

“

# ZİRAAT

ALANINDA ULUSLARARASI ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER

*Aralık 2024*

EDİTÖRLER

PROF. DR. KORAY ÖZRENK

DOÇ. DR. ALİ BOLAT

”

**Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana**

**Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi**

**Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2024**

**ISBN • 978-625-5955-42-5**

**© copyright**

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

**Serüven Yayınevi / Serüven Publishing**

**Türkiye Adres / Turkey Address:** Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

**Telefon / Phone:** 05437675765

**web:** www.serüvenyayınevi.com

**e-mail:** serüvenyayınevi@gmail.com

**Baskı & Cilt / Printing & Volume**

Sertifika / Certificate No: 47083

# ZİRAAT

Alanında Uluslararası Araştırma ve Değerlendirmeler

ARALIK 2024

EDİTÖRLER

PROF. DR. KORAY ÖZRENK  
DOÇ. DR. ALİ BOLAT



## İÇİNDEKİLER

### BÖLÜM 1

#### TARIMDA LAZER TEKNOLOJİSİ İLE YABANCI OT KONTROLÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

*Ali BAYAT*..... 1

### BÖLÜM 2

#### TÜRKİYE İÇİN STRATEJİK BİR ÜRÜN OLAN PAMUĞUN; TÜRK EKONOMİSİ İÇİN ÖNEMİ

*Nurettin BARAN*..... 11

*Mehtap ANDIRMAN*..... 11

### BÖLÜM 3

#### FARKLI KETEN (*LINUM USITATISSIMUM L.*) ÇEŞİTLERİNE AIT TOHMLARIN BAZI AGROTEKNİK ÖZELLİKLERİ

*Zeynep DUMANOĞLU*..... 21

### BÖLÜM 4

#### KURU ÇİÇEKÇİLİK, ARANJMANLARDA KULLANILAN BİTKİSEL MATERYALLER VE ARANJMAN İLKELERİ

*Özlem Akat Saraçoğlu*, ..... 29

*Handan Çakar*..... 29

### BÖLÜM 5

#### KAYSERİ VE ÇEVRE İLLER İÇİN ARPA TARIMININ ÖNEMİ

*Sancar Bulut*, ..... 51

*Yaşar Deray SAYGI*..... 51

### BÖLÜM 6

#### TOPRAKSIZ TARIM YÖNTEMLERİYLE MAVİYEMİŞ (*VACCINIUM CORYMBOSUM L.*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

*Mine AKMAN*..... 67

*İbrahim ERDAL*..... 67

## BÖLÜM 7

### TÜRKİYE'DE ÇİLEK ÜRETİM PROJEKSİYONU VE REKABET GÜCÜ ANALİZİ

<i>Aslı DALGIÇ</i> .....	87
<i>Vecdi DEMİRCAN</i> .....	87

## BÖLÜM 8

### UYGUN ARICILIK KONAKLAMA ALANLARINDA YER SEÇİMİ: TEKİRDAĞ İLİ ÖRNEĞİ

<i>Emre BABURŞAH</i> .....	103
<i>Ziya İNCE</i> .....	103

## BÖLÜM 9

### PESTİSİT KULLANIMI VE YÖNETİMİ İLE İLGİLİ YAPILAN ARAŞTIRMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

<i>Merve Mürüvvet DAĞ</i> .....	121
<i>Deniz SARICA</i> .....	121

## BÖLÜM 10

### RUMEN MİKROBİYAL EKOSİSTEMİ

<i>Altuğ KARAMAN</i> .....	143
<i>Mehmet Sait EKİNCİ</i> .....	143
<i>Bülent KAR</i> .....	143

## BÖLÜM 11

### GÜVEY KANDİLİ AĞACINA FARKLI BİR BAKIŞ

<i>Yusuf Arslan</i> .....	155
<i>İlhan Subaşı</i> .....	155

## BÖLÜM 12

### TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN 100. YILINDA YEM BİTKİLERİ KÜLTÜRÜ VE HAYVAN VARLIĞINA GENEL BİR BAKIŞ

<i>Şükrü Sezgi Özkan</i> .....	169
<i>Gülcan Demiroğlu Topçu</i> .....	169

### **BÖLÜM 13**

#### **TÜRKİYE'DE SERA ALANI VE ÜRETİMİNİN 10 YILLIK DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

*Hasan ÖZ* ..... 191

### **BÖLÜM 14**

#### **TÜRKİYE'DE SÜS BİTKİLERİ ÜRETİMİ VE DIŞ TİCARETİNDE GELİŞMELER**

*Aslı DALGIÇ* ..... 203

*Vecdi DEMİRCAN* ..... 203

### **BÖLÜM 15**

#### **SEBZELERDE ODUN SİRKEİ KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

*Garip YARŞI* ..... 217

### **BÖLÜM 16**

#### **ABIYOTİK VE BİYOTİK STRESLERE TOLERANS İÇİN CAPSİCUM GENOMUNDA TANIMLANAN GENLER/KANTİTATİF ÖZELLİK LOKUSLARI VE İLİŞKİLİ MOLEKÜLER MEKANİZMALAR**

*Tuğçe ÖZSAN KILIÇ* ..... 227

*Ahmet Naci ONUS* ..... 227

### **BÖLÜM 17**

#### **METHYLOBACTERIUM CİNSİNE AİT BAKTERİ TÜRLERİNİN (*Methylobacterium spp.*) BİTKİLERE ETKİLERİ VE TARIMDA KULLANIM POTANSİYELİ**

*İlhan SUBAŞI* ..... 249

*Yusuf ARSLAN* ..... 249





# BÖLÜM 1

## **'TARIMDA LAZER TEKNOLOJİSİ İLE YABANCI OT KONTROLÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ**

*Ali BAYAT*

---

1 Prof. Dr., ORCID:000-0002-7104-9544

E-Posta: Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri  
Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

## Giriş

Dünyada belli başlı kültür bitkilerinde (buğday, mısır, patates, şeker pancarı, çeltik, pamuk ve soya) zarara neden olan hastalık zararlı ve yabancı otların neden olduğu ürün kaybı yaklaşık %67,15 olup, bunun %21,75'i zararlılardan, %13,78'i hastalıklardan ve %31,62'si ise yabancı otlardan kaynaklanmaktadır. Yabancı otlar, tarım arazilerinde bitkilerin büyümesi ve mahsul verimliliği üzerinde doğrudan olumsuz etkilere sahiptir. Bu otlar, tarımsal ürünlerle rekabete girerek su ve besin maddelerini tüketir, aynı zamanda hastalık taşıyıcıları olarak da rol oynayabilir. Yabancı otların kontrol edilmemesi, tarımsal verimlilikte ciddi düşümlere yol açabilir. Tarımsal üretimde yabancı ot mücadelesinde kimyasal, mekanik ve termal yöntemler uzun yıllardır kullanılmaktadır. Ancak, her bir yöntemin belirgin dezavantajları ve sürdürülebilirlik açısından sınırlılıkları bulunmaktadır. Kimyasal yöntemler, geleneksel olarak en yaygın kullanılan yabancı ot kontrol yöntemlerinden biridir. Çeşitli herbisitlerin kullanılmasıyla yabancı otların büyüme ve çoğalmasının engellenmesi amaçlanmaktadır. Ancak, kimyasal herbisitlerin yaygın kullanımı çevreye, yeraltı sularına ve biyolojik çeşitliliğe zarar vermektedir. Aynı zamanda, birçok yabancı ot türü zamanla herbisitlere karşı direnç geliştirmekte ve bu durum, herbisitlerin etkinliğini azaltmaktadır (Westwood et al., 2018). Bu direnç gelişimi, herbisit kullanımını artırmakta ve dolayısıyla çevre kirliliğine katkıda bulunmaktadır.

Mekanik yabancı ot kontrolü ise, faydalı organizmalara zarar vermesi, toprağın organik madde yapısının bozulması ile birlikte toprakta nem çıkışını arttırarak kuruması ve yabancı ot tohumlarının daha fazla çimlenmesinin teşvik edilmesi gibi birçok dezavantajı da içinde barındırmaktadır. Nitekim yapılan çalışmalarda mekanik yabancı ot kontrol yöntemlerinin, toprak yüzeyinde avcı böcekler ve toprak içerisinde solucanlar gibi faydalı organizmalara zarar verdiği belirtilmiştir. Bunların yanı sıra toprak erozyonu ve bitki besin maddelerinin sızması riskini arttırarak, toprak organik maddesinin gereksiz mineralizasyonunu teşvik etmekte ve sınırlı nem içeriğine sahip toprakların kurumasına neden olduğu da rapor edilmiştir. Bunun yanı sıra, traktör gibi ağı makineler, toprak sıkışmasına sebep olduğu ve bu sıkışma nedeniyle kök solunumu için gerekli olan topraktaki oksijen seviyesini düşmesiyle, toprakta yaşayan mikroorganizma habitatının bozulmasına ve daha fazla yabancı ot çimlenmesine neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bir diğer mekanik mücadele yöntemi olan alevle yabancı ot kontrolü büyük miktarda gaz gerektirdiği için ve CO<sub>2</sub> salınımı içeren bir yaklaşım olması nedeniyle uzun vadede çevresel olarak sürdürülebilir bir yöntem olmadığı rapor edilmiştir.

Mekanik yöntemler, Özetle yabancı otları fiziksel olarak sökmeyi veya toprağın yüzeyini bozarak otların büyümesini engellemeyi içerir. Bu yöntemler kimyasal kullanımını gerektirmediğinden çevre dostu olarak kabul edilse de, toprak yapısına ve mikroorganizmalara zarar verebilir. Aynı zamanda, bü-

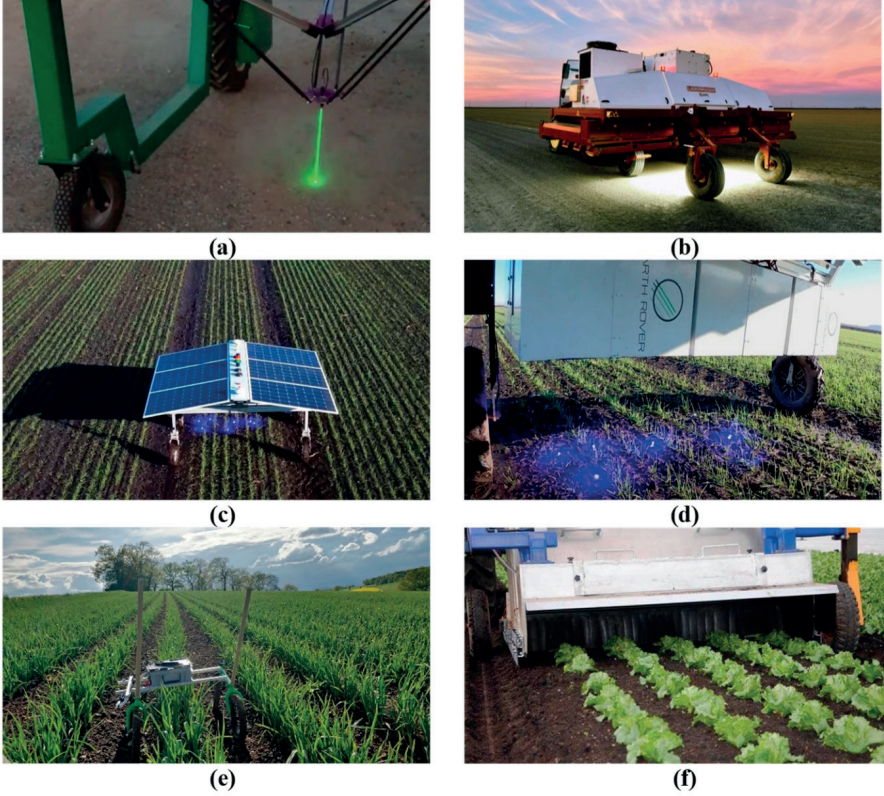
yük ölçekli tarım arazilerinde yüksek iş gücü ve maliyet gerektirmesi nedeniyle sürdürülebilir bir çözüm olmaktan uzaklaşmaktadır (Fennimore & Cutulle, 2019).

Termal yöntemler ise yabancı otların yüksek sıcaklıkta hasara uğratılması esasına dayanır. Genellikle propan gibi gazlarla çalışan cihazlarla sağlanan ısıyla yabancı otlar yakılır. Bu yöntem, kimyasal kullanımı gerektirmese de, yakıt tüketimi nedeniyle çevresel sürdürülebilirlik açısından bazı sorunlar yaratmaktadır (Bauer & Marx, 2020). Ayrıca, termal yöntemler geniş alanlarda etkin bir şekilde uygulanmakta zorlanır ve enerji maliyetleri oldukça yüksektir. En yaygın olarak araştırmalara konu olan termal yöntemler; alevle, sıcak su, buhar ve yeni bir teknik olan infrared ışınımı yabancı otların kontrolünden oluşmaktadır. Ancak bu yöntemlerin en önemli sorunlarından bazıları, sistemlerin işletilmesindeki yüksek yakıt maliyetleri, farklı ot çeşitlerine göre değişen etkinlik, alevle mücadeledeki yangın riski ve yüksek ısı nedeniyle kültür bitkisi dokularına verilen zarardan oluşmaktadır (Bayat et al., 2017).

Bu sınırlamaların üstesinden gelmek için lazer teknolojisi, yabancı otları kontrollü bir şekilde yok etmek amacıyla geliştirilmiş inovatif bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Lazer ışınları, belirli dalga boylarında ve yoğunluklarda yabancı otların dokularını doğrudan hedef alarak onları etkisiz hale getirebilmektedir (Resim 1). Bu teknoloji, çevresel etkilerin minimize edilmesi ve hassasiyetle hedefleme yapılması açısından önemli avantajlar sunmaktadır (Sims et al., 2018). Lazerin belirli noktalara yönlendirilerek yalnızca istenilen bölgelerdeki yabancı otları hedef alması, tarım arazilerinin doğal yapısına zarar vermeden sürdürülebilir yabancı ot kontrolünü mümkün kılmaktadır.



Resim.. 1. Lazer ışını ile bitki dokularını büyüme noktalarını hedefleyen bir görsel



Resim 2. Sıraya ekilmiş bitkilerde yabancı ot kontrolünde kullanılan bazı lazer platformlar (Yaseen and Long,2024)

Bu çalışma, lazer teknolojisinin tarımda çevre dostu bir yabancı ot kontrol yöntemi olarak gelişim potansiyelini ortaya koymakta ve gelecekte bu teknolojinin daha geniş çapta kullanılabilmesi için gerekli adımları işaret etmektedir..

## 2.Lazer Teknolojileri

Tarımda yabancı ot kontrolü için kullanılan lazer teknolojisi, hedeflenen yabancı ot türü, büyüme evresi ve çevresel faktörlere göre değişiklik gösteren farklı lazer türleri ile uygulanabilir. Lazer türleri arasında **Fiber Lazer**, **CO<sub>2</sub> Lazer** ve **Diyot Lazer** öne çıkmaktadır. Bu lazer türleri, farklı dalga boyu ve güç kapasiteleriyle belirli yabancı ot türleri üzerinde etkili olmaktadır. Her bir lazer türünün avantajları ve sınırlılıkları şu şekildedir:

1. **Fiber Lazer**: Fiber lazerler, yüksek enerji verimliliği sağlayan ve ince yapraklı yabancı otları hedeflemede oldukça etkili bir lazer türüdür. Fiber lazerler, kısa dalga boylarıyla yabancı otların kök ve yaprak yapılarına doğrudan etki edebilir. Bu lazer türü özellikle tarla yabancı otları gibi hassas bitkilerde uygulanabilir, ancak geniş yapraklı yabancı ot türlerine yönelik etkisi sınırlıdır

(Upadhyay & Zhang, 2024). Fiber lazerlerin etkinliğini artırmak için büyüme evresine göre doz ayarlaması yapılabilir.

**2. CO<sub>2</sub> Lazer:** CO<sub>2</sub> lazerler, daha yüksek güç kapasiteleriyle geniş yapraklı yabancı otlar üzerinde etkili olan bir lazer türüdür. Bu lazerler, uzun dalga boyuna sahip olup yabancı ot dokularını daha derinlemesine hedefleyebilir. CO<sub>2</sub> lazerlerin özellikle direnç geliştirmiş ot türlerinde yüksek başarı sağladığı gözlemlenmiştir. Yüksek güçlü olması nedeniyle geniş alanlarda etkin bir şekilde uygulanabilir, ancak enerji tüketimi açısından diğer lazer türlerine göre daha maliyetlidir (Fennimore & Cutulle, 2019). Yüksek maliyete rağmen CO<sub>2</sub> lazerlerin, geniş çaplı tarımsal arazilerde kimyasal yöntemlere alternatif olarak büyük bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

**3. Diyet Lazer:** Diyet lazerler, düşük güçlü yapısıyla daha hassas ve kontrollü uygulamalar için idealdir. Hassas ürün etrafındaki yabancı otların kontrolü amacıyla diyet lazerler, sınırlı güç seviyeleri sayesinde çevreye minimum zarar vererek etkili sonuçlar sağlamaktadır. Bu lazer türü, özellikle organik tarım alanlarında veya kimyasal herbisit kullanılmayan hassas bölgelerde uygulama imkânı sunmaktadır (Bauer & Marx, 2020). Diyet lazerler, düşük enerji tüketimi ve çevre dostu yapısıyla sürdürülebilir tarım uygulamalarında tercih edilebilir.

### 2.1. Lazer Teknolojilerinin Uygulama Verileri

Tablo 1 de tarımda lazer teknolojisinin yabancı ot kontrolünde kullanımını araştıran çeşitli çalışmaların bulguları özetlenmiştir. Tabloda, her bir lazer türünün gücü, hedeflenen yabancı ot türü, başarı oranları ve ilgili kaynaklar listelenmiştir. Bu veriler, lazer türlerinin farklı yabancı ot türleri üzerinde ne derece etkili olduğunu ve hangi lazer türünün hangi koşullarda daha uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. Araştırmalara Dayalı Veri Tablosu

Lazer Türü	Güç (W)	Dalga Boyu (nm)	Hedef Yabancı Ot Türü	Başarı Oranı (%)	Kaynak
Fiber Lazer	2	1064	İnce yapraklı tarla otları	%85	Upadhyay et al., 2024 (ScienceDirect)
CO <sub>2</sub> Lazer	5-7	10,600	Geniş yapraklı yabancı otlar	%92	Fennimore & Cutulle, 2019
Diyet Lazer	1.5	808-980	Hassas alanlardaki otlar	%95	Bauer & Marx, 2020 (Wiley)
Termal Lazer	2	1550	Direnç geliştirmiş otlar	%90	Rakhmatulin & Andreasen, 2020 (MDPI)
Otonom CO <sub>2</sub> Lazer Robotları	4.5	10,600	Çok yıllık yabancı otlar	%88	Sims et al., 2018 (MDPI)

CO <sub>2</sub> Lazer Cihazları	3	10,600	Mısır ve domates tarlası yabancı otları	%93	Michaliszyn-Gabryś et al., 2024 (MDPI)
Derin Öğrenme ile Entegre Lazer	5	808	Tarla alanı yabancı otları	%90	Raja et al., 2020 (Elsevier)
AI Destekli Lazer Sistemleri	2.5	940	Genç yapraklı yabancı ot türleri	%87	Xu et al., 2023 (ScienceDirect)
Düşük Enerjili Lazer	0.8	532	Yıllık çimen türleri	%82	Coleman et al., 2021 (Frontiers)
Laser-Entomolojik Kontrol	1.5	1064	Zararlı otlar ve böcekler	%90	Gaetani et al., 2021 (Nature)

Yukarıdaki tabloda, lazer teknolojisinin tarımda yabancı ot kontrolü için nasıl uyarlanabileceğini ve farklı lazer türlerinin bu süreçteki rolünü görmekteyiz. Tablo verileri şu başlıklar altında tartışılabilir:

**1. Fiber Lazerlerin Kullanımı:** Fiber lazerlerin ince yapraklı yabancı otlar üzerinde etkili olduğu, ancak yüksek güçlü uygulamalara uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Özellikle düşük güçlü uygulamalarda ince yapraklı tarla otları üzerinde %85 başarı oranıyla etkili oldukları görülmektedir (Upadhyay & Zhang, 2024). Fiber lazerlerin bu türde kullanımının avantajı, çevre dostu ve enerji verimliliğinin yüksek olmasıdır. Bu lazer türü, kimyasal kullanımını minimumda tutarak çevreyi koruma çabalarını destekler.

**2. CO<sub>2</sub> Lazerlerin Etkisi:** Yüksek güçlü CO<sub>2</sub> lazerlerin geniş yapraklı yabancı otlar üzerinde %92 başarı sağladığı görülmektedir. Bu lazerler, geniş alanlarda etkin kullanım sağlayacak güçte olup özellikle dirençli yabancı ot türlerinde başarı oranlarının yüksek olduğu belirtilmiştir (Fennimore & Cuttelle, 2019). CO<sub>2</sub> lazerlerin geniş tarım arazilerinde yabancı ot mücadelesinde kimyasal yöntemlere alternatif bir çözüm sunduğu açıktır. Ancak yüksek enerji tüketimi nedeniyle sürdürülebilir bir çözüm sağlamak için bu lazerlerin optimize edilmesi gerekmektedir.

**3. Diyet Lazerlerin Hassas Tarımda Uygulaması:** Düşük güçlü diyet lazerler, hassas alanlardaki yabancı otları kontrol etmede %95'e varan başarı oranları ile özellikle öne çıkmaktadır (Bauer & Marx, 2020). Bu lazer türü, tarım arazilerinin hassas bölgelerinde minimum zarar ile yabancı ot kontrolünü mümkün kılmaktadır. Enerji tüketimi açısından diğer lazer türlerine kıyasla daha az maliyetli olması nedeniyle sürdürülebilir tarım için etkili bir seçenektir.

**4. Termal Lazer ve Diğer Yüksek Güçlü Lazerler:** Termal lazerler, direnç geliştirmiş ot türleri üzerinde %90 başarı sağlayarak geniş tarım alanlarında kullanıma uygun olduklarını göstermektedir (Rakhmatulin & Andreasen, 2020). Bununla birlikte, termal lazerlerin yüksek maliyeti ve enerji tüketimi

göz önüne alındığında, yalnızca direnç geliştirmiş yabancı ot türlerinde kullanılmaları daha uygun olabilir. Otonom CO<sub>2</sub> lazer cihazları, çok yıllık yabancı otlar ve geniş alanlarda etkili olup iş gücü gereksinimini azaltarak verimliliği artırır (Sims et al., 2018).

**5. CO<sub>2</sub> Lazer Robotlarının Otonom Uygulamaları:** CO<sub>2</sub> lazerlerin otonom sistemlerle entegre edilmesi, tarım alanında iş gücünü azaltarak maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Otonom lazer cihazlarının kullanımı, özellikle geniş tarım alanlarında iş gücü maliyetlerini azaltarak verimliliği artırmaktadır. Yüksek başarı oranları ve hassasiyetleri sayesinde bu tür lazer sistemleri, özellikle mısır ve domates gibi yaygın ürünlerin yetiştirildiği tarım alanlarında etkin bir kontrol sağlamaktadır (Michaliszyn-Gabryś, 2024).

Tabloya genel bir bakışla, lazer türlerinin seçimi, tarımsal alana ve hedeflenen yabancı ot türüne göre değişiklik göstermektedir. Düşük güçlü lazerler, hassas tarım için idealken; yüksek güçlü CO<sub>2</sub> lazerler, geniş yapraklı ve dirençli ot türlerinde başarılı sonuçlar vermektedir. Bu lazer türlerinin doğru kombinasyonları, çevre dostu bir yabancı ot kontrolü sağlamak için geniş çapta uygulanabilir.

## 2.2. Lazer Teknolojilerinin Uygulama Etkinliği

Bu lazer türlerinin tarımsal uygulamalara aktarılmasında her birinin kendine özgü avantajları bulunmaktadır. Fiber lazerlerin yüksek hassasiyetli olması ve daha az enerji tüketmesi nedeniyle küçük alanlarda ve genç yabancı otlarda etkili olduğu görülmektedir. CO<sub>2</sub> lazerler ise büyük tarım alanlarında yüksek güçlü uygulamalar için uygundur ve dirençli yabancı ot türleriyle mücadelede başarılı sonuçlar verir. Diyet lazerler ise hassas tarım uygulamaları için idealdir ve özellikle düşük maliyetli organik tarım alanlarında tercih edilmektedir. Bu lazer türlerinin kombinasyonu, tarımda daha esnek ve çok yönlü bir yabancı ot kontrol stratejisi geliştirmeye olanak tanımaktadır (Rakhmatulin & Andreasen, 2020).

Sonuç olarak, lazer teknolojisinin etkinliğini artırmak için büyüme evresi, yabancı ot türü ve çevresel faktörlerin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Lazerin yüksek hassasiyetle belirli alanlara yönlendirilebilmesi, tarımsal üretimde yabancı otların minimize edilmesi ve aynı zamanda toprak sağlığının korunmasına katkı sağlar. Ayrıca, lazer teknolojisi ile kimyasal kullanımının azaltılması çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunar.

## 4. Tartışma

Tablo verilerine göre, tarımda lazer teknolojisi ile yapılan yabancı ot kontrolü, farklı lazer türleri ve uygulama yöntemleriyle %85 ve üzerinde başarı oranları sunmaktadır. Fiber, CO<sub>2</sub>, diyet ve termal lazerler, belirli güç seviyeleri ve dalga boylarında yabancı otların türüne göre etkili bir şekilde uygulandığında yüksek başarı sağlamaktadır. Özellikle diyet lazerler, hassas tarımda dü-

şük enerji tüketimi ile yüksek başarı sağlarken; CO<sub>2</sub> lazerler geniş alanlarda dirençli yabancı ot türleri üzerinde etkili olmaktadır. Bu lazer türlerinin herbiri, tarımsal sürdürülebilirliği destekleyerek çevresel etkiyi minimuma indirmeyi hedefleyen çevre dostu alternatifler sunmaktadır.

Ancak, bu başarı oranlarına rağmen lazer teknolojisinin tarımda yaygınlaşmaması birkaç temel nedene dayanmaktadır:

**Yüksek Maliyet:** Lazer cihazları, yüksek başlangıç maliyetleri ve özel ekipman gereksinimleri nedeniyle tarım alanlarında geniş çapta uygulanamamaktadır. CO<sub>2</sub> lazer gibi yüksek güçlü lazerlerin maliyetleri, küçük ve orta ölçekli tarım işletmeleri için ciddi bir yatırım gerektirir. Ayrıca, lazer sistemlerinin bakım ve onarım maliyetleri de önemli bir engel oluşturmaktadır (Bauer & Marx, 2020).

**Enerji Tüketimi ve Sürdürülebilirlik Sorunları:** Özellikle yüksek güçlü lazer sistemleri, geniş tarım alanlarında uygulandığında enerji tüketimi açısından yoğun bir kaynak gerektirir. Enerji maliyetleri, CO<sub>2</sub> lazer gibi yüksek güçlü lazerlerin tarımsal uygulamalarda sürdürülebilirliğini sınırlamaktadır. Alternatif enerji kaynakları veya düşük güçlü lazerlerle enerji maliyetlerini düşürme çabaları henüz istenilen düzeyde değildir (Rakhmatulin & Andreasen, 2020).

**Teknolojik Altyapı ve Otonom Sistem Eksiklikleri:** Lazerle yabancı ot kontrolü, doğru hedefleme ve yönlendirme için hassas cihazlar gerektirir. Ancak, tarım arazilerinde otonom lazer sistemlerinin kurulumu ve iş gücü gereksinimi yüksek teknolojiye sahip altyapılarla desteklenmedikçe zordur. Otonom lazer sistemlerinin geliştirilmesi konusunda ilerlemeler kaydedilmesine rağmen, bu sistemlerin geniş çapta uygulanabilmesi için altyapı ve eğitim yatırımları gereklidir (Michaliszyn-Gabryś et al., 2024).

**Güvenlik ve Kullanıcı Eğitimi:** Lazer cihazları, kullanıcı hatalarına karşı hassas olup, doğrudan temas veya yanlış yönlendirme durumlarında insan sağlığına zarar verebilir. Bu nedenle, lazer sistemlerinin güvenli kullanımı için özel eğitim gereklidir. Tarım işçileri ve çiftçiler, lazer güvenliği konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkça, bu teknolojiye adapte olmada zorluk yaşayabilmektedir (Gaetani et al., 2021).

**Regülasyonlar ve Onay Süreçleri:** Lazer sistemlerinin tarımsal alanda kullanımına yönelik yasal düzenlemeler, birçok ülkede henüz yeterince gelişmiş değildir. Lazer cihazlarının çevre üzerindeki etkilerinin ve güvenlik koşullarının denetlenmesi, tarımsal uygulamalarda lazer teknolojisinin yaygınlaşmasını geciktiren faktörlerden biridir. Ayrıca, bazı bölgelerde bu tür sistemlerin tarımda kullanımına dair katı düzenlemeler bulunmaktadır (Xu et al., 2023).

Bu nedenlerden dolayı, lazer teknolojisiyle yabancı ot kontrolü yüksek başarı oranlarına rağmen büyük ölçekte benimsenmemiştir. Ancak, teknolojik



gelişmeler, maliyetlerin düşürülmesi, enerji verimliliğinin artırılması ve kullanıcı eğitim programlarının yaygınlaşması ile bu teknolojinin tarımsal alanlarda daha yaygın hale gelebileceği düşünülmektedir.

### 5. Sonuç

Tarımda lazer teknolojisi, çevre dostu ve hassasiyet gerektiren yabancı ot kontrol yöntemleri arasında öne çıkmaktadır. Lazer sistemleri, yüksek başarı oranları ile kimyasal herbisitlerin çevresel zararlarını azaltırken; aynı zamanda, enerji tüketimi ve iş gücü maliyetlerini de minimize etme potansiyeline sahiptir. Tablo verileri, lazer türlerinin her birinin farklı tarımsal ihtiyaçlara göre özelleştirilebileceğini ve bu teknoloji ile yüksek düzeyde yabancı ot kontrol başarısına ulaşabileceğini ortaya koymaktadır.

Ancak, yüksek maliyet, enerji gereksinimi, güvenlik önlemleri ve yasal düzenlemeler gibi faktörler lazer teknolojisinin yaygınlaşmasını sınırlamaktadır. Bu faktörlerin üstesinden gelinmesi için, lazer sistemlerinin daha ekonomik hale getirilmesi, güvenlik standartlarının belirlenmesi ve tarımsal uygulamalara yönelik özel regülasyonların geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, lazer teknolojisinin kullanımına dair farkındalık artırılarak eğitim programlarının yaygınlaştırılması, bu yenilikçi yöntemin daha geniş tarımsal uygulamalarda benimsenmesini destekleyecektir. Gelecekte lazer teknolojisinin daha düşük maliyetli ve enerji verimli hale getirilmesi, bu yöntemin tarımsal sürdürülebilirliğe katkı sağlama potansiyelini artıracaktır.

## Kaynaklar

1. Upadhyay, A., Zhang, Y., Koparan, C., & Rai, N. (2024). Advances in ground robotic technologies for site-specific weed management in precision agriculture: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*.
2. Fennimore, S. A., & Cutulle, M. (2019). Robotic weeders can improve weed control options for specialty crops. *Pest Management Science*.
3. Bauer, M. V., & Marx, C. (2020). Thermal weed control technologies for conservation agriculture—A review. *Weed Research*, 60(1), 25-39.
4. Bayat, A., Bolat, A., İtmeç, M. (2017). Termal yöntemlerle tarımda ve şehir yaşam alanlarında yabancı ot kontrolünün teknik yönden değerlendirilmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 6(ICAFOF 2017 Özel Sayı) 192-197 2017*.
5. Rakhmatulin, I., & Andreasen, C. (2020). A concept of a compact and inexpensive device for controlling weeds with laser beams. *Agronomy*, 10(10), 1616.
6. Sims, B., Corsi, S., & Gbehounou, G. (2018). Sustainable weed management for conservation agriculture: Options for smallholder farmers. *Agriculture*, 8(8), 118.
7. Michaliszyn-Gabryś, B., Bronder, J., & Jarosz, W. (2024). Potential of Eco-Weeding with High-Power Laser Adoption from the Farmers' Perspective. *Sustainability*, 16(6), 2590.
8. Raja, R., Nguyen, T. T., & Slaughter, D. C. (2020). Real-time weed-crop classification and localisation technique for robotic weed control in lettuce. *Biosystems Engineering*, 192, 78-90.
9. Xu, K., Shu, L., Xie, Q., Song, M., Zhu, Y., & Cao, W. (2023). Precision weed detection in wheat fields for agriculture 4.0: A survey of enabling technologies, methods, and research challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*.
10. Coleman, G., Betters, C., Squires, C., & Leon-Saval, S. (2021). Low energy laser treatments control annual ryegrass (*Lolium rigidum*). *Frontiers in Agronomy*.
11. Gaetani, R., Lacotte, V., Dufour, V., Clavel, A., & Duport, G. (2021). Sustainable laser-based technology for insect pest control. *Scientific Reports*, 11(1), 1242.
12. Yaseen, M. U., & Long, J. M. (2024). Laser Weeding Technology in Cropping Systems: A Comprehensive Review. *Agronomy*, 14(10), 2253.

# BÖLÜM 2

## TÜRKİYE İÇİN STRATEJİK BİR ÜRÜN OLAN PAMUĞUN; TÜRK EKONOMİSİ İÇİN ÖNEMİ

*Nurettin BARAN<sup>1</sup>*

*Mehtap ANDIRMAN<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Öğr. Gör. Dr. , Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye, [n.baran@alparslan.edu.tr](mailto:n.baran@alparslan.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0003-2212-3274>

<sup>2</sup> Öğr. Gör. Dr., Batman Üniversitesi, Sason Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim/Organik Tarım Programı, Batman/Türkiye, [mehtap.andirman@batman.edu.tr](mailto:mehtap.andirman@batman.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0001-8566-3388>

## 1. GİRİŞ

Pamuk tarımı, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ulusal ekonomilerine büyük katkı sağlamakta ve ekonomik gelişimi açısından da kayda değer önem taşımaktadır. Günümüzde çok değişik amaçlarda kullanılan pamuk, toplumsal yaşam koşullarının oluşmasıyla birlikte insanların hayatlarını refah içinde sürdürmek için ilk olarak giyinme ihtiyaçlarını temininde kullanılmıştır. Bunlara bağlı olarak lif bitkilerinin insan yaşamında yer alması çok eski tarihlere dayanmaktadır. Lif bitkileri içerisinde en fazla ihtiyaç duyulan bitki “**beyaz altın olarak bilinen**” pamuk lifleridir (Çopur, 2018; Baran ve ark., 2022).

Yaşam koşullarının sürekli değişmesiyle birlikte artan ihtiyaçlar tekstil sektörüne olan ilginin yükselmesine neden olmuştur. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de tekstil sektörünün temel hammaddesinin pamuk olması, tekstil sektörüne olan talep her geçen gün önem kazanmaktadır (Baran ve Temiz, 2021).

Pamuk bitkisi, istihdam olanakları yaratan ve katma değeri yüksek ekonomik önemiyle ülkeler arasında vazgeçilmez bir ürün olmaktadır (Majumdar ve ark., 2020).

Doğada uzun ömürlü olmaları nedeniyle yapay elyaf kirliliği ve çevreye verdiği zarar konusunda insanlar arasında bilincinin artmasıyla birlikte, son zamanlarda en büyük doğal elyaf kaynağı olan pamuğa talebin artması, bitkinin pazar payının yeniden yükselmesine neden olmuştur. Bu bitki, dünyada yaygın olarak yetiştirilen ve ticareti yapılan başlıca tarımsal ürünlerden biridir (Küçük ve Veissi, 2019).

Pamuk bitkisi, *Gossypium* cinsine ait ve yaklaşık 50 türden oluşmaktadır. Genel olarak, dünya çapında dört türün yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bunlar *G. arboreum*, *G. herbaceum*, *G. hirsutum* ve *G. Barbadosenses* türleridir. *G. arboreum* ve *G. herbaceum* türleri diploid ( $2n = 26$ ) kromozomlara sahiptir ve genellikle eski dünya pamukları olarak adlandırılırken, *G. hirsutum* ve *G. barbadenses* türleri tetraploid ( $2n = 52$ ) kromozomlara sahip ve yeni dünya pamukları olarak bilinmektedir (Aydemir, 1982; Baran ve ark., 2022). Yayla pamuğu olarak da adlandırılan *Gossypium hirsutum*, dünya pamuk üretiminin %90'dan fazlasını, Türkiye pamuk üretiminin ise %99,5'ini oluşturmaktadır (Yaşar ve Karademir, 2022). Bu tür yüksek verim potansiyeline, orta-uzun vejetasyon süresine ve yaklaşık %35-45 arasında çırçırılama oranına sahiptir (Gürel ve ark., 2000).

Pamuk lifleri açısından çırçır sanayisi, çekirdeği ile yağ ve yem sanayisi, linteri ile de kâğıt sanayisinin hammaddesi durumundadır.

Pamuk genellikle lifi için yetiştirilmesine rağmen, tohumunda elde edilen yağı dünya yağ üretimi açısından soya fasulyesi, kolza tohumu ve ayçiçeğinden sonra dördüncü sırada yer almaktadır. Ayrıca bitkisel protein kaynağı olarak da soyadan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Doğan, 2021).

## 2. Dünyada Pamuk Üretim Miktarı

Uluslararası Pamuk Danışma Kurulu (ICAC) verilerine göre; 2023'de dünya çapında yılda yaklaşık toplam 25 milyon ton pamuk üretilmektedir. Dünyada yaygın olarak yetiştirilen ve ticareti yapılan en önemli tarımsal ürünlerden biridir. Üretilen bu ürün milyonlarca üreticinin temel ihtiyaçlarını karşılamak için kısa sürede nakite paraya dönüşebilen bir üründür. Bu üründen elde edilen gelir, özellikle gelişmekte olan ülkelerin kırsal kesimde yaşayan insanların refah düzeyine büyük katkı sağlamaktadır (Fortucci, 2002).

Dünya genelinde, pamuk ekim alanları tekstil endüstrisinin ihtiyaçlarını karşılamak için önemli bir rol oynamakla birlikte pamuk ticareti küresel ölçekte büyük bir ekonomik faaliyettir. Bu bitki, birçok ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır ancak özellikle belirli bölgeler büyük pamuk ekim alanlarına sahiptir. Pamuk, on sekizinci yüzyıldan bu yana sanayileşme sürecinde etkin bir rol oynamakta olup ve günümüzde de gelişmekte olan ülkeler için önemli bir gelir kaynağının merkezi durumundadır (Anonim, 2015).

Pamuk üreten ilk yedi ülke sırasıyla; Çin, Hindistan, Brezilya, ABD, Pakistan, Avustralya ve Türkiye'dir (Tablo 1). Bunlar, dünya pamuk üretiminin büyük bir bölümünü karşılamaktadır. Ancak, iklim koşulları, su kaynaklarının kullanımı ve tarım uygulamalarındaki değişiklikler gibi faktörler, pamuk üretimini sınırlamaktadır. Ekolojik koşulların pamuk tarımına uygun olmasına rağmen, dünya üretiminin %84'ünü yakını Türkiye'nin de içinde bulunduğu 7 ülke tarafından yapılmış olup, dünya üretimine Türkiye'nin katkısı yaklaşık %3,1'dir (Anonim, 2024).

Ülkeler	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023
Çin	5.800	5.910	5.730	5.980
Hindistan	6.205	5.992	5.289	5.722
Brezilya	3.002	2.356	2.551	3.020
ABD	4.335	3.181	3.815	3.150
Pakistan	1.457	960	1.265	835
Avustralya	115	608	1.277	1.252
<b>Türkiye</b>	<b>814</b>	<b>656</b>	<b>832</b>	<b>886</b>
Özbekistan	531	700	567	590
Arjantin	363	290	331	250
Mali	284	63	310	175
Diğer	3.321	3.245	3.279	2.983
Dünya	<b>26.227</b>	<b>23.961</b>	<b>25.246</b>	<b>24.843</b>

Tablo 1. Dünya Lif Pamuk Üretimi (1000 Ton) (ICAC Cotton)

## 3. Dünyada Pamuk Tüketim Miktarı

Tekstil sanayisinin birçok alanında pamuk lifini kullanmaktadır. Çin, Hindistan, Pakistan, Bangladeş ve Türkiye gibi ülkeler, dünyada pamuk lifinin

tüketim miktarının önemli bir kısmını karşılamaktadır. Tekstil sanayisindeki pamuk lifine olan talep ve tüketim, pamuk üretimine olan etkiyi de belirleyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Bundan dolayı, dünya genelinde pamuk lifinin tüketimi yakından izlenerek elde edilen sonuca göre üretim planı yapılmalıdır. Türkiye ortalama 1,684 milyon tonluk tüketimiyle en fazla lif pamuk tüketen ülkeler arasında beşinci sırada yerini almış olup, dünya tüketiminden aldığı pay ise %6,9'dur (Tablo 2).

Ülkeler	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023
Çin	7.230	8.400	8.315	7.500
Hindistan	4.453	5.698	5.304	5.200
Pakistan	2.344	2.154	2.448	1.900
Bangladeş	1.500	1.635	1.730	1.600
<b>Türkiye</b>	<b>1.474</b>	<b>1.670</b>	<b>1.890</b>	<b>1.700</b>
Vietnam	1.446	1.518	1.459	1.300
Brezilya	570	690	700	696
Özbekistan	724	700	680	600
Endonezya	549	553	565	400
ABD	468	523	555	446
Diğer	2.281	2.169	2.196	2.335
Dünya	23.039	25.710	25.842	23.677

Tablo 2. Dünya Lif Pamuk Tüketimi (1.000 Ton) (ICAC Cotton)

#### 4. Türkiye'de Pamuk Üretimi

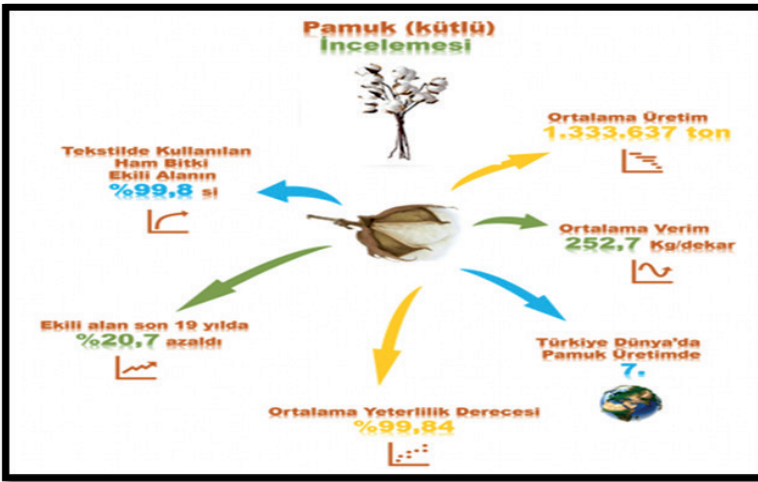
Türkiye, pamuk üretiminde önemli bir yere sahip olup, dünya üretimine ciddi oranda katkı sağlamaktadır. Pamuk, tekstilin yanı sıra gıda sanayinde de önem kazanmaya başlamıştır. Ülkemizin iklim şartları ve su imkanlarından dolayı pamuk yetiştiriciliği için elverişli bir ortam meydana gelirken bunlara ek olarak tarım politikalarıyla da pamuk üretimine pozitif yönde ivme kazanmaktadır. Türkiye'nin pamuk üretimindeki konumu hem iç da hem de dış piyasada katma değeri yüksek bir yere sahiptir.

