allel Spesifik PZR, Çoklu PZR, Dijital PZR, Demirlenmiş PZR, Gerçek Zamanlı PZR (Real-Time PCR), İmmüno PZR, Hot Start PZR, Insitu PZR, Mikro PZR, Koloni PZR, Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA (RAPD), Semikantitatif PZR, Revers-Transkriptaz PZR (RTPZR), Ters PZR, Uzun Aralıklı PZR (Long-range PCR), Touch-down PZR, Geniş Aralıklı 16s rRNA PZR, Yuvalanmış PZR'dir.

Bu moleküler yöntemlerin avantajı olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

**Avantajları;** Hızlıdır, az miktarda DNA örneğinde bile çalışılabilir, teşhisleri güç olan organizmaların tanılmasında kullanılabilir. Kullanım alanları çok geniştir.

**Dezavantajları;**Uygulama yapılan ortamda istenmeyen DNA'ların kullanılan primerler ile ortak bir dizilemeye sahip olabilir. Kullanılan cihazların ve malzemelerin pahalı olması da bir dezavantajdır (Schochetman ve ark.,

1988; Walker ve ark., 1989; Erlich ve ark., 1991; Persing, 1991; Arda, 1992; Wolcott, 1992; Çevik, 1994; Tunchilli ve ark., 1996; Diallo ve ark., 1998).

### • Toprak Kaynaklı Fungal Patojenlerin Moleküler Tanılamaları

Son zamanlarda moleküler biyoloji ve genetik alanındaki gelişmeler sistematik alanında da yeni tekniklerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Fungal sistematikte de bu gelişmelerin etkisi görülmektedir. Fungal etmenler, tarımsal ürünlerde her sene milyonlarca liralık zarara sebep olmaktadır. Bu etmenlerin sebep olduğu hastalıkların mücadeleleri için bu türlerin teşhisleri ve karakterizasyonları önemlidir (Zhang ve ark., 2007). 2004 yılından bu yana AFTOL adındaki bir çalışmada yeni filogenetik yöntemlerle fungusların tüm gruplarının yüksek derecede filogenetik inıflandırılması amaçlanmıştır. 195 taksonun bulunduğu bir fungus grubu ile çalışılmıştır. Sonuç olarak 7 şube (Neocallimastigomycota, Chytridiomycota, Blastocladiomycota, Glomeromycota, Microsporidia, Dikarya: (Ascomycota, Basidiomycota), 15 alt şube, 35 sınıf, 126 takım olarak sınıflandırma oluşturulmuştur (Hibbett ve ark., 2007). Bazı fungal etmenlerin sınıflandırılmasında, aynı taksonlara farklı isim verilmesine veya farklı organizmaların aynı şekilde adlandırılmasından dolayı belirsizlikler ortaya çıkmaktadır. Bu belirsizliklerin giderilebilmesi amacıyla moleküler yöntemler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerde ise çoğunlukla kullanılan molekül DNA olmaktadır. DNA ile yapılan çalışmalardan daha hızlı ve güvenilir sonuçlar elde edilebilmektedir (Taylor ve ark., 2000).

Hastalıklı bitkilerden veya topraktan izole edilen fungal etmenlerin morfolojik olarak yapılan teşhislerini doğrulamak amacıyla öncelikle izolatlar besiyerinde 5-7 gün boyunca gelişmeye bırakılır. Saf kolonilerden DNA izolasyonu, PCR çalışmaları ve sekans sonuçlarına göre biyoinformatik analizleri yapılmaktadır.

İzole edilen fungal patojenlerin PDA besi ortamında tek spor izolasyonu yapıp 5-7 gün boyunca gelişen fungusların miselleri steril bir bistüri yardımı ile 2 ml'lik ependorf tüplere aktarılır, homojenizatör yardımıyla parçalanır ve kullanılacak olan kite göre DNA izolasyon protokolleri değişebilmektedir. PCR işlemi ise gerekli komponentlerin kullanılması ile yapılmaktadır. PCR ürünleri dizilendikten sonra elde edilen veriler kullanılarak türlerin moleküler olarak tanımlanabilmesi için NCBI (Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi) Blast programı kullanılmaktadır (Boratyn ve ark., 2013).

### • Bazı Toprak Patojenlerinin Moleküler Yöntemlerle Teşhisleri

Çilek fidelerindeki toprak kaynaklı fungal etmenlerin saptanması üzerine yapılan bir çalışmada, 2366 adet çilek fidesinden 1014 izolat elde edilmiş ve bu izolatların patojenisitesi yapılmıştır. Patojenisite sonucunda *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Macrophomina* sp., *Cylindrocarpon* sp. etmenlerinin patojen oldukları saptanmıştır. Patojenlerin morfolojik ve moleküler olarak tanımlamaları yapılmış, *Fusarium* türlerinin tanımlaması için TEF-1 $\alpha$  (Translation Elongation Factor-1 alpha) geninin baz dizilerinin BLAST analizi sonucunda 9 farklı *Fusarium* türünü teşhisi yapılmıştır (Benlioğlu ve ark., 2014).

Hıyarda kök çürüklüğü ve fide solgunluğuna neden olan *R. solani* ve *F. solani* etmenlerini izole etmek ve moleküler tanımlarının yapılması üzerine yapılan bir çalışmada, izole edilen fungusların mikroskopla morfolojik tanımları yapıldıktan sonra PCR tekniği kullanılarak moleküler tanımlamaları yapılmıştır. PCR amplifikasyonu ve nükleotid dizi analizleri sonucunda NCBI veri tabanının BLAST sekmesi kullanılarak elde edilen sonuca göre izole edilen *R. solani*'nin genetik olarak *R. solani* izolatlarından farklı olduğu kanısına varılmıştır (Al-Fadhal ve ark., 2019).

Bir başka çalışmada ise toprak kökenli fungusların belirlemek amacıyla bazı fidanlıklardan alınan örneklerin çoğundan toprak kökenli etmenler izole edilmiştir. İzole edilen bu etmenler, öncelikle morfolojik olarak tanılanıp daha sonra da DNA izolasyonu ve ITS1-4 primeri kullanılarak PCR çalışmaları gerçekleştirmiş ve elde edilen dizilemeye göre tür teşhisleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, *Ceratobasidium* sp., *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Phytophthora pseudocryptogea*, *Rhizoctonia solani*, *Dactylonectria macrodidyma*, *Neopestalotiopsis clavispora*, *Diaporthe eucalyptorum*, *Phoma multirostrata*, *Didymella americana*, *Pestalotiopsis clavispora*, *Dactylonectria toresesis* türleri moleküler olarak teşhis edilmiştir (Uysal ve ark., 2021).

Kore’de yapılan bir çalışmada, kabakgillerde zarara neden olan özellikle *Fusarium* türlerinin tanılanması ve sınıflandırılması amacıyla Kore’nin farklı bölgelerinden elde edilen 36 *Fusarium* izolatu elde edilmiştir. Her izolat morfolojik olarak tanılandıktan sonra rDNA, elongation factor-1 $\alpha$  ve beta-tubulin gen dizileri kullanılarak *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti* türleri moleküler olarak tanılanmıştır. Bu türlerin kabakgil üretiminde büyük bir tehdit oluşturduğu kanısına varılmıştır (Dumin ve ark., 2022).

Pakistan’ın tarım arazileri olan Pencap’ta *Pythium* türlerini karakterize edebilmek amacıyla yapılan bir çalışmada, toplam 11 *Pythium* izolatu (*P. debaryanum*, *P. spinosum*, *P. aphanidermatum*, *P. irregulare*, *P. acanthicum*, *P. myriotyllum*, *P. vexans*, *P. dissotocum*, *P. graminicola*, *P. insidiosum* and *P. echinulatum*) izole edilmiştir. Bu türlerin moleküler karakterizasyonu için, ITS bölgesi ile çalışılmış ve yaklaşık 570 bp’lik gen elde edilmiştir. Her bir tür için NCBI veri tabanından erişim numaraları alınmış ve her türün referans dizileriyle benzerlik oranlarının %98-99 olduğu belirtilmiştir (Ali ve ark., 2022).

Soylu ve ark., 2022 yılında Amik Ovası'ndaki havuç yetiştiriciliği yapılan alanlarda sorun olan bakteriyel ve fungal etmenlerin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada hastalık belirtisi olan bitkilerin gövde yaprak ve meyvelerinden fungal ve bakteriyel etmenler izole etmişlerdir. İzole edilen fungal etmenlerin önce morfolojik daha sonra ise moleküler ve MALDI TOF protein profil analizlerinden elde ettikleri verilere göre, *Alternaria dauci*, *Alternaria alternata*, *Fusarium solani*, *F. proliferatum*, *F. equiseti*, *F. brachygibbosum*, *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia carotea*, *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pythium* spp., *Geotrichum candidum* türlerinin tanılamaları yapılmıştır.

Yapılan bu çalışmalara bakılarak genellikle fungusların moleküler tanılanmasında, ITS, rDNA, elongation factor-1 $\alpha$  ve beta-tubulin gen dizileri kullanılmaktadır. Yapılacak olan teşhislerde, tek gen bölgesi çalışmak yerine 2 veya daha fazla gen bölgesi çalışmak teşhislerde doğabilecek hataların en aza indirgenmesini sağlamakta ve teşhislerin doğruluğunu arttırmaktadır.

## SONUÇ

Toprak kaynaklı bitki patojeni fungal etmenler, buldukları yerlerde önemli derecede zarara neden olabilmektedirler. Patojenlerin vermiş oldukları zararların en aza indirgenmesi amacıyla doğru bir mücadele yönteminin kullanılması gerekmektedir. Bitki patojenleri ile mücadele etmenin pek çok yolu olmasına rağmen genel olarak toprak patojenlerinin mücadeleleri oldukça zordur. Ayrıca bu patojenlerle mücadele edebilmek için ilk olarak patojenlerin tanılanması gerekmektedir. Klasik yöntemler ile yapılan tanılamalarda bazı problemler çıkabilmekte ve gelişmiş teknolojiye göre klasik yöntemler tek başına yetersiz kalmaktadır. Ortaya çıkan problemleri çözmek adına gelişmiş ve gelişmeye devam eden moleküler yöntemler günümüzde popüler olmaktadır. Bu yöntemlerin sistematik açıdan uygulanması morfolojik tanılamaya desteklemek, hızlı ve güvenilir sonuç almanın yanı sıra uluslararası



geçerliliği olan tanılamalar yapmayı da sağlamaktadır. Yapılan çalışmalarda bu gelişmelere bakıldığında klasik yöntemle elde edilen sonuçlar, moleküler çalışmalar ile desteklendiğinde ortaya çıkabilecek hatalar en aza indirgenebilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adıgüzel, A., İnan, K., Şahin, F., Arasoğlu, T., Güllüce M., Beldüz, AO., Barış, Ö., 2011. Pasinler kaplıcasından izole edilen termofilik bakterilerin moleküler farklılıkları, Turk. J. Biol., 35: 267-274.
- Agrios, G. N., 2005. Plant pathology, 5 th. edn. Elsevier Academic Press, San Diego, USA, 948 p.
- Akçalı, A., Levent, B., Akbaş, E., Esen, B., 2008. Türkiye'nin bazı illerinde izole edilen *Shigella sonnei* suşlarının antimikrobiyal direnç ve "PulsedField" jel elektroforezi yöntemleri ile tiplendirilmesi. Mikrobiyol. Bül., 42: 563-572.
- Al-Fadhal, F. A., AL-Abedy, A. N., Alkhafije, D. A., 2019. Isolation and molecular identification of *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani* isolated from cucumber (*Cucumis sativus* L.) and their control feasibility by *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*, Egyptian Journal of Biological Pest Control, 29:47.
- Ali, M., Afzaal, S., Sharif, F., Ali, S. W., Nawaz, H. H., Khan, W., 2022. Morphological and molecular characterization of *Pythium* species from Punjab, Pakistan, Archives of Phytopathology and Plant Protection, 56(4):307-321.
- Anonim, 2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (Erişim Tarihi: 07.08.2023)
- Aydın Osmanağaoğlu, Ö., Kiran, F., Oral, B. 2010., Laktik asit bakterilerinin 16S rDNA sekans analizi ile tanımlanması, Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara Üniversitesi, Ankara, 28 s.
- Aydın, M.H., Turhan, G., 2017. A novel technique for the recovery, isolation and preliminary evaluation of *Rhizoctonia solani* Mycoparasites from soil. The journal of Turkish phytopathology, 46 (1), 43-51.
- Başbülbul, G., Ateşlier Bakır, Z. B., Bozdoğan, B., Metin, K., Oryaşın, E., Bıyık, HH., 2007. Antimikrobiyal aktiviteye sahip termofilik bakterilerin 16S rRNA analizi ile saptanması, Biyoloji Eğitiminde Evrim Sempozyumu, Malatya, 198- 203 s.
- Benlioğlu, S., Benlioğlu, K., Dinler, H., 2014. Çilek fidelerinde toprak kaynaklı fungal etmenlerin saptanması üzerinde araştırmalar, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Birren, B., Eric, L., 1993. PulsedField Gel Electrophoresis: A Practical Guide, Academic Press Inc. San Diego, California.

- Boratyn, G.M., Camacho, C., Cooper, P.S., Coulouris, G., Fong, A., Ma, N., Madden, T.L., Matten, W.T., McGinnis, S.D., Merezhuk, Y., Raytselis, Y., Sayers, E.W., Tao, T., Ye, J., & Zaretskaya, I., 2013. BLAST: a more efficient report with usability improvements. *Nucleic Acids Research*, 41, w29-w33.
- Canlıoş, E., 1998. Doğu akdeniz bölgesinde turunçgil sulama kaynaklarında zamklanma hastalığı etmeni (*Phytophthora citrophthora* (Smith ve Smith) Leonian)'nın araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 1998, 40 s.
- Canlıoş, E., 2003. Turunçgillerde zamklanma hastalığı (*Phytophthora citrophthora* (Smith ve Smith) Leonian)'na karşı alternatif mücadele yöntemlerinin araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 2003, 105 s.
- Cilloni, D., Petiti, J., Rosso, V., Andreani, G., Dragani, M., Fava, C., 2019. Digital PCR in myeloid malignancies: Ready to replace quantitative PCR, *Int J Mol Sci.*, 20(9).
- Çakır, İ., Çakmakçı, L., 2003. *Laktobacillus* ve *Bifidobakter*'lerde bazı probiyotik özelliklerin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 84 s.
- Çakır, P., Güven, K., 2007. Gıda ve insan kaynaklı *Staphylococcus aureus* strainlerinin karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, 97 s.
- Çevik, AM., 1994. PCR ve infeksiyöz hastalıklarda kullanımı, Seminer, Ankara Hastanesi Klinik Mikrobiyoloji ve İnfeksiyon Hastalıkları Bölümü.
- Debnath, M., Prasad, GBKS., Bisen, P. S., 2005. Molecular diagnostics: Promises and possibilities. *Mol Diagnostics Promises Possibilities*, (January): 1–520.
- Diallo, IO., Mackenzie, AM., Spradbrow, PB., Robinson, W. F., 1998. Field isolates of fowl poxvirus contaminated with reticuloendotheliosis virus. *Avian Dis.*, 27: 60-66.
- Dumin, W. B., Han, Y., Park, J., Bae, Y., Back, C., 2022. Identification and classification of pathogenic *Fusarium* isolates from cultivated Korean cucurbit plants, *Korean Journal of Agricultural Science*, 49(1):121-128.

- Durmaz, R., Oflu, B., Çalışkan, A., Gürsoy, N., 2007. *Acinetobacterbaumannii*, *Escherichiacoli* ve *Klebsiella* türlerinin moleküler tiplendirilmesinde kullanılabilir kısa süreli “PulsedField Gel” elektroforez (PFGE) protokolü. ANKEM Derg., 21(2): 113-117.
- Dixon, M.,Sha, S., Stefil, M., McDonald, M., Is it time to say goodbyetocultureandsensitivity? The Case forCulture-independentUrology. Urology. 2019;136:112–8.
- Erlich, AH.,Gelfand, D., Sninsky, JJ., 1991. Recentadvantages in PCR. Science, 252: 1643-1652.
- Garcia, L.T.,Cristancho, L.M., Vera, E.P., Begambre, O., 2015. A newmultiplex-PCR forurinarytractpathogendetectionusingprimerdesignbased on an evolutionarycomputationmethod. J MicrobiolBiotechnol, 25(10):1714–27.
- Garrido, C.,Acero, F.G.F., Carbú, M., Rodriguez, V.E.G., Liniero, E., Cantoral, J.M., 2012. Molecularmicrobiologyappliedtothestudy of phytopathogenicfungi, Biochemistry, Genetics andMolecularBiology. Rijeka, InTech, 139-156.
- Halleen, F.,Fourie, P.H., Crous, W.C., 2006. A review of blackfootdisease of grapevines, Phytopathol. Mediterr. 45: 55-67.
- Hasenekoğlu, İ., 1989. Toprak mikrofunguslarının izolasyon ve kültür metodları, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, 94, Erzurum.
- Hibbett, S.A.,Binder, M., Bischoff, J.F., Blackwell, M., Cannon, P.F., Eriksson, O.E., Huhndorf, S., James, T., Kirk, P.M., Lücking, R., Lumbsch H., Lutzoni, T., Matheny, F., Mclaughlin, P.B., Powell, D. J., Redhead, M.J., Schoch, S., Spatafora, C.L., Stalpers, J.W., Vilgalys, J.A., Aime, R., Aptroot, M.C., Bauer, A., Begerow, R., Benny, D., Castlebury, G.L., Crous, L.A., Dai, P.W., Gams, Y.C., Geiser, W., Griffith, D.M., Gueidan, G.W., Hawksworth, C., Hestmark, D.L., Hosaka, G., Humber, K., Hyde, R.A., Ironside, K.D., Klöjalg, J.E., Kurtzman, U., Larsson, C.P., Lichtwardt, K.H., Longcore, R., Midlikowska, J., Miller, J., Moncalvo, A., Mozley-Standridge, J.M., Oberwinkler, S., Parmasto, F., Reeb, E., Rogers, V., Roux, J. D., Ryvarden, C., Sampaio, L., Schüssler, J. P., Sugiyama, A., Thorn, J., Tibell, R. G., Untereiner, L., Walker, W.A., Wang, C., Weir, Z., Weiss, A., White, M.M., Winka, K., Yao, Y.J., Zhang, N., 2007. A

- higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research*, 111:509-547.
- Karahan, ZC., 2007. *Staphylococcus aureus* suşlarında Panton Valentine Lökosidin (PVL) genlerinin araştırılması. Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara Üniversitesi, Ankara, 37 s.
- Kempf VA, Trebesius K, Autenrieth IB, 2000. Fluorescent in Situ Hybridization Allows Rapid Identification of Microorganisms in Blood Cultures. *Journal of Clinical Microbiology*, 38 (2): 830-838.
- Kıran, F., Osmanağaoğlu, Ö., 2011. Laktik asit bakterilerinin identifikasyonunda/ tiplendirilmesinde kullanılan moleküler yöntemler. *Erciyes Ün. Fen Bil. Enst. Derg.*, 27(1): 62-74.
- Koluman, A., 2010. Piliç Kümesleri ve kesimhanelerinde *Campylobacter jejuni* kontaminasyonu belirlenmesi. *Türk Hijyen Den. Biyo. Derg.*, 67(2): 57-64.
- Li AY, Crone M, Adams PJ, Fenwick SG, Hardy GE, Williams N, 2014. The Microscopic Examination of *Phytophthora cinnamomi* in Plant Tissues Using Fluorescent in Situ Hybridization. *Journal of Phytopathology*, 162 (11-12): 747-757.
- Niessen L, Vogel RF, 2010. Detection of *Fusarium graminearum* DNA Using A Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) Assay. *International Journal of Food Microbiology*, 140: 183-91.
- Oktay, H.İ., Heperkan, D., 2010. *Aspergillus* izolatlarının PZR ile tanısı, bazı mikotoksinlerin in vitro tayini, sıcaklık ve sürenin incirde aflatoksin ve siklopiazonik asit oluşumuna etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Persing, H. D., 1991. Polymerase chain reaction: Trenches to benches. *J. Clin. Microbiol.*, 29: 1281- 1285.
- Roberts, D.L., Herr, L.S., 1979. Superiority of a soil debris isolation method over a beet seed colonization method for assay of *Rhizoctonia solani* at high soil inoculum densities. *Can. J. Microbiol.*, 25: 1110- 1113.
- Schochetman, G., Jones, K.W., 1988. Polymerase Chain Reaction. *J. Infect. Dis.*, 158: 1154-1157.

- Shanmugam, V., Ajit, N.S., Raja, R., & Devendra, D., 2009. Screening carnation and gladiolus cultivars for vascular wilt resistance, *Journal of Phytopathology* 62 (1), 117-118.
- Siddiqui, I.A., Shaukat, S.S., Khan, G.H., Zaki, M.J., 2002. Evaluation of *Argemonemexicana* for control of root-infecting fungi in tomato, *Journal of Phytopathology*, 150: 321-329.
- Soylu, S., Kara, M., Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu, E. M., Üremiş, İ., Sertkaya, E., Bozkurt, İ. A., Öztürk, M., 2022. Amik ovası Havuç ekim alanlarında sorun olan fungal ve bakteriyel hastalık etmenlerin belirlenmesi, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(6): 1326-1340.
- Soylu, S., Kurt, Ş., & Soylu E.M., 2011. Kök bakterilerinin orman fidanlarında sorun olan toprak kökenli fungal hastalık etmenlerine karşı antagonistik etkinlikleri, *Türkiye 1. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu 23-25 Kasım 2011- Antalya*. 280-281.
- Taylor, J. W., Jacobson, D.J., Kroken, S., Kasuga, T., Geiser, D. M., Hibbett, D. S., Fisher, M. C., 2000. Phylogenetic species recognition and species concept in fungi. *Fungal Genetics and Biology* 31, 21-32.
- Törntük, F., Kesmen, Z., Yetim, H., 2008. Et ve et ürünlerinde patojen bakterilerin tespitinde RTPCR tekniğinin kullanılması. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs, s 519-522, Erzurum.
- Tunchili, LM., Kodama, H., Sharma, RN., Takatori, I., Pandey, GS., 1996. Detection of *Salmonella* DNA in chicken embryos and environmental samples by Polymerase Chain Reaction. *J. Vet. Med. Sci.*, 58: 881-884.
- Us, E., Erdem, B., Tekelli, A., Gerçeker, D., Saran, B., Bayramova, M., Şahin, F., 2011. *Salmonella* serotip Enteridis izolatlarının plazmid profil analizi ve "Pulsed Field" jel elektroforezi ile incelenmesi. *Mikrobiyol. Bül.*, 45(2): 210-227.
- Uysal, A., Kurt, Ş., Kara, M., Soylu, S., Soylu, E. M., 2021. Bazı fidanlıklarda görülen toprak kökenli fungusların belirlenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1): 142-149.

- Ünal, N., İstanbulluoğlu, E., 2009. İnsan ve sığır kökenli *Staphylococcus aureus* izolatlarının fenotipik ve genotipik özelliklerinin araştırılması. Ankara Ün. Vet. Fak. Derg., 56: 119-126.
- Walker, J., Dounan, G., 1989. DNA Probes: A new role in diagnostic microbiology. J. Appl. Microbiol., 67: 229-230.
- Wessner, D.R., Dupont, C., Charles, T.C., 2013. Microbiology. John Wiley & Sons. 867 pp + Ekler. ABD
- Wolcott, J.M., 1992. Advances in nucleic acid-based detection methods. Clin. Microbiol. Rev., 5: 370-386
- Yılmaz, R., Temiz, A., 2003. *Streptococcus salivarius* subs. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un klasik ve moleküler yöntemler kullanılarak tanımlanması ve karakterizasyonu. Orta Mikrobiyol. Derg., 1(3): 19-42.
- Zhang, N., Sung, G., Castlebury, L.A., Seifert, K.A., Rossman, A.Y., Rogers, J.D., Miller, N., Huhndorf, S.M., Schoch, C.L., Kohlmeyer, J., Volkman, K., Kohlmeyer, B., 2007. An overview of molecular phylogeny of the Sordariomycetes. Mycologia, 98, 1076-1087.

## BÖLÜM 3

### **BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDEN BAKTERİLERİN TRİTİKALE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIMI**

Doç. Dr. Fatih ÇİĞ<sup>3</sup> Öğr. Gör. Rojin ÖZEK<sup>4</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8373697>

---

<sup>3</sup> Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, Türkiye  
fatih@siirt.edu.tr, Orcid ID:0000-0002-4042-0566,

<sup>4</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Bölümü,  
Kırıkkale, Türkiye, rojin\_ozek@hotmail.com Orcid ID:0000-0003-1820-0097





## GİRİŞ

Hızlı kentleşme ve sanayileşme, iklim değişikliği, bilinçsiz kimyasal ilaç kullanımı, yanlış tarım teknikleri toprağı verimsizleştirmektedir (Albayrak, 2019). Bu durum toprak yapısını bozmanın yanı sıra gıda güvenliğini de tehdit etmektedir. Özellikle aşırı ilaç ve gübre kullanımı insan sağlığını tehdit eden kalitesiz ürünlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Çığ ve ark., 2021a). Ayrıca, sentetik gübrelerin yüksek fiyatları, ek bir mali yük getirmektedir (Salama, 2019). Bu nedenle, çevreye zarar vermeden, bitkisel verimi ve kaliteyi artırmayı amaçlayan daha uygun fiyatlı alternatiflere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanması ise biyo-gübrelerin kullanılması ile mümkündür (Çığ ve ark., 2021b). Bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin (PGPB), biyo-gübre olarak tarımsal üretimde kullanımı son yıllarda artmıştır. PGPB, çevre dostu, sürdürülebilir ve düşük maliyetlidir (Johnson & Puthur, 2021). Aynı zamanda, toprak yapısını koruma, stres toleransını artırma ve çeşitli patojenlere karşı antagonist görevi görme özellikleri ile organik biyopestisitler ve biyogübreleyiciler olarak formüle edilebilir (Dhir, 2017).

Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PGPB), çeşitli biyokimyasal ve moleküler yollarla bitki büyümesi ve korunması gibi doğrudan ve dolaylı etkilere sahiptir (Erman ve ark., 2022). Doğrudan etkileri, fitohormonların sentezi, ACC deaminaz aktivitesi, organik asit üretimi ve besin alımının kolaylaştırılması şeklindedir. Dolaylı etkiler ise enzimlerin, allelokimyasalların sentezi ve indüklenmiş sistemik direncin aktivasyonu yoluyla fitopatojenlere karşı koruma şeklindedir (Rocha ve ark., 2019; Ceritoğlu ve ark., 2022). Biyolojik gübre olarak kullanılan bakteri suşları genellikle *Acetobacter*, *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Aereobacter*, *Alcaligenes*, *Agrobacterium*, *Artrobacter*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Erwinia*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Micrococcus* gibi cinslere aittir (Burr ve ark., 1984; Çakmakçı, 2005; Etasemi ve Adl, 2020; Ceritoğlu ve ark., 2022).

Buğday ve çavdar melezlenmesiyle elde edilen triticale, buğdayın üstün agro-morfolojik ve kalite özelliklerini çavdarın ise streslere uyum sağlama, canlılık ve direnç/tolerans özelliklerini birleştirecek yeni bir tahıl mahsulü olarak kültüre alınan ilk melez türdür. Tritikale, buğdaya göre daha geniş alanlarda yetişme özelliğine sahiptir. Ayrıca stres koşullarında da daha iyi performans göstermiştir. Tritikale ağırlıklı olarak tahıl, yem ve son zamanlarda biyoenerji üretimi için yetiştirilmektedir (Mergoum ve ark., 2019). Mahsul verimliliğini artırırken toprak sağlığını korumaya yönelik sürdürülebilir ve çevre dostu yaklaşımlar sunduğundan, PGPB'nin tarımda kullanılması önerilmektedir (Ajjah ve ark., 2023). Bu çalışmada, tritikale yetiştiriciliğinde PGPB uygulamasının çeşitli çalışmalardaki sonuçları derlenmiştir.

- **Tritikale Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin Kullanımı ile İlgili Çalışmalar**

Kimyasal gübrelere alternatif olarak kullanılan bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (PGPB), bitki beslenmesi ve büyümesini sağlama, toprak besin mevcudiyetini koruma ve artırma yeteneğine sahiptir. Sebze ve baharatlar (Kang ve diğerleri, 2021), baklagiller (Ferchichi ve diğerleri, 2019), tahıllar (Youseif, 2018) dâhil olmak üzere çok çeşitli mahsullerin verimini artırmıştır. PGPB'lerin tritikale yetiştiriciliğinde kullanıldığı bazı çalışmalar ve sonuçları aşağıda verilmiştir.

Kamari ve Sharifi (2015), bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler ile tohum aşılamaının ve nano-çinko oksit uygulamasının tritikale verimi, tanecik doluluk oranı ve hızı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, maksimum verimin, verim bileşenlerinin, tane doluluk oranının ve süresinin *Azotobacter* ile tohum aşılması ve 1 g/L NZO uygulamasında olduğu görülmüştür. Tritikale verimini artırmak için biyolojik gübrelere ve çinko mikro besin maddelerinin kullanılmasının uygun ve ucuz bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

Arough ve ark. (2016a) çalışmalarında, tuzlu koşullar altında tritikalede biyo-gübrelerin ve çinko gübrenin klorofil içeriği, antioksidan enzim aktivitesi, prolin ve çözünebilir şekerler üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmadaki uygulamalar mikoriza, PGPR (*Pseudomonas putida strain, Azotobacter chroococum*), PGPR+ mikoriza, nano çinko oksit (0, 0.4, 0.8) şeklindedir. Çalışma sonunda, tuzlu koşullarda biyo-gübre ve nano çinko oksit uygulamalarının antioksidan enzim aktivitesini, tane verimini, klorofil içeriğini, çözünür şekerleri ve prolin içeriğini artırdığı bulunmuştur. Ayrıca tuzlu koşullarda karlı bir tritikale üretimi için biyogübre ve nano çinko oksit uygulamalarının kullanımı önerilmiştir.

Arough ve ark. (2016b), kısıtlı sulama koşullarında nano çinko oksit, bakteri (*Azospirillum lipoferum, Pseudomonas putida*), mikoriza ve bakteri+mikoriza uygulamalarının tritikale yetiştiriciliğine etkilerini araştırmıştır. Tritikalenin biyogübre (mikoroza ve bakteri) ile aşılması ve çinko uygulamasının, katalaz (CAT), peroksidaz (POD) ve polifenol oksidaz (PPO) özelliklerini iyileştirdiği bulunmuştur. Biyogübreler ve nano çinko oksit uygulanan tritikale bitkilerinde, antioksidan enzimlerin sentezi ve savunma mekanizmaları uyarılarak su stresi etkilerini azalttığı görülmüştür.

Küçük ve Cevheri (2016), tuzlu koşullarda bakterilerin, tohum çimlenmesi ve bitki hormonlarının üretimine etkisini incelemiştir. Çalışmada bakteri suşu olarak *Pseudomonas fluorescens, Bacillus simplex, Serratia plymuthica, Spingomonas paucimobilis* kullanılmıştır. Tritikale tohumlarının *Pseudomonas fluorescens* ile aşılmasının, kontrole kıyasla tohum çimlenmesini önemli ölçüde arttırdığı bulunmuş ve bakterilerin, toprak tuzluluğu koşullarında bitki büyümesini iyileştirmek için kullanılabiliceği önerilmiştir.

Zare ve ark. (2020) çalışmalarında farklı bakteri, nano gübre ve sıradan gübre kullanımının tritikaleye olan etkilerini araştırmıştır. Çalışmada dört farklı

bitki gelişimini teşvik eden bakteri (aşısız, *Azotobacter crococcoccus*, *Azospirillum metilpofrome* ve *Pseudomonas putida*), beş farklı seviyede nano demir gübresi (0, %0,5, %1, %1,5 ve %2) ve iki seviyede (%2 ve %0) sıradan gübre kullanılmıştır. Çalışma sonunda *Azotobacter crococcoccus*, *Azospirillum methylpofrome* ve *Pseudomonas putida* uygulamalarının kontrole kıyasla tohum veriminde sırasıyla %15, 17 ve 13'lük artış sağladığı bulunmuştur. Bakteri uygulamaları karşılaştırıldığında ise en yüksek yaprak alanı indeksinin *Azotobacter* muamelesinde olduğu görülmüştür.

Ghasemi ve ark. (2020), tritikale tohumlarının kısıtlı su koşullarında PGPR ile aşılınması ve demir uygulamasının, elektriksel iletkenlik, katalaz (CAT), peroksidaz (POD) ve polifenol oksidaz (PPO) özelliklerinde iyileşme sağladığını bildirmiştir. PGPR ve demir uygulamasının, kısıtlı sulama koşullarında tritikale verimini artırmak için kullanabileceği sonucuna varılmıştır.

Salama ve Badry (2021) çalışmalarında, bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerden biri olan *Azotobacter chroococcum* ile aşılı tohum ve farklı dozlarda (0, % 25, 50, % 75) mineral gübreler kullanmıştır. Çalışma sonucunda *Azotobacter chroococcum* tohum aşılmasının, tritikale protein içeriği, tane ve yem veriminden ödün vermeden kullanılan mineral gübre miktarında %50, gübre maliyetinde ise %43'lük bir azalma sağladığı bildirilmiştir.

Sepehrzadegan ve Alizadeh (2021), yürüttüğü çalışmada, dört farklı (aşısız, *Azotobacter crococcoccus*, *Azospirillum metilpofrome* ve *Pseudomonas putida* ile aşılama) bitki büyümesini teşvik eden bakteri, beş seviyede nano demir gübresi (%0,0, %0,5, %1,0, %1,5, ve %2,0) ve iki seviyede (%2,0 ve %0,0) demir gübresi kullanmıştır. Çalışma sonunda bakterilerin tritikalede agronomi ve fizyolojik özelliklerini iyileştirdiği ve kimyasal gübre kullanımını azaltma potansiyeline sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca bakteri

uygulamalarının tritikale yetiştiriciliğinde sürdürülebilirliği sağlamada iyi bir alternatif olduğu bildirilmiştir.

Fitouri ve ark. (2022), rizobakterilerin ve mikorizanın kombinasyon halinde uygulandığında, kuru madde verimini %41,2 oranında artırdığını belirtmiştir. Sadece bakteri uygulamasında ise tritikale boylarının arttığını bildirilmiştir. Ayrıca biyogübrelerin tek başına veya kombinasyon halinde kullanımını önerilmiştir.

Sarlou ve ark. (2023) tarafından, bakterilerin tritikalede oksin, sitokin ve gibberellin gibi fitohormonlar sentezlenmesine yardımcı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca fosfor gibi minerallerin çözüldürülmesi, sideroforların üretimi ve besin alımında artış, N<sub>2</sub> fiksasyonu gibi çeşitli mekanizmalarla bitkilerin stres toleransını artırdığı bildirilmiştir. Biyo gübrelerin ve hümik asit uygulanmasının bazı fizyolojik özellikleri iyileştirmesi nedeniyle toprak tuzluluk koşulları altında tritikalenin tane verimini artırabileceği bulunmuştur.

## SONUÇ

Dünya nüfusunun hızla artması, iklim değişikliği, kentleşme ve sanayileşme toprak sağlığını ve dolayısıyla bitkisel üretimin önemini artırmaktadır. Bilinçsiz gübreleme ve yanlış tarım teknikleri toprak sağlığını olumsuz etkilemektedir. Toprak yapısını korumaya yönelik sürdürülebilir ve çevre dostu yaklaşımlar sunduğundan, PGPB'nin tarımda kullanılması son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bitki büyümesini artıran bakterilerin tritikale yetiştiriciliğindeki faydalı rolü yapılan çalışmalar sonucunda kanıtlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre PGPB'lerin tritikale üzerine etkileri, tohum verimi, yaprak alanı indeksi ve büyüme hızında artış; tuzlu topraklarda çimlenme ve kök uzunluğunun artışı; stress etkilerini azaltmak için antioksidan enzim üretimi; kurak koşullarda verim artışı ve kimyasal gübre maliyetinde azalma şeklindedir. Bu sonuçlar ışığında PGPB kullanımının tritikale

yetiştiriciliğinde sürdürülebilirliği sağlamak için bir alternatif olabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ajjah, N., Fiodor, A., Pandey, A.K., Rana, A., Pranaw, K. (2023). Plant Growth-Promoting Bacteria (PGPB) with Biofilm-Forming Ability: A Multifaceted Agent for Sustainable Agriculture. *Diversity*, 15, s. 112. <https://doi.org/10.3390/d15010112>
- Albayrak, E. (2019). Farklı Tekstürlere Sahip Topraklarda Biyokömürün Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinin Rizosfer Bölgesindeki Mikrobiyal Aktiviteye Olan Etkisi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Ordu.
- Arough, Y.K., Sharifi, R.S., Sedghi, M., Barmaki, M. (2016a). Effect of Zinc and Bio Fertilizers on Antioxidant Enzymes Activity, Chlorophyll Content, Soluble Sugars and Proline in Triticale Under Salinity Condition. *Not Bot Horti Agrobo*, 44 (1), s. 116-124. DOI:10.15835/nbha44110224
- Arough, Y.K., Sharifi, R.S., Sharifi, R.S. (2016b). Bio Fertilizers And Zinc Effects on Some Physiological Parameters of Triticale Under Water-Limitation Condition. *Journal of Plant Interactions*, 11 (1). <https://doi.org/10.1080/17429145.2016.1262914>
- Burr, T.J., Caesar, A., Schrolh, M.N., (1984). Beneficial Plant Bacteria. *Critical Reviewsin Plant Sciences*, 2(1), s. 1-20.
- Ceritoğlu, M. Erman, M. Soysal, S. (2022). Seed Coating Technology With Plant Growthpromoting Bacteria in Agriculturalproduction. *Agriculture: Current Challenges and Solution Suggest*, s. 134-155.
- Çakmakçı, R., (2005). Bitki Gelişimini Destekleyen Rizobakterilerin Tarımda Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), s. 97-107.
- Çığ, F., Özek, R., Soysal, S. (2021a). The Role of Plant Growth Promoting Bacteria in Organic Agriculture. In: Togay, Y., Togay, N., Eds.; *Organic Farming in Many Ways*, s. 111-147. ISBN 9786258405002
- Çığ, F., Özek, R., Soysal, S. (2021b). Bacteria Promoting Plant Growth and their Secondary Metabolites. In: Çığ, F. *Bacterial Practices in Agriculture*, s. 231-277. ISBN 9786258423273



- Dhir, B. (2017). Biofertilizers and Biopesticides: Eco-Friendly Biological Agents. In *Advances in Environmental Biotechnology*; Kumar, R., Sharma, A.K., Ahluwalia, S.S., Eds.; Springer Nature Singapore: Singapore, s.1–288, ISBN 9789811040412.
- Etesami, H., Adl, S.M. (2020). Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Their Action mechanisms in Availability of Nutrients to Plants. In: M. Kumar, V. Kumar, R. Prasad *Phyto-Microbiome in Stress Regulation. Environmental and Microbial Biotechnology. Springer, Singapore*
- Erman, M. Çığ, F., Ceritoğlu, M, Öner, H. (2022). Effect of Different Plant Growth Promoting Bacteria Strains on Seedling Growth During Early Stage in Oat. *International Science and Art Research Center.*
- Ferchichi N, Toukabri, W, Vrhovsek U, Angeli A, Masuero D, Mhamdi R, Trabelsi D. (2019).  
Inoculation of *Lupinus albus* With the Nodules-Endophyte *Paenibacillus glycanilyticus* LJ121 improves grain nutritional quality. *Archives of Microbiology* 202, s. 283–291. <https://doi.org/10.1007/s00203-019-01745-6>
- Fitouri, S.D., Boudabbous, K., Romdhane, A.B., Hammami, S.T., Dhib, W., Jeddi, F.B., Karmous, C., Youssef, S.B. (2022). Agronomic Potential of Biofertilizers on Growth, Yields and Nutritional Quality of a Vetch-Oat-Triticale Intercropping System. *Agrociencia.* <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i7.2776>
- Ghasemi, R., Sharifi, R.S., Arough, Y.K. (2020). Effects Of Iron And PGPR On Antioxidant Status And Some Physiological Traits Of Triticale Under Different Irrigation Levels. *Bangladesh Journal of Botany*, 49 (4).
- Johnson, R., Puthur, J.T. (2021). Seed Priming As A Cost Effective Technique For Developing Plants With Cross Tolerance To Salinity Stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 162, s. 247-257.
- Kamari, H. and Sharifi, R.S. (2015). Effects Of Seed Inoculation With Plant Growth Promoting Rhizobacteria And Foliar Application With Nano-Zinc Oxide On

- Yield And Rate And Periodof Grain Filling Of Triticale. J. Sci. & Technol. Greenhouse Culture, 6 (24).
- Kang Y, Kim M, Shim C, Bae S, Jang S. (2021). Potential of Algae-Bacteria Synergistic Effects on Vegetable Production. *Frontiers in Plant Science* 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.656662>
- Küçük, Ç. and Cevheri, C. (2016). Alleviation Of Salt Stress By Bacteria On Seed Hermination Of Triticale (*x Triticosecale Wittmack*). *Jokull Journal*, 66 (4).
- Mergoum, M., Sapkota, S., ElDoliefy, A.E.A., Naraghi, S.M., Pirseyedi, S., Alamri, M.S., AbuHammad, W. (2019). Triticale (*x Triticosecale Wittmack*) Breeding. *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals*, s. 405–451
- Rocha, I., Ma, Y., Souza-Alonso, Vosatka,M., Freitas, H., Oliviera, R.S. (2019). Seed Coating: A Tool For Delivering Beneficial Microbes To Agricultural Crops. *Frontiersin Plant Science*, 10, s. 1357.
- Sarlou, S.M.K, Sharif, R.S., Narimani, H. (2023). Effects Of Vermicompost, Humic Acid And *Flabacterium* On Yield, Chlorophyll Fluorescence Indices And Some Physiological Traits Of Triticale Under Soil Salinity Conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 15 (4), s. 953-974. <http://dx.doi.org/10.22077/escs.2021.4179.1982>
- Salama H.S.A. (2019). Dual Purpose Barley Production İn The Mediterranean Climate: Effect Of Seeding Rate And Age At Forage Cutting. *Int. J. Plant Prod.* 13, s. 285-95. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42106-019-00054-8>
- Salama, H.S.A. and Badry, H.H. (2021). Forage And Grain Yields Of Dual-Purpose Triticale As Influenced By The Integrated Use Of *Azotobacter chroococcum* And Mineral Nitrogen Fertilizer. *Speclal Issue on "Innovative Fertilizers for Sustainable Agriculture"*, 16 (2) <https://doi.org/10.4081/ija.2020.1719>
- Sepehrzadegan, Z. and Alizadeh, O. (2021). Investigation of The Growth Bacteria And Nano Iron On The Chlorophyll and Some Nutrients Triticale. *Revista Agrogeoambiental*, Pouso Alegre, 13 (1). DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v13n120211572>
- Youseif S. H. (2018). Genetic Diversity Of Plant Growth Promoting Rhizobacteria And Their Effects On The Growth Of Maize Plants Under Greenhouse Conditions.

Annals of Agricultural Sciences, 63 (1), s. 25–35.  
<https://doi.org/10.1016/j.aoas.2018.04.002>

Zare, M., Alizadeh, O., Sepehrzadegan, Z. (2020). Physiological and Agronomical Responses of Triticale to the Growth Bacteria, Nano Iron Fertilizer and Ordinary Iron Fertilizer Treatment. Journal of Crop Nutrition Science, s. 42-49.