Pamuk yetiştiriciliği daha çok Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Ege Bölgesi, Akdeniz ve Marmara bölgelerinde tarımı yapılmaktadır. Son yıllarda pamuk tarımı yapılan bölgelerde en fazla ekim alanı 2022 yılında olduğu tespit edilmiştir. Pamuk fiyatındaki dalgalanma, ithalatın kolayca yapılabilmesi ve çiftçilerin alternatif ürünlere kaymasıyla birlikte bazı yıllarda pamuk ekim alanlarında ciddi oranda düşüşler meydana gelmiştir. Bölgeler bazına göre 2023 yılı ekim alanlarında bir önceki yıla göre ciddi düşüşler meydana gelmiş olup, sırasıyla Akdeniz (%26,8), Güneydoğu Anadolu (%16,41), Ege (%9,7) ve Marmara (%9) bölgelerinde olduğu görülmektedir (Tablo 3). Ülkemizde son yıllarda pamuk ekim alanları verilerine göre yaklaşık olarak 20,7 oranında azalma gözlemlenmiştir (Şekil 1).

Yıl	Güneydoğu Anadolu	Ege	Akdeniz	Marmara	Türkiye
2019	2.889.140	884.034	993.183	4.363	4.778.681
2020	1.895.537	1.011.626	679.991	1.946	3.592.200
2021	2.619.897	979.762	722.016	1.112	4.322.790
2022	3.587.358	1.211.686	929.841	1.660	5.731.613
2023	2.998.800	1.093.400	680.658	1.510	4.774.384
<b>ORT.</b>	<b>2.798.146</b>	<b>1.036.101</b>	<b>801.137</b>	<b>2.118</b>	<b>4.639.933</b>
	<b>60.31%</b>	<b>22.33%</b>	<b>17.26%</b>	<b>0.04%</b>	

Tablo 3. Bölgeler İtibariyle Türkiye Pamuk Ekim Alanları (Dekar) (TÜİK)

Ülkemizin kütlü pamuk üretiminde yıllar bazında en fazla Güneydoğu Anadolu bölgesinde üretim yapılmaktadır. 2023 yılında ortalama üretim miktarı %58,38'i Güneydoğu Anadolu Bölgesi, %23,53'ü Ege Bölgesi, %17,05'i Akdeniz Bölgesi ve %0,03'ü Marmara Bölgesinde meydana gelmektedir (Tablo 4).



Şekil 1. Dünya Pamuk Ekim Alanı (Bin Ha) (ICAC Cotton)

Bölgeler	2020	2021	2022	2023	Ortalama	
Güneydoğu Anadolu	888.035	1.324.004	1.674.630	1.293.458	<b>1.295.032</b>	<b>58,38%</b>
Ege	527.244	542.832	613.729	492.581	<b>544.097</b>	<b>24,53%</b>
Akdeniz	356.311	382.648	460.539	313.407	<b>378.226</b>	<b>17,05%</b>
Marmara	851	515	698	548	<b>653</b>	<b>0,03%</b>

Tablo 4. Bölgeler İtibariyle Türkiye Pamuk (Kütlü) Üretimi (Ton) (TÜİK)

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre son 4 yılda en yüksek kütlü pamuk üretimi 2022 yılında 1 milyon 674 bin ton ile Güneydoğu Ana-

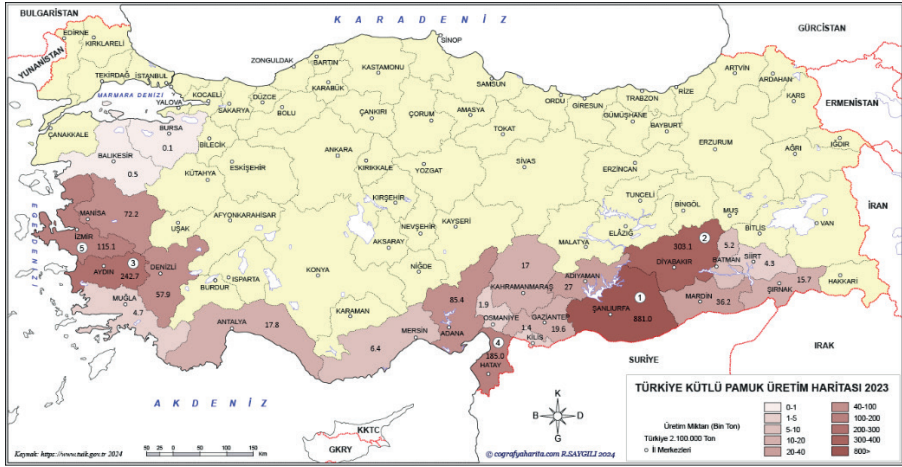
dolu Bölgesinde, en düşük kütlü pamuk üretimi ise 2020 yetiştirme sezonunda 548 ton ile Marmara bölgesinde gerçekleşmiştir.

Bölgeler	2020	2021	2022	2023	Ortalama	%
<b>Güneydoğu Anadolu</b>	328.572	489.880	619.609	478.580	<b>479.160</b>	<b>58,38%</b>
<b>Ege</b>	195.080	200.848	227.081	182.255	<b>201.316</b>	<b>24,53%</b>
<b>Akdeniz</b>	131.838	141.582	170.401	115.960	<b>139.945</b>	<b>17,05%</b>
<b>Marmara</b>	315	190	259	203	<b>242</b>	<b>0,03%</b>

Tablo 5. Bölgeler İtibariyle Türkiye Pamuk (Lifli) Üretimi (Ton) (TÜİK)

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre en yüksek lifli pamuk üretimi tüm bölgelerde kütlü pamuk üretimine paralel olarak 2022 yılında gerçekleşmiştir. Son dört yıllık üretim ortalaması Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, 479.160 bin ton ile en yüksek lif üretimi yapmış olup, en düşük ise 242 ton ile Marmara bölgesinde üretilmiştir (Tablo 5).

2022/23 pamuk üretim sezonunda, Türkiye'de üretilen pamuğun %82,24'ünü karşılayan 5 il sırasıyla; 881.000 ton Şanlıurfa (%41,95), 303.100 ton Diyarbakır (%14,44), 242.700 ton Aydın (%11,56), 185.000 ton Hatay (%8,81) ve 115.100 ton İzmir (%5,48) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Türkiye kütlü pamuk üretim haritası.

Pamuk, aktif Türk tekstil sektöründe önemli bir konumda bulunması, kaliteli ürün oluşması, ülkeye döviz kazandırması ve büyük bir istihdam ortamının yaratması açısından ilgi çekici bir sektördür.

## 5. Türkiye'nin Tüketim, İhracat ve İthalat Durumu

Türkiye, pamuk tüketimi 2023/24 sezonunda, 1 milyon 734 bin ton olarak gerçekleşmiştir.

Son beş yıllık dönemde pamuk lif tüketiminde dalgalı bir seyir izlemesi arz



açıklarına sebep olmuş ve bu durum sonucunda açıklar 2022/23 yıllarında, 946 bin tona ulaşan lif pamuk ithalatını takip eden 2023/24 sezonunda, sınırlı bir artışla 1 milyon 026 bin ton seviyelerine yükselmiştir. Dünya pamuk ithalatının %70'ini karşılayan 5 büyük ithalatçı ülkeler (Çin, Vietnam, Bangladeş, Türkiye ve Pakistan) arasında Türkiye 4. sırada yer almaktadır.

2019/20 sezonunda 98 bin ton olan lif pamuk ihracatının ise sınırlı artışlarla 2022/23-2023/24 sezonlarında 189 bin ton seviyesine ulaşmıştır (Tablo 6).

	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24
<b>İthalat (Bin ton)</b>	1017	1.193	1.240	946	1.026
<b>İhracat (Bin ton)</b>	98	134	128	189	189
<b>Tüketim (Bin ton)</b>	1.474	1.670	1.890	1.700	1.734

Tablo 6. Türkiye Lif Pamuk Durumu

## SONUÇ

Pamuk üretiminde geniş bir bilgiye ve oldukça köklü deneyime sahip olan ülkemiz, uzun bir tarihe sahiptir. İlk olarak Osmanlı döneminde büyük bir öneme sahip olan pamuk, Cumhuriyet'in ilanından sonra tarım ve tekstil sanayisinin temel taşlarından biri olmuştur. Pamuk hem üretim yapılan bölgenin gelişmesinde hem de sağladığı istihdam nedeniyle ülke ekonomisine önemli derecede katkı sağlamaktadır. Buna bağlı olarak, ülkemiz hem iç piyasanın hem de uluslararası pazarın önemli bir tedarikçisi olarak öne çıkmıştır. Türk tarımının vazgeçilmez bir ürünü olan pamuk; lif, çığit, tohum, yağ ve küspe olarak birçok sektöre ham madde sağlamaktadır. Ülkemizde tekstil sanayisinin kuruluşunda ve her geçen gün hızla gelişerek günümüzdeki seviyeye ulaşmasında pamuk üreticilerimizin oldukça rolü büyüktür.

Pamuk, stratejik önemi dolayısıyla üretici ülkeler tarafından tarımsal desteklemelere konu olmaktadır. Bu üreticiler, küresel pazarda rekabetçi olarak kalabilmek için çeşitli teşvik programları ve destek politikaları yürütmektedir. Üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak ve küresel piyasada güçlü bir yere sahip olmak bakımından büyük önem taşımaktadır.

Türkiye, yüksek kaliteli pamuk üretiminde, dünya genelinde rekabetçi bir konuma ulaşmıştır. Özellikle uzun elyaflı ve yüksek lif kalitesine sahip pamuk üretiminde öne çıkmaktadır.

Günümüzde, Türkiye'nin dünya pamuk üretimindeki konumu oldukça önemlidir:

✓ **Pamuk Ekim Alanı:** Pamuk ekim alanı açısından dünyada yedinci sırada yer almaktadır.

✓ **Lif Pamuk Üretimi:** Pamuk lif üretim miktarı açısından dünyada yedinci sıradadır.

✓ **Pamuk Üretim Miktarı:** Pamuk üretim miktarı açısından dünyada altıncı sıradadır.

✓ **Lif Pamuk Tüketimi:** Pamuk tüketimi bakımından dünyada beşinci sırada yer almaktadır.

✓ **Pamuk İthalatı:** Türkiye, dünyada en fazla pamuk ithal eden dördüncü ülke konumundadır.

Türkiye, üretimden tüketime kadar pamuğun her aşamasında güçlü bir rol oynamaktadır. Bu yüzden pamuk üretiminde önemli ülkelerden biride Türkiye'dir.

Pamuk üretiminde yüksek üretim maliyeti, verim ve kalite kayıpları, desteklerle teşvik ve pazarlama yapılması, sürdürülebilirlik ve farkındalığın geliştirilmesiyle birlikte Türkiye'nin dünyada daha etkin konuma geleceği öngörülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Anonim, (2024). Türkiye kütlü pamuk üretim haritası. <http://cografyaharita.com/turkiye-tarim-haritalari3.html> (Accessed: 15.10.2024).
- Anonim, (2024). <https://www.icac.org/Home/ProtectingCotton?MenuId=70>. (Accessed: 08.11.2024).
- Anonim, (2024). Raporu P. T.C. Ticaret Bakanlığı Esnaf, Sanatkârlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2019 Yılı Pamuk Raporu, Nisan 2020. pp. 1-40. Available from: [http://www.upk.org.tr/User\\_Files/editor/file/2019%20Pamuk%20Raporu.pdf](http://www.upk.org.tr/User_Files/editor/file/2019%20Pamuk%20Raporu.pdf).
- Anonymous, (2015). FAO & ICAC measuring sustainability in cotton farming systems towards a guidance framework, ICAC Report: III-V. expert panel on social, environmental and economic performance of cotton production with the FAO plant production and protection division. Rome, Italy; pp. 1-107. Available from: <https://www.fao.org/3/i4170f/i4170f.pdf>.
- Anonymous, (2024). ICAC. International Cotton Advisory Committee. Washington DC, USA: Cotton This Month; 2022 (Accessed: 06.11.2024).
- Anonymous, (2022). UN Comtrade. Database. Available from: <https://comtrade.un.org/Data> [Accessed: March 23, 2023]
- Aydemir, M. (1982). Pamuk ıslahı yetiştirme tekniği ve lif özellikleri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Pamuk İşleri Genel Müdürlüğü, Nazilli Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Yayınları, No: 33, İzmir.
- Baran, N., Andırman, M., Shimira, F., Nyirahabimana, F.ve Temiz, M. G. (2022). The determination of tolerances of some cotton genotypes against wilt disease (*Verticillium dahliae* Kleb.) under the ecological conditions of diyarbakir. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10(12),2358–2367. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i12.2358-2367.5460>.
- Baran, N. ve Temiz, M. G. (2021). Determination of resistance of various cotton genotypes to verticillium wilt (*Verticillium dahliae* Kleb) by augmented experimental design in diyarbakir conditions. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(3), 627–640.).
- Baran, N., Andırman, M., Shimira, F., Nyirahabimana, F. ve Temiz, M. G. (2022). The determination of tolerances of some cotton genotypes against wilt disease (*Verticillium dahliae* Kleb.) under the ecological conditions of diyarbakir. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10(12), 2358–2367.
- Doğan, S. (2021). Farklı pamuk (*Gossypium* Spp.) genotiplerinin tohum özellikleri, yağ oranı ve *gossypol* içerikleri yönünden değerlendirilmesi. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi; 2021. pp. 1-62.
- Fortucci, P. (2002). The contributions of cotton to economy and food security in developing countries. FAO; Jul 2002. pp. 1-10. Available from: <https://staging.icac>.

org/Meetings/cgtn\_conf/documents/11fortucci.pdf.

- Gürel, A., Akdemir, H., Emiroğlu, Ő. H., Kadioğlu, H. ve Karadayı, H. B. (2000). Türkiye lif bitkileri (pamuk tarımı ve teknolojisine genel bakış ve diğer lif bitkileri). In:Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Ankara, Türkiye: Teknik Kongresi; 2000.pp. 525-566)
- Küçük, N. ve Veissi, S. (2019). Pamuk üretiminin stratejik önemi üzerine genel bir değerlendirme. TURAN Stratejik Araştırmalar Merkezi.2019;11(44):391-398).
- Majumdar, G., Singh, S. B. ve Shukla, S. K. (2019). Seed production, harvesting, and ginning of cotton. In K. Jabran (Ed.), Cotton production (pp. 145-174). Wiley Online Library.
- Çopur, O. (2018). GAP projesinin Türkiye pamuk üretimine etkisi: son on yıldaki değişimler. ADYÜTAYAM Cilt 6, Sayı 1; 11-18.
- Yaşar, S. ve Karademir, E. (2022). Güneydoğu Anadolu bölgesi pamuklarının lif kalite özelliklerindeki değişim sınırlarının belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(2), 152-163. <https://doi.org/10.19159/tutad.1066386>

# BÖLÜM 3

## FARKLI KETEN (*Linum usitatissimum* L.) ÇEŞİTLERİNE AİT TOHUMLARIN BAZI AGROTEKNİK ÖZELLİKLERİ

*Zeynep DUMANOĞLU*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Doçent Dr., Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakülte, Biyosistem Mühendisliği Bölüm,  
Bingöl, TÜRKİYE, zdumanoglu@bingol.edu.tr, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7889-9015>, Sorumlu yazar: zdumanoglu@bingol.edu.tr

## 1. Giriş

Linaceae familyasının *Linum* cinsinden olan keten, endüstri bitkileri içerisinde önemli bir yere sahiptir. Yapılan araştırmalara göre; keten, 9 cins, 150 türü bulunan dikotilodon bir yapıdadır (Endes, 2010; Sadou, 2016; Dumanoğlu, 2020). Türkiye’de bulunan 12 adet keten türün %32.4’ünün endemik bitkiler içerisinde yer aldığı belirlenmiştir (Davis, 1982; Seçmen ve ark., 1992) (Şekil 1).



Şekil 1. Keten bitkisi

MÖ 3500-4000’li yıllar arasında Mezopotamya’da keten bitkisinin yetiştirildiği ön görülmektedir. Ancak tam olarak bitkinin geldiği orjin tam olarak bilinmemekle birlikte ilk olarak İsviçre’de kültüre alındığı belirlenmiştir (Özüstün, 2001). Cloutier (2016) yapmış olduğu çalışmada, kültüre alınan keten bitkisinin genetik açıdan incelenmiştir (Şekil 2) (a) Çiçeklerinin renkleri (beyaz, pembe, mavi ve tonları gibi) farklı olabilmektedir. Taç yaprakları üst üste binebilir, kenarları ve katlanmaları genetik çeşitliliği göstermektedir; b) Farklı olgunluğa göre kozaların ve kapsüllerin açılmasını göstermektedir; c) keten tohumlarının kabuk renkleri parlak sarıdan, yeşile, kahverengi tonlarına hatta alacalı bile olabilmektedir).

Batı Asya, Doğu Akdeniz, Orta Doğu ve Hint bölgeleri başta olmak üzere günümüzde ise, 30’dan fazla ülkede üretimi yapılmaktadır (Santana Lopes et al., 2018; Sarfraz and Ahmad, 2023). Mısırlıların mumyalarının sarılmasından Romalıların sal yapımında kullanımına kadar farklı alanlarda keten bitkisinin değerlendirildiğine dair kanıtlara rastlanmıştır (Durrant, 1976; McHughen, 1992; Hacıkamiloğlu, 2016). Bunların yanında, yağlık ve lif ihtiyacına göre yetiştirilen keten bitkisi “en faydalı iplik” anlamında kullanılmaktadır (Blumenthal ve ark., 2000). Türkiye’de bölgelere bağlı olarak “bezir, bızıktan, cimit, güdün, sağlek, zeylek” gibi farklı adlarla da bilinmektedir (Baytop, 1994; Fujita ve ark., 1995; Sezik ve ark., 2001; Ezer, 2004).



Şekil 2. Keten bitkisine ait bazı çiçek, koza-kapsül ve tohum görünümleri

TÜİK'in (2024) yağlık bitkilerin tohumlarına ilişkin yayınlamış olduğu istatistiklere göre, tohumluk keten bitkisinin 2022 yılında 96 da ekilen alanı, 2023 yılında 245 da'ya çıkmıştır. Bu durum keten tohum üretimine de yansımış 2022 yılında 8 t olarak belirlenen üretim, 2023 yılında 32 t'a yükselmiştir. De-kara alınan verimde 2022 yılında 84 kg iken 2023 yılında 131 kg'a artmıştır.

Keten tohumu zengin bir içeriğe sahip olduğundan dolayı hem insan beslenmesinde hem de hayvan beslenmesinde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca kozmetik ve tıp alanlarında da yine hammadde olarak kullanılmaktadır. Tekstil sektörünün ilgilisi yıllar itibariyle değişkenlik gösterse de keten bitkisinden elde edilen liflerle üretilen ürünlerin kültürel turizme yapmış olduğu katkılar göz ardı edilemeyecek kadar fazladır. Ayrıca bitkinin güçlü ve kazık kök yapısından dolayı toprağın derinlerine inebilme yeteneğine sahip olduğundan erozyona bağlı olarak yaşanabilecek toprak kayıplarının da önüne

geçilmesinde fayda sağlamakta ve peyzaj düzenlemelerinde de değerlendirilmektedir (Dumanoğlu, 2020).

Bu çalışmada, üç farklı çeşide ait keten tohumlarının bazı agroteknik özellikleri belirlenmiştir. Tohumlara ait agroteknik bilgiler, tarımsal üretimin en az kayıpla yapılarak hedeflenen rekoltede ürünün elde edilmesine yönelik olarak belirlenmektedir. Bunların yanında ürünlerin işlenmesi, paketlenmesi, depolama-taşıma işlemleri gibi basamaklarda da yine bu parametrelerden faydalanılmaktadır. Ayrıca yetiştirme ortamından, biyotik ya da abiyotik şartlara bağlı olarak tohumların özelliklerinde farklılıklar oluşmaktadır. Bunları belirlemek gerekli tasarım ve üretimler gerçekleştirilerek veya mevcut tasarımlardan faydalanılarak tohumun ihtiyaçları göz önüne alınarak tarımsal mekanizasyon aracılığı ile tohumların ekimleri yapılabilir.

## 2. Materyal ve Metod

Bu çalışma, 2024 yılında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliğine ait laboratuvarlarda tamamlanmıştır. Bitkisel materyal olarak Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilen Beyaz gelin, Karakız ve Sarı dane adlı keten çeşitlerine ait tohumların bazı agroteknik özellikleri incelenmiştir. Her çeşitten rastgele olacak şekilde alınan 100'er adet tohum, kendisine ait yazılımı olan stereo mikroskop aracılığı (Nikon SMZ 745T) ile uzunluk (mm), genişlik (mm), yüzey alan ( $\text{mm}^2$ ) değerleri ölçülmüştür. Buradan elde edilen değerler kullanılarak, ortalama aritmetik çap (mm)  $((L+W)/2)$ , ortalama geometrik çap (mm)  $((LXD^2)^{1/3})$  ve küresellik (Do/L) verileri MS Excel ortamında hesaplanmıştır (Mohsenin, 1970; Alayunt, 2000; Kara, 2012)) (L: Tohuma ait uzunluk değeri (mm) W:Tohuma ait genişlik değeri (mm), D:Ortalama aritmetik çap (mm); D0: Ortalama geometrik çap (mm)). Ayrıca her bir çeşide ait tohumlar yine rastgele olacak şekilde seçilerek bin tane (g) ağırlıkları hassas terazi aracılığı ile belirlenmiştir (Dumanoğlu ve Geren, 2020).

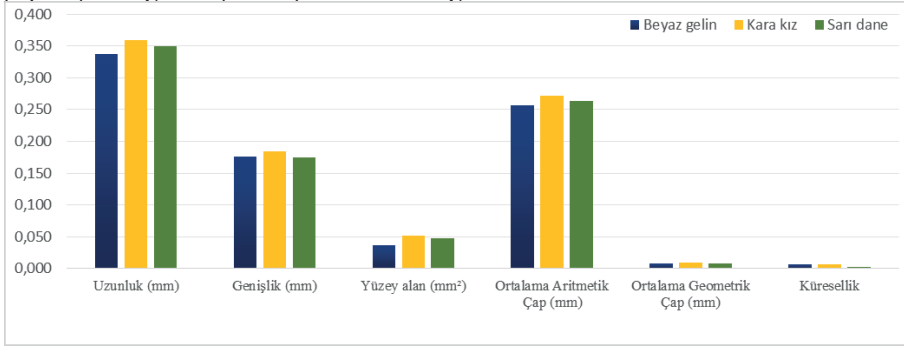
Çizelge 1. Tohumların geometrik ve şekil özelliklerine göre sınıflandırılması (Yağcıoğlu, 2015)

Geometrik özelliklerine göre tohumlar	Tane genişliği/Tane uzunluğu (b/a) (mm)
Uzun	<0.6
Orta	0.6 – 0.7
Kısa	> 0.7
Şekil özelliklerine göre tohumlar	Uzunluk (a), Genişlik (b), Kalınlık (c) (mm)
Yuvarlak	$a \approx b \approx c$
Oval	$a/3 < b \approx c$
Uzun	$c < b < a/3$



### 3. Bulgular

Stereo mikroskop aracılığı ile yapılan inceleme sonucunda, keten tohumlarının genel olarak geometrik ve şekil özellikleri bakımından, uzun ve oval bir tohum yapısına sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Bu özellikler Dumanoğlu'nun (2020) Ege Üniversitesi Tarla Bitkileri tarafından yetiştirilen bölgeye özgü yağlık keten tohumları ile yapmış olduğu çalışma ile Çoşkuner ve Karababa (2007)'nin yapmış olduğu araştırmayla ve Singh ve ark. (2011) yapmış olduğu araştırmayla benzerlik göstermektedir.



Şekil 3. Farklı keten çeşitlerine ait tohumların bazı agroteknik özellikleri

Elde edilen verilere göre, Beyaz gelin çeşidinin ortalama 0,338 mm uzunluk, 0,176 mm genişlik, 0,036 mm<sup>2</sup> yüzey alan, 0,257 aritmetik çap, 0,008 mm geometrik çap ile 0,007 küresellik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Karakız çeşidinin ise, ortalama 0,359 mm uzunluk, 0,184 mm genişlik, 0,052 mm<sup>2</sup> yüzey alan, 0,272 aritmetik çap, 0,009 geometrik çap ile 0,006 küresellik değerine sahip olduğu saptanmıştır. Sarı dane çeşidininse, ortalama 0,350 mm uzunluk, 0,175 mm genişlik, 0,045 yüzey alan, 0,264 mm aritmetik çap, 0,008 mm geometrik çap ile 0,005 küresellik değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Bunların yanında, Beyaz gelin çeşidinin 5,80 g, Karakız çeşidinin 5,60 g ve Sarı dane çeşidinin 6,64 g bin tane ağırlığına sahip olduğu tartılmıştır.



(a) Beyaz gelin, (b) Karakız, (c) Sarı dane  
Şekil 4. Keten tohumları (a) Beyaz gelin, (b) Karakız, (c) Sarı dane )

İncelenen farklı çeşitlere ait keten tohumlarının genel olarak, ortalama 0,349 mm uzunluk, 0,178 mm genişlik, 0,045 mm<sup>2</sup> yüzey alan, 0,264 mm arit-

metik çap, 0,008 mm geometrik çap ile 0,005 kuresellik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Hassas terazi de yapılan ölçüm sonucunda keten tohumlarının ortalama 6,013 g bin tane ağrılığına sahip olduğu saptanmıştır. Bunların yanında, Beyaz gelin açık kahverengi, Karakız kahverengi ve Sarı dane çeşidinin kabuk renklerinin parlak açık sarı renkte olduğu gözlenmiştir (şekil 4).

#### **4. Sonuç**

Bu çalışmada, üç farklı keten tohumu (Beyaz gelin, Karakız ve Sarı dane) eşidine ait tohumların bazı agroteknik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen parametreler, başta ışlah çalışmaları yürüten araştırmacılar olmak üzere, keten bitkisini üretin, işleyen ve tketickiye ulaştırmasında görev alan pek çok sektörün kullanımına uygun bir şekilde sunulmuştur. Çalışma ile keten tohumlarına yönelik olarak elde edilen verilerin, yapılacak olan araştırmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

## Kaynaklar

- Alayunt, F.N., (2000). Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümü Ders Kitabı, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 541, Bornova-İzmir.
- Baytop, T. (1994). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Türk Tarih Kurumu Basım Evi. No: 578.
- Blumenthal, M., Goldberg, A. and Brinckman, J. (2000). Herbal Medicine: Expanded Commissions E Monographs. Integrative Medicine Communications. p:134-138.
- Cloutier, S. (2016). Linseed: Overview. Encyclopedia of Food Grains (Second Edition) VOLUME 1, 2016, Pages 259-264.
- Coşkun, Y. ve Karababa, F. (2007). Some Physical Properties of Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). Journal of food engineering. 78: 1067-1073.
- Davis, PH. (1982). Flora of Turkey and The East Aegean Islands 7, Edinburg University Press.
- Dumanoğlu, Z. (2020). Keten Tohumlarının Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Bütünlüyci ve Anadolu Tıbbi Dergisi. 2(1):3-9.
- Dumanoğlu, Z. ve Geren, H. (2020). An Investigation on Determination of Seed Characteristics of Some Gluten-Free Crops (*Amarantus mantegazzianus*, *Chenopodium quinoa* Willd., *Eragrostis tef* [Zucc] Trotter, *Salvia hispanica* L.), Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (TURJAF), 8(8):1650-1655.
- Durrant, A. (1976). Flax and Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Evolution of Crop Plants. Longman Group Ltd.
- Endes, Z. (2010). Konya Şartlarında Bazı Yağlık Keten (*Linum usitatissimum* L.) Çeşit ve Popülasyonlarında Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Kalite Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Ezer, N. ve Avcı, K. (2004). Çerkeş (Çankırı) Yöresinde Kullanılan Halk İlaçları, Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi. 24(2): 67-80.
- Fujita, T., Sezik, E., Tabata, M., Yeşilada, E., Honda, G., Takeda, Y., Tanaka, T. And Takashi, Y. (1995). Traditional Medicine in Turkey. VII. Folk Medicine in Middle and West Black Sea Regions, Economic Botany. 49(4), p:406-422.
- Hacıkamiloğlu, MS. (2016). Yemeklik Yağ Kalitesi Yüksek Keten (*Linum usitatissimum* L.) Gen Havuzu Oluşturma Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Kara, M., (2012). Biyolojik Ürünlerin Fiziksel Özellikleri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 242, Erzurum.

- McHughen, A. (1992). Revitalisation of An Ancient Crops Exciting New Developments in Flax Breeding. 62:1031-1035.
- Mohsenin, N.N., (1970). Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Özüstün, M. (2001). Çukurova Koşullarına Uygun Keten (*Linum usitatissimum* L.) Çeşitleri ve Ekim Zamanlarının Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Sadou, O. (2016). Agrobacterium tumefaciens Aracılığıyla Herbisitlere Toleranslı Keten (*Linum usitatissimum* L.) Genotiplerinin Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Temel Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Safraz, H. and Amad, I.Z. (2023). A systematic review on the pharmacological potential of *Linum usitatissimum* L.: a significant nutraceutical plant. Journal of Herbal Medicine 42 (2023) 100755.
- Santana Lopes, A., Pacheco, T.G., Santos, K. G., Nascimento Vieira, L., Guerra, M.P., Nodari, R.O., Souza, E.M., Pedrosa, F.O. and Rogalski, M. (2018). The *Linum usitatissimum* L. plastome reveals atypical structural evolution, new editing sites, and the phylogenetic position of Linaceae within Malpighiales. Plant Cell Rep (2018) 37:307–328.
- Singh, K.K., Mridula, D., Rehal, J. and Barnwal, P., (2011). Flaxseed: a potential source of food, feed and fiber. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 51, 210–222
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Leblebici, U.E., Görk, G. ve Bekat, L. (1992). Tohumlu Bitkiler Sistematiği, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:116: 252-253.
- Sezik, E., Yeşilada, E., Honda, G., Takaishi, Y. and Tanaka T. (2001). Traditional Medicine in Turkey. X. Folk medicine in Central Anatolia, Journal of Ethnopharmacol, 75: 95-115.
- TÜİK (2024). Yağlı Tohumlar. (<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>) (Erişim tarihi:12.11.2024).
- Yağcıoğlu, A., (2015). Ürün İşleme. Ege Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayın No: 517, Genişletilmiş 2. Baskı, Bornova-İzmir.

# BÖLÜM 4

## KURU ÇİÇEKÇİLİK, ARANJMANLARDA KULLANILAN BİTKİSEL MATERYALLER VE ARANJMAN İLKELERİ

*Özlem Akat Saraçoğlu<sup>1</sup>,  
Handan Çakar<sup>2</sup>*

1 Dr. Öğr. Üyesi, Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvan-  
sal Üretim Bölümü, ozlem.akat@ege.edu.tr ORCID No: 0000-0003-1680-783X

2 Doç. Dr., Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri  
Bölümü, handan.cakar@ege.edu.tr ORCID No: 0000-0001-7209-5545

## 1. Giriş

Çiçekler, çok çeşitli renk tonları ve formlarıyla insanoğlunun hayat görüşünün simgesi olarak kabul edilen doğanın eşsiz güzelliğine sahip bitki organlarıdır. Genellikle özel günlerde duyguların ifade edilmesi noktasında değerlendirilen kesme çiçekler; bitkilerin çiçekleri veya goncalarının sürgünleriyle birlikte kesilerek taze veya işlenmiş bir durumda (kurutma, boyama, ağartma vb.) buket, vazo, kutu, sepet, ayaklı sepet ve çelenk gibi değişik biçimlerde tüketiciye sunulmak üzere kullanılan materyallerdendir (Akat ve ark., 2017). Birçok çiçek türü; kesme çiçek olarak kullanılabilirle beraber peyzaj düzenlemelerinde süs bitkisi olarak veya işlenmiş halleriyle kuru çiçek olarak da değerlendirilebilmektedir (Akat ve Özzambak, 2014; Akat Saraçoğlu ve ark., 2017).

Doğadan toplanan farklı renk ve görünüşe sahip çiçeklerin taze ya da kuru formları değişik şekillerde düzenlenerek bir tasarım ögesi olarak tüketicinin beğenisine sunulmaktadır. Son derece keyifli, özgün ve tüketicilerin beğeniyle tatmin olunan çiçek tasarımcılığı; yaratıcılığın ortaya konularak geliştirilebileceği emek yoğun, ancak bir o kadar rahatlatıcı bir çalışma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Kesme çiçek tasarımlarında birçok bitki türü kullanılabilmesine rağmen, eğilim daha kolay temin edilebilen ve yıl içindeki trendi yakalayan kesme çiçek türlerine öncelik verilmesi şeklinde gerçekleşmektedir (Akat ve ark., 2024). Benzer şekilde kuru çiçek aranjmanları hazırlanırken de pek çok alternatif tür bulunmakla birlikte o yıl içinde trend olan ve temin güçlüğü yaşatmayacak bitki türlerinin kullanımı konusunda eğilim daha fazla olmaktadır. Hiç şüphe yok ki uzun yıllarca denenmiş, doğrulanmış klasiklere güvenmek ve bunları tasarımlarda kullanmak, aranjman işini pratikleştirmekte fayda sağlamaktadır. Ancak çiçek tasarımlarının alışılmıştan farklı oluşturulması adına; alternatif katabilecek estetik dokuya sahip, aranjmanın odak noktasını değiştirebilecek özellikteki çiçekler, yapraklar, tohumlar, meyve ya da tüysü yapıdaki bitki materyalleri kullanarak birbirinden farklı kuru çiçek aranjmanları oluşturabilmek de mümkündür (Anonim, 2024a).

Taze kesme çiçekler hayatımızda oldukça büyük öneme sahiptirler. Daha çok duyguları ifade etmekte özellikle de kutlama sembolü olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Bu özelliklerinin yanında oluşturdukları koku etkisi ile insana özgü özel anların güçlü anılarını canlandırmaya yardımcı olmaktadır (Akat, 2021). Ancak çiçek seçimlerinde yaşanan zaman ve mevsim kısıtının beraberinde yüksek dış hava sıcaklıklarının olumsuz etkileriyle taze çiçek aranjmanlarının vazo ömrünün kısa olması insanları farklı alternatifleri değerlendirmeye yönlendirmiştir (Shailza ve ark., 2018). Kesme çiçeklerin türlerine bağlı olarak değişmekle birlikte, hasat sırasında ya da hasat sonrasında farklı biyokimyasal değişiklikler yaşaması ve mikrobiyal aktiviteleri nedeniyle tazelik ve estetik görünüşleri hızlı bir biçimde kaybolduğu için canlı görünümlerini uzun süre muhafaza edememektedirler. Bazı kesme çiçek türleri ise

sahip oldukları çiçek yapıları nedeniyle daha uzun süre estetik görünümünü muhafaza edilebildiğinden kuru çiçek olarak değerlendirilmeye yatkınlık göstermektedir (Akat ve Akat Saraçoğlu, 2017; Akat ve ark., 2020; Kılıç ve ark., 2020). Bu alanda yapılan araştırmalar; hasat sonrası teknolojilerinin en iyi yöntemleri ile çeşitli kimyasal katkı maddelerinin kullanılması halinde bile taze çiçeklerin vazo ömürlerinin en fazla %40 düzeyinde ya da yalnızca birkaç gün daha uzatılabileceğini ortaya konmuştur (Datta 1999; Ranjan ve Misra, 2002; Zeybekoğlu, 2000). Bu problemin üstesinden gelmek adına taze çiçekler ve bitkiye ait diğer kısımların, türe uygun birtakım tekniklerle kurutma işlemine tabi tutularak estetik görünüşlerini ve yapısal formlarını korumaları mümkün olabilmektedir. Taze çiçeklerin insan hayatında önemli bir yeri ve değeri olmasına rağmen, kuru çiçek sanatı da tarih boyunca sürekli bir yer edinmeyi başarmıştır. Kurutma işlemi, çiçekçilik sektörü açısından hem ekonomik ve hem de estetik öneme sahip bir tekniktir (Mir, 2020). İnsanlık tarihinin başlangıcından beri doğada bulunan bitkiler, değişik amaçlarla taze ya da kuru formlarıyla yaşam döngüsünde kendilerine bir yer bulmuşlardır. Her bitki türünün çiçeğinin, yaprağının, dalının, tohumunun ya da meyvesinin kurutulabileceği düşünülse de formu bozulmadan kalabilecek uzun ömürlü çiçekler olarak daha iyi performans gösteren belli başlı bitkiler bulunmaktadır. Kuru çiçekçilikte, fiziksel koşullara dayanımı fazla olan bu bitkisel materyallerle farklı kurutma teknikleri kullanılarak çeşitli aranjman varyasyonları elde etmek mümkün olmaktadır.

Bu bölümde, kuru çiçekçiliğin günümüze kadar gelişimi, aranjmanlarda kullanılabilecek türlerin tanıtılması, hazırlanan aranjmanın muhafazasına yönelik temel bilgilerin verilmesi yanında farklı kültürlerde kuru çiçek aranjmanlarının sembolik önemine genel bir bakış sunulmaktadır.

## 2. Kuru Çiçekçiliğin Farklı Kültürlerdeki Tarihsel Gelişimi

Tıp, moda ve dekorasyon alanlarında kullanılmak üzere çiçeklerin kurutulması işlemi, binlerce yıl öncesine dayanan bir uygulamadır. Medeniyetin başlangıcından itibaren insanlığıyla ilişkilendirilen ve günümüz dünyasında modern yaşamının ayrılmaz bir parçası haline gelen çiçekçilik tarihi antik çağlara kadar dayanmaktadır. Buna yönelik kayıtlar, dünya üzerinde uzun yıllardır yapılan kazı çalışmalarıyla da ortaya konmuştur. Kanıtlara göre, birçok medeniyette çiçekler ile onların gizli sembolizmini kullanmışlardır (Anonim, 2024a). Arkeologlar tarafından yapılan kazı çalışmalarında; Roma mezarlarında tarihi iki bin yıldan daha eskiye dayanan korunmuş çiçekler bulunmuştur. Kuru çiçekçiliğin antik kökenlerinin Eski Mısırlılar dönemine dayandığı bildirilmektedir (Mir ve ark., 2019). Kayıtlar, Eski Mısırlılar döneminde, insanların kuru çiçekleri kullanarak anlamlı çiçek aranjmanları haline dönüştürdükleri bir sanatın varlığından söz etmektedir. Öyle ki, o dönemlerde gerçekleştirilen dini ritüellerin, cenaze törenlerinin ve anlamlı günlerin ayrılmaz parçası olarak kuru çiçeklerin farklı şekillerde bir araya getirilerek kullanıldığı ifade

edilmektedir (Anonim, 2024b; Anonim, 2024c). Dünyanın farklı ülkelerinde yapılan kazı çalışmalarına yönelik bazı kayıtlar; Eski Mısırlıların mezarlarının içine yerleştirilen çelenk formu yapılar, süs amaçlı kullanılan objeler ve çeşitli düzenlemelerde kuru çiçekleri kullandıkları yönünde yazıtların varlığı bildirilmiştir. Bunun dışında, dekorasyonun yanı sıra, parfüm, tütsü, yağ ve hatta kozmetik pigmentlerde kullanılmaya üzere çiçekleri kuruttukları kayıtlarda ifade edilmiştir. Eski Yunanlılar ve Romalıların da özellikle taze çiçeklerden oluşturulan çelenkler ve çelenk şeklindeki kuru çiçekleri günlük yaşamlarında fazlaca kullandıkları tespit edilmiştir. Her iki medeniyetin kültüründe de önemli başarılarla imza atan savaşçıların, sporcuların, yazarların, şairlerin, sanatçıların ve politikacıların onurlandırılması amacıyla düzenlenen taç giyme törenlerinde; taç ya da kolye şeklinde taze ve kuru çiçeklerden hazırlanmış aksesuarlar kullanılmıştır (Anonim, 2024d; Bayçin Korkut, 1998). Ayrıca, evlerin kapılarını, sivil yapıların ve anıtların süslenmesinde çelenklerden faydalanılmışlardır. Kuru çiçeklerle hazırlanan çelenkler aynı zamanda cenaze ve düğün gibi önemli günlerin de bir parçası olarak değerlendirilmiştir. Kuru çiçekler, Orta Çağ'da Avrupa'da da popüler olmuştur. O dönemde insanlar arasında kuru çiçek ve bitkilerin tıbbi yönden iyileştirici özelliklere sahip olduğu inancı yaygındı. Bu teorilerin ardındaki bilim çok sağlam temellere dayanmasa da bazı şifalı bitkilerin o dönemde tıp alanında etkili olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda bu dönemde kiliselerde oluşturulan bahçeler; çiçek yetiştiriciliğinin gerçekleştirildiği popüler mekanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu dönemde, çiçek yetiştiriciliği ve kurutulması işiyle ilgilenen uzmanların, toplumun geri kalanına verilmek üzere çay, merhem, şerbet ve diğer şifalı karışımlarda kullanılmaya üzere bitki ve çiçekleri toplayarak uygun şartlarda kuruttukları ifade edilmiştir. Yine bu dönemde çiçekler daha çok tıbbi amaçlarla yoğun olarak kullanılmıştır. Örneğin lavantanın, çeşitli ağrı türlerini azaltan şifalı bir bitki olarak düşünülmesi nedeniyle özellikle kilise bahçelerinde yaygınca yetiştirildiği bilinmektedir. İnsanlar bunları aynı zamanda tıbbi alandaki kullanımına alternatif olarak dekoratif olarak da kullanmışlardır. Kayıtlara göre kuru çiçeklerin kullanımının 16. yüzyıla kadar Batı'ya ulaşmadığı ifade edilmektedir. Çiçekler, sembolizm ve 'çiçeklerin dili' kavramları Viktorya dönemine kadar tam bir gelişme göstermezken, bu dönemden sonra çiçeklerin günlük yaşamda kullanılması konusuna ilgi duyulmaya başlanmıştır. Hatta Elizabeth döneminde çiçeklerin kıyafetler üzerindeki kullanımına yönelik uygulamaların varlığı bilinmektedir (Anonim 2024b).

16. yüzyılda Japonya'da çiçek kurutmak, hassas ve saygı duyulan bir sanat haline gelmiştir. Bitkileri kurutma ve presleme sanatı olan Oshibana; kuru çiçeklerin dikkatlice seçilmesini, preslenmesini ve washi adı verilen bir kâğıt ile düzenlenmesini içermektedir. Oshibana; Japon kültürünün doğadaki çiçeklere ve bitkilere duyduğu saygıyı yansıtan, doğadan ilham alan tasarımları içeren bir sanat olarak karşımıza çıkmıştır. 18. yüzyılda sanat eseri ticaretinde bir



artış görülmeye başlanmış ve bu gelenek Avrupa'ya getirilmiştir. Avrupalının kuru çiçeklerle yapılan tasarımlarla tanışmasının bu dönemlere rastladığı bildirilmektedir (Anonim 2024c).