## BÖLÜM 4

### GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE POPULERİTE KAZANAN BİTKİ: MAŞ FASULYESİ

Dr. Öğr. Üyesi Ruziye KARAMAN<sup>1</sup> Zir. Müh. Cengiz TÜRKAY<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8373707>

---

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta, Türkiye.  
ruziyekaraman@isparta.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-5088-8253

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta, Türkiye.  
cengiz3370turkay@gmail.com, Orcid ID: 0000-0003-3857-0140



## GİRİŞ

Yemeklik tane baklagiller içerisinde maş fasulyesi (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek), mükemmel bir mineral, vitamin ve esansiyel amino asit kaynağıdır. Asya'ya özgü eski bir kültür baklagili olup (Somta ve ark., 2022), dünyada green gram, mung bean, oregon pea ve golden gram olarak bilinmektedir. Ülkemizde ise maş fasulyesi maş, meş, maş ülübüsü ve cin börülcesi olarak isimlendirilmektedir (Karaman, 2019). Kültüre alınması 4.000 yıldan daha uzun bir süre önce Hindistan'da gerçekleştirilmiştir (Somta ve ark., 2022). Daha sonraki yıllarda maş fasulyesi Hindistan'dan diğer Güney ve Kuzey Asya bölgelerine yayılmıştır (Chen ve ark., 2022).

Geleneksel Çin tıbbında maş fasulyesi 2.000 yıldan fazla bir süredir kullanılmaktadır (Somta ve ark., 2022). Maş fasulyesinin tohumları ve filizleri Çin, Hindistan, Bangladeş ve Güneydoğu Asya'da mükemmel bir antioksidan kaynağı olarak kullanılmaktadır (Xue ve ark., 2016). Bunun yanında tohumları kaliteli protein, mineral ve vitaminler açısından zengin olmaları nedeniyle, diyetlerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Ülkemizde ise tahıllarla beraber pilav, çorba ve salata olarak kullanılmaktadır. Bu sayede biyolojik değeri yüksek esansiyel amino asitlerce zengin bir besin olmaktadır. Maş fasulyesi, hızlı büyümesi, erken olgunlaşması (60-75 gün), kuraklığa göreli toleransı ve toprakta Rhizobium ve Bradyrhizobium bakterileri ile simbiyozda atmosferik nitrojen (N<sub>2</sub>) fiksasyonu yoluyla toprak verimliliğini iyileştirme kabiliyeti nedeniyle çeşitli mahsul sistemlerine iyi uyum sağlamaktadır (Yimram ve ark., 2009). Bu nedenle dünyada maş fasulyesi, ürün çeşitlendirmesinde ve sürdürülebilir tarımın geliştirilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir.

Maş fasulyesinin dünyada üretim alanı ve miktarına ilişkin resmi istatistik verileri mevcut olmasa da, üretim alanı yaklaşık 8 milyon hektar olup, üretimin yaklaşık %80-90'ı Asya kıtasında yapılmaktadır (Nair ve Schreinemachers, 2020). Avustralya, Amerika ve Afrika da dahil olmak üzere

Asya dışındaki ülkelerde maş fasulyesi üretim alanları her gün artış göstermektedir. En büyük maş fasulyesi üreticisi ve tüketicisi, yaklaşık 4.5 milyon hektar ekili alan ve 2.5 milyon tonluk üretimiyle Hindistan'dır (Anonymous, 2021). Myanmar ise, yaklaşık 1.2 milyon hektar ekili alan ve 1.5 milyon tonluk üretimiyle ikinci en yüksek üretici ve en büyük ihracatçıdır (MAOLI, 2019). Ülkemizde ise Akdeniz ve Güneydoğu kuşaklarında lokal olarak yetiştiriciliği yapılmakta ve üretim ve tüketimi her geçen gün artış göstermektedir (Karaman, 2019; Karaman ve Türkay, 2022). Maş fasulyesi tüketiminin artması, kuru baklagillere ve bitki bazlı proteinli gıdalara yönelik artan tüketici talebinden kaynaklanmaktadır (Somta ve ark., 2022). Maş fasulyesi üretim alanları artmasına rağmen, yerel çeşitlerin verimi 400 kg/ha iken, geliştirilen yeni çeşitler hektar başına 2 ton verim alınabilmektedir (Schafleitner ve ark., 2015; Nair ve Schreinemachers, 2020). Üretimi böcekler, hastalıklar ve uygun olmayan çevre koşulları nedeniyle düşük kalmaktadır (Pandey ve ark., 2018; Nair ve ark., 2019). Böcekler ve hastalıklar çoğunlukla pestisit uygulanarak kontrol edilmekte, bu da üretim maliyetlerini artırmakta ve çiftçiler, tüketiciler ve çevre için tehlikeli olmaktadır. Çiftçilerin, tüketicilerin ve işleyicilerin ihtiyaçlarını karşılayacak yeni maş fasulyesi çeşitlerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

- **Tanıtımı**
- **Kökeni, tarihçesi ve coğrafi dağılışı**

Maş fasulyesi diploid ( $2n = 2x = 22$ ) kromozom sayısına sahiptir. Maş fasulyesi (*Vigna radiata* var. *radiata*) Hindistan'ın alt kıtasından köken almaktadır (De Candolle, 1884, Vavilov, 1926, Zukovskij, 1962). Bu bölge aynı zamanda ilk kültür alanıdır (Baudoïn ve Marechal, 1988). Maş fasulyesinin hem kültür hem de yabani formları ve yabancı ot türleri çeşitli bölgelerde bulunmaktadır. Yabani maş fasulyesinin çeşitlilik merkezleri Kuzey Himalayalar'da ki Himachal Pradesh eyaletinde ve Hindistan'ın güney

kesimindeki Batı Ghats'ta bulunurken (Chandel, 1981), ikincil çeşitlilik merkezi Hindistan'ın orta kesimindeki Bihar'da bulunmaktadır. Maş fasulyesinin atası olan *Vigna radiata* var. *sublobata*, Hindistan'ın tarım alanlarında veya boş arazilerinde yabancı ot olarak yetişmektedir (Chandel ve ark., 1984, Lawn ve Cottell, 1988). Ayrıca, Kuzey ve Doğu Avustralya'nın subtropikal bölgelerindeki sulak alanlarda da görülmektedir (Lawn ve Cottell, 1988). Ülkemizde maş fasulyesinin gen merkezlerinden birisidir. Nitekim, Hakkari-Üzümcü köyünde maş fasulyesinin yabani formları bulunmaktadır (Anonymous, 2023; Karaman ve Türkay, 2022). Maş fasulyesinin taksonomisi aşağıda belirtilmiştir (Tomooka ve ark., 2011; Aitawade ve ark., 2012)

**Alem:** Plantae (Bitkiler)

**Üst şube:** Spermatophyta (Tohumlu bitkiler)

**Şube:** Magnoliophyta (Çiçekli bitkiler)

**Sınıf:** Magnoliopsida (İki çenekli bitkiler)

**Alt sınıf:** Rosidae (Gülgiller)

**Takım:** Fabales

**Familya:** Leguminosae=Fabaceae

**Alt Familya:** Papilionoideae

**Oymak:** Phaseoleae

**Genus:** Phaseolus L. ve *Vigna* savi

**Alt Genus:** *Ceratotropis*

**Tür:** *Phaseolus aureus* Roxb.=*Vigna radiata* (L.) Wilczek

**Alt türleri:** *Vigna radiata* subsp. *radiata* (**Kültüre alınmış tür**)

*Vigna radiata* subsp. *sublobata* (**Yabani tür**)

*Vigna radiata* subsp. *glabra* (**Yabani tür**)

Maş fasulyesi, "Charak Samhita" gibi eski dini ve Vedik metinlerde geçmektedir. Bu da kökeninin Hıristiyanlık döneminin çok ötesinde olduğunu göstermektedir (Jain ve Mehra, 1980). Arkeolojik kanıtlarda da maş



fasulyesinin kökeni hakkında Hindistan dışında başka bir yer rapor edilmemiştir (Kajale, 1974). Tarihsel olarak, yanmış maş fasulyesi taneleri Kalkolitik çağda (MÖ 1500 ile 1000) Navdatoli'den ve Neolitik çağda (MÖ 1800 ile MS 200) Chairand, Bihar'dan bildirilmiştir. Benzer şekilde, Maharashtra'nın Ahmednagar bölgesindeki Daimabad'dan yabani maş fasulyesi türlerinin karbonlaşmış taneleri rapor edilmiştir (Kajale, 1977).

Batı Asya maş fasulyesinin çeşitlilik bölgesi olmakla birlikte, bu bölgeden Güneydoğu Asya, Çin ve Tayvan'a yayılmıştır (Tomooka ve ark., 2011). *Vigna radiata* var. *sublobata*'nın Doğu ülkelerinden Kuzey Avustralya, Asya, Yeni Gine, Madagaskar ve Orta ve Doğu Afrika'ya taşındığı bilinmektedir (Tateishi ve Maxted, 2002). Güney ve Batı Asya maş fasulyesi genotipleri yeşil, yeşil benekli, siyah ve kahverengi tohum rengine sahip küçük tohumlu iken, Güneydoğu Asya germplazmı parlak yeşil testa, uzun bitkiler, yüksek dallanma alışkanlığı ve geç olgunluğa sahiptir. Doğu Asya maş fasulyesi genotipleri kısa boyludur ve erken olgunlaşır, tohum kabuğu yeşil ile donuk yeşile sahiptir (Pratap ve ark. 2021).

### • Besin Bileşimi

Maş fasulyesi tohumları zengin bir protein (%24 kolay sindirilebilir protein), lif, antioksidan ve bitkisel besin kaynağıdır (Itoh ve ark., 2006). Yüksek besin değeri nedeniyle maş fasulyesi, yaygın olarak sağlıklı bir besin kaynağı olarak kabul edilmektedir (Ganesan ve Xu, 2018). Tohumundaki besin maddeleri tohum kabuğu, kotiledon ve embriyo gibi ana bileşenlerine eşit olarak dağılmamıştır. Protein ve lipitler embriyoda yüksek olduğu, nişasta ve ham lifin ise sırasıyla kotiledon ve tohum kabuğunda yüksek miktarda bulunmaktadır (Mohan Naik ve ark., 2020). Filizlerinde artan miktarlarda niasin, tiamin ve askorbik asit içerdiği için, besin değeri oldukça yüksektir. Maş fasulyesi filizleri (100 ug RAE) ayrıca tahıllardan (70 ug RAE) daha yüksek A

Vitamini içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Maş fasulyesi, soya fasulyesine kıyasla nispeten düşük bir fitik asit içeriğine sahiptir, bu da onu geliştirmekte olan ülkelerde bitki bazlı diyetlerde değerli bir demir kaynağı haline getirmektedir (Vijayalakshmi ve ark., 2003). Maş fasulyesinin lizin değeri yüksektir. Bu nedenle insanların dengeli beslenmesi sağlanması yönünden tahıllarla (bulgur, mısır, pirinç) birlikte tüketilmesi mükemmel bir tamamlayıcı besin görevi görmektedir.

Diğer baklagillerle karşılaştırıldığında oligosakkaritler (rafinoz, stakiyoz ve verbaskoz vb.) fasulye tüketiminden sonra şişkinliğe yol açarken, maş fasulyesi daha az şişkinliğe yol açmaktadır. Maş fasulyesinde tanen (366.6 mg/100 mg), fitik asit (441.5 mg/100 g), hemaglutinin, tripsin inhibitörleri, proteinaz inhibitörleri ve polifenoller (462.5 mg/100 g) gibi anti-besinsel bileşikler de bulunmaktadır (Dahiya ve ark., 2015). Bu anti-besinler maş fasulyesinin sindirimini ve biyoyararlanımını etkilemektedir. Maş fasulyesinde anti-besinsel faktörlerin varlığından dolayı, tüketilmeden önce işlenmesinin gerekli olduğunu göstermektedir. Ön işlemler (suda bekletme, fermantasyon, çimlendirme vb.) anti-besinsel bileşiklerin etkisini ortadan kaldırılabilmektedir (Brazaca ve da Silva, 2003).

**Tablo 1.** Maş fasulyesinin makro bileşikleri

Makro Bileşikler	Ortalama	Minimum	Maksimum
Nem (%)	9.80	4.10	15.20
Ham protein (%)	23.80	14.6	32.6
Ham yağ (%)	1.22	0.71	1.85
Ham lif (%)	4.57	3.8	6.15
Kül (%)	3.51	0.17	5.87
Karbonhidrat (%)	61.0	53.3	67.1
Enerji (kcal/100 g)	344	338	347

**Kaynak:** Dahiya ve ark., 2015.

**Tablo 2.** Maş fasulyesinin mikro bileşikleri

	Karbonhidrat (%)		Amino asit (g/16 g N)		Lipid (%)		Vitamin (mg/100 g)		Mineral (mg/100 g)	
Glikoz	0.3	4.1	Alanin	27.7	Toplam doymuş yağ asitleri	0.5	Kalsiyum	113.4		
Toplam Çözünür şeker	5.6	5.8	Arginin	72.8	Toplam doymamış yağ asitleri	0.3	Bakır	1.0		
İndirgen şeker	1.8	13.0	Aspartik asit	14.1	Palmitik asitler	2.2	Demir	5.9		
İndirgenmeyen şeker	6.3	13.5	Sisteik asit	4.3	Stearik asit	3.1	Potasyum	956.6		
Sakkaroz	1.3	18.3	Glutamik asit	20.8	Oleik asit	1.9	Magnezyum	162.4		
Rafinoz	1.1	3.6	Glisin	16.3	Linoleik asit	1.6	Manganez	1.05		
Staktyoz	1.6	3.2	Histidin	35.7	Linolenik asit	–	Posfor	384.4		
Verbaskoz	2.7	4.3	İzölösün	9.3	Behenik asit	–	Sodyum	16.7		
Toplam diyet lifi	18.8	7.6	Lösün	–	–	–	Fitin fosforu	171.3		
Lignin	3.9	6.5	Lisin	–	–	–	Çinko	2.7		
Selüloz	3.9	1.2	Metiyonin	–	–	–	–	–		
Hemiselüloz	4.7	5.4	Fenilalanin	–	–	–	–	–		
Amiloz	24	4.5	Prolin	–	–	–	–	–		
Nişasta	47	4.9	Serin	–	–	–	–	–		
–	–	3.2	Treonin	–	–	–	–	–		
–	–	1.2	Triptofan	–	–	–	–	–		
–	–	2.7	Tirozin	–	–	–	–	–		
–	–	5.1	Valin	–	–	–	–	–		

**Kaynak:** Dahiya ve ark., 2015 ve Mohan Naik ve ark., 2020

- **BİTKİSEL ÖZELLİKLERİ**

Maş fasulyesi, bitkisi hem fasulye bitkisi gibi tüylere sahipken yaprak yapısı ve bakla şekli itibariyle börülce cinsine benzemektedir. Bitkisi otsu, tek yıllık, küçük yapılı, dallanabilen, kısa tüylere sahip, dik ve yarı dik formları bulunan türüdür (Şekil 1).



**Şekil 1.** Dik habitusa sahip maş fasulyesi bitkileri (APSIM,2023)

Maş fasulyesinde epigeal çimlenme gerçekleşmekte olup, önce toprak yüzeyine kotiledonları çıkmaktadır. Kotiledonları takiben, dar yapraklı iki adet yaprakçık çıkar, sonra da ilk üç yaprakçıklı yaprak meydana gelmektedir. Genellikle yapraklar geniş, almaşıklı bir şekilde gövde ve dallarda sıralanmaktadır. Üç yaprakçık bir yaprağı oluşturmakta olup, uçtaki yaprakçık genelde oval yapıdadır. Yaprak sapları uzun ve yapraklar oval şekildedir. Bitki boyu 25-125 cm arasında değişmektedir. Genelde gövdede dipten ya da gövdenin orta kısmından itibaren dallanma görülmektedir. Çiçekleri, yaprak koltuklarının üzerinde çıkmakta, genellikle iri, sarı ve kahverengi renktedir (Şekil 2). Çiçek sapları bitkinin hem ana gövdesi hem de dalları üzerinde 2-10 cm uzunluğu arasında değişim göstermektedir. Çiçekler 5-15 adet ve demet halinde tepede bulunmaktadır (Şekil 3). Çiçekler büyük oranda (% 97.0-99.5) kendine tozlanmaktadır. Bakla şekli uzun, dar, tüylü ya da tüysüz

olabilmektedir. Bakla rengi olgunlaşma döneminde saman, gri, kahverengi ve siyah renk almaktadır (Şekil 4). Her baklada 10-15 tohum bulunmaktadır. Tohumlar; küre, elips ve silindirik şekilde, yeşil veya sarı, kahverengi veya siyahımsı renkte, düz, parlak veya mat olabilmektedir (Şekil 5). Genel olarak yüz tane ağırlığı 2-8 g'dır (Oplinger ve ark., 1990).



Şekil 2. Maş fasulyesi çiçek renkleri (CABI, 2023)

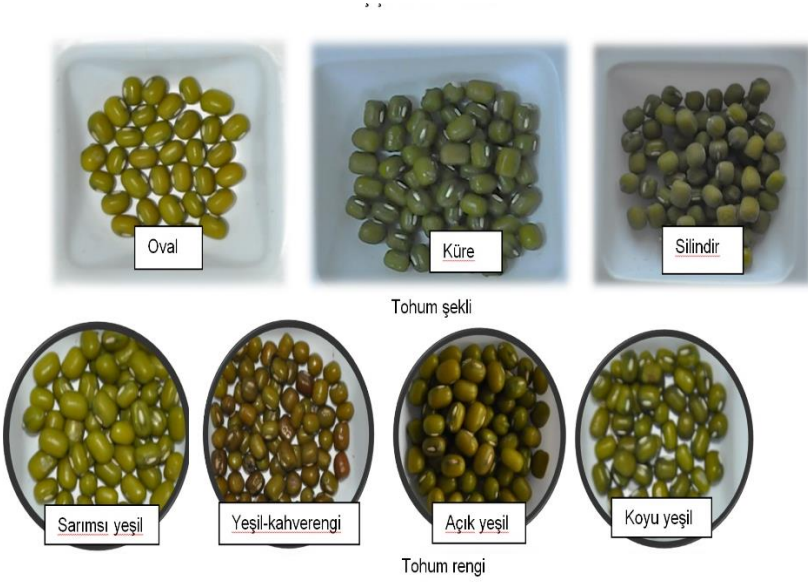


Şekil 3. Maş fasulyesinde çiçek yapısı (AFFRC, 2023)



Şekil 4. Maş fasulyesi bakla renkleri (Karaman, 2019)

Tohumların renkleri bölgeden bölgeye göre değişim göstermektedir. Güney ve Batı Asya'da, farklı büyüme yapısında ve protein içeriğine sahip, siyah, kahverengi ve siyah benekli yeşil dahil olmak üzere çeşitli tohum rengine sahip küçük tohumlar karakterize edilmiştir. Güneydoğu Asya ülkelerinde, yüksek dallanma özelliği gösteren, geç olgunluk ve basit protein tipi kompozisyonu ile uzun boylu bitkilerden oluşan, parlak yeşil tohum rengine sahip çeşitli büyüklükteki tohumlar karakterize edilmiştir. Doğu Asya'da ise, erken olgunlaşan kısa bitkiler gösteren orta boy donuk yeşil tohum testası bulunan maş fasulyesi türleri karakterize edilmiştir (AFFRC, 2023). Türkiye'de bulunan genotiplerde ise Isparta koşullarında yetiştirildiğinde çeşitlilik göstermiştir. Özellikle Hakkari ve Adıyaman bölgesindeki genotipler yeşil üzeri koyu yeşil benekli, bitkiler genelde yarı yatık formu ve diğer bölgelerdeki genotiplere nazaran geççidir. Gaziantep ve Kilis bölgesindeki materyaller genelde dik gelişim göstermekte, tohumları parlak yeşil ve iri olup, erkenci genotiplerdir. Antalya ve Mersin bölgesindeki materyaller ise orta erkenci, genellikle bitki habitusu dik formda, tohumları parlak yeşil ve iri yapıdadır (Karaman, 2019).



Şekil 5. Maş fasulyesi tohum renk ve şekilleri (Karaman, 2019)

- **YETİŞTİRİCİLİĞİ**
- **İklim ve Toprak İstekleri**

Maş fasulyesi sıcak mevsim baklagillerinden birisidir. Maş fasulyesi dünyanın ılıman, subtropikal ve tropikal bölgelerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dünyada üretiminin çoğunluğu 600-1000 mm yağış alan (yarı kurak veya nemli) bölgelerde yapılmaktadır. Kısa gün bitkisidir. Uzun günler çiçeklenmeyi ve bakla oluşumunu geciktirmektedir (Lawn ve Ahn, 1985). Diğer fasulye türlerinde olduğu gibi, maş fasulyesi de her gün en az 6 saat doğrudan güneş ışığına ihtiyaç duymaktadır. İliman iklim bitkisi olması sebebiyle çimlenmesi ve büyümesi için optimum sıcaklık 15-18°C'dir. Genel olarak vejetasyon süresince 20-22°C'den düşük sıcaklıklar verimi düşürmektedir. Fototermal rejime bağlı olarak optimum sıcaklık isteği 28-30°C olup, ekimle çiçeklenme arası 30-60 gün, fizyolojik olum ise 60-120 arasında değişmektedir. Vejetasyon süresi boyunca 40°C'ye kadar yüksek sıcaklıkları ve 8°C kadar düşük sıcaklıkları tolere edebilmektedir. Maş fasulyesi soğuğa

dayanıklı değildir ve 8°C'nin altındaki sıcaklıklar bitkilerin soğuktan zarar görmesine neden olmaktadır (ACIAR, 2015; AVRDC, 2023).

Maş fasulyesi, drenajı iyi olan kumlu, tınlı topraklarda en yüksek verime ulaşabilmektedir. Drenajı zayıf olan ağır killi topraklarda kötü performans gösterirler. Toprak sıkışması veya su basması olan yerlerde iyi gelişim gösterememektedir. Ayrıca, verim performansı pH'ı 6.2 ile 7.2 arasında olan topraklarda yüksektir. Bitkiler daha alkali topraklarda ciddi demir klorozu semptomları ve belirli mikro besin eksiklikleri gösterebilmektedirler. Maş fasulyesinin diğer baklagillere benzer fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt gereksinimleri vardır ve bu elementlerin toprakta eksik olması durumunda gübre ilaveleriyle karşılanması gerekir (ACIAR, 2015).

- **Ekim**

Maş fasulyesi, uygun hava şartları sağlandığında tohumları toprağa ekilmesi suretiyle yetiştiriciliği yapılmaktadır. Toprak analizi sonucuna göre gübrelenmiş, 1-2 defa sürülmüş ve tesviyesi yapılmış arazilere maş fasulyesi tohumları ocak veya çizgi (sıra) olmak üzere ekimi yapılmaktadır.

Maş fasulyesi ekimi ilkbahar son donlarından sonra yapılmalıdır. Ekim zamanı toprak sıcaklığına bağlı olup, çıkışların optimum olması için toprak sıcaklığının 10.5°C'üstünde olması gerekmektedir (Oplinger ve ark., 1990). Ülkemizde maş fasulyesinin ekimi Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde birinci ürün için sırasıyla Şubat ve Mart, ikinci ürün için bir önceki ürünün hasadının hemen sonrasında yapılabilmektedir. Doğu Anadolu Bölgesi için ise 10-19 Mayıs, Orta Anadolu bölgesi için Nisan sonu Mayıs başı en uygun zamanlardır (Karaman, 2019). Geç ekimi yapılan maş fasulyesi, çiçeklenme dönemi yüksek sıcaklıklara geleceği için verimi düşmektedir. Hindistan, Pakistan ve Bangladeş gibi ülkelerde kharif mevsiminde 15-20 kg tohum/ha 45 cm sıra arası mesafede, rabi ve yaz aylarında 25-30 kg tohum/ha 30 cm sıra arası mesafede ekimi



yapılmaktadır (AVRDC, 2023). Maş fasulyesinin ekimi elle veya mibzer yardımıyla yapılabilenekte olup, ekim derinliği ise 2-4 cm olmalıdır (Türkay ve Karaman, 2021).

- **Gübreleme**

Maş fasulyesinin ihtiyaç duyacağı gübre miktarının ve içeriğinin belirlenebilmesi için ekimden önce arazinin toprak tahlili yaptırılmalıdır. Toprak analizi sonuçlarına göre ve maş fasulyesinin ihtiyacına göre gübreleme yapılmalıdır.

Maş fasulyesi yetiştiriciliğinde dekara yaklaşık 1-2 ton yanmış hayvan gübresi ekimden bir ay önce toprakla karıştırılmalıdır. Maş fasulyesi kendi azotunu sabitlediğinden azotlu gübre ihtiyacı fazla değildir (3-4 kg da<sup>-1</sup> N). Ancak özellikle birkaç yıldır maş fasulyesine ekilmemiş bir toprakta yetiştirilecekse, tohum üzerinde Rhizobium bakterileri ile aşılması tavsiye edilmektedir. Fosforlu gübre ihtiyacı genellikle kuru şartlarda 5 ila 10 kg/ha ve sulu tarımda 10 ila 20 kg/ha arasındadır (Oplinger ve ark., 1990). Nitekim, maş fasulyesi uzun bir nadas döneminden sonra veya ciddi şekilde fosfor eksikliği olan topraklarda yetiştirilirse daha yüksek oranlara ihtiyaç duymaktadır. Toprağın pH'ı 6'nın altında ise, pH'ı istenen düzeye çıkarmak için kireç ilave edilmeli ve maş fasulyesi yetiştirmeden bir yıl önce toprakla kireç karıştırılmalıdır. Maş fasulyesi diğer baklagiller gibi fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt ve çinko ihtiyaç duymaktadır (AVRDC, 2023). Toprakta bu elementlerin eksikliği varsa gübre ilavesiyle karşılanması gerekmektedir.

- **Sulama**

Maş fasulyesi kısa vejetasyon süresine sayesinde, diğer birçok ürünlerden daha az suya ihtiyaç duymaktadır. Su birikmesine karşı hassas olduğu için, toprak tipi ve sulama yönetimi çok önemlidir. Su basması, nodüllerin azot fiksasyonunu azalttığı için, bitkinin azot eksikliğine neden olmaktadır. Su basmasının önlemek için tepelere veya yükseltilmiş yataklara maş fasulyesi ekiminin yapılması ile suyun drenajı sağlayacaktır. İlk yaprakların çıktığı dönemde ve bakla bağlamadan sonra olmak üzere belli aralıklarla (7-10 gün) bitkinin ihtiyacına ve iklim şartlarına göre sulama yapılmalıdır (ACIAR, 2015; Karaman, 2019). Maş fasulyesi, çiçeklenmenin başlamasından yaklaşık 7 gün önce ve bakla bağlama döneminde mutlaka sulama yapılmalıdır. Tane doldurma sonrasında yapılan geç sulamalar, maş fasulyesinin tekrar çiçek oluşumuna neden olabilmektedir (ACIAR, 2015). Bu da maş fasulyesinin heterojen olgunlaşması, dolayısıyla hasadının gecikmesini ve kalite kayıplarının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca, bakla oluşum dönemlerinde su kısıntısı önemli verim kayıplarına neden olmaktadır.

- **Bakım**

Yabancı otlar ile mücadele maş fasulyesinin veriminde oldukça büyük öneme sahiptir. Yabancı otlar kontrol edilemediği takdirde verimde %30-40 oranında kayıplara neden olmaktadır. Yabancı ot kontrolü düzgün bir şekilde, zamanında uygun metotlarla yapıldığında verimde önemli bir seviyede artış sağlamaktadır (Mbeyagala ve ark., 2017). Yabancı ot yönetimi özellikle erken büyüme aşamasında iyi yapıldığı takdirde, yabancı otların bitkiyle rekabeti azalmaktadır. Yabancı otları kontrol altında tutmak için ekimden 25 ve 40 gün sonra bir veya iki defa çapa yapılması tavsiye edilmektedir. Ancak çiftçiler bazen yüksek maliyeti ve işçilerin müsait olmamaları sebebiyle herbisitleri tercih etmektedir. Bu sebeple de ekimin hemen sonrasında 2.5 l/ ha Stomp 30 EC (Pendimethalin) veya Dual (metolaklor) gibi çıkış öncesi ya da ekimden

hemen önce tohum yatağı hazırlanmış toprağın üzerine 2.0 l/ha Treflon 48 EC (Trifluralin) ya da 1.5 l/ha Basalin 45 EC (Fluchloralin) gibi herbisitler (500 l/ha su) uygulanmaktadır (AVRDC, 2023). Bu herbisitler dar yapraklıları tamamen yok ederken, çok yıllık geniş yapraklı yabancı otları da orta ile iyi düzeyde bastırmaktadır. Herbisit kullanmak istenmediği takdirde ekim öncesi toprak işleme yada çiçeklenme dönemi başlayana kadar çapalama yada örtü bitkileri potansiyel olarak erken yabancı ot baskısını azaltmaya büyük ölçüde yardımcı olabilir. Ayrıca maş fasulyesi üzerine kayıtlı herbisitler genellikle dar yapraklar (Treflon, Dual, Poast, Sodyum klorat)\* için olup, geniş yapraklı yabancı otlarla mücadele etmede kayıtlı bir herbisit bulunmamaktadır. Diğer bitkiler için bulunan geniş yapraklı herbisitler maş fasulyesine zarar vermektedir. Bu nedenle geniş yapraklı yabancı otlarla mücadele için erken dönemde (20-25. gün) çapalama işlemi uygulanmaktadır.

\*Yukarıda belirtilen herbisitler şu an geçerli olup, herbisit kayıtlarının değişen doğası göz önüne alındığında herhangi bir herbisit uygulanmadan önce mutlaka etiketleri okunmalı ve ekim yapılacak ülkenin hükümet herbisit düzenlemeleri kontrol edilerek uygulanmalıdır.

- **Hastalık ve Zararlılar İle Mücadelesi**

- **Hastalıkları**

Maş fasulyesi için önemli hastalıklar arasında Maş fasulyesi sarı mozaik virüsü (MYMV), Cercospora yaprak lekesi (*Cercospora canescens*), Külleme (*Podospaera fusca*), Antraknoz (*Colletotrichum tindemuthianum*) hastalıkları başta yer almaktadır.



**Şekil 6.** Maş fasulyesi hastalıkları a) Maş fasulyesi sarı mozaik virüsü (MYMV), b) *Cercospora* yaprak lekesi (*Cercospora canescens*), c) Külleme (*Podospheera fusca*), d) Antraknoz (*Colletotrichum tindemuthianum*)

Maş fasulyesi sarı mozaik virüsü maş fasulyesi için en ciddi problemlerden birisidir. Bu virüs ile bulaşık bitkilerde sararma ve bodurlaşma görülmektedir. En iyi kontrol yöntemi bu virüse dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesidir. *Cercospora* yaprak lekesi yaprak yüzeyinde düzensiz halka şekilli merkezi grimsi beyaz, etrafı kırmızımsı kahverengiden koyu kahverengiye sahip dairesel düzensiz yaprak lekeleri ile çevrelenmiştir. İlerleyen aşamalarında, bitkilerde yapraklar dökülür ve zayıf bakla oluşumu gerçekleşmektedir. Bu hastalık verimde %58 den fazla verim kayıplarına neden olmaktadır. Tohumla taşınan bu hastalık ile enfekte olan bitkinin tohumları ve bitki kalıntıları mutlaka yok edilmelidir. Külleme, maş fasulyesinde ciddi verim kayıplarına (%40-90) neden olan önemli bir hastalıktır. Özellikle bitki, çiçeklenmeden önce veya çiçeklenme sırasında nem stresi altındaysa bu hastalık yoğun bir şekilde gelişmektedir. Bu fungus ile bulaşmış bitkilerin yaprakları, gövdeleri ve baklalarının yüzeyinde grimsi beyaz tozlu bir yapı vardır. İlerlemiş aşamalarda toz halindeki kütlelerin rengi kirli beyaza dönmekte ve bu hastalık, enfekte olmuş bitkinin zorla olgunlaşmasına neden olarak ağır verim kayıplarına neden olmaktadır (Lal ve ark., 2006; Mbeyagala ve ark.,

2017). Virus hastalığı dışındaki hastalık etmenlerinin görüldüğü dönemlerde uygun fungusitler ile ilaçlama yapılmalıdır.

### • Zararlılar

Dünya çapında maş fasulyesinde 198 böcek zararlısı bulunmaktadır. Bunun 64 tanesinin Hindistan'da ürün zararlısı olduğu bildirilmiştir (Lal, 1985). Bu böcekler tripsler (*Megalurothrips distalis*), maş fasulyesi bakla kurdu (*Helicoverpa armigera*), beyazsinek (*Bemisia tabaci*), bakla kurdu (*Maruca vitrata*), yaprak biti (*Aphis craccivora*) ve börülce tohum böceği (*Callosobruchus maculatus*) maş fasulyesinin en kritik zararlılarıdır (Şekil 6). Bu böcekler bazen önemli verim kayıplarına, bazen de ürünün tamamen yok olmasına sebep olmaktadır (Chadha, 2010). Bu böcekler için izin verilen insektisitler ülkeden ülkeye yıldan yıla değişim göstermektedir. Bu nedenle belirtilen böcekler için uygun insektisitler kullanılmalıdır.

Tripsler genellikle çiçek ve çiçek kısımlarını tamamen yer ve yok etmektedir. Petioller ve yapraklarda renksiz alanlarla çevrili küçük delikler açmaktadırlar. Trips zararı olan bitkide baklalar küçük ve deforme olmuş şekildedir. Maş fasulyesi bakla kurdu, bitkinin tüm aşamalarında zarara neden olabilmektedir. Özellikle yüksek bitki popülasyonunun olduğu veya kuraklık stresi altındaki fidelerde büyük hasara (uç tomurcukları ve gövdeyi yiyerek) yol açmaktadırlar. Terminal ve yardımcı çiçek tomurcuklarına saldırarak ciddi hasar verebilmektedir. Bakla kurdu, baklaları delerek istila etmektedir. Bu zararlı tarlanın büyük kısmına zarar verdiği için uygun insektisit ile ilaçlanmalıdır. Yaprak bitleri, genç bitkilere zarar vermektedir. Eğer bitkide yaprak biti popülasyonu yüksek ise (>20 böcek/bitki), uygun insektisit ile doğrudan kolonileri ilaçlanmalıdır. Beyaz sinekler virüslerin taşıyıcı vektörleri olduğundan bu zararlıların kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu nedenle bu böcek için etkili insektisit kullanarak ortadan kaldırılmalıdır. Börülce tohum böceği genellikle baklagil böcekleri ya da börülce bitleri olarak

adlandırılmaktadır. Maş fasulyesinde hem tarla hem de depoda zarar yapmaktadır. Bu böcekler özellikle de depoda tanenin beslenme kalitesini bozmakta ve onları pazarlanamaz hale getirdiğinden büyük kayıplara yol açmaktadır. Bu böceğin kontrolü için önce depo temizlenmeli, ardından uygun toksik olmayan uçucu yağlar uygulanmalıdır (Lal ve ark., 2006; Mbeyagala ve ark., 2017).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

**Şekil 6.** Maş fasulyesi zararlıları a)Trips (*Megalurothrips distalis*), b) maş fasulyesi bakla kurdu (*Helicoverpa armigera*), c) beyazsinek (*Bemisia tabaci*), d) bakla kurdu (*Maruca vitrata*), e) yaprak biti (*Aphis craccivora*), f) Tohum böceği (*Callosobruchus maculatus*)

- **Hasat, Harman ve verim**

Maş fasulyesi bitki habitusu genotipe göre değişim göstermektedir. Bazı genotipler determinant özellikte iken bazıları ise indeterminant büyüme şekline sahiptir. Indeterminant özelliğe sahip genotipler toprakta yeterli nemi buldukça çiçeklenme periyodunu uzatmaktadır. Bu sebeple tek bir bitkinin üzerinde çiçekler, yeşil baklalar ve siyah baklalar aynı anda bulunmaktadır. Bu bitkilerde olgunlaşma heterojen şekilde, determinant özelliğe sahip genotiplerde ise olgunlaşma homojen şekilde gerçekleşmektedir. Heterojen olgunlaşma durumunda hasat oldukça güçtür. Bu sebeple hasat heterojen olgunlaşan bitkilerde baklaların  $\frac{1}{2}$  ile  $\frac{2}{3}$  olgunlaştığı zaman başlanmalıdır. Homojen olgunlaşma görülen bitkilerde baklaların tamamı olgunlaşıp rengi koyulaşınca ve bakla çatlatma gerçekleşmeden yapılmalıdır. Ayrıca maş fasulyesinde diğer bir problem de bakla çatlatma özelliğidir. Baklalardaki nem oranı düşmesi sebebiyle baklalar açılır ve önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Bakla çatlamasından kaynaklanan verim kayıplarını önlemek amacıyla hasat genelde erken saatlerde yapılmalıdır. Bu sırada tohum nemi %14-16 arasında değişim göstermektedir (Mbeyagala ve ark., 2017). Ardından

bitkiler 3-5 gün kurutulduktan sonra harmanlama işlemi gerçekleştirilmelidir (AVRDC, 2023). Homojen olgunlaşan ve dik büyüme özelliğine sahip olan maş fasulyesi türlerinde tüm baklaların olgunlaşması beklenir ve ardından uygun kombine hasat harman makinası ile harmanlanmış tohum elde edilmektedir (Oplinger ve ark., 1990).

Hasat ve harman aşamasından sonra tohumlar pazarlama ve depolama aşamasına geçmektedir. Pazarlamada tohumların kalitesi oldukça önemlidir. Bu sebeple tohumlar hasat ve harman aşamalarında çatlamaması veya parçalanmamasına özen gösterilmelidir (IASTATE, 2023).

Maş fasulyesinde tane verimi genotiplere, çevre koşullarına, yapılan kültürel uygulamalara göre değişim göstermektedir. Ayrıca, ana ürün yetiştiriciliğinde verim, ikinci ürün yetiştiriciliğine nazaran oldukça yüksektir. Yapılan çalışmalar göz önüne alındığında sulu tarım yapıldığında verim 80-290 kg /da (Allahmoradi ve ark., 2011; Karaman, 2019; Islam ve ark., 2021) kurak şartlarda 20-94 kg/ha (Kumar ve Sharma, 2009; Allahmoradi ve ark., 2011; Islam ve ark., 2021) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

### • Depolama

Bitkiden tohumlarda yaklaşık olarak %14-16 oranlarında hasat edilen bitkilerin kurutulması ile harmanlama aşamasına geçildiğinde nem içeriği de düşmektedir. Ardından tohumlar depoya taşınmaktadır. Bu sırada tohumlardaki nem oranı %10-12 olması önemlidir. Depolama yapılmadan önce mutlaka tohumların arasındaki tohum, yaprak, gövde ve bakla parçaları, böcek kısımları ve diğer kalıntılar temizlenmelidir. Sonrada tohumlar depoda toksik olmayan fumigasyona tabi tutularak saklanabilmektedir.

Kuru maş fasulyesi tohumları güvenli bir şekilde en az üç yıl depolanmaktadır. Tohumlar genelde konserve kavanozu, kese kağıdı, bez torba,



plastik kap veya folyo kağıtlarında depolanmaktadır. Bu malzemelerin içerisinde en iyi depolama cam kavanoz, metal kutular ve folyo kağıtlardır. Depoda tohumlar 15°C'nin altında kuru bir yerde depolanmalıdır (AVRDC, 2023). Buna ilaveten tohumlar az miktarda ise buzdolabında uzun süre depolanabilmektedir (Mbeyagala ve ark., 2017). Depolanmadan kullanılma durumu var ise de, bu sürede tohumlar gölge ve kuru bir alan bulunmalıdır (AVRDC, 2023).

## SONUÇ

Maş fasulyesi, kısa vejetasyon süresi, yüksek besin içeriği, azot fiksasyonu ve geniş adaptasyon kabiliyetleri sayesinde gıda, beslenme ve çevre güvenliği için sürdürülebilir tarımda ön plana çıkmaktadır. Maş fasulyesi ağırlıklı olarak gelişmekte olan ülkelerde yetiştirildiğinden dolayı nispeten az ilgi gösterilmiştir. Bu nedenle genomik bilgi eksikliği oluşmuş ve maş fasulyesi ıslahındaki ilerleme yavaş olmuştur. Maş fasulyesi, genomik çalışmalar için ideal bir mahsul olmasına rağmen, genomik kaynaklar diğer birçok tahıl ve bakliyatla karşılaştırıldığında hala yetersizdir (Pratap ve ark., 2021). Spesifik özellikler için yüksek performans gösteren popülasyonları/hatların daha da geliştirmek için geniş çapta kabul gören markör destekli seçimlerin ele alınması gerekmektedir. Diğer taraftan, son yirmi yılda dünyada, küresel araştırma şirketleri ve finansman kuruluşlarının maş fasulyesi üzerine araştırmaları desteklemekte, özellikle Güneydoğu Asya'daki birçok ülke maş fasulyesindeki araştırma ve geliştirmeye odaklanmıştır. Bu çalışmalar çoğunlukla, verim ve verim öğelerinin yükseltilmesine, *Cercospora* yaprak lekesi, *Callosobruchus maculatus* ve sarı mozaik virüsüne dayanıklılık ile ilgili özelliklere odaklanmıştır (Mei ve ark., 2009; Chankaew ve ark., 2011; Isemura ve ark., 2012; Kitsanachandee ve ark., 2013). Sonuç olarak, yüksek verimli, biyotik strese dayanıklı ve besin açısından zengin birçok çeşit geliştirilmesini ile birlikte, üretim ve verimliliğinde artış sağlanmıştır.

İnsan beslenmesindeki rolü ve tahıl bazlı ekim sistemlerinin sürdürülebilirliği, maş fasulyesini yetim bir bitki iken ana bir bitki haline getirmiştir. Maş fasulyesi, önemli bir protein, diyet lifi ve demir ve folat gibi mikro besinler kaynağıdır. Filiz, erişte ve tatlılar gibi çeşitli gıda ürünlerinde kullanıldığı gibi vejetaryen ve vegan diyetlerinde de protein kaynağı olarak kullanılmaktadır (Mohan Naik ve ark., 2020). Beslenme programlarında yer alması ve katma değerli yeni ürünler geliştirilerek maş fasulyesi tüketimi artırılmaya çalışılmaktadır. Nitekim, Almanya gibi maş fasulyesinin henüz pek bilinmediği ülkelerde de maş fasulyesine olan talebin önümüzdeki yıl artacağı düşünülmektedir (Huppertz ve ark., 2023). Ülkemizde ise maş fasulyesinin tüketimi her geçen gün artmakta olup, diğer baklagil türlerine göre popülaritesi her geçen gün yükselmektedir (Karaman, 2019; Karaman ve Türkay, 2022). Bu nedenle, beklenen talep artışını karşılayabilmek için, maş fasulyesi üretiminin, bölgelere ve üretim sistemlerine iyi adapte olmuş, yeni geliştirilmiş, yüksek verimli, hastalığa dirençli ve abiyotik strese dayanıklı çeşitlere ihtiyacı vardır.