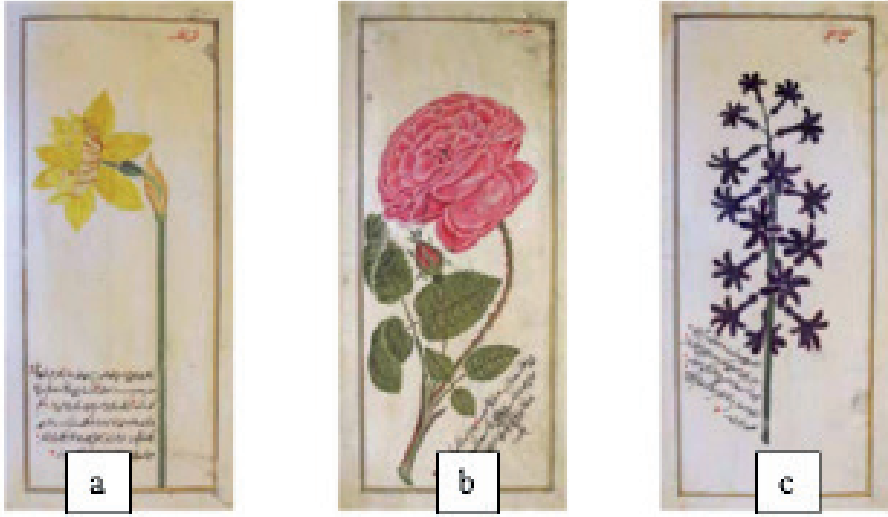
Asya ve Avrupa arasındaki ticaret arttıkça Oshibana adı verilen Japon sanatı İngiliz kültürüne girmiştir. Bu durum, Viktorya dönemi İngiltere'sinde kuru çiçeklere yönelik oldukça fazla dikkati çeken ilgiyi gündeme getirerek, çiçek kurutmanın popüler bir hobi haline gelmesine neden olmuştur (Şekil 1). Bu dönemde, kadınlar kuru çiçekleri çelenk yapmak, fotoğraf tasarlamak ya da yelpaze, takı, eldiven gibi çeşitli aksesuarları süslemek için kullanmışlardır. Kuru çiçekler modanın vazgeçilmez haline geldikçe, sanat etrafında bütün bir dil ve sembololoji kültürü gelişmiştir. Bilindiği gibi; çiçeklerin sevgi, özür, tebrik gibi çeşitli duygu ve mesajları iletmek için kullanılması bugün hala yaygınca tercih gören bir alışkanlık edilen bir uygulamadır. Çiçek kurutmanın tarihi boyunca; kuru çiçeklerin kullanım şekli ve amacı değişimler gösterse de günümüz kuru çiçek aranjmanlarında antik uygulamaların ve sembolizmin izleri hala görülebilmektedir (Anonim, 2024b; Anonim 2024d).



**Şekil 1.** Kraliçe Victoria'nın elmas jübile hatırası (1897) (Kaynak: URL 1)

Çiçek sevgisi ve çiçek yetiştiriciliği Türk kültüründe de çok önemli yer tutmuştur. Özellikle İstanbul'un fethinden sonra çiçeklere olan ilginin daha fazla derinleştiği bilinmektedir. Türk kültüründe lalenin Türk boyları tarafından Türkistan'dan getirildiğine yönelik bildirimler bulunmaktadır. Anadolu'nun pek çok yerinde, Kafkaslar'da Heyhat Sahası'nda, İran'da lalenin doğal olarak yetiştiği ve halk tarafından yetiştirilmesine yönelik uygulamaların gerçekleştirildiği bilinmektedir. XVII. yüzyılda içinde pek çok ünlü çiçek yetiştiricisinin yaşadığı bilinmektedir. Bu dönemde özellikle çiçek yetiştiriciliği ve çiçek kurutmaya olan ilginin daha da arttığı görülmüştür. Osmanlı döneminde yayımlanan Netâyicü'l-ezhâr, Ferahengîz, Mîzânü'l-ezhâr, Takvimü'l-kibâr isimli kitaplarda, çiçek yetiştiriciliğine yönelik bilgilerin verildiği görülmüştür. Ayrıca, Osmanlı dönemi çiçek yetiştiriciliği, çeşitli çiçek türlerinin tanıtıldığı,

kuru çiçekçilik alanı ve çiçek sanatına yönelik ilginin anlatıldığı “Şükûfenâme” adı verilen kitaplar ve yazmalarda kapsamlı içeriklerin bulunduğu ifade edilmektedir (Kahraman, 2015). Bu kitaplarda, katmer binlik, sadberg ve şeyh sünbülü (Şekil 2), günümüzde nergis, gül ve sümbül isimleriyle bilinen çiçeklerinin yanı sıra karanfil, şakayık, siklamen gibi çiçekler tasvir edilmiştir (Nemlioğlu, 2015).



Şekil 2. a. Katmer binlik, b. Sadberg c. Şeyh sünbülü (Kaynak: Nemlioğlu, 2015; Kahraman, 2015)

Modern çağda ise botanikçiler tarafından hazırlanan herbaryum şeklindeki kataloglarla çeşitli türlerin tanımlanması amacıyla çiçeklerin kurutulmaya başlandığı bilinmektedir. 1860 yılında yayımlanan “Çiçekçi” dergisinde, güller, hercai menekşeler ve diğer tek çiçeklerin kumda kurutma tekniğinden bahsedildiği bilinmektedir. Ticari anlamda ise ilk kez çiçeklerin Almanya’da kurutulduğu ifade edilmektedir (Mir ve ark., 2019).

### 3. Kuru Çiçekçilikte Kullanılan Bitkisel Materyaller

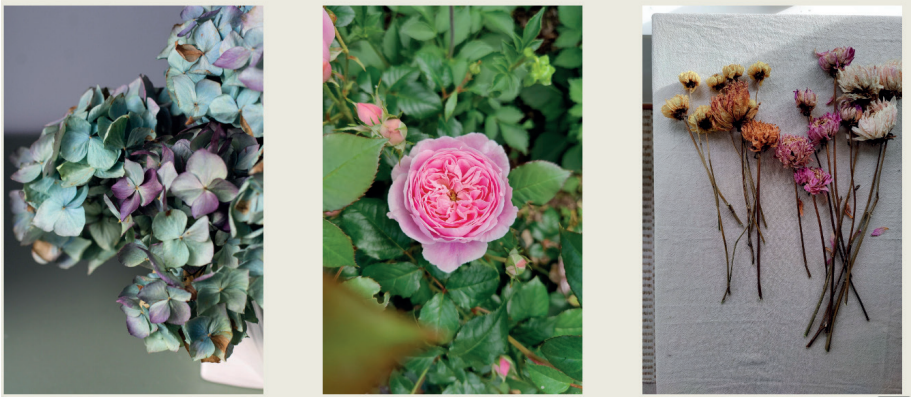
Bitki materyalinin herhangi bir kısmı (çiçekleri, yaprakları, dalları, tohumları, kabukları, meyveler, kökler vb.) kurutulmuş halde olması koşuluyla kuru çiçek yapımında kullanılır. Bu amaçla kullanılan bitki kısımlarına ilişkin bazı örnekler bu bölümde sunulmuştur.

#### 3.1. Ana Materyal Olarak Kullanılan Çiçekli Bitkiler

Kuru çiçek aranjmanlarında, ana materyal olarak; renkleri kuruduktan sonra canlılığını yitirmeyen, parlak görünümünü koruyan, daha gösterişli yapıya sahip ve aranjman içinde baskın rol oynayan çiçekler daha fazla tercih edilmektedir. Bu amaçla kullanılan pek çok tür bulunmaktadır. Aranjmanda kullanılan çiçeklerin mevcut renklerinin korunması türün yanı sıra tercih edi-

len kurutma tekniği ile de ilgilidir (Akat Saraçoğlu ve Çakar, 2024). Aranjmanlarda odak noktasını oluşturabilecek özelliğe sahip çiçekler için bazı çiçekli bitki örnekleri aşağıda sunulmuştur (Anonim, 2024e; (Mir ve Sawan, 2002; Mir, 2023; Vidhya ve ark., 2021):

- Gül (*Rosa* sp.)
- Ortanca (*Hydrangea macrophylla*)
- Kral protea çiçeği (Şeker çalısı) (*Protea cynaroides* L.)
- Hazeran çiçeği (*Delphinium ajacis*)
- Yıldız çiçeği (*Dahlia variabilis*)
- Amarantus çiçeği (*Amaranthus* sp.)
- Kirli hanım çiçeği (*Zinnia angustifolia*)
- Kadife çiçeği (*Tagetes erecta* -*Tagetes patula*)
- Karanfil (*Dianthus caryophyllus*)
- Kasımpatı (*Chrysanthemum*)
- Şakayık (*Paeonia* sp. L.)
- Orkideler (*Phalaenopsis* sp.)
- Günebakan (*Helianthus annuus*)
- Zambak (*Lilium dalhansonii*)
- Hercai menekşe (*Viola tricolor*)
- Hint Mabet Ağacı (*Plumeria rubra*)
- Gerbera (*Gerbera jamesonii*)
- Cennetkuşu gagası (*Strelitzia reginae*)
- Horoz ibiği (*Celosia argentea*)
- Aslanağzı (*Antirrhinum majus*)
- Küme civanotu (*Iberis umbellata*)



Şekil 3. a. Kuru ortanca (*Hydrangea macrophylla*) çiçeği b. kurutmaya hazır taze güller (*Rosa* sp.) c. yıldız çiçeği (*Dahlia variabilis*) (Kaynak: URL 2)

Laleler (*Tulipa* sp.), düğün çiçekleri (*Ranunculus* sp.) ile yıldız çiçekleri (*Dahlia variabilis*) genellikle taç yapraklarının sahip olduğu dokuları nedeniyle kuru çiçek düzenlemeleri için çok uygun olduğu düşünülmesine de aranjman içinde kullanılması durumunda oldukça etkileyici ancak sade bir vurgu oluşturabilmektedir. Bu çiçeklerin, kurutma işlemine tabi tutulduktan sonra görünüşleri önemli ölçüde değişmektedir. Özellikle sahip oldukları canlı ve parlak renkleri solarak matlaşmaktadır (Anonim, 2024e).

### 3.2. Dolgu Materyali Olarak Kullanılan Çiçekli Bitkiler

Düz bir tepe yapısına sahip olan çiçek formları, aranjman içerisinde iyi görünüme sahip dolgu materyallerini oluşturmaktadır. Bu amaç için değerlendirilen çiçekler dolgun hacimlidir. Bu nedenle sivri uçlar gibi karşıt şekiller arasında geçiş parçası olarak kullanılabilir. *Astereaceae* familyasından civanperçemi (*Achillea millefolium*) ve *Ranunculaceae* familyasından hezaren (*Delphinium ajacis*) çiçekleri dolgu materyali olarak tercih edilebilmektedir. Bu bitkilerin çiçekleri kurutulduktan sonra en iyi form alan düz bir tepe yapısına sahip olup, çeşitli renklerde seçenekleri olan varyeteleri ile bilinmektedir. Civan perçeminin *Achillea millefolium* ile altın rengi şemsiyelere sahip olan *Achillea filipendulina* türlerinin kuru çiçek aranjmanlarında kullanılması önerilmektedir. Bunun yanında daha farklı bir etki oluşturmak amacıyla, kurutulduğunda alçı otu (*Gypsophila elegans*) görünümüne sahip küçük papatya kümelerin şeklinde çiçekleri bulunan *Achillea ptarmica* varyetesi de kullanılabilir. Kuru çiçek aranjmanları için dolgu materyali olarak kullanılacak çiçekler için bazı örnekler şunlardır (Akat, 2024; Akat ve Özzambak, 2013; Anonim, 2024e; Editori, 1998; Mir, 2023):

Alçı otu (*Gypsophila elegans*)

Avrupa altınbaşak otu (*Solidago virgaurea* L.)

Billy düğmeleri/Sarı küre çiçeği (*Craspedia globosa*)

Hezaren çiçeği (*Delphinium ajacis*)

Kanatlı sonsuz bitkisi (*Ammobium alatum*)

Civanperçemi (*Achillea rosa*)

Lavanta (*Lavandula*)

Saman çiçeği/Kağıt çiçeği (*Helichrysum bracteatum*)

Yer minesi (*Lantana camara*)

Koyungözü (*Bellis perennis*)

Sarı papatya (*Euryops pectinatus*)

Süpürge otu (*Cytisus scoparius*)

Yabani kekik (*Origanum vulgare L.*)

Sahil karanfili (*Limonium sinuatum L.*)



Şekil 4. a. Sahil karanfili (*Limonium sinuatum*) (Kaynak: Akat, 2024), b. Saman / kağıt çiçekleri (*Helichrysum bracteatum*) ile c. Asılarak kurutmaya tabi tutulan civanperçemi (*Achillea millefolium*) bitkileri (Kaynak: URL 2)

### 3.3. Yapraklar

Çeşitli amaçlar için hazırlanan aranjmanlarda yapraklar genellikle göz ardı edilmektedir. Ancak, bitki yapraklarının aranjman içerisinde bulunan diğer çiçeklerin çarpıcı etkiye sahip olmasını sağlayan tonal zeminleri oluşturmaktadır. Yaprakların çoğu yeşil yerine kahverengiye dönme eğiliminde olduğundan, doğal yeşil rengini koruyan yaprakları temin etmek çoğu zaman güç olmaktadır. Bununla birlikte, aranjmanlarda doğal rengini iyi koruduğu için okaliptüs (*Eucalyptus cinerea*) ya da bahçe kül bitkisi (*Senecio cineraria*) gibi

gümüşi renkli yaprak formlarının kuru çiçek aranjmanlarına entegre edilmesiyle farklı dokunuşlar elde etmek mümkündür. Bunun yanında zehirli özsuymayan okalıptüs (*Eucalyptus cinerea*) bitkisine çok benzeyen çok yıllık bir bitki olan şeytanayağı ismi ile bilinen *Bupleurum griffithii* gibi yeşil rengini koruyan bazı seçenekler de bulunmaktadır (Anonim, 2024e). Yoğun çiçeklerle oluşturulmuş bir kompozisyonda aralara yeşil tona sahip kuru yaprakların yerleştirilmesi, görsel anlamda bir rahatlatma etkisi oluşturmaktadır (Editori, 1998). Ayrıca, kuru çiçek aranjmanlarında kullanılabilecek yapraklı bitki formları için bazı öneriler aşağıda sunulmuştur:

Gümüş huş ağacı (*Betula pendula*)

Okalıptüs (*Eucalyptus cinerea*)

Papatya çalısı (*Brachyglottis greyi*)

Gümüşi akasya (*Acacia dealbata*)

Meksika portakal ağacı (*Choisa ternata* “Gold finger”)

Şerbetçiotu (*Humulus lupulus*)

İrlanda çanları (*Moluccella laevis*)

Şeytanayağı (*Bupleureum griffithii*) (Anonim, 2024e)

Sago palmyesi (*Cycas revoluta*)

Deve tabanı (*Monstera deliciosa*)

Salon sarmaşığı (*Scindapsus aureus*)

Aşk merdiveni (*Nephrolepis* sp.)

Zakkum (*Nerium oleander*)

Şans bambusu (*Dracaena sanderiana*)

Salon yaprağı (*Aspidistra elatior*)

Şeflera (*Schefflera arboricola*)

Adi orman sarmaşığı (*Hedera helix*) (Kumar ve ark., 2021)

Karanfil (*Dianthus caryophyllus*) ve amarantus çiçeği (*Amaranthus caudatus*), çeşitli palmye türlerinin, manolya (*Magnolia grandiflora*) ve mazı (*Thuja orientalis*) gibi bitkilerin dalları ve yaprakları da kullanılmaktadır (Mir ve Sawan, 2002; Anonim, 2024f). Ayrıca mabet ağacı (*Ginkgo biloba*), kayın (*Fagus* sp.), manolya (*Magnolia grandiflora*), grevillea (*Grevillea robusta*) gibi ağaçların dal ve salt yapraklarının yanı sıra mısır (*Zea mays*), cennet kuşu gagası (*Strelizia reginae*), kral protea (*Protea cynaroides*) bitkilerinin yaprakları ile eğrelti otu (*Pteridium aquilinum*), kuşkonmaz (*Asparagus* sp.) ve bambu (*Bambusa vulgaris*) gibi bitki türleri de tercih edilmektedir (Editori, 1998).

### 3.4. Tüylü Çiçekler, Otlar, Çiçek Tohumları, Tohum Kabukları ve Yemişler

Tüylü çiçekler, otlar ve tohum kabukları; kuru çiçek aranjmanlarına mükemmel bir katkı sağlayan göz kamaştırıcı bitki kısımlarını oluştururlar. Doğada bulunan ilginç tüylü yapıya sahip pek çok çiçek ve ot türünün yanı sıra tohumlu yapıya sahip bitkiler aranjmanlara dahil ederek orijinal formlar yakalayabilmek mümkündür. Çin çimeni (*Miscanthus sinensis*) gibi otsu yapıya sahip tohum başlarını ya da altınbaşak (*Solidago virgaurea*) gibi gösterişli çiçekleri bulunan bitki türlerini bir araya getirmek mümkündür (Anonim, 2024e). Özellikle tohumlu yapıya sahip bitkilerden oluşturulacak aranjmanlar planlanırken, estetik dokuyu korumak adına bitkilerin çiçek açma zamanlarına dikkat etmek gerekmektedir. Bu gruba giren, çok kırılğan görünen ama aynı zamanda bahar çiçekleri arasında en dayanıklı olan ve kendi kendine tohum oluşturan çörek otu (*Nigella sativa*), haşhaş (*Papaver somniferum*), ay otu (*Lunaria annua*) gibi bitkilerin tohum kapsüllerinin yanında farklı gül türlerinin kurutulan tomurcuklarının aranjmana dahil edilmesiyle dokusal bir ruh oluşturulmaktadır. Ayrıca, meşe palamutu, kestane, ceviz, badem gibi bitkilerin tohum kabukları ve çam kozalakları da doğadan yansıma efekti oluşturmak için kullanılabilecek alternatifler arasındadır (Editori, 1998).

Tüylü yapıya sahip çiçekler, otlar ile çiçek tohumları ve tohum kabukları için farklı seçenekler aşağıda sunulmuştur (Anonim, 2024e; Editori, 1998):

Koyun kuzukulağı (*Rumex acetosella*)

Horoz ibiği (*Celosia argentea*)

Altınbaşak (*Solidago virgaurea*)

Çin çimeni (*Miscanthus sinensis*)

Tavşan kuyruğu (*Lagurus ovatus*)

Kuş otu (*Phalaris* sp.)

Sarı kantaron otu (*Hypericum perforatum* L.)

Pelin otu (*Artemisia vulgaris*)

Yalancı keçi sakalı (*Astilbe chinensis*)

Sirken otu (*Chenopodium vulvaria*)

Çörek otu (*Nigella sativa* L.)

Ay otu (*Lunaria annua*)

Süs havucu (*Daucus carota*)

Kuzu kulağı (*Stachys byzantina*)

Uyuzotu (*Scabiosa columbaria* L.)

- Çardak gül (*Rosa rampicanti*)  
Kuşburnu (*Rosa canina*)  
Topuz dikenini (*Echinops*)  
Çobanpüskülü (*Ilex aquifolium*)  
Sıgla ağacı (*Liquidambar styraciflua*)  
Çınar ağacı (*Platanus* sp.) tohumu  
Hatmi çiçeği (*Hibiscus syriacus*)  
Cennet bambusu (*Nandina domestica*)  
Manolya (*Magnolia grandiflora*)  
Kayın ağacı (*Fagus* sp.)  
Zakkum (*Nerium oleander*)  
Haşhaş (*Papaver somniferum*)  
Yabani gelincik (*Papaver rhoeas*)  
Süpürge darısı (*Sorghum bicolor*)  
Kirpi darı/ipekotu (*Setaria verticillata* L.)  
Eğrelti otu (*Pteridium aquilinum*)  
Tavşan memesi/ölmez diken (*Ruscus aculeatus*)  
Pampas otu (*Cortaderia Selloana*)  
Keten otu (*Linum usitatissimum*)  
Başak otu (*Bromus secalinus*)



Şekil 6. Kuru otlar, tohumlar ve tohum başları (Kaynak: URL 3)



### 3.5. Yosunlar ve Likenler

Aranjmanlarda çeşitli çiçeklerin ve bitki kısımlarının dışında yosun ve likenlerin kullanımı da mümkündür. Doğada pek çok yosun türü bulunmakla birlikte, duvar kenarlarında ya da üstlerinde oluşan, neredeyse bünyesinde toprak katmanı bulundurmayan ince ve kompakt yapıya sahip olanların yanı sıra toprakta yetişen sık ve farklı katman kalınlığına sahip olanların da tercih edildiği bilinmektedir. Daha ince ve kompakt yapıya sahip duvar kenarından alınan yosunlar; aranjman içerisinde küre ya da konik geometrik yapıya sahip küçük formların kapatılmasında, daha kalın toprak tabakası içeren yosunların ise serbest formlu aranjmanlarda uzun saplı çiçek ya da bitki yapılarını örtmek amacıyla kullanımı yaygındır (Editori, 1998). Alg ve mantarların bir araya gelerek ortak yaşamları sonucu kompleks yapılu zengin bir organizma grubundan olan likenler de kuru çiçek aranjmanlarına farklı bir doku vermek amacıyla kullanılabilirler (Karamanoğlu, 1971; Anonim 2024g). Toprak üstünde, canlı ağaç gövde ve dalları üzerinde, devrik ağaç kütükleri, çit gibi yerler ile kayalar üzerinde oluşan likenler aranjmana dahil edilerek doğa zenginliğinin ifade edilmesinde bir örnek oluşturmaktadır (Karamanoğlu, 1971). Ayrıca, likenlerin günümüze kadar pek çok alanda kullanıldığı bilinmekte, özellikle çok eski zamanlardan beri boya kaynağı olarak da faydalanılmaktadır. *Roccella montagnei* kırmızı ve mor renk boyaların eldesinde kullanılır. *Ochrolechia tartarea*, *Ochrolechia androgyna* veya *Parmotrema tinctorum* da kimyasal olarak buna eşdeğer türlerdir. Tunceli Munzur vadisinde kayalar üzerinde gelişen tespit edilen *Diploschistes*, *Xanthoria* gibi likenlerin kına gibi ellerini boyamakta kullandığı ve “Kına yosunları” ismi ile bilinmektedir (Çobanoğlu, 2012). Bu özelliğe sahip likenlerin aynı zamanda kuru çiçekçilikte doğal boyar madde olarak kullanımı ümit var bir potansiyel olarak görülmektedir.



Şekil 7. Kuru çiçekçilikte kullanılan doğal kuru yosun örnekleri (Kaynak: URL 4; URL 5; URL6)



**Şekil 8.** Doğada bulunan bazı liken türleri **a.** *Evernia prunastri* (meşe likeni) **b.** *Alectoria sarmentosa* (cadı saçı) **c.** *Letharia vulpina* (Kaynak: Çobanoğlu, 2012)

### 3.6. Aromatik Bitkiler

Günlük yaşantıda mutfak kültürünün yanı sıra kozmetik sektörünün de temel taşı olan aromatik bitkiler; peyzaj düzenlemelerinde son yıllarda önemli bir yere sahip olmakla birlikte kuru çiçek aranjmanlarında da başvuru bitki gruplarını oluşturmaktadır (Çetinkale Demirkan ve Akat, 2018). Aranjmanlarında bu grupta yer alan ve sıklıkla kullanılan lavanta bitkisi; çanak kısımlarının yanında uzun saplarındaki gümüşü yeşil formu yaprakları, dalları ve çiçekleri ile yaygınca tercih edilmektedir. Lavanta (*Lavandula stoechas*) ya da defne (*Laurus nobilis* L.) gibi aromatik bitkiler taze olarak aranjmana dahil edilip zamanla kendiliğinden kuruması beklenebilmektedir. Bunların dışında, rezene (*Foeniculum vulgare*), dereotu (*Anethum graveolens*), fesleğen (*Ocimum basilicum* L.), mürver çiçeği (*Sambucus nigra*), hodan otu (*Borago officinalis*), kuzukulağı (*Rumex acetosella*) gibi bitkiler de tercih edilebilecek aromatik bitkilerdendir. Ayrıca kuru çiçek aranjmanları için uygun olan diğer aromatik bitkiler aşağıda verilmiştir (Editori, 1998):

- Kına çiçeği (*Cinchona officinalis*)
- Nane (*Mentha piperita*)
- Soğan otu (*Asphodelus fistulosus*)
- Tarçın (*Cinnamomum verum*)
- Ada çayı (*Salvia officinalis*)
- Biberiye (*Salvia rosmarinus*)
- Karanfil (*Syzygium aromaticum*)
- Kekik (*Thymus vulgaris*)
- Mercan köşk (*Origanum vulgare*)
- Yaban nanesi (*Mentha pulegium*)
- Limon otu (*Melissa officinalis*)
- Tarhun otu (*Artemisia dracunculus*)

#### 4. Farklı Kültürlerde Kuru Çiçek Aranjmanlarının Anlamları

Kuru çiçekler yüzyıllar boyunca çeşitli kültür ve geleneklerde sembolizm ve onlara yüklenen anlamlarından dolayı kullanılmıştır. Kurutulan bitkisel materyalin farklı kültür ve geleneklerdeki sembolizmi ve anlamlarına ilişkin bazı örneklerin Avrupa kültürü, Çin kültürü, Japon kültürü, Kızılderili kültürü, Orta Doğu kültürü ve Viktorya dönemi kültüründe bulunduğu bilinmektedir.

Avrupa kültüründe, kuru çiçekler genellikle romantizmle ilişkilendirilmiştir. Kuru güllerle yapılan aranjmanlar, bu kültürde yüzyıllardır sevgi ve şefkatin popüler bir sembolü olarak kullanılmıştır.

Çin kültüründe, kuru çiçekler ile oluşturulmuş aranjmanlar genellikle şans, refah ve mutlulukla ilişkilendirmiştir. Kurutulan nilüfer çiçekleri ile yapılan aranjmanlar; aydınlanmanın ve ruhsal gelişimin sembolü olarak kullanılmıştır.

Japon kültüründe çiçek düzenleme sanatı olan İkebana sanatında sıklıkla kuru çiçeklerden faydalanılmıştır. Kuru çiçekler; doğal güzellikleri, uyum ve denge duygusunu aktarma yetenekleri nedeniyle bu kültürde oldukça fazla değerlendirilen bitki gruplarından biri olmuştur.

Kızılderili kültüründe, kuru çiçekler genellikle şükran ve doğaya saygının simgesi olarak ritüellerde ve törenlerde sıklıkla kullanılmıştır.

Orta Doğu kültüründe, tedavi edici özellikleri nedeniyle geleneksel tıpta ve aromaterapide kuru çiçeklerden sıklıkla yararlanıldığı bilinmektedir. Bu kültürde kuru gül yapraklarının anti inflamatuvar ve antioksidan özelliklere sahip olduğuna inanılmıştır.

Viktorya kültüründe, kuru çiçekler genellikle sevgi ve şefkat mesajlarını iletmek için kullanılmıştır. Bu kültürde her çiçeğe farklı anlamlar yüklenmiştir. Örneğin biberiye hatıra amacıyla, lavanta ise bağlılığı ifade eden özel bir anlam vermek amacıyla kullanılmıştır.

Genel olarak kuru çiçekler, farklı kültür ve geleneklerde güzellikleri, sembolizmleri ve anlamları nedeniyle değer kazanmıştır. Kuru çiçekler ister dekoratif amaçlı ister ritüellerde isterse de tıbbi amaçlı kullanılsın geçmişten günümüze kadar hala kültürel mirasımızın önemli bir parçası olmaya devam etmektedir (Anonim, 2024d; Anonim, 2024h).

#### 5. Kuru Çiçek Aranjmanları Oluşturulurken Esas Alınacak İlkeler ve Öneriler

Genel olarak çiçek düzenleme sanatı; birlik, ölçü ve ilgi merkezi olmak üzere üç ana esasa dayanmaktadır. Aranjmanın bütün olarak bir birlik oluşturması, her bir kısmının ayrı ayrı bir bütün olarak görünüm kazanması anlamına gelmektedir. Ölçü kavramı ise, aranjmanı oluşturan bütün parçaların, ölçü

yönünden birbirleriyle uyumu ve oranı olarak ifade edilmektedir. Aranjmanı oluşturan çiçekler, yapraklar, sapsal, kullanılan saksılar, varsa aksesuarlar kullanıldığı yerle orantılı olmalıdır. Bu yaklaşım doğrultusunda, çiçek sapsal uzun bir kaptaki yüksekliğinin 1,5-2 katı kadar, geniş bir kaptaki ise genişliğinin 1,5-2 katı kadar boyuta sahip olması durumunda uygun ölçüde olduğu kabul edilmektedir. Aranjman içerisinde ince asmalar ya da tüylü otlar gibi ince yapıya sahip bitkiler çizgi desenleri şeklinde dahil edilirse bitki uzunluğu kabın 2 katı kadar arttığı algısı oluşturulabilir. İlgi merkezi kavramı ise aranjmanın dikkat çeken ve ilgi toplayan kısmına verilen isim olarak ifade edilmektedir. Aranjmanlarda ilgi merkezinin mutlaka ortada olması algısı yanlıştır. İlgi merkezi hangi noktaya kaydırılmak isteniyorsa renk ya da ilgi merkezi konacak deseninin oraya doğru kaydırılması önerilmektedir (Durmuş Kınık, 2024). Kuru çiçekçilikte kullanılan çiçek renklerinin çok net sınırları olmamakla beraber kendi sembolizmini ve anlamını taşımaktadırlar. Kuru çiçek renkleriyle ilişkili dünyada herkes tarafından kabul gören genel geçer bir dil bulunmaktadır. Aranjmanlarda kullanılan çiçeklerin renk bazında taşıdıkları anlamlara ilişkin bazı örnekler (Akat ve ark., 2024; Anonim, 2024g) aşağıda verilmiştir:

**Kırmızı:** Kırmızı renkli kuru çiçekler aşkı, tutkuyu ve cesaretin yanı sıra güç, tehlike ve heyecanı temsil etmektedir.

**Pembe:** Pembe renkli kuru çiçekler dostluğu, sevgiyi, şefkati ve minnettarlığı temsil etmektedir.

**Sarı:** Sarı renkli kuru çiçekler mutluluğu, neşeyi ve dostluğu temsil etmektedir.

**Turuncu:** Turuncu renkli kuru çiçekler coşkuyu, yaratıcılığı ve sıcaklığı temsil etmektedir.

**Mor:** Mor renkli kuru çiçekler lüksü, asaleti ve hırsı temsil etmektedir.

**Beyaz:** Beyaz renkli kuru çiçekler saflığı, masumiyeti ve maneviyatı temsil etmektedir.

**Yeşil:** Yeşil olan kuru çiçekler büyümeyi, yenilenmeyi ve dengeyi temsil etmektedir.

**Mavi:** Mavi renkli kuru çiçekler huzuru, sakinliği ve istikrarı temsil etmektedir (Anonim, 2024g).

Çiçek düzenleme sanatında ilgi merkezi oluşturmak için kullanılan yolların en etkili olanı renktir. Renk, izleyen kişi üzerindeki şekil, büyüklük ve çizgi etkilerini çoğaltır. Oluşturulan aranjmanda uyumlu renklerin kullanımı kadar, kontrast renklerin kullanımı da çarpıcı bir etki oluşturur (Ayyücel ve Sugertin, 1995). Çiçek düzenlemede renklerin kullanımında da beraberlik, ölçek, ilgi merkezi, denge, armoni ve ritim temel ilkeleri esas alınır. Uyumlu ve göz alıcı bir görüntü oluşturmak için birini tamamlayan renklere sahip çiçekle-

rin seçimi tercih edilmelidir. Kuru çiçek aranjmanlarında renklerin uyumu- na dikkat edilmeli ve iyi bir zevk beraberliğiyle tasarlanmalıdır. Kuru çiçekler için seçilen renkler birbirleriyle ölçülü ilgi kurmalıdır. Çiçek aranjmanlarında ölçü oluşturulurken sıcak ve soğuk renklerin ölçüde farklılık oluşturduğuna dikkat edilmelidir. Renkler ile vurgu oluşturulurken, öncelikle ilgi merkezi oluşturmalıdır. Bu amaçla kuvvetli zıt renklerin bir arada kullanılması yoluyla aranjmanda ilgi merkezi oluşturma işlemi başarıyla gerçekleştirilebilir. Ayrıca, farklı doku özelliğine sahip kuru çiçekler bir araya getirilerek yine bir ilgi merkezi oluşturmak mümkündür. Örneğin; kuru dikenli tohum başlarıyla kabarık çiçekler ya da sert yapraklı bitkiler ile çiçekler gibi farklı doku özellikleri karıştırılarak aranjmanlar daha etkileyici forma sokulabilir. Bunun yanında, daha çapıcı ve uyumlu bir görünüm yakalamak için aranjmanı oluşturan ana çiçek materyallerinin aralarında kalan boşluklar için daha küçük forma sahip kuru dolgu çiçekleri kullanılabilir. Aranjmana dahil edilen bitki kısımlarının kap ya da buket içerisindeki yükseklik ve derinlikleri değiştirilerek farklı bir boyut kazandırmak da mümkündür. Aranjmana daha doğal bir görünüm katabilmek için uzun saplı çiçekleri ve bitki kısımlarını arka plana, daha kısa formulu çiçek ve bitki kısımlarını ise ön planda değerlendirmek gerekmektedir (Anonim, 2024g).

## 6. Kuru Çiçek Aranjmanlarının Muhafazası ve Bakımı

Kuru çiçeklerin, kurutma işleminden sonra güneş ışığına ve neme maruz kalmaması için, dolap, çekmece ya da kutu gibi serin, kuru ve karanlık bir yerde saklanması gerekmektedir. Bitkisel materyalin kurutma işleminden sonra nemden korunması ve dökülmelerin önlenmesi amacıyla ticari olarak satılan şeffaf, suya dayanıklı bir dolgu macunu ile spreylemesi gerekmektedir. Bu işlem ayrıca kuru çiçek aranjmanlarında zamanla gelişebilecek bazı zararlı ve hastalıkların oluşma riskini de engellemektedir. Kuru çiçekleri aranjmanları için hazırlanan bitkisel materyalin kırılmamaları ya da fiziksel zarar görmemeleri için saplarından dikkatlice tutularak taşınmaları gerekmektedir. Ayrıca, kurutma işlemi tamamlanmış bitkisel materyale; cildimizde bulunan nem ve yağlar zamanla zarar verebileceği için çıplak elle dokunulmamalıdır. Zamanla kuru bitkisel materyal üzerinde birikecek toz veya kalıntıları gidermek amacıyla, kuru çiçek ve yapraklar yumuşak bir fırça veya bezle düzenli olarak dikkatlice temizlenmelidir (Editori, 1998). Aranjman için hazırlanan kuru çiçekleri yerinde tutmak ve kaymalarını ya da birbirlerine temas etmelerini engellemek için kum, taş ya da yapay yosun dolgu malzemesi içeren bir kabın kullanılması önerilmektedir. Kurutma işlemi tamamlanan çiçekler ve bitki kısımları doğrudan ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır. Doğrudan ısı çiçeklerin kırılma riskine ve canlı ve doğal renklerinin kaybolmasına neden olmaktadır (Anonim, 2024g).

## 7. Sonuç

Kuru iekler, çeşitli alanlardaki kullanım olanakları ile dünya iekilik sektöründe dikkat çekecek lde ön plana çıkmaya başlamıştır. Kuru iekler; evre dostu olmaları, çok az bakım gerektirmeleri ve sahip oldukları uzun ömürleri ile günümüz modern dünyasında dekorasyon fikirleri için estetik alđı oluşturan bir alternatif haline gelmiştir. Türkiye'nin sahip olduğu ekolojik avantaj; kurutarak değerlendirilebilecek çeşitli iek varyeteleri ile bitkilerin yetiştirilmesi için ideal bir ortam oluşturmaktadır. Dünya genelinde sağlanan teknolojik ilerlemeyle birlikte gelişmeye ve değişmeye başlayan kuru iekilik sektörü mevcut istihdam sahasını artırarak ekonomiye katkıda bulunmaya devam etmektedir. Ayrıca, estetik görünüşün dışında plastik atıkların evre ve doğaya verdiği zararlar göz önünde bulundurulduğunda, son yıllarda popülerliği hızla ivme kazanan uzun ömürlü petrol türevi yapay çiçeklerden daha çok kuru çiçeklere olan talep artış göstermeye başlamıştır. Dolayısıyla, yaşam alanlarımıza estetik ve zarif bir doku katan kuru iek aranjmanlarında değerlendirilen iek türlerinin tanıtılması, bölgesel alternatif bitki türleri de dahil edilerek çeşitliliğin yanı sıra kalitenin ve bulunabilirliğin artırılmasına yönelik daha fazla destek veren çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Akat, H., 2021.** Süs Bitkisi Yetiştiriciliği. Pratik Tarım Uygulamaları, Bölüm: III, 160-229. Efil Yayınevi, (Ed: Yokaş, İ. ve Akat, H.), Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 485, Ankara, ISBN:978-605-2294-75-8.
- Akat, H., 2024.** Kesme Çiçek Yetiştiriciliği-I. Limonyum Yetiştiriciliği. (Eds.: Prof. Dr. M.E. Özzambak ve Dr. Öğr. Üyesi E. Zeybekoğlu).14. Bölüm, 427-450. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova-İzmir.
- Akat, H. and Akat Saraçoğlu, Ö., 2017.** The Effects of Organic Substances and Foliar Calcium Applications on *Limonium sinuatum* Cultivation in Saline Conditions. Current Trends in Science and Landscape Management, St. Kliment Ohridski University Press Sofia. Chapter: 25, 285-296. (Eds: Efe, R., Zencirkıran, M., Wendt, J.A., Tumsavas, Z., Unal, H., Borisova, B.).
- Akat, H., Akat Saraçoğlu, Ö. and Çakar, H., 2020.** Yield response of *Limonium sinuatum* cultivars under salinity stress. Journal of Environmental Biology, Special Issue, Vol: 41(2), 302-309. e-ISSN: 2394-0379 / p-ISSN: 0254-8704.
- Akat, H., Özzambak, M.E., 2013.** Örtü Altı Tuzlu Koşullarda Yetiştirilen *Limonium sinuatum* Bitkisinde Kalsiyum Uygulamalarının Stres Parametreleri Üzerine Etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1): 48-58.
- Akat, H., Özzambak, M.E., 2014.** The Effects of Ca Application on Some Stress Parameters Under Salinity Conditions in the Open Field Growing of *Limonium sinuatum*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51(1): 59-68.
- Akat, H., Şahin, O., Demirkan Çetinkale, G., Akat Saraçoğlu, Ö., 2017.** Süs Bitkileri Üretim Teknikleri (Ed.: İ. Yokaş), Efil Yayınevi, Ankara, 135 s.
- Akat, H., Yaslar, G., Yanık, A., 2024.** Kesme Çiçek Yetiştiriciliği-II. Kesme Çiçeklerde Dizayn ve Tasarım. (Eds.: Prof. Dr. M.E. Özzambak ve Dr. Öğr. Üyesi E. Zeybekoğlu), 447-472. E.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova-İzmir.
- Akat Saraçoğlu, Ö., Hülya Akat, H., Güneş, A., Çakar, H., Kılıç, C.C. 2017.** *Limonium sinuatum* 'Compindi White' ve 'Compindi Deep Blue' Çeşitlerinde Farklı Yetiştirme Ortamlarının Gelişim ve Verim Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2017, 54 (2):187-195. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.387274>.
- Akat Saraçoğlu, Ö., Çakar, H., 2024.** Kuru Çiçekçilikte Kullanılan Kurutma Teknikleri. Peyzaj Mimarlığı Kitabı (Ed. Dr. Öğr. Üyesi Tuba BAK), Yaz Yayınları, Bölüm 1, 1-26. Afyonkarahisar, E\_ ISBN 978-625-6171-04-6. (22.Ekim 2024).
- Anonim, 2024a.** <https://www.ribbonflowers.com/kurutulmus-cicekler-hakkinda-her-sey/> (Erişim tarihi: 24.06.2024)
- Anonim, 2024b.** <https://floueri.com/en/blogs/guia-floral/historia-de-las-flores-secas> (Erişim tarihi: 25.06.2024)

- Anonim, 2024c.** <https://www.amarantelondon.com/blogs/blog/a-brief-history-of-dried-flowers> (Erişim tarihi: 25.06.2024)
- Anonim, 2024d.** <https://www.roxannedriedflowers.com/blogs/news/the-history-of-drying-flowers-a-brief-overview> (Erişim tarihi: 25.06.2024)
- Anonim, 2024e.** <https://www.sagejournal.co.nz/stories/how-to-grow-dry-flowers-for-dried-flower-arrangements/> (Erişim Tarihi: 18.07.2024)
- Anonim, 2024f.** <https://millarose.com.au/blogs/flowers/types-of-dried-flowers> (Erişim tarihi: 15.09.2024)
- Anonim, 2024g.** <http://www.biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/bmk/Lik95.pdf> (Erişim tarihi: 15.09.2024)
- Anonim, 2024h.** <https://flowerstore.ph/blog/dried-flowers> (Erişim tarihi: 18.07.2024)
- Ayyücel, M., Sugertin, Ş., 1995.** Çiçek Düzenleme Teknikleri. Gazi Üniversitesi Mesleki Eğitim Fakültesi Yayınları, Ankara Üniversitesi Yayın No: 2, 75 s.
- Bayçın Korkut, A., 1998.** Çiçek Yetiştiriciliği. Hasat Yayıncılık Yayınları, İstanbul.
- Çetinkale Demirkan, G. and Akat, H., 2018.** Use of Medical and Aromatic Plants as Ornamental Plants in Landscape Designs. Recent Researches in Science and Landscape Management, Cambridge Scholars Publishing. Chapter: 9, 111-117. (Eds: Efe, R., Zencirkiran, M., and Curebal, İ.), ISBN (10): 1-5275-1087-5/ISBN (13): 978-1-5275-1087-6.
- Çobanoğlu, G., 2012.** Doğada ve Tıpta Likenler. Sağlık Çevre Kültürü Dergisi, 6: 4-7. ISSN 1308-4054.
- Datta, S.K., 1999.** Dehydrated flowers and foliage and floral crafts. In: Bose TK, Maitti RG, Dhua RS, Das P (eds) Floriculture and landscaping. Naya Prokash, Kolkata, pp 696-70.
- Durmuş Kınık, E., 2024.** Çiçek Düzenleme Sanatı. <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/elif.kinik/124508/%C3%87%C4%B0%C3%87EK%20D%C3%9C-ZENLEME%20SANATI.pdf> (Erişim Tarihi:20.07.2024)
- Editori, F., 1998.** Kuru Çiçek Aranjmanları-I. Pratik El Kitapları Dizisi (Eds. Maria Masera & Ornella Rilke), Milano, 79s.
- Kahraman, S.A., 2015.** Şükûfenâmeler Osmanlı Döneminde Çiçekçilik. Z Dergisi, 82-85 s. Z Dergisi | Kültür Sanat Şehir | Mevsimlik Tematik Dergi Şükûfenâmeler Osmanlı Döneminde Çiçekçilik. (Erişim tarihi: 20.06.2024)
- Karamanoğlu, K., 1971.** Türkiye'nin Önemli Liken Türleri. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 1: 53-75.
- Kılıç, C.C., Akat Saraçoğlu, Ö., Akat, H. ve Çakar, H., 2020.** *Limonium sinuatum* (L.) Mill. Yetiştiriciliğinde Farklı Yetiştirme Ortamlarının Bitki Besin Elementi İçeriklerine Etkisi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 11(1): 76-85 (2020). ISSN Online: 1309-2243.