**KAYNAKÇA**

- ACIAR, 2015. Mungbean production guide. <https://www.aciar.gov.au/>, erişim tarihi: 14.08.2023
- Chadha, M. L. (2010). Short duration mung bean a new success in south Asia. *Asia-Pacific Association of Agricultural Research Institutions*, 45.
- AFFRC, 2023. Gene Bank, NARO. [https://www.gene.affrc.go.jp/databases-plant\\_images\\_detail\\_en.php?plno=5420610007](https://www.gene.affrc.go.jp/databases-plant_images_detail_en.php?plno=5420610007), erişim tarihi: 14.08.2023
- Aitawade, M. M., Sutar, S. P., Rao, S. R., Malik, S. K., Yadav, S. R., & Bhat, K. V. (2012). Section Ceratotropis of subgenus Ceratotropis of *Vigna* (Leguminosae-Papilionoideae) in India with a new species from northern Western Ghats. *Rheedea*, 22(1), 20-27.
- Allahmoradi, P., Ghobadi, M., Taherabadi, S., & Taherabadi, S. (2011). Physiological aspects of mungbean (*Vigna radiata* L.) in response to drought stress. In International conference on food engineering and biotechnology. Vol. 9, pp. 272-275, Singapore: IPCBEE, IACSIT Press.
- Anonymous, (2021). Greengram Outlook Report. <https://angrau.ac.in/downloads/AMIC/GREENGRAM%20OUTLOOK%20REPORT%20-January%20to%20May%202021.pdf>, erişim tarihi: 07. 08.2023.
- Anonymous, (2023) Mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek). <https://eol.org/pages/655074>, erişim tarihi:10. 08. 2023.
- AVRDC (2023). The World Vegetable Center. <https://avrdc.org/>, erişim tarihi:10. 08. 2023.
- Brazaca, S. G. C., & da Silva, F. C. (2003). Enhancers and inhibitors of iron availability in legumes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58, 1-8.
- Chandel, K. P. S. (1981). Wild *Vigna* species in the Himalayas. Plant Genetic Resources Newsletter.
- Chandel, K. P. S., Lester, R. N., & Starling, R. J. (1984). The wild ancestors of urid and mung beans (*Vigna mungo* (L.) Hepper and *V. radiata* (L.) Wilczek). *Botanical journal of the Linnean Society*, 89(1), 85-96.
- Chankaew, S., Somta, P., Sorajjapinun, W., & Srinives, P. (2011). Quantitative trait loci mapping of Cercospora leaf spot resistance in mungbean, *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *Molecular Breeding*, 28, 255-264.

- Chen, S., Qin, L., Xie, L., Yu, Q., Chen, Y., Chen, T., & Xie, J. (2022). Physicochemical characterization, rheological and antioxidant properties of three alkali-extracted polysaccharides from mung bean skin. *Food Hydrocolloids*, 132, 107867.
- Dahiya, P. K., Linnemann, A. R., Van Boekel, M. A. J. S., Khetarpaul, N., Grewal, R. B., & Nout, M. J. R. (2015). Mung bean: Technological and nutritional potential. *Critical reviews in food Science and Nutrition*, 55(5), 670-688.
- De Candolle, A. (1884). Der ursprung der culturpflanzen (Vol. 64). FA Brockhaus.
- Ganesan, K., & Xu, B. (2018). A critical review on phytochemical profile and health promoting effects of mung bean (*Vigna radiata*). *Food Science and Human Wellness*, 7(1), 11-33.
- Huppertz, M., Kachhap, D., Dalai, A., Yadav, N., Baby, D., Khan, M., & Panigrahi, K. (2023). Exploring the Potential of Mung Bean: Sustainability and Genomics in a Changing World.
- IASTATE, 2023. Mungbean. <https://www.extension.iastate.edu/alternativeag/mungbean>
- Isemura, T., Kaga, A., Tabata, S., Somta, P., Srinives, P., Shimizu, T., & Tomooka, N. (2012). Construction of a genetic linkage map and genetic analysis of domestication related traits in mungbean (*Vigna radiata*). *Plos One*, 7(8), e41304.
- Islam, M. R., Kamal, M. M., Alam, M. A., Hossain, J., Soufan, W., Skalicky, M., & Islam, M. S. (2021). Physiochemical changes of Mung bean [*Vigna radiata* (L.) R. wilczek] in responses to varying irrigation regimes. *Horticulturae*, 7(12), 565.
- Itoh, T., Garcia, R. N., Adachi, M., Maruyama, Y., Tecson-Mendoza, E. M., Mikami, B., & Utsumi, S. (2006). Structure of 8S $\alpha$  globulin, the major seed storage protein of mung bean. *Acta crystallographica section D: Biological crystallography*, 62(7), 824-832.
- Jain, H. K., Mehra, K. L. (1980) Evaluation, adaptation, relation- ship and cases of the species of *Vigna* cultivation in Asia. In: Summerfield R J, Butnting AH (eds) Advances in legume science. Royal Botanical Gardens, Kew, UK, pp 459-468
- Kajale, M. D. (1974). Ancient grains from India. Bulletin of the Deccan College Post-Graduate and Research Institute, 34(1/4), 55-74.

- Kajale, M. D. (1977). Ancient grains from excavations at Nevasa, Maharashtra. *Geophytology*, 7, 98-106.
- Karaman, R. (2019) *Maş Fasulyesi (Vigna radiata Wilczek) Genotiplerinin/Yerel Populasyonlarının Isparta Koşullarında Fenolojik, Morfolojik, Agronomik ve Bazı Teknolojik Özellikler Yönünden Karakterizasyonu*. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri, 226 s.
- Karaman, R., & Türkay, C. (2022). Türkiye'deki maş fasulyesi [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotiplerinin çıkış ve fide özellikleri yönünden karakterizasyonu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 434-444.
- Kitsanachandee, R., Somta, P., Chatchawankanphanich, O., Akhtar, K. P., Shah, T. M., Nair, R. M., & Srinives, P. (2013). Detection of quantitative trait loci for mungbean yellow mosaic India virus (MYMIV) resistance in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) in India and Pakistan. *Breeding Science*, 63(4), 367-373.
- Kumar, A., & Sharma, K. D. (2009). Physiological responses and dry matter partitioning of summer mungbean (*Vigna radiata* L.) genotypes subjected to drought conditions. *Journal of Agronomy and Crop science*, 195(4), 270-277.
- Lal, G., Kim, D., Shanmugasundaram, S., & Kalb, T. (2006). Suggested cultural practices for mungbean. AVRDC Training Guide, Taiwan
- Lawn, R. J., & Ahn, C. S. (1985). Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek/*Vigna mungo* (L.) Hepper).
- Lawn, R. J., & Cottrell, A. (1988). Wild mungbean and its. *Biologist*, 35(5), 27.
- MAOLI, (2019). Myanmar Agriculture in Brief, 2018 and 2019. Naypyidaw: The Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation (MAOLI).
- Maréchal, R., & Baudoin, J. P. (1988). A base collection of wild and botanical forms of Phaseoleae-Phaseolinae. In Genetic Resources of Phaseolus Beans: Their maintenance, domestication, evolution and utilization (pp. 91-102). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Mbeyagala, K. E., Amayo R., Obuo, J. P., Pandey, A. K., War, A.R., & Nair, R. M. (2017). A manual for mungbean (greengram) production in Uganda. National Agricultural Research Organization(NARO), 32 pages

- Mei, L., Cheng, X. Z., Wang, S. H., Wang, L. X., Liu, C. Y., Sun, L., & Liu, C. J. (2009). Relationship between bruchid resistance and seed mass in mungbean based on QTL analysis. *Genome*, 52(7), 589-596.
- Mohan Naik, G., Abhirami, P., & Venkatachalapathy, N. (2020). Mung Bean. *Pulses: Processing and Product Development*, 1, 213-228.
- Montgomery, S., Guppy, C., Martin, R., Wright, G., Flavel, R., Phan, S., & Tighe, M. (2017). Productivity and profitability of upland crop rotations in Northwest Cambodia. *Field crops research*, 203, 150-162.
- Nair, R. M., Pandey, A. K., War, A. R., Hanumantharao, B., Shwe, T., Alam, A. K. M. M., & Schafleitner, R. (2019). Biotic and abiotic constraints in mungbean production—progress in genetic improvement. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1340.
- Nair, R., & Schreinemachers, P. (2020). Global status and economic importance of mungbean. *The mungbean genome*, 1-8.
- Oplinger, E.S., Hardman, L. L. Kaminski, A. R., Combs, S. M., Doll, J. D. (1990). Mungbean. In: *Alternative field crops manual*, Univ. Wisconsin, Cooperative Extension Service, Madison
- Pandey, A. K., Burlakoti, R. R., Kenyon, L., & Nair, R. M. (2018). Perspectives and challenges for sustainable management of fungal diseases of mungbean [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek var. *radiata*]: a review. *Frontiers in Environmental Science*, 6, 53.
- Pratap, A., Gupta, S., Rathore, M., Basavaraja, T., Singh, C. M., Prajapati, U., & Kumari, G. (2021). Mungbean. In *The beans and the peas* (pp. 1-32). Woodhead Publishing.
- Rohilla, V., Yadav, R. K., Poonia, A., Sheoran, R., Kumari, G., Shanmugavadivel, P. S., & Pratap, A. (2022). Association mapping for yield attributing traits and yellow mosaic disease resistance in mung bean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *Frontiers in Plant Science*, 12, 749439.
- Schafleitner, R., Nair, R. M., Rathore, A., Wang, Y. W., Lin, C. Y., Chu, S. H., & Ebert, A. W. (2015). The AVRDC–The World Vegetable Center mungbean (*Vigna radiata*) core and mini core collections. *BMC genomics*, 16(1), 1-11.

- Somta P., Laosatit K., Yuan, X. and Chen X. (2022). Thirty Years of Mungbean Genome Research: Where Do We Stand and What Have We Learned? *Frontiers in Plant Science*, 13, 12-23.
- Tateishi, Y., & Maxted, N. (2002). New species and combinations in *Vigna* subgenus *Ceratotropis* (Piper) Verdc.(Leguminosae, Phaseoleae). *Kew Bulletin*, 625-633.
- Tomooka, N., Akito, K., Takehisa, I., Duncan V., Peerasak S.,Prakit, S., Souvanh, T., Chay, B., Kongpanh, K., Phoumi, I., Muthaian, P., Natesan, S., Nanappan, R., Jaiwal, P.K., Tian, J., Umezawa, K. & Yokoyama, T. (2011).*Vigna* Genetic Resources. [https://www.gene.affrc.go.jp/pdf/misc/international-WS\\_14\\_11.pdf](https://www.gene.affrc.go.jp/pdf/misc/international-WS_14_11.pdf), erişim tarihi: 13.08.2023.
- Türkyay, C., & Karaman, R. (2021). Maş Fasulyesi Genotiplerinde Farklı Ekim Derinliklerinin Çimlenme ve Bazı Büyüme Parametreleri Üzerine Etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(1), 104-112.
- Vavilov, N. I. (1926). Studies on the Origin of Cultivated Plants... Institut de Botanique Appliquée et d'Amélioration des Plantes.
- Vijayalakshmi, P., Amirthaveni, S., Devadas, R. P., Weinberger, K., Tsou, S. C. S., & Shanmugasundaram, S. (2003). Enhanced bioavailability of iron from mungbeans and its effects on health of schoolchildren. AVRDC-WorldVegetableCenter.
- Xue Z, Wang C, Zhai L, Yu W, Chang H, Kou X, et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of mung bean (*Vigna radiata* L.), soybean (*Glycine max* L.) and black bean (*Phaseolus vulgaris* L. ) during the germination process. *Czech Journal of Food Sciences*,34(1):68–78.
- Yimram, T., Somta, P., & Srinives, P. (2009). Genetic variation in cultivated mungbean germplasm and its implication in breeding for high yield. *Field crops Research*, 112(2-3), 260-266.
- Zukovskij, P. M. (1962). Cultivated plants and their wild relatives. Cultivated plants and their wild relative

## BÖLÜM 5

### ARAZİ TOPLULAŞTIRMA PROJELERİNİN PARSEL ŞEKİL DEĞİŞİMİNE ETKİSİNİN ANALİZİ: MANYAS/SALUR MAHALLESİ ÖRNEĞİ, TÜRKİYE

Öğr. Gör. Ömer ACAR<sup>1</sup> Arş. Gör. Halil Burak AKDENİZ<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8373721>

---

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Göksun Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, oacar@ksu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-2382-8594

<sup>2</sup> Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü Konya, Türkiye. hbakdeniz@ktun.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-9504-051X





## GİRİŞ

Tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirildiği alanlar, ülkenin kalkınmasında önemli bir sosyo-ekonomik ve kültürel rol oynamakla birlikte çevresel ve ekolojik olarak da gereklidir (Dacko vd., 2021). İnsanların temel beslenme ihtiyaçlarının karşılama noktasında ülkelerin kendi kendine yetebilmesi (Kakli, 1979) ve gıda güvencesinin sağlanması (Rivera ve Qamar, 2003), doğrudan ve dolaylı olarak istihdam olanakları tarımsal faaliyetlerle gerçekleştirilmektedir (De Haas, 2007). Bunun yanı sıra milli gelire katkısı düşünüldüğünde ekonomik büyümenin itici güçlerinden biridir (Till, 2022). Tarım alanları bir çok bitki ve hayvan türüne ev sahipliği yapmasıyla biyoçeşitliliğe katkısı bulunmaktadır (Tayleur vd., 2017).

Tarımsal üretimde parsellerin mekânsal dağılımı, parsel sayısı, alanı ve geometrik şekli tarımsal işletmelerin ekonomisini önemli ölçüde etkilemektedir (Bayram ve Değirmenci 2018; Alkan vd., 2021). Topografya, miras yolu ile bölünme, toprak üzerindeki demografik baskı gibi birçok faktör arazi parçalanmasına ve küçük tarımsal işletmelerin oluşmasına sebep olmuştur (Coelho vd., 2001). Arazi parçalanması tarımsal alanların bozulmasındaki temel sebepler arasında yer almaktadır (Harasimowicz vd., 2017). Bu sorunu çözmek için dünya çapında birçok ülkede uygulanmakta olan ve en uygun arazi yönetim yaklaşımı olarak görülen arazi toplulaştırma (AT) çalışmaları yer almaktadır (Demetriou vd., 2012; Lök ve Değirmenci, 2019).

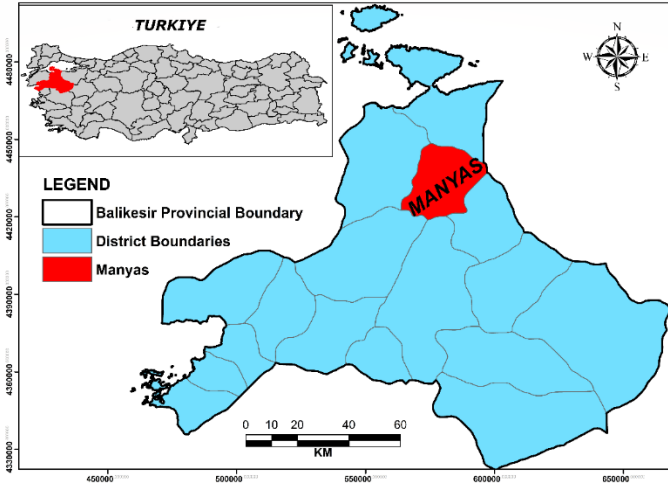
AT çalışmaları ile dağınık ve parçalı olan tarım arazilerinin birleştirilmesi, tarımsal mekanizasyona uygun forma getirilmesi, yol-sulama-tahliye şebekelerini tesis edilmesi, çiftçi ve ailesinin yaşam koşullarının iyileştirilmesi amacıyla kırsal alanlarda uygulanan düzenlemeleri içermektedir (Cebeci, 2019). AT projelerinde düzenleme kapsamında parsel şekillerinde yapılacak iyileştirmeler; makinelerin arazi de uygun kullanılmasına, yakıt maliyetinin düşürülmesine ve kullanılmayan alanın azalmasına olanak

sağlamaktadır (Ertunç, 2021; Akdeniz vd., 2022). Bu nedenle AT projelerinde mümkün olduğu kadar dikdörtgen şeklinde parseller oluşturmaya çalışılmaktadır.

AT projeleri tamamlanması ile birlikte proje sonrası oluşan parcel şekillerinin değişimlerinin belirlenmesi önemli bir değerlendirme kriteridir. Bu çalışmada Salur mahallesinde AT proje öncesi ve sonrası şekil indeksi, fraktal büyüklük indeksi, şekil faktörü, kare piksel ölçeği ve alan çevre oranı indeksleri kullanılarak parcel şekil değişimleri değerlendirilmiştir. Yapılan analizlerle hem bu indislerin tutarlılıkları hem de AT projelerinde kullanılabilirliği araştırılmıştır.

### • ÇALIŞMA ALANI

Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Balıkesir ili, Manyas ilçesi, Salur mahallesi çalışma alanını oluşturmaktadır (Şekil 1). Çalışma alanı, 198.34 ha'dır. Manyas ilçe merkezine 6 km uzaklıktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 30 metre olup, ova üzerine kurulmuştur. 2022 yılı nüfus sayımı verilerine göre toplam nüfusu 996'dır.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası

Akdeniz iklimi özelliği gösteren bölgede kışlar serin ve yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçmektedir. Topraklarının çok verimli olması sebebiyle bölge halkının temel geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Sulu araziden yılda iki kez ürün alabilmek mümkündür. Tarımsal üretim olarak daha çok mısır, ayçiçeği, pirinç, domates ve buğday yetiştirilmektedir. Süt ve süt ürünleri ile meşhur olan bölgede küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin özel bir yeri vardır. Çalışma alanında “arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri” projesi 2020 yılında tamamlanarak tapu sicilinde tescil ettirilmiştir.

### • MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Adalya Mühendislik Müşavirlik Hizmetleri şirketinden temin edilen Salur mahallesi arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projesine ait tescile esas sayısal ve öznitelik verilerinden yararlanılmıştır. Çalışmada; parsel alan ve çevre uzunluğunun hesaplanmasında, parsel şekillerinin belirlenmesinde, indeks değerlerinin hesaplanmasında ve tematik haritaların oluşturulmasında, LiTOP 7, ArcMap 10.5 ve NetCAD 8.5 yazılımlarından yararlanılmıştır.

Bu çalışmada, Salur mahallesinde yapılan AT projesi kapsamında öncelikle projenin genel değerlendirmesi ve parsellerin geometrik şekil analizi yapılmıştır. Proje sahasında AT öncesi ve sonrası parsel şekil değişimlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesinde şekil indeksi, fraktal büyüklük indeksi, şekil faktörü, kare piksel ölçeği ve alan çevre oranı indeksleri kullanılmıştır (Tablo 1).

“Şekil İndeksi (SI)”, AT ve tarla içi geliştirme hizmetleri projelerinde parsel şekil değişimlerinin değerlendirmesi amacıyla kullanılmaktadır (McGarigal ve Marks, 1995). SI değeri,  $1 \leq SI \leq \infty$  aralığında değerler almaktadır. SI değerinin 1 ve 1'e yakın olduğu değerler parsel şekillerinin kare ve dikdörtgen (yaklaşık 1/4 ile 1/6 en/boy oranı) gibi düzgün geometrik şekillere

yakın olduğunu göstermektedir. SI değeri, 1’den uzaklaştıkça düzensiz ve şekilsiz parselleri ifade etmektedir (Aslan vd., 2007).

“Fraktal Büyüklük İndeksi (FD)”, parsel şekillerini oransal olarak tanımlamak için kullanılan indekslerden biridir (Değirmenci vd., 2017). FD değeri,  $1 \leq FD \leq 2$  aralığında değerler almaktadır. FD değeri, 1’e yaklaştıkça kare gibi düzgün geometrik parsel şekillerini belirtirken, 2’ye yakın değerler ise düzensiz ve şekilsiz parselleri göstermektedir (Gonzalez vd., 2004).

**Tablo 1.** Parsel şekil indeksleri

İndeksler	Formül	Optimum Değer	Değer Aralıkları	Kaynaklar
Şekil İndeksi (SI)	$SI = \frac{P\mathcal{C}}{2\sqrt{\pi PA}}$	1	$1 \leq SI \leq \infty$	McGarigal ve Marks (1995)
Fraktal Büyüklük İndeksi (FD)	$FD = \frac{2 \ln P\mathcal{C}}{\ln PA}$	1	$1 \leq FD \leq 2$	Gonzalez ve ark. (2004)
Şekil Faktörü (FORM)	$FORM = \frac{4\pi PA}{P\mathcal{C}^2}$	1	$0 < FORM < 1$	Russ (2002)
Kare Piksel Ölçeği (SqP)	$SqP = \frac{1 - (4\sqrt{PA})}{P\mathcal{C}}$	0	$0 \leq SqP \leq 1$	Frohn (2006)
Alan Çevre Oranı (APR)	$APR = \frac{P\mathcal{C}}{\sqrt{PA}}$	1	-	Libecap ve Lueck (2009)

Russ (2002) tarafından geliştirilen “Şekil Faktörü (FORM)” indeksi,  $0 \leq FORM \leq 1$  aralığında değerler almaktadır. Bir parsel şeklinin FORM değeri 1’e yaklaştığında kare ve dikdörtgen (yaklaşık 1/4 ile 1/6 en/boy oranı) gibi düzgün geometrik şekilleri gösterirken, 0’a yakın değerler ise düzensiz ve şekilsiz parselleri ifade etmektedir.

“Kare Piksel Ölçeği (SqP)”, Frohn (2006) tarafından geliştirilmiştir. SqP değerinin 1’e yakın olduğu değerler düzensiz ve şekilsiz geometrik şekle sahip parselleri göstermektedir.

“Alan Çevre Oranı (APR)” indeksinde, optimum değer 1 ve 1’e yakın olan değerlerdir. Bu değerlere yakın olan APR değeri, düzgün geometrik şekle sahip parselleri göstermektedir.

## • BULGULAR

Salur mahallesi AT projesi kapsamında toplam 175 adet işletme olup, AT öncesi işletmelere ait toplam parsel sayısı 313 iken AT sonrası toplam parsel sayısı 120'ye düşmüş ve toplulaştırma oranı %61.66 olarak hesaplanmıştır. Proje sahasında ortalama parsel büyüklüğü AT öncesi 6.34 da AT sonrası 15.38 da olarak tescil işlemleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Salur mahallesi proje özet raporu

	AT Öncesi	AT Sonrası
Parsel Alanı (ha)	198.34	184.53
Parsel Sayısı	313	120
Ortalama Parsel Büyüklüğü (da)	6.34	15.38
Kesinti Oranı (%)	6.33	
Toplulaştırma Oranı (%)	61.66	

Parsel geometrisi tarımsal mekanizasyona etki eden kriterler arasında olmakla birlikte tarımsal üretim için uygun parsel geometrisinin en boy oranı 1/3 ile 1/7 arasında olan dikdörtgen olması gerekmektedir. Tarımsal üretim için geometrik şekil uygunluğu sırasıyla dikdörtgen, yamuk, şekilsiz ve üçgen olarak literatürde yerini almıştır. (Çay ve Acar, 2022). Çalışma alanında yapılan parsel şekil analizinde dikdörtgen parsel sayısı yaklaşık %19'dan %58'e yükselmiş, yamuk şekline sahip parsel sayısı yaklaşık %47'den %32'ye düşmüştür (Tablo 3).

**Tablo 3.** Salur mahallesi parsel şekilleri

Parsel Şekli	AT Öncesi		AT Sonrası	
	Adet	Oran	Adet	Oran
Üçgen	23	7.35	3	2.50
Kare	7	2.24	5	4.17
Dikdörtgen	59	18.85	69	57.50
Yamuk	147	46.96	38	31.67
Şekilsiz	77	24.60	5	4.17
<b>Toplam</b>	<b>313</b>	<b>100.00</b>	<b>120</b>	<b>100.00</b>

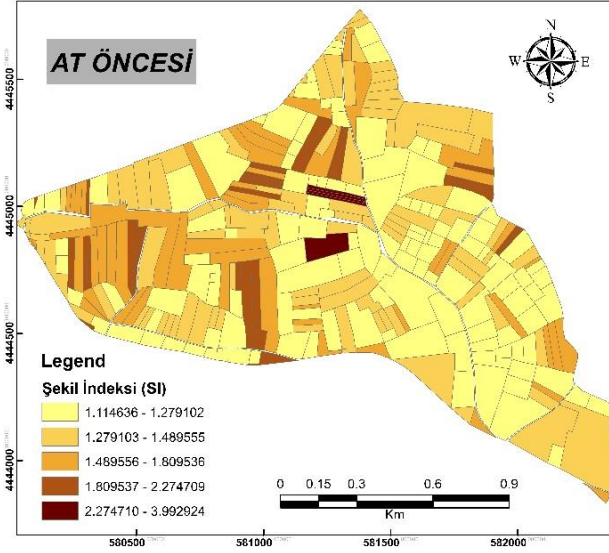
Salur mahallesi AT öncesi ve sonrası parsel şekil değişimlerinin tespit edilmesinde kullanılan indekslere ait tanımlayıcı temel istatistiksel sonuçlar Tablo 4’te verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, AT öncesi ve sonrası medyan değerlerinin birbirine yakın olması çalışmada kullanılan verilerin benzer istatistiksel dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. İndekslerin minimum, maksimum ve ortalama değerleri incelendiğinde SI, FD ve FORM indekslerine ait sonuçların değer aralığı içinde olduğu belirlenmiştir. AT öncesi ve sonrası indekslere ait ortalama değerler incelendiğinde SI, FD ve FORM indekslerinin parsel şekil değişimlerini daha iyi yansıttığı anlaşılmaktadır.

**Tablo 4.** Tanımlayıcı temel istatistik sonuçları

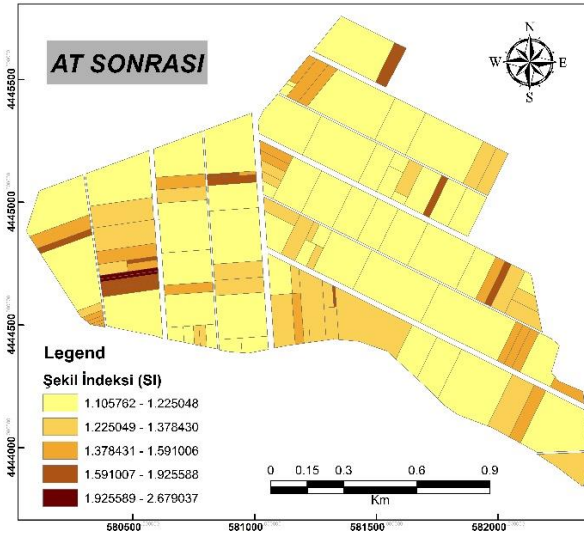
İndeksler	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma	Varyans
SI önce	1.1146	3.9929	1.4265	1.3317	0.3484	0.1214
SI sonra	1.1058	2.6790	1.3374	1.2585	0.2471	0.0611
FD önce	1.2775	1.9139	1.3871	1.3699	0.0771	0.0059
FD sonra	1.2505	1.8539	1.3523	1.3401	0.0879	0.0077
FORM önce	0.0627	0.8049	0.5496	0.5638	0.1733	0.0300
FORM sonra	0.0627	0.8179	0.5942	0.6302	0.1612	0.0260
SqP önce	-1.0105	-0.2807	-0.8205	-0.8429	0.1440	0.0207
SqP sonra	-1.0191	-0.4192	-0.8625	-0.8941	0.1230	0.0151
APR önce	3.9513	14.1545	5.0568	4.7210	1.2352	1.5257
APR sonra	3.9198	9.4969	4.7409	4.4613	0.8762	0.7676

Şekil indeksi,  $1 \leq SI \leq \infty$  aralığında değerler almaktadır. Bu indeks değerinin 1’e yaklaşması parsel şekillerinin tarıma uygun ve elverişli, düzenli şekillere (kare, dikdörtgen) sahip olduğunu ifade etmektedir. Parsellerin en/boy oranının büyüdükçe SI değeri 1’den uzaklaşır ve parsellerin düzensiz şekillere sahip olduğunu gösterir (Ertunç, 2021). Çalışma alanına ait AT öncesi ve sonrası şekil indeksi haritaları Şekil 2’de verilmiştir. SI değeri AT öncesinde 1.1146 ile 3.9929, AT sonrası ise 1.1058 ile 2.6790 değerleri arasında

değişmiştir. Ortalama SI değeri, AT öncesinde 1.4265 olarak hesaplanmış iken AT sonrası 1.3374 olarak hesaplanmıştır. Hem Tablo 4 hem de Şekil 2 ve 3 incelendiğinde, AT öncesi ve sonrasında parsel şekil indeksi değerlerinde iyileşme olduğu anlaşılmaktadır. Ertunç (2021) ve Aslan vd. (2007) çalışmalarında, ortalama SI değerine göre AT sonrası parsel şekillerinde iyileşme olduğunu belirlemiştir.



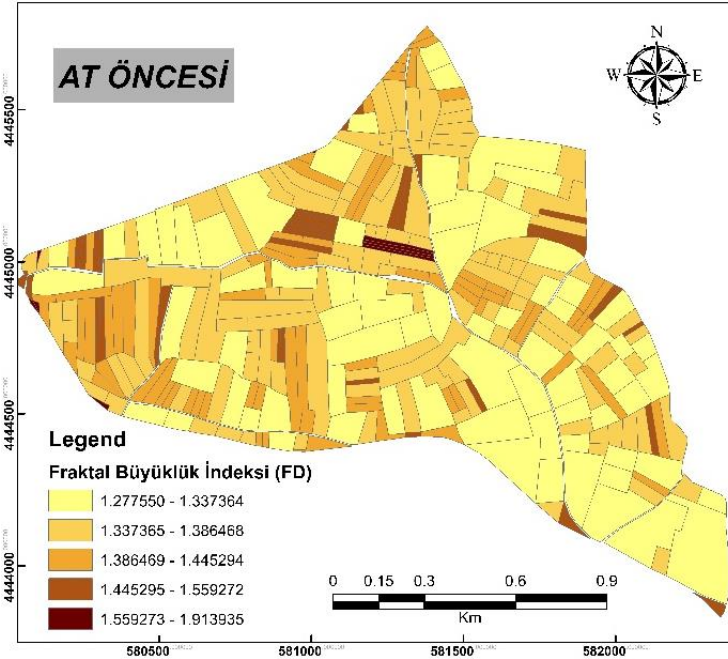
Şekil 2. AT öncesi Şekil İndeksi (SI) haritası



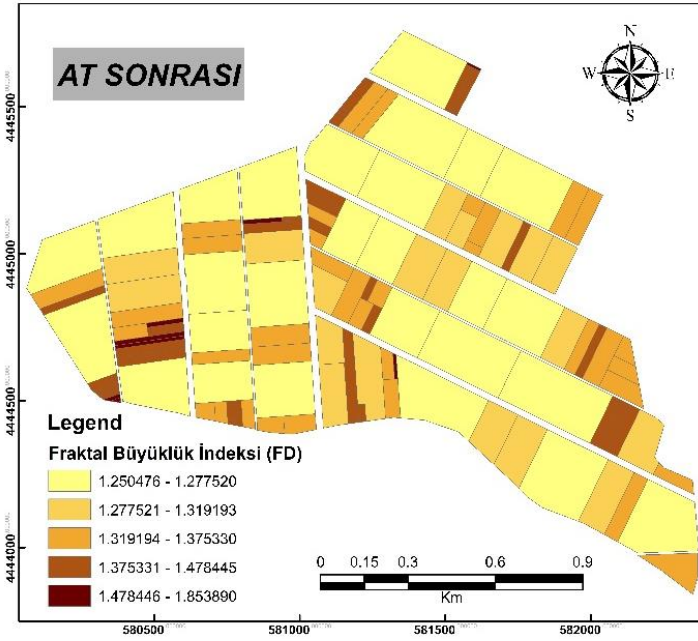
Şekil 3. AT sonrası Şekil İndeksi (SI) haritası



Fraktal büyüklük indeksi,  $1 \leq FD \leq 2$  aralığında değerler almaktadır. Bu indeks değerinin 1'e yaklaşması parsel şekillerinin tarımsal üretim için en uygun ve ekonomik şekillere (kare, dikdörtgen) sahip olduğunu ifade etmektedir. Çalışma alanına ait AT öncesi ve sonrası fraktal büyüklük indeksi haritaları Şekil 3'te verilmiştir. FD değeri AT öncesinde 1.2775 ile 1.9139, AT sonrası ise 1.2505 ile 1.8539 değerleri arasında değişmiştir. Ortalama FD değeri, AT öncesinde 1.3871 olarak hesaplanmış iken AT sonrası 1.3523 olarak hesaplanmıştır. Tablo 4 ile Şekil 4 ve 5 incelendiğinde, AT sonrası FD değerinin 1'e yaklaştığı görülmektedir. Bu sonuçlar, AT sonrası düzgün şekilli parsel sayısının arttığı ve parsel şekillerinde iyileşme olduğunu göstermektedir. Kirmikil ve Arıcı (2013) yaptıkları çalışmada, AT sonrası FD değerlerinde iyileşme olduğunu belirlemiştir.

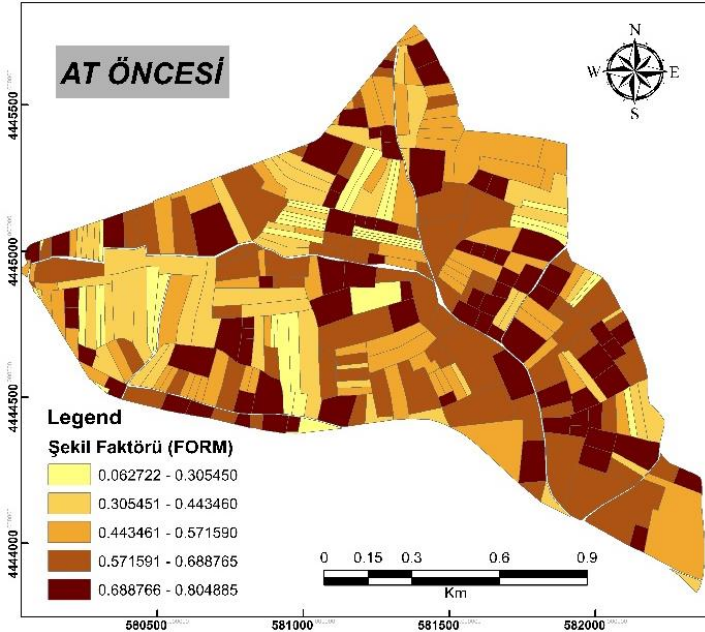


Şekil 4. AT öncesi fraktal büyüklük (FD) indeksi haritası

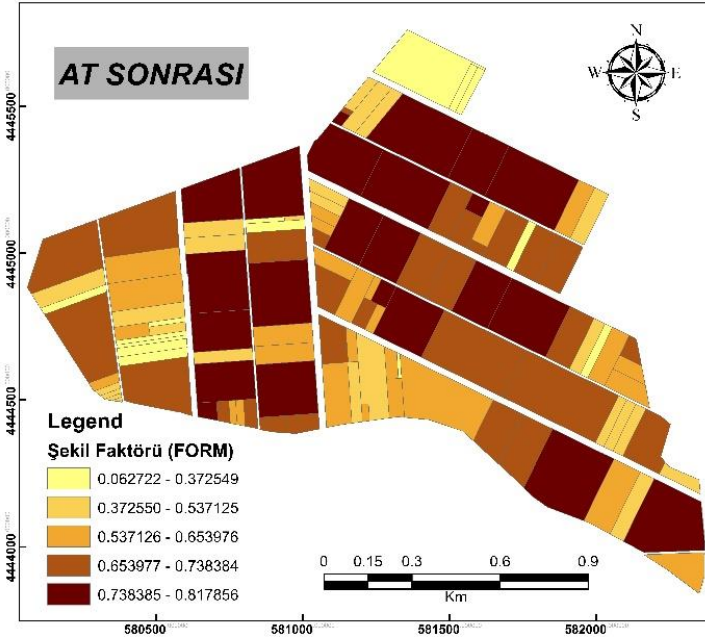


Şekil 5. AT sonrası fraktal büyüklük (FD) indeksi haritası

Şekil faktörü indeksi,  $0 \leq \text{FORM} \leq 1$  aralığında değerler almaktadır. Bu indeks değerinin 1'e yaklaşması parsel şeklinin tarımsal işletmecilik ve üretim yönünden uygun bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Çalışma alanına ait AT öncesi ve sonrası şekil faktörü indeksi haritaları Şekil 6 ve 7'de verilmiştir. FORM değeri AT öncesinde 0.0627 ile 0.8049, AT sonrası ise 0.0627 ile 0.8179 değerleri arasında değişmiştir. Ortalama FORM değeri, AT öncesinde 0.5496 olarak hesaplanmış iken AT sonrası 0.5942 olarak hesaplanmıştır. AT sonrası parsel şekillerinde şekil faktörü indeksine göre de iyileşme olduğu tespit edilmiştir. Jiao ve Liu (2012)'de çalışmasında, FORM değerlerine göre AT sonrası parsel şekillerinde iyileşme olduğunu belirlemiştir.

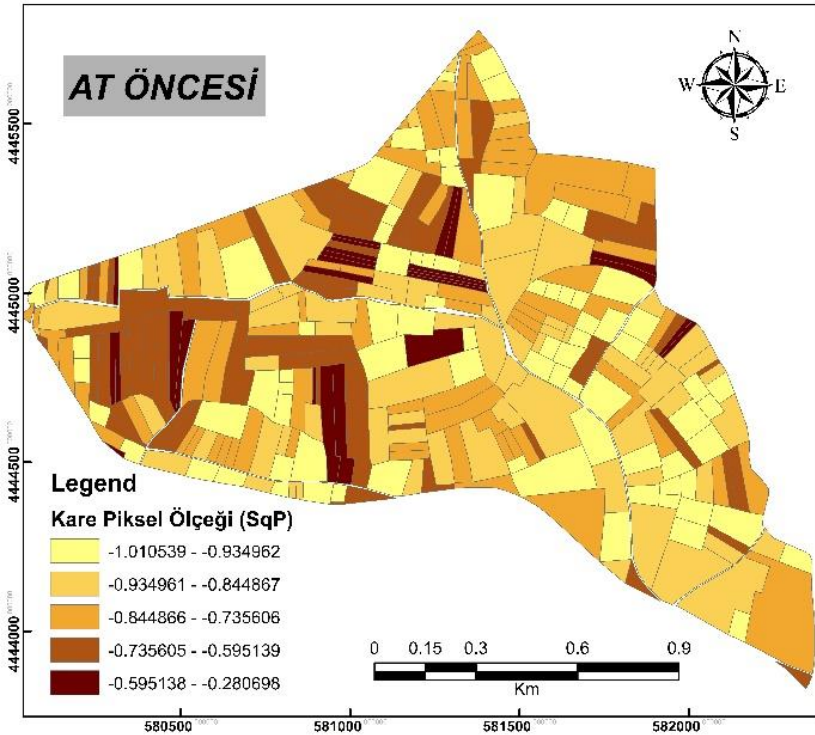


Şekil 6. AT öncesi şekil faktörü (FORM) indeksi haritası

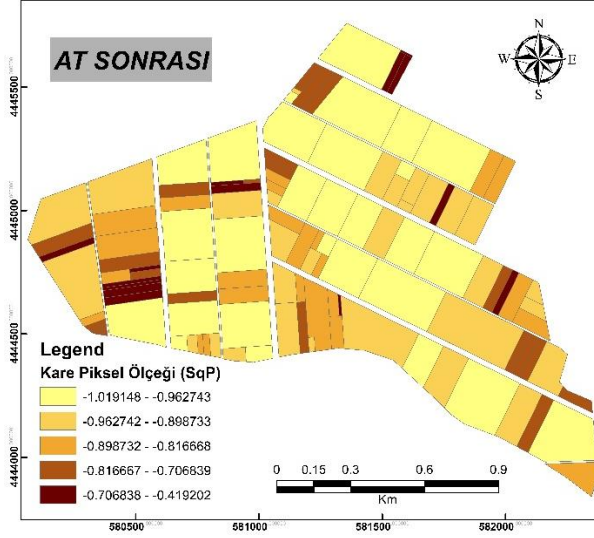


Şekil 7. AT sonrası şekil faktörü (FORM) indeksi haritası

Kare piksel ölçeği indeksi,  $0 \leq SqP \leq 1$  aralığında değerler almaktadır. Bu indeks değerinin 0'a yaklaşması parsel şeklinin düzenli parsel şekline (kare, dikdörtgen) sahip olduğunu göstermektedir. Çalışma alanına ait AT öncesi ve sonrası kare piksel ölçeği indeksi haritaları Şekil 8 ve 9'da verilmiştir. SqP değeri AT öncesinde -1.0105 ile -0.2807, AT sonrası ise -1.0191 ile -0.4192 arasında değişmiştir. Ortalama SqP değeri, AT öncesinde -0.8205 olarak hesaplanmış iken AT sonrası -0.8625 olarak hesaplanmıştır. Değirmenci vd (2019) çalışmalarında, AT öncesi minimum, maksimum ve ortalama SqP değerlerini -1.02, -0.34 ve -0.81 olarak, AT sonrası ise -1.02, -0.35 ve -0.82 olarak hesaplamıştır.

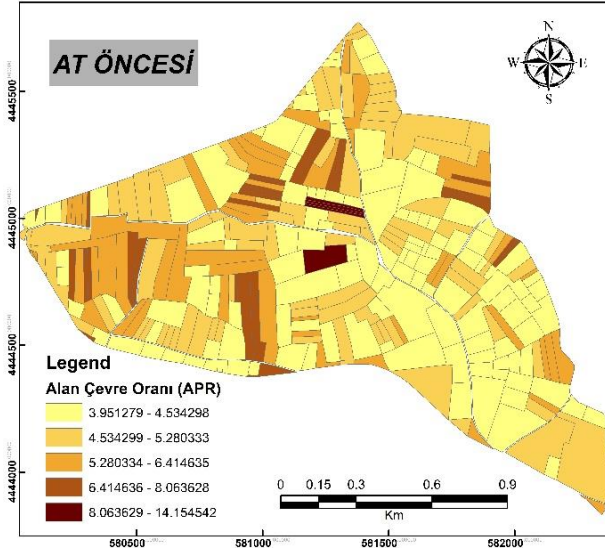


Şekil 8. AT öncesi Kare Piksel Ölçeği (SqP) indeksi haritası

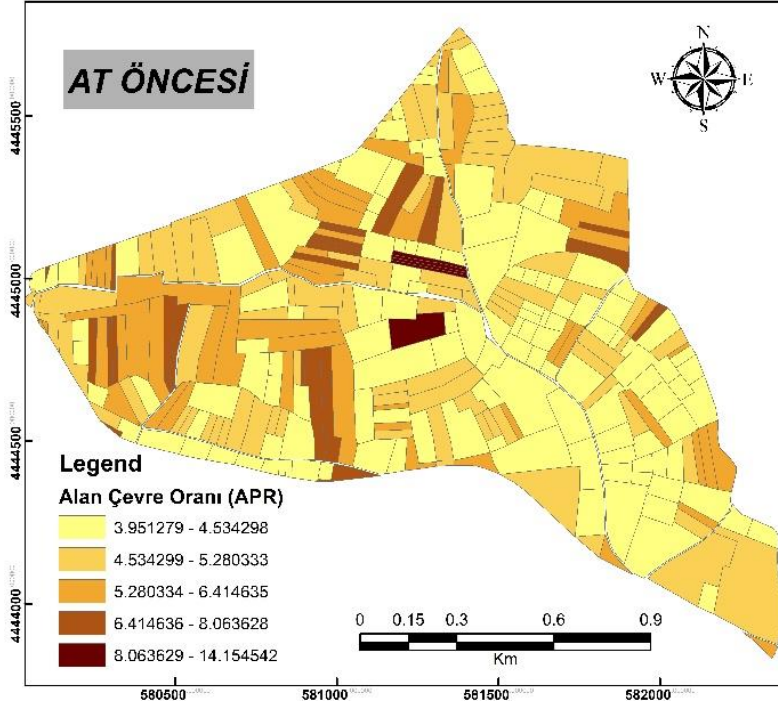


Şekil 9. AT sonrası Kare Piksel Ölçeği (SqP) indeksi haritası

AT öncesi ve sonrası alan çevre indeksi haritaları Şekil 6’da verilmiştir. AT öncesi minimum, maksimum ve ortalama APR değerleri sırasıyla 3.9513, 14.1545 ve 5.0568 olarak, AT sonrası ise 3.9198, 9.4969 ve 4.7409 olarak hesaplanmıştır. Hem Tablo 4 hem de Şekil 10 ve 11 incelendiğinde, AT öncesi ve sonrasında alan çevre indeksi değerlerinde iyileşme olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 10. AT öncesi Alan Çevre İndeksi (APR) haritası



Şekil 11. AT sonrası Alan Çevre İndeksi (APR) haritası

## SONUÇ

AT projeleri kırsal alanlarda en az maliyet ve iş gücü ile en fazla verim elde etmeyi amaçlamaktadır. Yapılan düzenleme çalışmaları içerisinde tarımsal mekanizasyona uygun geometrik şekillerin oluşturulması da yer almaktadır. Bu bağlamda geometrik şekillerde yapılan iyileştirmeler tarımsal üretimde yakıt maliyetinin ve iş gücünün azalmasında etkili faktör olarak değerlendirilmektedir. Bu sebeple AT projeleri sonrasında parsel şekillerinin uygunluğunun araştırılması ve değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Salur Mahallesi'nde AT öncesi ve AT sonrası geometrik şekil analizi, şekil indeksi (SI), fraktal büyüklük indeksi (FD), şekil faktörü (FORM), kare piksel ölçeği (SqP) ve alan çevre oranı (APR) indeksleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler Coğrafi Bilgi Sistemi ile haritaları oluşturulmuştur.

Proje sahasında AT öncesi parsellerin geometrik şekillerinde yamuk ağırlıkta olmasına karşın AT sonrası yapılan düzeltme neticesinde ağırlık dikdörtgene kaymıştır. Proje sahasında az miktarda da olsa şekilsiz ve üçgen parsel oluşması blok planlarından ve proje dış sınırının düz bir hat halinde olmamasından kaynaklanmaktadır.

Şekil indeksine göre AT öncesi 1.1146 ile 3.9929 aralığında yer alırken AT sonrası 1.1058 ile 2.6790 aralığında yer almıştır. Şekil indeksi değerine göre proje öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında hem elde edilen en küçük ve en büyük değer arasındaki aralık daralmış hem de 1'e yakınlık artmıştır.

Fraktal büyüklük indeksine göre AT öncesinde 1.2775 ile 1.9139 aralığında yer alırken AT sonrası 1.2505 ile 1.8539 aralığında yer almıştır. Fraktal büyüklük indeksine göre proje öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında hem elde edilen en küçük ve en büyük değer arasındaki aralık daralmış hem de 1'e yakınlık artmıştır.

Şekil faktörüne göre AT öncesinde 0.0627 ile 0.8049 aralığında yer alırken AT sonrası 0.0627 ile 0.8179 aralığında yer almıştır. En küçük değerler sabit kalırken en büyük değerde 1'e yakınlık artmıştır.

Kare piksel ölçeğine göre AT öncesinde -1.0105 ile -0.2807 aralığında yer alırken AT sonrası -1.0191 ile -0.4192 aralığında yer almıştır. Proje öncesi ve proje sonrası durum karşılaştırıldığında en küçük değer ile en büyük değer arasındaki aralık daralmasına karşı 1'e yakınlık azalmıştır.

Alan çevre oranına göre AT öncesinde 3.9513 ile 14.1545 aralığında yer alırken AT sonrası 3.9198 ile 9.4969 aralığında yer almıştır. Proje öncesi ve proje sonrası durum karşılaştırıldığında en büyük değerde ciddi bir azalma olduğu görülmektedir.

Salur Mahallesi'nde yapılan projede tarımsal mekanizasyona uygun geometrik şekle sahip parsel sayısında artış olduğu görülmektedir. Yapılan analizlere göre bu proje sahasında şekil indeksi, fraktal büyüklük indeksi ve şekil faktörü daha doğru ve yakın sonuçlar üretmiştir.



**KAYNAKÇA**

- Akdeniz H.B., Cay T., İnam S., (2022). Evaluation of land consolidation impact criteria for rural development. *Intercontinental Geoinformation Days*. 4:151-154.
- Alkan, T., Durduran, S.S., ve Okka, C.T. (2021). Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değişimsel Analizi: Konya/Akören/Çatören Mahallesi Örneği. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3(2), 365-375.
- Aslan, S.T., Gundogdu, K.S. and Arici, I. (2007). Some metric indices for the assessment of land consolidation projects. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(9), pp. 1390-1397.
- Bayram, R. ve Değirmenci, H. (2018). Arazi toplulaştırma projelerinde parsel şekillerinin analizi: Niğde Misli Ovası 2. kısım Yıldıztepe örneği. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 500510.
- Cebeci, Ö. (2019). Burdur-Yeşilova-Sazak Köyü arazi toplulaştırma projesinin metrik indeksler kullanılarak değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Isparta.
- Coelho, J.C., Pinto, P.A., and Da Silva, L.M. (2001). A systems approach for the estimation of the effects of land consolidation projects (LCPs): a model and its application. *Agricultural systems*, 68(3), 179-195.
- Çay, T., Acar, Ö. (2022). Balıkesir İlinde Yapılan Arazi Toplulaştırma Projelerinin Teknik Analizi, Geçmişten Günümüze Balıkesir'in Kültürel Mirası, Cilt:4, S. 67-98 Palet Yayınları, E- ISBN:978-625-6401-09-9.
- Dacko, M., Wojewodzic, T., Pijanowski, J., Tazsakowski, J., Dacko, A., and Janus, J. (2021). Increase in the Value of Agricultural Parcels—Modelling and Simulation of the Effects of Land Consolidation Project. *Agriculture*, 11(5), 388.

- Değirmenci, H., Arslan, F., Tonçer, R. and Yoğun, E. (2017). Arazi toplulaştırma öncesi parsel şekilleri ve arazi parçalanmasının değerlendirilmesi: Niğde Misli Ovası Tırhan Köyü örneği. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 34(3), pp. 182-189.
- Değirmenci, H., Arslan, F. and Keten, M. (2019). Arazi toplulaştırma projelerinde parsel şekillerinin değişimi: Şanlıurfa Bozca Köyü örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(3), pp. 557–565.
- De Haas, H. (2007). *The Impact of International Migration on Social and Economic Development in Moroccan Sending Regions: A Review of Empirical Literature*. Oxford: University of Oxford, International Migration Institute, Working Paper No. 3
- Demetriou, D., Stillwell, J., and See, L. (2012). Land consolidation in Cyprus: why is an integrated planning and decision support system required?. *Land use policy*, 29(1), 131-142.
- Ertunç, E. (2021). Arazi toplulaştırma projelerinde parsel şekil değişiminin nicel değerlendirmesi: Konya ili Çumra ilçesi Abditolu mahallesi örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1), pp. 1-10.
- Frohn, R.C. (1998). *Remote sensing for landscape ecology: new metric indicators for the monitoring, modeling, and assessment of ecosystems*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Gonzalez, X.P., Alvarez, C.J. and Crecente, R. (2004). Evaluation of land distributions with joint regard to plot size and shape. *Agricultural Systems*, 82(1), pp. 31-43.
- Harasimowicz, S., Janus, J., Bacior, S., and Gniadek, J. (2017). Shape and size of parcels and transport costs as a mixed integer programming problem in optimization of land consolidation. *Computers and electronics in agriculture*, 140, 113-122.
- Jiao, L. and Liu, Y. (2012). Analyzing the shape characteristics of land use classes in remote sensing imagery. *ISPRS Annals of the*

- Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 1, pp. 135-140.
- Kakli, M. S. (1979). Planning For Meeting Basic Food-Nutrition Needs and Agricultural Development. Agricultural Education for Development in the Middle East, Proceedings of the Conference on The Role of Agricultural Education in the Development of the Middle East, 24-28 April
- Kirmikil, M. and Arici, I. (2013). The role of land consolidation in the development of rural areas in irrigation areas. Journal of Food. Agriculture & Environment, 11(2), pp. 1150-1155.
- Libecap, G. and Lueck, D. (2009). The demarcation of land and the role of coordinating institutions. Cambridge, MA, National Bureau of Economic Research Working Paper No. 14942.
- Lök, E., ve Değirmenci, H. (2019). Arazi Toplulaştırma Projelerinde Arazi Parçalılık Analizi: Niğde İli Hasaköy ve Bağlama Köyleri Örneği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(5), 744-750.
- McGarical, K. and Marks, B.J. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report No PNW-GTR-351.
- Rivera, W.M., and Qamar, M.K. (2003). Agricultural Extension, Rural Development and The Food Security Challenge. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Russ, J.C. (2002). The image processing handbook. 4th ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Tayleur, C., Balmford, A., Buchanan, G.M., Butchart, S.H.M., Ducharme, H., Green, R.E., Milder J.C., Sanderson F.J., Thomas D.H.L., Vickery J., Phalan, B. (2017). Global Coverage of Agricultural Sustainability

Standards, and Their Role in Conserving Biodiversity. *Conservation Letters*, 10(5), 610-618

Till, E. R. (2022). *The Role of Agriculture in Economic Development. Agriculture for Economic Development in Africa: Evidence from Ethiopia*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.



## BÖLÜM 6

### ARAZİ TOPLULAŞTIRMA PROJELERİNİN ARAZİ PARÇALANMASI DEĞİŞİMİNE ETKİSİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: MANYAS / YENİKÖY MAHALLESİ ÖRNEĞİ, TÜRKİYE

Arş. Gör. Halil Burak AKDENİZ<sup>1</sup> Öğr. Gör. Ömer ACAR<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8373751>

---

<sup>1</sup> Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü Konya, Türkiye. [hbakdeniz@ktun.edu.tr](mailto:hbakdeniz@ktun.edu.tr), Orcid ID: 0000-0002-9504-051X

<sup>2</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Göksun Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, [ocacar@ksu.edu.tr](mailto:ocacar@ksu.edu.tr), Orcid ID: 0000-0002-2382-8594



## GİRİŞ

Dünya nüfusunun sürekli artmasına karşın ekilebilir tarım topraklarının giderek azalması, doğal afetler ve salgın hastalıklar, sınırlı ve kıt bir doğal kaynak olan bu alanların üzerindeki baskıyı daha da arttırmaktadır. Tarım topraklarının korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir şekilde kullanılabilmesi amacıyla, ekonomik açıdan tarımsal üretime uygun arazilerin geliştirilmesi ve niteliklerine uygun olarak kullanılması önem taşımaktadır (Lök ve Değirmenci, 2019). Bu ancak sürdürülebilir bir arazi yönetimi ve kırsal kalkınma politikalarının (karar alma, planlama, projelendirme ve uygulama) hayata geçirilmesiyle mümkün olacaktır (Akdeniz vd., 2023).

Türkiye'deki tarım arazileri işletme düzeyinde dağınık, küçük ve elverişsiz biçimde şekillenmiş alanlardan oluşmaktadır. Türkiye'deki tarımsal işletmelerin %80.7'si 100 dekardan daha küçük alana sahiptir (Lök ve Değirmenci, 2019). Tarımsal işletmelerin ortalama parsel sayısı 5.9 adet iken ortalama parsel büyüklüğü ise 12.9 dekadır (TÜİK, 2018). Modern tarım işletmeciliği esaslarına uygun değildir. Türkiye'deki tarımsal arazilerin parçalanmasının nedenleri arasında “miras, veraset, alım-satım ve göç”, “çiftçiye topraklandırmak adına toprak dağıtılması”, “doğal koşullar ve coğrafi şartlar”, “şehirleşme ve imar faaliyetleri” ve “tarımsal faaliyetler” yer almaktadır. Bu faaliyetler tarımsal üretim yapılan arazilerin parçalanmasına yol açmaktadır.

Arazi parçalanması, bir işletmeye ait parsellerin birbirinden ayrı, dağınık ve çok sayıda parçalara ayrılması olarak tanımlanabilir. Arazi parçalanması, tarımsal üretimde verimliliği ve karlılığı etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Latruffe ve Piet, 2014; Colombo ve Villanueva, 2018). Tarım arazilerinin parçalı olması; işçilik giderlerinin artmasına, işletmenin parsel sayısı ile orantılı olarak fazla yol kat etmesi zaman ve yakıt kaybına neden olacaktır. İşletmeye ait küçük ve dağınık tarım arazileri; tarımsal makinelerin



kullanılmasındaki verimliliğin düşmesine ve aşınmasına, yol ve sulama-drenaj gibi altyapı ve üst yapı yatırımlarını olumsuz etkilemektedir. Bu durumda, sürdürülebilir arazi yönetimi ve kırsal kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesini engellemektedir.

Arazi parçalanmasının bu etkilerinin önlenmesi ve sürdürülebilir kırsal kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için Arazi Toplulaştırma (AT) ve tarla içi geliştirme hizmetleri projeleri birçok ülkede uygulanmaktadır (Djanibekov vd., 2012; Janus ve Markuszewska, 2017; Colombo ve Perujo-Villanueva, 2018). Yoğunlu (2013) tarafından “tarımsal üretimde verimliliğin ve etkinliğin artırılması amacıyla işletmelere ait küçük parseller halinde bölünmüş, farklı yerlere dağılmış veya elverişsiz biçimde şekillenmiş arazilerin modern tarım işletmeciliği esaslarına en uygun şekilde birleştirilmesi, şekillendirilmesi ve düzenlenmesi işlemi” olarak tanımlanan AT, tarımsal arazilerin miktarını ve kalitesini iyileştirmek, arazi parçalanması azaltmak, arazi şekil ve mülkiyet yapısını düzenlemek, modern tarımsal kalkınma altyapısını geliştirmek, kırsalda ikamet eden nüfusun sosyo-kültürel ve ekonomik açıdan yaşam standartlarını yükseltmek, kırsal çevre ekolojisini iyileştirmek için kullanılan etkin bir arazi yönetim aracıdır (Akdeniz vd., 2023).

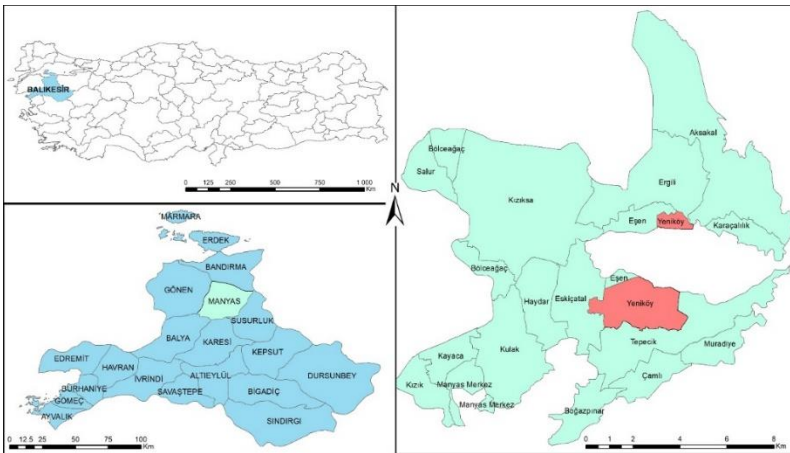
Çok amaçlı, maliyetli ve büyük emek gerektiren AT projelerinin hedeflenen faydayı sağlaması gerekmektedir. Bu nedenle, AT projeleri başarı/fayda performansının değerlendirilmesi gerekir. Proje başarısının değerlendirilmesinde farklı kriterler kullanılmaktadır. Arazi parçalanması değişimi analizi, AT proje performansının değerlendirilmesindeki en önemli kriterlerden biridir. Arazi parçalanması değişimini analiz etmek ve değerlendirmek için birtakım indeksler geliştirilmiştir (Simmons, 1964; Januszewski, 1968; Ibozurike, 1974; Schmook, 1976; Demetriou vd., 2011; Looga vd., 2018). Bu indeksler, arazi parçalanma değişiminin belirlenmesi için

birçok çalışmada kullanılmıştır (Gasiorowski ve Bielecka, 2014; Değirmenci vd., 2017; Popov, 2017; Katona vd., 2017; Ciaian vd., 2018; Ertunç, 2020).

Bu çalışma da Balıkesir ili, Manyas ilçesi, Yeniköy mahallesinde arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası arazi parçalanması değişimini Januszewski (JI) ve Simmons (SI) indeksleri kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda arazi toplulaştırma projelerinin arazi parçalanmasını azaltmadaki etkisi değerlendirilmiş ve arazi parçalanması indekslerinin sürdürülebilir kırsal kalkınma hedeflerini gerçekleştirmedeki önemine yönelik çıkarımlar yapılarak öneriler sunulmuştur.

### • Çalışma Alanı

Çalışma alanı Balıkesir ili, Manyas ilçesi, Yeniköy mahallesi sınırlarında yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma alanı, 698.28 ha'dır. Manyas ilçe merkezine 11 km uzaklıktadır. Çalışma alanının kuzeyinde Türkiye'nin en büyük yedinci gölü olan Manyas Kuş Gölü bulunmaktadır. 2022 yılı nüfus sayımı verilerine göre toplam nüfusu 241 kişidir. Çalışma alanı ve çevresinde karakteristik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Akdeniz ikliminin temel özelliği; kışların serin ve yağışlı, yazların ise sıcak ve kurak olmasıdır.



Şekil 12. Çalışma alanı lokasyon haritası

Çalışma alanının ekonomisi, tarım ve hayvancılığa dayalıdır. Bölge halkının yaklaşık olarak %80'i geçimini bu sektörde sağlamaktadır. Ova üzerine kurulu olması makineli tarımın gelişmesine neden olmuştur. Sulu araziden yılda iki kez ürün alabilmek mümkündür ve hektar başına verim Türkiye ortalamasının üstündedir. Tarımsal üretim olarak daha çok ayçiçeği, buğday, pancar ve domates yetiştirilmektedir. Süt ve süt ürünleri ile meşhur olan bölgede özellikle merinos ve kıvrıcık türü küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yaygındır.

- **Materyal Metot**

Bu çalışmada, Yeniköy mahallesi arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projesine ait tescile esas sayısal ve öznitelik verilerinden yararlanılmıştır. Çalışmada; JI ve SI indeks değerlerinin hesaplanmasında ve tematik haritaların oluşturulmasında, LiTOP 7, NetCAD 8.5 ve ArcMap 10.5 yazılımları kullanılmıştır.

Çalışmanın birinci aşamasında, Yeniköy arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projesine ait parsel sayısı, işletme sayısı, işletmenin ortalama parsel sayısı ve ortalama büyüklüğü, toplulaştırma oranı bilgileri değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, AT öncesi ve sonrası arazi parçalanmasının belirlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla Januszewski indeksi ve Simmons indeksi kullanılmıştır. Januszewski ve Simmons indeksi, arazi/parsel parçacılığının belirlenmesinde sıklıkla kullanılan parçacılık indekslerindedir (Popov, 2017; Akkaya Aslan, 2018; Ertunç, 2020). Arazi parçacılığının JI ve SI indeksleri hesaplanarak belirlenmesinde temel parametreler, bir işletmeye ait her bir parselin alanı ve işletmenin toplam parsel alanıdır.

**Januszewski indeksi (JI):** Arazi parçalanmasını değerlendirmek için kullanılan indekslerden birisi olan Januszewski indeksi, bir işletmenin toplam parsellerinin alanı (TPA) ile her bir parçalanmış parsel alanının (PA) sayısal bir

göstergesi olarak tanımlanmaktadır (Januszewski 1968; McGarigal vd., 1995). JI indeks değerinin hesaplanmasına ilişkin formül Eşitlik 1’de verilmiştir.

$$JI = \frac{\sqrt{TPA}}{\sum_{i=1}^n PA_i} \quad (1)$$

Ji değeri,  $0 \leq JI \leq 1$  aralığında değerler almaktadır. Ji değeri, 1’e yaklaştıkça arazi parçalanmasının azaldığı gösterirken, 0’a yaklaştıkça arazi parçalanmasının arttığını göstermektedir. Ji indeks değerlerinin 1’e eşit olması işletmenin tek bir parselde sahip olduğunu göstermektedir (McGarigal vd., 1995).

**Simmons indeksi (SI):** Simmons indeksi, arazi parçalanmasının sayısal bir ölçütünü belirtmekte kullanılmaktadır. SI değeri,  $0 \leq SI \leq 1$  aralığında değerler almaktadır. SI indeks değerinin hesaplanmasına ilişkin formül Eşitlik 2’de verilmiştir.

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^n PA_i^2}{PA^2} \quad (2)$$

SI değeri, 1’e yaklaştıkça arazi parçalanmasının azaldığı ve işletmenin modern tarım işletmeciliği esaslarına en uygun hale geldiğini ifade etmektedir. SI değeri, 0’a yaklaştıkça işletmenin parçalı ve tarımsal üretime uygun olmayan işletme haline geldiğini göstermektedir. İşletmenin tek bir parseli var ise SI değeri 1’e eşittir (Simmons, 1964).

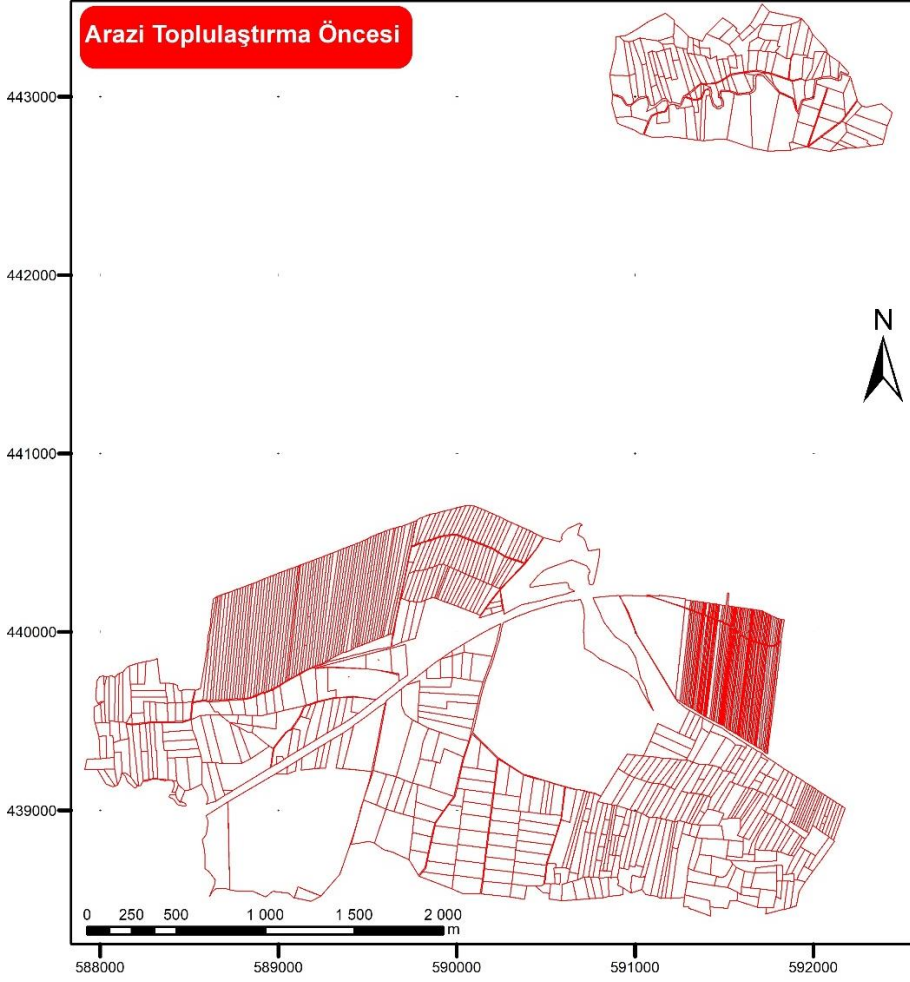
### • Bulgular

Yeniköy arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projesine ait genel bilgiler Tablo 1’de verilmiştir. Çalışma alanındaki toplam işletme sayısı 573’tür. AT öncesi işletmelere ait toplam parsel sayısı 805 iken AT sonrası bu sayı 396’ya düşmüştür.

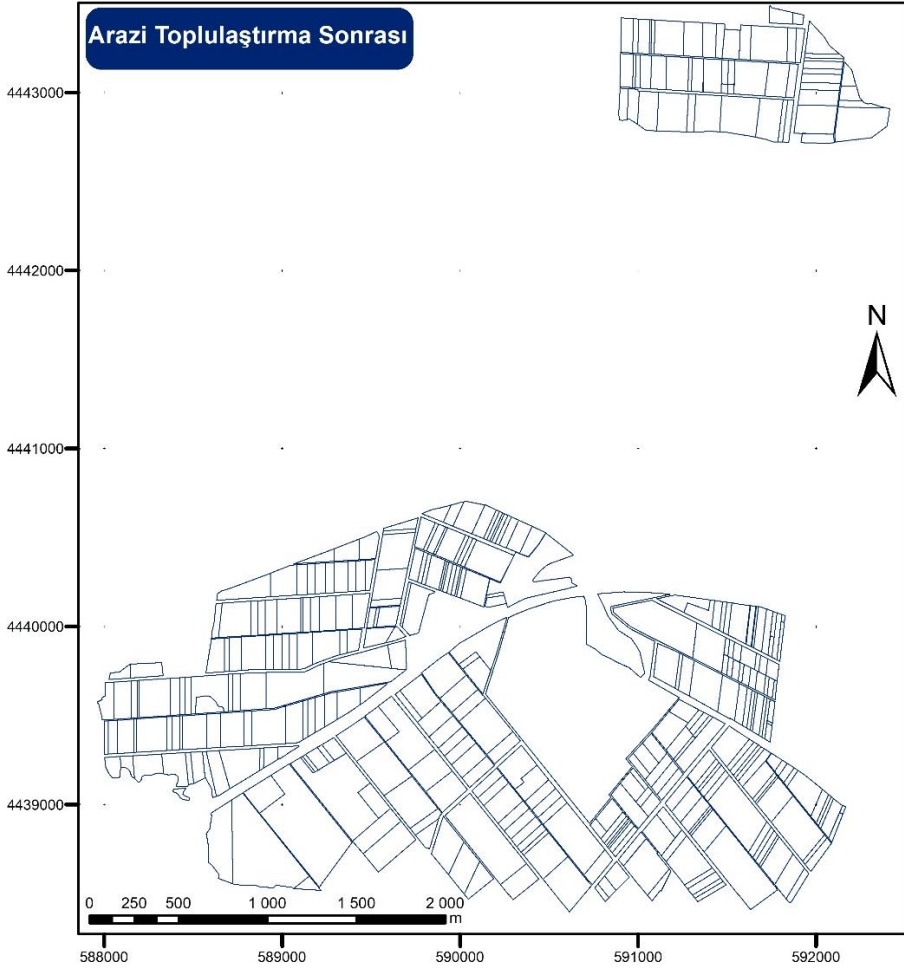
**Tablo 5.** Proje alanının AT öncesi ve sonrası parsel ve işletme bilgileri

AT Proje Bilgileri	AT Öncesi	AT Sonrası
Proje alanı (da)	696.28	636.18
Parsel sayısı	805	396
İşletme sayısı	573	573
İşletmenin ortalama parsel sayısı	1.40	0.69
Ortalama parsel büyüklüğü (da)	8.65	16.07
Ortalama işletme büyüklüğü (da)	12.15	11.10
Toplulaştırma Oranı (%)	50.81	

Proje sahasında toplulaştırma oranı %50.81 olarak hesaplanmıştır. AT öncesi ortalama parsel büyüklüğü 8.65 da iken AT sonrası 16.07 da olmuştur. Toplulaştırma sonrası proje sahasındaki ortalama parsel büyüklüğü %85.82 oranında artış göstermiştir. AT sonrası Türkiye’deki işletmelere ait ortalama parsel büyüklükleri her ne kadar proje sahasının coğrafi özelliklerine ve büyüklüğüne göre değişim gösterse de (Döner ve Kaya, 2021; Akdeniz vd., 2023), çalışma alanındaki AT projesinin ‘ortalama parsel büyüklüğü ve işletme başına düşen ortalama parsel sayısına etkisi’ bakımından hedefine ulaştığı ve arazi parçalanmasını azalttığı tespit edilmiştir. Çalışma alanının AT öncesi ve sonrası parsellasyon haritası Şekil 2 ve 3’te verilmiştir.



Şekil 13. AT öncesi çalışma alanı parselyasyon haritası



**Şekil 14.** AT sonrası çalışma alanı parselasyon haritası

Yeniköy arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projesine dahil olan 573 işletmeden 540 işletmeye ait AT öncesi ve sonrası minimum, maksimum, ortalama ve medyan Januszewski ve Simmons indeks değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2’de verilen istatistiksel değerler incelendiğinde, AT öncesi JI değerleri 0.12 ile 1.00 arasında değişmekte iken AT sonrasında 0.30 ile 1.00 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. AT öncesi ortalama JI değeri 0.81 iken AT sonrası bu değer 0.88’e yükselmiştir.

**Tablo 6.** AT öncesi ve sonrası JI ve SI indeksi istatistiksel değerleri

	JI		SI	
	AT öncesi	AT sonrası	AT öncesi	AT sonrası
<b>Minimum</b>	0.12	0.30	0.02	0.15
<b>Maksimum</b>	1	1	1	1
<b>Ortalama</b>	0.81	0.88	0.74	0.84
<b>Medyan</b>	1	1	1	1
<b>Standart sapma</b>	±0.2484	±0.1807	±0.3276	±0.2475

AT öncesi SI değerleri 0.02 ile 1.00 arasında değişmekte iken AT sonrasında 0.15 ile 1.00 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. AT öncesi ortalama SI değeri 0.74 olarak hesaplanmış iken AT sonrasında bu değer 0.84'e yükselmiştir. AT öncesi ve sonrası, ortalama JI ve SI değerlerindeki pozitif yönlü değişim (1'e yaklaşma) Lök ve Değirmenci (2019) ve Ertunç (2020) çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

AT öncesi ve sonrası işletmelere ait JI ve SI değerleri 5 gruba ayrılarak değerlendirilmiştir. AT öncesi ve sonrası JI ve SI değer aralıklarına göre veriler Tablo 3'te verilmiştir. JI ve SI değerlerinin 0.80 ile 1.00 arasında olması işletmelerin arazi parçalanması yönünden ideal bir durumda olduğunu belirtmekte iken 0.00 ile 0.40 arasında olması arazi parçalanmasının fazla olduğu işletmeleri temsil etmektedir (Ertunç ve Janus, 2021). AT öncesi JI değeri 0.81 ile 1.00 arasında olan işletme sayısı 317 iken AT sonrası %17 oranında artarak 371 işletmeye çıkmıştır. Yeniköy proje alanındaki işletmelerin %68.7'si arazi parçalanması bakımında ideal duruma yaklaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca AT sonrası JI indeksi 0.00 ile 0.20 değerleri arasında olan işletme yoktur.

JI değerlerinde olduğu gibi SI değerlerinde de belirgin bir iyileşmenin olduğu görülmektedir. AT öncesi SI değeri 0.81 ile 1.00 arasında 321 adet işletme bulunurken, AT sonrasında 0.81 ile 1.00 değerleri arasında yer alan



işletme sayısı %17 oranında artış göstererek 377'ye yükselmiştir. İşletmelerin %69.8'inin arazi parçalanması yönünde ideal bir duruma yaklaştığı tespit edilmiştir. AT öncesi SI değeri 0.40'tan küçük olan işletme oranı %20.6 iken AT sonrasında bu oranın %9.4'e düştüğü belirlenmiştir. Tablo 3'te 1'e yaklaşan JI ve SI değerleri arazi parçalanmasının azaldığını gösterdiğinden, arazi toplulaştırma sonrası arazi parçalanmasının önemli düzeyde azaldığı görülmüştür.

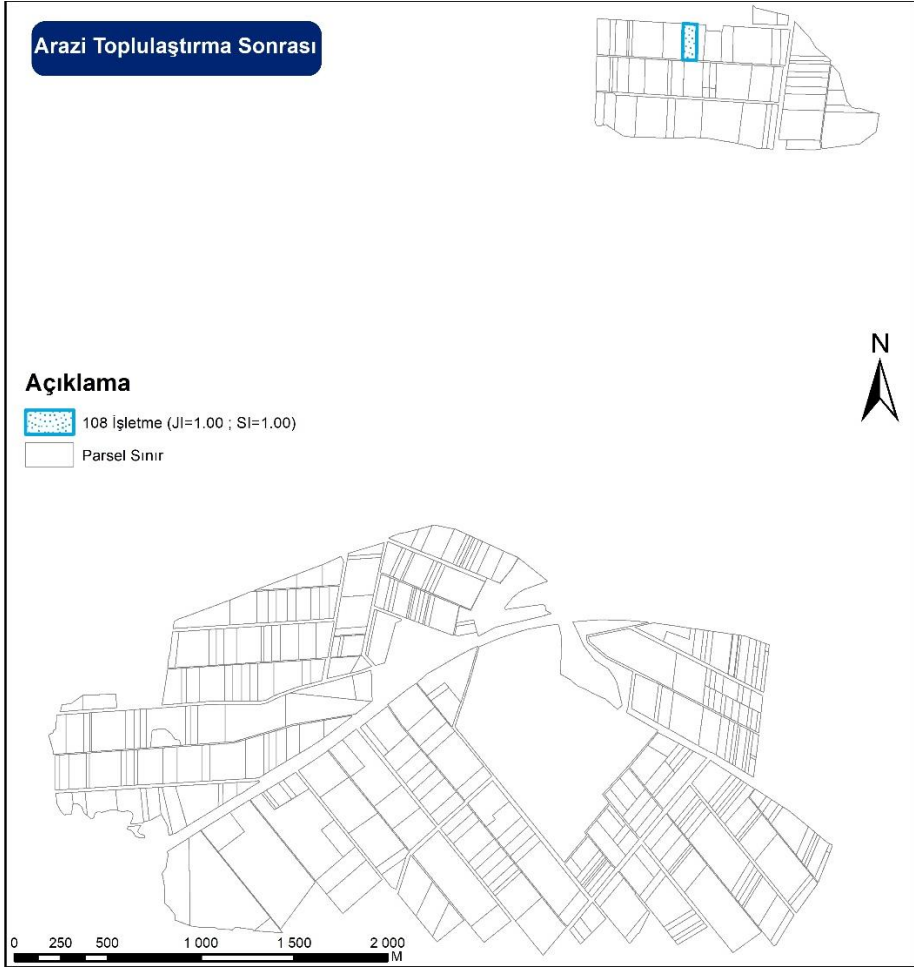
**Tablo 7.** AT öncesi ve sonrası JI ve SI indeks değer aralıkları göre işletme sayıları

İndeks değer aralıkları	JI				SI			
	AT öncesi işletme sayısı		AT sonrası işletme sayısı		AT öncesi işletme sayısı		AT sonrası işletme sayısı	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
<b>0.00 – 0.20</b>	3	0.5	0	0.0	62	11.5	5	0.9
<b>0.21- 0.40</b>	55	10.2	3	0.5	49	9.1	46	8.5
<b>0.41 – 0.60</b>	64	11.9	58	10.8	69	12.8	72	13.4
<b>0.61 – 0.80</b>	101	18.7	108	20.0	39	7.2	40	7.4
<b>0.81 – 1.00</b>	317	58.7	371	68.7	321	59.4	377	69.8
<b>Toplam</b>	540	100.0	540	100.0	540	100.0	540	100.0

Çalışma alanında, AT öncesi ve sonrası JI ve SI indeks değerleri en fazla değişen işletmenin (108 numaralı) parsel değişimi Şekil 3'te gösterilmiştir. Mavi (108 numaralı) renkte gösterilen işletmenin AT öncesi JI ve SI değerleri 0.28 ile 0.10 olarak hesaplanmış iken AT sonrası her iki indeks değeri 1 olarak hesaplanmıştır. Şekil 4 ve 5'te görüldüğü üzere, JI ve SI indeksleri arazi parçalanması değişiminin belirlenmesinde kolaylıkla yararlanılabilecek değerler ortaya koymuştur.

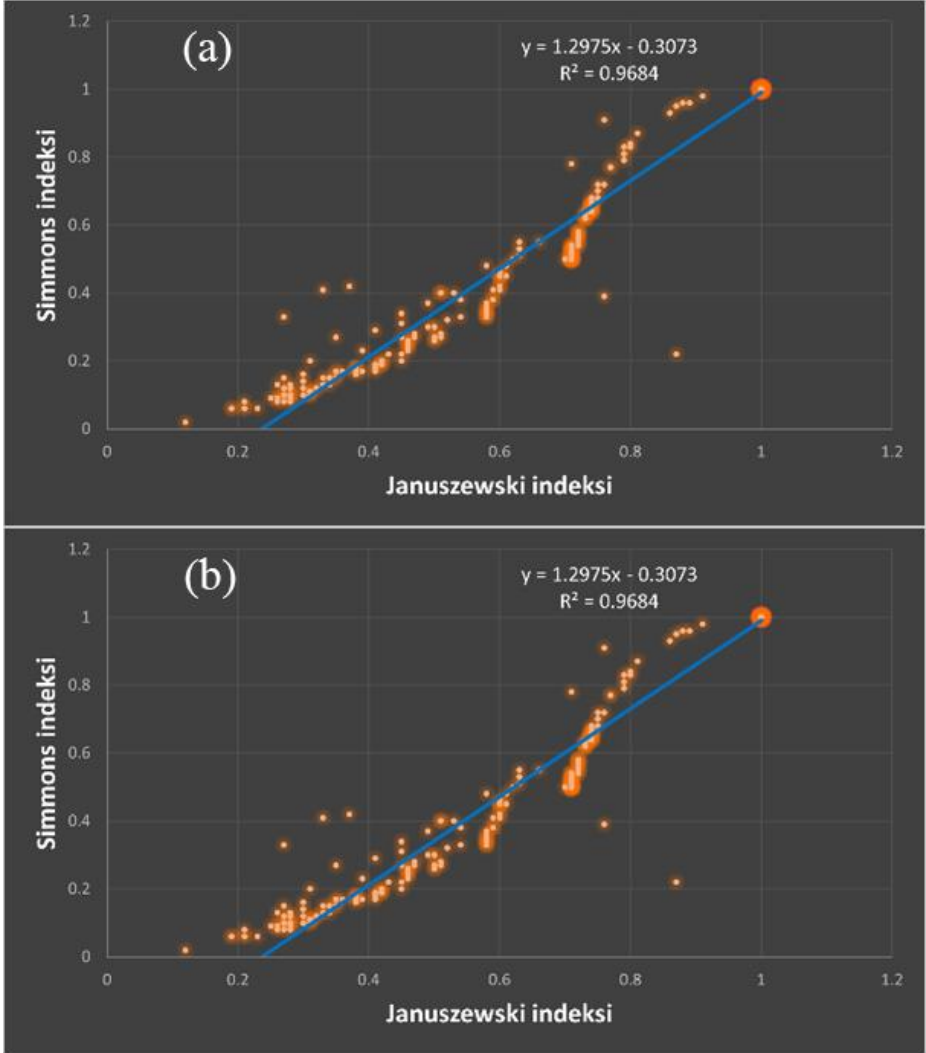


Şekil 15. AT sonrası indeks değerleri en fazla değişen işletme



**Şekil 16.** AT sonrası indeks değerleri en fazla değişen işletme

Januszewski ve Simmons indeksleri arasındaki korelasyonu belirlemek için çizilen regresyon grafiği Şekil 6'da gösterilmiştir. AT öncesi ve sonrası JI ve SI indeksleri arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir ( $R^2=0.97$  ve  $R^2=0.96$ ). Bu sonuçlar, arazi parçalanması değişiminin belirlenmesinde her iki indeksin birbirinin yerine kullanılabileceğini göstermiştir.



Şekil 17. AT öncesi (a) ve sonrası (b) JI ve SI değerleri arasındaki ilişki

## SONUÇ

Arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projeleri yoğun emek ve zaman isteyen, maliyeti yüksek çok amaçlı kırsal kalkınma projeleridir. Bu nedenle, proje başarı performansının değerlendirilmesi büyük bir öneme sahiptir. AT projelerinin en temel amaçlarından birisi olan işletme bazında arazi parçalanmasının azaltılması, başarı performansının değerlendirilmesi gereken en önemli ölçütlerinden biridir. Arazi

parçalanmasının derecesini değerlendirmek amacıyla geliştirilen JI ve SI indeksleri, hesaplama kolaylığı, hızlı ve sonuçların anlaşılabilir olması nedeniyle Türkiye’de gerçekleştirilen AT proje sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılabilir en temel indekslerdir. Çalışmanın sonuçları, JI ve SI indekslerinin AT öncesi ve sonrası arazi parçalanması değişiminin belirlenmesinde kullanılabilirliğini göstermektedir. Ancak bu iki indeks değerleri hesaplanırken, sadece parsel alan büyüklüğünü değerlendirdiğinden ve parseller arasındaki uzaklık ölçülmediğinden dolayı aynı büyüklükte olan parseller birbirinden mesafe olarak çok uzakta bile olsa aynı parçalanma indeks değerini vermektedir. Bu durum JI ve SI indekslerinin kullanımını belirli ölçüde sınırlandırmaktadır. Bu nedenle AT projelerinin başarı performansının değerlendirilmesinde hem alan hem de mesafeyi ölçen Structural indeks, Scattering indeks vb. indekslerin de kullanılması önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Akdeniz, H.B., İnam, Ş. ve Çay, T. (2023). Türkiye’de uygulanmış arazi toplulaştırma projelerinin kırsal kalkınmaya etkisi bakımından değerlendirilmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(1), pp. 18-30.
- Akkaya Aslan Ş.T. (2018) Arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası arazi parçalılık değişimlerinin analizi: Denizli Tavas İlçesi Pınarlar Köyü örneği. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5(3), pp. 364–371.
- Ciaian, P., Guri, F., Rajcaniova, M., Drabik, D., Gomez, Y. and Palomaa, S. (2018). Land fragmentation and production diversification: A case study from rural Albania. Land Use Policy, 76, pp. 589–599.
- Colombo, S. and Villanueva, M.P. (2018). Inefficiency due to parcel fragmentation in olive orchards. Acta Hortic. pp. 159–164. <https://doi.org/10.17660/>
- Değirmenci, H., Arslan, F., Tonçer, R. ve Yoğun, E. (2017). Arazi toplulaştırma öncesi parsel şekilleri ve arazi parçalanmasının değerlendirilmesi: Niğde Misli Ovası Tırhan Köyü örneği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(3), pp.182-189.
- Demetriou, D., Stillwell, J. and See, L. (2011). The development and evaluation of a new model for measuring land fragmentation. University of Leeds, School of Geography, Working Paper11/05.
- Djanibekov N., Van Assche K., Bobojonov I, and Lamers J.P. (2012). Farm restructuring and land consolidation in Uzbekistan: new farms with old barriers. Eur-Asia Stud, 64, pp. 1101–1126.
- Döner, H. ve Kaya, S., (2021). Bingöl ili merkez ilçe köylerinde uygulanan arazi toplulaştırma projesinin kırsal alan planlaması yönüyle değerlendirilmesi. Türk Doğa ve Fen Dergisi,10(2), pp. 34-41.
- Ertunç, E. (2020). Analysis of the effect of land consolidation projects in terms of land fragmentation and parcel shapes: the case of Konya, Turkey.