- Kumar, S., Malik, A. and Hooda, V., 2021.** Drying of flowers: A money-spinning aspect of floriculture industry. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2021; Sp 10(1): 27-31
- Mir, S.R., 2020.** Conversion of leaf venations to flowers. *Agriculture Observer* 1(2):36-39
- Mir, S.R., 2023.** Dry Flowers & Dry Flower Product: The process of Money Generation of from Neglected Plants. *Report and Opinion*, 5(1): 28-46.
- Mir, S.R. and Sawan, K., 2002.** Dry Flower Technology: A Value Addition to Floriculture Industry. *Gorteria Journal*, 35 (6):14-23, ISSN: 0017-2294.
- Mir, S.R., Shinde, B.M. Chaskar, M.G. Jana, M.M., 2019.** Review of Literature on Dry Flowers. *Research & Reviews: A Journal of Life Sciences*, 9 (2):52-55.
- Nemlioğlu, C., 2015.** Arkeoloji Müzesi'nde Açan Çiçekler. *Z Dergisi*, 82-85 s. <https://www.zdergisi.istanbul/makale/arkeoloji-muzesinde-acan-cicekler-68>. (Erişim tarihi: 20.06.2024)
- Ranjan, J.K., Misra, S., 2002.** Dried flowers: a way to enjoy their beauty for a long period. *Indian Horticulture*, 47(4):32-3.
- Shailza, Shalini J. and Grewal, H.S., 2018.** Emerging Prospective of Floriculture Industry: Drying of Ornamental Plants and their Parts. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 7(7): 1619-1633. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.707.190>
- URL 1:** <https://floueri.com/en/blogs/guia-floral/historia-de-las-flores-secas> (Erişim tarihi: 25.06.2024)
- URL 2:** How to grow & dry flowers for dried flower arrangements | Sage Journal (Erişim tarihi: 13.08.2024)
- URL 3:** <https://www.realflowers.co.uk/blog/how-to-dry-flowers/> (Erişim tarihi: 18.07.2024)
- URL 4:** <https://hobizubi.com/kuru-cicek-ve-sticker-cesitleri/-kurutulmus-yosun-kirmizi-5-gr-27346.html> (Erişim tarihi: 15.09.2024)
- URL 5:** <https://www.yapaycicegim.com/dogal-yosun-kuru-yosun-gercek-yosun/> (Erişim tarihi: 15.09.2024)
- URL 6:** <https://www.trendyol.com/solo-plant/kuru-sphagnum-yosunu-sphagnum-moss-1-lt-1-kalite-p-162178890> (Erişim tarihi: 15.09.2024)
- Vidhya, C., Senthilkumar, S. and Manivannan, S., 2021.** Recent Trends in Production of Dry Flowers and Foliages. *The Pharma Innovation Journal*, SP-10 (11): 2135-2139.
- Zeybekoğlu, E., 2000.** Gerbera Yetiştiriciliğinde Hasat Öncesi ve Sonrası Yapılan Bazı Uygulamaların Verim Kalite ve Vazo Ömrü Üzerine Etkileri. *E.Ü. Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi*, 71 s.



# BÖLÜM 5

## KAYSERİ VE ÇEVRE İLLER İÇİN ARPA TARIMININ ÖNEMİ

*Sancar Bulut<sup>1</sup>,  
Yaşar Deray SAYGI<sup>2</sup>*

1 Kayseri University Safiye Çıkrıkçioğlu Vocational Collage, Department of Plant and Animal Production, 38280, Talas-Kayseri, Turkey, [sancarbulut@kayseri.edu.tr](mailto:sancarbulut@kayseri.edu.tr) – ORCID: 0000-0002-6261-0256

2 Kayseri University Safiye Çıkrıkçioğlu Vocational Collage, Department of Plant and Animal Production, 38280, Talas-Kayseri, Turkey, [deraysaygi@kayseri.edu.tr](mailto:deraysaygi@kayseri.edu.tr) – ORCID: 0009-0003-7993-7671

## 1. GİRİŞ

Arpa, ilk kültüre alınan bitkilerden biri olup, diploid bir yapıya sahip ve yedi çift kromozomdan oluşan tek yıllık bir tahıldır. İlk dönemlerde insan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan arpanın, buğday ve pirinç tüketiminin artmasıyla birlikte yem, malt ve bira üretiminde hammadde olarak kullanımı yaygınlaşmıştır. Arpanın bileşiminde, kuru maddede yaklaşık %52-72 nişasta, %9-14 protein ve nişasta içermeyen polisakkaritler bulunmakta olup, bunlar sırasıyla %4-6 selüloz/lignin, %3-6  $\beta$ -glukan ve %4-7 arabinoksilan şeklinde dağılım göstermektedir (Köten ve ark., 2013). Farklı çevresel koşullara uyum sağlama yeteneği sayesinde arpa, dünyada tahıllar arasında ekim alanı açısından buğday, çeltik ve mısırdan sonra 4. sırada yer almaktadır. Ülkemizde ise tarla ürünleri arasında ekiliş alanı bakımından buğdaydan sonra gelen üründür (Akkaya, 1994; Kün ve ark., 1995). Arpa üretiminin %70-80'lik kısmı kurak ve yarı kurak bölgelerde gerçekleşmekte olup, bu durum tane verimi ve ürün kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bununla birlikte, arpa, diğer tahıllara kıyasla sınırlı su koşullarına karşı daha dayanıklıdır. Türkiye'de arpa üretiminin yağışa dayalı olarak sürdürülmesi, farklı çevresel ve iklimsel koşullara uyum sağlayan çeşitlerin tercih edilmesini zorunlu kılmaktadır (Aktaş, 2017; Taşçı ve Bayramoğlu, 2020). Dünya genelinde önemli çevresel stres faktörlerinden biri olan tuzluluk, tarım arazilerinin yaklaşık %20'sini tehdit etmektedir. Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, tuzluluk sorunu üreticiler için büyük bir zorluk teşkil etmektedir. Arpa, tuza dayanıklı bir bitki olması ve topraklardan fazla tuz kaldırabilme kapasitesi sayesinde, sulu tarım uygulamalarında münavebe bitkisi olarak toprak erozyonuna karşı önemli bir rol oynamaktadır (Akdeniz ve Koç, 2022; Tabur ve Demir, 2008).

Dünya'da yaklaşık 47,3 milyon hektar (ha) alanda 151,9 milyon ton arpa üretilmektedir. Dünya arpa üretiminde ilk 10 ülke; sırasıyla Rusya, Ukrayna, Fransa, Almanya, Kanada, İspanya, Avustralya, Birleşik Krallık, Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri'dir. Türkiye'de arpa yaklaşık 3,2 milyon ha alanda 8,5 milyon ton üretilmekte ve ortalama verim de 266 kg/dekardır (USDA, 2023; TÜİK, 2023). Arpa üretiminin artması Türkiye'nin tarımsal üretkenliğini artırma yönündeki çabalarının bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Türkiye'de arpa ekim alanları iller bazında incelendiğinde, yaklaşık 390 bin hektar ile Konya'nın en üst sırada yer aldığı görülmektedir. Konya'nın ardından, yaklaşık 297 bin hektar arpa ekim alanına sahip olan Ankara ikinci sırayı almaktadır. Ele alınan iller arasında Sivas ili 130 bin hektarlık ekim alanı ile üçüncü, Kırşehir ili 129 bin hektarlık ekim alanı ile dördüncü, Kayseri ili 101 bin hektarlık ekim alanı ile dokuzuncu, Nevşehir ili ise 72 bin hektarlık ekim alanı ile on ikinci sırada yer almaktadır. Hayvancılık açısından baktığımızda bu illerdeki saman ve kuru ot üretiminin yeterli düzeyde olduğu söylenemez. Bu durum bu illerde hayvan besleme açısından gerek kesif gerekse kaba yem sağlamada bazı sorunlar olduğunu ortaya koymaktadır. Bölgede hayvan bes-

lemede önemli artışlara sahip olan arpanın ekim alanının artırılması gerekmektedir. Ayrıca son yıllarda küresel ısınmanın etkisi ile serin iklim tahıllarında günlük ekimlerde çimlenme ve çıkış düzensizliği nedeni ile ortaya çıkan verim kayıplarını gidermek için yazlık arpa yetiştiriciliği üretimi garanti altına alınmalıdır. Bu da ancak yöreye uygun yüksek verim ve kaliteli çeşitlerin kullanımı ve arpa tarımı konusunda çiftçilerin bilinç düzeyinin artırılmasına bağlıdır.

Kayseri ve çevresindeki iller, Türkiye'nin tahıl üretimi açısından kritik bölgelerinden biridir. Özellikle arpa üretimi, bu bölgede ekonomik ve tarımsal sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır. Arpa, hayvan yemi olarak kullanılması ve bira üretiminde ana hammadde olması nedeniyle stratejik bir üründür (FAO, 2024; TÜİK, 2023). Buğday gibi ülkemizin tüm bölgelerinde yetiştirilebilme imkânı olması ve birim alandan alınan ürün miktarı bakımından buğdaya göre avantajlı olması önemini bir miktar daha artırmaktadır. Dünya ekonomisinin olduğu kadar ülkemiz ekonomisinin de temelini oluşturan tahıl ürün grubu içerisinde yer alan arpanın insan beslenmesinde doğrudan kullanımı çok azdır. Buna rağmen hayvancılık açısından doğrudan tüketilme özelliğine sahiptir, ayrıca karma yem ve malt sanayinin de önemli bir hammaddesidir.

Bir bitkinin verimini iklimin yanında bölgenin toprak koşulları da etkilemektedir. Bu çalışmada ele alınan illerde mono kültür yetiştiricilik ve aşırı gübrelenme sonucu toprak yapısı önemli ölçüde bozulmuştur. Kışlık arpa, serin iklim tahılları arasında en erken oluma ulaşan bitki olması yönünden de önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle İç Anadolu Bölgesinin sulanan kesimlerinde bu özellik sayesinde tarla daha erken terk edilebilmekte ve sonraki bitki için toprak hazırlığı gibi işlemler daha uygun yapılabilmektedir. Adana gibi bir yılda birden fazla ürün alınabilen kesimlerde ise 2. ve 3. ürün için tarla erken hazırlanabilmektedir. Orta Anadolu Bölgesinde arpa, şeker pancarı ile ekim nöbetine dahil edilebilir. Çünkü arpa, tarlanın yoğun olarak işlendiği şeker pancarından sonra yüksek verim sağlayabilmektedir. Ayrıca, arpanın topraktan tuz kaldırma kapasitesinin yüksek olması, Orta Anadolu Bölgesi'nin tuzlulaşma riski taşıyan kesimlerinde sulu tarım uygulamalarında ekim nöbetine dahil edilmesinin toprak koruma açısından önemli bir strateji olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, Kayseri ve çevre iller için arpanın üretim kapasitesi, önemi ve bu illerdeki hayvan besleme üzerindeki rolü ele alınmıştır. Arpanın üretim alanının artırılması gerektiğinin önemi anlatılmıştır.

## 2. KAYSERİ İLİNİN İKLİM ÖZELLİKLERİ VE ARAZİ VARLIĞI

Kayseri, ekolojik özellikleri, hayvancılık işletmelerinin fazlalığı, arpayı hammadde olarak kullanan tarıma dayalı sanayinin yoğunluğu ve pazarlama ile ulaşım olanaklarının kolaylığı gibi unsurlar nedeniyle arpa tarımının yoğun bir şekilde yapıldığı bir il olarak öne çıkmaktadır. Kayseri yöresindeki karasal iklim koşulları, bitkisel üretimde çeşitliliği ve verimliliği doğrudan sınırlayan

en önemli faktördür (Anonim, 2023). Yörede buğday genel olarak Ekim ayı içerisinde kışlık olarak ekilmektedir. Arpa, fazla soğuk ve fazla sıcak olmayan, nispi nemi yüksek yerlerde iyi gelişen bir bitkidir. Yöremizde kışlık ekim tavsiye edilse de çiftçilerimizin %50'ye yakın kısmı arpayı hala yazlık olarak ekmektedir. Yeni geliştirilmiş olan arpa çeşitlerinden mutlak kışlık olan arpa çeşitleri, yörede kışlık olarak rahatlıkla yetiştirilebilmektedir. Kışlık olarak ekilen arpa, yazlık ekilenlere göre, daha yüksek verim sağlamaktadır. Yörede mısır gerek tane gerek silaj amacıyla yetiştirilebilmektedir.

Kuru tarım alanlarında uzun süre boyunca süregelen mono kültür buğday üretimi ve tahıl-nadas rotasyonu, toprak işleme hataları ve topraktan kaldırılan besin maddelerinin gübreleme yoluyla yeterince geri kazandırılmaması, özellikle buğday ekili alanların organik madde açısından fakirleşmesine ve verimliliklerinde azalmaya yol açmıştır. Bu durum, toprakların organik madde içeriğinin artırılması ve bunun sonucunda fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu bağlamda, tahıl üretim alanlarında sürdürülebilir toprak verimliliği sağlamak adına organik madde miktarını artıracak ve koruyacak tarımsal sistemlerin uygulanması, gelecekteki tarımsal üretim için zorunlu bir gereklilik halini almıştır. (Akkaya, 2008).

**Tablo 1.** Kayseri ili rakımı ile uzun yıllar ortalaması (1931-2023) yağış ve sıcaklık değerleri

Rakım (m)	Yıllık toplam yağış (mm)	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Yıllık ortalama nispi nem (%)
1.071	390.5	10.7	63.4

Kaynak: Anonim, 2023

**Tablo 2.** Kayseri ilinde arazinin kullanım durumu (ha)

Yüzölçümü	Tarım Alanı	Çayır ve Mera Alanı	Orman ve Fundalık Alan	Tarım Dışı Alan
1.697.513	603.066	619.984	166.860	307.603

Kaynak: TÜİK, 2023

### 3. TÜRKİYE'DE ARPA TARIMININ GENEL DURUMU

Ülkemizde her bölgede üretimi yapılabilen arpa, tarla ürünleri içinde ekiliş alanı ve üretim açısından buğdaydan sonra ikinci sırada gelmektedir. Arpa ekim alanı ve üretimi yıllar itibariyle dalgalanma göstermektedir. Türkiye genelinde arpa üretimi, 2023 yılında yaklaşık 8,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2024). Bu üretim, bir önceki yıla göre %8,2 artış göstermiştir. Türkiye'nin toplam tahıl üretiminde önemli bir yere sahip olan arpa, özellikle İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde yoğun olarak yetiştirilmektedir. Türkiye genelinde arpa üretim alanları 2022 yılında 3,2 milyon hektar olarak kaydedilmiştir (TÜİK, 2023).

Arpa üretiminin bu denli yaygın olmasının temel sebeplerinden biri, bitkinin kuraklığa dayanıklı olması ve farklı toprak tiplerinde yetişebilmesidir. Ayrıca, arpa ekimi ve hasadı diğer tahıllara göre daha kolaydır ve çiftçilere ekonomik avantajlar sağlamaktadır.

### 3.1. Türkiye’de Yıllara Göre Arpa Üretimi

Türkiye’de arpa ekim alanı, 2023 yılında 2022 yılına göre yaklaşık %2,72 artış göstererek 3.170 bin hektar olmuştur. Ayrıca, 2023 yılı itibarıyla arpa üretimi bir önceki yıla göre %8,2 artışla yaklaşık 9,2 milyon ton seviyesine ulaşırken, verim de %5,6 artışla 266 kg/da dan 281 kg/da a yükselmiştir. Bu tablo, Türkiye’de yıllar içinde arpa üretiminin nasıl değiştiğini ve üretim alanları ile ortalama verim oranlarının nasıl geliştiğini göstermektedir. Veriler, Türkiye İstatistik Kurumu ve Tarım ve Orman Bakanlığı’nın yıllık raporlarından derlenmiştir.

**Tablo 3.** Yıllara Göre Türkiye Arpa Ekim Alanı, Üretim ve Verimi

Yıl	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (hektar)	Ortalama Verim (kg/da)
2014	6.300,000	2.650,000	238
2015	7.000,000	2.800,000	250
2016	6.500,000	2.700,000	240
2017	7.200,000	2.850,000	253
2018	7.000,000	2.612,000	268
2019	7.200,000	2.739,000	263
2020	7.700,000	2.905,000	265
2021	5.500,000	3.015,000	182
2022	8.100,000	3.086,000	263
2023	8.500,000	3.170,000	278

Kaynak: TÜİK, 2024

Türkiye’nin 2023 yılı arpa üretiminin %4,3’ü biralık arpa, %95,7’si ise diğer arpa türlerinden oluşmaktadır. Bu yıl, biralık arpa üretimi 400 bin ton olarak bir önceki yıla göre sabit kalırken, diğer arpa üretimi %8,6 artış göstererek 8,8 milyon tona ulaşmıştır (TÜİK, 2024).

### 3.2. Kayseri ve Çevre İllerdeki Durumu

Kayseri ilinde, tahılların tarım alanları içerisindeki payı (%77,7) diğer ürün gruplarına ayrılan alanların toplamından daha fazladır (TÜİK, 2023). Bu durum, tahılların yalnızca Türk tarımında değil, aynı zamanda Kayseri ilinin tarımsal karakterini de belirleyen önemli bir ürün grubu olduğunu göstermektedir. Kayseri, arpa üretimi açısından Türkiye’de önemli bir konuma sahiptir. 2023 verilerine göre, Kayseri’de arpa üretim alanı yaklaşık 101.000 hektardır. Bu alan, bölgenin toplam ekim alanının önemli bir kısmını oluşturur. Kayseri’de arpa üretim verimi ortalama 400-450 ton/ha civarındadır (TÜİK, 2023).

Bu değer, Türkiye ortalamasının üzerindedir ve bölgenin tarımsal potansiyelini göstermektedir.

Kayseri'nin yanı sıra çevre iller olan Nevşehir, Niğde, Yozgat ve Sivas da önemli arpa üretim merkezleridir. Bu illerdeki arpa üretim alanları ve verimlilik oranları da yüksek olup, bölgenin toplam arpa üretimine büyük katkı sağlamaktadır. Kışlık arpa, serin iklim tahılları arasında en erken oluma ulaşan bitki olması yönünden de önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle Adana ve K. Maraş haricindeki diğer illerin sulanan kesimlerinde bu özellik sayesinde tarla daha erken terk etmekte ve sonraki bitki için toprak hazırlığı gibi işlemler daha uygun yapılabilmektedir. Adana gibi bir yılda birden fazla ürün alınabilen kesimlerde ise 2. ve 3. ürün için tarla erken hazırlanabilmektedir. Ayrıca arpa, şeker pancarı ile ekim nöbetine dâhil edilebilir. Çünkü arpa, tarlanın yoğun olarak işlendiği şeker pancarından sonra yüksek verim sağlayabilmektedir. Ayrıca arpanın topraktan tuz kaldırma özelliğinin yüksek olması sayesinde Orta Anadolu Bölgesinin tuzlulaşmaya yüz tutmuş kesimlerinde sulu tarımda ekim nöbetine dahil edilmesi toprak korunması açısından önem arz etmektedir (Aydoğan ve ark., 2010; Taşçı ve Bayramoğlu 2020).

### 3.3. İller Düzeyinde Arpa Üretimi ve Verimlilik

Türkiye genelindeki arpa üretimi ve verimlilik oranları illere göre farklılık göstermektedir. İşte bazı iller düzeyinde arpa üretim alanları ve dekara verimlilik oranları (TUİK, 2023) tablo 4' te verilmiştir.

**Tablo 4.** *Kayseri ve Civar İllerde Arpa üretim alanı ve verimleri*

İller	Ekim Alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)	Dekara Verimlilik (kg/da)
Aksaray	115.000	311.000	400
Ankara	390.000	779.000	430
Çankırı	30.400	73.000	240
Eskişehir	96.000	279.000	410
Karaman	65.300	170.000	262
Kayseri	101.000	389.000	425
Kırıkkale	64.900	158.000	248
Kırşehir	129.000	333.000	400
Konya	297.000	1.393.000	450
Nevşehir	72.000	194.000	271
Niğde	51,100	93.000	324
Sivas	130.000	286.000	420

*Kaynak: TUİK, 2024*

Bu veriler, Türkiye genelinde arpa üretiminin büyük kısmının İç Anadolu Bölgesi'nde gerçekleştiğini ve bölgedeki illerin verimlilik oranlarının genellikle yüksek olduğunu göstermektedir (TUİK, 2024).



2023 yılında Türkiye’de arpa üretimi bölge bazında incelendiğinde, en yüksek payın %25,2 ile Batı Anadolu’ya, %20,5 ile Orta Anadolu’ya, %12,1 ile Güneydoğu Anadolu’ya ve %9,9 ile Ege Bölgesi’ne ait olduğu görülmektedir (TÜİK, 2024). Tablo 4’de belirtildiği üzere, arpa üretimi il bazında değerlendirildiğinde, Konya ve Ankara toplamda %23,6’lık pay ile ilk iki sırayı alarak dikkat çekmektedir. Arpa üretiminde lider konumda olan Konya’da üretim, 2023 yılında bir önceki yıla kıyasla %10,1 oranında artış göstermiştir; Ankara’da ise bu artış %7,4 seviyesindedir. (TÜİK, 2024).

Kayseri ili, arpa ekim alanı açısından önemli bir yere sahip olmasına rağmen, üretim miktarı bu geniş ekim alanına paralel olarak bekleneni karşılayamamaktadır. Bu durum, çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır; bunlar arasında iklim koşulları, toprak verimliliği, sulama yöntemleri ve tarımsal uygulamaların etkinliği yer almaktadır. Dolayısıyla, Kayseri’nin arpa üretiminde daha yüksek verim elde edebilmesi için tarımsal yönetim uygulamalarının iyileştirilmesi ve modern tekniklerin entegrasyonu gerekmektedir.

#### 4. KAYSERİ İLİNDE ARPA TARIMI

Kayseri’nin arpa üretimi, Türkiye genelindeki üretimle karşılaştırıldığında önemli bir yer tutar. Türkiye genelinde arpa ekim alanları incelendiğinde, Kayseri’nin yüksek verimlilik oranları ile dikkat çektiği görülmektedir. Türkiye’de arpa üretimi, genellikle batı ve orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’nde yoğunlaşmıştır (TÜİK, 2024). Bu bağlamda, Kayseri’nin arpa üretimindeki verimliliği ve geniş ekim alanları, bölgenin stratejik önemini artırmaktadır. Arpa üretiminde Türkiye ortalamasına göre daha yüksek verimlilik oranlarına sahip olan Kayseri, modern tarım tekniklerinin kullanımı ve çiftçilerin bilgi birikimi sayesinde bu başarıyı elde etmiştir. Bölgedeki tarım kooperatifleri ve ziraat odaları da çiftçilere yönelik eğitim programları ve destekler sunarak, arpa üretiminde verimliliği artırmaktadır.

**Tablo 5.** Kayseri ilinde tahulların 2023 yılındaki ekiliş alanları, verim ve üretimleri

	Buğday	Arpa	Çavdar	Yulaf	Tritikale	Mısır
Ekiliş alanı (ha)	132.899	101.429 (Diğer) 1.500 (Biralık)	12.751	6.002	4.011	1.687 7.836 (Silaj)
Verim(kg/da)	313	313 (Diğer) 390 (Biralık)	375	295	325	946 6.079 (silaj)
Üretim Miktarı (ton)	416.358	382.710 (Diğer) 5.851 (Biralık)	45.1755	17.706	13.047	15.965 476.367 (silaj)

Kaynak: TÜİK,2024)

**Tablo 6.** Kayseri ili ve Türkiye’de buğday ve arpanın 2018-2023 dönemindeki ekiliş ve verimleri

KAYSERİ				
Yıllar	Buğday		Arpa (Diğer)	
	Ekiliş alanı (ha)	Verim (kg/da)	Ekiliş alanı (ha)	Verim (kg/da)
2018	143.367	239	98.099	287
2019	139.104	234	113.701	268
2020	152.592	237	96.949	238
2021	132.509	203	94.503	206
2022	135.699	233	99.128	237
2023	132.899	313	101.429	313
TÜRKİYE				
2018	6.097,169	271	2.478,276	267
2019	5.750,764	276	2.738,641	267
2020	5.664,180	292	2.904,637	265
2021	5.543,297	266	3.015,443	187
2022	5.423,779	296	3.085,617	263
2023	5.569,254	318	3.170,272	278

Kaynak: TUIK, 2024

#### 4.1. İlçelere Göre Arpa Üretimi

Kayseri’nin ilçelerinde arpa üretimi aşağıdaki şekilde dağılım göstermektedir (Tablo 7.).

**Tablo 7.** Kayseri ili ilçelerinin 2023 yılı arpa ekiliş alanları ve verimleri

İlçe Adı	Ürün adı	Ekilen alan (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
Kocasinan	Arpa (Diğer)	10.000	32.291	323
Melikgazi	Arpa (Diğer)	4.750	15.451	325
Akkışla	Arpa (Diğer)	2.125	3.937	185
Bünyan	Arpa (Diğer)	1.930	61.353	318
Develi	Arpa (Diğer)	700	16.667	238
Felahiye	Arpa (Diğer)	2.289	5.366	234
Hacılar	Arpa (Diğer)	240,8	555	230
İncesu	Arpa (Diğer)	2.595	6.856	264
Özvatan	Arpa (Diğer)	1.035	2.683	259
Pınarbaşı	Arpa (Diğer)	40.360	127.289	315
Sarıoğlan	Arpa (Diğer)	13.583	48.897	367
Sarız	Arpa (Diğer)	1.985	3.860	194
Talas	Arpa (Diğer)	3.905	10854	278
Tomarza	Arpa (Biralık)	1.500	5.851	390
Tomarza	Arpa (Diğer)	8.400	26.944	321
Yahyalı	Arpa (Diğer)	2.210	6.051	274
Yeşilhisar	Arpa (Diğer)	2.650	12.656	478

Kaynak: TUIK, 2024

**Tablo 8.** Kayseri İli İlçe Bazlı 2023 Yılı Verilerine Göre Tarım Alanı Büyüklükleri

İlçeler	Meyveler, İçecek Ve Baharat Bitkileri Alanı (ha)	Nadas Alanı (ha)	Sebze Alanı (ha)	Tahıllar Ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alanı (ha)	İlçe Toplamı (ha)
Akkışla	73.6	3.200	0,8	7.477	10.751
Bünyan	301	6.200	1.120	59.010	66.631
Develi	757	5.000	10.230	44.382	60.369
Felahiye	457	2.259	5.8	18.922	21.643
Hacılar	176	1.103	65.1	1.377	2.721
İncesu	3.446	5.000	461.6	15.618	24.526
Kocasinan	636	20.500	1.331	54.980	77.447
Melikgazi	459	5.061	136.4	1.271	17.828
Özvatın	283	6.00	6.6	6.105	6.995
Pınarbaşı	5.029	25.100	180	100.065	130.374
Sarıoğlan	27.4	3.576	1.080	31.536	36.219
Sarız	72.5	2.300	0	15.223	17.596
Talas	675	1.707	4.414	12.134	18.931
Tomarza	45.3	6.044	14.500	34.549	55.139
Yahyalı	3.548	4.100	148.4	11.947	19.743
Yeşilhisar	3.821	3.214	1.955	27.159	36.149
<b>İl Toplamı (Ha)</b>	<b>19.807</b>	<b>94.964</b>	<b>35.635</b>	<b>452.659</b>	<b>603.065</b>

**Kaynak:** TUIK, 2024

Bu dağılım, Kayseri'nin tarım arazilerinin genişliği ve verimliliği hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. İlçeler bazında incelendiğinde, Pınarbaşı ve Kocasinan, arpa üretiminde öncü ilçeler olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, Kayseri'nin Bünyan ve Develi ilçeleri de önemli üretim merkezlerindedir (TUIK, 2023). İlçelerdeki arpa üretim verimliliği, bölgenin iklim ve toprak koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Özellikle sulama olanaklarının artırılması ve modern tarım tekniklerinin kullanılması, üretim verimliliğini artırabilir.

## 5. ARPANIN EKONOMİK VE STRATEJİK ÖNEMİ

Arpa, Kayseri ve çevre illerde hem hayvancılık hem de sanayi açısından stratejik bir üründür. Arpa üretimi, hayvancılık sektöründe yem olarak kullanıldığı gibi bira sanayisinde de önemli bir hammadDEDİR. Bu nedenle, arpa üretiminde elde edilen verimlilik, bölgenin ekonomik gelişimi için kritiktir. Arpa, iklim değişikliğine dayanıklı çeşitleri sayesinde gelecekte tarımda önemli bir rol oynayabilir. Ayrıca, arpa üretiminde kullanılan modern tarım teknikleri ve verimliliği artıran uygulamalar, sürdürülebilir tarım açısından da büyük önem taşır. Kayseri ve çevre illerde arpa üretimi, çiftçilerin gelir seviyesini artırmakta ve bölgenin ekonomik kalkınmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, arpa üretiminde kullanılan modern teknikler ve organik tarım uygulamala-

rı, çevresel sürdürülebilirliği de desteklemektedir. Bu durum, hem ekonomik hem de ekolojik açıdan önemli bir avantaj sağlamaktadır.

## 6. HAYVAN BESLEME AÇISINDAN ÖNEMİ

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de tahılların hayvan yemi olarak kullanımını oldukça yaygındır. Hayvan yemi olarak tüketilen tahıl cinsleri arasında yem değeri en yüksek olan bitki arpadır. %79' u aşan nişasta değeri sayesinde diğer yemlere üstünlük göstermektedir ve diğer yemlerin karşılaştırılmasında ölçü olarak kullanılmaktadır. Arpanın ot olarak en önemli dezavantajı, kılçıklarının kuruduktan sonra sertleşmesi ve bu nedenle hayvanların bu otu tüketmekten kaçınmalarıdır (Çeri ve Acar, 2019). Yemlik olarak düz kılçıklı çeşitlere öncelik verilmelidir. Kılçığı dişli olan çeşitlerin taneleri yemlik olarak kullanılmadan önce kılçık kırandan geçirilmeli ya da arpa kırma yem olarak yedirilmelidir. Taze yeşil yem üretiminde küçük taneli tahıllar genellikle kullanılmakla birlikte, arpa hızlı çimlenme ve büyüme özellikleri nedeniyle öncelikli olarak tercih edilmektedir (Baytekin ve Özkan, 2012). Yeknesak bir çimlenme ve büyümenin sağlanabilmesi için tane iriliği ve uniformitesi büyük önem taşımaktadır; bu nedenle iki sıralı arpa çeşitleri daha fazla tercih edilmektedir. Ayrıca, Türkiye'de arpa üretimi yüksek seviyelerdedir ve bu durum, taze yeşil yem üretimi için büyük bir potansiyel sunmaktadır. Arpa fiyatlarının düşük olması da, taze yeşil yem kullanımının hayvan beslemede önemli maliyet avantajları sağladığını göstermektedir. Çimlenme hızı ve erken gelişme performansı bakımından bitkiler âleminde öne çıkan arpa, genellikle malt üretiminde kullanılsa da, taze yeşil yem üretimi için de oldukça uygun bir seçenek oluşturmaktadır. Ancak, bu alanda yapılacak daha fazla çalışma ile arpanın kısa süreli hasat edilen yem olarak verimliliği artırılabilir.

Türkiye'de yaklaşık 16 milyon 555 bin adet büyükbaş, 53 milyon 965 bin adet küçükbaş ve 366 milyon 585 bin adet kanatlı hayvan mevcuttur (Gülaç, 2023; TUİK, 2023). Türkiye'deki büyük ve küçükbaş hayvan sayıları Tablo 9'da verilmiştir. Hayvan varlıklarının artışı ve kültür ırklarının toplam hayvan varlığı içinde giderek fazlaşması, hayvan besleme ve yem hammaddesinde miktar olarak artışa ve yem kalitesindeki değişiklik ihtiyacına yol açmaktadır. Türkiye'de kendine yeterli tarımsal ürünlerden olan arpanın, hayvan yetiştiriciliğinde kaba ve karma yem açığının önemli bir bölümünü karşıladığı bildirilmektedir (Aydoğan ve ark, 2011; Eğilmez, 2023).

**Tablo 9.** Türkiye’de Tür ve ırklarına göre hayvan sayıları

Hayvan türleri	Sayı (Baş)	Büyükbaş, küçükbaş ve diğer hayvan sayıları içerisindeki pay (%)	Toplam hayvan sayısı içerisindeki pay (%)	Değişim (%)
<b>Toplam</b>	<b>69 106 733</b>		<b>100,0</b>	<b>-5,9</b>
<b>Büyükbaş</b>	<b>16 583 005</b>	<b>100,0</b>	<b>24,0</b>	<b>-2,6</b>
Sığır	16 421 256	99,0	23,8	-2,6
Kültür	8 070 159	49,1	11,7	-2,7
Kültür melezi	7 303 667	44,5	10,6	-0,3
Yerli	1 047 430	6,4	1,5	-14,9
Manda	161 749	1,0	0,2	-5,9
<b>Küçükbaş</b>	<b>52 363 410</b>	<b>100,0</b>	<b>75,8</b>	<b>-6,9</b>
Koyun	42 060 470	80,3	60,9	-5,9
Merinos	3 851 835	9,2	5,6	-2,7
Yerli	38 208 635	90,8	55,3	-6,2
Keçi	10 302 940	19,7	14,9	-11,0
Kıl keçisi	10 092 756	98,0	14,6	-10,8
Tiftik keçisi	210 184	2,0	0,3	-18,4
<b>Diğer</b>	<b>160 318</b>	<b>100,0</b>	<b>0,2</b>	<b>-12,2</b>
Deve	1 197	0,7	0,0	0,3
Domuz	1 673	1,0	0,0	1,5
At	66 431	41,4	0,1	-10,7
Eşek	74 704	46,6	0,1	-13,6
Katır	16 313	10,2	0,0	-14,2

**Kaynak:** TÜİK, 2023

Hayvancılık, ülkemizin artan nüfusunun yeterli ve dengeli beslenmesinin sağlanmasının yanı sıra, hayvancılıkla ilgili sanayinin hammadde ihtiyacını karşılamada da önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye’deki hayvan varlığının yaşam ve üretim ihtiyaçlarını karşılayacak kaliteli kaba yem temininde ciddi bir yetersizlik bulunmaktadır. Bu açığın büyük ölçüde tahıl samanı kullanılarak kapatılmaya çalışıldığı, mevcut durumun herkes tarafından kabul edilen bir gerçektir (Yavuz ve ark., 2020). Türkiye’de üretilen 29.6 milyon ton kaliteli kaba yem, 17.1 milyon hayvan birimi (HB) olan hayvan varlığının yaşam ihtiyacının yalnızca %37.6’sını karşılayabilmektedir. Süt verimi sağlayan, 500 kg canlı ağırlığındaki kültür ırkı bir inek, 1 hayvan birimi (HB) olarak kabul edilmekte olup, yaşam payı için canlı ağırlığının %10’u kadar yeşil yem veya %2.5 oranında kuru ot gereksinimi olduğu varsayılmaktadır (Altın ve ark., 2009). Bu bağlamda, 1 hayvan biriminin günlük yaşam payı ihtiyacı 50 kg yaş ot veya 12.5 kg kuru ot, yıllık ihtiyacı ise 18.3 ton yeşil ot ya da 4.56 ton kuru ot olarak

hesaplanmaktadır. Türkiye'deki 17.1 milyon hayvan birimi için yıllık olarak yaklaşık 312.9 milyon ton yaş ot veya 78.6 milyon ton kuru ot temin edilmesi gerekmektedir (Yavuz ve ark., 2020). Tüm bu veriler ışığında, mevcut iller için arpa ekim alanının ve üretilen saman ve kuru ot miktarının az olduğu, buna karşın hayvan sayısının fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca arpanın hayvan beslemesi açısından değerleri göz önüne alındığında;

- ✓ Arpa ekim alanı artırıldığında,
- ✓ Bölgelere uygun çeşit seçimi yapıldığında,
- ✓ Kaliteli ve sertifikalı çeşitlerin kullanımına ağırlık verildiğinde,
- ✓ Üreticiler yeterince bilgilendirildiğinde,
- ✓ Bölge için arpa demonstrasyonları kurularak üreticinin teşviki sağlandığında,
- ✓ Uygun gübreleme, sulama ve ilaçlama yapıldığında,

Ve arpanın hayvan besleme açısından öneminin üreticilere aktarılması sayesinde çalışma yapılan illerde özellikle kış aylarında hayvanların beslenmesi için gerekli olan yem ihtiyacı karşılanabilir. Ayrıca yem ihtiyacı açısından dışa bağımlılığın sorun olmaktan çıkacağı söylenebilir.

## 7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Arpa üretiminde, üstün verim ve kalite özelliklerine sahip, hastalık ve zararlılara dayanıklı ve çevresel streslere dirençli yeni çeşitlere ihtiyaç devam etmektedir. Kayseri ve çevresindeki arpa üretimi, bölgenin tarımsal ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır. Arpa tarımını etkileyen en önemli faktörler; toprak hazırlığı, ekim, uygulanan gübre, zirai mücadele, hasat zamanı gibi faktörlerdir. Ancak, daha yüksek verimlilik ve sürdürülebilir tarım uygulamaları için bazı öneriler sunulabilir:

- **Modern Tarım Teknikleri:** Yeni tarım teknolojilerinin kullanılması, üretim verimliliğini artırabilir.

- **Organik Tarım:** Organik tarım uygulamaları, hem ürün kalitesini artıracak hem de çevresel sürdürülebilirliği sağlayacaktır.

- **Pazar Geliştirme:** Bölgesel arpa üretiminin pazarlanması için yeni pazarlar ve ihracat fırsatları araştırılmalıdır.

- **Eğitim ve Destek Programları:** Çiftçilere yönelik eğitim ve destek programları, arpa üretimindeki verimliliği artırabilir ve modern tarım tekniklerinin benimsenmesine katkı sağlayabilir.

- **Sulama Yatırımları:** Bölgedeki sulama altyapısının geliştirilmesi, üretim verimliliğini artıracak ve kurak dönemlerde çiftçilerin ürün kaybını minimize edecektir.

· **Araştırma ve Geliştirme:** Yeni arpa çeşitlerinin geliştirilmesi ve mevcut çeşitlerin verimlilik ve dayanıklılık testlerinin yapılması, bölgedeki üretimi artırabilir.

· **Tarım Kooperatiflerinin Güçlendirilmesi:** Tarım kooperatiflerinin çiftçilere yönelik hizmetlerinin artırılması ve bu kooperatiflerin finansal olarak desteklenmesi, arpa üretiminin sürdürülebilirliğini sağlayacaktır.

**Sonuç olarak,** Kayseri ve çevre illerde arpa tarımının önemi, ekonomik katkıları ve stratejik önemi nedeniyle artarak devam etmektedir. Bölgesel tarım politikaları ve modern tarım teknikleri ile bu potansiyelin daha da artırılması mümkündür. Kayseri ve çevresinde, yüksek oranda tahıl üretimi yapılmasına rağmen, yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı istenen verim ve kalite düzeyine ulaşmakta zorluk yaşanmaktadır. Bölgede iklim koşullarının olumsuz etkileriyle birlikte, tarımsal işletmelerde sermaye ve teknik bilgi eksiklikleri, tarımla uğraşan nüfusun yaşlı ve eğitim düzeyinin düşük olması, ilgili kuruluşların tarımsal yayım faaliyetlerinin yetersizliği gibi sorunlar da mevcuttur. Yörede tahıl üretiminde monokültür uygulamaları ve nadasa dayalı üretim yaygın olup, potansiyel verimi düşük yerel çeşitlerin ekiliş oranı yüksek, sertifikalı tohum kullanımı ise oldukça düşüktür. Ayrıca, toprak işleme ve tohum yatağı hazırlığındaki hatalar, kışlık ekimlerin geç yapılması, yazlık ekimlerin fazla olması, ekim işlemlerinin genellikle serpme yöntemiyle yapılması, ahır gübresinin yakacak olarak kullanılması, kimyasal gübre uygulamalarındaki eksiklikler ve yabancı otlarla mücadele edilmemesi gibi faktörler, tahıl verimlerini sınırlayan unsurlar arasında yer almaktadır. Ancak, bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması için gerekli ekonomik, teknik ve idari önlemler alındığında, Kayseri ilinin buğday ve arpa üretiminde verimliliği ve kaliteyi artırma potansiyeline sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca, arpa pazarlama zincirindeki tüccar, zahireci, ezmeçi, kırmacı ve karma yem fabrikalarının kalite kriterlerine dayalı fiyatlandırma yapmaması, üreticilerin en verimli arpayı tercih etmelerine neden olmaktadır. Bu durumun yakın gelecekte de devam etmesi beklenmektedir. Bu nedenle, arpa alım süreçlerinde buğdayda olduğu gibi kalite kriterlerinin dikkate alınması, hem üreticilerin hem de pazarlama zincirinin verimliliğini artırabilir. Bu nedenle, arpa alımında kalite odaklı bir fiyatlandırma sistemi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akdeniz, H., & Koç, B. A. (2022). Altınova Ve Polatlı Tarımsal İşletmelerinde Yetiştirilen Arpa (*Hordeum Vulgare L.*) Çeşitlerinin Bazı Tarımsal Özellikleri Ve Kalite Değerleri. *Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences (EJONS)*, 6(21), 107-117.
- Akkaya A. (1994). Erzurum koşullarında farklı ekim sıklıklarının iki kışlık buğday çeşidinde verim ve verim unsurlarına etkisi. *TÜBİTAK Türk Tarım ve Orm. Derg* 18: 161–168.
- Akkaya A. (2008). Tahılın kalbi Konya'dan çağrı. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, Konya, 1-13.
- Aktaş H. (2017). Türkiye'de Yoğun Ekim Alanına Sahip Bazı Arpa (*Hordeum vulgare L.*) Çeşitlerinin Destek Sulamalı ve Yağışa Dayalı Koşullarda Değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(03):86-97.
- Altın, M., Orak, A., Tuna, C., 2009. Yembitkilerinin sürdürülebilir tarım açısından önemi. R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu ve Y. Karadağ (Editörler), *Yembitkileri, Genel Bölüm, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü*, Cilt 1, İzmir, s. 14.
- Anonim, (2023). 2023 Yılı Hayvancılık Sektör Raporu. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://www.tigem.gov.tr/Folder/CarouselDosyasi/d722366d-7a4d-4929-ab06-10bc2614778e.pdf>
- Aydoğan, S., Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Ayrancı, R.. (2010). Konya Koşullarına Uygun Yüksek Verimli ve Kaliteli Arpa Genotiplerinin Belirlenmesi, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya/Türkiye.
- Baytekin, H., & Özkan, P. (2012). Taze Yeşil Yem Üretiminde Arpanın Çimlenme Performansının Arttırılması Üzerine Araştırmalar, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çeri, S., & Acar, R. (2019). Serin iklim tahıllarının hayvan beslemede yeşil ve kuru ot olarak kullanımı. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 8(1), 178-194.
- Demir, K., & Tabur, S. (2008). Tuz Stresi (Nacl) Altında Çimlendirilen Arpa Tohumlarının Mitotik İndeks Ve Kromozom Anormallikleri Üzerine Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicisi Kombinasyonlarının Etkileri. *Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science*, 3(2), 162-173.
- Eğilmez, S. (2023). Ürün Raporu ARPA 2023. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), TEPGE Yayın No: 386, ISBN: 978-625-94245-2-1, Aralık 2023, Tarım ve Orman Bakanlığı Üniversiteler Mah. Dumlupınar Bulvarı 06800 Çankaya-ANKARA.
- FAO, (2024). Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT statistical database. <http://faostat.fao.org/> (Erişim Tarihi 25.07.2024)
- Gülaç, Z.N. (2023). Durum ve Tahmin KÜMES HAYVANCILIĞI 2023. Tarımsal Eko-



nomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), TEPGE Yayın No: 381, ISBN: 978-625-8451-66-5, Kasım 2023, Tarım ve Orman Bakanlığı Üniversiteler Mah. Dumlupınar Bulvarı 06800 Çankaya-ANKARA.