- Arabian Journal of Geosciences, 13(10), pp. 350.  
<https://doi.org/10.1007/s12517-020-05344-4>.
- Ertunç, E. and Janus, J. (2021). Arazi toplulaştırma projelerinin arazi parçalanma değişimine etkisi: Türkiye ve Polonya örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(1), pp. 226-234.
- Gasiorowski, J. and Bielecka, E. (2014). Land Fragmentation Analysis Using Morphometric Parameters. In *Environmental Engineering. Proceedings of the International Conference on Environmental Engineering. ICEE (Vol. 9, p. 1)*. Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics & Property.
- Igbozurike, M.U. (1974). Land tenure, social relations and the analysis of spatial discontinuity. *Area*, 6, pp. 132–135.
- Januszewski, J.J.G.P. (1968). Index of land consolidation as a criterion of the degree of concentration. *Geographia Polonica*, 14, pp. 291-296.
- Janus, J. and Markuszewska, I. (2017). Land consolidation – a great need to improve effectiveness. A case study from Poland. *Land Use Policy* 65, pp.143–153. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.03.028>.
- Katona J, Czimer K. and Podör, A. (2017). Land consolidation based on cluster analysis. *Acta Polytechnica Hungarica*, 14(4), pp.141-154.
- Latruffe, L. and Piet, L. (2014). Does land fragmentation affect farm performance? A casestudy from Brittany, France. *Agricultural Systems.*, pp. 129, 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.005>.
- Looga, J., Jürgenson, E., Sikk, K., Matveev, E. and Maasikamäe, S. (2018). Land fragmentation and other determinants of agricultural farm productivity: The case of Estonia. *Land Use Policy*, 79, pp. 285–292.
- Lök, E. ve Değirmenci, H. (2019). Land fragmentation analysis of land consolidation project: a case study of Hasaköy and Bağlama villages in Niğde. *KSÜ Tarım ve Doga Dergisi*, 22(5), pp. 744-750. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.528383>.

- McGarigal K, and Marks, B. (1995). FRAGSTAT: spatial pattern analysis program for Quantiy Fying landscape structure. <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>.
- Popov, A. (2017). Assessment of land fragmentation based on the information obtained from four village councils in Poltava and Kharkiv regions. *Econ Ann-XXI*, 164(3-4), pp. 56–60. <https://doi.org/10.21003/ea.V164-13>.
- Schmook, G. (1976). The spontaneous evolution from farming on scattered strips to farming in severalty in Flanders between the sixteenth and twentieth centuries: A quantitative approach to the study of farm fragmentation. *Fields, farms and settlement in Europe*, Belfast, Ulster Folk and Transport Museum, pp. 107–117.
- Simmons, A.J. (1964). An index of farm structure with a Nottinghamshire example. Department of Geography university of Nottingham.
- TÜİK (2018). Tarımsal İşletme Yapı Araştırması. Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, Sayı 24869.
- Yoğunlu, A., (2013). Arazi toplulaştırma faaliyetleri, TRB1 bölgesi (Bingöl, Elâzığ, Malatya, Tunceli). Fırat Kalkınma Ajansı





## BÖLÜM 7

### SİYAH SARIMSAK: ÜRETİMİ, ÖZELLİKLERİ VE GIDA UYGULAMALARI

Arş. Gör. Emre TURAN<sup>1</sup> Doç. Dr. Atilla ŞİMŞEK<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8373755>

---

<sup>1</sup> Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ordu, Türkiye, [trnemre@yahoo.com](mailto:trnemre@yahoo.com) Orcid ID: 0000-0002-4289-0107

<sup>2</sup> Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ordu, Türkiye, [atillasimsek62@yahoo.com](mailto:atillasimsek62@yahoo.com) Orcid ID: 0000-0003-2092-1803



## GİRİŞ

Sarımsak (*Allium sativum*) çeşni olarak kullanımının yanı sıra çeşitli hastalıklara karşı geleneksel bir ilaç olarak yüzyıllardır yaygın şekilde kullanılan bir gıdadır (Morbidoni ve ark., 2001; Kim ve ark., 2012). Antimikrobiyal, antiviral, antikanser, antioksidan, antihipertansif özellikleri dahil olmak üzere geniş oranda biyoaktif etkilere sahiptir (El-Saber Batiha ve ark., 2020; Ahmed ve Wang, 2021). Öte yandan, taze sarımsak tüketimine atfedilen birçok sağlığa yararlı özelliklere rağmen hoşça gitmeyen sarımsak nefes ve vücut kokusu, alerjik reaksiyonlar, gastrointestinal sorunlar ve cilt problemleri gibi olumsuz etkiler nedeniyle işlenmemiş çiğ sarımsak tüketimi sınırlıdır (Morbidoni ve ark., 2001; Borrelli ve ark., 2007). Ülkemizdeki kişi başı sarımsak tüketim miktarının düşük olması (<1 kg/yıl) (Akan ve Ünüvar, 2017), yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı pek çok kişinin taze sarımsak tüketiminden kaçındığını desteklemektedir. Bu nedenle, yararlı özelliklerin korunduğu ve hatta artırıldığı gelişmiş organoleptik özelliklere sahip sarımsak ürünleri elde etmek için birçok yeni endüstriyel işlem araştırılmaktadır (Toledano-Medina ve ark., 2016). Bu kapsamda, sarımsağın lezzetini arttırmak ve rahatsız edici kokusunu gidermek için ısı uygulaması, fermentasyon, olgunlaştırma, çeşitli gıdalarla (çay ve benzeri içecekler, meyveler, sebzeler ve bazı süt ürünleri) birlikte tüketim gibi birçok yöntem kullanılmaktadır (Bae ve ark., 2014; Munch ve Barringer, 2014; Mirondo ve Barringer, 2016; Özcan Sınır ve Barringer, 2021). Bu yöntemlerden en yaygın kullanılan işleme yöntemi ısı uygulamasıdır.

Siyah sarımsak, bütün haldeki çiğ sarımsakların kontrollü yüksek sıcaklık (60-90 °C) ve yüksek bağıl nem (%70-90 RH) şartları altında herhangi bir ilave işlem ve katkı olmaksızın belirli bir süre boyunca doğal fermentasyonu ile üretilir (Zhang ve ark., 2016; Qiu ve ark., 2020). Sarımsak ısı işleme tabi tutulduğunda, tat, renk, tekstür özellikleri ve besinsel içeriğinde önemli değişiklikler meydana gelir. Siyah sarımsak, üretim işleminden kaynaklanan

karakteristik özelliklere sahiptir. Son ürün yumuşak ve elastik bir tekstür, tatlı-ekşi bir tat ve siyah bir renk ile karakterize edilirken (Bae ve ark., 2014), taze sarımsağın rahatsız edici kokusu uzaklaştığından yalnızca soyularak doğrudan tüketilebilir (Wang ve ark., 2010).

Olgunlaşmış siyah sarımsak, taze sarımsağın güçlü kokusuna sahip değildir çünkü özgün keskin kokudan sorumlu allisin bileşeni olgunlaşma işlemi süresince S-allil sistein (SAC) ve S-allil-merkaptosistein dahil olmak üzere suda çözülebilir antioksidan bileşiklere dönüşmektedir (Kim ve ark., 2012). Siyah sarımsağın fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi taze sarımsağa kıyasla çok daha yüksektir (Toledano-Medina ve ark., 2016; Qiu ve ark., 2020). Taze sarımsağın aksine mide rahatsızlıklarına veya diğer gastrointestinal sorunlara neden olmaz (Zhang ve ark., 2016). Ayrıca siyah sarımsağın gastrointestinal problemleri ve metabolik hastalıkları önleyici, karaciğeri koruyucu, antitümör, antikanser, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite gibi biyoaktif ve sağlığa faydalı etkileri olduğu farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Wang ve ark., 2010; Javed ve Ahmed, 2022; Jung ve Sohn, 2014; Chen ve ark., 2018; Afzaal ve ark., 2021; Ahmed ve Wang, 2021). Bu özellikler, siyah sarımsağı diyet takviyelerinde kullanım için daha çekici hale getirmektedir. Siyah sarımsak, çeşitli gıdalarda (içecekler, şekerlemeler, dondurma, sosis, ekmek, yoğurt ve reçel vb.) kullanımının yanı sıra yüksek antioksidan potansiyeli nedeniyle şampuan, kozmetik ürünleri, cilt koruyucu, yüz kremi, sabun vb. gıda dışı ürünlerin formülasyonlarında da yer almaktadır (Afzaal ve ark., 2021). Bu bölümde, zengin biyoaktif bileşen içeriği ve duyuşal özelliklerinin yanı sıra sağlığa faydaları nedeniyle son yıllarda tüketiciler tarafından tanınırlığı giderek artan siyah sarımsağın üretim parametreleri, depolama koşulları, bileşim unsurları, fizikokimyasal özellikleri ve gıda uygulamaları ele alınmıştır.

## • SİYAH SARIMSAK ÜRETİMİ VE MUHAFAZASI

Siyah sarımsak, bütün haldeki taze sarımsağın kontrollü yüksek sıcaklık ve nem koşullarında, genellikle ilave bir işleme gerek duyulmadan belirli bir süre boyunca doğal fermantasyonu ile üretilir. Siyah sarımsak üretim yöntemleri standartlaştırılmamıştır, çünkü işleme koşulları yerel geleneklere ve nihai üründe istenen özelliklerine bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir. Literatürde, siyah sarımsak üretimi için tipik koşullar sıcaklık (40-90°C), bağıl nem (%50-95) ve olgunlaşma süresi (8-69 gün) olarak bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2016; Qiu ve ark., 2020; Afzaal ve ark., 2021). İyi kalite ve lezzette siyah sarımsak üretimi için 70 °C sıcaklık ve %80 bağıl nem şartlarında otuz gün işleme yöntemi önerilmektedir (Zhang ve ark., 2016).

Taze sarımsağın ön işleme tabi tutulması siyah sarımsağın nihai kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Siyah sarımsak üretimi sırasında dondurma ön işlemi ile esmerleşmenin hızlandırılabileceği, fonksiyonel bileşenlerin üretiminin teşvik edilebileceği ve işleme süresinin 60-90 günden 22 güne kadar önemli ölçüde azaltılabileceği belirlenmiştir (Li ve ark., 2015). Ayrıca, yüksek basınç uygulaması ve kabuk soyma ön işlemlerinin de üretilen siyah sarımsağın duyu ve fonksiyonel özelliklerini geliştirdiği bildirilmiştir (Toledano-Medina ve ark., 2016; Chan ve ark., 2022). Li ve ark. (2020) yüksek basınç ön işlem uygulamasının siyah sarımsak üretim süresini 24 günden 15 güne kısalttığını ve duyu değerlendirme dikkate alındığında bu yenilikçi yöntemle üretilen siyah sarımsakların kalitesinin ticari gereksinimleri karşıladığını ifade etmiştir. Benzer şekilde, ohmik ısıtma ön işleminin geleneksel yöntemle (70 °C, 94% RH, 30 gün) kıyasla 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumunu artırmasına rağmen siyah sarımsak üretim sürecini kısalttığı ve organoleptik kalitesi yüksek ürün elde edilebildiği tespit edilmiştir (Ríos-Ríos ve ark., 2021).

Son yıllarda, siyah sarımsak üretimi sırasında HMF oluşumunu azaltma ve siyah sarımsak tüketiminin güvenliğini artırmaya yönelik bazı çalışmalar da

yapılmıştır. Buna göre, siyah sarımsağa işlenmeden önce taze sarımsakların %5 epigallokateşin gallat solüsyonu ile 40 °C'de 12 saat muamele edilmesi, olgunlaşmanın 30. gününde antioksidan yeteneği olumsuz etkilemeden HMF oluşumunu kontrole kıyasla yaklaşık %50 oranında azaltmıştır (Lee ve ark., 202). Bir diğer çalışmada, en düşük HMF içeriğine ve en yüksek biyoaktif özelliklere sahip siyah sarımsak üretimi için üretimden önce sarımsakların 24 saat boyunca yeşil çay ekstraktına (%4) daldırılması ve 23.14 günlük olgunlaşma süresi optimum şartlar olarak belirlenmiş ve bu şartlarda üretilen siyah sarımsaklarda toplam fenolik içerik (%22.6) ve antioksidan aktivitenin (DPPH %63.68, TEAC %18.6) artarken HMF oluşumunun %55 azaldığı bildirilmiştir (Dursun Capar ve ark., 2022).

Siyah sarımsağın depolama koşulları ve stabilitesi konusunda çalışmalar oldukça sınırlıdır. Akan (2022), siyah sarımsak soğanlarının ve soyulmuş dişlerinin 4°C ve %55-70 nispi nem şartlarında kraft kağıt ambalajlarda 21 gün depolanması süresince bazı kalite özelliklerinde (suda çözünür kuru madde, pH, renk, su aktivitesi, titrasyon asitliği, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite) önemli değişikliklerin olmadığını belirlemiştir. Bununla birlikte, 4 °C'de ve alüminyum lamine polietilen torbalarda depolama işleminin 20 °C'de ve polietilen tereftalat şişeler ve kraft kağıt torbalarda depolamaya kıyasla siyah sarımsak bütünlüğünü ve kalitesini daha iyi koruduğu bildirilmiştir (Ding ve ark., 2020). Gıda zehirlenmesine neden olan çoğu mikroorganizma yaklaşık 4.2'nin altındaki pH'larda kontrol altına alınabilmektedir. Ayrıca, bakteri sporları ısıtma ile asidik ortamlarda nötr şartlara göre daha hızlı inhibe olmaktadır. Isıl işleme maruz kalan siyah sarımsak örneklerinde pH değeri genellikle 4'ün altına düşmektedir (Bae ve ark., 2014). Bu bağlamda, bozulmaya neden olan mikroorganizmaların ve küf oluşumunun önlenmesi için nihai siyah sarımsak ürününün depolama koşulları göz önüne alındığında, pH > 4.2 ise ürün buzdolabı koşullarında saklanmalıdır.

Fakat,  $pH \leq 4.2$  veya  $pH > 4.2$  ve  $a_w < 0.85$  olması durumunda ürün stabil raf ömrüne sahip kabul edilir ve oda sıcaklığında muhafaza edilebilir (Chen, 2023).

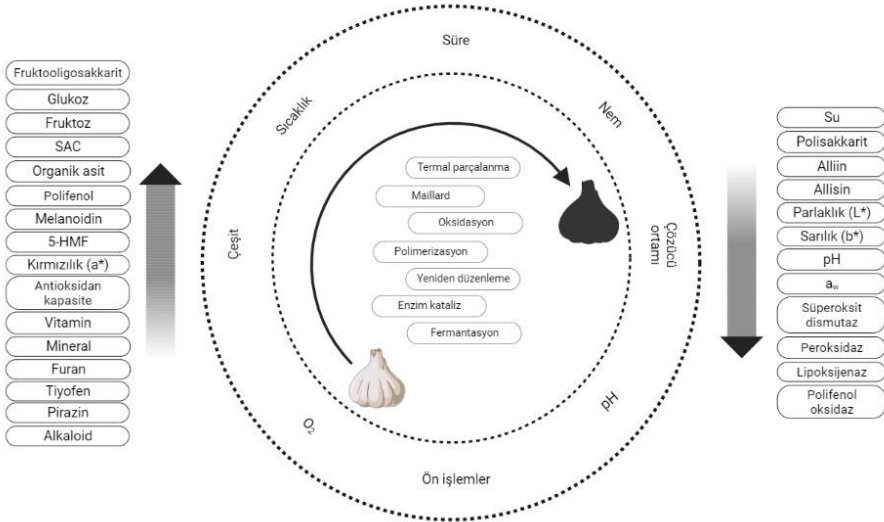
## • ÜRETİM SÜRECİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER

Siyah sarımsak üretiminde etkili olan faktörler ve üretim sürecinde meydana gelen değişiklikler Şekil 1'de sunulmuştur. Siyah sarımsak üretimi sırasında meydana gelen tipik bileşimsel değişiklikler ise Tablo 1'de verilmiştir. Sıcaklık, nispi nem, ön işlem ve üretim sonrası işlemler dahil olmak üzere işleme koşullarındaki farklılıklar çeşitli bileşimlere ve fizyokimyasal özelliklere sahip siyah sarımsak üretimi ile sonuçlanmıştır. Sarımsağın raf ömrünü uzatan ısı işlemin sonucu olarak nem miktarı azalmaktadır ve nem içeriğinde meydana gelen azalma (%59.57-67.87'den %29.5-47.59'a) sıcaklık, nispi nem ve süreye bağlıdır (Choi ve ark., 2014; Najman ve ark., 2021; Bedrníček ve ark., 2021; Kang, 2016; Tahir ve ark., 2022). Artan sıcaklık ve olgunlaşma süresi nem içeriğinin azalmasını teşvik etmektedir. Nem içeriğinin %35'in altında olması kuru ve zayıf yapıya sebep olurken, %40-50 aralığında olması esnek ve çiğnenebilir dokuya sahip siyah sarımsak üretimine katkı sağlar (Zhang ve ark., 2016). Siyah sarımsak, taze sarımsağa kıyasla daha yüksek protein (1.08-1.92 kat), lipid (1.20-3.0 kat), kül (1.18-3.10 kat) ve lif (1.14-1.20 kat) içeriğine sahiptir (Tahir ve ark., 2022; Liu ve ark., 2018; Sasaki ve ark., 2007; Hue ve ark., 2022; Chua ve ark., 2022). Taze sarımsak ile karşılaştırıldığında siyah sarımsağın karbonhidrat miktarı % 28.7'den %47'e yaklaşık iki kat artarken (Sasaki ve ark., 2007), karbonhidrat profili de büyük ölçüde değişerek sakkaroz, fruktoz ve glikoz içeriklerinde sırasıyla 1.1-1.7 kat, 16-123 kat ve 3-30 kat artış bildirilmiştir (Kang, 2016).

Olgunlaşma süreci sarımsağın çözünebilir kuru madde içeriğinde, özellikle de indirgen şeker ve organik asit miktarında artışa neden olmaktadır. Fruktanların tam hidrolizi nedeniyle, fruktoz içeriğinde bir artış gözlenir ve



böylece karakteristik siyah sarımsak ekşi-tatlı tadı ortaya çıkmaktadır (Toledano-Medina ve ark., 2016; Qiu ve ark., 2020; Zhang ve ark., 2015; Liu ve ark., 2018). Yapılan çalışmalarda, siyah sarımsağın mineral madde ve toplam suda çözülebilir vitamin içeriklerinin taze sarımsağa kıyasla sırasıyla 1.12-1.71 ve 1.15-1.92 kat arttığını, toplam yağda çözülebilir vitamin içeriğinin ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Kang, 2016; Kim ve ark., 2013a; Choi ve ark., 2008).



**Şekil 1:** Siyah sarımsak üretiminde etkili olan faktörler ve üretim sürecinde meydana gelen değişiklikler (Qiu ve ark., 2020; Ahmed ve Wang, 2021) (Created with BioRender.com)

**Tablo 1:** Farklı işleme koşullarında üretilen siyah sarımsakların kimyasal kompozisyonu

Özellik	Taze Sarımsak	Siyah Sarımsak	Olgunlaşma Süresi	İşleme Şartları	Etki	Referans
Nem (%)	64.21	29.88	35 gün	70 °C %90 RH	↓	Choi ve ark. (2014)
	67.87	47.59	45 gün	70 °C %80 RH	↓	Najman ve ark. (2021)
	59.57	38.26	15 gün	82 °C 3 gün, 30 °C 1 gün, 72 °C 11 gün	↓	Bedniček ve ark. (2021)
	62.31	43.06	8 gün	65 °C %50 RH	↓	Kang (2016)
	64.3-67.5	29.5-31.35	20-30 gün	65-85 °C %70-80 RH	↓	Tahir ve ark. (2022)
Protein (g/100 g)	5.32	10.26	50 gün	60-80 °C %70-95 RH	↑	Liu ve ark. (2018)
	8.4	9.1	30-40 gün	70 °C %75 RH	↑	Sasaki ve ark. (2007)
	6.38-8.57	8.1-9.5	20-30 gün	65-85 °C %70-80 RH	↑	Tahir ve ark. (2022)
	6.62	7.91-9.06	35-42 gün	60-75 °C	↑	Hue ve ark. (2022)
Lipid (g/100 g)	5.3	8.9-9.4	8-12 gün	70-75 °C %80-90 RH	↑	Chua ve ark. (2022)
	0.10	0.30	30-40 gün	70 °C %75 RH	↑	Sasaki ve ark. (2007)
Kül (g/100 g)	0.23-0.41	0.40-0.49	20-30 gün	65-85 °C %70-80 RH	↑	Tahir ve ark. (2022)
	0.92	1.71-2.85	35-42 gün	60-75 °C	↑	Hue ve ark. (2022)
Lif (g/100g)	0.51-0.67	0.83-1.70	20-30 gün	65-85 °C %70-80 RH	↑	Tahir ve ark. (2022)
	1.7	2.0-2.3	8-12 gün	70-75 °C %80-90 RH	↑	Chua ve ark. (2022)
Karbonhidrat (%)	2.08-2.23	2.49-2.53	20-30 gün	65-85 °C %70-80 RH	↑	Tahir ve ark. (2022)
İndirgen şeker (g/100 g)	28.7	47	30-40 gün	70 °C %75 RH	↑	Sasaki ve ark. (2007)
	0.15	1.61	35 gün	70 °C %90 RH	↑	Choi ve ark. (2014)
Vitamin (g/kg)	0.58	31.8	10 gün	70-80 °C	↑	Zhang ve ark. (2015)
	0.47	2.13	50 gün	60-80 °C %70-95 RH	↑	Liu ve ark. (2018)
Mineral (g/kg)	6.63	9.01	8 gün	65 °C %50 RH	↑	Kim ve ark. (2013a)
	11.74	13.14	8 gün	65 °C %50 RH	↑	Kang (2016)
	5.68	9.69	-	-	↑	Choi ve ark. (2008)

Siyah sarımsağın amino asit profili işleme koşullara bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir (Tablo 2). Taze sarımsak yüksek sıcaklıklarda siyah sarımsağa dönüştürüldüğünde, proteinler denatüre olur ve bazı serbest amino asitler Maillard reaksiyonuna katılır. Taze sarımsakta en baskın serbest amino asitler glutamik asit, arjinin, valin, triptofan ve lizindir (Ahmed ve Wang, 2021; Şaşmaz ve ark., 2022). Şaşmaz ve ark. (2022), 19 serbest amino asidin toplam miktarının taze sarımsakta 250.8-411.9 mg/100 g olduğunu, bu miktarın beş farklı siyah sarımsak örneğinde genellikle artan aspartik asit, glutamik asit, lösin, izolösin, valin, fenilalanin, sistein, prolin ve hidroksprolin seviyeleri ile birlikte 112.9-684.8 mg/100 g aralığında değiştiğini belirlemiştir. Ayrıca, siyah sarımsak için baskın amino asitler glutamik asit, arjinin, sistein, fenilalanin ve lösin olarak bulunmuştur. Liu ve ark. (2018), 60-80 °C %70-95 RH şartlarında 50 gün olgunlaştırılan siyah sarımsakların aspartik asit, alanin, valin, sistein, lösin, izolösin ve fenilalanin içeriğinin taze sarımsağa kıyasla artmasına rağmen, toplam amino asit içeriğinin 1943.77 mg/100 g'dan 1486.65 mg/100 g'a azaldığını tespit etmiştir.

**Tablo 2:** Siyah sarımsağın amino asit kompozisyonu (mg/100 g)

Özellik	Taze Sarımsak	Siyah Sarımsak	Referans
<b>Aspartik asit</b>	13.13-90.12	9.94-117.50	
<b>Glutamik asit</b>	<0.5-286.60	<0.5-128.87	
<b>Serin</b>	14.22-75.06	5.49-42.92	
<b>Histidin</b>	<LOD-111.46	<LOD-230.23	
<b>Glisin</b>	8.99-157.75	8.63-49.58	
<b>Treonin</b>	<LOD-131.47	<LOD-59.36	
<b>Arjinin</b>	30.78-1079.88	17.44-845.16	
<b>Alanin</b>	<0.5-89.72	<0.5-219.13	
<b>Tirozin</b>	2.17-449.95	2.83-109.13	Choi ve ark. (2014)
<b>Sistein</b>	2.51-81.06	13.31-112.02	Kang (2016)
<b>Valin</b>	6.98-216.03	5.28-56.72	Liu ve ark. (2018)
<b>Metiyonin</b>	<LOD-491.98	<LOD-82.51	Şaşmaz ve ark. (2022)
<b>Triptofan</b>	<LOD-203.03	<LOD-124.75	
<b>Fenilalanin</b>	11.35-55.64	4.87-143.07	
<b>İzolösin</b>	4.29-50.04	2.56-89.25	
<b>Lösin</b>	9.20-58.62	6.40-73.44	
<b>Lizin</b>	3.37-120.39	0.55-61.83	
<b>Hidroksiprolin</b>	<LOD-0.01	0.01-0.70	
<b>Prolin</b>	13.77-19.55	7.34-21.68	
<b>Toplam</b>	250.8-3579.9	112.9-2465.0	

<LOD: Tespit edilebilir limitin altında belirlenmiştir.

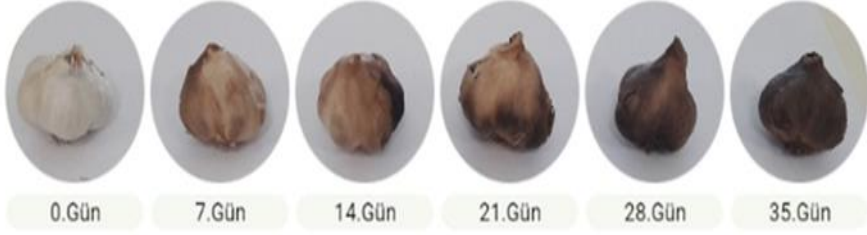
Bir diğer çalışmada ise taze sarımsakla karşılaştırıldığında, 70°C'de ve %90 bağıl nemde işlenen siyah sarımsakların sistein, tirozin, glutamik asit, arjinin, treonin, serin ve valin içerikleri olgunlaşma süresine bağlı olarak azalırken, lösin, izolösin, metiyonin ve fenilalanin içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Choi ve ark., 2014). Aspartik asit, treonin, arjinin ve lösin dahil olmak üzere artan amino asit içeriği, muhtemelen enzimatik veya piroliz gibi enzimatik olmayan hidrolizden kaynaklanabilecek proteinlerin veya peptitlerin bozunmasına bağlıdır. Öte yandan, siyah sarımsağın taze sarımsağa kıyasla düşük pH'sı, asidik koşullar altında proteinlerin daha fazla enzimatik hidrolizine yol açmış olabilir (Kang, 2016). Bununla birlikte, özellikle sistein ve tirozinde olmak üzere olgunlaşma sürecinde bazı amino asitlerin içeriğinde meydana gelen azalma, indirgen şekerlerle amino asitlerin tepkimeye girdiği Maillard reaksiyonunun bir sonucu olabilir (Choi ve ark., 2014; Kang, 2016).

Şekil 2’de farklı sürelerde olgunlaştırılan siyah sarımsakların görseli sunulmuş ve Tablo 3’de farklı işleme koşullarında üretilen siyah sarımsakların fizikokimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimler özetlenmiştir. Renk, tüketicilerin gıda algısını etkileyen önemli bir fizikokimyasal özelliktir. Taze sarımsağın beyaz/açık sarı rengi, olgunlaşma sürecinde Maillard reaksiyonunun bir sonucu olarak koyu kahverengiye ve nihayetinde siyaha dönüşmektedir. Üretim prosesi sonunda siyah sarımsağın parlaklık ( $L^*$ ) ve sarılık ( $b^*$ ) değerleri azalırken, kırmızılık ( $a^*$ ) değerlerinde artış meydana gelmektedir. Ayrıca, ısı işleme maruz bırakılan sarımsakların pH değerleri de önemli ölçüde (5.93-6.33’den 3.49-4.49’a) azalmaktadır (Toledano Medina ve ark., 2016; Choi ve ark., 2014; Najman ve ark., 2021; Bedrníček ve ark., 2021; Şaşmaz ve ark., 2022). Esmerleşme reaksiyonlarında pH’daki azalma, üretim süreci sırasında karboksilik asitlerin oluşumu ile ilişkilendirilmiştir (Bae ve ark., 2014). Su aktivitesi ( $a_w$ ) ile ilgili olarak, 72-78 °C ve %90 RH şartlarında 14-33 gün olgunlaştırılarak üretilen siyah sarımsakların  $a_w$  değerlerinin taze sarımsağa (0.98) kıyasla azaldığı (0.91’e kadar) belirlenmiştir (Toledano Medina ve ark., 2016).

**Tablo 3:** Farklı işleme koşullarında üretilen siyah sarımsakların fizikokimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimler

Özellik	Taze Sarımsak	Siyah Sarımsak	Olgunlaşma Süresi	İşleme Şartları	Etki	Referans
<i>L</i> *	68.44	4.33	35 gün	70 °C %90 RH	↓	Choi ve ark. (2014)
	52.05	18.01-19.06	14-33 gün	72-78 °C %90 RH	↓	Toledano-Medina ve ark. (2016)
	83.85	25.42	45 gün	70 °C %80 RH	↓	Najman ve ark. (2021)
	83.95	18.11	15 gün	82 °C 3 gün, 30 °C 1 gün, 72 °C 11 gün	↓	Bedmîček ve ark. (2021)
	75.99-83.63	29.00-30.82	20-60 gün	60-90 °C %80-90 RH	↓	Şaşmaz ve ark. (2022)
	-3.84	2.73	35 gün	70 °C %90 RH	↑	Choi ve ark. (2014)
<i>a</i> *	3.52	6.15	45 gün	70 °C %80 RH	↑	Najman ve ark. (2021)
	1.42	4.63	15 gün	82 °C 3 gün, 30 °C 1 gün, 72 °C 11 gün	↑	Bedmîček ve ark. (2021)
	-1.71-2.56	0.46-1.27	20-60 gün	60-90 °C %80-90 RH	↑	Şaşmaz ve ark. (2022)
<i>b</i> *	26.59	-3.86	35 gün	70 °C %90 RH	↓	Choi ve ark. (2014)
	6.43	5.04	45 gün	70 °C %80 RH	↓	Najman ve ark. (2021)
	22.03	4.69	15 gün	82 °C 3 gün, 30 °C 1 gün, 72 °C 11 gün	↓	Bedmîček ve ark. (2021)
	13.42-18.31	0.04-0.54	20-60 gün	60-90 °C %80-90 RH	↓	Şaşmaz ve ark. (2022)
<i>a<sub>w</sub></i>	0.97	0.91-0.94	14-33 gün	72-78 °C %90 RH	↓	Toledano-Medina ve ark. (2016)
	6.33	3.74	35 gün	70 °C %90 RH	↓	Choi ve ark. (2014)
<b>pH</b>	5.93	3.49-3.80	33 gün	72-78 °C %90 RH	↓	Toledano-Medina ve ark. (2016)
	6.20	3.95	45 gün	70 °C %80 RH	↓	Najman ve ark. (2021)
	6.04	4.39	15 gün	82 °C 3 gün, 30 °C 1 gün, 72 °C 11 gün	↓	Bedmîček ve ark. (2021)
	6.15-6.32	3.63-4.49	20-60 gün	60-90 °C %80-90 RH	↓	Şaşmaz ve ark. (2022)

*L*\* (L = 0, koyuluk; L = 100, parlaklık); *a*\* (+a = kırmızılık; -a = yeşillik); *b*\* (+b = sarılık; -b = mavilik)



**Şekil 2:** Farklı sürelerde olgunlaştırılan siyah sarımsaklar (Foto: E. TURAN)

Farklı işleme şartlarında üretilen siyah sarımsakların biyoaktif bileşen içeriği ve antioksidan aktivite özelliklerinde meydana gelen değişimler Tablo 4'de verilmiştir. Olgunlaşma sürecinde, sarımsak bünyesindeki farklı bileşenlerin (karbonhidratlar, amino asitler, polifenoller ve uçucu bileşikler) modifikasyonu, dönüşümü ve etkileşimi gerçekleşmekte ve bunun sonucunda siyah sarımsağın biyoaktivitesi taze sarımsağa kıyasla artmaktadır (Afzaal ve ark., 2021). Siyah sarımsağın toplam fenolik içerik, DPPH-radikal giderici aktivite (DPPH-RGA), ABTS-radikal giderici aktivite (ABTS-RGA) ve Ferrik iyon indirgeyici antioksidan güç (FRAP) değerlerinin taze sarımsağa kıyasla sırasıyla 9.29, 6.81, 6.84 ve 25.78 kata kadar daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Toledano Medina ve ark., 2016; Choi ve ark., 2014; Najman ve ark., 2021; Bedrníček ve ark., 2021; Liu ve ark., 2018; Şaşmaz ve ark., 2022; Toledano Medina ve ark., 2019a). Antioksidan kapasitedeki artış, ısı işlem sırasında üretilen toplam polifenoller, flavonoidler ve Maillard reaksiyonunun ara ürünlerindeki artışla ilişkilendirilmiştir (Toledano Medina ve ark., 2019b). Siyah sarımsak üretimi sırasında S-allil sistein (SAC) ve S-allil-merkaptosistein, polifenoller,  $\beta$ -karbolin türevleri, melanoidinler, Amadori ve Heyns gibi bazı antioksidanların miktarı artmaktadır (Kim ve ark., 2012, Qiu ve ark., 2020). Siyah sarımsakta en bol bulunan fenolik bileşikler, hidroksisinnamik asit türevlerinden *o*-kumarik asit, *p*-kumarik asit, klorojenik asit ve kafeik asit ile hidroksibenzoik asit türevlerinden gallik asittir (Kim ve ark., 2013b; Najman ve ark., 2021). Yapılan çalışmalarda, toplam fenolik içerik

ve antioksidan kapasitenin olgunlaşmanın 21. gününde en yüksek seviyeye ulaştığı daha sonra azaldığı bildirilmiştir (Choi ve ark., 2014; Toledano Medina ve ark., 2019b). Zhang ve ark. (2016) sarımsağın toplam fenolik içeriğinin 70 °C, 80 °C ve 90 °C işlemenin erken aşamalarında artmasına rağmen, sonraki aşamalarda azaldığını bildirmiş ve bu durumu toplam fenollerin tüketim oranından daha düşük birikim oranı ile açıklamıştır. İşlenmemiş sarımsağa kıyasla siyah sarımsağın birkaç kat daha yüksek fenolik asit içeriği, hücre duvarlarına ve vakuollere zarar veren yüksek sıcaklığın etkisi altında doku matrisinden daha kolay salınmalarından ve bu kimyasal formların diğer fenolik maddelerle karşılaştırıldığında yüksek stabilitesinden kaynaklanmaktadır (Najman ve ark., 2021).

Siyah sarımsak üretim işlemi süresince meydana gelen önemli değişimlerden birisi de S-allil sistein (SAC) miktarındaki artıştır (Bae ve ark., 2014). Taze sarımsak, sülfür ve sülfür içeren bileşiklerin önemli bir kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, sarımsak 60 °C'nin üzerinde ısıtıldığında, alliaz inaktive olur ve ısı işlem nedeniyle allisin üretimi azalır (Afzaal ve ark., 2021). Zhang ve ark. (2016) ısıtma işleminin (70-80°C) siyah sarımsakta allisin oluşumunu taze sarımsağa (3.45 mg/g) kıyasla %80 oranında azalttığını bildirmiştir. Bu nedenle, fermantasyon süresince allisin bileşeni SAC ve S-allil-merkaptosistein dahil olmak üzere suda çözülebilir antioksidan bileşiklere dönüşmektedir (Kim ve ark., 2012). SAC, antioksidan, antikanser, kalp ve karaciğer koruyucu aktiviteleri dahil olmak üzere sarımsağın faydalı etkilerinden sorumlu olduğu düşünülen sülfür içeren temel bileşiklerden birisidir. Genel olarak işlenmemiş sarımsak yaklaşık 20-25 µg/g SAC içerirken, siyah sarımsaktaki miktarı normal sarımsağa göre 5-8 kat daha fazladır (Bae ve ark., 2012, 2014; Javed ve Ahmed, 2022; Sasaki ve ark., 2007). Siyah sarımsakta yüksek seviyede SAC bulunması ve stabilitesi aynı zamanda siyah sarımsak için bir kalite faktörüdür (Bae ve ark., 2012).



HMF, Maillard reaksiyonunda önemli bir ara üründür ve siyah sarımsaktaki ana antioksidan bileşenlerden birisidir. Taze sarımsakta HMF belirlenmemiş olmasına rağmen sıcaklıktan bağımsız olarak, ısıl işlem sonucunda sarımsak örneklerinde önemli miktarda (4.82 g/kg'a kadar) HMF oluşmaktadır. Artan sıcaklık uygulaması HMF içeriğinin artışını hızlandırırken, HMF içeriği bir dereceye kadar biriktiğinde (yaklaşık 4 g/kg) sarımsağın rengi siyaha dönüşmektedir (Zhang ve ark., 2016; Liu ve ark., 2018; Şaşmaz ve ark., 2022). Bununla birlikte, çeşitli ön işlemler uygulanarak siyah sarımsak üretim süresince HMF oluşumunun %50-55'e kadar azaltılabileceği önceki çalışmalarda ortaya konmuştur (Lee ve ark., 2020; Dursun Capar ve ark., 2022).

**Tablo 4:** Farklı işleme koşullarında üretilen siyah sarımsakların biyoaktif bileşen içeriği ve antioksidan aktivite özelliklerindeki değişimler

Özellik	Taze Sarımsak	Siyah Sarımsak	Olgunlaşma Süresi	İşleme Şartları	Etki	Referans
<b>Toplam Fenolik İçerik (mg GAE/g)</b>	5.13 6.06 2.25-3.56 1.84 0.106 3.26-4.86	14.78-16.32 13.64 6.62-8.12 4.83 0.412-0.982 12.63-15.79	14-33 gün 45 gün 20-60 gün 50 gün 6-192 saat 34 gün	72-78 °C %90 RH 70 °C %80 RH 60-90 °C %80-90 RH 60-80 °C %70-95 RH 60-90 °C %50-100 RH 72 °C %90 RH	↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	Toledano-Medina ve ark. (2016) Najman ve ark. (2021) Şaşmaz ve ark. (2022) Liu ve ark. (2018) Kim ve ark. (2013b) Toledano Medina ve ark. (2019b)
<b>DPPH-RGA (mg TE/g)</b>	1.90 0.58-0.90	12.93 3.26-5.70	15 gün 20-60 gün	82 °C 3 gün, 30 °C 1 gün, 72 °C 11 gün 60-90 °C %80-90 RH	↑ ↑	Bedrníček ve ark. (2021) Şaşmaz ve ark. (2022)
<b>ABTS-RGA (mmol/kg)</b>	16.03 303.96 3.89-4.97 23.9-62.61 10.20	97.74-109.65 707.28 21.4-26.37 97.21-113.77 57.35-67.65	14-33 gün 45 gün 20-60 gün 34 gün 13-45 gün	72-78 °C %90 RH 70 °C %80 RH 60-90 °C %80-90 RH 72 °C %90 RH 60 °C %90 RH	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	Toledano-Medina ve ark. (2016) Najman ve ark. (2021) Şaşmaz ve ark. (2022) Toledano Medina ve ark. (2019b) Toledano Medina ve ark. (2019a)
<b>FRAP (mg TE/g)</b>	0.50 0.27-0.38	12.89 0.56-0.68	15 gün 20-30 gün	82 °C 3 gün, 30 °C 1 gün, 72 °C 11 gün 65-85 °C %70-80 RH	↑ ↑	Bedrníček ve ark. (2021) Tahir ve ark. (2022)
<b>SAC (µg/g)</b>	19.61 21.52 23.7	85.46-124.67 97.74 194.3	45 gün 45 gün 30-40 gün	40-85 °C %70 RH 60-85 °C %70 RH 70 °C %75 RH	↑ ↑ ↑	Bae ve ark. (2014) Bae ve ark. (2012) Sasaki ve ark. (2007)
<b>HMF (g/kg)</b>	- - -	0.08-2.74 1.88-4.82 0.087	20-60 gün 9-69 gün 50 gün	60-90 °C %80-90 RH 60-90 °C %80 RH 60-80 °C %70-95 RH	↑ ↑ ↑	Şaşmaz ve ark. (2022) Zhang ve ark. (2016) Liu ve ark. (2018)

## • GIDA UYGULAMALARI

Günümüzde, tüketici farkındalığının artmasının bir sonucu olarak fonksiyonel gıda terimi oldukça popüler hale gelmiştir. Bu kapsamda, siyah sarımsağın zengin biyoaktif bileşenleri, sağlık yararları ve duyuşal özellikleri nedeniyle fonksiyonel bir bileşen olarak gıdalarda kullanımına olan ilgi giderek artmaktadır. Siyah sarımsağın farklı form ve konsantrasyonlarının çeşitli gıda uygulamaları ve gözlenen etkiler Tablo 5’de özetlenmiştir.

Jin ve ark. (2010), siyah sarımsak ilavesinin 4 °C’de 21 gün depolama sırasında az yağlı ve az tuzlu domuz köftelerin kalite özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma kapsamında, köfte örnekleri kontrol, %0.1 askorbik asit, %1 siyah sarımsak, %2 siyah sarımsak ve %3 siyah sarımsak olmak üzere beş muamele grubuna ayrılmıştır. Artan siyah sarımsak ilavesi pH, parlaklık ve uçucu bazik nitrojen (VBN) değerlerini azaltırken, tiyobarbitürikasit reaktif substans (TBARS) değerlerini ve pişirme kaybını artırmıştır. Depolamanın 14 ve 21. günlerinde, siyah sarımsak ilaveli köftelerin VBN değerlerinin kontrolden daha düşük olduğu ve siyah sarımsak ilavesi arttıkça azaldığı belirlenmiştir. Siyah sarımsak ilavesi düşük renk skorlarına neden olsa da, duyuşal kabulü olumsuz etkilememiştir. Bu sonuçlara göre, düşük tuzlu ve düşük yağlı domuz köftede bozulmayı önlemek için siyah sarımsak ilavesi önerilmiştir.

Lee ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, taze sarımsak, siyah sarımsak ve *Bacillus subtilis* ile fermente edilmiş sarımsakların liyofilize su ekstraktlarının (% 0.5 w/w) doğal antioksidan olarak soğutulmuş depolama sırasında domuz köftesinin lipid oksidasyonu üzerindeki etkisi araştırılmış, kontrol ve askorbik asit (%0.01 w/w) içeren örneklerle karşılaştırılmıştır. Siyah sarımsak içeren köftelerin diğer muamele gruplarına göre daha düşük pH, TBARS ve VBN değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuçta, siyah sarımsak ekstraktlarının güçlü antioksidatif aktiviteye sahip olduğu ve domuz

köftesinde lipid oksidasyonunu önlemek için doğal bir antioksidan olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Kim ve ark. (2019) tarafından taze sarımsak tozu (%1) ve siyah sarımsak tozu (%0.5, %1 ve %2) ilavesinin domuz köftelerinin fizikokimyasal özellikleri, tekstür profili ve oksidatif stabilitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, siyah sarımsak ilaveli örneklerin kontrol ve taze sarımsak içeren gruplara kıyasla daha düşük lipid oksidasyon değerlerine ve daha yüksek tiyol içeriği ve kırmızılık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, %2 siyah sarımsak tozu ilavesinin tekstürel ve duyuşal özellikleri kontrole göre geliştirdiği bildirilmiştir. Sonuç olarak, domuz köftelerde oksidatif stabilitesinin ve duyuşal özelliklerinin geliştirilmesi için siyah sarımsak tozu ilavesi tavsiye edilmiştir.

Shin ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada, siyah sarımsak ekstraktının (15, 22 ve 30 briks) 4 hafta boyunca 4°C'de depolanan domuz sosislerin kalite özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Siyah sarımsak ilavesi, domuz sosislerin pH, kırmızılık ve parlaklık değerlerini azaltırken sarılık değerleri ve tekstürel özelliklerini artırmıştır. Depolama süresince tüm gruplarda TBARS ve VBN değerleri artmasına rağmen siyah sarımsak içeren örneklerde kontrole göre daha düşük değerler tespit edilmiştir. Duyuşal özellikler açısından en yüksek skorlar 22 briks siyah sarımsak ekstraktı ilaveli örneklerde kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, domuz sosislerin hazırlanmasında 15-22 briks aralığında siyah sarımsak ekstraktı kullanılabileceğini göstermiştir.

Turan ve Şimşek (2022a), taze sarımsağa alternatif olarak farklı sürelerde (7-35 gün) olgunlaştırılan siyah sarımsak ikamesinin 90 günlük depolama süresince pastırma çemen macununun genel kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Taze sarımsak içeren kontrol grup ile karşılaştırıldığında, siyah sarımsak ilavesi çemen macunlarının fenolik içeriğini ve antioksidan kapasitesini artırırken sertlik, yapışkanlık, pH ve renk

değerlerini azaltmıştır. Siyah sarımsak içeren çemen macunlarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı kontrol örneğe benzer bulunmuş, ancak depolama sırasında maya ve küf sayımları siyah sarımsaklı çemenlerde daha yüksek belirlenmiştir. Siyah sarımsağın çemen macunu formülasyonuna dahil edilmesi, meyvemsi ve tatlı aromaya sahip esterler ve terpenler gibi uçucu bileşiklerin içeriğini artırırken, kükürtlü bileşiklerin konsantrasyonunu azaltmıştır. Bu sayede, çemen macununda taze sarımsak kaynaklı rahatsız edici lezzet giderilmiş ve duyuşal kabul edilebilirlik artırılmıştır. Genel verilere bakıldığında, en iyi sonuçlar 21 gün olgunlaştırılan siyah sarımsaklar ile üretilen çemen macunlarında elde edilmiştir. Sonuç olarak, çemen macunu üretiminde taze sarımsak ikamesi olarak siyah sarımsak kullanımının, pastırmanın tüketici kabulünü artırma ve oksidatif reaksiyonları geciktirme konusunda umut verici bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir.

Taze sarımsağa alternatif olarak siyah sarımsağın farklı konsantrasyonlarının (sulu-hamur bazında %10, %15, %20) pastırma çemen macununun fizikokimyasal, antioksidan, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerinin değerlendirildiği bir diğer çalışmada, artan siyah sarımsak konsantrasyonun taze sarımsaklı kontrole kıyasla çemen macununun nem, pH, renk, sertlik ve yapışkanlık değerlerini azalttığı, toplam fenolik içerik ve antioksidan aktiviteyi ise artırdığı belirlenmiştir. Duyuşal parametreler göz önüne alındığında ise %15 siyah sarımsak ilaveli grup panelistler tarafından daha yüksek skorlar almıştır. Bulgular, çemen macununun duyuşal kabul edilebilirliğini ve biyoaktif özelliklerini artırmak için çemen hamuru formülasyonunda taze sarımsak yerine %15 siyah sarımsak kullanılabileceğini göstermiştir (Turan ve Şimşek, 2022b).

Lishianawati ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, %0, %1 ve %2 siyah sarımsak tozunun buzdolabı şartlarında 30 gün depolanan ördek eti üzerine etkilerini araştırılmış ve 200 ppm bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ile

karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, %2 siyah sarımsak tozu ilavesinin kırmızılık ( $a^*$ ), toplam fenolik içerik ve 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) inhibisyonunu önemli ölçüde artırdığını ancak pH, parlaklık ( $L^*$ ), peroksit değeri ve toplam bakteri sayısının yanı sıra duyuşal özellikleri (renk, aroma ve kabul edilebilirlik) azalttığını göstermiştir. Sonuç olarak, duyuşal kabulü olumsuz etkilemeden depolama sırasında kızartılmış ördek nugget kalitesinin artırılması için %1 oranında siyah sarımsak tozu ilavesi önerilmiştir.

Yang ve ark. (2011), domuz jambon üretiminde 15 Briks (%1-2) ve 30 Briks (%0.2-1) siyah sarımsak ekstraktı kullanımının 28 gün depolama süresi boyunca antioksidan aktivite ve kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Siyah sarımsak ekstraktı kullanımı ile domuz jambon örneklerinde TBARS, kırmızılık ve parlaklık değerlerinin azaldığı, pH değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Duyuşal özellikler incelendiğinde, ekstrakt ilavesi sarımsak kokusunu artırmasına rağmen renk, lezzet, tekstür ve kabul edilebilirlik parametrelerini önemli etkilememiştir. Sonuçta, siyah sarımsak ekstraktlarının domuz jambon üretiminde lipid oksidasyonunu önlemek için önemli bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir.

**Tablo 5:** Siyah sarımsağın çeşitli gıda uygulamaları

Gıda	Uygulama şekli	Gözlenen Etki	Referans
Domuz köfte	% 1-3	TBARS değerleri ↑ VBN değerleri ↓ pH ve parlaklık değerleri ↓ Pişirme kaybı ↑ Duyusal beğeni ~	Jin ve ark. (2010)
Domuz köfte	% 0.5 liyofilize su ekstraktı	TBARS ve VBN değerleri ↓ pH değerleri ↓ Depolama stabilitesi ↑ Raf ömrü ↑	Lee ve ark. (2019)
Domuz köfte	%0.5-2.0 siyah sarımsak tozu	Kırmızılık değerleri ↑ Parlaklık değerleri ↓ Oksidatif stabilite ↑ Pişirme kaybı ↑ Tekstürel özellikler ↑ Duyusal beğeni ↑	Kim ve ark. (2019)
Domuz sosis	15-30 briks siyah sarımsak ekstraktı	TBARS ve VBN değerleri ↓ pH değerleri ↓ Kırmızılık ve parlaklık ↓ Depolama stabilitesi ↑ Tekstürel ve Duyusal beğeni ↑ (Önerilen doz: 15-22 Briks)	Shin ve ark. (2011)
Pastırma çemen macunu	Taze sarımsak ikamesi olarak farklı sürelerde (7-35 gün) olgunlaşmış siyah sarımsak (%35)	Kırmızılık değerleri ↓ Sülfürlü bileşik konsantrasyonu ↓ Taze sarımsak kokusu ↓ Meyvemsi lezzetler ↑ Sürülebilirlik ↑ Duyusal beğeni ↑ Toplam bakteri sayısı ~ Maya-küf sayımları ↑ Antioksidan kapasite ↑ (Optimum 21 günlük)	Turan ve Şimşek, (2022a), (2020b)
Kızarmış ördek eti	%0-2 siyah sarımsak tozu	Kırmızılık değerleri ↑ pH ve parlaklık değerleri ↓ Peroksik değeri ↓ Toplam bakteri sayısı ↓ Antioksidan kapasite ↑ Duyusal özellikler ↑ (Önerilen doz %1)	Lishianawati ve ark. (2021)

↑ artış, ↓ azalış, ~ önemsiz değişim

**Tablo 5:** Siyah sarımsağın çeşitli gıda uygulamaları (devamı)

Gıda	Uygulama şekli	Gözlenen Etki	Referans
Jambon	Siyah sarımsak ekstraktı 15 Briks (% 1-2) 30 Briks (%0.2-1)	TBARS değerleri ↓ pH değerleri ↑ Kırmızılık ve parlaklık ↓ Duyusal özellikler ~ Depolama stabilitesi ↑	Yang ve ark. (2011)
Tavuk eti	(1:4 w/v) -Taze ekstrakt -Toz ekstrakt -Enkapsüle ekstrakt	Kırmızılık ↑ Parlaklık ↓ Pişirme kaybı ↓ Antioksidan kapasite ↑ Su tutma kapasitesi ↑ Oksidatif stabilite ↑	Barido ve ark. (2022a)
Tavuk Çorba	(%5 w/w) -Taze ekstrakt -Toz ekstrakt -Enkapsüle ekstrakt	pH değerleri ↓ Kırmızılık değerleri ↑ Parlaklık değerleri ↓ Kimyasal kompozisyon ~ Pişirme kaybı ~ Su tutma kapasitesi ~ Antioksidan kapasite ↑ TBARS değerleri ↓ Linoleik ve α-linolenik asit ↑ Alanin ↑ Fenilalanin ve Lösin ↓ Furan, karbondisülfid, etil asetat ↑ Diallil Disülfid ↓ Pentanal, hekzanal, heptanal ↓ Lezzet-ilişkili bileşikler ↑	Barido ve ark. (2021), (2022b)
Ekmek	Hamur bazında %0-12 (w/w)	pH ve hamur yoğunluğu ↓ Fermantasyon gücü ~ Ekmek hacmi ve pişirme kaybı ~ Kırmızılık ve sarılık ↑ Parlaklık ↓ Duyusal beğeni ↑ (Maks. %6)	Yang ve ark. (2010)
Ekmek	Un bazında %0-15 (w/w)	Ekmek hacmi ↓ Kırmızılık ve sarılık ↑ Parlaklık ↓ Duyusal kabul ↑ (Maks. %5) (Önerilen doz %5)	Wang ve ark. (2013)

↑ artış, ↓ azalış, ~ önemsiz değişim



**Tablo 5:** Siyah sarımsağın çeşitli gıda uygulamaları (devamı)

Gıda	Uygulama şekli	Gözlenen Etki	Referans
Yoğurt	%0.5-1.5 (w/v) siyah sarımsak ekstraktı (60 briks)	Fermentasyon hızı ↑ Asitlik ↑ Toplam bakteri sayısı ~ Viskozite değerleri ↓ Kırmızılık ve sarılık ↑ Parlaklık değerleri ↓ Duyusal beğeni ↓ (Önerilen doz ≤ %1)	Shin ve ark. (2010)
Süt reçeli	%0-30 siyah sarımsak ekstraktı	Kırmızılık ↑ Sarılık ve parlaklık ↓ pH değerleri ↓ Asitlik ↑ Fenolik ve flavonoid içerik ↑ Antioksidan aktivite ↑ (Maks. %30)	Min ve ark. (2022)
Jöle	%0-2 siyah sarımsak konsantresi	Kırmızılık ↑ Sarılık ve parlaklık ↓ Şeker içeriği ↑ Sertlik, sakızimsılık ↑ Çiğnenebilirlik ↑ Duyusal beğeni ↑ (Maks. %1)	Kim ve Rho (2011)
Jöle	%10-30	pH ↓ Kırmızılık ↑ Sarılık ve parlaklık ↓ Şeker içeriği ↑ Sertlik, yapışkanlık, Çiğnenebilirlik ↓ Antioksidan kapasite ↑ Duyusal beğeni ↑ (Maks. %20) (Önerilen doz ≤ %20)	Lee ve ark. (2010)

↑ artış, ↓ azalış, ~ önemsiz değişim

Barido ve ark. (2022a) tarafından yürütülen bir çalışmada, ön işlemden geçirilmiş siyah sarımsak ekstraktı ve çeşitli pişirme yöntemlerinin [(sous-vide, haşlama ve poşette otoklavlama (retorting)] tavuk göğsü üzerindeki kombine etkileri araştırılmıştır. Taze siyah sarımsak ekstraktı (pozitif kontrol), distile su (negatif kontrol), etüvde-kurutulmuş ve enkapsüle siyah sarımsak ekstraktı içeren çözeltilere (1:4, w/v) yerleştirilen tavuk göğsü üç farklı pişirme yöntemi uygulanarak toplamda 12 muamele grubu hazırlanmıştır. Etüv-kurutulmuş ve enkapsüle siyah sarımsak ekstraktı muameleleri negatif ve pozitif kontrol örneklere kıyasla yüksek antioksidan aktivite sergileyerek lipid oksidasyonunu

önemli ölçüde azaltmıştır. Siyah sarımsak ekstraktı ile muamele edilen ve sous-vide yöntemiyle pişirilen örneklerde daha yüksek oranda tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri tespit edilmiştir. Siyah sarımsak ile muamele edilen örneklerde parlaklık ve pH değerleri azalırken, kırmızılık ve sarılık değerleri artmıştır. Siyah sarımsak ekstraktı pişirme kaybını düşürerek, su tutma kapasitesini iyileştirerek ve daha iyi görsel nitelikler sağlayarak et kalitesini iyileştirmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, etüv-kurutulmuş veya enkapsüle siyah sarımsak ekstraktının uygun bir pişirme yöntemi ile kombine edilmesi işleminin tavuk göğsünün fonksiyonel kalitesini iyileştirebileceği bildirilmiştir.

Barido ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, taze sarımsak, siyah sarımsak, etüv-kurutulmuş siyah sarımsak tozu ve maltodekstrin-enkapsüle siyah sarımsak ekstraktlarının (%5 w/w) Kore Ginseng tavuk çorbası (Samgyetang) üzerine etkileri incelenmiştir. Siyah sarımsak ekstraktları ilaveli gruplarda pH, parlaklık, TBARS değerleri daha düşük, kırmızılık ve sarılık değerleri ise daha yüksek bulunmuştur. Samgyetang'ın kimyasal kompozisyonu, su tutma kapasitesi ve kesme kuvveti parametreleri ekstrakt ilavesinden önemli etkilenmemiştir. Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite dikkate alındığında, enkapsüle siyah sarımsak ekstraktlarının diğer muamele gruplarına kıyasla oksidatif stabilitenin artırılmasında daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Kore Ginseng tavuk çorbası üzerine yürütülen bir diğer çalışmada, taze sarımsak, siyah sarımsak, etüv-kurutulmuş siyah sarımsak tozu ve maltodekstrin-enkapsüle siyah sarımsak ekstraktlarının (%5 w/w) Samgyetang'ın yağ asit profili ve lezzet ilişkili bileşikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Siyah sarımsak ilaveli örneklerde, linoleik,  $\alpha$ -linolenik asit, alanin, furan, karbondisülfid, etil asetat ve lezzet-ilişkili bileşiklerin içeriği artarken, fenilalanin, lösin diallil disülfid, pentanal, hekzanal, ve heptanal içerikleri azalmıştır. Furanlar ve uçucu kükürt bileşiklerinin kontrol ve taze

sarımsaklı muamele gruplarından daha yüksek olması Samgyetang'a siyah sarımsak ekstraktlarının ilavesi ile arzu edilmeyen aromanın potansiyel olarak baskılandığını göstermiştir. Samgyetang'ın toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivitesi siyah sarımsak ilavesi ile artarken TBARS değerlerinde azalma gözlenmiştir. Buna göre, özellikle maltodekstrin-enkapsüle siyah sarımsak ekstraktlarının daha sağlıklı ve lezzetli Samgyetang hazırlanması için önemli katkı sunabileceği bildirilmiştir (Barido ve ark., 2022b).

Yang ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, beyaz tava ekmeği üretiminde hamur bazında farklı oranlarda (%0, %1, %3, %6, %9 ve %12) siyah sarımsak ekstraktı ilave edilmiş ve kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Siyah sarımsak ekstraktının artan konsantrasyonu ile hamurun pH'sı ve yoğunluğu azalmıştır. Fermantasyon gücü açısından muameleler arasında belirgin bir fark olmadığı belirlenmiştir. Siyah sarımsak ekstraktı konsantrasyonu arttıkça ekmeğin pH'sının azaldığı ve pişirme kaybı oranı, hamur verimi veya ekmek spesifik hacminde önemli bir fark gözlenmediği bildirilmiştir. Kabuk ve iç renk değerleri ile ilgili olarak, ekmekte artan miktarda siyah sarımsak özü ile parlaklık kademeli olarak azalırken, kırmızılık ve sarılık artmıştır. Tekstürel özellikler incelendiğinde, ekmekte en yüksek sertlik ve sakızimsılık değerleri %1 ekstrakt ilave edilen grupta belirlenmiş ve %3 ekstrakt içeren grup ile kontrol örnek arasında dikkate değer bir fark gözlenmemiştir. Duyusal kabul edilebilirlik için %6 ekstrakt seviyesinin kritik eşik olduğu ve beyaz tava ekmeğine siyah sarımsak ekstraktı ilavesinin sağlıklı ve fonksiyonel ekmek üretimine katkı sağladığı bildirilmiştir.

Ekmek üzerine bir diğer çalışmada, un bazında %0, %5, %10 ve %15 oranlarında siyah sarımsak ekstraktının beyaz tava ekmeğinin kalite özelliklerine etkisi değerlendirilmiştir. Siyah sarımsak ekstraktı miktarı arttıkça hacim azalmıştır. Sertlik, sakızimsılık ve yapışkanlık değerleri ekstrakt muamelesi ile artarken kontrol ve %5 ekstrakt ilaveli gruplar arasında sertlik

değerleri açısından herhangi bir fark gözlenmemiştir. İç renk değerleri incelendiğinde, siyah sarımsak ekstraktı miktarı arttıkça  $L^*$  değeri azalmış,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri artmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçları, kontrol ve %5 siyah sarımsak ekstraktı içeren muameleler arasında fark olmadığını ancak %10'dan fazla ekstrakt ilavesinin ekmeğin duyusal kabul edilebilirliğini azalttığını göstermiştir. Çalışma sonucunda, fonksiyonel beyaz tava ekmeğinin hazırlanması için %5 siyah sarımsak ekstraktı makul bir seviye olarak kabul edilmiştir (Wang ve ark., 2013).

Shin ve ark. (2010) %0.5, 1.0 ve 1.5 (w/v) siyah sarımsak ekstraktları (60 briks) eklenmiş yağsız süttten hazırlanan karışımın laktik asit bakterileri (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* karışık suşu) ile 24 saat boyunca 42°C'de fermantasyona tabi tutulması ile üretilen yoğurtları incelemiştir. %1.5 ekstrakt içeren yoğurdun titre edilebilir asitliği 24 saat sonunda %0.74 olarak fermantasyon öncesine göre 5.7 kat daha yüksek belirlenmiştir. Canlı hücre sayısında üç saatlik fermantasyondan sonra örnekler arasında önemli bir fark görülmemiştir. Siyah sarımsak ekstraktının konsantrasyonu arttıkça yoğurdun viskozite ve  $L^*$  (parlaklık) değerleri azalırken  $a^*$  (kırmızılık) ve  $b^*$  (sarılık) değerlerinde artış meydana gelmiştir. Siyah sarımsak ekstraktı içeren yoğurdun genel duyusal beğeni düzeyi, sadece yağsız süt içeren kontrole kıyasla daha düşük olduğundan yoğurt üretiminde %1'in altında siyah sarımsak ekstraktı kullanımı tavsiye edilmiştir.

Min ve ark. (2022) siyah sarımsak ekstraktının farklı oranları (%0, %7.5, %15, %22.5 ve %30) kullanılarak üretilen süt reçellerinin kalite özelliklerini ve antioksidan aktivitelerini incelemiştir. Artan siyah sarımsak ekstraktı seviyeleri ile süt reçeli örneklerinin parlaklık ( $L^*$ ) ve sarılık ( $b^*$ ) değerleri azalırken, kırmızılık ( $a^*$ ) değerleri artmıştır. Yüksek seviyede siyah sarımsak ekstraktı ilavesi, süt reçellerinde düşük pH (6.46'dan 5.44'e) ve yüksek toplam asitlik

(%0.277'den %0.399'a) ile sonuçlanmıştır. Siyah sarımsaklı süt reçelinin toplam polifenol ve toplam flavonoid içeriği sırasıyla 144.76-263.41 mg GAE/100 g ve 24.29- 44.81 mg kuersetin eşdeğeri /100 g arasında değişmiş ve ekstrakt seviyesine bağlı olarak önemli ölçüde artmıştır. En yüksek DPPH radikal süpürme aktivitesi %30 siyah sarımsak ekstraktı içeren örneklerde belirlenmiştir. Sonuçlar, siyah sarımsağın fonksiyonel gıda üretimi için bir bileşen olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Kim ve Rho (2011) tarafından yapılan çalışmada, beş farklı seviyede (%0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0) siyah sarımsak konsantresi ile hazırlanan jölenin kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Siyah sarımsak konsantresi arttıkça jölenin şeker içeriğinin ve kırmızılık ( $a^*$ ) değerlerinin arttığı, parlaklık ( $L^*$ ) ve sarılık ( $b^*$ ) değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. Mekanik özellikler ile ilgili olarak, siyah sarımsak içeren jöle örneklerinin sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik puanları önemli ölçüde artmıştır. Renk, lezzet, doku ve genel kalite özellikleri düşünüldüğünde en yüksek skorlar %1.0 siyah sarımsak konsantresi içeren jöle için belirlenmiştir.

Lee ve ark. (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada, agar, şeker, nişasta şurubu, sıvı fruktoz ve karajenana ilave olarak formülasyonda siyah sarımsak (%0, 10, 20 ve 30) kullanılarak üretilen jölenin kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Siyah sarımsak miktarı arttıkça jölenin pH, sarılık ve parlaklık değerleri azalırken şeker içeriği, asitlik, kırmızılık değerleri ve antioksidan aktivitesi artmıştır. DPPH ve hidroksil radikal süpürme aktiviteleri için  $IC_{50}$  değerleri artan siyah sarımsak konsantrasyonuna bağlı olarak azalmıştır. Ayrıca, siyah sarımsak içeren jölelerin sertlik, yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik gibi tekstürel özelliklerinde kontrole kıyasla azalma gözlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre, %20 siyah sarımsak içeren jöle numuneleri, genel beğeni düzeyi ve satın alma kararları açısından en yüksek skorları almıştır.

## SONUÇ

Siyah sarımsak üretim sürecinde sarımsağın fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerinde bir dizi değişim meydana gelmektedir. Nihai ürün, siyaha dönüşen sarımsak dişleri, yumuşak ve elastik tekstürü, tatlı-ekşi lezzeti ile karakterize edilirken, taze sarımsağın karakteristik keskin kokusu ve acımsı tadı uzaklaşmaktadır. Siyah sarımsağın karakteristik özellikleri üretim prosesi sırasında uygulanan sıcaklık, nem ve olgunlaşma süresi dahil olmak üzere birçok faktörden etkilenmektedir. Uzun süreli ısı işleme sürecinde, polisakkaritlerin ayrışması ve Maillard reaksiyonlarının sonucu olarak organosülfür bileşikler, polifenoller, organik asitler veya indirgen şekerler gibi biyoaktif bileşenlerin içeriği önemli ölçüde değişmektedir. Son yıllarda, zengin biyoaktif bileşen içeriği ve bu bileşenlerden kaynaklanan sağlığa faydalı özellikleri nedeniyle siyah sarımsağın tanınırlığı giderek artmaktadır. Bununla birlikte, siyah sarımsağın HMF içeriğinin azaltılması, uzun üretim sürecinin kısaltılması, depolama stabilitesinin artırılması ve çeşitli gıda formülasyonlarında fonksiyonel bir bileşen olarak kullanımına yönelik araştırmalar yoğun şekilde devam etmektedir. Siyah sarımsak, oksidatif reaksiyonları geciktirmek, duyuşal kabul edilebilirliği artırmak ve fonksiyonel özellikleri geliştirmek gibi çeşitli amaçlar için gıdalarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, siyah sarımsak üretimi, farklı işleme koşullarında siyah sarımsağın çeşitli özelliklerinde meydana gelen değişimler ve siyah sarımsağın gıda uygulamaları incelenmiştir. Ülkemizde, Taşköprü (Kastamonu), Araban (Gaziantep) ve Pazarcık (Kahramanmaraş) ilçeleri taze sarımsak yetiştiriciliği için önemli bölgelerdir ve Taşköprü sarımsağı Avrupa Birliği Coğrafi İşaretili Ürünler Listesi'nde yer almaktadır. Ancak, taze sarımsağın doğrudan tüketimi sonucu meydana gelen mide rahatsızlıkları ve tüketiminden sonra ortaya çıkan nefes kokusu, sağlığa faydaları bilinmesine rağmen ülkemizde sarımsak tüketimini sınırlamaktadır. Bu tür problemlerin üstesinden gelebilmek için taze sarımsağa alternatif olarak siyah sarımsak tüketimi önerilebilir. Öte yandan,

siyah sarımsak ve ürünleri, taze sarımsağa kıyasla daha yüksek ekonomik değere sahiptir. Bu bağlamda, siyah sarımsağın tanınırlığının artması, çeşitli alanlarda kullanımının yaygınlaşması ve katma değeri yüksek yeni ürünlerin eldesi ülke ekonomisine önemli katkı sağlayacaktır. Son olarak, siyah sarımsağın üretim yönteminin standartlaştırılması ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanım potansiyeli üzerine daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Afzaal, M., Saeed, F., Rasheed, R., Hussain, M., Aamir, M., Hussain, S., ... & Anjum, F. M. (2021). Nutritional, biological, and therapeutic properties of black garlic: A critical review. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 1387-1402.
- Ahmed, T., & Wang, C. K. (2021). Black Garlic and Its Bioactive Compounds on Human Health Diseases: A Review. *Molecules*, 26(16), 5028.
- Akan, S., & Ünüvar, İ. (2017). Sarımsak Üretim ve Ticaretinin Ekonomik Önemi. III. IBANESS Kongreler Serisi, 04-05 Mart, Edirne / Türkiye.
- Akan, S. (2022). Kısa Süreli Depolamanın Siyah Sarımsak Başları ve Soyulmuş Dişlerinin Fizikokimyasal Kalitesindeki Rolü. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(3), 794-801.
- Bae, S. E., Cho, S. Y., Won, Y. D., Lee, S. H., & Park, H. J. (2012). A comparative study of the different analytical methods for analysis of S-allyl cysteine in black garlic by HPLC. *LWT-Food Science and Technology*, 46(2), 532-535.
- Bae, S. E., Cho, S. Y., Won, Y. D., Lee, S. H., & Park, H. J. (2014). Changes in S-allyl cysteine contents and physicochemical properties of black garlic during heat treatment. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 397-402.
- Barido, F. H., Jang, A., Pak, J. I., Kim, Y. J., & Lee, S. K. (2021). The effect of pre-treated black garlic extracts on the antioxidative status and quality characteristics of Korean ginseng chicken soup (Samgyetang). *Food Science of Animal Resources*, 41(6), 1036.
- Barido, F. H., Jang, A., Pak, J. I., Kim, Y. J., & Lee, S. K. (2022a). Combined effects of processing method and black garlic extract on quality characteristics, antioxidative, and fatty acid profile of chicken breast. *Poultry Science*, 101(4), 101723.
- Barido, F. H., Utama, D. T., Kim, Y. J., & Lee, S. K. (2022b). Fatty acid profiles and flavour-related compounds of retorted Korean ginseng chicken soup (Samgyetang) affected by pre-treated black garlic extract. *Animal Bioscience*, 35(7), 1080.



- Bedrníček, J., Laknerová, I., Lorenc, F., Moraes, P. P. D., Jarošová, M., Samková, E., ... & Smetana, P. (2021). The use of a thermal process to produce black garlic: Differences in the physicochemical and sensory characteristics using seven varieties of fresh garlic. *Foods*, 10(11), 2703.
- Borrelli, F., Capasso, R., & Izzo, A. A. (2007). Garlic (*Allium sativum* L.): Adverse effects and drug interactions in humans. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51(11), 1386-1397.
- Chan, K. H., Chang, C. K., Gavahian, M., Yudhistira, B., Santoso, S. P., Cheng, K. C., & Hsieh, C. W. (2022). The Impact of Different Pretreatment Processes (Freezing, Ultrasound and High Pressure) on the Sensory and Functional Properties of Black Garlic (*Allium sativum* L.). *Molecules*, 27(20), 6992.
- Chen, Y. A., Tsai, J. C., Cheng, K. C., Liu, K. F., Chang, C. K., & Hsieh, C. W. (2018). Extracts of black garlic exhibits gastrointestinal motility effect. *Food Research International*, 107, 102-109.
- Chen, T. (2023). Black garlic: Food Safety Considerations during Production and Storage. Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health. June. Available from: <https://ncceh.ca/documents/evidence-review/black-garlic-food-safety-contri>
- Choi, D. J., Lee, S. J., Kang, M. J., Cho, H. S., Sung, N. J., & Shin, J. H. (2008). Physicochemical characteristics of black garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 37(4), 465-471.
- Choi, I. S., Cha, H. S., & Lee, Y. S. (2014). Physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Molecules*, 19(10), 16811-16823.
- Chua, L. S., Abdullah, F. I., & Lim, S. H. (2022). Physicochemical changes and nutritional content of black garlic during fermentation. *Applied Food Research*, 2(2), 100216.
- Ding, Y., Jiang, Y., Deng, Y., & Zhao, Y. (2020). Effect of packaging materials and storage temperature on water status, mechanical and thermal properties of black garlic. *Food Packaging and Shelf Life*, 24, 100507.
- Dursun Capar, T., Inanir, C., Cimen, F., Ekici, L., & Yalcin, H. (2022). Black garlic fermentation with green tea extract reduced HMF and improved bioactive

- properties: Optimization study with response surface methodology. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16, 1340–1353.
- El-Saber Batiha, G., Magdy Beshbishy, A., G Wasef, L., Elewa, Y. H., A Al-Sagan, A., El-Hack, A., ... & Prasad Devkota, H. (2020). Chemical constituents and pharmacological activities of garlic (*Allium sativum* L.): A review. *Nutrients*, 12(3), 872.
- Hue, C. T., Tan, L. Q., Van Hung, H., Le, Q. T. N., Nguyen, T. H., Huong, N. T. L., ... & Trinh, D. K. (2022). Assessment of the physicochemical properties and biological activity of Vietnamese single-bulb black garlic. *Food Bioscience*, 49, 101866.
- Javed, M., & Ahmed, W. (2022). Black garlic: A review of its biological significance. *Journal of Food Biochemistry*, 46(12), e14394.
- Jin, S. K., Kim, I. S., Jeong, J. Y., Kang, S. N., & Yang, H. S. (2010). Quality characteristics of low-salt and-fat meatball added black garlic (*Allium sativum* L.) during cold storage. *Food Science of Animal Resources*, 30(6), 1031-1037.
- Jung, I. C., & Sohn, H. Y. (2014). Antioxidation, antimicrobial and antithrombosis activities of aged black garlic (*Allium sativum* L.). *Microbiology and Biotechnology Letters*, 42(3), 285-292.
- Kang, O. J. (2016). Physicochemical characteristics of black garlic after different thermal processing steps. *Preventive nutrition and food science*, 21(4), 348.
- Kim, A. J., & Rho, J. O. (2011). The quality characteristics of jelly added with black garlic concentrate. *Korean Journal of Human Ecology*, 20(2), 467-473.
- Kim, J. H., Nam, S. H., Rico, C. W., & Kang, M. Y. (2012). A comparative study on the antioxidative and anti-allergic activities of fresh and aged black garlic extracts. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(6), 1176-1182.
- Kim, J. S., Kang, O. J., & Gweon, O. C. (2013a). Changes in the content of fat-and water-soluble vitamins in black garlic at the different thermal processing steps. *Food Science and Biotechnology*, 22(1), 283-287.
- Kim, J. S., Kang, O. J., & Gweon, O. C. (2013b). Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing steps. *Journal of Functional Foods*, 5(1), 80-86.

- Kim, J. H., Jang, H. J., & Lee, C. H. (2019). Effect of aged garlic powder on physicochemical characteristics, texture profiles, and oxidative stability of ready-to-eat pork patties. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(7), 1027.
- Lee, J. Y., Yoon, H. Y., & Kim, M. R. (2010). Quality characteristics of jelly with black garlic. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 25(6), 832-838.
- Lee, H. J., Yoon, D. K., Lee, N. Y., & Lee, C. H. (2019). Effect of aged and fermented garlic extracts as natural antioxidants on lipid oxidation in pork patties. *Food science of animal resources*, 39(4), 610.
- Lee, C. H., Chen, Y. T., Hsieh, H. J., Chen, K. T., Chen, Y. A., Wu, J. T., ... & Hsieh, C. W. (2020). Exploring epigallocatechin gallate impregnation to inhibit 5-hydroxymethylfurfural formation and the effect on antioxidant ability of black garlic. *LWT-Food Science and Technology*, 117, 108628.
- Li, N., Lu, X., Pei, H., & Qiao, X. (2015). Effect of freezing pretreatment on the processing time and quality of black garlic. *Journal of Food Process Engineering*, 38(4), 329-335.
- Li, F., Cao, J., Liu, Q., Hu, X., Liao, X., & Zhang, Y. (2020). Acceleration of the Maillard reaction and achievement of product quality by high pressure pretreatment during black garlic processing. *Food chemistry*, 318, 126517.
- Lishianawati, T. U., & Yusiaty, L. M. (2021). Antioxidant effects of black garlic powder on spent duck meat nugget quality during storage. *Food Science and Technology*, 42, e62220.
- Liu, J., Zhang, G., Cong, X., & Wen, C. (2018). Black garlic improves heart function in patients with coronary heart disease by improving circulating antioxidant levels. *Frontiers in physiology*, 9, 1435.
- Min, J. H., Jeong, J. H., Lee, S. J., Lee, J. S., Han, J. W., Lee, H. D., & Jeong, T. G. (2022). Quality characteristics of milk jam with black garlic extract. *Korean Journal of Food Preservation*, 29(1), 97-104.
- Mirondo, R., & Barringer, S. (2016). Deodorization of garlic breath by foods, and the role of polyphenol oxidase and phenolic compounds. *Journal of Food Science*, 81(10), C2425-C2430.

- Morbidoni, L., Arterburn, J. M., Young, V., Mullins, D., Mulrow, C., & Lawrence, V. (2001). Garlic: Its history and adverse effects. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 1(1), 63-83.
- Munch, R., & Barringer, S. A. (2014). Deodorization of garlic breath volatiles by food and food components. *Journal of Food Science*, 79(4), C526-C533.
- Najman, K., Sadowska, A., & Hallmann, E. (2021). Evaluation of bioactive and physicochemical properties of white and black garlic (*Allium sativum* L.) from conventional and organic cultivation. *Applied Sciences*, 11(2), 874.
- Özcan Sınır, G., & Barringer, S. (2021). Deodorization of garlic odor by fresh and dried herbs using SIFT-MS. *Gıda*, 46(2), 358-366.
- Qiu, Z., Zheng, Z., Zhang, B., Sun-Waterhouse, D., & Qiao, X. (2020). Formation, nutritional value, and enhancement of characteristic components in black garlic: A review for maximizing the goodness to humans. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 801-834.
- Ríos-Ríos, K. L., Gaytán-Martínez, M., Rivera-Pastrana, D. M., Morales-Sánchez, E., Villamiel, M., Montilla, A., ... & Vázquez-Barrios, M. E. (2021). Ohmic heating pretreatment accelerates black garlic processing. *LWT-Food Science and Technology*, 151, 112218.
- Sasaki, J. I., Lu, C., Machiya, E., Tanahashi, M., & Hamada, K. (2007). Processed black garlic (*Allium sativum*) extracts enhance anti-tumor potency against mouse tumors. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 1(2), 278-281.
- Şaşmaz, H. K., Sevindik, O., Kadiroğlu, P., Adal, E., Erkin, Ö. C., Selli, S., & Kelebek, H. (2022). Comparative assessment of quality parameters and bioactive compounds of white and black garlic. *European Food Research and Technology*, 248(9), 2393-2407.
- Shin, J. H., Kim, G. M., Kang, M. J., Yang, S. M., & Sung, N. J. (2010). Preparation and quality characteristics of yogurt with black garlic extracts. *Korean journal of food and Cookery Science*, 26(3), 307-313.
- Shin, J. H., Kang, M. J., Kim, R. J., & Sung, N. J. (2011). The quality characteristics of sausage with added black garlic extracts. *Korean journal of food and cookery science*, 27(6), 701-711.

- Tahir, Z., Saeed, F., Nosheen, F., Ahmed, A., & Anjum, F. M. (2022). Comparative study of nutritional properties and antioxidant activity of raw and fermented (black) garlic. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 116-127.
- Toledano Medina, M. Á., Pérez-Aparicio, J., Moreno-Ortega, A., & Moreno-Rojas, R. (2019b). Influence of variety and storage time of fresh garlic on the physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Foods*, 8(8), 314.
- Toledano Medina, M. Á., Merinas-Amo, T., Fernández-Bedmar, Z., Font, R., del Río-Celestino, M., Pérez-Aparicio, J., ... & Moreno-Rojas, R. (2019a). Physicochemical characterization and biological activities of black and white garlic: In vivo and in vitro assays. *Foods*, 8(6), 220.
- Turan, E., & Şimşek, A. (2022a). Black garlic as a substitute for fresh garlic to reduce off-flavor and enhance consumer acceptance and bioactive properties in cemen paste. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(2), e16246.
- Turan, E., & Şimşek, A. (2022b). Determination of Physicochemical, Antioxidant, Textural and Sensory Features of Pastırma Cemen Paste Produced by Using Different Concentrations of Black Garlic. *Gıda*, 47(6), 980-991.
- Toledano-Medina, M. A., Pérez-Aparicio, J., Moreno-Rojas, R., & Merinas-Amo, T. (2016). Evolution of some physicochemical and antioxidant properties of black garlic whole bulbs and peeled cloves. *Food Chemistry*, 199, 135-139.
- Wang, D., Feng, Y., Liu, J., Yan, J., Wang, M., Sasaki, J. I., & Lu, C. (2010). Black garlic (*Allium sativum*) extracts enhance the immune system. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 4(1), 37-40
- Wang, S. J., Lee, J. H., & Lee, S. K. (2013). Effect of black garlic extracts on quality characteristics of white pan bread. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 42(8), 1283-1289.
- Yang, S. M., Shin, J. H., Kang, M. J., Kim, S. H., & Sung, N. J. (2010). Quality characteristics of bread with added black garlic extract. *Korean journal of food and cookery science*, 26(5), 503-510.
- Yang, S. M., Shin, J. H., Kang, M., & Sung, N. J. (2011). Quality characteristics of pork ham containing different amounts of black garlic extracts. *Korean Journal of Food Preservation*, 18(3), 349-357.

Zhang, Z., Lei, M., Liu, R., Gao, Y., Xu, M., & Zhang, M. (2015). Evaluation of alliin, saccharide contents and antioxidant activities of black garlic during thermal processing. *Journal of Food Biochemistry*, 39(1), 39-47.

Zhang, X., Li, N., Lu, X., Liu, P., & Qiao, X. (2016). Effects of temperature on the quality of black garlic. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(7), 2366-2372.

**Açıklama:** Bu çalışma, 12. Uluslararası Tarım, Hayvancılık ve Kırsal Kalkınma Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuştur.



## BÖLÜM 8

### ŞIRNAK İLİ BİTKİSEL ÜRETİMİNE GÜNCEL BAKIŞ

Dr. Öğr. Üyesi Tarkan AYZAZ<sup>1</sup> Doç. Dr. Ferhat ÖZTÜRK<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8373760>

---

<sup>1</sup> Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Şırnak, TÜRKİYE  
tarkanayaz@gmail.com Orcid ID:0000-0001-8642-2498

<sup>2</sup> Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şırnak, TÜRKİYE  
ferhatozturk@sirnak.edu.te Orcid ID:0000-0002-2743-4285

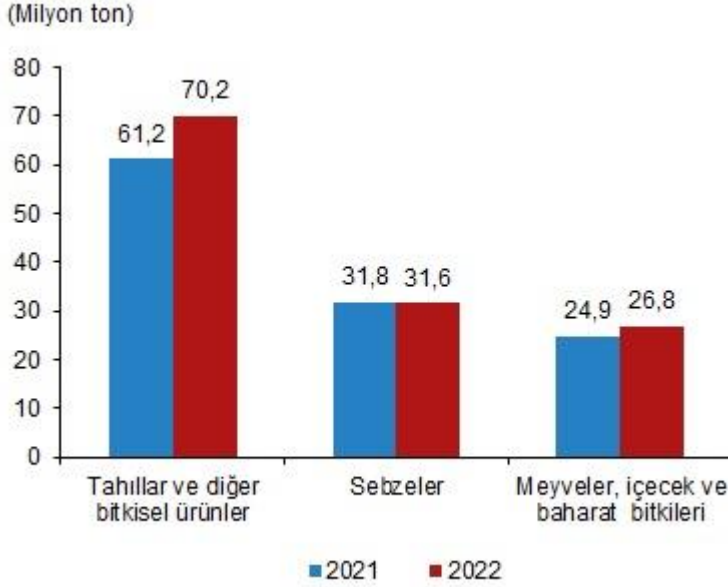




## GİRİŞ

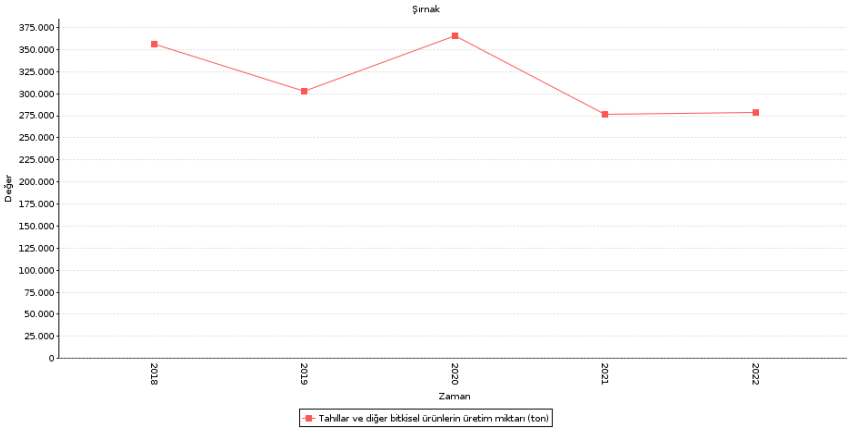
Tarım, insanlığın var olduğu ilk günden var olmuş ve insanlığın kendini geliştirmeye başlamasıyla her geçen gün daha da gelişerek insan yaşamındaki en büyük ve vazgeçilemez faaliyet olarak yerini almıştır. Günümüzde içinde bulunduğumuz durumlar göz önüne alındığında tarımın önemi ve tarıma gösterilmesi gereken hassasiyetin daha da arttığı görülmektedir. Özellikle son yıllarda yaşanan pandemi ve onun getirdiği ekonomik sıkıntılar değerlendirildiğinde herşeyin bir kenara bırakılabileceği ama tarımın asla terk edilemeyeceği bir kez daha görülmüştür. Bu olumsuz etkenlerle birlikte tarım alanlarının azalması, tarımla uğraşan insanlar bu faaliyetlerden vazgeçmesi ve olumsuz iklim koşullarının artması insanlığı bir gıda krizi ile karşı karşıya kalması olasılığını artırmaktadır. Bütün bu olumsuzluklar ve dünyadaki artan nüfus birlikte değerlendirildiğinde tarım için yapılan çalışmaların ne kadar önemli olduğunu bir kez daha göstermektedir.