- Köten M., Ünşan A.S., Atlı A. (2013). Arpanın İnsan Gıdası Olarak Değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(2):51-55.
- Kün E, Avcı M, Uzunlu V ve Zencirci N. (1995). Serin iklim tahılları tüketim projeksiyonları ve üretim hedefleri. *Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi*. 9-13 Ocak, Ankara, 417-428.
- Taşcı, R., & Bayramoğlu, Z. (2020). Arpa Üretim İşleme ve Pazarlama Yapısının Değerlendirilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(4), 2988-2998. <https://doi.org/10.21597/jist.745370>
- TÜİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu (<https://www.tuik.gov.tr>). (Erişim Tarihi 24.07.2024).
- TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu (<https://www.tuik.gov.tr>) (Erişim Tarihi 25.07.2024).
- USDA, (2023). The United States Department of Agriculture, Foreign Agriculture Service(<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>).
- Yavuz, T., Kır, H., & Gül, V. (2020). Türkiye’de Kaba Yem Üretim Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Kırşehir İli Örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(3), 345-352. <https://doi.org/10.19159/tutad.728119>



# BÖLÜM 6

## TOPRAKSIZ TARIM YÖNTEMLERİYLE MAVİYEMİŞ (*Vaccinium corymbosum* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

*Mine AKMAN*<sup>1</sup>

*İbrahim ERDAL*<sup>2</sup>

1 Öğretim Görevlisi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bahçe Tarımı Programı, Burdur, Türkiye. ORCID ID: 0000-0001-6521-8420

2 Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta, Türkiye. ORCID ID: 0000-0001-8177-948X

## GİRİŞ

Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.), dünya genelinde yaygın olarak tüketilen ve yüksek besin değerine sahip bir meyvedir. Üretimi, artan tüketici talebi ve tarımsal uygulamalardaki gelişimlerin etkisiyle birlikte yıllar içerisinde önemli bir artış göstermiştir. Toprakta maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) yetiştiriciliğinde başarılı bir üretim elde edebilmek için; düşük pH seviyesi (4,5-5,5), yüksek organik madde içeriği (%7-10) ve iyi havalandırılmış bir ortam gerekmektedir (Kingston vd, 2017; Li ve Bi, 2019). Günümüzde arazilerin önemli bir kısmı bu gereksinimleri karşılayamamakta veya bu parametrelerin optimum seviyelerde tutulması ve sürdürülebilirliği çoğu yetiştirici için zorluk teşkil etmektedir (Fang vd, 2020a). Ülkemizin toprak özelliklerine bakıldığında ise Karadeniz Bölgesi'nin bazı kısımları hariç, birçok bölge toprağı bu gereklilikleri karşılayamamaktadır. Bu nedenle, yetiştiriciler son yıllarda özel substratlar kullanarak alternatif dikim yöntemlerine yönelmekte ve topraksız tarım yöntemlerine yönelik artan bir ilgi söz konusu olmaktadır (Braha ve Kullaj, 2024).

Topraksız tarım; bitkilerin büyümesi için ihtiyaç duyduğu su ve besin maddelerinin, kök bölgesine uygun miktarlarda verilmesi prensibine dayanan bir üretim tekniğidir (Gül, 2008). Bu teknik, su kültürü ve substrat kültürü olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Su kültürü tekniğinde bitkiler, doğrudan besin çözeltisi içinde yetiştirilirken; substrat kültürü tekniğinde ise perlit, kum, çakıl, kaya yünü ya da talaş gibi substratlar kullanılarak besin eriyikleriyle birlikte sulama işlemi yapılır. Su kültürü daha çok bitki besleme araştırmalarında kullanılırken; substrat kültürü, hem bitki besleme çalışmalarında hem de ekonomik anlamda üretim amacıyla farklı ürünlerde yaygın olarak uygulanmaktadır.

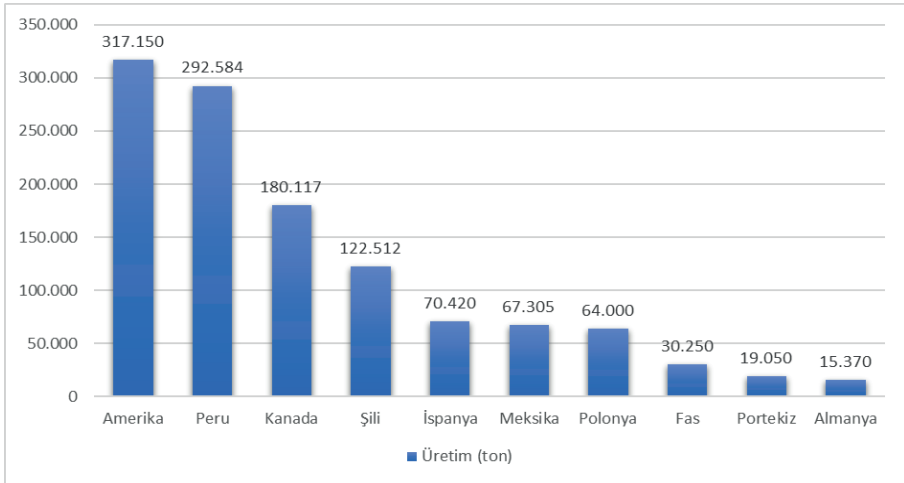
Topraksız tarım tekniği; toprak kaynaklı hastalıkların oluşumunu engelleme, havalandırma eksikliğinin yol açtığı kök fizyolojik hastalıklarını azaltma, su ve gübre kullanımını daha etkin hale getirme gibi avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca, bu yöntem, bitkilerin dikim adaptasyonunu iyileştirir. Optimum büyümenin yeterli olmadığı bazı ortamlarda bitkilerin yetiştirilmesine olanak tanır. Toprak temelli yetiştiriciliğe kıyasla bu özellikler, topraksız tarım metodlarını bir alternatif haline getirmektedir (Nunez vd, 2023; Ortiz-Delvasto vd, 2023).

Topraksız tarım tekniklerinde, bitki besleme, geleneksel tarımdaki yöntemlerden farklı bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Çünkü kullanılan yetiştirme ortamı hacmi oldukça sınırlıdır. Geleneksel tarımında, kil minerallerinin yüksek katyon değişim kapasitesi nedeniyle besin elementleri tutulabilirken, topraksız yetiştirme ortamlarının katyon değişim kapasitesi düşüklüğü nedeniyle besin elementlerinin tutulumu sınırlıdır. Geleneksel yetiştiricilikte genellikle mikro element gübrelemesi daha az yapılırken; topraksız tarım yöntemlerinde bitki gelişimi için gerekli olan tüm elementlerin dengeli bir şekilde gübrele-

me programı ile yetiştirme ortamına eklenmesi gerekmektedir. Ayrıca, bitki kökleri toprakta geniş bir alana yayılarak yarıyıllı elementlere ulaşabilir. Bu nedenle bitkinin rizosferinde yarıyıllı element miktarı topraksız ortamlar kadar yüksek değildir.

### 1.1. Maviyemiş Üretimi

Dünya genelinde maviyemiş yetiştiriciliği 2024 yılında yayınlanan bir rapora göre, 248.548 hektarlık bir alanda gerçekleştirilmekte ve toplamda 1.860.080 ton üretim yapılmaktadır (Anonim, 2024). Bu üretimin %70,47'si (1.310.870 ton) taze tüketim için ayrılırken, %29,52'si (549.210 ton) işlenmiş ürün olarak değerlendirilmektedir. Maviyemiş üretiminde en büyük paya sahip olan ilk on ülke, sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri, Peru, Kanada, Şili, İspanya, Meksika, Polonya, Fas, Portekiz ve Almanya'dır (FAO, 2022) (Şekil 1).



Şekil 1. Dünyada en fazla maviyemiş üretim miktarına (ton) sahip ülkeler.

Ülkemizde 2023 yılında maviyemiş ekim alanı 5.454 dekar olup, toplam üretim ise 10.315 tona ulaşmıştır. Ülke genelinde Karadeniz, Trakya, Marmara, Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde toplam 15 ilde toprakta ve 18 ilde ise saksıda maviyemiş üretimi yapılmaktadır. Toprak koşullarının uygun olduğu bölgelerde yetiştiricilik genellikle toprakta gerçekleştirilirken, koşulların uygun olmadığı ancak ekolojik avantajların kullanılarak erken veya geç hasat yapılabilen Akdeniz Bölgesi gibi alanlarda ise üretim genellikle topraksız tarım teknikleri ile saksı veya torbalarda yapılmaktadır. Türkiye'de maviyemiş yetiştiriciliğinde üretim alanı bakımından Bursa, Antalya, Rize, Kırklareli, Yalova, Trabzon, Afyonkarahisar, Manisa, Kocaeli ve Ordu illeri ön plana çıkmaktadır. Üretim miktarı bakımından ise Bursa, Antalya, Kırklareli, Rize, Trabzon, Artvin, Manisa, İstanbul, Bilecik ve Afyonkarahisar illeri ilk sıralarda yer almaktadır. Ülkemizde soğuklanma gereksinimi yüksek

olan maviyemiş çeşitleri, özellikle Karadeniz ve Marmara Bölgesi'nde ve Akdeniz Bölgesi'nin yüksek rakımlı alanlarında yetiştirilmektedir (Çelik, 2024).

Türkiye, maviyemiş üretiminde coğrafi ve iklimsel çeşitlilik açısından önemli bir avantaja sahiptir. Ülkemizin güney bölgelerde bulunan ısıtmalı seraların kullanımı ve kuzey bölgelerdeki yüksek rakımlarda üretimin sağlanması durumunda, Ocak ayından Ekim ayına kadar 9-10 ay süren bir hasat dönemi elde etmek mümkün olmaktadır. Bu durum, Türkiye'nin üretim kapasitesini artırarak küresel pazarda daha güçlü bir konum edinmesine olanak sağlamaktadır (Çelik, 2024).

## 1.2. Bitki Sistematığı

Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.), Ericaceae familyasının *Vaccinium* cinsine ait çok yıllık bir çalı meyve bitkisidir (Han vd., 2021; Wu vd., 2022) (Şekil 2). Dünya genelinde kültürel ve ticari anlamda yetiştirilen üç farklı maviyemiş türü bulunmaktadır. Bu türler arasında ekonomik açıdan en yaygın olarak kültürü yapılan, yüksek boylu maviyemişlerdir. Yüksek çalı formuna sahip bu türler, 1906 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde başlatılan seleksiyon ve melezleme çalışmalarıyla geliştirilmiştir (Bozdağ, 2019). Kuzey Amerika kökenli olan maviyemişin (Neugebauer vd, 2024; Wu vd, 2022), lezzeti ve yüksek besin değeri sayesinde dünya genelinde yetiştiriciliği hızla yayılmaktadır (Wu vd, 2022).

<b>Takım:</b> Ericales
<b>Familya:</b> Ericaceae
<b>Alt Familya:</b> Vacciniaceae
<b>Cins:</b> Vaccinium
<b>Alt cins:</b> Cyanococcus (Maviyemişler)
<b>a-</b> <i>Vaccinium corymbosum</i> L. (Yüksek boylu maviyemiş)
<b>b-</b> <i>Vaccinium ashei</i> Reade (Tavşan gözü maviyemiş)
<b>c-</b> <i>Vaccinium angustifolium</i> Ait. (Alçak boylu maviyemiş)

Şekil 2. Bitki sistematığı

## 1.3. Bitki Morfolojisi

Doğal ortamda 5 metreye kadar boylanabilen maviyemiş bitkisinin günümüzde modern bahçelerde 1,5 metreden fazla uzaması tercih edilmemektedir. Bitkinin yaprakları, mızrakı ya da elips şeklinde olup, normalde koyu yeşil renk olan yaprakları, sonbaharda kırmızı ve sarı renge dönüşür. Çiçek duru-

mu, en çok 5 cm boyunda ve her bir çiçeğin boyu 1,5 cm'dir. Çiçekler beyaz renkli ve bazen pembe çizgilidir (Şekil 3). Maviyemiş meyveleri, salkım halinde olup, salkımda olgunlaşma dipten uca doğru devam etmektedir. Meyve sapsız, kabuksuz ve 1,5-6,0 gr ağırlığındadır. Mavi, siyah, pembe renkli meyveleri, ekşi-tatlı ve bol suludur. Olgun meyveler, mavi-siyah ya da koyu mor renkli; yüzeyi ise puslu görünümlüdür (Çelik, 2008). Meyveleri, polifenoller, anti-siyaninler ve flavonoidler gibi aktif bileşenler açısından zengin olup, yüksek antioksidan içeriği ile dikkat çeker. Meyveler yassı veya küresel şekillidir (Liu vd, 2022; Nagasaka vd, 2022).

Bitki, oldukça dallanmış ve çapı 50 µm'den daha küçük olan ince köklerden oluşan sığ bir kök sistemine sahiptir. İnce kök yapısı nedeniyle kuraklık stresine karşı son derece duyarlıdır. Ticari anlamda verimli bir üretim için iyi drene edilmiş toprak, dengeli ve yeterli sulama büyük önem taşımaktadır (Bryla ve Strik, 2006; Eck ve Childers, 1966; Valenzuela-Estrada vd, 2009). Kök tüylerinden yoksun ve düşük emilim kapasitesine sahip kök sisteminin rizosfer ortamı için; yüksek organik madde içeriğine sahip, gevşek yapılı ve asidik özellikteki topraklar tercih etmektedir (Nunez vd, 2023; Ortiz-Delvasto vd, 2023; Saad vd, 2020).



Şekil 3. Çiçeklenme dönemi görünümü

#### 1.4. Ekolojik İstekleri

Dünya çapındaki maviyemiş üretiminin büyük bir kısmı, *Vaccinium* cinsine ait yüksek boylu maviyemiş, alçak boylu maviyemiş ve tavşangözü maviyemiş türlerinden elde edilmektedir. Yüksek boylu maviyemişler, soğuklama ihtiyacı açısından iki alt gruba ayrılmaktadır. Soğuklama ihtiyacı yüksek olan

türler “kuzeyli yüksek boylu maviyemiş” olarak adlandırılırken, soğuklama isteği düşük olan türler ise “güneyli yüksek boylu maviyemiş” olarak tanımlanmaktadır.

Maviyemiş bitkisi, asidik topraklarda yetişen ve kalsifüj (kireç sevmeyen) bitkisi olarak sınıflandırılan bir bitkidir (Nestby ve Retamales, 2019). Bitki, genellikle düşük pH seviyesine (4,5-5,5), yüksek oranda organik madde içeriğine (%7-10) ve iyi havalandırılmış bir yetiştirme ortamında optimum gelişim gösterir (Kingston vd, 2017; Li ve Bi, 2019). Bu düşük pH koşulları altında, besin maddelerinin bulunabilirliği sınırlı olduğundan, maviyemiş bitkisi düşük besin gereksinimlerine sahip, yavaş büyüyen bir bitki olarak tanımlanır (Doyle vd, 2021). Oligotrofik (düşük besin seviyelerine sahip ortamlara adapte) özelliklere sahip olan maviyemiş bitkisi; azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi elementler bakımından diğer bitkilere kıyasla daha düşük değerlere sahiptir (Ortiz-Delvasto vd, 2023; Ru vd, 2024; Shen vd, 2020; Yang vd, 2023). Bu özellikler göz önünde bulundurulduğunda, maviyemiş bitkisi, elma gibi diğer meyvelere kıyasla genellikle daha düşük element bileşimine sahiptir (Hancock vd, 2012).

*Vaccinium* cinsine ait farklı tür ve çeşitler, farklı pH seviyelerine uyum sağlama konusunda değişik yeteneklere sahiptir (Austin ve Bondari, 1992; Owen ve Altand, 2008; Poorter vd, 2012). Ancak, özellikle yüksek boylu maviyemiş türlerinde, aşırı yüksek pH seviyeleri, sınırlı bitki büyümesine ve verim kaybına yol açmaktadır. Ayrıca, bu durum demir, mangan ve bakır gibi besin maddelerinin alımının kısıtlanmasına sebep olabilir (Vargas ve Bryla, 2015). Yapılan araştırmalar, yüksek rizosfer pH seviyelerinin besin alım dengesizliğine yol açtığını ve bu dengesizliğin, demir eksikliğinden kaynaklanan kloroz belirtilerine ve fotosentezdeki azalmaya neden olarak bitki büyümesini engellediğini, dolayısıyla verimi düşürdüğünü ortaya koymaktadır (Jiang vd., 2017; Owen ve Altand, 2008).

## 1. TOPRAKSIZ TARIM YÖNTEMLERİ İLE MAVİYEMİŞ YETİŞTİRİCİLİĞİ

Su kaynakları ve arazi kısıtlamaları gibi zorluklar, sağlıklı gıdalara olan talebin artmasıyla birleşerek, üreticileri daha az kaynak kullanarak daha fazla “Süper Gıda” üretmek için teknolojiyi kullanmaya ve takip etmeye yönlendirmektedir.

Maviyemişin topraksız tarım yöntemiyle üretimi, dünya genelinde hızla artmaktadır. Bu üretim yöntemi, yetiştiriciliğin ilk yılından itibaren yüksek verimlilik sağlamaktadır (Heller ve Nunez, 2022). Kullanılacak substratların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, bu malzemelerin etkin bir şekilde kullanılması için oldukça önemlidir. Çünkü substratlar, köklerin gelişeceği ortamı oluşturarak bitkilerin büyüme ve gelişimi üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir (Lemaire, 1995). Topraksız tarım yöntemlerinin tercih edilme-



sinin başlıca nedenlerinden biri de, bu yöntemle besin maddelerinin konsantrasyonunu ve nem içeriğini kontrol ederek toprak stresini sınırlamak ve bitki rizosferini iyileştirmeye olanak tanımaktır (Heller ve Nunez, 2022).

Saksıda yetiştiricilik, uygun olmayan toprak özelliklerine sahip, örneğin zayıf tuzlu topraklarda da, uygulanabilen bir yöntemdir. Ancak, saksıda maviyemiş yetiştirmenin bir dezavantajı, sınırlı kök büyümesi ve dolayısıyla daha kısa bitki ömrü nedeniyle, uzun vadeli üretimi olumsuz etkileyebilecek şekilde su ve besin maddelerinin emilimi için daha az yüzey alanı sunmasıdır. Ayrıca, küçük hacimli saksılar rüzgâr etkisiyle bitkinin devrilmesine yol açabilir (Li ve Bi, 2019). Bu yöntem aynı zamanda ek bir maliyet oluşturmakta, ancak hasat döneminde maliyeti manipüle etme imkanı da sağlamaktadır (Heiberg ve Lunde, 2006).

### 1.1. Çeşit Seçimi

Çeşit seçimi, bitki üretiminde verimliliği önemli ölçüde etkileyen bir parametredir. Bu seçimde bitkinin soğuklanma ihtiyacı da ön plana çıkmaktadır. Yüksek boylu maviyemişler, dünya çapında en çok yetiştirilen maviyemiş türü olup, soğuklanma ihtiyaçlarına göre güneyli ve kuzeyli olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Güneyli yüksek boylu maviyemiş çeşitleri 150-800 saat, kuzeyli yüksek boylu maviyemiş çeşitleri 800-1200 saat, tavşangözü çeşitleri ise 300-700 saatlik bir soğuklanma süresine ihtiyaç duymaktadır (Retamales ve Hancock, 2012).

Çeşit seçiminde iklim koşulları, bitkilerin gelişimi ve optimum verim potansiyelini belirlemede temel bir faktör olup, başarılı bir üretim için stratejik bir öneme sahiptir. Özellikle ilkbaharın geç donları çiçeklenme dönemine denk gelirse çiçek tomurcukları ve salkımları zarar görebilir. Bu nedenle lokasyona uygun çeşit seçimi önemlidir. Bazı yüksek boylu maviyemiş çeşitleri kar altında sürgünleri  $-40^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar dayanmakta, çiçekleri ise  $2.2^{\circ}\text{C}$ 'de zarar görmektedir (Çelik, 2008). Dolu, yağmur, güneş kaynaklı zararlar ise, meyvelerin kalite özellikleri olumsuz etkiler. Bu nedenle topraksız maviyemiş yetiştiriciliğinde, çevresel koşullara karşı koruma sağlamak amacıyla gölgeleme tülü, dolu tülü ve yağmur tülü kullanımı gibi önlemler alınmaktadır.

Seçilen çeşidin, çevresel koşullar ve yetiştirme şartlarına uyum sağlama kapasitesinin yanı sıra, hastalıklar ve zararlılara karşı gösterdiği tolerans veya direnç düzeyi de büyük bir rol oynamaktadır. Bu özellikler, çeşidin uzun vadeli performansını ve sürdürülebilirliğini belirleyerek, verimliliği doğrudan etkileyebilmektedir. Dolayısıyla, uygun çeşidin seçimi, yalnızca yüksek verim elde etmek için değil, aynı zamanda bitkilerin sağlıklı gelişimini ve çevresel faktörler ile başa çıkmalarını sağlamak için kritik öneme sahiptir.

Yapılan bir araştırmada; yüksek boylu maviyemiş çeşitlerinin saksılarda ve yükseltilmiş masuralarda yetiştirilmesi incelenmiş ve saksıda yetiştiricili-

ğin, “Draper”, “Duke” ve “Huron” çeşitleri için verim açısından; bitki gelişimi açısından ise “Huron” ve “Draper” çeşitleri için uygun bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, “Draper”, “Duke” ve “Huron” çeşitleri saksıda yetiştiricilik için elverişli bulunmuş, ancak “Blue Ribbon” çeşidinin saksıya dikiminin önerilmediği sonucuna varılmıştır (Braha ve Kullaj, 2024).

## 1.2. Substrat Seçimi

Topraksız tarım teknikleri kullanılarak yapılan yetiştiricilikte kullanılan substrat (Şekil 4), temel olarak bitkileri sabitleyip desteklemekle birlikte, aynı zamanda besin ve su tedarikini düzenleme işlevi de görmektedir (Cocetta vd, 2012; Hu vd, 2023; Yang vd, 2022). Substratın bileşimi, kök bölgesinin nem, sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve havalanma koşullarını etkileyerek, bitkilerin hem vejetatif hem de generatif gelişimini doğrudan şekillendirmektedir (Fields vd, 2014; Lopeş vd., 2008; Ochmian vd., 2019). Substratın fizikokimyasal özellikleri, köklerin geliştiği ortam üzerinde doğrudan etkili olup, bu durum bitkilerin büyüme ve gelişimini, dolayısıyla verim ve kaliteyi belirleyen önemli bir faktördür. Bu nedenle, substratın etkin bir şekilde kullanılması, üretim sürecinin verimliliği ve kalitesi açısından kritik öneme sahiptir (Ortiz-Delvasto vd, 2023).



Şekil 4. Farklı yetiştirme ortamlarında maviyemiş yetiştiriciliği

Saksı veya torbalar ile yapılan yetiştiricilikte kullanılacak substratın seçimi, yalnızca bitki gelişimini ve verimliliğini etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda ekonomik açıdan da önem kazanmaktadır. Substratın maliyeti ve temin edilebilirliği, üreticiler için kritik bir karar kriteri oluşturmaktadır. Örneğin, Floridada, 50.5 litrelik bir saksının yerli üretim çam kabuğu ile doldurulmasının maliyeti yaklaşık 0.43 dolar iken, aynı saksının hindistan cevizi lifi ile doldurulmasının maliyeti 2018 yılında 8.70 dolara kadar çıkmıştır. Bu durum, hindistan cevizi lifi gibi bazı substratların ithalatını zorunlu kılmakta ve üretim maliyetlerini önemli ölçüde artırmaktadır. Dolayısıyla, üreticilerin substrat seçimini yaparken, sadece bitki gereksinimlerini göz önünde bulundurmakla kalmayıp, aynı zamanda maliyet ve tedarik durumunu da dikkate alarak, finansal analizler ve kârlılık tahminlerine dayalı bir strateji geliştirmeleri gerekmektedir (Fang vd, 2022). Bu yaklaşım, sürdürülebilir üretim süreçlerinin oluşturulmasına yardımcı olurken, uzun vadeli ekonomik dengeyi sağlamak için de önemlidir.

Topraksız yetiştirme ortamları, su tutma kapasitesi ile drenaj arasında optimum bir denge sağlayan bileşenlerden oluşmalıdır. Sphagnum torfu ve hindistan cevizi lifi, yetiştirme ortamına su tutma özelliği kazandırmaktadır. Ağaç kabuğu bazlı substratların kullanımına yönelik ilgi de giderek artmaktadır. Kullanılan substratlar, genellikle düşük pH değerine sahip torf, talaş veya çam kabuğu gibi organik materyal karışımlarından oluşmaktadır. pH değeri 4,0 ile 4,2 arasında ve elektriksel iletkenlik (EC) değeri ise 0,5 dS/m'nin altında olan çam kabuğu, özellikle saksıda maviyemiş yetiştiriciliğinde kullanılacak uygun substratlardan biridir (Braha ve Kullaj, 2024). Organik materyallerin zamanla ayrışması, substratın sıkışmasına ve hacim kaybına yol açarak saksı ortamındaki havalanma ve suyun homojen dağılımını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu durum, özellikle yüksek karbon-azot oranına sahip çam kabuğu gibi organik materyallerin yoğun şekilde kullanıldığı substratlar için daha kritik bir önem taşımaktadır (Fang vd., 2020a).

Karışım olarak kullanılan substratların oranı, yetiştirme ortamının hava dolu gözenek hacmini belirleyen kritik bir parametredir. Maviyemiş üretiminde kullanılan substratların boşluklar hacmi genellikle %30'un üzerinde olup, bu oran süs bitkileri, meyve ağaçları veya maviyemiş fidan yetiştiriciliğinde kullanılan yetiştirme ortamlarından (%10–20) daha yüksektir (Nunez vd., 2024).

Torf içeren substrat karışımları, bitki yetiştiriciliğinde sıklıkla tercih edilmektedir. Bu karışımlar, uygun katyon değişim kapasitesi, düşük fitotoksik madde içeriği ve düşük yığın yoğunluğu gibi avantajlar sunmaktadır. Bu özellikleri ile, özellikle ürün verimliliğini artırma açısından önemli katkılar sağlamaktadır (Meng vd., 2022). Torf ve hindistan cevizi lifi, topraksız tarım yöntemlerinde, maviyemiş gibi bitkilerin kök sistemine uygun ortamlar sunarak, aynı zamanda su tutma kapasitesini de artırmaktadır (Alt vd., 2017). Asidik

pH seviyeleri ve yüksek su tutma kapasiteleri sayesinde, maviyemiş yetiştiriciliği için ideal ortamları oluşturmaktadır (Schreiber ve Nunez, 2021). Perlit, iyi hava geçirgenliği ve stabiliteye sahip; besin çözeltisinin dengesine müdahale etmeden, bitkilerin kök gelişimini destekleyen ve topraksız tarım yöntemlerinde sıklıkla kullanılan bir substrattır (Nunez vd., 2023; Shen vd., 2020; Xu vd., 2020; Yang vd., 2022). Perlitin farklı oranlarda yetiştirme ortamına dahil edildiği bir çalışmada, ortamın besin içeriği veya bitki besin alımı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu durumun, perlitin bitki büyümesi üzerindeki etkisinin beslemeden ziyade, daha çok sulama düzeni ve yetiştirme ortamının su dinamikleri üzerindeki etkileriyle ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır (Kingston, vd., 2020). Belirtilen özellikler, torf ve perlit gibi substrat karışımlarının topraksız tarım tekniklerinde, verimli ve sürdürülebilir bir üretim ortamı sağlama açısından yaygın olarak kullanıldığını açıkça ortaya koymaktadır.

Hindistan cevizi lifi ve torfun kullanıldığı bir çalışmada, torfun, hindistan cevizi lifine kıyasla daha düşük tuz içeriğine sahip olduğu ve azot (N), fosfor (P), magnezyum (Mg) ve kükürt (S) gibi besin maddelerinin bitkiler tarafından alınımını artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, sodyum klorür (NaCl), karbonatlar ve bikarbonatlar gibi tuzların yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu sulama sularının kullanıldığı durumlarda, hindistan cevizi lifinin tuzluluk seviyelerini daha fazla artırarak potansiyel sorunlara yol açabileceği öngörülmüştür (Kingston vd., 2020). Abad vd., (2002), hindistan cevizi liflerinin yüksek konsantrasyonlarda sodyum (Na<sup>+</sup>), potasyum (K<sup>+</sup>) ve klor (Cl<sup>-</sup>) içerdiğini belirtmiştir. Yapılan çalışmalar, hindistan cevizi liflerinde, Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> gibi katyonların, substratın adsorpsiyon bölgesi ile substrat çözeltisi arasında dinamik bir denge oluşturduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, anyonlar ise (Cl<sup>-</sup> gibi) yalnızca substrat çözeltisinde bulunmakta, bu durum substratın özelliklerini etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, topraksız tarım yöntemlerinde kullanılan hindistan cevizi lifinin olası tuz içeriği nedeniyle, ekim öncesinde substratın dikkatlice yıkanması gerekliliği vurgulanmaktadır (Heller ve Nunez, 2022). Günümüzde yetiştiricilikte kullanılacak substratlarda pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ayarlanmış, kullanıma hazır ticari karışımların tercih edilmesi yaygın bir uygulama haline gelmiştir. Ayrıca, su kalitesinin de bu süreçte önemli bir rol oynadığı ve bitkilerin sağlıklı gelişimini desteklemek için suyun uygun özelliklerde olması gerektiği belirtilmektedir (Poulter, 2014). Substratın tuz içeriği ve su kalitesi, bitkilerin beslenme dengesi ve büyümesi üzerinde doğrudan etkiye sahip olduğundan, bu faktörlerin dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Substratlar genellikle yabancı ot tohumlarından arı şekilde üretilmektedir. Ancak fertigasyon işlemi yapılan substratlar, saksılara düşen tohumların çimlenmesi için ideal bir ortam sağlar. Bu nedenle maviyemiş fidanlarının dikildiği ilk yıllarda çam kabuğu gibi kaba tekstürlü materyaller saksının üst kısmına

yerleştirilebilir. Böylece substratın üzerini örten materyal yabancı ot çıkışını engellemektedir. Genellikle bitki geliştiğçe saksıların üst kısmını kaplayarak bu alanı gölgeler ve yabancı ot baskısı minimal düzeye inmektedir.

### 1.3. Saksı/Torba Boyutları

Topraksız tarım yöntemleriyle maviyemiş yetiştiriciliğinde genellikle saksı veya torba kültürü kullanılmaktadır. Kurulum döneminde torbalara dikim maliyet açısından daha avantajlı olsa da, uzun vadede daha maliyetli hale gelebilmekte ve saksıya dikime kıyasla bazı dezavantajları bulunmaktadır. Saksı kullanımı, torbaların elastikiyetine bağlı değişiklikleri ortadan kaldırarak tüm saksılarda aynı miktarda substrat kullanılmasını sağlar. Ayrıca, saksıların sert yapısı rüzgârlı havalarda torbalara göre daha fazla stabilite sunar.

Saksıların kanallı ve konik şekilleri, nem dengesinin sağlanmasında yardımcı olabilmektedir. Buna karşılık, torbalarda nem dengesinin sağlanamaması durumunda hastalık riski daha yüksek olabilmektedir. Yeterli drenajın sağlanması, kök hastalıklarının (örneğin, *Phytophthora* kök çürüklüğü) önlenmesi ve yetiştirme ortamının tuzluluk seviyesinin yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda drenaj delikleri fazla olan saksı veya torbalar tercih edilmelidir. Ayrıca torbaların yapısı nedeniyle doldurulan substrat miktarı saksılara kıyasla daha fazla olmaktadır. İlk yatırım maliyeti açısından torbalar daha ekonomik görünse de, 5-6 yıl sonra değiştirilme gerekliliği nedeniyle uzun vadede daha maliyetli hale gelebilir.

Saksı veya torbaya dikimde kullanılan kap boyutları, hacimleri ve şekilleri yetiştiricilik için önem arz etmektedir. Saksı hacimleri ile literatür taraması yapıldığında ideal hacim ile ilgili farklı çalışmalar mevcuttur. Whidden (2008), Floridada ticari maviyemiş üretiminde yaygın olarak kullanılan saksı boyutunun 56-95 litre arasında olduğunu bildirmiştir. Topraksız tarım yöntemleri ile yetiştiriciliğin ilk yıllarında işletmelerde genellikle büyük saksı hacimleri (38-50 litre kapasiteli) tercih edilmiştir. Ancak günümüzde, daha küçük kapasiteli saksıların (19-26 litre) kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu değişim, küçük saksıların daha ekonomik olması, daha az substrata ihtiyaç duyması ve yetiştirme ortamındaki nemin daha homojen bir şekilde dağılımına olanak tanınmasıyla ilişkilendirilmiştir. Araştırmalar, daha büyük saksı boyutlarının bitki büyümesi veya verimliliği üzerinde anlamlı bir artış sağlamadığını ortaya koymaktadır (Nunez vd., 2024).

Yetiştiricilikte kullanılan saksı boyutları ile ilgili yapılmış farklı çalışmalar bulunmaktadır. Braha ve Kullaj (2024), çalışmasında 60 litrelik saksı kullanırken; Anwar vd., (2024), 26 cm x 26 cm x 30 cm (uzunluk x genişlik x yükseklik) boyutlarında kare saksıyı, Ortiz-Delvasto vd., (2023), 35 litrelik saksı ve 40 lt'lik (22 x 15 x 120 cm) torbaları, Fang vd., (2022), 40,4 litre ve 50,5 litrelik saksıları denemesinde kullanmıştır. Güneyli yüksek boylu maviyemiş çeşitlerinden 2-4 yaşlarındaki fidanlarla yapılan tarla çalışmaları, kök sistemleri-

nin çoğunlukla toprağın üst 20 cm'sinde yoğunlaştığı gözlenmiştir (Fang vd., 2020b). Her iki kap boyutu (40,4 litre ve 50,5 litre) 20 cm derinliği aştığı için kök sistemlerine büyümek için yeterli derinliğin sağlandığı ve bu nedenle, çalışmada kullanılan kap boyutlarının bitkiyle ilgili tüm ölçümler üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Buna ek olarak dikimden sonraki ilk iki yıl içinde kap boyutunun kök büyümesini kısıtlamadığını fakat kökler saksıya bağlı hale geldikten sonra bitki performansını değerlendirmek için uzun vadeli gözlemlere ihtiyaç duyulacağını bildirmiştir (Fang vd.,2022).

Güneyli yüksek boylu maviyemiş çeşitlerinin sığ kök sistemine sahip olması nedeniyle, yüksek kap boyutlarına kıyasla daha geniş olanlar tercih edilmektedir. Geniş saksılar, bitkilerin devrilme riskini azaltmaktadır. Bununla birlikte, kap şeklinin (yuvarlak- kare) veya renginin (siyah- beyaz) maviyemiş bitkisinin kök gelişimi üzerindeki etkisinde literatürde bir fikir birliği bulunmamaktadır. Öte yandan, bazı yetiştiriciler, aşırı hava koşulları sırasında ek stabilite sağlamak amacıyla saksıları zemine sabitleme yöntemlerini test etmektedir (Nunez vd., 2024). Braha ve Kullaj (2024), yaptığı çalışmada 60 litrelik siyah saksılara diktiği maviyemiş fidanlarının sıcaklık dalgalanmalarından ve rüzgar esintilerinden etkilenmemesi amacıyla substratla doldurarak toprağa yerleştirilmiştir.

Saksı veya torbada yetiştiricilikte genel olarak bitkinin uygun bir substrat ortamında yetiştirilmesine imkan sağlanmakta ve bitkinin kök gelişimi için kritik olan su ve oksijen dengesinin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kullanılan saksıların yüksekliği ise, bu dengeyi etkileyen kısıtlayıcı parametrelerden biridir. Çünkü bitki köklerinin sağlıklı bir şekilde gelişebilmesi için yeterli miktarda oksijen ve suyun mevcut olması gerekmektedir. Saksının alt kısmındaki suyun varlığı, köklerin suya erişimini sağlarken, oksijenin kökler tarafından kullanılabilirliği ise büyüme ve beslenme süreçlerinde kritik öneme sahiptir (Owen ve Altland, 2008). Bu nedenle, saksıların boyutları ve şekilleri, bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyüebilmesi için optimal su tutma kapasitesine ve havalandırmaya sahip olmalıdır.

#### 1.4. Sulama

Yüksek boylu maviyemiş çeşitlerinde kök sistemi ağırlıklı olarak 40 cm derinlikten daha az bir alanda bulunmaktadır. Bu nedenle bitki kısa süreli su kısıtlamasına maruz kaldığında bile, su stresine hızlı bir tepki geliştirerek fotosentezin azalmasına, dolayısıyla büyüme ve meyve veriminin düşmesine yol açabilmektedir (Bryla ve Strik, 2007). Bitkinin su gereksinimi, fenolojik gelişim dönemi ve yetiştirildiği iklim koşullarına bağlı olarak da farklılık göstermektedir. Sulama stratejilerinin, bitkinin büyüme evreleri ve çevresel iklim koşulları göz önünde bulundurularak optimize edilmesi, verim ve kaliteyi artırmak için kritik öneme sahiptir.

Sulama sıklığı ve miktarının belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri, süzüntü suyu oranı esas alınarak planlama yapılmasıdır. Bu yaklaşımda, uygulanan sulama suyu veya gübre çözeltisi hacmine kıyasla drene olan suyun veya gübrenin hacmi bir oran olarak hesaplanmaktadır. Araştırmalar, optimum süzüntü suyu oranının %15-25 aralığında olması gerektiğini göstermektedir. %25'in üzerindeki oranlar, hem besin maddesi kaybının artmasına hem de yetiştirme ortamında aşırı doyumluk oluşmasına yol açabilir. Bu durum, özellikle *Phytophthora* veya *Pythium* kaynaklı kök çürüklüğü gibi patojenlerin gelişimini teşvik edebilmektedir (Nunez vd., 2024).

Yetiştirme ortamındaki nem seviyesinin hassas sensörler aracılığıyla ölçülmesi de, sulama miktarının belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Günümüzde ticari işletmelerde ise, genellikle solar radyasyon temelli sistemler tercih edilmektedir. Bu sistemler, belirli radyasyon seviyesine göre otomatik olarak devreye girerek sulama ve gübreleme işlemlerini gerçekleştirmektedir. Sık ve kısa süreli sulamalar, bitki gelişimi için optimum nem seviyesini sağlarken, aynı zamanda besin maddesi kaybını ve ortamda tuz birikimini minimize etmektedir.

Damla sulama sistemi, başlangıç maliyeti yüksek olmasına rağmen, suyun kontrollü bir şekilde uygulanabilmesi ve dağılımın homojenliği nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir. Günümüzde, bitki kök bölgesine uyumlu çaplarda halka şeklinde damlatıcılar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

### 1.5. Gübreleme

Maviyemiş endüstrisinin sürdürülebilir gelişiminin sağlanması amacıyla, uygun besin çözeltisi formülünün geliştirilmesi ve optimize edilmesi büyük önem taşımaktadır. Günümüzde topraksız tarım yöntemiyle maviyemiş yetiştiriciliği yaygınlaşmış olsa da, bu bitki için ideal besin çözeltisi formülüne dair yapılan araştırmalar belirsizliğini korumaktadır. Ayrıca, su ve gübre ile entegre bir besin çözeltisi formülüne ilişkin çalışmalar oldukça sınırlı olup, bu alandaki bilimsel çalışmaların eksikliği, maviyemiş yetiştiriciliğinin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak için önemli bir engel teşkil etmektedir.

Topraksız maviyemiş yetiştiriciliğinde, entegre sistemler kullanılarak gübreleme ve su temini eş zamanlı olarak sağlanmaktadır (Ortiz-Delvasto vd., 2023). Besin çözeltisinin yönetimi, topraksız tarımda bitki yetiştiriciliğinin temel bir unsurudur. Bitkilerin optimum gelişimi için büyüme süresi boyunca uygun bir besin çözeltisinin sağlanması gerekmektedir. Bu süreçte, çözeltinin formülündeki bileşenler, konsantrasyon yoğunluğu, besin maddelerinin oranları, pH değeri ve besin çözeltisinin hazırlanma sıklığı gibi parametreler, bitki kökleri tarafından besin maddelerinin emilimini ve kullanımını doğrudan etkilemektedir (Tamir vd., 2023). Stok gübre çözeltilerinin hazırlanmasında suda çözünürlüğü yüksek, tortu bırakmayan iyi kalitede gübrelere kullanılması gereklidir. Kalsiyum nitrat, potasyum nitrat, demir EDDHA, MAP, amonyum

sülfat, potasyum sülfat, magnezyum sülfat, mangan sülfat, borax, çinko sülfat, sodyum molibdat yetiştiricilikle yaygın olarak kullanılmaktadır. Gübre çözeltilerinin hazırlanması sırasında kullanılacak gübre çözeltilisinin anyon-kasyon dengesinin sağlanması ve elektriksel iletkenlik (EC) değeri hesaplamalarının doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Besin çözeltilerinin pH'sı ve EC değeri bitkinin gelişimi için en uygun aralığa (pH: 4,2 - 5,5 , EC <2,0 mS cm<sup>-1</sup>) göre düzenlenmelidir (Kingston, 2017). Bu süreçte yapılan hatalar, bitkilerde besin elementleri arasında istenmeyen etkileşimlerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Modern ticari üretim işletmelerinde, kontrol edilebilir ve uzaktan erişim olanağı sunan otomasyon sistemleri sayesinde, pH ve EC değerleri hedeflenen aralıklara ayarlanarak fertigasyon uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Drene edilen süzöntü suyunun pH ve EC değerleri, manuel ölçüm cihazları kullanılarak da tespit edilebilmektedir.

Maviyemiş yetiştiriciliğinde bitkinin pH hassasiyeti, topraksız tarım uygulamalarında belirli önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Sulama suyu ve gübreleme işlemlerinin etkisiyle yetiştirme ortamının pH değerinin istenen aralığa getirilmesi, sülfürik asit, fosforik asit veya nitrik asit gibi besleme açısından uygun asitlerin kullanımıyla sağlanmaktadır. Kullanılan asit türleri, bitkinin fenolojik evresine bağlı olarak (vejetatif veya generatif dönem) farklılık gösterebilmektedir.

Genel olarak topraksız tarımda bitkiler gübreleme uygulamalarına oldukça hızlı yanıt verir, bu da doğru veya yanlış uygulamaların etkilerinin kısa sürede gözlemlenmesine olanak tanımaktadır. Maviyemiş bitkisi de gübrelemeye karşı oldukça duyarlıdır. Yapılan hatalı gübre uygulamaları, yalnızca bitkinin verimini olumsuz yönde etkilemekle kalmaz, aynı zamanda yapraklarda solmaya yol açarak, fizyolojik işlevlerde bozulmalara neden olmaktadır (Alt vd., 2017; Shen vd., 2020; Tang vd., 2024).

## 2. SONUÇ

Topraksız tarım yöntemlerinin, yetiştiriciliğin ilk yılından itibaren yüksek verimlilik sağlaması, tarımsal üretimde tercih edilirliliğini her geçen gün artırmaktadır. Maviyemiş yetiştiriciliği, son yıllarda dünya genelinde artan talep doğrultusunda önemli bir yükseliş trendi sergilemektedir. Ülkemizde de bu küresel eğilime paralel olarak maviyemiş üretim alanı ve miktarı açısından hızlı bir gelişim göstermektedir. Bu gelişmelerin, Ülkemizde yeni iş alanlarının oluşturulması, istihdamın artması, tarımsal üretim ve ihracat potansiyelinin artırması adına büyük fırsatlar sunacağı öngörülmektedir. Bunun yanı sıra, yenilikçi üretim tekniklerinin uygulanması ve geliştirilmesi, bu alanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasını destekleyecek önemli bir temel oluşturacaktır. Ülkemizin maviyemiş yetiştiriciliğinde rekabetçi bir konuma ulaşabilmesi için bilimsel çalışmaların artırılması ve bu çalışmaların üretim süreçlerinde etkili uygulamalar ile hayata geçirilmesi önem arz etmektedir.