Ülkemiz geçmişten beri önemli tarım ürünlerinin önemli miktarlarının yetiştirildiği bir tarım ülkesi konumundadır. Coğrafi konumu açısından hem Avrupa hem de Ortadoğu'ya yakınlığı nedeniyle buralarda bulunan ülkelerle ihracatta artışlar kaydederek ekonomik anlamda kalkınma sağlayabilmektedir. Ülkemizde tarımı yapılan bitkisel ürünlerin 2022 yılı üretim miktarları değerlendirildiğinde tahıl ve diğer bitkisel ürünlerin bir önceki yıla göre %14,6, meyveler, içecek ve baharat bitkilerinin %7,7 oranında yükseldiği, sebze üretiminin ise %0,5 oranında düştüğü görülmektedir (Anonim 2023).



Şekil 1. 2021-2022 Bitkisel Üretim verileri

Şırnak, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer almakta, ortalama 1.400 m rakıma ve 7.172 km<sup>2</sup> yüzölçüme sahip bir şehirdir. Rakımı yüksek olan yerlerde sert kara iklim, diğer yerlerde ise karasal iklim görülmektedir. (Anonim, 2019). Türkiye, Suriye ve Irak ülkelerinin kesiştiği noktada yer alan ekonomisi tarım ve ticarete dayalı bir şehirdir. Büyük bir alanını kırsal kesimler oluşturmakta ve burada yaşayanların çoğunluğunun gelir kaynağı hayvancılıktır. Hayvancılık daha çok yaylalarının fazlalığı nedeniyle küçükbaş olarak yapılmaktadır. Tarımsal ürünlerin üretimi ise daha çok Silopi, Cizre ve İdil ilçelerinde yapılmaktadır. Üretimi en çok yapılan tarımsal ürünler son yıllara kadar buğday, pamuk, mısır, mercimek, arpa ve üzüm olarak sıralanmaktaydı. Bitkisel üretim miktarı son yıllarda azalmış olsa da 2022 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık 2.000 tonluk bir artış göstermiştir (Anonim 2023).



**Şekil 2.** Tahıllar ve bitkisel üretim miktarları

Özellikle Silopi ilçesinde son yıllarda ekimi yapılan ve her geçen yıl ekim alanı katlanarak artan yerfıstığı çiftçiler tarafından daha fazla talep görür duruma gelmektedir.

Bu çalışma ile Şırnak ili ve ilçelerinde yapılan tarımsal faaliyetlere genel bir bakış sağlanarak ilin tarımsal potansiyeli ile ilgili güncel bilgiler verilecektir.

Şırnak ilinde yetiştiriciliği en çok yapılan ürünlerin Türkiye geneli üretim miktarlarına bakıldığında buğday üretiminin 2022 yılı verilerine göre 19.750.000 ton, arpa üretiminin 8.500.000 ton, mısır üretiminin 8.500.000 ton, pamuk üretiminin 2.750.00 ton ve yerfıstığı üretiminin 186.430 ton olduğu görülmektedir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Şırnakta en çok üretimi yapılan bitkisel ürünlerin Türkiye geneli üretim miktarları (ton)

Bitkisel Ürünler	2022
Buğday	19 750 000
Arpa	8 500 000
Mısır	8 500 000
Pamuk	2 750 000
Yerfıstığı	186 340

Kaynak. TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2022

Şırnak ilinde yetiştiriciliği en çok yapılan ürünlerin üretimin miktarlarına baktığımızda buğday üretiminin 2022 yılı verilerine göre 90.682 ton, arpa üretiminin 16.867 ton, mısır üretiminin 31.179 ton, pamuk üretiminin 29.392 ton ve yerfıstığı üretiminin 19.783 ton olduğu görülmektedir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Şırnakta en çok üretimi yapılan bitkisel ürünlerin üretim miktarları (ton)

Bitkisel Ürünler	2022
Buğday	90 682
Arpa	16 867
Mısır	31 179
Pamuk	29 392
Yerfıstığı	19 783

Kaynak:TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2022

**Tablo 3.** Şırnak İli Üretiminin Türkiye Üretimindeki Payı

Ürün Adı	Türkiye Üretimi (Ton)	Şırnak Üretimi (ton)	Şırnak İlinin Payı (%)
Buğday	19 750 000	90 682	0,46
Arpa	8 500 000	16 867	0,20
Mısır	8 500 000	31 179	0,37
Pamuk	2 750 000	29 392	1,06
Yerfıstığı	186 340	19 783	10,62
Genel Toplam	39.686.340	187.903	12,71

Kaynak:TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2022

Şırnak ili bitkisel üretim verileri incelendiğinde özellikle ülkemiz için kritik öneme sahip ürünlerin üretiminin tarımsal üretim alanına göre kıyaslandığında yüksek üretim miktarlarına sahip olduğu görülmektedir. Özellikle Şırnak İli Silopi ilçesinde yerfıstığı üretiminin son yıllarda artarak devam ettiği ve ilerleyen yıllarda üretim alanlarının daha da artacağı öngörülmektedir. Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.), Güney Amerika kökenli, baklagiller familyasında yer alan ve tek yıllık yazlık ve yağlı tohumlu bir bitkidir. Özellikle insanların besin ihtiyacının karşılanmasında, hayvansal yem olarak kullanılmasında ve toprağın azot ihtiyacına katkıda bulunması açısından çok önemli bir yağ bitkisidir (Arioğlu, 2014). Bünyesinde bulundurduğu İçerdiği yağ, protein, karbonhidrat, vitaminler ve mineral maddesi içeriği ile hem insanlar hem de hayvanlar için kıymetli bir besin kaynağıdır (Arioğlu ve

Arioğlu, 2007). Yerfıstığı üretimi 40° kuzey ve 30° güney enlemleri içerisinde ve tropik bölgelerden orta enlemlerde yer alan bir bölgede yapılmaktadır (Öğütçü, 1969).

## SONUÇ

Şırnak ili Silopi ve Cizre ilçelerinin iklim ve toprak yapıları değerlendirildiğinde sulu tarım yapılabilen alanlarda yerfıstığı tarımı her geçen yıl hem üretim alanı hem de üretim miktarı açısından büyük bir artış gösterdiği belirtilmektedir (Ayaz, 2022).

Şırnak İli Silopi İlçemizde her geçen yıl üretim alanları içerisinde önemli bir yer edinen ve ekim alanı artmakta olan yerfıstığı Aktepe, Bostancı, Buğdaylı, Başköy, Birlik, Çardaklı, Cudi, Şehitharunboy, Kapılı, Çiftlik, Kavaközü, Ortaköy, Ovaköy, Pınarönü, Üçağaç, Verimli, Yolağzı ve Yeniköy köylerinde yetiştirilmektedir. İlk yerfıstığı üretimi 2006 yılında 200 da ile Bostancı köyünde yapılmış olup, günümüzde ise birçok köyde yapılarak 20.000 tonluk üretime ulaşmıştır (Anonim 2023b).

Şırnak ekonomisinin tarım ve ticarete dayalı olduğunu ve başlıca tarım ürünlerinin buğday, mercimek, arpa, pamuk ve yerfıstığı olduğunu belirtmiştik. Aynı zamanda tarihi İpekyolu üzerinde bulunan, Irak ve Suriye ülkelerine sınır Şırnak; Türkiye'nin en büyük kara sınır kapılarından biri olan Habur Sınır Kapısı'nı sınırları içerisinde bulundurmaktadır. Bu sınır kapısı sayesinde ihracatçılar Ortadoğu pazarlarına rahatça ulaşabilmekte, ülkemizde üretilen tarımsal ürünler tarım potansiyelleri düşük olan bu ülkelere kolaylıkla ve daha az maliyetli olarak pazarlanabilmektedir.

Şırnak ilinde yerfıstığı ekim alanlarının ve üretim miktarlarının artmasıyla ilk başlarda işleme ve pazarlama için Adana ve Osmaniye ilçelerine gönderilen ürünler artık Silopi ilçesinde kurulan yerfıstığı ayıklama, işleme ve paketleme tesislerinde işlem görmeye başlamıştır. Böylece yerfıstığı tarımsal

üretime sağladığı katkı yanında ilin ekonomisine ve istihdama da büyük oranda katkı sağlamıştır.

Dünya üzerinde en çok tercih edilen çerezlerden olma durumu, fazlaca olan kentleşme ve artan gelir nedeniyle yerfıstığı geleceği parlak olan bir üründür. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda Şırnak ve Silopi için ne kadar önemli olduğu görülebilecektir. Bu durumdan faydalanabilmek için özellikle standardizasyon ve pazarlamaya büyük önem verilmelidir. Yerfıstığında piyasaya girmek ve bu piyasa içerisinde devamlılık için üretimle birlikte kaliteye, işlemeye, ambalajlamaya ve ucuz maliyete önem verilmelidir. İyi bir şekilde ticari faaliyetlerini sürdürebilen ve pazar bağlantılarını gerçekleştirebilmiş markalar bağlantılarını güçlendireceğinden Şırnak ili Silopi ilçesinde yetiştirilen yerfıstığının pazarlanmasında olumlu etkiler oluşturabilecektir. Bu işletmelerin pazarla bağlantılarını geliştirecek düzenlemeler yapılması, örgütlenmelerin desteklenmesi ve güçlendirilmesi, yerfıstığı işleyen tesislerin artırılması, ekonomiye büyük oranda katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Anonim. 2019. <https://tr.wikipedia.org/wiki/%C5%9E%C4%B1rnak> 10.08.2023.
- Anonim, 2023. Bitkisel üretim istatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr>. 10.08.2023
- Anonim, 2023. Şırnak İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Verileri
- Arıoğlu, E. ve Arıoğlu, H., (2007). Ana ürün yerfıstığı yetiştiriciliğinde bitki yoğunluğunun verim ve bazı tarımsal özelliklere etkisi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, (2) 557-561 Erzurum, Turkey.
- Arıoğlu H., (2014). Yağ Bitkileri Yetiştirme Ve Islahı. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı Genel Yayın No:220, Ders Kitapları Yayın A-70, Adana
- Ayaz T, 2022. Şırnak ili yerfıstığı alanlarında potansiyel zararlı konumunda olan böcek türleri. Tarımsal Perspektif-2: 105-113.
- Ögütçü, Z., (1969), Yerfıstığı ve Ziraatı. Türkiye Ticaret Odaları, Sanayi Odaları ve Ticaret Borsaları Birliği Matbaası, Ankara.





## BÖLÜM 9

### İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ TARIMSAL FAALİYETLERDE KULLANIMI VE GELECEĞE YÖNELİK BEKLENTİLER

Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi Veysi ACIBUCA<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8373764>

---

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Hatay, TÜRKİYE, aybukekaya@mku.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-6866-1951

<sup>2</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin, TÜRKİYE, veysiacibuca@artuklu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-8478-7300



## GİRİŞ

Son yıllarda globalleşme ile birlikte yoğun bir rekabet ortamı oluşmaktadır. İşletmelerin ekonomik faaliyetlerini sürdürülebilmeleri ve bu rekabet ortamında tutunabilmeleri için rekabet üstünlüğünü elde etmeleri gerekmektedir. Rekabet üstünlüğü kazanmalarının da en önemli yolu yeniliklere sahip olmaktan geçmektedir. İnovasyon sayesinde elde ettiği kazanımlarla işletmeler, üretim maliyetlerindeki düşüşlerle rekabet üstünlüğü sağlamaktadır (Akıncı, 2011). Ayrıca ekonomik büyümenin, refahın ve yaşam standartlarının artışında inovasyon baş aktördür (Yılmaz ve İncekaş, 2018). İnovasyon, tarım sektöründeki değişim ve dönüşümün en önemli kaynaklarından biridir. Tarım sektöründeki küresel gelişmeleri sanayisi gelişmiş ülkeler, tarımı geri plana atmadıkları gibi bilimsel araştırma geliştirme çalışmaları, üretim, işleme, pazarlama, sistem ve örgütsel düzeyde yaptıkları inovasyonlarla tarım sektörünü küresel çapta stratejik bir konuma taşımaktadır. Tarım sektöründe yeni teknoloji kullanımının artırılmasıyla katma değeri yüksek ürünlerin üretimi sağlanmaktadır (Uyan, 2018).

Günümüzde tarımsal üretimde kullanılan hassas tarım teknolojilerinden birisi drone olarak bilinen insansız hava araçlarıdır. İnsansız hava araçları (İHA) en çok bilinen tanımıyla, içerisinde pilot bulunmayan, üzerinde amacına uygun olarak çeşitli aletler bulunduran, yerde bulunan bir pilot tarafından kontrol edilen veya önceden planlanan uçuş güzergahında otonom olarak yönlendirilen hava araçlarıdır (Ahinwar et al., 2019). Drone teknolojileri, tarımsal faaliyetlerde alışılagelmiş geleneksel manuel faaliyetleri dönüştürme potansiyeline sahip önemli bir yeniliktir. Basit teknik yapısı ve kolay kullanımı olan dronlar; üzerine yerleştirilen sensörler ve kamera ile yüksek çözünürlükte yakaladığı resimler ile üç boyutlu görüntüler oluşturarak tarımsal faaliyetlerde çiftçilere planlama imkânı sunmaktadır (Türker et al., 2020). Hassas tarım teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte insansız hava araçları, tek uçuşla havadan yüzlerce hektar alandan yüksek çözünürlükte görüntülerin alınması,

insan ve işgücüne ihtiyaç duymadan çok kısa bir süre içinde gerçekleştirilebilmektedir (Türkseven ve ark., 2016).

Tarımsal faaliyetlerde hava araçlarının kullanımı 1921'de ABD Tarım Bakanlığı'nın ABD Ordusu Muhabere Birliği'nin Ohio'daki araştırma istasyonu ile işbirliği içinde böcek ilacı yaymak için uçakları kullanması ile başlamış olsa da, bu durum yerden kontrol edilemeyen hava araçlarıyla ilgiliydi. İnsansız hava araçlarının tarımsal üretimde hızlı bir şekilde yaygınlaşmasının 2011 yılı itibariyle başladığı bildirilmiştir (Frankelius et al., 2019). Yapılan çalışmalar dronların tarımsal faaliyetlerde birçok amaçla kullanılabildiğini ortaya koymuştur. Dronlar sayesinde sahaya özgü bilgiler toplanarak bitki büyümesi ve verim ile ilgili tahminler yapılabilir. Ayrıca hastalık ve yabancı ot tespiti, toprak sağlığı, su stresi, hayvan hareketleri gibi konularda bilgiler de toplanabilir (Candiago et al., 2015; Rani et al., 2019; Daponte et al., 2019; Pathak et al., 2020). Tüm bu avantajlarına rağmen yağmur ve şiddetli rüzgar durumunda kullanılamamaları, pil sürelerinin yetersiz oluşu ile askeri bölgelere yakın arazilerde sinyal kesicilerden olumsuz yönde etkilenmeleri de tarımsal faaliyetlerde kullanılan dronların dezavantajları arasında gösterilebilir. Bu çalışmada İHA'ların tarımsal faaliyetlerde hangi amaçlarla kullanıldığı ve gelecekte söz konusu araçların kullanımına yönelik beklentiler araştırılmıştır. Çalışmada ikincil veriler kullanılmış olup ulusal ve uluslararası kaynaklardan faydalanılmıştır.

#### • **Tarımsal Faaliyetlerde Dronların Kullanım Alanları**

Dronların tarım alanında kullanımı uzaktan algılama ve bitki izleme tekniklerine dayalı bitkilerde hastalık ve zararlı tespiti, su stresi tespiti, verim/olgunluk kestirimi, yabancı ot flora tespiti, su kaynakları kontrolü, ilaçlama ve gübreleme uygulamaları ile işçilerin gözetlenmesi amacıyla yapılan uygulamalardır.

- **İzleme Faaliyetleri**

Tarımsal üretimde verimliliğin ve ürün kalitesinin artırılması, bitkilerin gelişim sürecinin iyi takibine ve gerekli uygulamaların zamanında yapılmasına bağlıdır (Özgüven ve ark., 2022). Dronlardan faydalanılarak uzaktan algılama sistemi esaslı bitki izleme teknikleri ile hastalık etmeni, zararlı tespiti bunların zarar oranlarının belirlenmesi, yabancı ot flora tespiti, su stresinin belirlenmesi, hasat zamanının belirlenmesi ve verim tahmini gibi konularda kullanılabilir (Türkseven ve ark., 2016). Ayrıca dronlar, hayvancılık faaliyetlerinde çiftçiler için hayvanlarını tuttıkları alanın havadan genel görünümünü elde etmek için kullanılabilir. Termal görüntüleme ve yüksek çözünürlüklü kameralar, çiftçilerin çiftlik hayvanlarını uzaktan takip etmelerine ve izlemelerine, sorunları anında belirlemelerine ve böylece sorunları hızlı ve verimli bir şekilde çözmelerine olanak tanır.

- **Yabancı Ot Tespiti**

Değişen ve gelişen teknoloji ile birlikte kameralarda artan görüntü kalitesi ve kameraların küçülmesi (kapladığı alanın azalması) ile hedef bölgenin tanımlanması neticesinde yapılan uçuşlar ile İHA tarafından gerekli görüntüler kayıt altına alınabilmekte ve arazi koşullarında yabancı otları tespit edebilmektedir (Şin ve Kadioğlu, 2019). Elde edilen görüntüler sayesinde hem arazideki yabancı otların türü ve miktarı hem de yoğunluğu tespit edilerek ilaçlama bölgelerinin tespit edilmesi ve herbisit kullanımının azaltılması sağlanabilmektedir.

- **İlaçlama ve Gübreleme**

İlaçlama ve gübreleme, tarımsal faaliyetlerde ürün verimi bakımından önemli bir yere sahip olup tarım arazilerinde pestisit ve gübre uygulama şekilleri de dikkat çekmektedir. İHA'ların kullanımı bu işlemlerde özellikle püskürtme uygulaması yapılırken hızlı ve etkili olmasından dolayı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Ayrıca İHA'larla yapılan uzaktan algılama ile zararlıların

sadece bölgesel ve uzun süreli izlenmesine değil, aynı zamanda kontrolü için bilimsel bir temel sağlanmaktadır. Yani, İHA'lar zararlı kontrolünün zamanında ve etkin bir şekilde yapılmasına imkan tanımaktadır (Akkamış ve Çalışkan, 2020). Drone'ların tarımdaki en kritik kullanımlarından biri, hızlı hareketlerle hareket etme ve varış noktalarına manevra yapma esnekliğidir. Dronların bu yeteneği, mahsulleri beslemek için gerekli olan gübrenin püskürtülmesine yardımcı olur. Ek olarak lazerlerle donatılmış yüksek çözünürlüklü kameraları ve sensörleri, bu işlemleri hızlı bir şekilde gerçekleştirmeye yardımcı olur.

- **Su Kullanımının Planlanması**

Dünya'daki tatlı suyun %70'inin tarımsal sulama için kullanıldığı göz önüne alındığında, etkili tarımsal su yönetimi, su kıtlığıyla ilişkili riskleri en aza indirebilir ve dolayısıyla dronlar dahil olmak üzere su yönetimine yardımcı olan teknolojilerin daha fazla benimsenmesi, sulamacılar için önemli faydalar sağlayabilir. Termal kameralar ve uzaktan algılama yetenekleri ile dronlar, sulama ile ilgili sorunları çözmeye yardımcı olabilir ve farklı alanları nem rejimlerine göre bölebilir. Dolayısıyla ihtiyaca göre su kullanımı yapılarak su israfının önüne geçilebilir. Dronları kullanarak, çiftçilerin kuraklık gibi değişken koşullarda su israfını önleyebilecekleri, çalışma saatlerini azaltabilecekleri ve mahsullerin sulanması üzerinde daha fazla kontrol sahibi olabilecekleri önerilmektedir (Krishna, 2017; Zuo et al., 2021).

- **İHA'ların Kullanımında Geleceğe Yönelik Beklentiler**

- **Veri Analizi ve Tahmini**

Yapay zeka sistemleri dronlar tarafından toplanan büyük veri kümelerini analiz edebilir ve tarımsal süreçler hakkında değerli bilgiler elde edebilir. Örneğin, Yapay zeka algoritmaları, bitki büyümesi, hastalık yayılımı, ürün tahmini ve verimlilik analizi gibi konularda tahminler yapabilir. Bu bilgiler,

tarım yöneticilerine daha iyi kararlar almalarına yardımcı olabilir ve tarımsal üretimi optimize etmelerine olanak sağlar.

- **Otomatik Karar Verme**

Dronların topladığı verilere dayanarak otomatik kararlar alınabilir. Örneğin, hastalık belirtileri tespit edildiğinde veya bitki stresi tespit edildiğinde dronlara ilaçlama yapma veya sulama düzenlemesi gibi otomatik müdahale talimatları verebilir. Bu da, hızlı ve etkili bir şekilde tarımsal sorunlara yanıt verilmesini sağlar. Otomatik karar verme süreci operatör müdahalesine ihtiyaç duymadan belirlenen görevleri gerçekleştirebileceğinden tarım işletmelerinde maliyetleri düşürecektir. Bunun dışında enerji ve zaman tasarrufu sağlayarak tarımsal faaliyetlerin daha verimli bir şekilde yürütülmesini sağlayabilecektir.

- **Hassas uygulama**

Yapay zeka sistemleri, dronların tarımsal uygulamalarda daha hassas ve hedefe yönelik olmasını sağlayabilir. Dronlar, yapay zeka algoritmalarıyla entegre olduğunda, bitki hassasiyetlerine göre ilaç veya gübre uygulayabilir, böylece kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar ve çevresel etkileri azaltır.

## SONUÇ

Tarım ve teknoloji ilişkisinin artmasıyla birlikte akıllı tarım kapsamında İHA'ların kullanımı da artış göstermiştir. İHA'lar sağlamış olduğu avantajlardan dolayı sivil kullanım alanları arasında yer alan araçlar olup tarımda kullanımı gittikçe artmaktadır. Ancak kullanımı önündeki yasal kısıtlamalar ve özel hayat, terör gibi güvenlik gerekçesiyle bir takım çekincelerin varlığı İHA kullanımının yaygınlaşması bakımından engel teşkil etmektedir. Bunun dışında, tarımda drone kullanımının geleceği için bazı zorluklar ve engeller de bulunmaktadır. Bunlar arasında hava yolu düzenlemeleri, gizlilik endişeleri, pil ömrü gibi teknik kısıtlamalar ve drone



operasyonlarının maliyeti yer almaktadır. Bu sorunlar üzerinde çalışmak ve drone teknolojisini daha da geliştirmek gerekmektedir. Sonuç olarak, tarımda drone kullanımının geleceği oldukça umut vericidir. Gelişen teknoloji ve daha fazla araştırma ile dronlar, tarım sektöründe verimliliği artıracak, doğal kaynakların daha etkili kullanılmasını sağlayacak ve tarımsal üretimi iyileştirecektir.

**Açıklama:** Bu çalışmanın özeti 5. Uluslararası Çukurova Tarım ve Veteriner Bilimleri Kongresi'nde (21-23 Temmuz 2023, Adana) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## KAYNAKLAR

- Ahirwar, S., Swarnkar, R., Bhukya, S., & Namwade, G. (2019). Application of drone in agriculture. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(01), 2500-2505.
- Akıncı, A. (2011). Sürdürülebilir Rekabet Üstünlüğünün Sağlanmasında İnovasyonun Üretim Maliyetlerine Etkisi ve Ampirik Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme ABD, Kütahya.
- Akkamış, M., & Çalışkan, S. (2020). İnsansız hava araçları ve tarımsal uygulamalarda kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 8-16.
- Candiago, S., Remondino, F., de Giglio, M., Dubbini, M., & Gattelli, M. (2015). Evaluating multispectral images and vegetation indices for precision farming applications from UAV images. *Remote Sensing*, 7(4), 4026-4047. <https://doi.org/10.3390/rs70404026>
- Daponte, P., De Vito, L., Glielmo, L., Iannelli, L., Liuzza, D., Picariello, F., & Silano, G. (2019, May). A review on the use of drones for precision agriculture. In *IOP conference series: earth and environmental science* (Vol. 275, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.
- Frankelius, P., Norrman, C., & Johansen, K. (2019). Agricultural innovation and the role of institutions: lessons from the game of drones. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 32(5), 681-707.
- Krishna, K. R. (2017). *Push button agriculture: Robotics, drones, satellite-guided soil and crop management*. CRC Press.
- Özgüven, M. M., Altaş, Z., Güven, D., & Arif, Ç. A. M. (2022). Tarımda Drone Kullanımı ve Geleceği. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(1), 64-83.
- Pathak, H., Kumar, G. A. K., Mohapatra, S. D., Gaikwad, B. B., & Rane, J. (2020). Use of drones in agriculture: Potentials, Problems and Policy Needs. ICAR-National Institute of Abiotic Stress Management.
- Rani, A. L. K. A., Chaudhary, A. M. R. E. S. H., Sinha, N., Mohanty, M., & Chaudhary, R. (2019). Drone: The green technology for future agriculture. *Harit Dhara*, 2(1), 3-6.

- Şin, B., & Kadioğlu, İ. (2019). İnsansız hava aracı (İHA) ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak yabancı ot tespitinin yapılması. *Turkish journal of weed science*, 22(2), 211-217.
- Türker, M. M. Ö. U., Akdemir, B., Acar, A. Ç. A. İ., Öztürk, R., & Eminoğlu, M. B. (2020). Tarımda Dijital Çağ. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 55.
- Türkseven, S., Kızmaz, M. Z., Tekin, A. B., Urkan, E., & Serim, A. T. (2016). Tarımda dijital dönüşüm; insansız hava araçları kullanımı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(4), 267-271.
- Uyan, B. (2018). The Role of Innovation in the Process of Turning Agriculture into a Global Power System. *İktisadi Yenilik Dergisi*, Cilt: 5, Sayı: 2, 83-93.
- Yılmaz, Z., İncekaş, E. (2018). Türkiye’de İnovasyon ve Bölgesel Kalkınma. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2:(1), 154-69.
- Zuo, A., Wheeler, S. A., & Sun, H. (2021). Flying over the farm: Understanding drone adoption by Australian irrigators. *Precision agriculture*, 22(6), 1973-1991.

## BÖLÜM 10

### TÜRKİYE'DE ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN PROBİYOTİK, FERMENTE, KAFEİNLİ VE GAZLI İÇECEK TÜKETİM TERCİHLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Dr. Öğr. Üyesi Mevhibe TERKURAN<sup>1</sup>, Simay ADANIR<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8373789>

---

<sup>1</sup>Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye, Türkiye, mevhibeterkuran@korkutata.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-3150-459X

<sup>2</sup>Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye, Türkiye, simayadanir01@gmail.com  
Orcid ID: 0009-0002-7113-0454



## GİRİŞ

Sıvı tüketimi, insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Her insanın fizyolojik olarak günlük yeterli miktarda sıvı alması gerekir. Aksi takdirde, çeşitli sağlık sorunları yaşanabilmektedir. Doğru beslenme ve içecek tüketimi alışkanlığı, insan sağlığı için çok erken yaşlarda edinilmeli ve gelecek nesillere doğru şekilde aktarılması sağlanmalıdır. İnsan, her yaş evresinde farklı tür ve miktarda içecek tüketmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), 10-19 yaş grubunu adölesan, 15-24 yaş grubunu gençlik dönemi olarak tanımlamaktadır. Türkiye'de 15-24 yaş arası genç grubun toplam nüfusun %15,2'ünü oluşturduğu, 2022 yılı resmi verilerinde bildirilmiştir (TÜİK, 2022).

Başlıca içecek tüketimindeki tercih değişiklikleri, özellikle gençlik döneminde göze çarpmaktadır. Son yıllarda, gelenekselden daha çok hazır gıdalara doğru bir eğilim söz konusudur. Bu sürecin en çok üniversite öğrencilerinde gözlemlendiği bazı çalışmalarda bildirilmiştir. Aile evinden uzaklaşmak ve kendi kararlarını alabilecek yaşta ve durumda olduğunu düşünmek, gençlerin içecek tercihlerinde epey etkili olabilmektedir (Durmaz, 2019).

Günümüzde çok çeşitli içecek çeşitleri bulunmaktadır. Kafeinli, gazlı, probiyotik ve fermente ..vb. İçeceklerin kendilerine özgü farklı sağlık değerleri olduğu ve özellikle işlenmiş içeceklerde birçok zararlı içeriklerin bulunabildiği pek çok çalışmada bildirilmektedir. Üniversite öğrencilerinde, şekerli ve gazlı içecek tüketiminin de hızlı şekilde arttığı ve obezite gibi pek çok hastalığa sebebiyet verebildiği; nesiller arası birçok olumsuz etkileri ve beraberinde sağlık sorunları getirerek hayat standartlarını olumsuz etkileyebilen sonuçlar ortaya çıkarabildiği, yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Özellikle stres, aile faktörü ve sosyal medya gibi durumların; şekerli, gazlı, kafein oranı yüksek ve sağlıksız içecek türlerine talep oluşmasında önemli rolü olabildiği son yıllarda yapılan çalışmalarda bildirilmektedir (Kaplan, 2020).

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarda, probiyotik mikroorganizmaların, insan sağlığı açısından önemli fonksiyonlarının olduğu ve bağırsak florası için oldukça faydalı etkilere sahip oldukları raporlanmaktadır. Probiyotik içerikli içeceklerin örneğin; kefir, yoğurt ve boza, soya ürünleri, şalgam gibi fermente içeceklerin tüketimi ve sağlıklı beslenme açısından miktar dengesinin oluşturulması oldukça önemlidir. Ayrıca, insanlık nesilleri arasında geçişlerin sağlıklı işleyebilmesi için, genç neslin probiyotik tüketim alışkanlığı edinmesi önem arz etmektedir (Demirel, 2018).

Kafein içerikli ürünler (çay, kahve vb) ve gazlı içecekler bulunabilirlikleri ve popülerlikleri ile her yaş grubunda tüketilen, uyarıcı etkisi ile de sıkça tercih edildiği bilinen ürünlerdir. Özellikle, uyarıcı etkisi ile daha yoğun olarak kafeinli içeceklerin tüketimi genç nesilde daha yaygındır. Üniversite öğrencilerinin ders çalışırken, ders molalarında ve sınavlara çalışırken enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kafeinli ürünleri tercih ettiği bilinmektedir. Sosyal ortamlarda tüketimi fazlasıyla tercih edilen kafeinli içeceklerin sağlık sorunları yaratacağı ve genç neslin beden sağlıklarını olumsuz etkileyebileceği için, sağlıklı beslenme alışkanlığı edinmesi ve bilinçli tüketiciler olmaları sağlanmalıdır (Kaya vd., 2021). Kola gibi gazlı içeceklerin bileşiminde bulunan fosforik asit nedeni ile kemik sağlığını da olumsuz etkileyabildiği son yıllarda yapılan çalışmalar arasında yer almaktadır (Durmaz, 2019).

İçecek tüketiminin, insan sağlığında birçok olumlu/olumsuz etkileri bulunduğu bilinmektedir. Özellikle öğrencilerin içecek tercihleri irdelendiğinde gerek demografik özellikleri, gerekse bilgi düzeyleri gibi birçok kişisel özellikleriyle birlikte, sosyal medya, stres, kaygı, depresyon, sınav kaygısı, sosyal çevre, aile hayatından uzaklaşma, olumsuz aile ilişkileri gibi nedenlerle birbirinden farklı içecek tüketim alışkanlıkları gösterebilmektedirler. Sağlıksız ve düzensiz(aşırı miktarda ve günün çok farklı

zamanlarında) içecek tüketiciminin olumsuz sonuçlarından bazıları; uyku bozukluğu, dikkat dağınıklı, çarpıntı ve sinirlilik halidir. Doğru içecek tüketimi ve doğru miktar bilincinin gençler üzerinde oluşturulması, genç neslin daha sağlıklı bireyler olmaları için gereklilik arz etmektedir (Büke, 2019; Kaya vd., 2021)

Tüm bu nedenlerle, bu derlemede, ülkemizdeki üniversite öğrencilerinin probiyotik, fermente, kafeinli ve gazlı içecekleri tüketim nedenleri ile nedenlerine bağlı sonuçları üzerine yapılmış bazı çalışmalar irdelenmiş ve literatürdeki güncel bilgiler analiz edilmiştir.

- **PROBİYOTİK, FERMENTE, GAZLI VE KAFEİNLİ İÇECEK TÜRLERİNİN TANIMI**
- **Probiyotik ve Fermente İçecekler**

Kelime anlamı “yaşam için” anlamına gelen “probiyotik” kelimesi, Yunanca “pro- bios” kelime kökeninden oluşmaktadır. Probiyotik ise; insan sağlığı için yararlı etkilere sahip, bağırsak florasını koruyan ve gelişimini destekleyen, canlı mikroorganizma içeren gıda katkıları olarak ifade edilmiştir. Probiyotikler için birçok farklı tanım bulunmaktadır. Avrupa Birliği'nin (AB) 1995 yılında, Brüksel'de gerçekleştirdiği “probiyotik” konulu toplantılarda yapılan tanımlamalar, hala günümüzde de geçerliliğini korumakta olup, yapılan tanımlara göre probiyotikler canlı mikroorganizmalar ve mikroorganizmalar ile oluşmuş kültürlerdir. Üreme, sindirim ve solunum için önemlidir ve koruyucu özellikler taşımaktadır (Demirel, 2018).

2004 yılında, Uluslararası Probiyotik alıştayında; probiyotikler “sağlık yönünden belirli hastalıkları iyileştirici etkileri klinik deneylerle ispatlanmış ürünler” şeklinde tanımlanmıştır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından kabul edilen tanım ise; “probiyotikler, makul miktarlarda alındıkları zaman, konak üzerinde



sağlığa faydalı etkiler sağlamakta olan, yaşayan mikroorganizmalardır” şeklinde ifade edilmiştir ( Joint, 2002; Çakır, 2004).

Probiyotikler, “besinlere insan vücudu için yararlı, canlı mikroorganizmalar ilave edilmiş besinler” şeklinde tanımlanabilir. Bu besinlere; fermente süt ürünleri, kıymız ve kefir örnek gösterilebilir. En çok bilinen probiyotik mikroorganizma türleri; “*Bifidobacterium*, *Lactobacillus* ve *Streptococcus* cinsi bakteriler ile *Saccharomyces boulardii*” maya türleridir. Yoğurt, ayran şeklinde içecek olarak tüketilebilen bir besindir ancak probiyotik sayılabilmesi için içeriğinde; “*Lactobacillus acidophilus*” ve “*Bifidobacterium bifidum*” türü bakteriler içermelidir (Zemzemoğlu vd., 2019).

Probiyotik bakterilerin, insan bağışıklık sisteminde, zararlı ve hastalık yapıcı mikroorganizmalara karşı kalkan görevi gördüğü ve bu zararlı mikroorganizmaların vücuda yerleşmesinin önüne geçtiği bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Barat ve Özcan, 2016). Ayrıca, bağırsaktaki koruyucu mukoza yüzeyini güçlendiren probiyotik mikroorganizmalar, teması azaltarak alerjik maddelerin kana geçmesini engellerler (Balkış, 2011). Yapılan birçok çalışmada, probiyotik besinlerin enfeksiyonların önlenmesi ve tedavisinin yapılması, bağırsak hastalıklarının tedavisi, kan kolesterolünün düşürülmesi, laktoz intöleransının engellenmesi, kanser oluşumunun önlenmesi, kadınlarda vajinal enfeksiyonların tedavisi ve önlenmesi, alerjik reaksiyonların azaltılması gibi sağlık açısından birçok olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Hasler, 2002).

Bir mikroorganizmanın probiyotik olarak kabul edilmesi ve kullanılabilmesi için; güvenilir, insan ve hayvanların kullanımı sonucunda yan etki göstermeyen, bağırsak hücrelerine tutunabilme, ağız yoluyla alındığında etkili olma, stabil olma, olumsuz çevre koşullarına karşı bağırsakta metabolize olma, canlı olma, konak için patojen (hastalık yapıcı) olmama, toksik yan ürünler üretmeme, işlem gören ya da içerisine eklendiği ürünlerde canlılığı

kaybetmeme, antibakteriyel maddeler üretme ve bağırsak duvarını iyileştirmek gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir (Bakır, 2012).

Fermente işleme ait en eski izler; M.Ö. 6000’li yıllarda ‘Bereketli Hilal’ bölgesinde bulunmuştur. İlk rastlanan fermente ürün ise şaraptır ve dünyaya Romalılar tarafından yayıldığı düşünülmektedir. Fermantasyon, aslında çok eski çağlardan beri kullanılan bir gıda saklama yöntemidir. Bitkisel ve hayvansal ürünler ile doğal yollarla ya da form değiştirerek (sütün yoğurt olması, şıranın şarap, sirke olması..vb) gerçekleşir. Bu saklama yöntemi ile besinlerin içeriği de korunmaktadır. Gıdalar, daha sindirilebilir bir hale gelirken, hastalık yapıcı mikroorganizmaların oluşumu engellenir ve aynı zamanda ürünün daha lezzetli hale gelmesi de sağlanır. Fermantasyon yapılırken, en çok laktik asit bakterileri (LAB) ve mayalar kullanılmaktadır (Karaçil vd., 2013).

Fermente ürünler, antimikrobiyal, antioksidan, probiyotik, kolesterol düşürücü ve insanlarda sağlığa faydalı bileşiklere sahiptir. Kolon kanserini önlediği, mide tümörü oluşumunu önlediği, kemik ve bağırsak sağlığını olumlu yönde etkilediği, yapılan çalışmalarda görülmüştür (Karaçil vd., 2013).

Genel olarak literatürde yaygın olarak tüketilen ve ülkemizde üretilip tüketimi yaygın olan probiyotik içecekler ile gazlı ve kafeinli içecekler aşağıda kısaca özetlenmiştir;

- **Boza**

Darı, pirinç, buğday, mısır gibi ürünlerin yabancı maddelerinden ayrılarak elde edilen fermente bir süt içeceğidir. Ülkemizde en çok “darı bozası” tercih edilmektedir. Boza, maya bakterileri ve laktik asit bakterilerinin bulunduğu iki tip fermantasyon ile elde edilmektedir (Levent vd., 2017). Geleneksel Türk içeceği olan boza, Asya ülkeleri ve Mısır’da da yaygın olarak tüketilmektedir.

- **Kefir**

19. yy sonlarında Doğu ve Orta Avrupa ülkelerinde üretilmeye başlanmış, inek, keçi, koyun, kısrak sütlerine kefir daneleri eklenerek laktik asit ve etil alkol ile birlikte oluşan fermente bir süt içeceğidir. Sütün içerisindeki tüm besinleri içermesinin yanında, kefirin sağladığı diğer faydalar (özellikle bağışıklık sistemini güçlendirmesi, bağırsak mikrobiotasını düzenlemesi, obeziteyi ve kanseri önlemesi..vb) ile sağlığa oldukça yararlı bir üründür. Günümüzde sağlık için oldukça sık tercih edilen, içeriğine probiyotiklerin eklendiği, meyve aromaları eklenerek de üretiminin yapıldığı bir içecektir. İçerisinde bulunan probiyotik bakteriler sayesinde, bağırsak florasını ve sindirim sistemini destekleyen bir üründür (Karaçıl vd., 2013).

Kefir üretiminde, geleneksel ve endüstriyel yöntemler kullanılmaktadır. Geleneksel üretim yönteminde, kefir daneleri süte doğrudan eklenmektedir. Endüstriyel üretim yönteminde ise; farklı metodlar kullanılmakla birlikte, genel olarak üretim aynı prensibe göre gerçekleştirilir. Geleneksel yöntemde, taze veya pastörize süte kefir daneleri eklenerek mayalandırılır. Bununla birlikte, süttozu ve süttozu-yayıkaltı karışımı da kefir üretiminde kullanılabilir. Buna karşın, lezzet farkı yarattığı için peyniraltı suyu tozu, kefir üretiminde kullanılmamaktadır (Yaygın, 1996; John ve Deeseenthum, 2015). Kefirin görünümü kıvamlı, parlak ve homojen olmalıdır; tüketildiğinde hafif maya tadı ve soğukluk hissi vermelidir. Karbondioksit, asitlik ve alkol miktarında belli oranlarda artış depolama sırasında gerçekleşir. Kullanılan sütün kaynağı, sütün yağ oranı ve uygulanan üretim metoduna bağlı olarak, kefirin lezzeti ve içeriğinde değişiklikler görülebilir. Kefirin pH oranı ise ortalama ‘‘4.0’’ civarında olup, fermantasyon süreci pH’ı 4,6’ya ulaşıncaya kadar devam eder. Fosfor yönünden çok iyi bir kaynak olan kefirin, protein miktarı ise %3 kadardır (Zourari ve Anifantakis, 1988). Kefirin kolay sindirilebilmesi, bağışıklık sistemini güçlendirmesi, anti-kanser etkisinin olması, sinir sistemini olumlu etkilemesi, uyku bozukluklarına ve depresyona

karşı olumlu etki göstermesi, alerjik durumlar ve astım gibi hastalıklarda olumlu etki göstermesi, mineral, vitamin ve protein kaynağı olması, kabızlık ve ishal durumlarında olumlu etkisi, cilt sağlığı üzerine olumlu etkisi, kanı temizlemesi, kalp krizi riskini önlemesi, yüksek tansiyonu düşürmesi gibi çok çeşitli rahatsızlıklarda kefir tüketimi olumlu etki göstermektedir. Kefirin sağlık açısından faydaları arasında; yara iyileştirici özellikleri, antimikrobiyal aktivite, tümör baskılanması; anti-inflamatuvar, kolesterolü düşürücü, immünomodülasyon, antioksidan ve anti-obezite etkileri, karaciğer yağlanmasının azaltılması, laktoz intoleransında iyileştirme ve bağırsak bakteri florasının düzeltilmesi/arttırılmasında pozitif etkileri bazı çalışmalarda raporlanmıştır. Bu yararlı özellikler, kefir yapısındaki probiyotik mikroorganizmaların ve fermente sütte oluşan metabolik ürünlerin varlığına bağlanmaktadır. Ayrıca, kefir kaynaklı bazı önemli probiyotik bakterilerin; örneğin *Lactobacillus plantarum* CIDCA 83114'un Enterohemorajik (EHEC) *Escherichia coli* ve EHEC Shiga'nın sitotoksik etkilerini antagonize ettiği, bazı çalışmalarda belirtilmiştir. Bununla beraber, *L. kefiri* suşlarının *Salmonella enterica* serovar'ın dokulara yapışmasını ve invazyonunu engelledikleri bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Kakisu vd., 2013; Diosma vd., 2014).