## KAYNAKÇA

- Abad, M., Noguera, P., Puchades, R., Maquieira, A., & Noguera, V. (2002). Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants. *Bioresource Technology*, 82(3), 241–245. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00189-4](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00189-4)
- Alt, D. S., Doyle, J. W., & Malladi, A. (2017). Nitrogen-source preference in blueberry (*Vaccinium* sp.): Enhanced shoot nitrogen assimilation in response to direct supply of nitrate. *Journal of Plant Physiology*, 216, 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2017.05.014>
- Anonim. (2024). Global demand exceeds supply in blueberries and it is necessary to double its growth. Erişim Tarihi: 8 Aralık 2024, <https://blueberriesconsulting.com/en/demanda-mundial-supera-a-la-oferta-en-arandanos-y-es-necesario-c-recer-al-doble/>
- Anwar, A., Zheng, J., Chen, C., Chen, M., Xue, Y., Wang, J., Su, W., Chen, R., & Song, S. (2024). Effects of NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N ratio on growth, nutrient uptake and production of blueberry (*Vaccinium* spp.) under soilless culture. *Frontiers in Plant Science*, 15, Article 1438811. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1438811>
- Austin, M. E., & Bondari, K. (1992). Soil pH effects on yield and fruit size of two rabbiteye blueberry cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 67, 779–785.
- Bozdağ, M. M. (2019). Ülkemizde bulunan bazı *Vaccinium* türlerinin morfolojik ve pomolojik karakterizasyonu [Yüksek lisans tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Genetik Mühendisliği Anabilim Dalı, Niğde, Türkiye.
- Braha, S., & Kullaj, E. (2024). Effects of the growing systems on growth and yield of high-bush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 30(3), 445–450.
- Bryla, D. R., & Strik, B. C. (2006). Variation in plant and soil water relations among irrigated blueberry cultivars planted at two distinct in-row spacings. *Acta Horticulturae*, 715, 295–300.
- Bryla, D. R., & Strik, B. C. (2007). Effects of cultivar and plant spacing on the seasonal water requirements of highbush blueberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 132(3), 270–277.
- Cocetta, G., Karppinen, K., Suokas, M., Hohtola, A., Häggman, H., Spinardi, A., et al. (2012). Ascorbic acid metabolism during bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) fruit development. *Journal of Plant Physiology*, 169(10), 1059–1065. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.03.010>
- Çelik, H. (2008). Blueberry – Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.). Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/283841520>
- Çelik, H. (2024). Blueberry production and economy (Maviyemiş üretim ve ekonomisi). Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/379484661>

- Doyle, J. W., Nambeesan, S. U., & Malladi, A. (2021). Physiology of nitrogen and calcium nutrition in blueberry (*Vaccinium* sp.). *Agronomy*, 11(4), 765. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040765>
- Eck, P., & Childers, N. F. (1966). *Blueberry culture*. Rutgers University Press.
- Fang, Y., Nunez, G. H., da Silva, M. N., Phillips, D. A., & Munoz, P. R. (2020a). A review for southern highbush blueberry alternative production systems. *Agronomy*, 10, Article 1531.
- Fang, Y., Nunez, G., Fisher, P., & Munoz, P. R. (2022). Effect of container size, substrate composition, and genotype on growth and fruit quality of young southern highbush blueberry in a container-based intensive production system. *Scientia Horticulturae*, 302, Article 111149. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111149>
- Fang, Y., Williamson, J., Darnell, R., Li, Y., & Liu, G. (2020b). Optimizing nitrogen fertigation rates for young southern highbush blueberry. *Agronomy*, 10, Article 30389. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030389>
- Fields, J. S., Fonteno, W. C., Jackson, B. E., Heitman, J. L., & Owen, J. S. (2014). Hydrophysical properties, moisture retention, and drainage profiles of wood and traditional components for greenhouse substrates. *HortScience*, 49(6), 827–832. <https://doi.org/10.21273/hortsci.49.6.827>
- FAO. (2022). Crops and livestock products. Erişim Tarihi: 8 Aralık 2024, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Gül, A. (2008). *Topraksız tarım*. Hasad Yayıncılık.
- Han, T., Wu, W., & Li, W. (2021). Transcriptome analysis revealed the mechanism by which exogenous ABA increases anthocyanins in blueberry fruit during veraison. *Frontiers in Plant Science*, 12, Article 758215. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.758215>
- Hancock, J., & Retamales, J. (2012). Blueberry taxonomy and breeding. In J. Hancock & J. Retamales (Eds.), *Blueberries* (pp. 19–49). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845939045.0019>
- Heiberg, N., & Lunde, R. (2006). Effect of growth medium on highbush blueberries grown in pots. *Acta Horticulturae*, 715, 219–224.
- Heller, C. R., & Nunez, G. H. (2022). Preplant fertilization increases substrate microbial respiration but does not affect southern highbush blueberry establishment in a coconut coir-based substrate. *HortScience*, 57(1), 17–21. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI16220-21>
- Hu, L., Wang, X., Liu, H., Wu, Y., Wu, W., Lyu, L., et al. (2023). Mechanisms of exogenous GA3-induced inhibition of seed development in southern highbush blueberry (*Vaccinium darrowii*). *Scientia Horticulturae*, 322, Article 112430. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112430>
- Jiang, Y., Li, Y., Zeng, Q., Wei, J., & Yu, H. (2017). The effect of soil pH on plant growth, leaf chlorophyll fluorescence and mineral element content of two blueberries. *Acta Horticulturae*, 1180, 269–276.

- Kingston, P. H. (2017). Substrate production of blueberry: Evaluation of soilless media and potassium, nitrogen fertility on growth and nutrition [Master's thesis, Oregon State University].
- Kingston, P. H., Scagel, C. F., & Bryla, D. R. (2017). Suitability of sphagnum moss, coir, and Douglas fir bark as soilless substrates for container production of highbush blueberry. *HortScience*, 52(11), 1692–1699.
- Kingston, P. H., Scagel, C. F., Bryla, D. R., & Strik, B. C. (2020). Influence of perlite in peat and coir-based media on vegetative growth and mineral nutrition of highbush blueberry. *HortScience*, 55(5), 658–663. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14640-19>
- Lemaire, F. (1995). Physical, chemical and biological properties of growing medium. *Acta Horticulturae*, 396, 33. <https://doi.org/10.17660/actahortic.1995.396.33>
- Li, T., & Bi, G. (2019). Container production of southern highbush blueberries using high tunnels. *HortScience*, 54(2), 267–274. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13639-18>
- Liu, L., Zheng, Y., Feng, S., Yu, L., Li, Y., Zong, Y., et al. (2022). Transcriptomic and physiological analysis reveals the responses to auxin and abscisic acid accumulation during *Vaccinium corymbosum* flower bud and fruit development. *Frontiers in Plant Science*, 13, Article 818233. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.818233>
- Lopez, J. C. C., Waller, P., Giacomelli, G., & Tuller, M. (2008). Physical characterization of greenhouse substrates for automated irrigation management. *Acta Horticulturae*, 797, 333–338. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2008.797.47>
- Meng, X. Y., Wang, Q. P., Lv, Z., Cai, Y. F., Zhu, M. C., Li, J. L., Ma, X. G., Cui, Z. J., & Ren, L. H. (2022). Novel seedling substrate made by different types of biogas residues: Feasibility, carbon emission reduction and economic benefit potential. *Industrial Crops and Products*, 184, Article 115028. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115028>
- Nagasaka, K., Nishiyama, S., Fujikawa, M., Yamane, H., Shirasawa, K., Babiker, E., et al. (2022). Genome-wide identification of loci associated with phenology-related traits and their adaptive variations in a highbush blueberry collection. *Frontiers in Plant Science*, 12, Article 793679. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.793679>
- Nestby, R., & Retamales, J. B. (2019). Diagnosis and management of nutritional constraints in berries. In J. B. Retamales (Ed.), *Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints* (pp. 251–282). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00040-X>
- Neugebauer, K. A., Mattupalli, C., Hu, M., Oliver, J. E., Vanderweide, J., & Lu, Y. (2024). Managing fruit rot diseases of *Vaccinium corymbosum*. *Frontiers in Plant Science*, 15, Article 1428769. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1428769>
- Nunez, G. H., Buzzzi, G., & Heller, C. R. (2023). Southern highbush blueberry responses to humic acid application in soilless substrates. *Scientia Horticulturae*, 308, Article 111541. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111541>

- Nunez, G. H., Zapien, M., & Philips, D. A. (2024). Introduction to southern highbush blueberry cultivation in containers. Retrieved from <https://doi.org/10.32473/edis-HS1476-2024>
- Ochmian, I., Malinowski, R., Kubus, M., Malinowska, K., Sotek, Z., & Racek, M. (2019). The feasibility of growing highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) on loamy calcic soil with the use of organic substrates. *Scientia Horticulturae*, 257, Article 108690. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108690>
- Ortiz-Delgado, N., Garcia-Ibañez, P., Olmos-Ruiz, R., Bárzana, G., & Carvajal, M. (2023). Substrate composition affects growth and physiological parameters of blueberry. *Scientia Horticulturae*, 308, Article 111528. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111528>
- Owen, J. S., & Altand, J. E. (2008). Container height and Douglas fir bark texture affect substrate physical properties. *HortScience*, 43(2), 505–508. <https://doi.org/10.21273/hortsci.43.2.505>
- Poorter, H., Bühler, J., Van Dusschoten, D., Climent, J., & Postma, J. A. (2012). Pot size matters: A meta-analysis of the effects of rooting volume on plant growth. *Functional Plant Biology*, 39(9), 839–850. <https://doi.org/10.1071/FP12049>
- Poulter, R. (2014). Quantifying differences between treated and untreated coir substrate. *Acta Horticulturae*, 1018, 557–564. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1018.61>
- Retamales, J. B., & Hancock, J. F. (2012). *Blueberries*. Crop Production Science in Horticulture (Vol. 21). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845939045.0000>
- Ru, S., Sanz-Saez, A., Leisner, C. P., Rehman, T., & Busby, S. (2024). Review on blueberry drought tolerance from the perspective of cultivar improvement. *Frontiers in Plant Science*, 15, Article 1352768. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1352768>
- Saad, N., Alcalá-Briseño, R. I., Polston, J. E., Olmstead, J. W., Varsani, A., & Harmon, P. F. (2020). Blueberry red ringspot virus genomes from Florida inferred through analysis of blueberry root transcriptomes. *Scientific Reports*, 10, Article 12043. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68654-3>
- Schreiber, M. J., & Nunez, G. H. (2021). Calcium carbonate can be used to manage soilless substrate pH for blueberry production. *Horticulturae*, 7, Article 7. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7040074>
- Shen, X., Sheng, L., Benedict, C., Kruger, C. E., Su, Y., Schacht, E., et al. (2020). Evaluation of pre-harvest microbiological safety of blueberry production with or without manure-derived fertilizer. *Frontiers in Microbiology*, 10, Article 3130. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03130>
- Tamir, G., Zeng, Q., Eli, D., Zilkah, S., Bar-Tal, A., & Dai, N. (2023). Combined effects of alkaline pH and high Ca concentration on root morphology, cell-wall polysaccharide concentrations and blueberry plant performance. *Frontiers in Agronomy*, 5, Article 1121448. <https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1121448>
- Tang, Q., Wang, X., Ma, S., Fan, S., Chi, F., & Song, Y. (2024). Molecular mechanism

- of abscisic acid signaling response factor VcbZIP55 to promote anthocyanin biosynthesis in blueberry (*Vaccinium corymbosum*). *Plant Physiology and Biochemistry*, 210, Article 108611. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.108611>
- Valenzuela-Estrada, L., Richards, J., Diaz, A., & Eissenstat, D. (2009). Patterns of nocturnal rehydration in root tissues of *Vaccinium corymbosum* L. under severe drought conditions. *Journal of Experimental Botany*, 60(4), 1241–1247.
- Vargas, O. L., & Bryla, D. R. (2015). Growth and fruit production of highbush blueberry fertilized with ammonium sulphate and urea applied by fertigation or as granular fertilizer. *HortScience*, 50(3), 479–485.
- Whidden, A. (2008). Commercial blueberry production methods in Hillsborough County. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 121, 36–37.
- Wu, Y., Huang, Z., Zhang, C., Shi, C., Lyu, L., Li, W., et al. (2022). Comparative analysis of the morphological, physiological, proteomic, and metabolic mechanisms of the “Biloxi” blueberry response to shade stress. *Frontiers in Plant Science*, 13, Article 877789. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.877789>
- Xu, N., Yu, B., Chen, R., Li, S., Zhang, G., & Huang, J. (2020). OsNAR2.2 plays a vital role in the root growth and development by promoting nitrate uptake and signaling in rice. *Plant Physiology and Biochemistry*, 149, 159–169. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.02.004>
- Yang, H., Wei, Z., Duan, Y., Wu, Y., Zhang, C., Wu, W., et al. (2023). Transcriptomic and metabolomic investigation of the adaptation mechanisms of blueberries to nitrogen deficiency stress. *Scientia Horticulturae*, 321, Article 112376. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112376>
- Yang, H., Wu, Y., Zhang, C., Wu, W., Lyu, L., & Li, W. (2022). Growth and physiological characteristics of four blueberry cultivars under different high soil pH treatments. *Environmental and Experimental Botany*, 197, Article 104842. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.104842>



# BÖLÜM 7

## TÜRKİYE'DE ÇİLEK ÜRETİM PROJEKSİYONU VE REKABET GÜCÜ ANALİZİ

*Aslı DALGIÇ<sup>1</sup>*

*Vecdi DEMİRCAN<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Arş. Gör. Dr., Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi, Tarım İşletmeciliği

<sup>2</sup> Prof. Dr., Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi, Tarım İşletmeciliği

## GİRİŞ

Üzüm sü meyveler içerisinde yer alan çilek (*Fragaria vesca*) insan sağlığı için önemli mineral ve vitaminler içermektedir. Çileğin taze olarak tüketiminin yanında dondurulabilmesi ve kurutulabilmesi aynı zamanda reçel, marmelat, dondurma, meyse suyu, jöle, şekerleme gibi çok çeşitli ürünlerin hammaddesi olması nedeniyle sanayii ve diğer çeşitli endüstriler için önemini artırmıştır (Cociu vd, 1999). Ayrıca çilek, pazarda taze meyvenin az olduğu dönemlerde piyasaya girmesi nedeniyle pazar avantajı bulunmaktadır (Nacar, 2012). Sahip olduğu bu özellikler nedeniyle dünyanın birçok bölgesinde örtü altında ve açıkta yetiştiriciliği yapılmaktadır. FAO verilerine göre 2022 yılında dünyada yaklaşık 398 bin hektar alanda 9.27 milyon ton çilek üretimi gerçekleşmiştir. Türkiye 728.11 bin ton çilek üretimi ile Çin (3.35 milyon ton) ve ABD'den (1.26 milyon ton) sonra dünyada üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2024). Ayrıca 2022 yılında 59.13 bin ton taze ve dondurulmuş çilek ihracatından 78.37 bin dolar gelir elde edilmiştir (ITC-TRADE-MAP, 2024).

Türkiye'de deniz seviyesinden 2000 m'ye kadar ekonomik anlamda çilek yetiştiriciliği yapılabilir (Aslantaş ve Karakurt, 2007). Çilek tarımının bu kadar geniş bir alanda yapılabilmesinde ıslah çalışmaları sonucunda çeşit sayısının artması, adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması ve üretim tekniklerinde yaşanan gelişmelerin önemli payı bulunmaktadır (Yılmaz, 2009).

Literatürde Türkiye'de bitkisel üretim ile ilgili ARIMA modeli kullanılarak gelecekteki üretim miktarına ilişkin yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır (Çelik, 2013; Aydoğan vd., 2015; Uysal vd., 2016; Berk ve Uçum, 2019; Uzundumlu vd.2019; Karabacak ve Uzundumlu, 2020; Çakan, 2020; Dalgıç vd., 2024; Özdemir ve Aksoy, 2024). Ayrıca Türkiye'de ihracatta önemli olan tarımsal ürünlerin rekabet gücü analizinin yapıldığı çalışmalarda bulunmaktadır (Bashimov, 2016; Güvenç ve Kazankaya, 2019; Demir, 2022; Akay vd., 2023; Çakan ve Turhan, 2023; Sarıca ve Dağ, 2023; Özözen, 2024).

Türkiye'de yıllar itibariyle çilek yetiştiriciliği ve dış ticaretinde önemli gelişmeler olmuştur. Çilek, içerdiği vitamin ve mineraller bakımından insan sağlığına faydasının yanında ülke ekonomisine önemli katkı sağlamaktadır. Gelecek yıllara ilişkin çilek üretim miktarının tahmin edilmesi, üretimin sürdürülebilirliği ve ihracat gelirleri ve gıda güvenliğine yönelik uygun politikaların oluşturulması açısından önemlidir. Bu çalışmanın amacı; Türkiye'de 1961-2023 yılları arasındaki çilek üretim miktarı verilerini kullanarak ARIMA (Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama) yöntemi ile gelecek on yıllık üretim miktarının tahmin edilmesi ve rekabet gücü analizi yapılarak üretim ve dış ticaret politikalarına yönelik önerilerde bulunmaktır. Çalışmadan elde edilen bulguların, çilek yetiştiriciliği yapan üreticilere, bu alanda yatırım yapmak isteyen girişimcilere, politika oluşturuculara ve bu alanda çalışma yapmak isteyen araştırmacılara yararlı bilgiler sunacağı beklenmektedir.



## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışmanın ana materyaline ait veriler Uluslararası Ticaret Merkezi (ITC-TRADE-MAP), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nden (FAO) elde edilmiştir. Türkiye'nin 1961-2022 yılları arası çilek üretim verilerine FAO veri tabanından, 2023 yılının ait üretim miktarına TÜİK veri tabanından ve dış ticaret ile ilgili verilere ise ITC-TRADE-MAP veri tabanından ulaşılmıştır. Ayrıca, konu ile ilgili yapılmış sektör raporlarından, ulusal ve uluslararası yayınlardan faydalanılmıştır.

### ARIMA (Box-Jenkins) yöntemi

Türkiye'nin gelecek 10 yıllık üretim projeksiyonunu (2024-2033) yapmak için, zaman serisi analizlerinden Box-Jenkins (1970) otoregresif entegre hareketli ortalamalar (ARIMA) modelinden yararlanılmıştır. Bu yöntemde ele alınan herhangi bir serinin durağan olup olmadığı ve mevsimsel eğilimin olup olmadığı ele alınmaktadır (Kutlar, 2017). Genel olarak ARIMA (p,d,q) modeli eşitlik 1'de verilmiştir:

$$W_t = \Phi_1 W_{t-1} + \Phi_2 W_{t-2} + \dots + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_{qet-q} e_{t-q} \quad (1)$$

Fark alma derecesi  $d=0$  olduğunda, yani seri orijinal değerler itibariyle durağan ise bu durumda, ARIMA(p,d,q) modeli AR, MA, ARMA modellerinden birine dönüşmektedir. Bu nedenle ARIMA(p,d,q) modeli esnek bir modeldir. ARIMA(p,d,q) modelinde p veya q sıfır olabilir. p'nin sıfır olması durumunda model IMA(d,q), q'nun sıfır olması durumunda ise ARI(p,d) model türüne indirgenir (Box and Jenkins, 1976).

Zaman serilerinin modellenmesi ve tahmin işleminin yapılabilmesi için önce serinin durağan olması gerekmektedir (Oruç ve Eroğlu, 2017). Çalışmada, öncelikle serinin durağan olup olmadığını belirlemek amacıyla Otoregresif Korelasyon Fonksiyonu (ACF) ve Parçalı Otoregresif Korelasyon Fonksiyonu (PACF) grafikleri değerlendirilmiş ardından Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey Fuller-ADF) Birim Kök testi uygulanmıştır (Dickey and Fuller, 1981). Serinin durağan olup olmadığı tespit edildikten sonra, durağan değil ise farkları alınarak seri durağan hale getirilir. Durağan hale gelen seri için modelin parametreleri, en küçük karalar (EKK) yöntemi yardımıyla öngörü işlemi gerçekleştirilir. En iyi modelin seçimi düşük Akaike (1979) (AIC) veya Schwarz (1978) (SIC) bilgi kriterleri, kalıntı otokorelasyonların olmaması ve parametrelerin uygulugu ile tespit edilir.

### Rekabet gücü analizi

Çilek dış ticaretinin rekabet gücü analizinde dünya çilek üretiminde önde gelen ülkelerin verileri ele alınarak Laursen (2015) tarafından geliştirilen Açıklanmış Simetrik Karşılaştırmalı Üstünlük (RSCA) indeksi kullanılmıştır.

RSCA'nın hesaplanabilmesi için önce Balassa (1965) tarafından geliştirilen Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler (RCA) indeksinin hesaplanması gerekmektedir. RCA indeksi eşitlik 2'de verilmiştir.

$$RCA_{ij} = (X_{ij}/X_{it})/(X_{wj}/X_{wt}) \quad (2)$$

Eşitlikte,  $RCA_{ij}$ ; i ülkesinin j malı için açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler endeksini,  $X_{ij}$ ; i ülkesinin j malı ihracatını,  $X_{it}$ ; i ülkesinin toplam ihracatını,  $X_{wj}$ ; j malının dünya toplam ihracatını ve  $X_{wt}$  ise, toplam dünya ihracatını ifade etmektedir.

RSCA indeksi ise RCA indeksinin nötr değerinin simetrik olacak şekilde düzeltilmiş hali olup bu indeks -1 ile +1 arasında değer almaktadır (Laursen, 2015). Pozitif değere sahip ülkenin rekabet gücü olduğunu göstererek daha net tahmin yapabilme imkânı sağlar. RSCA indeksi eşitlik 3 yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$RSCA_{ij} = (RCA_{ij} - 1) / (RCA_{ij} + 1)$$

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

#### 3.1. Türkiye'de çilek üretim miktarının projeksiyonu

Dünyada önemli ülkelerin çilek üretim miktarlarının gelişimi Çizelge 1'de verilmiştir. Dünya çilek üretimi 2005 yılında 5.85 milyon ton iken %63.56 oranında artarak 2022 yılında 9.57 milyon tona ulaşmıştır. Çin, 3.35 milyon çilek üretimi ile dünyada birinci sırada yer alırken 1.26 milyon ton çilek üretimi ile ABD ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye ise 2005 yılında 200 bin ton olan çilek üretimi 3.64 kat artarak 2022 yılında 728 bin tona ulaşmıştır. Türkiye dünya çilek üretiminin %7.61'ini oluşturarak üçüncü sırada yer almaktadır. Yıllar itibariyle üretim miktarı en fazla artış gösteren ülke Mısır olmuştur. Mısır'ın çilek üretimi 2005 yılında 100 bin ton iken 6.38 kat artarak 2022 yılında yaklaşık 638 bin tona ulaşmıştır (FAO, 2024).

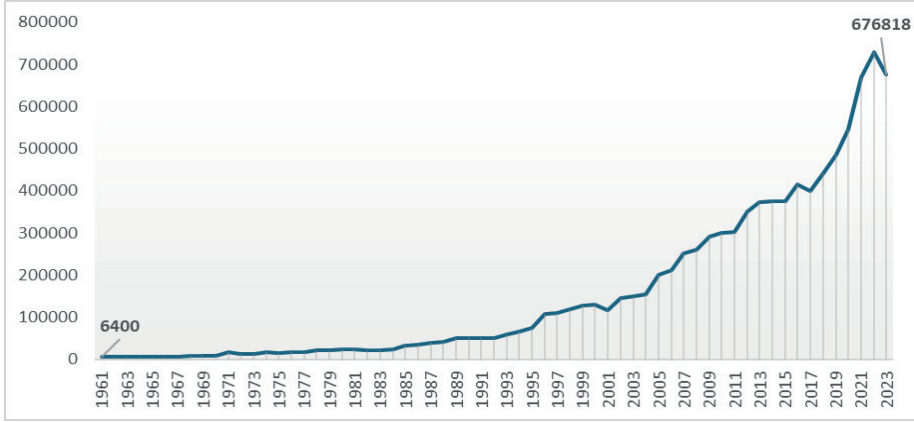
Çizelge 1. Dünya çilek üretiminin gelişimi (ton)

Ülkeler	2005	2010	2015	2020	2021	2022	İndeks (2000=100)
Çin	1 962 850	1 799 473	2 811 751	3 326 784	3 340 939	3 354 804	170.91
ABD	1 053 242	1 293 650	1 390 410	1 209 730	1 211 090	1 261 890	119.81
Türkiye	200 000	299 940	375 800	546 525	669 195	728 112	364.06
Mısır	100 000	238 432	435 344	438 730	663 659	637 842	637.84
Meksika	162 627	226 657	392 625	557 514	542 891	568 272	349.43
İspanya	320 853	275 355	397 369	272 550	360 570	325 880	101.57
Rusya	221 000	165 000	182 000	218 400	237 100	254 800	115.29
Polonya	184 782	153 410	204 889	157 600	162 900	199 400	107.91

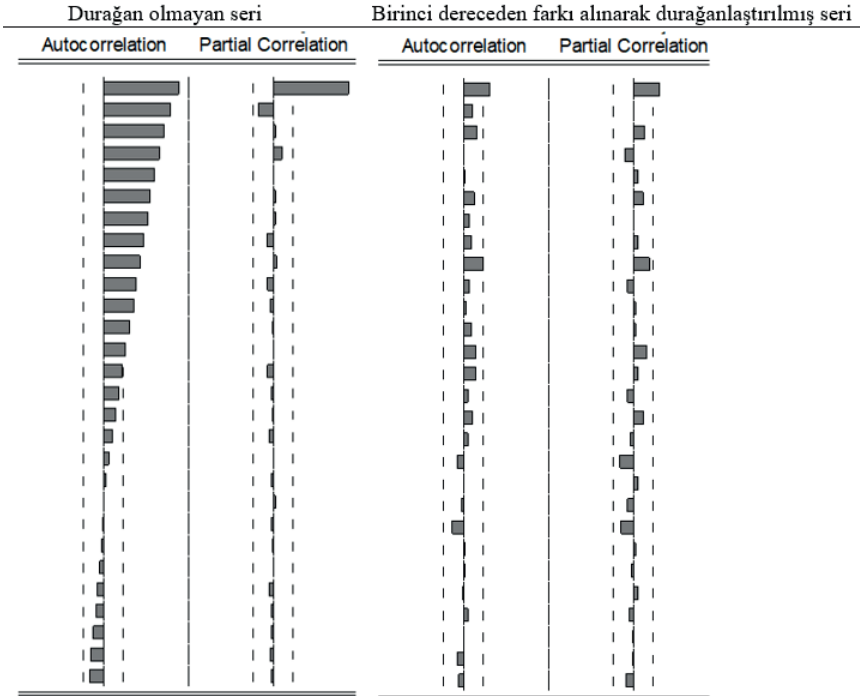
Güney Kore	201 995	231 803	194 513	163 646	177 480	192 889	95.49
Diğer ülkeler	1 443 648	1 614 627	1 857 910	2 047 543	1 995 833	2 045 976	141.72
Dünya	5 850 997	6 298 347	8 242 611	8 939 022	9 361 657	9 569 865	163.56

FAO, 2024

Türkiye’de örtü altı ve açıkta yetiştiriciliği yapılabilen çileğin üretim projeksiyonu için 1961-2023 dönemine ait yıllık zaman serisi kullanılmıştır. Türkiye farklı iklim özelliklerine sahip olması nedeniyle çilek yetiştiriciliğinde önemli avantajlara sahiptir (Yılmaz, 2009). Türkiye’de çilek üretimi 1961 yılında 6.40 bin ton iken 105.75 kat artış göstererek 2023 yılında 676.82 bin tona yükselmiştir. ARIMA (Box-Jenkins) modeli ile Türkiye’de çilek üretiminin 2032 yılına kadar tahmin edilmesinde kullanılan 1961-2022 dönemi zaman serisinin seyri Şekil 1’de verilmiştir. Şekil 1’de Türkiye’de çilek üretiminin yıllar itibariyle dalgalı ve artan bir seriye sahip olduğu görülmektedir. Bunu daha net görebilmek ve durağanlığını belirlemek için otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) grafiklerinden yararlanılmıştır. ACF grafiğinde birçok gecikmeler güven sınırlarını aştığı için serinin durağan olmadığı anlaşılmaktadır. Seri, birinci dereceden farkı alınarak trendden arındırılmış yani durağan hale getirilmiştir. Birinci dereceden farkı alınan serininin ACF ve PACF grafiği Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Türkiye çilek üretiminin gelişimi (ton)



Şekil 2. Durağan olmayan ve birinci dereceden farkı alınmış serilerin ACF ve PACF grafikleri

Şekil 2. Durağan olmayan ve birinci dereceden farkı alınmış serilerin ACF ve PACF grafikleri

Türkiye’de çilek üretim miktarı serisine ait modelleme yapmadan önce serinin durağan olup olmadığı ACF ve PACF grafiklerinin yanında sayısal olarak da test edilmiştir. Genelleştirilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi serilerde birim kök olup olmadığını göstermektedir. Birim kökün varlığı serinin durağan olmadığını göstermektedir. Düzey değerlere ilişkin ADF testi serinin durağan olmadığını, ikinci farkının alınması sonrasında ADF testi serinin durağan bir surece sahip olduğunu, diğer bir ifade ile birim kök içermediğini göstermektedir. Böylece ARIMA (p, d, q) modelinde entegrasyon derecesi I(1) olarak belirlenmiştir. Türkiye çilek üretim değerlerine ait ADF sonuçlarına göre test istatistiği 3.750930 kritik değerlerden büyük olduğu için serinin birim kök içermektedir. P değeri  $1.000 > 0.05$  olması serinin durağan olmadığını gösterir. Bu nedenle çilek üretim miktarlarının tahmin işlemine geçmeden önce farkları alınarak seri durağan hale getirilmiştir. Birinci derece farkları alınarak durağan hale gelen çilek üretim miktarı değerlerine ait ADF test istatistiğinin (-4.868005) kritik değerlerden küçük olduğu ve serinin birim kök içermediği görülmektedir. Önem derecesinin (0.0002) 0.05’ten küçük olması serinin durağanlaştığını ve ARIMA modeli ile öngörüleceğini göstermektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çilek üretim değerlerine ait ADF test istatistiği değerleri

Durağan olmayan ADF testi	t-istatistiği	P-değeri	Durağan olmayan ADF testi	t-istatistiği	P-değeri
Genelleştirilmiş Dickey-Fuller Testleri	3.750930	1.0000	Genelleştirilmiş Dickey-Fuller Testleri	-4.868005	0.0002
Test kritik değerleri	%1 -3.540198		Test kritik değerleri	%1 -3.542097	
	%5 -2.909206			%5 -2.910019	
	%10 -2.592215			%10 -2.592645	

En iyi istatistiksel sonuç 1. Derece farkı alınarak durağanlaşan, 9. Dereceden kendisinin gecikmesini gösteren ve 1. Dereceden hata terimlerinin geçmiş değerleri ile ilişkili olduğunu gösteren ARIMA (9,1,1) modeli ile elde edilmiştir. Buna göre tüm değişkenler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup modelin  $R^2$  değeri %42 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

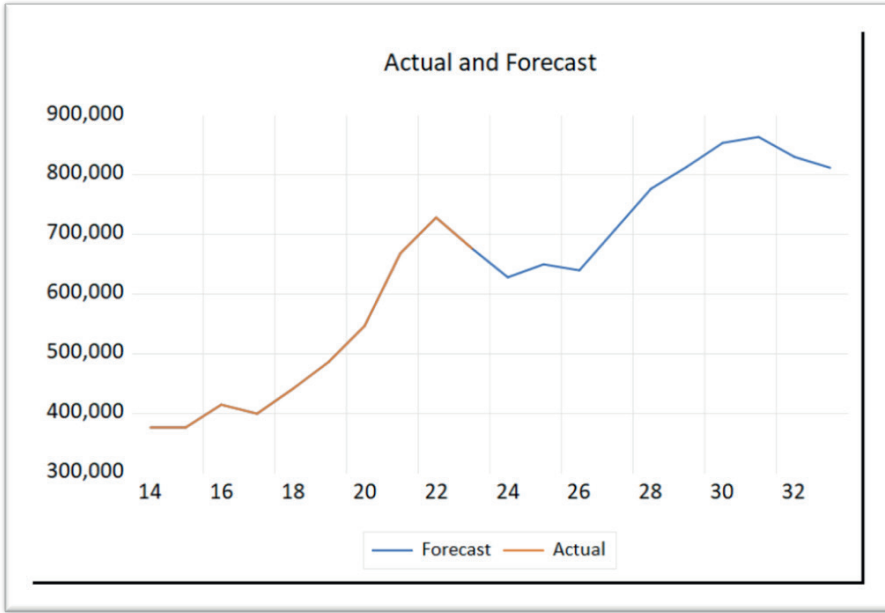
Çizelge 3. Çilek üretiminin ARIMA (9,1,1)

Değişkenler	Katsayı	Standart hata	p-değeri
C	13881.58	3398264.0	0.9968
AR (9)	0.999995	0.312376	0.0022
MA (1)	0.773984	0.101578	0.0000
$R^2$	0.415592		
F-testi	20.97847		
AIC	24.19169		
SIC	24.29462		
HQ	24.23211		
Durbin Watson testi	2.130660		

Elde edilen modelin doğruluğunu belirlemek amacıyla kalıntı değerlere ait seriye ADF birim kök testi uygulanmış ve " $H_0$ =birim kök var" hipotez reddedilerek modelin anlamlı olduğu ispatlanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Çilek üretim miktarı tahmin modeline ait kalıntıların ADF test istatistiği değerleri

Durağan olmayan ADF testi	t-istatistiği	P-değeri
Genelleştirilmiş Dickey-Fuller Testleri	-6.205358	0.0000
Test kritik değerleri	%1 -3.552666	
	%5 -2.914517	
	%10 -2.595033	



Şekil 3. Türkiye'de çilek üretim miktarı tahmin grafiği

Şekil 3'te ARIMA (9,1,1) modeline ait çilek üretimi tahmin sonuçları verilmiştir. 2024-2033 döneminde Türkiye'de çilek üretim miktarında artış olacağı öngörülmektedir. 2023 yılında çilek üretimi 676 818 ton iken %19.92 oranında artarak 2033 yılında 811 636 ton olacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. 2024-2033 yılları arası çilek üretim tahmini (ton)

Yıllar	Üretim miktarı tahmini
2024	627860
2025	649692
2026	640209
2027	708109
2028	776787
2029	814084
2030	854518
2031	864787
2032	831357
2033	811636

### 3.2. Dünyada ve Türkiye'de çilek dış ticaretinin gelişimi ve rekabet gücü analizi

Yıllar itibariyle dünya çilek ihracat miktarındaki gelişmeler Çizelge 6'da verilmiştir. Dünyada daha çok taze ve dondurulmuş çileğin dış ticareti yapıldığı için bunların toplam miktar ve değerleri ele alınmıştır. Buna göre taze ve

dondurulmuş çilek ihracatı 2005 yılında 1.06 milyon ton iken %59 oranında artarak 2022 yılında 1.69 milyon tona yükselmiştir. Dünya çilek üretiminde birinci sırada olan Çin'in 2005 yılı ihracat miktarı 98.04 bin ton iken %52 oranında azalarak 2022 yılında 46.79 bin tona düşmüştür. Aynı dönemde ABD'nin çilek ihracatı ise %42 oranında artış göstererek 2022 yılında 162 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin çilek ihracat miktarı ise 2005 yılında 13.55 bin ton iken 3.36 kat artarak 2022 yılında 170 bin tona yükselmiştir.

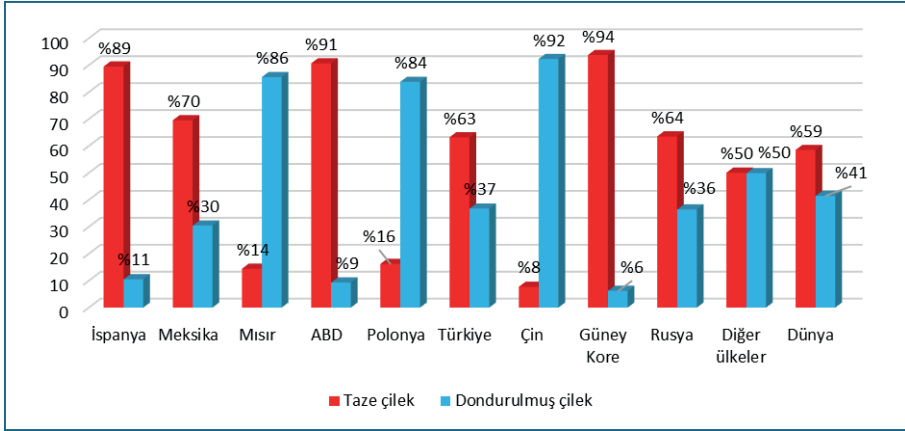
Çizelge 6. Dünya çilek ihracat miktarı (ton)

Ülkeler	2005	2010	2015	2020	2021	2022	Değişim (%)
İspanya	260 486	252 614	317 405	321 688	348 536	306 829	18
Meksika	96 810	134 565	190 474	211 954	282 775	289 924	199
Mısır	5 258	34 690	47 345	95 902	141 666	170 011	3133
ABD	114 040	161 239	169 569	149 496	153 907	162 103	42
Polonya	142 257	122 266	132 459	102 316	101 948	88 011	-38
Türkiye	13 552	32 862	29 730	48 054	66 633	59 125	336
Çin	98 039	112 736	76 227	60 452	50 529	46 791	-52
Güney Kore	954	3 299	3 695	4 809	4 850	3991	318
*Rusya	6	10	52	1 266	1 929	-	32 050
Diğer ülkeler	331 162	352 910	483 107	549 243	577 451	562 775	70
Dünya	1 062 564	1 207 191	1 450 063	1 545 180	1 730 224	1 689 560	59

Trademap, 2024

\*: Rusya'nın 2022 yılı verisi bulunmamaktadır.

Trademap verilerine göre 2022 yılı dünya çilek ihracat miktarının %59'unu taze çilek ve %41'ini dondurulmuş çilek oluşturmaktadır. İspanya'nın çilek ihracat miktarının %89'unu taze çilek ve %11'ini ise dondurulmuş çilek oluşturmaktadır. Meksika'nın çilek ihracatının %70'ini taze çilek oluştururken %30'unu dondurulmuş çilek oluşturmaktadır. Türkiye'nin ise çilek ihracat miktarının %63'ünü taze çilek %37'sini ise dondurulmuş çilek oluşturmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. 2022 yılı ülkelere göre taze ve dondurulmuş çilek ihracat miktarı (%)

Dünya çilek ihracat değeri 2005 yılında 1.68 milyon dolar iken 1.8 kat artarak 2022 yılında 4.69 milyar dolara yükselmiştir. Çin'in çilek ihracat miktarı %52 oranında azalırken ihracat değerinde %62.99 oranında artmış ve 2022 yılında 88.46 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. ABD'nin çilek ihracat değeri ise aynı dönemde 1.48 kat artmış ve 2022 yılında 640.64 bin dolar olarak gerçekleşmiştir. 2005 yılında Türkiye'nin çilek ihracat değeri 17.08 bin dolar iken 3.59 kat artarak 2022 yılında 78.37 bin dolara yükselmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Dünya çilek ihracat değeri (1000\$)

Ülkeler	2005	2010	2015	2020	2021	2022	Değişim (%)
Meksika	132 528	227 672	376 577	757 685	933 543	974 059	634.98
İspanya	475 817	558 204	655 047	724 049	905 128	778 252	63.56
ABD	258 042	414 556	490 355	520 094	619 598	640 639	148.27
Çin	54 274	113 056	96 795	93 465	87 974	88 463	62.99
Mısır	3 291	76 263	118 265	235 921	354 443	408 457	12 311.33
Türkiye	17 078	40 463	50 484	70 276	98 176	78 368	358.88
*Rusya	9	17	121	1 113	1 638	-	18 100.00
Polonya	116 316	150 383	164 565	169 793	171 746	162 781	39.95
Güney Kore	4 397	26 101	33 989	53 699	64 570	58 484	1230.09
Diğer ülkeler	614 083	938 754	1 056 026	1 476 647	1 672 600	1 504 291	144.97
Dünya	1 675 835	2 545 469	3 042 224	4 102 742	4 909 416	4 693 794	180.09

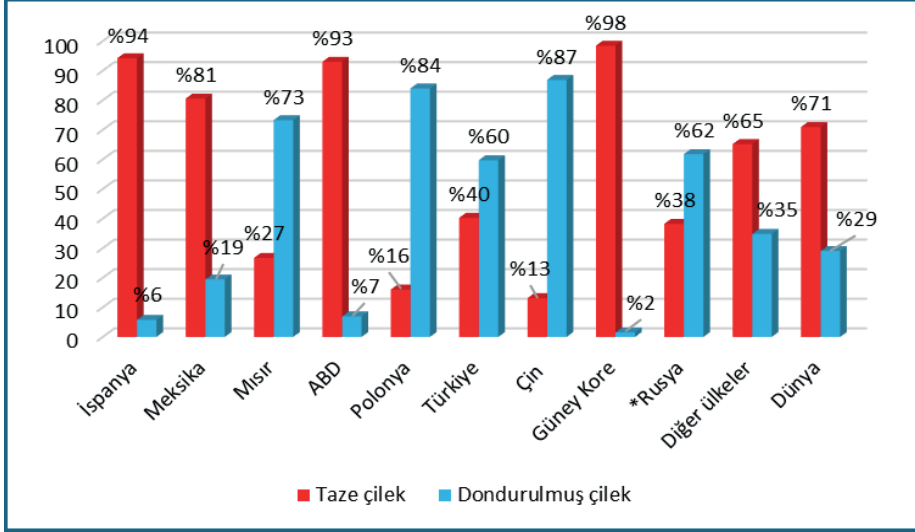
Trademap, 2024

\*: Rusya'nın 2022 yılı verisi bulunmamaktadır.

2022 yılı verilerine göre dünya çilek ihracat değerinin %71'ini taze çilek ve kalan %29'unu ise dondurulmuş çilek oluşturmaktadır. İspanya (%94), Meks-



sika (%81), ABD(%93) ve Güney Kore'nin (%98) çilek ihracat değerinin büyük çoğunluğunu taze çilek oluştururken Mısır (%73), Polonya (%84), Türkiye (%60), Çin (%87) ve Rusya'nın (%62) ihracat değerinin çoğunluğunu dondurulmuş çilek oluşturmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. 2022 yılı ülkelere göre taze ve dondurulmuş çilek ihracat değeri (\$)

Dünya çilek ithalat miktarı 2005 yılında 1.01 milyon ton iken %82.61 oranında artarak 2022 yılında 1.85 milyon tona yükselmiştir. ABD'nin çilek ithalat miktarı 2005 yılında 88.72 bin ton iken 3.89 kat artarak 2022 yılında 433.69 bin tona yükselmiştir. Rusya'nın çilek ithalatı ise 2005 yılında 22. 23 bin ton iken 3.41 kat artarak 2021 yılında 98 .05 bin tona yükselmiştir. Aynı dönemde Türkiye'nin çilek ithalat miktarı ise 38.15 kat artmış ve 2005 yılında 108 bin ton iken 2022 yılında 4 228 ton olarak gerçekleşmiştir. (Çizelge 8).

Çizelge 8. Dünya çilek ithalat miktarındaki gelişmeler (ton)

Ülkeler	2005	2010	2015	2020	2021	2022	Değişim (%)
ABD	88 721	175 264	278 166	356 962	433 204	433 687	388.82
*Rusya	22 230	54 149	65 878	70 107	98 053	-	341.08
Polonya	5 287	10 291	15 724	42 936	48 995	69 769	1219.63
Çin	9 312	8 276	8 850	20 864	36 546	38 741	316.03
İspanya	21 191	21 648	28 290	39 492	28 623	32 991	55.68
Meksika	14 437	14 373	16 783	11 040	17 504	24 693	71.04
Güney Kore	3 953	6 045	7 659	7 887	9 016	12 217	209.05

Türkiye	108	117	1 138	3 305	4 950	4 228	3 814.81
Mısır	665	471	251	245	107	188	-71.73
Diğer ülkeler	844 922	953 325	1 075 800	1 141 995	1 161 154	1 229 314	45.49
Dünya	1 010 826	1 243 959	1 498 539	1 694 833	1 838 152	1 845 828	82.61

*Trademap, 2024*

\*: Rusya'nın 2022 yılı verisi bulunmamaktadır.

Yıllar itibariyle dünya çilek ithalat değerindeki gelişmeler Çizelge 9'da verilmiştir. Dünya çilek ithalat değeri 2005 yılında 1.63 milyon dolar iken 2.26 kat artarak 2022 yılında 5.31 milyon dolara yükselmiştir. ABD, dünya çilek ithalat değeri sıralamasında birinci ülkedir. ABD'nin çilek ithalat değeri 2005 yılında 170.85 milyon dolar iken 7.76 kat artarak 2022 yılında 1.50 milyar dolara yükselmiştir. 2005-2022 yılları arasında çilek ithalat değerindeki artış ithalat miktarına paralel olarak en fazla Türkiye'de görülmüştür. Türkiye'nin 2005 yılı çilek ithalat değeri 152 dolar iken 38.42 kat artarak 2022 yılında 5.99 bin dolar olarak gerçekleşmiştir.

*Çizelge 9. Dünya çilek ithalat değerindeki gelişmeler (1000\$)*

Ülkeler	2005	2010	2015	2020	2021	2022	Değişim (%)
ABD	170 850	368 403	645 794	1 164 070	1 487 226	1 497 795	776.67
Polonya	7 977	18 922	29 927	73 910	87 451	117 511	1 373.12
Rusya	21 228	108 930	66 891	55 943	102 739	-	383.98
Meksika	19 669	14 530	37 461	45 830	52 930	66 633	238.77
Çin	4 777	11 872	14 706	37 642	62 590	65 841	1 278.29
İspanya	23 808	32 676	47 706	79 411	60 916	54 148	127.44
Güney Kore	2 975	8021	13 771	14 163	17 993	24 229	714.42
Türkiye	152	292	1 294	1 685	5 001	5 992	3 842.11
Mısır	295	203	421	456	205	368	24.75
Diğer ülkeler	1 376 355	2 115 109	2 517 289	3 093 107	3 486 709	3 476 777	152.61
Dünya	1 628 086	2 678 958	3 375 260	4 566 217	5 363 760	5 309 294	226.11

*Trademap, 2024*

\*: Rusya'nın 2022 yılı verisi bulunmamaktadır.

Dünyada çilek dış ticaretinde açıklanmış simetrik karşılaştırmalı üstün-  
lük indeksine göre (RSCA) Mısır, Meksika, İspanya ve Güney Kore'nin rekabet  
avantajının yüksek olduğu; ABD, Türkiye ve Polonya'nın yüksek olmasa da re-  
kabet avantajının olduğu belirlenmiştir. Çin ve Rusya'nın ise çilek ihracatında  
rekabette dezavantajlı olduğu tespit edilmiştir. Mısır'ın RSCA değerinin çok

yüksek olmasının sebebi ülkenin toplam tarım ihracatı içinde çilek ihracatının payının yüksek olmasıdır. Çin'in rekabette dezavantajlı olmasının sebebi ise uluslararası pazarların kalite ve güvenlik standartlarını karşılamada zorlanmaları ve dış ticarete daha çok elma armut, turunçgil gibi geleneksel ihraç ürünlerine odaklanmaları gösterilebilir (Wen vd., 2018). Rusya'nın dış ticaret rekabetinde dezavantajlı olmasında ise ülkenin tarım politikaları gereği daha çok tahılda ihracata yönelmesinin ve kalabalık nüfusa sahip olmasından dolayı iç tüketiminin fazla olmasının etkisi bulunmaktadır (Anonim, 2021) (Çizelge 10).

Çizelge 10. Dünyada başlıca çilek üreten ülkelerin RSCA göstergeleri

Yıllar	Mısır	Meksika	İspanya	Güney Kore	ABD	Türkiye	Polonya	Çin	*Rusya
2004	0.29	0.59	0.78	-0.15	0.23	-0.10	0.76	-0.04	-1.00
2005	0.05	0.66	0.76	-0.14	0.29	0.00	0.68	-0.08	-1.00
2006	0.46	0.67	0.73	-0.03	0.32	0.26	0.71	-0.05	-0.99
2007	0.63	0.67	0.73	0.01	0.24	0.40	0.71	0.00	-0.99
2008	0.86	0.68	0.75	0.22	0.20	0.31	0.67	0.07	-0.99
2009	0.80	0.62	0.75	0.42	0.27	0.23	0.59	-0.06	-0.99
2010	0.83	0.70	0.74	0.48	0.27	0.31	0.59	-0.03	-1.00
2011	0.73	0.67	0.75	0.33	0.26	0.17	0.61	-0.07	-1.00
2012	0.82	0.73	0.75	0.30	0.26	0.18	0.49	-0.09	-0.99
2013	0.78	0.69	0.75	0.41	0.29	0.25	0.49	-0.08	-0.98
2014	0.84	0.73	0.72	0.44	-0.20	0.24	0.46	-0.11	-0.99
2015	0.84	0.72	0.73	0.45	0.30	0.16	0.47	-0.16	-0.99
2016	0.86	0.73	0.72	0.41	0.28	0.02	0.44	-0.24	-0.98
2017	0.86	0.76	0.71	0.48	0.29	0.13	0.41	-0.28	-0.99
2018	0.88	0.74	0.71	0.50	0.26	0.20	0.44	-0.28	-0.98
2019	0.88	0.77	0.68	0.51	0.25	0.11	0.37	-0.22	-0.97
2020	0.89	0.78	0.65	0.46	0.23	0.24	0.27	-0.27	-0.97
2021	0.91	0.79	0.67	0.49	0.22	0.31	0.20	-0.28	-0.96
2022	0.92	0.80	0.66	0.50	0.25	0.20	0.18	-0.26	-

\*Rusya'nın 2022 yılı verisi bulunmamaktadır.

## SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye'de çilek üretim miktarının ARIMA modeli ile gelecek on yıllık tahmininin ve dış ticarete rekabet gücü analizinin yapılmasını amaçlanmıştır. Tahmin işlemi için gerekli koşullar sağlandıktan sonra en iyi istatistiksel sonuç 1. derece farkı alınarak durağanlaşan, 9. dereceden kendisinin gecikmesini gösteren ve 1. dereceden hata terimlerinin geçmiş değerleri ile ilişkili olduğunu gösteren ARIMA (9,1,1) modeli ile sağlanmıştır. Araştırma

sonucuna göre, Türkiye’de çilek üretim miktarı 2023 yılında 676 818 ton iken %19.92 oranında artarak 2033 yılında 811 636 ton olacağı öngörülmüştür.

Çilek ticaretinin rekabet gücü analizinde ise Türkiye ile rakip ülkelerin RSCA değerleri incelendiğinde, Mısır, Meksika, İspanya ve Güney Kore’nin rekabet avantajının yüksek olduğu; ABD, Türkiye ve Polonya’nın yüksek olmasa da rekabet avantajının olduğu tespit edilmiştir. Çin ve Rusya’nın ise çilek ihracatında rekabette dezavantajlı olduğu tespit edilmiştir. Türkiye’nin elde ettiği rekabet avantajını elinde tutabilmesi ve daha avantajlı duruma gelmesi için mevcut pazarlarını korumakla birlikte yeni pazarlar oluşturması oldukça önemlidir.

Türkiye’nin taze ve dondurulmuş çilek ihracatında rekabet avantajını artırabilmesi için taze çileğe göre satış değeri daha yüksek olan dondurulmuş çilek ihracatına önem vermesi gerekmektedir. Çileğin taze olarak tüketim ömrü kısa olduğundan soğuk zincir lojistiğinin geliştirilmesine önem verilmelidir. Gelecek on yılda çilek üretim miktarında da artış olması beklendiğinden dondurulmuş meyve sebze işleme tesislerinin sayısının artması için bu alanda yatırım yapmak isteyen girişimcilere devlet desteği sağlanmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kurutulmuş çilek, reçel, marmelat, meyve suyu, dondurma, çilekli yoğurt gibi işlenerek katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi ve ürün çeşitliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalara önem verilmelidir.

## Kaynaklar

- AKAKIKE, H. A. (1974), New look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716-723.
- ANONİM, 2021. <https://www.tarimdunyasi.net/2021/01/27/rusya-milli-politika-ile-tarimda-mucizeler-yaratiyor/> (Son erişim tarihi: 12.12.2024)
- AKPINAR, M.G., Gül, M., DAĞISTAN, E. (2006). Development and Structure of Fruit Trade in Turkey During EU Accession Process. In 7th Turkish Agricultural Economics Congress, 13-15 September 2006, 836-848, Antalya.
- BALASSA, B. (1965). Trade Liberalization and “Revealed” Comparative Advantage. *The Manchester School of Economic and Social Studies* 33 (2): 92-123. doi.org/10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x.
- BASHİMOV, G. (2016). Türkiye'nin domates ihracat performansı ve rekabet gücü. *Alinteri Dergisi*, 31, 1-8.
- BERK, A., UÇUM, İ. (2019). Türkiye'nin nohut üretiminin ARIMA modeli ile tahmini. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(4), 2284-2293.
- COCİU, V., BOTU, I., SERBOIU, L. (1999). Advances in breeding of horticulture fruit in Romania, Vo.1. Fruits trees, Ceres Publishing House, Bucharest, pp.165-170. (Progrese în ameliorarea plantelor horticole din România, Volumul 1, Pomicultura, Editura Ceres, Bucureşti, 1999, pp.165-170)
- ÇAKAN, V. A. (2020). Türkiye Yaş İncir Üretimi ve Kuru İncir İhracatı için Öngörü: ARIMA Modeli Yaklaşımı. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 357-368. <https://doi.org/10.33462/jotaf.684893>
- ÇAKAN, V. A., TURHAN, Ş. (2023). Türkiye'nin Nohut Dış Ticaretinde Karşılaştırmalı Üstünlüğünün Analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(2), 377-384.
- ÇELİK, Ş. (2013). Sert kabuklu meyvelerin üretim miktarının Box-Jenkins tekniği ile modellenmesi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 23(1), 18-30.
- DALGIC, A., SARICA, D., DEMIRCAN, V. (2024). Forecasting almond production and exports in Türkiye with ARIMA model. Xxx Międzynarodowa Konferencja Naukowa infrastruktura I Środowisko W Gospodarce O Obieguzamkniętym. Bukowina Tatrzańska, 16-19 Czerwca 2024 / June 16-19, 2024
- DEMİR, M. A. (2022). Türkiye'de fındığın 2016-2021 dönemi için rekabet durumu: normalleştirilmiş açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük endeksinin üç varyasyonu ile analiz. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(4), 907-914.
- DİCKEY, D. A., FULLER, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for auto-regressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- FAO, 2024. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.>

[fao.org/faostat/en/#data/QCL](https://fao.org/faostat/en/#data/QCL) Erişim tarihi: 15.11.2024

- GÜVENÇ, İ., KAZANKAYA, A. (2019). Türkiye’de ceviz üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29(3), 418-424.
- KARABACAK, T., UZUNDUMLU, A. (2020). Kayısı Üretiminde Önde Gelen İllerin 2019-2025 Üretim Tahminleri. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi* 561-573. <https://doi.org/10.21733/ibad.796324>
- LAURSEN, K. (2015). Revealed comparative advantage and the alternatives as measures of international specialization. *Eurasian Business Review* 5(1), 99-115.
- NACAR, Ç. (2012). Çilek Yetiştiriciliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu, Erdemli Mersin
- ORUÇ, K. O. EROĞLU, Ş. Ç. (2017). Isparta ili için doğal gaz talep tahmini. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22(1), 31-42.
- ÖZDEMİR, F., & AKSOY, A. (2024). Pistachio Production Quantity Estimate 2022–2030: Evidence from Leading Countries and Türkiye Using the ARIMA Model. *Applied Fruit Science*, 66(6), 2269-2277.
- ÖZÖZEN, S. (2024). Türkiye’nin zeytin ve zeytinyağı sektöründe küresel rekabet gücünün değerlendirilmesi. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 22(53), 1084-1117.
- SCHWARZ, G. (1978). *Estimating the dimension of a model*. The Annals of Statistics. 461-464.
- TRADEMAP, 2024. International Trade Center. Trade Statistics For International Business Development. <https://www.trademap.org/Index.aspx>. Erişim Tarihi: 15.11.2024.
- TÜİK, 2024. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim Denge Tabloları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi: 15.11.2024
- UYSAL, H., AĞIRBAŞ, N. C., SANER, G. (2016). Türkiye’de Sofralık Üzüm Üretim ve Dışsatımına yönelik Projeksiyonlar ve Değerlendirmeler. *XII. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 1293-1300.
- UZUNDUMLU, A. S., BİLGİÇ, A., ERTEK, N. (2019). Türkiye’nin fındık üretiminde önde gelen illerin 2019-2025 yılları arasındaki fındık üretimlerinin ARIMA modeliyle tahmin edilmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(Özel Sayı), 115-126. <https://doi.org/10.29278/azd.591588>
- WEN, X., YANG, Z., DONG, H., FAN, X., WANG, Y. (2018). Barriers to Sustainable Food Trade: China’s Exports Food Rejected by the U.S. Food and Drug Administration 2011–2017. *Sustainability*, 10(6), 1712. <https://doi.org/10.3390/su10061712>
- YILMAZ, H., 2009. Çilek. Hasad Yayıncılık, 348s.

# BÖLÜM 8

## UYGUN ARICILIK KONAKLAMA ALANLARINDA YER SEÇİMİ: TEKİRDAĞ İLİ ÖRNEĞİ<sup>1</sup>

*Emre BABURŞAH<sup>2</sup>*

*Ziya İNCE<sup>3</sup>*

1 Bu çalışma araştırmacıların 19-22 Eylül 2024 tarihlerinde İstanbul'da gerçekleşen VI. Uluslararası Coğrafya Eğitimi Kongresinde (UCEK6) sunulan özet bildirinin geliştirilmesi ile hazırlanmıştır.

2 Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya bölümü. emrebabursah36@gmail.com, ORCID: 0009-0000-1932-5030.

3 Doç. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen edebiyat Fakültesi Öğretim Üyesi, zince@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7389- 8083.

## 1. GİRİŞ

Bal denildiğinde önemli bir besin maddesi akla gelmektedir. Üretimi, toplanması ve tüketimi çok kıymetli olan bu gıda maddesi tarihin her döneminde insanlar tarafından önemsenmiştir. Arıcılık faaliyetlerinin tarihçesi insanoğlunun tarihi kadar eskiye dayanmaktadır. Tarih öncesi dönemde mağaralara çizilmekte olan resimler, eski tarihlere ait arıların fosilleri ve çeşitli buluntular bu görüşü desteklemektedir. Eski çağda insanoğlu bala ulaşabilmek için arıların öldürmek ve benzeri yola başvurmuşlardır. Taş Devrinden sonra ilk olarak mantar ve ağaç kütükleri daha sonra da kil ve topraktan yapılan kaplar kovan yerine kullanılmış ve zaman içerisinde bugün kullanılmakta olan kovanlar geliştirilmiştir. Gerçek manada arıcılık, insanların ağaç kovuğu içinde bulunan arıları öldürmeye ihtiyaç duymadan ihtiyaç kadar ve bir miktarını da arılara bırakarak başlamıştır. Arıcılık faaliyetleri ilk olarak Ortadoğuda ortaya çıkmıştır. MÖ. 1300 yıllarına ait Hititler döneminden kalan Boğazköy'deki taş yazılarında arıcılık faaliyetlerinden bahsetmektedir. Bunun sonucunda arıcılığın çok eskilere dayandığı gözlemlenmektedir (Kırpık ve Gülen, 2014). Osmanlı dönemi padişahları Fatih Sultan Mehmet, Kanuni Sultan Süleyman ve Yavuz Sultan Selim'in zamanında çıkarılan yasal düzenlemelerde arıcılıkla ilgili hükümler bulunmaktadır. Anadolu köylüsü uzun yıllar balı bir sağlık ve şifalı gıda olarak görmüş ve hastalara bal tükettirilmiştir. Arıcılık, dünya genelinde olduğu gibi son yıllarda ülkemizde de önemli bir gelişme kaydetmiştir. Ülke ekonomisine büyük katkı sağlayan arıcılık, dünya çapında ve ülkemizde yaygın olarak yapılmaktadır. Arılardan elde edilen bal, balmumu, arı sütü, arı zehri gibi ürünler ve arı yetiştiriciliği için kullanılan petekler ve kovanlar gibi malzemeler arıcılığı bir endüstri haline getirmiştir.

Son birkaç yüz yıl öncesine kadar arıcılık ilkel bir şekilde yapılmakta iken birçok buluş sonucunda bugünkü halini almıştır. 1758 tarihinde ana arının erkek arı ile havada çiftleştiğinin tespit edilmesi, 1845 yılında Ana arının yumurtlama izahı, 1851 yılında çerçeve ile birlikte fenni kovanların bulunması, 1857 yılında petek kalıp şekillerinin bulunması, 1865 yılında bal süzmek için temel ekipmanların ve bal süzüm makinesinin icadı, 1882 yılında larvaları transfer ederek ana arıların yetiştirilme tekniğinin bulunması, 1926 yılında Ana arıların ilk yapay döllenenin bulunması gibi birçok icat arıcılığın gelişimine katkıda bulunmuştur (Arıcılık Gazetesi, 2024).

Teknik olarak arıcılık bir amaca yönelik olarak "Arıları kullanma ve yönetme sanatı" olarak tanımlanabilir. Teknik arıcılık yapmak için bir bilgi ve tecrübeye ihtiyaç duyulmaktadır. Aksi durumda arıcılık yapmak mümkün değildir. Arıcılığa başlamanın öncesinde, Arı kolonisi ve yaşam düzeni ile koloniyi ilgilendiren konularda bilgi bulunması gerekmektedir. Şu anda dünyada Arıcılık, en yaygın yapılan tarımsal faaliyet olarak bilinmektedir. Günümüzde dünyada 56 milyon civarında arı kovanı bulunmaktadır ve bunlardan 1,2 milyon ton bal üretilmektedir. 20 civarında ülke tarafından üretilmekte olan balın, %25'i



ihraç edilerek, dışa satımın %90'a varan payını karşılayabilmektedir (Kırpık ve Gülen, 2014). Dünyada kovan varlığı olarak Türkiye 3.büyük ülke olmasına karşın, en çok kovan varlığı olan Çin ile arasında büyük bir bal üretim açığı bulunmaktadır. Bal üretiminde Türkiye'nin düşük kalmasının yani potansiyelini tam olarak yansıtamaması sonucu olarak en çok bal ihracatı yapan ülkeler arasına girememektedir.

Türkiye, arıcılık alanında üretim potansiyelini etkileyen çeşitli ve zengin kaynaklara sahip olup, 2023 yılında 9.224.881 arı kovanından elde edilen 12,45 kg/kovan verim ile toplam 114.889 ton bal üretmiştir. Bu veriler ile dünya bal üreten ülkeleri arasında 2. sırada yer almaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

Çeşitli bal türleri dışında arılar üzerinden üretilen; propolis, polen, arı sütü ve bal mumu gibi ürünler dünyada ticaretinde önemli yer tutmaktadır. Tarımı gelişmiş olan ülkelerde Arıcılık faaliyetleri bitkisel üretimde miktar ve kalite oranını arttırmak için yapılmaktadır (Toper Kaygın ve Yıldız, 2006).

Dünyadaki bitkilerin %70'inin polinasyonu arılar ile sağlanmakta ve bu gerçekleşmekte olan polinasyonun %80'den fazlası da bal arıları tarafından yapılmaktadır. Buna bağlı olarak arıların tozlaşan bitkilerin üremesindeki rolü büyüktür. Tozlaşmaya yaptırdıkları katkı ile arılar sürdürülebilir çevre olgusunda önemli bir yere sahiptir. Günümüz modern tarımında ise 1 numaralı tozlaştırıcı olarak kabul görmektedir (Kekeçoğlu, Rasgele, Acar ve Hayırsever, 2013). Bu bakımdan bitki ekolojisi üzerinde rolü büyük olmaktadır. Arı kolonilerinin azalması durumunda ise ekolojik dengenin bozulması öngörülebilir.

Bal arıları ile birlikte, arıların yararları bitkilerde tozlaşmayı sağlamalarının ötesinde, en önemli işlevleri doğada bulunan yabani bitkilerin tozlaşmasını sağlayarak birçok bitki türünün soylarını devam ettirebilmeleridir. Bunun sayesinde bitkilerin yeryüzünün çeşitli alanlarına yayılmalarını sağlayarak ve bu bitkilerin diğer bitkiler ile ortak alanda yaşamalarını ve nihayet, bu bitkilerin barınak, gıda ve yuva yeri açısından kullanılan değişik gruplara mensup olan birçok hayvana yaşam alanı imkânı tanımaktadır. Biyolojik çeşitliliği devam ettirme yanında, erozyonu önleme gibi pek çok faydası bulunmaktadır. Bu bakımdan arıcılık Türkiye ve Tekirdağ ili için hayati bir önem arz etmektedir (Yalçın, Ağaçasapan ve Çabuk, 2019).

Türkiye'de arıcılık faaliyetleri, çok eski tarihlerden beri hem gelenek hem de sosyoekonomik bir faaliyet olmaktadır. Türkiye arıcılıkta sahip olduğu kovan varlığı ve bal üretimi ile dünyada 2. sırada yer almaktadır. Fakat istatistiklere bakıldığında Türkiye arıcılıkta sahip olduğu mevcut potansiyelden yeteri kadar faydalanamamaktadır. Bu potansiyelden tam olarak faydalanamamasının birçok nedeni bulunmaktadır. Faydalanamamasının nedenleri arasında gösterebilecek bir faktör de uygun Arıcılık konaklama alanlarıdır (Yalçın, Ağaçasapan ve Çabuk, 2019).

Tekirdağ ilinde arıcılık, tarihsel süreç içinde hem kültürel hemde ekonomik bir faaliyet olarak sürdürülmüştür. Tekirdağ'da 2023 yılında 68,146 adet kovan sayısı ile yaklaşık 758 ton bal üretimi gerçekleştirilmiştir. Ancak mevcut verilere göre bal üretimi her ilçede aynı ortalamada ve aynı oranda verim alınmamıştır. Bazı ilçelerde bal verimi yüksek iken bazı ilçelerde bal verimi çok düşük kalabilmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

Arıcılık, biyolojik bilgi ve tekniğin yanı sıra coğrafi ortam ile de doğrudan bağlantı halindedir. Flora, yerleşim yerlerine uzaklık, iklim, topografik faktör ve hidrografik durumlar ile Arıcılık arasında önemli bağlantılar söz konusudur. Yaz ayları çok serin ya da çok sıcak geçen bölgeler ile yıl boyunca devamlı yağışlı giden ve rüzgârlı geçen bölgelerde arıcılık yapmak çokta mümkün değildir. Arılar yapılan deneyler sonucunda 29-33 °C arasındaki sıcaklıklarda en verimli oldukları görülmektedir. Arılar hava sıcaklığı 36 °C derecenin üzeri ve 10 °C derecenin altında ise faaliyetlerini sonlandırmaktadır. Bal arıları 10 °C derecenin altındaki sıcaklıkta uçamaz, 7 °C derece ve altında ise hareketsizleşirler. Arılar için flora tam bir hammadde kaynağıdır. Arıcılık, kuzey yarım kürede maksimum 64° enlemine kadar yapılmaktadır. Akdeniz ülkeleri flora ve iklim bakımından oldukça uygun imkanlara sahiptir. Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde kışların ılık geçmesi arıcılık imkanlarını daha kolaylaştırmıştır (Çağlıyan, 2015). Vejetasyonda çeşitlilik, çiçeklenmede süre, kısa mesafeli yükseltide artış ve çiçeklenme zamanlarında farklılıkların oluşması gibi topografik kriterler arıcılık üzerinde son derece etkilidir. Arıcılık yapılacak bölgede temiz su kaynağının olması gereklidir. Arıcılıkta kovan için yer seçimi yapılırken rüzgâra açık olmayacağı ve güneş ışınlarına direkt maruz kalınmayacağı, dolu ve yağmur yağışlarının kovana temas etmeyeceği alanlar tercih edilmektedir. Bunların yanı sıra Beşerî unsurlar da arıcılık faaliyetlerini etkilemektedir. Tozlu ya da gürültülü yol ve şehirlere yakın alanlar ile Çimento fabrikası gibi tozlu ve zehirli atıkları olan fabrikaya yakın alanlar arıcılık için uygun ortamlar değildir (Yalçın, Ağaçasapan ve Çabuk, 2019).

Tekirdağ ilinde arıcılık faaliyetlerinin yapılabilmesi için uygun olan coğrafyanın seçilmesi son derece önemlidir. Bu bağlamda arıcılık faaliyetleri için uygun olan alanları tanımlamak gibi karar verilmesi sürecinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) katkı sağlayan bir uygulama türü ve aracıdır. CBS, mekânsal olan ve olmayan verilerin toplanması, saklanması, analiz edilmesini sağlayan, bu analizleri görselleştirerek paylaşmayı sağlayan bir bilgi teknolojisidir. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde CBS tekniğini kullanarak yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır (Yalçın, Ağaçasapan ve Çabuk, 2019).

### 1.1. Literatür Taraması

Tekirdağ ilinde uygun arıcılık konaklama alanlarının belirtilmesini Coğrafi bilgi sistemleri aracılığı ile araştırdığı bu araştırma konu ile ilgili literatürde birçok çalışmaya rastlanmıştır. Kırpık ve Gülen (2014) yaptığı çalışma-

sında Arıcılık tarihçesinden bahsetmiştir. Topper Kaygın ve Yıldız (2006) ise arıcılığın sadece baldan ibaret olmadığı, bunun yanında çeşitli yan ürünler ve faydaları konusunda çalışmasında söz etmiştir. Bunların dışında Kekeçoğlu, Rasgele, Acar ve Hayırsever (2013) 'in çalışmalarında ise arıların bitki popülasyonu ve tozlaşma etkileri üzerinde durulmuştur. Yalçın, Ağaçasapan ve Çabuk (2019)'un çalışmalarında ise Türkiye'nin mevcut arı koloni sayısı ve bal üretiminden söz etmektedir. Çağlıyan (2015) çalışmasında ise arıcılık için uygun sıcaklık koşullarına değinmiştir. Yalçın, Ağaçasapan ve Çabuk (2019) çalışmasında arıcılık konaklama alanlarının belirlenebilmesine yarayan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) uygulamasının öneminden bahsetmiştir.

## 1.2. Çalışma Alanı

Bu araştırma kapsamında, çalışma alanı Tekirdağ ili ve ilçeleri (Çerzeköy, Çorlu, Ergene, Hayrabolu, Kapaklı, Malkara, Marmaraereğlisi, Muratlı, Saray, Şarköy ve merkez ilçe Süleymanpaşa) seçilmiştir. Türkiye'nin batısında Marmara Denizi kıyısında yer alan Tekirdağ ili İstanbul, Kırklareli, Edirne ve Çanakkale illeri ile sınırlıdır (Şekil 1)



Şekil 1: Türkiye ve Tekirdağ Lokasyon Haritası

## 1.3. Problem, Amaç ve Önem

Arıcılık faaliyetinde konaklama alanlarının önemi büyük olduğu için arıcılık potansiyelin geliştirilmesi hususunda bir araştırma yapılması önemli bir ihtiyaçtır. Tekirdağ'da doğal kaynakların daha verimli kullanılması, kırsal kesimlerinin kalkınabilmesi, kovan verimliliğinin arttırılabilmesi önem arz etmektedir. Tekirdağ ilinde Coğrafi bilgi sistemleri ile arıcılık uygun konaklama alanlarının belirlenmesi bu araştırmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu

konuda Tekirdağ ilinde yapılan ilk çalışma olması bakımından önemlidir. Bu amaç doğrultusunda “Tekirdağ ilinde arıcılık uygun konaklama alanları nasıldır?” sorusu araştırmanın temel problemini oluşturmaktadır. Bu temel problem doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır.

1. Trakya ve Tekirdağ’da mevcut arıcılık durumu nasıldır?
2. Tekirdağ topoğrafyasının arıcılık konaklamasında yer seçimine etkisi nasıldır?
3. Tekirdağ iklim faktörlerinin arıcılık konaklamasında yer seçimine etkisi nasıldır?
4. Tekirdağ ilinde tarım ve floranın arıcılık konaklamasında yer seçimine etkisi nasıldır?
5. Tekirdağ akarsu ve su kaynaklarının arıcılık konaklamasında yer seçimine etkisi nasıldır?
6. Tekirdağ ulaşım ve sanayi bölgelerinin arıcılık konaklamasında yer seçimine etkisi nasıldır?

## 2. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada karma yöntem tercih edilmiştir. Öncelikle nitel araştırma yöntemlerinde doküman analizi ile literatür taranmış, mevcut veriler toplanmış ve bu konu hakkında geçmiş yıllarda yayımlanan çeşitli kaynaklar incelenmiştir. Görsellerin bulunması için çeşitli web sitelerinden faydalanılmıştır. Nitel veriler ve elde edilen istatistiki bulgular ışığında nicel araştırma yönteminde uygulanmıştır. Burada elde edilen verilerden uygun konaklama alanlarının tespiti için CBS tabanlı programlar ile haritalar oluşturulacaktır.

Bu çalışmada çalışma alanı olarak seçilen Tekirdağ ilinin Çorlu, Çerkezköy, Marmaraereğlisi, Hayrabolu, Ergene, Kapaklı, Malkara, Saray, Muratlı, Şarköy ve merkez ilçesi olan Süleymanpaşa'nın; topoğrafya, iklim, tarım, flora, su kaynakları, ulaşım ağı ve sanayi bölgelerinin arı konaklaması için uygun olup olmadığı durumu incelenmiştir. Bu faktörler göz önünde bulundurularak elde edilen mekânsal veriler Coğrafi bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak uygun arıcılık konaklama alanları haritalandırılmış ve Tekirdağ ilinde uygun arıcılık konaklama alanları belirlenmiştir. Çalışmada görüntü analizleri ArcMap 10.8 programı kullanılarak mekânsal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Çalışmanın ArcGIS 10.3 ve Erdas Image 9.2 yazılımlarıyla yapılmıştır.

Lokasyon haritası, Eğim, Bakı, Yükseklik, OSB merkezleri ve sanayi alanlarının haritalandırılmasında kullanılan veriler ve arazi kullanımı verileri Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi CBS (2024) veri arşivinden alınmış olup, Sıcaklık dağılışının haritalandırıldığı harita Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesinden (MGM, 2023) alınmıştır.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Trakya ve Tekirdağ'da Mevcut Arıcılık Durumu

Trakya bölgesi, Türkiye'nin toplam yüzölçümünün 23,764 km<sup>2</sup>'lik kısmını kaplayarak, Türkiye'nin Avrupa kıtasındaki kısmını oluşturmaktadır. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illeri tamamen, Çanakkale ve İstanbul illeri ise kısmen yer aldığı Trakya'da Türkiye'nin bitkisel üretimde en önemli yer tutan buğday, ayçiçeği, pirinç, kavun, mısır ve karpuz yetiştirilmektedir. Özellikle ayçiçeği üretiminin yoğun olması, bal üreticilerine ayçiçeği balı üretimi konusunda önemli avantajlar sağlamaktadır. Bölgedeki arı varlığı, Anadolu arısı ile Balkan arıları etkileşimi sonucu farklılaşmış Trakya ekotipi arılarını oluşturarak Kar-niyol arısı (*Apis mellifera carnica*) ile benzer özelliklere sahip olmuştur. 2018 yılında bal üretiminde birinci sırada yer alan Hayrabolu ilçesinde bal üretim miktarı 44 ton artarak 123 tona ulaşmıştır. İlin bal üretiminde diğer önemli ilçeleri, Muratlı (112 ton), Malkara (111 ton), Süleymanpaşa (107 ton) ve Saray (100) ilçeleridir (Demirkapılar, 2019). Bu ilçelerin bal üretiminde ön plana çıkmasının en önemli nedeni ilçelerin tarıma büyük önem veriyor olmasıdır.

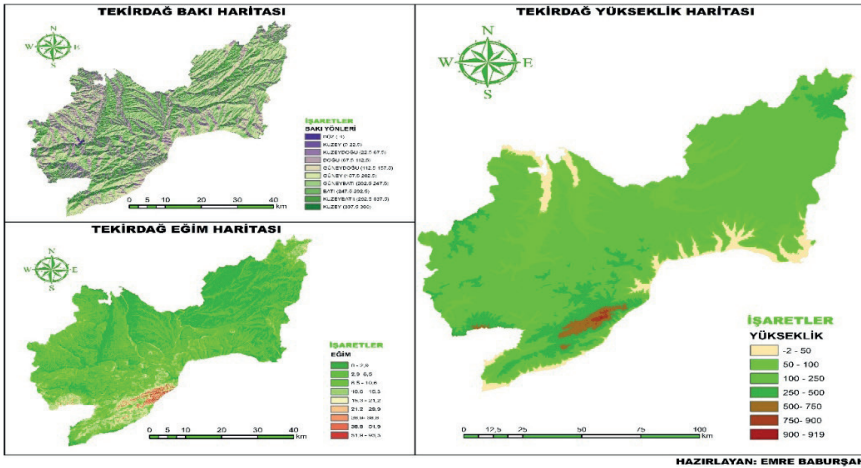
2018'de, Süleymanpaşa, 12.970 arı kovaniyla il bazında birinci sırada yer almıştır. Ancak bal üretiminde dördüncü sırada olması, bal veriminin düşük olduğunu gösterir. Benzer şekilde, Hayrabolu ilçesi bal üretiminde il bazında birinci sırada yer alırken, kovan varlığında dördüncü sırada bulunması, yüksek bal verimiyle ilişkilendirilebilir. Tekirdağ ilçelerindeki bal üretim verimliliği oranları da göz önüne alındığında, 2018'de en yüksek verim Hayrabolu ilçesinde elde edilirken, en düşük verim ise Şarköy ilçesinde kaydedilmiştir (Demirkapılar, 2019). Bu bal üretim oranları incelendiğinde Süleymanpaşa ilçesinin yeteri kadar bal üretim potansiyelinden faydalanamadığı ve bu durumun oluşmasında bal verimini etkileyen pek çok faktörün etkili olduğu anlaşılmaktadır.

#### 3.2. Tekirdağ Topoğrafyasının Arıcılık Konaklamasına Etkileri

Trakya- Kocaeli platosu üzerinde bulunan Tekirdağ ili topraklarının %75,2'sini platolar oluşturmaktadır. Bu toprakların %15,5'ini ovalar oluştururken %9,3'ünü ise dağlar kaplamaktadır. Topografik özellikler incelendiği yüksek dağ, dik yamaç ya da vadi bulunmamaktadır. Marmara denizi boyunca uzanan, akarsular ile taşınmış alüvyonlar ile kaplı kıyı ovaları bulunmaktadır. Platolar bir aşınma yüzeyi karakteristik özelliği göstermektedir. Kuzey kesiminde Istranca, güneyinde ise Ganos dağı, Kuru dağı ve Tekir dağı yer almaktadır. Tekirdağ ili ilçelerinin deniz seviyesine göre yükseklikleri incelendiğinde ise durum tam olarak şöyledir; Çorlu 193 metre, Çerkezköy 160 metre, Kapaklı 191 metre, Saray 140 metre, Marmaraeğlisi 10 metre, Ergene 150 metre, Muratlı 82 metre, Hayrabolu 210 metre, Malkara 250 metre, Şarköy 6 metre ve merkez ilçe olan Süleymanpaşa'nın ise 37 metredir (Şekil.2). Yükseklik verileri incelendiğinde arıcılık konaklaması için oldukça uygun yükseklikler görül-

mektedir. Ancak ilin yüksek rakımlı alanlarının tamamına kovan yerleştirilememektedir. Nedeni ise rüzgâra açık alanların arıların hem kolonisine hem de bal verimine etmesidir.

Tekirdağ'ın topografik yapısı ve iklim özellikleri arıcılık için çeşitli avantajlar sunmaktadır. Özellikle rüzgâra karşı korunaklı olan alçak rakımlı bölgeler, arı kovanları için daha uygun bir ortam sağlamaktadır. Bu bölgelerde yer alan verimli alüvyonlu topraklar, bitki çeşitliliği açısından zengin bir flora sahiptir ve arıların daha sağlıklı koloniler oluşturmasına katkı sağlamaktadır. Ancak yüksek rakımlı alanlar rüzgâra açık olduğundan, kovan yerleşimi için uygun olmayabilmektedir. Bu nedenle, Tekirdağ'da arıcılar bölgenin bu topografik özelliklerini dikkate alarak kovanlarını daha korunaklı alanlara yerleştirmekte ve böylece bal üretimini optimize etmeye çalışmaktadır.



Şekil 2: Tekirdağ Bakı, Eğim ve Yükselti Haritaları

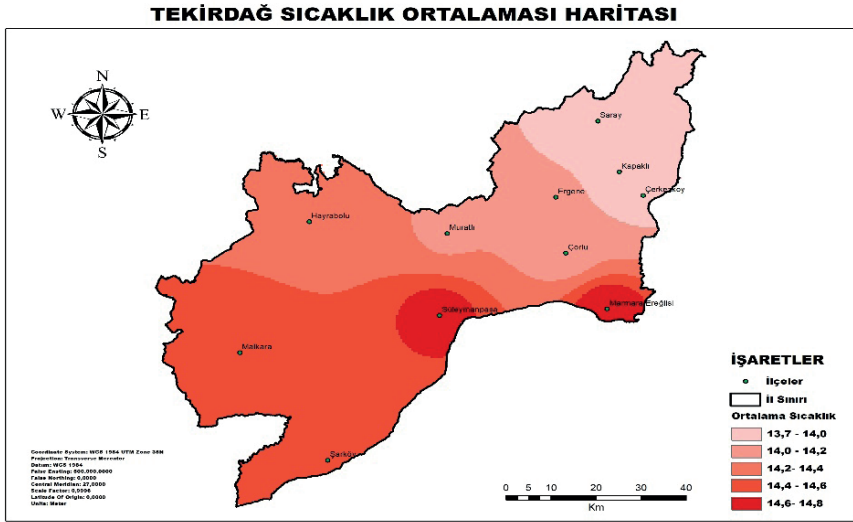
### 3.3. Tekirdağ İklim ve Rüzgâr Faktörlerinin Arıcılık Konaklamasına Etkileri

Tekirdağ ili, genel nem oranı indislerine göre bulunan hidrografik bölgelerin yanı sıra nemli iklim grubuna girmektedir. Yağış rejimi açısından Akdeniz iklimi kategorisine girmektedir. Akdeniz ikliminin görüldüğü Tekirdağ sahil şeridinde yaz ayları sıcak, kışlar ise ılık geçmektedir. Genellikle yağın yağış türü yağmurdur. Kar yağışı çok azdır. Tekirdağ ilinde en az yağışlar ağustos ayında, en fazla ise aralık ayında görülmektedir. Kumbağ ve Şarköy arasında bulunan kıyı şeridi Akdeniz iklim özelliği göstermektedir. Bu özellik, kuzeyin kıyıya paralel olarak uzanan dağlar ile kaplı olması ve denizin ılıtıcı etki oluşturmasından kaynaklanır (Tekirdağ CSB, 2024).

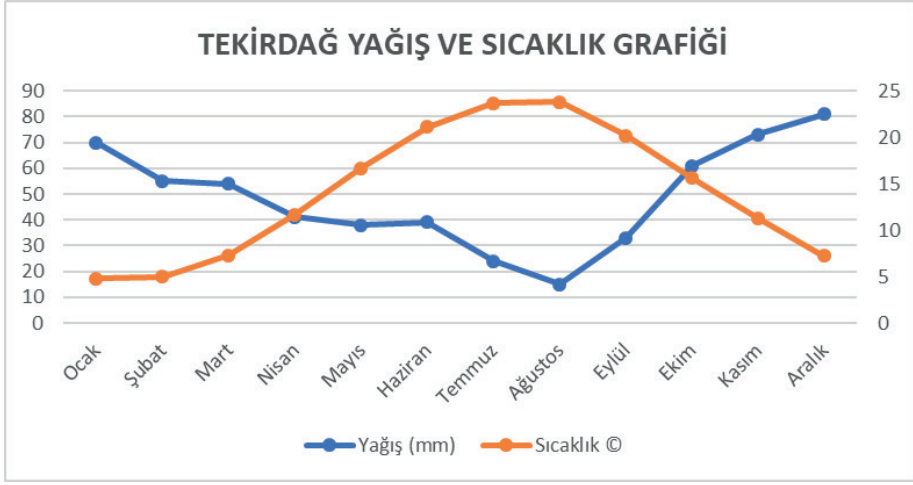
İç kesimlerde ise karasal iklim görülmektedir. Kış aylarında kuzey Avrupa ikliminin benzer etkileri görülmektedir. Bu şekli ile baktığımızda kendine ait

olan özel bir iklimi yoktur. Yazlar genel olarak Akdeniz ikliminde olduğu gibi sıcak ve kurak olmaktadır. Sibirya antisiklonu bu bölgeye Balkanlar üzerinden geldiğinden kışın dondurucu soğuk ve kuru hava olmaktadır. İç bölgeler Marmara denizinin yumuşatıcı etkisinden mahrum kalmaktadır. Tekirdağ sahil şeridinde yazın temmuz ayında 35 derecelik bir sıcaklık, Çorlu ve çevresinde 26-30 derece civarında olabilmektedir (Şekil 3 ve Şekil 4). Tekirdağ yaz ve kış aylarında sürekli rüzgâra maruz haldedir. Bölgede hâkim ve sürekli esen en önemli rüzgâr Poyraz iken ikinci en önemli rüzgâr Lodos olmaktadır. Orta Avrupada yüksek basınç olduğu müddetçe Poyraz, Tekirdağ'da şiddetli esmektedir. Basınç azalması durumunda Poyraz yalnızca gündüzleri eser ve meltem etkisi göstermektedir (Tekirdağ CSB, 2024).

Tekirdağ'ın iklim özellikleri, arıcılık faaliyetleri için önemli avantajlar da sunabilmektedir. Akdeniz ikliminin hâkim olduğu sahil şeridinde yazların sıcak ve kışların ılık geçmesi, arıların kış aylarını daha kolay atlattığını ve aktif faaliyet içinde olan dönemlerinin uzamasını sağlamaktadır. Yağışın yoğun olduğu kış aylarında bitki örtüsünün daha verimli hale gelmesi, arıların nektar ve polen kaynaklarına erişimini arttırmaktadır. Aynı zamanda bölgedeki sürekli rüzgarlar, arıların çevredeki bitkilerden topladığı polenleri dağıtarak ekosistemin sürekliliğine katkıda bulunmaktadır.



Şekil 3: Tekirdağ ili Yıllık Sıcaklık Ortalaması Haritası



Şekil 4: Tekirdağ İli İklim Grafiği (MGM, 2023 verilerinden üretilmiştir.)

### 3.4. Tekirdağ İlinde Tarım ve Floranın Arıcılık Konaklamasına Etkileri

Tekirdağ ilinde kanola ve ayçiçeği tarımı, bölgenin tarımsal çeşitliliğini arttırmasının yanı sıra arıcılık sektörü için de önemli avantajlar sunmaktadır. Kanola ve Ayçiçeği bitkileri, içerdiği yüksek miktardaki nektar sayesinde arı kolonilerinin beslenme gereksinimlerini karşılayarak bal üretimini teşvik etmektedir. Bu bitkiler özellikle yaz aylarında arılara bol miktarda nektar ve polen sunarak hem üretilen balın kalitesini hem de verimini arttırmaktadır. Bu durum arı kolonilerinin sağlık ve dayanıklılığını güçlendirirken besin kaynaklarını çeşitlendirmekte, dolayısıyla arıcılığın sürdürülebilirliğini desteklemektedir. Bu durum Tekirdağ'daki tarım ve arıcılık sektörleri arasında verimli bir ekosistem oluşturarak karşılıklı fayda sağlayan bir yapı yaratmaktadır.