### • Kımız

Fermente bir süt ürünü olan kımız, kısrak sütünden elde edilir. Türklerin geçmişte "Tanrı içeceği" diye bahsettikleri kımız, Orta Asya'daki Türk devletleri tarafından hala tüketilmeye devam etmektedir. Kımız, fermentasyon işlemi sürekli devam eden, bir içecek olarak karşımıza çıkmaktadır. Geleneksel yapım aşamaları, kısrığı sağdıktan sonra elde edilen süütün, kımız ile mayalandırılması ile gerçekleştirilir (Karaçıl vd., 2013). Geleneksel kımız üretim süreci kısaca şu şekilde gerçekleştirilmektedir: Kısrak/inek sütü 90–92°C'de 5-10 dakika süreyle ısıtılır, daha sonra 26°C–28°C'ye soğutulur, ardından starter kültür eklenir. Starter kültür; su, kısrak sütü ve saf termofilik Laktik Asit Bakterileri (LAB) ve maya kültürlerinden yapılır. Kullanımdan

önce, LAB ve maya kültürü, harmanlanır bir başlangıç kültürü olarak karıştırılarak hazırlanır. Bu şekilde hazırlanan starter kültür, pastörize süte %30 oranında eklenir. Fermantasyon işlemi 25°C'lik bir sıcaklıkta, sürekli karıştırılarak, yaklaşık 2 saatte gerçekleştirilir. Paketleme işleminden sonra, fermantasyon işlemi şişelerde 18°C–20°C'de yaklaşık 2-3 saat daha sürer. Fermantasyondan sonra kıımız, 4°C–6°C'ye kadar soğutulur ve bu sıcaklıklarda depolanır. 1960' lardan itibaren, endüstriyel kıımız üretiminde saf kültürler kullanılmıştır. Temel olarak kıımızın mikroflorasında; *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus* ve *Lactobacillus helveticus* gibi LAB kültürleri bulunmaktadır. Geleneksel olarak fermente ürünlerden izole edilen, laktozu fermente eden ve etmeyen iki tip maya türü kıımızın başlangıç kültüründe mevcut olup, kıımızın mikroflorası ile yakından ilişkilidir (Park vd., 2006).

Kıımız tüketiminin sağlık üzerinde pek çok olumlu etkisi bulunmaktadır: Bu faydaların başında; gastrointestinal sistem üzerinde olumlu etkileri (bağırsaklarda peristaltik hareketlerin hızlanması, mide salgılarının artışı vb) bulunmaktadır. İştah artışı ve diüretik etkisi de (idrara çıkmada artış) kıımız ile ilgili bazı çalışmalarda bildirilmiştir. Kıımız tüketiminin, özellikle de akciğer enfeksiyonlarında (tüberküloz) destekleyici tedavi olarak kullanımı çok eskiye dayanır. Bununla beraber; tifo, gastrit, paratifo, dizanteri ve bağırsak tembelliğinin tedavisinde de kıımızdan yaygın olarak yararlanılmaktadır. Bununla birlikte, kıımızın, yorgunluk, iştahsızlık, hazımsızlık ve kansızlığa karşı olumlu etkilerinin olduğu bazı çalışmalarda raporlanmıştır. Bazı araştırmalarda ise; Türk'lerin kıımızı, umutsuzluk ve kötü fikirleri yok eden, cesareti arttıran, şairlere ilham kaynağı olan bir içecek olarak gördükleri; birçok hastalık ve yaşlılığa karşı doğal bir ilaç olarak değerlendirdikleri ve bu nedenle kıımız tüketimini tercih ettikleri bazı çalışmalarda bildirilmiştir. Kıımızın, uyku bozukluklarında da olumlu etkilerinin olduğu bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Afzaal vd., 2021; Chen vd., 2021).

- **Şalgam**

Şalgam, *Curciferæ* familyasından *Brassica* cinsine ait bir bitkidir. Kara havuç, bulgur unu, ekme  mayası, tuz su ve şalgam kullanılarak fermente işlemleri ile üretilir. Şalgamın sindirimi kolaylaştırıcı, akciğer ve bronşları temizleme, böbrek kumu ve taşının temizlenmesi gibi pekçok sağlığa faydalı etkileri bulunmaktadır. A, B ve C vitaminleri ile kalsiyum, magnezyum, demir, fosfor, kükürt ve iyot gibi mineraller içeren şalgam, sindirim sistemi ve bağışıklık sistemine olan faydaları ile yöresellikten çıkarak günümüzde daha çok tüketilen-fabrikalarda da üretilen- fermente bir içecek olmuştur (Üçok, 2012).

- **Gazlı İçecekler**

Türk Gıda Kodeksine göre; ‘‘gazlı içecekler ‘meyveli, aromalı, tatlandırıcı içeren kola, tonik gibi karbonhidrat ile gazlandırılan içeceklerdir’’ şeklinde tanımlanmaktadır. Son yıllarda, her yaş grubunda tüketimi gittikçe artan, gazlı içeceklerde insan sağlığına bilinen olumsuzluklarından dolayı, içeriğinde bulunan mikroorganizma veya mikroorganizma kaynaklı maddelerin kullanımında sınırlamalar getirilmiştir. Gazlı içeceklerin üretiminde; fruktoz, sakkaroz, glikoz, glukoz şurubu ve invert şeker gibi katkı maddeleri kullanılabilir. Kendilerine özgü tat, koku, görünüş, renk gibi özellikler taşıması gereken gazlı içeceklerde karbondioksit miktarı; 2 mg, kola içerisindeki kafein miktarı 150 mg, tonik içerisindeki kinin miktarı 90 mg şeklinde sınırlandırılmıştır (Abduljabar, 2011). ‘‘Soft drink’’ olarak da adlandırılan gazlı içeceklerin içeriğinde fosforik asit, sitrik, tartarik ve bikarbonatlar bulunmaktadır (Onurlubaş vd., 2017).

Türkiye’de Meşrubatçılar Derneği’nin veri analizlerine göre; gazlı içecek üretimi ve tüketimi her geçen yıl artış göstermeye devam etmektedir. Öyleki, gazlı içecek üretiminde Avrupa Birliği ülkeleri arasında 6. sırada yer almaktadır. Tüketimi en yaygın olanlar ise kolalı içeceklerdir (Abduljabar, 2011). Gazlı içeceklerin üretiminde, içeceğin içindeki suyun hazırlanması,

tatlandırıcıların ve şekerin eklenerek homojen hale getirilmesi, içeceğin özelliğine uygun renk, aroma, asit, kıvam vericiler gibi maddelerin eklenmesinin ardından karbonlama işlem adımları izlenir. Uygun paketleme ve muhafaza yöntemleri ile ürünler tüketime hazır hale getirilir (Abduljabar. 2011).

İçeriğinde bulunan katkı maddeleri nedeni ile sağlığa oldukça zararlı içecek türleri olan gazlı içeceklerin, aşırı kalori oranı ve sifıra yakın besin değeri içerdiği yapılan çalışmalarda bildirilmektedir. Obezite, kemik erimesi, diyabet, diş çürükleri gibi hastalıkları tetikleyebildiği de bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Muslu vd., 2020).

- **Kolalı içecekler**

Aromalı veya meyveli maden suları, gazozlar gazlı içecek türlerine örnek olarak verilebilir. Gazlı içecek türleri, her yaş grubunda tüketilmektedir. Tüketim nedenleri ve oranları incelendiğinde; bireyler arasındaki demografik, sosyo- ekonomik, kültürel ve yetiştirilme durumlarının, gazlı içecek tüketim ve miktarını etkilediği görülmüştür. Tüketim oranının incelenmesi sonucunda; gençlerin gazlı içecek tüketiminin daha fazla olduğu, bu tüketim fazlalığı sonucunda ruhsal sorunlar yaşadıkları, bu durumun mutsuzluk, depresyon ve intihar meyilini gibi sorunları tetikleyebildiği bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Demir vd., 2016).

- **Kafeinli İçecekler**

Çay, Türk kahvesi, soğuk çay, kola, enerji içecekleri ve hazır kahveler kafein içeren başlıca içecek türleridir. Kafeinin geçmişinin, M.Ö. 'sinine kadar dayandığı bazı çalışmalarda bildirilmiştir. Ayrıca, ilk kafein içerikli içeceğin de çay olduğu bilinmektedir. Çaya ilk olarak, M.S. 500-600 yılları arasında, Çince sözlük kaynaklarında rastlanmıştır olup, buna rağmen kafein içeriğinin Avrupa'ya gelmesi 17. yüzyılı bulmuş ve Hollandalı tüccarlar tarafından Avrupa'ya ulaştırılmıştır. Kafeinin hammadde kaynakları; çay, kahve, mate, guruna, yoca,

kola ve kakao bitkileridir. Kahve bitkisinin en eski bilinen kökeni, Habeşistan'dır. İlk olarak M.S. 1000'li yıllarda, sıcak içecek olarak tüketildiği bilinmektedir (Keleş, 2011). Kafein ilk olarak 1820 yılında, Friedich Ferdinand Runge tarafından kahve çekirdeğinden ayrıştırılmıştır. Çayda kafein olduğunu ise 1827 yılında Oudry keşfetmiştir (Kurt, 2016).

Pürin türevi bir alkaloid olan kafein, günümüzde hem içecekler hem de eczacılık sektöründe kullanılmaktadır. Temel iki kafein kaynağı, kahve ve çay bitkileridir. Kafein-sodyum benzoat, kafein-sodyum salisilat ve kafein sitrat şeklinde eczacılık sektöründe kullanılan kafein; ağrı kesici, zayıflama hapları, grip ilaçları ve bazı reçeteli ilaçların içeriğinde bulunabilmektedir. Aynı zamanda, günümüzde enerji içecekleri ve kolalı içeceklerin içerisinde de bulunmaktadır. Kafeinin sağlık açısından; böbrekleri çalıştırma, kan basıncını arttırma, zihin açıcı, bitkinlik ve yorgunluk hissini giderme gibi faydaları dışında, fazla tüketiminde zararlı etkileri de olabilmektedir. Araştırmalara göre; günlük alınabilecek maksimum kafein miktarı 300 mg' dır. Fazla tüketim olmadığı sürece, genel hatlarıyla zararsız kabul edilen kafeinin, aşırıya kaçılması durumunda; ruh halinde dengesizlik, sinirlilik, uykusuzluk, kalp çarpıntısı, vücutta su toplanması ve dikkat dağınıklığı gibi yan etkilerinin olabildiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Aynı zamanda, kafeinin bağımlılık etkisi de bazı çalışmalarda üzerinde durulan bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır (Keleş, 2011; Kurt, 2016).

### • Çay

Çay, dünyada nüfusunun üçte ikisi tarafından tüketilmektedir. Sudan sonra en çok tüketilen çay, yeşil ve hiç solmayan "Camellia sinensis" bitkisinden üretilmektedir. İçerisinde 4000'den fazla kimyasal madde içeren çayın, sağlık açısından birçok faydası bulunmaktadır. Siyah ve yeşil gibi iki farklı çeşidi bulunmaktadır. Siyah çay, fermente edilmiş; yeşil çay ise fermente edilmemiş çaydır. Yapılan araştırmalarda, siyah çayın kolesterolü düzenlediği, kronik kalp hastalığı ve tümör gelişimini azaltıcı etkiler gösterdiği; yeşil çayın



ise kanser hücrelerinin yenilenmesini engellediği, kolesterolü düzenlediği ve kardiyovasküler hastalıklardan koruduğu belirtilmiştir. İçeriğindeki ‘‘flavonoid’’ bileşeninin nöroprotektif özelliği sayesinde, yaşlanmayı geciktirebildiği yapılan son çalışmalardaki bulgulardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Çelik, 2006).

- **Kahve**

Anavatanı Habeşistan olan, 100’ den fazla farklı türe sahip, küçük ağaçlardaki tohumlardan elde edilen kahve, dünyada tüketimi gittikçe artan bir içecek çeşididir. Ülkemizde ilk olarak, 15. yy.’ da Osmanlı’ya gelen tüccarlar tarafından tanıtılmıştır. 16. Yy.’ da Osmanlı topraklarında yayılan kahve kültürü, 17. Yy.’ da Avrupa’ya Hollandalı tüccarlar tarafından taşınmıştır (Saltan, 2018). Kavrulmuş kahvenin; hazmı kolaylaştırıcı ve uyarıcı etkisi bulunmaktadır. Sağlığa bir çok faydası olduğu bilinen kahvenin, aşırı tüketimi sonucu; kalp rahatsızlıklarını tetiklediği, uykusuzluk, kalp çarpıntısı, midede oluşan bazı rahatsızlıklar gibi yan etkilerinin de olduğu bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Sözlü vd., 2017) .

## ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, incelen konu üzerine, literatürde bulunan kaynaklar özet halinde sunulmuştur:

Doğu Akdeniz Üniversitesinde, 137 Beslenme ve Diyetetik, 122 Mühendislik Fakültesi öğrencileri arasında probiyotik beslenme, tüketim sıklıkları ve sahip oldukları bilgiler üzerine yapılan bir araştırmada; beslenme bölümü öğrencilerinin probiyotik besinler ve sağlıklı beslenme ile ilgili daha çok bilgiye sahip oldukları görülmüştür. Ancak bilgi sahibi olmaları ile tüketim miktarları arasında doğru orantı olmadığı sonucu göz önüne alındığında, üniversite öğrencilerinin probiyotik ve sağlıklı beslenme ile ilgili daha etkin eğitim ve seminerler almaları gerektiği sonucuna varılmıştır (Demirel, 2018).

Erciyes Üniversitesinde öğrencilerin süt ürünleri tüketimi ve beslenme bilinci üzerine yapılan bir çalışmada, öğrencilerin sağlıklı beslenmeye inandıkları ancak, büyük bir kısmının beslenme ile ilgili hiçbir eğitim almadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, bu durumun öğrencilerin içecek seçimlerinde de etkili olduğu görülmüştür (Ülger ve Kaliber, 2020).

Hacettepe Üniversitesinde yapılan bir çalışmada ise; 508 öğrencinin her gün %96,9'unun çay, %96,5'inin kahve tükettiği belirlenmiştir. Öğrencilerin %69,9'unun kola, %26,4'ünün ise enerji içeceği tükettiği tespit edilmiştir. İçilen kahve ve çayın sigaranın yanında ve sosyal ortamlarda daha çok tüketildiği bir diğer bulgu olarak belirlenmiştir. Katılımcı öğrencilere göre; sınav haftalarında ve ders çalıştıkları zamanlarda kafeinli içecekleri daha fazla tükettikleri belirtilmiştir. Yüksek oranda kafein tüketen öğrenciler arasında kalp çarpıntısı ve idrar sıklığının artması gibi ortak sağlık problemlerinin yaşandığı tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda; öğrencilere kafeinli içecek tüketimi ve miktarı ile ilgili bilgilendirmeler yapılması ve sosyal ortamlarda bu durumun dile getirilerek öğrencilerin bilgilendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Büke, 2019).

Gazi üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencilerine, öğrenme düzeyi ve uyku kaliteleri ile içecek tüketimleri arasındaki ilişki ile ilgili yapılan bir çalışmada; öğrencilerin kahve tüketiminin uyku kalitesini olumsuz etkilediği, kolalı ve enerji içeceklerinin öğrenme yetilerini olumsuz etkilediği görülmüştür. Öğrencilerin bilinçlendirilmesi ve eğitici seminerler olarak sosyal ve eğitim yaşamlarının daha kaliteli hale gelmesi için çalışmalar yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır (Kıyak vd., 2019).

Üniversite öğrencilerinin riskli kafein tüketimi üzerine yapılan bir başka araştırmada ise; öğrencilerin %20'sinin riskli kafein tüketimi gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Tüketim nedenlerini tetikleyen en önemli unsurlardan birinin ise sigara olduğu ve sigara kullanan öğrencilerin, kafein bağımlılığının daha

yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bağımlılığın sonuçlarında stres artışı, dikkat bozukluğu, kaygı, sinirlilik ve uyku sorunları yaşandığı tespit edilmiştir. Bu bağımlılığın ortadan kaldırılması ve riskli durumların olmaması için tedbir alınması önerilmiştir (Aydın vd., 2019).

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yapılan bir diğer çalışmada ise; üniversite öğrencilerinin fermente alkollü içecekleri tüketim nedenlerinin, aile evinden ve sosyal baskılardan uzaklaşmak olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, gençlik geçiş dönemlerinin dikkate alınması gerektiği ve üniversite döneminde öğrencilerin bağımlılık yapan/sağlıksız içecekleri kullanım alışkanlıklarına karşı bilgilendirilmesi ve kontrol/takip edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Kayalı, 2019).

Gazi Üniversitesinde yapılan bir araştırmada ise; öğrencilerin öğlen yemeklerinde en çok ayran ve gazlı içecekler tercih ettiği, ara öğünlerde ise çay ve kahveyi tercih ettiği, en az tercih ettikleri içecekler arasında ilk sırada kefir olduğu belirtilmiştir. İçecek tercihlerinde tat unsurunu ön planda tutan öğrencilerin, sağlıklı içecek tüketimi hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları, yeni yaşam tarzı, sosyal hayat, aile ortamından uzak olma, gelir düzeyi ve sosyal medya gibi birçok faktörün içecek tercihlerinde etkisi olduğu görülmüştür. Buna karşın, öğrenciler içerisinde beslenme dersi alan öğrencilerin, içeceklerin sağlık açısından değerlendirmeye aldıklarına dair bulgular elde edilmiştir. Sonuç olarak, öğrencilere bilgilendirme eğitimlerinin yapılmasının, sağlıklı içecek tüketimi açısından olumlu sonuç verdiği belirlenmiştir (Durmaz, 2019).

Cumhuriyet Üniversitesi'nde yapılan bir diğer çalışmada; üniversite öğrencilerinin sınav öncesi ve sonrası dönemlerde stres, anksiyete, depresyon yaşadıkları ve bu durumun beslenme alışkanlıklarını etkilediği tespit edilmiştir. Öğrencilerin yaşadıkları stres sonucu kafein içerikli içeceklere daha çok yöneldikleri görülmüştür. Öğrencilerin kafein tüketimi sonucu yorgunluk ve

uykusuzluk gibi ortak hayat standartlarını düşüren sorunlar yaşadıkları not edilmiştir (Erçim vd., 2020).

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nde, üniversite öğrencilerinin şekerli içecek tüketim eğilimleri üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada; 385 öğrencinin katılımı sağlanmıştır. Araştırma sonuçları öğrencilerin değişen hayat koşullarının, aile eğitim seviyelerinin, günlük gıda tüketimindeki ulaşılabilirlik durumunun ve çevre koşullarının içecek tercihlerinde şekerli ve gazlı ürünleri tercih etmelerinde rol oynadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin şekerli içecek tüketimi ve sağlık açısından etkileyici faktörleri üzerine yeterli bilgiye sahip olmadıkları da bir diğer bulgu olarak bildirilmiştir (Kaplan, 2020).

Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik bölümü öğrencilerinin probiyotik ürünler hakkında bilgilerinin ve tüketim durumlarının değerlendirildiği bir çalışmada; öğrencilerin %56,3'nün probiyotik ürünleri hiç tüketmediği ve bilgi düzeylerinin çok yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu öğrencilerin %52,2'sinin bu ürünleri bilmeme nedenlerinin; probiyotik ürünleri/gıdaları hiç tanımadıklarından kaynaklandığı belirtilmiştir. Probiyotik ürünleri tüketen öğrencilerin ise %46,2'sinin ara öğünlerde, %52,9'unun sağlık sorunlarını gidermek için tükettikleri; bu öğrencilerin %53,5'inin ise probiyotik ürünlerin sindirim sistemlerini düzenlediğini ve fayda gördüklerini, çevredeki insanlara da önerdiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda; öğrencilerin probiyotik besinleri tanımadıkları ve bilgi sahibi olmadıkları için tüketmedikleri sonucuna varılmış olup, çözüm olarak bilgilendirici eğitim ve seminerler yapılması gerektiği belirtilmiştir (Çetindağ Çiltaş vd., 2022).

Gümüşhane Üniversitesinde yapılan bir diğer çalışmada; üniversite öğrencilerinin fermente süt ürünleri tüketim alışkanlıkları değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucuna göre; öğrencilerin en çok yoğurt ve ayran tercih ettiği, probiyotik yoğurt ve kefir gibi ürünleri tüketiminin çok az olduğu görülmüştür. Öğrencilerin fermente süt ürünleri ile ilgili bilgi düzeyinin yetersiz olduğu,

yoğurt ve ayranın sevildiği için tüketim oranının yüksek olduğu belirlenmiştir. Probiyotik yoğurt ve kefirin tüketim oranının düşük olmasının başlıca nedenlerden birinin; tadının kötü olduğunun düşünülmesinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Kefir, yüzyıllardır yapılan geleneksel ve sağlık açısından çok faydalı ve önerilen probiyotik bir içecektir. Kefirin kansere karşı koruyucu etkileri olduğu bilinmekte ve tüketiminin artırılması için son yıllarda birçok piar çalışması yapılsa da bilinçli tüketici kitlesine sahip olmadığı bazı çalışmalarda bildirilmektedir. Yapılan bir diğer araştırmaya göre; öğrencilerin ürün satın alırken tazelik, son kullanma tarihi gibi özellikleri kontrol etmeye özen gösterdiklerine de dikkat çekilmiştir. Öğrencilerin tüketim alışkanlıklarının ise genel olarak üniversite öncesinde kazandıkları görülmüştür. Bu çalışma sonucunda, öğrencilerin fermente süt ürünleri konusunda bilgilendirilme yapılmasına ve bilinçli tüketiciler yetişmesine özen gösterilmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır (Ürkek ve Ahmet, 2021).

Sakarya Üniversitesi'nde; 200 gıda mühendisliği ve 200 kimya bölümü olmak üzere, toplam 400 öğrenci arasında yapılan bir çalışmada; öğrencilerin probiyotik gıdalar ile ilgili bilgi düzeylerinin araştırılması amaçlanmıştır. Sonuç olarak, gıda mühendisliği bölümü öğrencilerinin %44'ünün probiyotik gıdalar hakkında bilgi sahibi olduğu, %32,16'sının probiyotik ürünleri tükettiği, kimya bölümünde okuyan öğrencilerin ise; %20,10'unun probiyotik besinler hakkında bilgi sahibi olduğu, %12,18'inin probiyotik gıdalar tükettiğini görülmüştür. Bu çalışma sonucunda, gıda mühendisli bölümü öğrencilerinin probiyotik gıdalar hakkında daha çok bilgi sahibi olduğu ve daha çok tüketim gerçekleştirdiği görülmüştür. Probiyotik gıdaları tüketen öğrencilerin tercih sebebinin ise sağlık açısından olduğu da not edilmiştir (Kanak vd., 2022).

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde 328 öğrenci ile gerçekleştirilen bir çalışmada; öğrencilerin %21.6'sının türk kahvesini,

%53,4'ünün siyah çayı her gün tükettiği; % 26,5'inin kola'yı ayda birkaç kez tüketimini gerçekleştirmeyi tercih ettikleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, öğrencilerin kafein tüketimi açısından riskli grupta oldukları ve akademik kariyerlerinin daha sağlıklı ilerleyebilmesi için buna bir önlem alınması gerektiği sonucuna varılmıştır (Kaya vd., 2021).

Biruni Üniversitesi'nde, 240 öğrenci ile yapılan bir çalışmada; probiyotik tüketiminin sınav kaygısı üzerine etkisi ölçülmek istenmiş olup, buna karşın öğrencilerin %88,3'ünün probiyotikler hakkında bilgisi olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, öğrencilere bu konuda bilgilendirmelerin yapılmasının tüketimi arttıracak düşünülmesi ve stres, kaygı ve dikkat dağınıklığı gibi sorunlara alternatif tedavi yöntemi olabileceği öngörülmüştür (Kes, 2021).

Üniversite öğrencilerinin stres durumlarında, fruktoz ve işlenmiş besin tüketimi üzerine yapılan bir diğer çalışmada; öğrencilerin akademik stres dönemlerinde (sınav öncesi ve sonrası gibi) daha fazla şekerli ve enerji verici işlenmiş içecekleri tükettikleri belirlenmiştir. Akademik stresin kontrol edilememesi ve aşırı stres yüklemesinin, öğrencilerde fruktoz tüketimini tetiklediği bildirilmiştir (Melekoğlu vd., 2021).

Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nde, X,Y ve Z kuşağının kahve tüketimi üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise; 33 katılımcıdan her gün kahve tüketenlerin %41,1'nin Y, %40'ının ise Z kuşağı olduğu tespit edilmiştir. X kuşağının daha geleneksel bir tavır sergilediği, Y ve Z kuşağının ise daha yenilikçi tavır içerisinde olduğu ve gelenekselin dışında dünya kahveleri ve sosyal kahve dükkanlarını tercih ettikleri belirlenmiştir. Kahve tüketiminde sosyal baskı, merak, gelişen teknoloji ve yenilik gibi unsurların, Z kuşağı üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Çekiç, 2022). Aşağıda Tablo 1.'de, üniversite öğrencilerinin içecek tercihleri ile ilgili diğer güncel bazı çalışmalar özetlenmeye çalışılmıştır.

**Tablo 1.** Üniversite Öğrencilerinin Probiyotik ve gazlı içecek Tercihleri ile ilgili bazı güncel çalışmalar

Çalışmanın Konusu/Başlığı	Evren-Örneklem/Çalışma Alanı	Uygulanan Yöntem	Araştırma Sonuçları ve Öneriler	Kaynak
Bireylerin Probiyotik ve Prebiyotik Gıdalar Hakkındaki Bilgi Seviyelerinin İncelenmesi ve Tüketim Miktarlarının Araştırılması Üzerine Bir Çalışma	İzmir/ Bornova  22-24 yaş  196 kişi	Anket	Genç yaş grubu ile yapılan bu çalışmada; kişilerin %71.9'unun probiyotik ve prebiyotik gıdaların farkının ne olduğunu bilmediği tespit edilmiştir. Bireylerin bu ürünleri daha verimli tüketmesi ve talep etmesi için daha çok bilgilendirmesi gerektiği, üretici firmaların tüketici istek ve ihtiyaçlarını dikkate alarak içerik üretmeleri, ulaşılabilir fiyat politikaları uygulamaları gerektiği sonucuna varılmıştır.	( Şengün vd., 2020)
Fruktoz Tüketimi ve Sağlık Üzerine Etkileri	Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi	Derleme	Doğal yollarla ve düşük miktarda fruktoz tüketiminin zarar verme oranı düşük olsa da fazla miktarda alınan fruktozun, insan sağlığında ciddi olumsuzluklara yol açtığı sonucuna varılmış olup, tüketicilerin bilinçlendirilmesi, etiket okumanın yaygınlaştırılması ve aşırı şeker içerikli ürünlerin üretiminin sınırlandırılması gerektiği önerilmiştir.	(Yılmaz ve Yılmaz., 2019)
Üniversite Öğrencilerinin Şekerli İçecek Tüketiminin İncelenmesi	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  385 öğrenci	Anket	Ülkemizde çocuk ve genç neslin şekerli içecek tüketiminin artışta olduğu belirlenmiş, sağlık sorunlarını tetikleyen bu durumla ilgili önlemler alınması ve tüketicilerin bilgilendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.	(Kaplan, 2020)
Üniversite Öğrencilerinin Süt Ürünlerini Ne Kadar Tükettikleri ve Beslenme Bilinci Üzerine Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi	Erciyes Üniversitesi  240 öğrenci	Anket	Yapılan çalışmada; öğrencilerin süt ürünü içeceklerden daha ziyade gazlı, kafeinli ve hazır farklı içecekleri daha çok tercih ettiği görülmüş olup, sağlıklı ürünler hakkında bilgi yetersizliği olduğu tespit edilmiştir.	(Ülger ve Kaliber, 2020)
Beslenme ve Diyetetik Bölümü 1. ve 4. Sınıf Öğrencileri Arasında Besin Tercihlerinin Karşılaştırılması	Sağlık Bilimleri Üniversitesi  100 öğrenci	Anket	Öğrenciler arasında yapılan bu çalışmada 1.sınıf öğrencilerinin, 4. sınıf öğrencilere göre daha sağlıklı içecekler tercih ettiği görülmüş olup, bu durumun öğrencilerin almış olduğu beslenme derslerinin öğrencilerin bilgi seviyesini artırması ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.	( Akyüz vd., 2021)

Tablo 1. incelendiğinde; üniversite öğrencilerinin probiyotik ve fermente içecekler hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları, gazlı ve kafeinli içecekleri

tüketmeyi daha çok tercih ettikleri, fruktoz ve şekerli içecek tüketiminin gençler arasında daha yaygın tüketilmesinin olası sağlık sorunlarını tetikleyebildiği, bu durumun önlenmesi için daha fazla bilgilendirme/egitim çalışmalarının yapılması gerektiği görülmektedir. Ayrıca, öğrencilerin, sağlıklı beslenme ile ilgili bilgi sahibi olması, beslenme alanında bir bölümde okuyan öğrencilerin bilgi düzeyinin artması ile sağlıklı içecekleri daha çok tercih etmeye yöneldiği, yapılan çalışmalarda ortaya çıkmaktadır.

## SONUÇ

Bu çalışmada, son yıllarda ülkemizde yapılan çalışmaların incelemesi sonucunda; üniversite öğrencilerinin içecek tercihleri ile ilgili başlıca şu verilere ulaşılmıştır;

1. Genel olarak, beslenme bölümü öğrencilerinin; probiyotik ve sağlıklı içecekler üzerine bilgi düzeylerinin daha fazla olduğu, bu durumun ise içecek tercihlerini etkilediği görülmüştür.
2. Üniversite öğrencilerinin kahve ve çay tüketiminin sigara kullanımı ile doğru orantılı olarak artış gösterebildiği bir diğer bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır.
3. Öğrencilerin özellikle sınav dönemlerinde daha fazla kafeinli içecekler tükettiği ve bu durumun; öğrencilerde sinirlilik, dikkat dağınıklığı, kaygı ve uykusuzluk yapabildiği bazı çalışmalarda bildirilmektedir.
4. Öğrencilerin ayran ve gazlı içecekleri daha çok yemeklerin yanında, kahve ve çay gibi kafeinli içecekleri ise sosyal ortamlarda ve günün her saatinde tercih edebildiği bir diğer bulgu olarak değerlendirilmiştir.
5. Üniversiteye başlayan öğrencilerin; yeni yaşam tarzı, sosyal hayat, aile ortamından uzaklaşma, gelir düzeyindeki farklılıklar ve sosyal medya kullanımı ile içecek tercihlerinin farklılaştığı ve şekillendiği bazı çalışmalarda bildirilmiştir.



6. Probiyotik içecek tüketen öğrencilerin, sağlık açısından çeşitli olumlu etkiler gördükleri; sindirim sistemlerinin düzenli çalıştığını belirttikleri ve çevrelerine tavsiye ettikleri bazı çalışmalarda ön plana çıkmıştır.
7. Öğrencilerin, probiyotik ve fermente içecekler hakkında çok fazla bilgi sahibi olmadıkları; buna karşın kafeinli ve gazlı içecek tüketimlerinde sosyal medya, reklam ve tanıtımlarının daha etkili olduğu bazı çalışmalarda belirtilmiştir
8. Çok sık kafeinli içecekler tüketen öğrencilerde ise; kalp çarpıntıları ve idrar sıklığı gibi ortak şikayetlerin gözlemlendiği bir diğer önemli bulgu olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak; üniversite döneminde, öğrencilerin sosyal ortamlarda ve sınav haftası gibi stresli dönemlerde, artan kafeinli içecek tüketiminin zararlı etkileri ve sağlık açısından olumsuz sonuçları üzerine, öğrencilerin daha fazla bilgilendirilmesi, sağlıklı içeceklerin tüketiminin teşvik edilmesi önem arz etmektedir. Probiyotik ve fermente içeceklerin sağlık açısından faydaları ile ilgili öğrencilere bilgilendirmeler yapılmalı ve tüketimi teşvik edici çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Öğrencilerin sınav dönemlerinde, artan kafein tüketiminin önüne geçebilmek için; öğrencilerin stres kontrolünün sağlanabilmesi ve kaygılarının giderilebilmesi gerekmektedir. Bu konu ile ilgili daha fazla bilimsel çalışmalar yapılmalı, psikolojik olarak öğrencilerin daha rahat olabilmeleri sağlanmalı, bu bağlamda profesyonel psikolojik destek alabilmeleri üniversite kampüslerinde kolaylaştırılmalıdır. Ayrıca, sağlıklı içecek tüketimi ile ilgili medya/reklam çalışmaları gerçekleştirilmelidir. Yazılı ve görsel basın ile sosyal medya bu konularda bilgilendirici reklamlar ile bu konuya destek sağlamalıdır. Sağlıklı içecek tüketiminin artırılması ile oluşan ve oluşabilecek sağlık sorunlarının önüne geçilmesi, daha yüksek yaşam kalitesine sahip genç bireyler yetiştirilerek gelecek neslin korunması (ilköğretimden itibaren bilimsel temelli planlarla desteklenerek) hedeflenmelidir.

## KAYNAKLAR

- Abduljabar, J. S. (2011). Bulanık Mantık Yöntemleri Kullanılarak Gazlı İçeceklerde Karbondioksit Kontrolü. Ankara Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.*
- Afzaal, M., Saeed, F., Anjum, F., Waris, N., Husaain, M., Ikram, A., Ateeq, H., Muhammad Anjum, F., & Suleria, H. (2021). Nutritional and Ethnomedicinal Scenario of Koumiss: A Concurrent Review. *Food Science & Nutrition*, 9, 6421– 6428.
- Akyüz, E. Y., Konan, M. N., & Alatlı, R. (2021). Beslenme ve Diyetetik bölümü 1. ve 4. sınıf Öğrencilerinin Besin Tercihlerinin Karşılaştırılması. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 8(1)43-48
- Aydın, B., & Eryılmaz, G. (2019). Üniversite Öğrencilerinde Riskli Kafein Tüketimi. *Kıbrıs Türk Psikiyatri ve Psikoloji Dergisi*, 1(Özel Sayı 1), 19-23.
- Bakır, B. O. (2012). ‘Prebiyotik, Probiyotik ve Sinbiyotiklere Genel Bakış’ (*Beslenme ve Diyet Dergisi*) 40(2), 178-182.
- Balkış, M. (2011). Lise Öğrencilerinin Beslenme Alışkanlıkları, Probiyotik Süt Ürünleri Tüketim Sıklıkları ve Bilgilerinin Belirlenmesi: Kulu Örneği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çocuk Gelişimi ve Ev Yönetimi Ana Bilim Dalı Beslenme Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, Konya, Türkiye, 140s.
- Barat, A., & Özcan, T. (2016). Fermente süt içeceğinde probiyotik bakterilerin gelişimi üzerine meyve ilavesinin etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(3), 259-267.
- Büke, M., Şen, B. E., Özçiler, M. F., Demir, S., Özkul, A., Acar, A. B., ... & Doğan, B. G. (2019, September). Üniversite Öğrencilerinde Kafeinli İçecek Tüketimi: Tanımlayıcı Bir Araştırma. In 3. International 21. *National Public Health Congress.*
- Chen, Y. J., Du, C. G., Guo, Y. Q., Zhao, Y. F., Aorigele, C., Wang, C. J., & Zhang, X. Y. (2021). Antibacterial Spectrum of four Compounds from Yeasts in Koumiss. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 167-173.

- Çakır, İ., & Çakmakçı, M. L. (2004). Probiyotikler: Tanımı, Etki Mekanizması, Seçim ve Güvenilirlik Kriterleri. *Gıda*.
- Çekiç, İ. (2022). X, Y ve Z Kuşaklarının Kahve Tüketim Alışkanlıklarını Etkileyen Unsurlar Üzerine Mukayeseli Bir Araştırma. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 683-698.
- Çelik, F. (2006). Çay (*Camellia sinensis*); İçeriği, Sağlık Üzerindeki Koruyucu Etkisi ve Önerilen Tüketimi. *Turkiye Klinikleri J Med Sci*, 26(6), 642-648.
- Çetindağ Çiltaş, A., Yılmaz, A., Yıldız, E., & Tuğut, N. (2022). Öğrenci Hemşirelerin Probiyotik Ürünler Hakkındaki Bilgi Düzeylerinin ve Probiyotik Besin Tüketme Durumlarının Belirlenmesi. *Firat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi*, 36(1).
- Demirel, G. (2018). Beslenme Eğitimi Alan ve Almayan Üniversite Öğrencilerinin Probiyotik Besinler Hakkındaki Bilgi Düzeyleri ve Tüketme Durumları Üzerine Bir Araştırma (*Master's thesis, Eastern Mediterranean University (EMU)-Doğu Akdeniz Üniversitesi (DAÜ)*).
- Demir, A. K., & Yalcin, B. (2016). Genç Tüketicilerin İçecek Tercihlerinin Basamaklama Yöntemi ile Belirlenmesi. *Business and Economics Research Journal*, 7(1), 139.
- Diosma, G., Romanin, D.E., Rey-Burusco, M.F., Londero, A. & Garrote, G.L. (2014). Yeasts from Kefir Grains: İsolation, İdentification, And Probiotic Characterization. *World J Microbiol Biotechnol* , (30) 43- 53.
- Durmaz, P. (2019). Üniversite Öğrencilerinin İçecek Tüketim Tercihlerinin İncelenmesi: Ankarada Bir Araştırma (*Master's thesis, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*).
- Erçim, R. E., Hasan, K. Ö. S. E., Budak, Y., & Yıldırım, H. (2020). Üniversite Öğrencilerinin Sınav Dönemi Öncesi, Sırası ve Sonrasında Depresyon, Anksiyete ve Stres Durumu ile Beslenme Alışkanlıklarındaki Değişimin İncelenmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(3), 133-143.

- Hasler, C. M. (2002). Functional Foods: Benefits, Concerns And Challenges—a Position Paper From The American Council on Science and Health. *The Journal of nutrition*, 132(12), 3772-3781.
- John, S. M., & Deeseenthum, S. (2015). Properties and Benefits of Kefir-A Review. *Songklanakarın Journal of Science and Technology*, 37(3), 275-282.
- Joint, F. A. O. (2002). WHO Working Group Report On Drafting Guidelines For The Evaluation of Probiotics in Food. *London, Ontario, Canada*, 30.
- Kakisu, E., Abraham, A.G., Tironi Farinati, C., Ibarra, C. & De Antoni, G.L. (2013) *Lactobacillus plantarum* isolated from Kefir Protects Vero Cells from Cytotoxicity By Type-II Shiga Toxin from *Escherichia coli* O157: H7. *J Dairy Res*, (80) 64– 71.
- Kanak, E. K., Yılmaz, S. Ö., Özacar, Z. Z., Uflas, B., Bilek, M., & Yılmaz, B. (2022). Gıda Mühendisliği ve Kimya Bölümü Öğrencilerinin Probiyotik Gıda Konusunda Bilinç Düzeylerinin Değerlendirilmesi. *Akademik Gıda*, 20(1), 71-79.
- Kaplan, N. (2020). Üniversite Öğrencilerinin Şekerli İçecek Tüketim Eğilimleri Üzerine Bir Araştırma: *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Örneği (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü)*.
- Karaçıl, M. Ş., & Nilüfer, A. C. A. R. (2013). Dünyada Üretilen Fermente Ürünler: Tarihsel Süreç ve Sağlık ile İlişkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 163-174.
- Kaya, PS ve Yasemin, A.Ç. AR (2021). Üniversite Hücrelerinde Kafein Tüketiminin Değerlendirilmesi. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi* , 6 (3), 595-606.
- Kayalı, N. Z. (2019). Öğrencilerde Alkollü İçecek Kullanımının ve Madenciliği Yöntemleri ile İncelenmesi (*Doctoral Dissertation, Sakarya Üniversitesi (Turkey)*).
- Kes, N. (2021). Üniversite Öğrencilerinde Probiyotik Besin Tüketiminin Sınav Kaygısı Üzerine Etkisi (*Master's thesis, Biruni Üniversitesi*).
- Keleş, F. (2011). Kafein. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1-4).
- Kıyak, Y. S., Coşkun, Ö., & Budakoğlu, İ. (2019). Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dönem 2 Öğrencilerinin Algılanan Öğrenme Düzeyleri, Uyku Kaliteleri Ve

- İçecek Tüketimleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Tıp Eğitimi Dünyası*, 18(56), 56-65.
- Kurt, N. (2016). Adölesanlarda Kafein Tüketimi (*Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü*)
- Levent, H., & Cavuldağ, Ö. A. (2017). Geleneksel Fermente Bir İçecek: Boza. *Akademik Gıda*, 15(3), 300-307.
- Melekoğlu, E. (2021). Üniversite Öğrencilerinin Stres Durumları ile Fruktoz ve İşlenmiş Besin Tüketimi Arasındaki İlişki. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 36(2), 263-274.
- Muslu, M., & Kermen, S. (2020). Çocuk ve Adölesanlarda Şeker İlaveli İçeceklerin Tüketimi ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 225-230.
- Onurlubaş, E., & Çakırlar, H. (2017). Gazlı İçecek Tüketiminde Tüketicilerin Marka Algısının Belirlenmesi: İzmir İli Örneği. *Journal of Life Economics*, 4(3), 93-112.
- Park, Y. W., Haenlein, G. F., & Wendorff, W. L. (2006). Overview of Milk of Non-Bovine Mammals. *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*, 3–9.
- Sözlü, S., Yılmaz, B., & Nilüfer, A. C. A. R. (2017). Kahve Tüketimi ve Bazı Hastalıklarla İlişkisi: Son Yıllarda Yapılan İnsan Temelli Araştırmaların İrdelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(2), 33-39.
- Saltan, F. Z., & Kaya, H. (2018). Kahve: Bir Farmakognozok Derleme. *Fabad Journal of Pharmaceutical Sciences*, 43(3), 279-289.
- Şengün, İ.Y., Kırmızıgül, A., Özaydın, İ., Yarım, H. (2020). Tüketicilerin Probiyotik ve Prebiyotik Gıdalara Yönelik Bilgi Düzeyleri ve Tüketim Durumlarının Belirlenmesi: İzmir/Bornova örneği. *Gıda*, 45(1) 103-114.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2022). İş gücü istatistikleri, Ocak 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-Ocak-2022-45644>
- Üçok, E. F., & Tosun, H. (2012). Şalgam Suyu Üretimi ve Fonksiyonel Özellikleri. *Celal Bayar University Journal of Science*, 8(1), 17-26.

- Ülger, İ., & Kaliber, M. (2020). Üniversite Öğrencilerinin Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları ve Beslenme Bilinçlerinin Değerlendirilmesi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 3(1), 9-15.
- Ürkek, B., & Ahmet, T. A. Ş. (2021). Üniversite Öğrencilerinin Fermente Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının İstatistiksel Analizi. *Aydın Gastronomy*, 5(2), 91-103.
- Yaygın, H. (1996). Kımız ve Kefir. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 25(1), 48-52.
- Yılmaz, H. K., & Yılmaz, H. Ö. (2019). Fruktoz Tüketimi ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 50-57.
- Zourari, A., & Anifantakis, E. M. (1988). Le Kéfir. Caractères Physico-CHimiques, Microbiologiques et Nutritionnels. Technologie de Production. Une Revue. *Le Lait*, 68(4), 373-392.
- Zemzemoğlu, T. E. A., Uludağ, E., & Sevda, UZUN (2019). Üniversite Öğrencilerinin Probiyotik Bilgi Düzeyi Ve Tüketim Durumlarının Belirlenmesi. *Gıda*, 44(1), 118-130.





**IKSAD**  
Publishing House



**ISBN: 978-625-367-281-2**