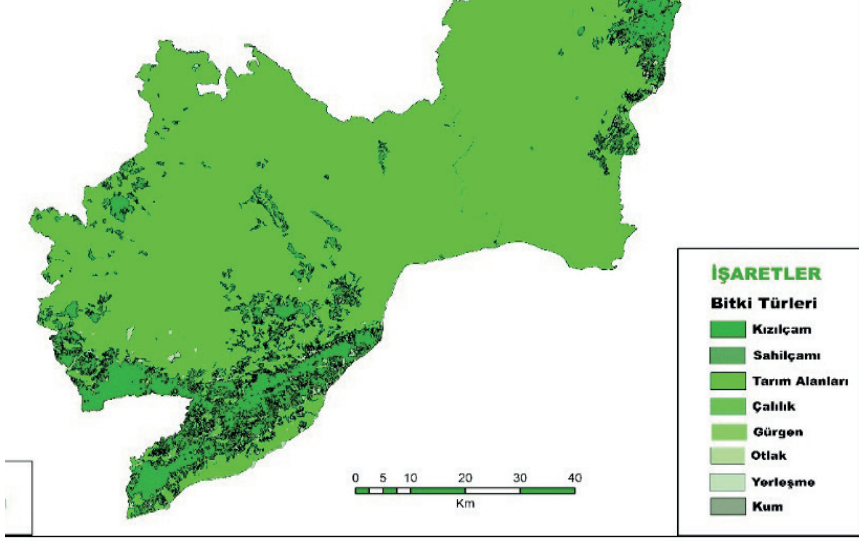
Tekirdağ ilinde yer alan ormanlık alanlar, arıcılık açısından vazgeçilmez nitelikteki doğal kaynaklardan biridir. Ormanlar, sahip oldukları zengin bitki örtüsü ve çeşitli ağaç türleri ile arılara bol miktarda nektar ve polen kaynağı sunmaktadır. Bu alanlarda bulunan çam, meşe ve kestane gibi ağaç türlerinin yanı sıra, orman zemininde doğal olarak yetişen bitki türleri de arıların beslenmesi için gerekli olan maddeleri sağlamaktadır (Şekil 5). Ayrıca, ormanlar arılar için bir habitat oluşturmakta, onları çeşitli stres faktörlerinden, özellikle olumsuz hava koşullarından koruyarak güvenli bir ortam sağlamaktadır. Orman ekosisteminin bu doğal kaynakları, arıların sağlıklı ve dirençli koloniler oluşturmasına katkıda bulunurken bal üretimi verimini de olumlu yönde etkilemektedir. Ekosistem dengesi açısından kritik bir işlev gören ormanlar, arıların yaşam alanlarını sürdürülebilir kılmakta ve doğal döngülerin devamlılığına hizmet etmektedir.

Bu bağlamda, Tekirdağ ilindeki kanola ve ayçiçeği tarımı ile orman ekosistemleri, yalnızca arıcılık açısından değil, aynı zamanda tarımsal sürdürüle-



bilirlik ve biyoçeşitlilik bakımından da büyük önem taşımaktadır. Bu bitkiler ve doğal alanlar, tarımsal ve ekolojik dengeyi desteklemekte ve aynı zamanda bölgesel ekonomi için değerli bir katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla bu tarım uygulamaları ve doğal kaynakların korunması, yalnızca yerel değil küresel çevresel sürdürülebilirlik açısından da stratejik bir öneme sahiptir.

Tekirdağ ilinde orman ekosisteminin dağılışı ve türlerin yayılı konusunda Düşünen ve Özyavuz (2010) tarafından yapılan çalışmada seçilen bazı mevkiiler detaylı incelenmiştir. Bu alanlardaki flora arıcılık konaklama noktalarının belirlenmesinde önemli alanlardır.



Şekil 5: Tekirdağ Bitki Türleri Haritası

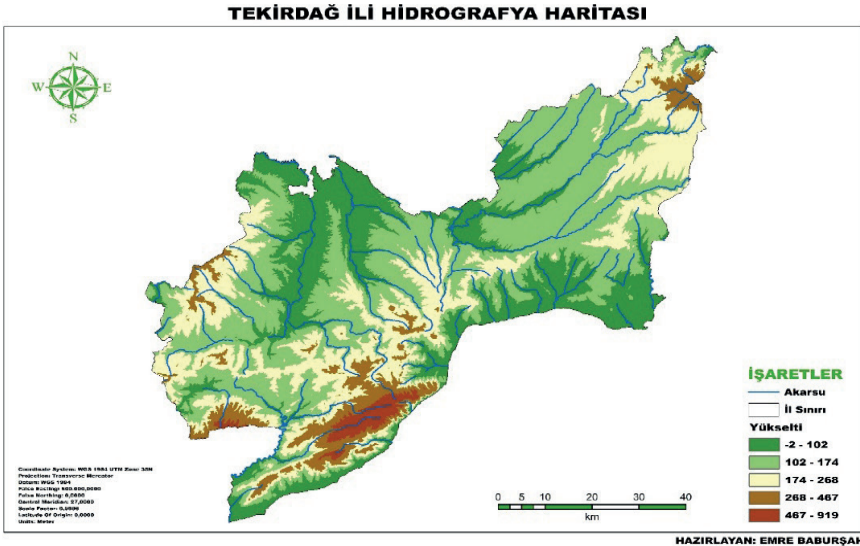
### 3.5. Tekirdağ Akarsularının Arıcılık Konaklamasına Etkileri

Tekirdağ'ın yerüstünde bulunan su potansiyeli 713.00 hm<sup>3</sup>'dir. Tekirdağ il sınırları içerisinde bulunan akarsular uzunlukları bakımından şöyle sıralanabilir (Şekil 6); Ergene Nehri 220 km, Beşiktepe deresi 92,8 km, Çorlu deresi 85 km, Hayrabolu deresi 55 km, Koca dere 52 km, Seymen deresi 16,5 km, Hoşköy deresi 14,6 km, Gazioğlu deresi 13,3 km, Kayı deresi 12,9 km. (Tekirdağ CSB, 2022). Arı konaklama alanları tespit edildiği vakit arılar için temiz durumda olan akarsuların kovanlara yakınlığı göz önünde bulundurulmaktadır.

Tekirdağ'daki akarsular içme ve kullanma bakımından uygun bir yapıya sahip değildir. Nedeni ise bölgede bulunan sanayi deşarjlarının akarsuların doğal halini kaybetmesine sebep olmasıdır. Bunlara ek olarak, akarsu havzası çevresinde olan yerleşme birimlerinin evsel atık sularının da akarsulara karışması ikinci bir etkidir. Bunların sonucu olarak bu akarsuların hem tarım amaçlı hem akarsu kenarlarında piknik yapılması amacıyla kullanılması pek mümkün görülmemektedir (Tekirdağ CSB, 2022).

Tekirdağ sınırları içerisindeki sanayi atık sularını deşarj ettikleri dereler incelendiğinde; Çorlu Değirmenköy mevkinde il sınırlarının içerisinde bulunan fabrikaların atık sularının ulaştığı dereler, Kınıklı deresi, Çorlu deresi ve kolları, Ergene nehri ve kollarının sularında gözle görülür derecede renk değışimi ve fiziksel kirlilik olduğu görülmektedir. Hatta birçok noktada kirlilik oranlarının sınır noktalarda olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda görülmektedir ki Tekirdağ'da akarsu çevreleri arı uçum mesafeleri baz alınarak arı konaklaması için uygun alanlar oluşturmamaktadır.

Tekirdağ'da yüzey su kaynaklarının, yoğun sanayi faaliyetleri nedeniyle kirlenmiş olması, yerel ekosistemleri değil, aynı zamanda arıcılık gibi çevreye duyarlı tarımsal faaliyetleri de olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Arıcılık faaliyetlerinde, arıların sağlıklı gelişimi ve bal üretimi için temiz su kaynaklarının yakınında konaklanması önem arz etmektedir. Arılar, suyu bal peteğinin nem oranını düzenlemek, larvalar için gerekli sıvıyı sağlamak ve vücut sıcaklıklarını dengelemek amacıyla kullanmaktadır. Ancak Tekirdağ'da özellikle Çorlu deresi, Ergene Nehri ve bu nehirlerin kollarının çeşitli sanayi ve evsel atıklarla kirlenmesi, arılar için uygun su kaynaklarının sınırlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 6: Tekirdağ İli Hidrografya Haritası

### 3.6. Tekirdağ Sanayi Bölgelerinin Arıcılık Konaklamasına Etkileri

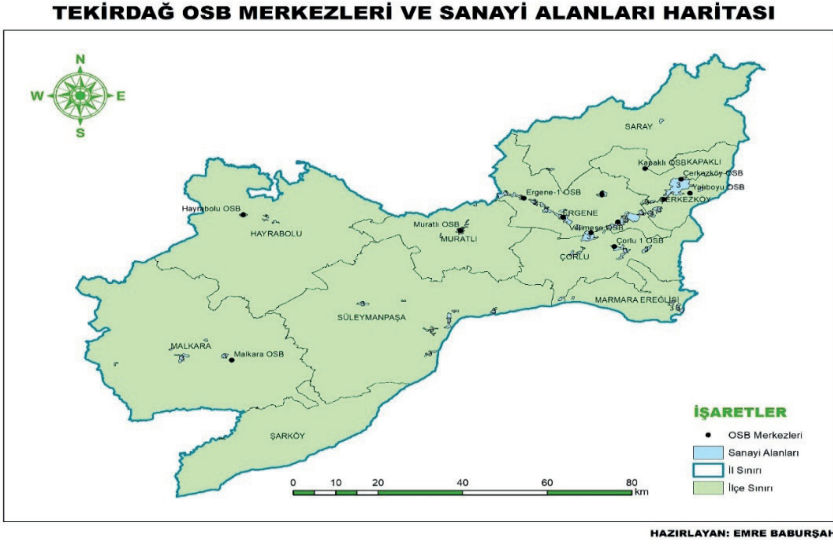
Trakya'da sanayileşme faaliyetleri 1980'li yıllardan sonra hızlı bir şekilde başlamıştır. Tekirdağ ilinde şu anda 3000'in üzerinde fabrika bulunmaktadır. Özellikle Çerkezköy, Çorlu, Lüleburgaz hattında çok miktarda su kullanan sanayi üretim yerlerinin, yer altı sularını kullanabiliyor olması bölgedeki kirliliği çok fazla arttırmaktadır (Şekil 7). Bu bölgede arıtma sayısı olan belediyelerin

ise %5 civarında olması, arıtması olmayan birçok sanayi kuruluşunun, bu kirlilik durumunun nasıl oluştuğunu açıklamaları için yeterli bir veri olduğu görülmektedir. Ergene nehri havzasında yer alan sanayi kuruluşlarının neredeyse tümünün OSB içinde ya da dışında arıtma tesislerinin olmasına rağmen yeteri kadar arıtma yapılmaması nedeniyle Ergene nehrinde oluşan kirliliği arttırdığı gözlemlenmektedir (Tekirdağ CSB, 2022).

Tekirdağ ilinde bulunan sanayi bölgeleri kuruluş yıllarına göre şu şekilde sıralanabilmektedir; Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesi 1976, Hayrabolu Organize Sanayi Bölgesi 1994, Malkara Organize Sanayi Bölgesi Müteşebbis Teşekkül Başkanlığı 1994, Çorlu Deri İhtisas ve Karma Organize Sanayi Bölgesi 1997, Çorlu 1 Organize Sanayi Bölgesi 2012, Ergene-1 Organize Sanayi Bölgesi 2012, Ergene-2 Organize Sanayi Bölgesi 2012, Kapaklı Organize Sanayi Bölgesi 2012, Muratlı Organize Sanayi Bölgesi 2012, Veliköy Organize Sanayi Bölgesi 2012, Velimeşe Organize Sanayi Bölgesi 2012, Yalıboyu Organize Sanayi Bölgesi 2013 ve merkezde bulunan ve 2014 yılında açılan Tekirdağ Organize Sanayi Bölgesi'dir (Tekirdağ CSB, 2022). Bu bölgesel sanayi bölgeleri baz alındığında arıların en fazla 5 km uçuş menzili olmasından dolayı, arı konaklama alanlarının bu belirtilen sanayi bölgelerinden en az 5 km uzaklıkta olması tavsiye edilmektedir.

Trakya'daki yoğun sanayileşme ve sanayi tesislerinin neden olduğu kirlilik, arıcılık faaliyetlerini de önemli ölçüde etkilemektedir. Arıların sağlıklı gelişim gösterebilmesi ve bal üretiminin kaliteli olması için, arı kovanlarının su kaynakları ve bitki örtüsü açısından temiz alanlara yakın olması gerekmektedir. Ancak Çerkezköy, Çorlu ve Lüleburgaz gibi yoğun sanayileşmenin olduğu bölgelerdeki su ve toprak kirliliği, arı kolonilerinin bu alanlarda verimli bir şekilde konaklamasını zorlaştırmaktadır. Özellikle Ergene Nehri ve kollarının kirliliği, arıların sağlıklı suya erişimini sınırlandırmakta ve bu su kaynaklarından yararlanmayı riskli hale getirmektedir.

Bu bağlamda, arıcılık için uygun konaklama alanlarının belirlenmesi, arı kovanlarının sanayi bölgelerinden en az 5 km uzaklıkta yer almasını gerektirmektedir. Bu mesafe arıların uçuş menziline dışarıda kalacak şekilde hesaplanarak, kirli alanlardan uzak, temiz su ve nektar kaynaklarına yerler konaklama alanı olarak seçilmesi önem arz etmektedir.



Şekil 7: Tekirdağ OSB Merkezleri ve Sanayi Alanları Haritası

#### 4. TARTIŞMA SONUŞ VE ÖNERİLER

Türkiye'nin arıcılık kapasitesinin incelenmesi ve özellikle Tekirdağ ili özelinde yapılan değerlendirmeler, arıcılığın sürdürülebilirliği ile ilgili bazı önemli hususları gözler önüne sermektedir. Türkiye'de arıcılık potansiyelinin tam anlamıyla kullanılmaması, yalnızca kovan sayısının artırılmasının yetersiz kaldığını işaret etmektedir. Süleymanpaşa ilçesinde bulunan yüksek kovan sayısına rağmen düşük bal verimi bu durumu somut olarak örneklendirmektedir. Bu bulgu, arıcılıkta verimliliği arttırmak için kovan miktarının artırılmasının ötesinde çabalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Arıcılığın verimini etkileyen iklim, ekosistem, beslenme kaynakları ve diğer çevresel faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir.

Tekirdağ'ın iklimi ve coğrafi yapısı, arıcılık için çeşitli avantajlar sunmakla birlikte, bu avantajların sürdürülebilirliği çevresel tehditler tarafından gölgenmektedir. İklim değişikliği, rüzgâr etkisi ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi faktörler, arıcılık sektörünün geleceğini tehdit etmektedir. Özellikle endüstriyel atıkların, su kaynaklarına karışması, arı sağlığını doğrudan etkileyerek balın kalitesini düşürmektedir. Bu bağlamda, arıcılığın sürdürülebilirliği adına çevre politikalarının güçlendirilmesi ve kirliliği azaltmaya yönelik adımların atılması önem arz etmektedir.

Türkiye, tarih boyunca güçlü bir arıcılık mirasına sahip olmasına karşın, bu alandaki potansiyelini, tam anlamıyla ortaya koyamamaktadır. Ülkemiz, yaklaşık 4 milyon arı kovanı ile dünya genelinde önemli bir konumda yer alsa da bal üretiminde Çin gibi başlıca arıcılık ülkeleriyle kıyaslandığında büyük bir üretim açığı ile karşı karşıyayız. Bu farkın en önemli sebepleri arasında

arıcılık konusunda yetersiz teknik bilgi, uygun olmayan koşullarda gerçekleştirilen arıcılık uygulamaları ve destekleyici politikaların eksikliği gibi unsurlar yer almaktadır.

Arıların polinasyondaki kilit rolü, tarımsal üretim açısından önem taşımaktadır. Küresel çapta bitkilerin yaklaşık %70'inin ve polinasyonun %80'inin bal arıları aracılığıyla gerçekleştiği göz önüne alındığında, arıcılığın sürekliliği yalnızca arı polinasyonunun korunması değil, aynı zamanda tarım ekosistemlerinin sağlıklı işleyişinin de korunması anlamına gelmektedir. Arıların yokluğu, ekosistem dengesini bozma riskini taşıırken, bu durum dolaylı olarak insan ve gıda güvenliğini de tehdit etmektedir.

Özellikle Tekirdağ gibi arıcılık için uygun coğrafi özelliklere sahip bölgelerin tespit edilmesi, arıcılık faaliyetlerinin verimli bir şekilde yürütülmesi açısından büyük bir önem arz etmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak, arıların faaliyetlerini hangi bölgelerde sürdürmelerinin daha avantajlı olacağını belirlemek, üretkenliği arttırmak ve doğa ile uyumlu arıcılık yöntemlerinin yaygınlaşmasına katkı sağlayacaktır. Bunun yanında, çevreyi koruma önlemlerinin alınması, arıların yaşam alanlarının korunması ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliği için önem arz etmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre topoğrafya, iklim, flora, iklim ve temiz su kaynağına yakınlık arılıkta konaklama yer seçiminde önemli kriterler olduğu görülmüştür. Uygun sıcaklıktaki alanlar, rüzgârın kovanlara etkisi, gürültü kirliliği ve kirli atıklardan kovanların en az 3,5 km uzak olması, direk güneş ışınları ve tozlu yollardan uzak olması gibi pek çok kriterler arıcılık konaklama alanlarının belirlenmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Arıcılık konaklaması için Kuzeydoğu Tekirdağ (Sarayı ilçesi ve çevresi), Batı Tekirdağ (Şarköy ve Kumbağ çevresi), Merkez ve Güney Tekirdağ (Süleymanpaşa ilçesi ve kıyı şeridi), Batı ve İç kısımlar (Hayrabolu ve Malkara) ve Doğu Tekirdağ (Marmaraereğlisi)'in belirlenen faktörler sonucunda uygun olduğu kabul edilmektedir.

Özellikle Çorlu, Çerkezköy ve Muratlı ilçelerindeki sanayi tesislerinin yoğunluğu ve suya katılan kirleticiler, arı kolonilerinin bu alanlarda konaklamasını sınırlandırmaktadır. Sanayi atıklarının neden olduğu kirlilik arıların su erişimini kısıtladığı gibi, suyun kalitesini de düşürmekte, dolayısıyla arılar için potansiyel bir sağlık riski oluşturmaktadır. Arıcılık açısından uygun alanların tespitinde, yerel su kaynaklarının kirlilik seviyeleri değerlendirilerek temiz su kaynaklarının varlığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla birlikte, fabrika yoğunluğunun düşük olduğu ve doğal akarsu kollarının görece temiz kaldığı bölgeler, arıcılık faaliyetleri için daha elverişli alanlar olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda, arı kovanlarının su kaynaklarına olan mesafesi ve suyun kalitesi, sağlıklı ve sürdürülebilir bir arıcılık için stratejik bir öneme sahip olmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi modern teknolojilerin arıcılıkta kullanımını, yalnızca uygun alanların tespiti ile sınırlı kalmamalıdır. Bu tür teknolo-

jilerin etkili bir şekilde uygulanabilmesi için yerel yönetimler, arıcılar ve araştırmacılar arasında iş birliğinin sağlanması önemlidir. Arıcılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla stratejik kararlar alınması, yerel ekosistemlerin korunması ve biyolojik çeşitliliğin teşvik edilmesi gerekmektedir.

Tekirdağ'daki arıcılık sektörü, pek çok faktörün karşılıklı etkileşimi sonucu oluşan karmaşık bir yapıdadır. Bu etkileşimlerin anlaşılması, arıcılığın yalnızca ekonomik bir faaliyet değil, ekosistem dengesinin korunmasında da önemli bir işlev gördüğünü göstermektedir. Bu nedenle, arıcılık sektörünün desteklenmesi ve geliştirilmesi adına kapsamlı bir strateji oluşturulması gerekmektedir. Arı sağlığı ve bal üretim kalitesinin korunması adına çevresel sürdürülebilirlik öncelikli olarak ele alınmalı ve bu doğrultuda etkin politikalar geliştirilmelidir.

Sonuç olarak, Türkiye'deki arıcılık potansiyelinin değerlendirilmesi, ekonomik katkının ötesinde ekosistem dengesini sağlama ve tarımsal üretimi sürdürülebilir kılma açısından da önemli faydalar sunacaktır. Bu bağlamda, arıcılık sektörünün desteklenmesi, bilimsel araştırmaların teşvik edilmesi ve çevresel koruma politikalarının geliştirilmesi, ülkemiz arıcılık alanında daha güçlü bir konuma gelmesi için gerekli olmaktadır. Moren tarımda arıcılığın sağladığı yararların arttırılması, arıcıların ve tarım sektörü paydaşlarının ortak çalışmalarıyla mümkün olacaktır.

Trakya ve Tekirdağ'daki arıcılık durumu, doğrudan tarımsal üretim ile bağlantılıdır. Bölgedeki bitki çeşitliliği ve topografik özellikler, arıcılığın gelişimini önemli ölçüde desteklemektedir. Ancak yüksek kovan sayısına rağmen bal üretimindeki verimliliğin düşük olması, arıcılıkla ilgili pek çok etmenin değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Özellikle rüzgârlı bölgelerde kovan yerleşiminde yaşanan zorluklar, arıların üretkenliğini olumsuz etkilebilmektedir. Bu sebeple, Tekirdağ'da arıcılığın ilerletilmesi adına daha uygun kovan yerleşim alanlarının tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Tekirdağ, iklimsel özellikleri ve doğal kaynakları açısından arıcılığa elverişli bir yapıya sahiptir. Akdeniz ikliminin sunduğu ılıman kışlar ve sıcak yaz ayları, arıların yıl boyunca aktif olabilmelerine olanak tanımaktadır. Bölgedeki tarımsal çeşitlilik, özellikle kanola ve ayçiçeği gibi nektar kaynaklarının zenginliği, arıcılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliğine destek sağlamaktadır. Orman ekosistemleri ise arıların beslenmeleri için gereken çeşitli bitki örtüsünü sunarak sağlıklı gelişimlerini teşvik etmektedir.

Tekirdağ'ın iklimi ve doğal kaynakları yalnızca arıcılık açısından değil, bölgesel ekonomik sürdürülebilirlik ve biyolojik çeşitlilik için de önem arz etmektedir. Bu nedenle, bölgedeki doğal kaynakların korunması ve tarım uygulamalarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi hem yerel hem de küresel düzeyde çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaktır. Tekirdağ'daki su kaynaklarının kirliliği, sanayi atıklarının salınımlarıyla doğrudan bağlantılı olup,

arıcılık gibi çevre dostu tarımsal faaliyetleri olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle su kaynaklarının kirliliği, arıların barınacakları alanların seçimini zorlaştırarak verimliliği düşürmektedir. Yerel ekosistemlerin sağlığı, arıcılıkla uğraşan çiftçiler için hayati bir öneme sahipken, bu ekosistemlerin korunması ve iyileştirilmesi yalnızca arıcılığa değil, genel çevresel sağlığın korunmasına da katkı sunacaktır.

Çevreyi koruma önlemleri, arıcılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliğinde diğer bir kilit faktördür. Arıların yaşam alanlarının korunması ve ekosistem dengesinin sağlanması için çevre koruma projelerinin uygulanması gereklidir. Ayrıca, tarımsal faaliyetlerin arıların yaşam alanına zarar vermemesi amacıyla sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi büyük önem arz etmektedir. Destekleyici politikalar ve yasal düzenlemeler, arıcılık sektörünü destekleyen stratejilerin oluşturulmasını gerektirir. Mevcut düzenlemelerin yeniden gözden geçirilmesi, arıların ekonomik olarak daha fazla desteklenmesi ve sektördeki rekabet gücünün artırılması açısından oldukça önemlidir. Bu tür politikalar, arıların daha elverişli koşullarda çalışmalarını sağlayarak sektördeki istikrarı destekleyecektir.

## KAYNAKÇA

- Arıcılık Gazetesi. (2024). *Arıcılığın Tarihçesi ve Gelişmesi*. Arıcılık Gazetesi. <http://www.aricilikgazetesi.com.tr/aricilik/> adresinden edinilmiştir.
- Çağlıyan, A. (2015). Bitlis ilinde arıcılık faaliyetleri. *Coğrafya Dergisi*, (30), 1-25.
- Demirkapılar, A. (2019). *Tekirdağ bölgesinde bal üretim ve pazarlama sorunları* (Yüksek Lisans Tezi) Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi: Tekirdağ.
- Düşünen, K., & Özyavuz, M. (2010). *Tekirdağ'ın Biyolojik Çeşitliliği*. Tekirdağ Değerleri Sempozyumu 21 Ekim 2010 Bildiriler Kitabı (p.36-42), Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi.
- Kekeçoğlu, M., Rasgele, P. G., Acar, F., & Hayırsever, F. (2013). İlköğretim öğrencilerinde bal arısının çevre ve toplum için önemi hakkında farkındalık yaratılması. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1), 60-78.
- Kırpık, M. A., & Gülen, M. (2014). Ülkemizde arıcılık faaliyetleri. *21. Yüzyılda Fen ve Teknik*, 1(1), 37-46.
- MGM. (2023). *İl-İlçe İstatistikleri*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A> adresinden 29.10.2024 tarihinde edinilmiştir.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2023). *Arıcılık İstatistikleri*. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Link/2/Aricilik-Istatistikleri> adresinden 29.10.2024 tarihinde edinilmiştir.
- Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi CBS Veri Arşivi. (2024). *Coğrafi bilgi sistemi (CBS) verileri*. Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi.
- Tekirdağ CSB, (2022). Tekirdağ İl Çevre Durum Raporu. Tekirdağ Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. ([www.tekirdag.csb.gov.tr](http://www.tekirdag.csb.gov.tr)). Erişim Tarihi:04.05.2024
- Tekirdağ CSB, (2024). *Tekirdağ İklim ve Topografyası*. Tekirdağ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. ([www.tekirdag.csb.gov.tr](http://www.tekirdag.csb.gov.tr)). Adresinden 04.05.2024 tarihinde edinilmiştir.
- Toper Kaygın, A., & Yıldız, Y. (2006). Bartın yöresi bal arısı (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera, Apidae) zararlıları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8(10), 64-73.
- Yalçın, H., Ağaçasapan, B., & Çabuk, A. (2019). Coğrafi bilgi sistemleri ile uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, 1(



# BÖLÜM 9

## PESTİSİT KULLANIMI VE YÖNETİMİ İLE İLGİLİ YAPILAN ARAŞTIRMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

*Merve Mürüvvet DAĞ<sup>1</sup>*

*Deniz SARICA<sup>2</sup>*

---

1 Araştırma Görevlisi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta, Türkiye. ORCID: 0000-0003-0809-4761, mervedag@isparta.edu.tr

2 Doçent Doktor, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta, Türkiye. ORCID: 0000-0001-8206-4718, denizsarica@isparta.edu.tr

## GİRİŞ

Pestisitler, tarımsal üretimde zararlıları, yabancı otları ve hastalıkları kontrol etmek amacıyla yaygın olarak kullanılan kimyasallardır. Herbisitler, insektisitler, fungisitler, rodentisitler ve nematisitler gibi çeşitli pestisit türleri, tarımsal üretimin önemli bileşenleridir (Sharma vd., 2019). Tarımsal gelişim sürecinde, pestisitler bitki koruma sağlamak ve ürün verimini artırmak için kritik bir araç haline gelmiştir. Tarımsal üretimin yaklaşık üçte biri pestisit kullanımına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Araştırmalara göre, pestisitler kullanılmadığında meyve üretiminde %78, sebze üretiminde %54 ve tahıl üretiminde %32 oranında kayıp yaşanabileceği ifade edilmektedir (Tudi vd., 2021). Ancak, bu kimyasalların yanlış ve bilinçsiz kullanımı, besin zincirine karışarak toprak, su, hava ve diğer doğal kaynakları kirletmekte, ekosistemde ciddi tahribata yol açmaktadır (Yadav vd., 2015). Nitekim, yıllık gıda üretiminin yaklaşık %45'inin zararlı istilası nedeniyle kaybedildiği düşünüldüğünde, pestisitlerin önemi kadar dikkatli uygulanması da büyük bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır (Abhilash ve Singh, 2009).

Pestisitlerin insan sağlığı üzerinde çeşitli hastalıklarla ilişkilendirildiği ve çevreye olumsuz etkilerinin bulunduğu birçok araştırma mevcuttur (Dolapsakis vd., 2001; Bassil vd., 2007; Del Prado-Lu, 2007; Konradsen, 2007; Geiger vd., 2010; Mahmood vd., 2012; Jiang vd., 2022). Ayrıca, pestisitlerin hayvanlar üzerinde de bir dizi olumsuz etkiye (nörotoksisite, endokrin bozulması, karaciğer ve böbrek hasarı, kanser ve üreme bozuklukları gibi) yol açtığı tespit edilmiştir (Leoci ve Ruberti, 2021; Ali vd., 2021). Bu durum, ekosistem dengesini bozmakta ve tarımda kullanılan kimyasalların tüm canlılar üzerinde geniş çaplı negatif etkiler yarattığını göstermektedir. Van Driesche ve Bellows (2012) bu olumsuz etkiler nedeniyle bazı ülkelerin (örneğin, Amerika Birleşik Devletleri) pestisit kullanımını azaltmaya yönelik adımlar attığını belirtmişlerdir.

Pestisit kullanımının azaltılması, küresel politika gündemlerinde öncelikli bir konu olarak öne çıkmaktadır (Finger ve Möhring, 2022; Jacquet vd., 2022). Tarım sektörü için önemli ülkelerden biri olan Amerika Birleşik Devletleri (ABD), pestisit kullanımını 1947'de çıkardığı yasa ile denetlemeye başlamış, bu yasanın ardından 1996'da pestisitlerin çevre ve insan sağlığına olan zararlarını en aza indirmeyi amaçlayan ve EPA'ya zararlı pestisitleri yasaklama yetkisi veren "Gıda Kalitesini Koruma Yasası" ile güvenlik standartlarını sıkılaştırmıştır (EPA, 2024). ABD'de pestisit kullanımını kontrol etmek için yasaklar başlıca düzenleyici araç olarak kullanılsa da, çevresel hedeflere ulaşmada açık yasalardan daha etkili bir mekanizma olarak pestisit kullanım ücretleri öne çıkmıştır (Zilberman vd., 1991). Çin'de ise pestisitlere yönelik ilk yönetmelik 1997 yılında yayımlanmış olup, bu düzenleme zamanla yapılan güncellemelerle gelişmiştir. 2017 yılında, pestisit kullanımını daha etkin bir şekilde kontrol edebilmek için yönetmelik kapsamlı bir şekilde gözden geçirilmiş ve mevcut çevresel, sağlık ve tarımsal ihtiyaçlara uygun olarak yeniden düzenlenmiştir.

(FAO, 2024). Çin hükümeti, tarımsal ürün güvenliğini halkın geçim kaynağı için temel bir garanti olarak görse de, güçlendirilmiş düzenlemelere rağmen bu alandaki sorunlar devam etmektedir (Shao vd., 2024). Avrupa Birliği (AB), dünya genelindeki ortalamaların üzerinde yıllık pestisit kullanımı ile dikkat çekmektedir. Çevresel etkileri en aza indirmek amacıyla, AB’de de, pestisit kullanımını düzenlemek için çeşitli yasalar, yönetmelikler ve direktifler geliştirmiştir (Dağ, 2023).

Daha önce yapılan çalışmalar, pestisit kullanımının çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerine (Al-Zaidi vd., 2011; Damalas ve Eleftherohorinos, 2011; Mahmood vd., 2016; Ali vd., 2021; Finger ve Möhring, 2022) ve Entegre Zararlı Yönetimi’nin (IPM) yaygınlaştırılmasının önemine (Norton vd., 2005; Lehota vd., 2010; Rebaudo ve Dangles, 2013) dikkat çekmiştir. Pretty vd. (2012), sürdürülebilir yoğunlaştırma kapsamında çiftçilerin, tarımsal girdilerin (tohum, gübre ve pestisit) biyolojik süreçler ve ekosistem hizmetleriyle nasıl uyum içinde ya da çelişkili olabileceğini anlamalarını sağlamayı hedeflemiştir. Pestisit ile ilgili yapılan bibliyometrik analiz çalışmalarına bakıldığında ise entegre zararlı yönetimi uygulamaları (Oliveira vd., 2023; Zhou vd., 2023), Scopus veri tabanı kullanılarak genel pestisit araştırmaları (Rajna vd., 2023), yeşil pestisit araştırmaları (Smith vd., 2021) ve kanser insidansı ile mesleki olarak pestisitlere maruz kalma arasındaki ilişki (Pedroso vd., 2022) konularında yapıldığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak 1980-2024 yılları arasında Web of Science (WoS) veri tabanında yer alan pestisit kullanımı ve yönetimiyle ilgili 1485 çalışmadan elde edilen veriler, çeşitli parametrelerle bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın amacı, bu alandaki akademik literatürü kapsamlı ve sistematik bir şekilde ele alarak, pestisit kullanımı ve yönetimi konusundaki araştırma eğilimlerini, önemli yayınları, önde gelen araştırmacıları ve araştırma boşluklarını belirlemektir. Bibliyometrik analiz, son yıllarda bilimsel veri tabanlarının hızlı gelişimi, artan erişilebilirlik olanakları ve büyük hacimli verileri sistematik olarak analiz etme yeteneği sayesinde popüler bir yöntem haline gelmiştir (Donthu vd., 2021). Bibliyometrik analizler, doğru dergi seçimi, anahtar kelimelerin belirlenmesi ve en çok atıf alan yazarların tespiti gibi konularda bilgi sağlayarak gelecekteki araştırmalara rehberlik edebilir (Ergin vd., 2023). Pestisit kullanımı ve yönetimi üzerine yapılan bu bibliyometrik analiz, alandaki akademik literatürü kapsamlı ve düzenli bir şekilde ele almaktadır. Analiz sonuçları, pestisit yönetimi konusunda araştırma eğilimlerini, önemli yayınları, bu alandaki önde gelen araştırmacıları ve araştırma boşluklarını belirlemeye olanak tanımaktadır.

## **MATERYAL VE METOT**

Bibliyometrik analiz, araştırma eğilimlerini belirlemeye sağladığı katkılar nedeniyle son yıllarda giderek daha popüler bir yöntem haline gelmiştir.

Donthu vd. (2021), bu yöntemin popülerliğini bilimsel veri tabanlarının hızla gelişmesi ve erişilebilir hale gelmesi, büyük ölçekli bilimsel verilerin işlenmesi ve yüksek araştırma etkisi oluşturma potansiyeline bağlamaktadır. Bibliyometrik analiz, herhangi bir alandaki çalışmaları derinlemesine incelemek, araştırmacılara genel bir perspektif sunmak, yeni araştırma fikirleri oluşturmak ve alana yapılan katkıları tespit etmek için etkili bir araçtır. Bu çalışmada, pestisit kullanımını ve yönetimiyle ilgili yapılan çalışmaların gelişimi, araştırma eğilimleri, literatüre yön veren yayınlar ve önde gelen araştırmacılar kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Çalışma, bu alandaki bilimsel ilerlemeleri detaylı olarak inceleme ve gelecekteki araştırmalara ışık tutma fırsatı sunması bakımından önem taşımaktadır.

Çalışmada, bibliyometrik analiz amacıyla R yazılımında yer alan Bibliometrix paketi kullanılmış (Aria ve Cuccurullo, 2017; Biblioshiny, 2019; R Core Team, 2023) ve veri kaynağı olarak WoS tercih edilmiştir. WoS, bilimsel yayınlara geniş çaplı erişim imkânı sunması ve indeksler arasında sıkça kullanılan etki faktörü ölçütü ile öne çıkması nedeniyle bibliyometrik analizlerde yaygın olarak tercih edilen bir platformdur (Van Leeuwen, 2006; Falagas vd., 2008; Tyasi vd., 2024).

Donthu vd. (2021) tarafından önerilen bibliyometrik analiz adımlarına göre, ilk aşamada çalışmanın amacı ve kapsamı net bir şekilde tanımlanmıştır. Daha sonra, belirlenen amaç ve kapsam doğrultusunda uygun bibliyometrik analiz teknikleri (Atıf Analizi, Yayın Zaman Eğilimleri vb.) seçilmiştir. Üçüncü aşamada, pestisit kullanımını ve yönetimi ile ilgili çalışmalar WoS veri tabanından sistematik bir şekilde toplanmış ve son olarak, analizden elde edilen bulgular ayrıntılı bir şekilde raporlanarak, araştırma eğilimlerini ve alanın literatürdeki genel durumunu ortaya koyan bir çerçeve sunulmuştur.

Bibliyometrik analizde, çalışmanın amacına en uygun anahtar kelimeleri seçmek oldukça önemlidir. Arama sorgusu için literatürde mevcut ve çalışmanın tematik alanıyla yüksek düzeyde ilişkili olan anahtar kelimeler seçilmeye özen gösterilmelidir. Bu çalışmada, literatürde öne çıkan “pesticide use”, “pesticide usage”, “pest management” ve “pesticide policy” anahtar kelimeleri seçilmiştir. Söz konusu anahtar kelimeler, hem literatürde yaygın olarak kullanıldığından hem de çalışmanın tematik alanıyla yüksek düzeyde ilgili olduğundan dikkatle belirlenmiştir. Ayrıca, bu anahtar kelimeler, pestisit ile ilgili yapılan çalışmaların sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarını kapsamlı bir şekilde inceleme fırsatı sunmak amacıyla tercih edilmiştir.

WoS veri tabanında yapılan anahtar kelime sorgusunun ardından, araştırma konusuyla en ilgili çalışmaları seçmek için belirli filtreleme işlemleri uygulanmıştır. Belge türü olarak makale, kitap, kitap bölümü ve bildiri tercih edilmiştir. Çalışmalar arasında en baskın belge türü %89.02 ile makaleler olmuştur. Bildiriler %7.27, kitap bölümleri %3.64, kitaplar ise %0.07 oranında

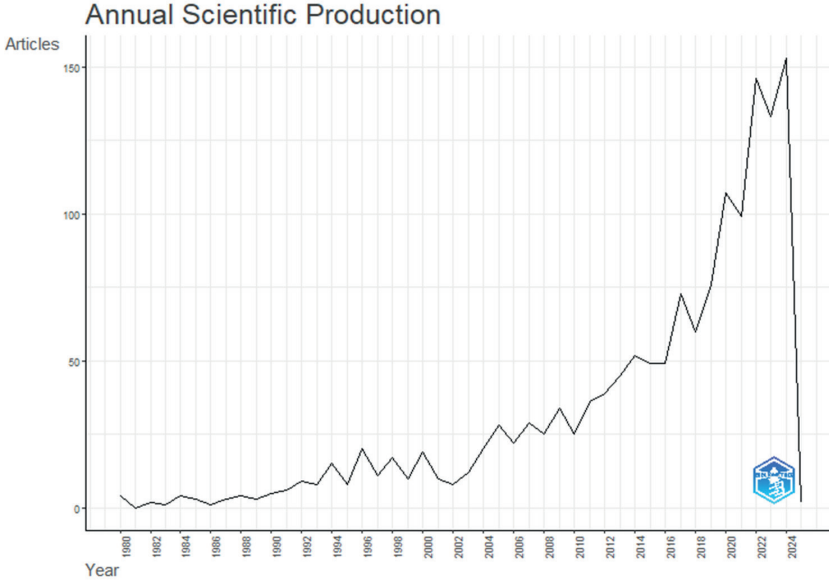
yer olarak diğer belge türlerini oluşturmuştur. Çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları analiz edebilmek adına belirli araştırma alanları belirlenmiştir. Bu alanlar; tarım politikası, ekonomik teori, iklim değişikliği, gıda bilimi ve teknolojisi, sürdürülebilirlik bilimi, ekonomi, çevre bilimi, siyaset bilimi, yönetim, tedarik zinciri ve lojistik, modelleme ve simülasyon ile risk değerlendirme olarak sıralanmıştır. Uygulanan filtreleme işlemleri, araştırmanın temel odak noktasına uygun çalışmaları seçerken, aynı zamanda disiplinler arası bir bakış açısı kazandırmayı hedeflemiştir.

Bu çalışma, bibliyometrik analizden elde edilen verilere dayanarak yıllara göre yapılan çalışma sayısı, yıllara göre ortalama atıf sayıları, bilimsel dergilerde yayımlanan makale sayısı, önde gelen araştırmacılar tarafından yayımlanan toplam makale sayısı, sorumlu yazarların ülkeleri, sık kullanılan anahtar kelimeler ve farklı ülkelerden araştırmacılar arasındaki iş birlikleri gibi unsurları detaylı bir şekilde değerlendirmektedir.

### **BULGULAR VE TARTIŞMA**

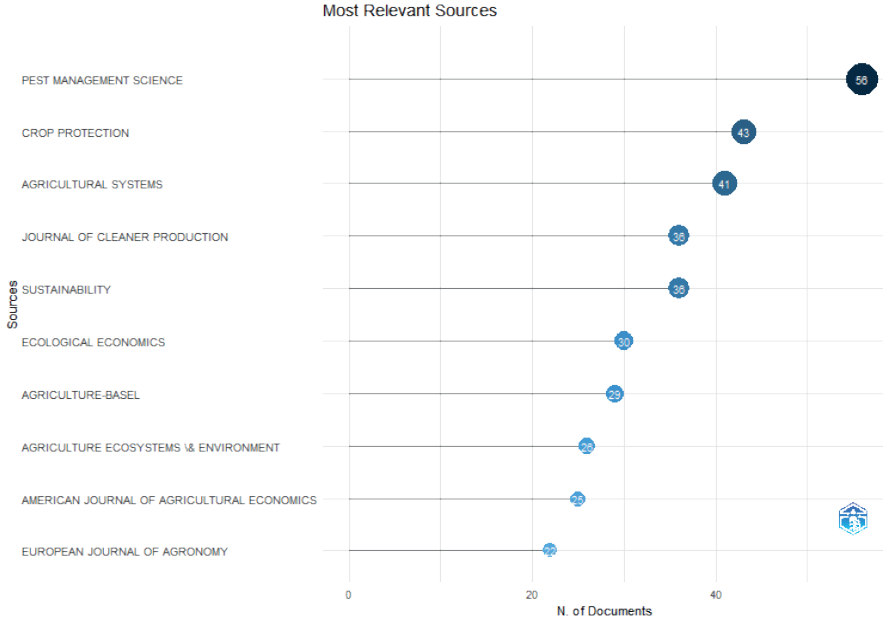
Şekil 1, Ocak 1980 - Aralık 2024 yılları arasında “pesticide use,” “pesticide usage,” “pest management,” ve “pesticide policy” anahtar kelimeleriyle yapılan akademik çalışmaların yıllara göre dağılımını göstermektedir. Verilere göre, 2000’li yılların başlarında araştırma sayılarında belirgin bir artış başlamış ve bu dönemde her yıl bir önceki yıla kıyasla istikrarlı bir büyüme kaydedilmiştir. 2010’lu yıllarda ise bu alandaki çalışmalar hız kazanmış ve büyüme eğilimi 2020’lere kadar devam etmiştir. Özellikle 2020 yılından itibaren, konuya yönelik akademik çalışmalarda dikkat çekici bir artış yaşanmıştır. 2020-2024 yılları arasında yayınlanan araştırmalar, toplam araştırmaların %42.96’sını oluşturmaktadır (n=638).

Genel olarak değerlendirildiğinde, pestisit kullanımı ve yönetimi üzerine yapılan araştırmalar, 2010’lu yılların ortalarından itibaren belirgin bir ivme kazanmıştır. Bu eğilim, pestisitlerin insan sağlığı ve ekosistem üzerindeki etkilerinin artan bir şekilde tartışıldığı ve küresel çevre sorunlarının daha fazla ön plana çıktığı bir döneme işaret etmektedir. 2020 sonrası yaşanan hızlı artış ise COVID-19 pandemisiyle birlikte gıda güvenliği ve tarımsal sürdürülebilirlik konularının önem kazanmış olabileceğini göstermektedir (Choi vd., 2024).



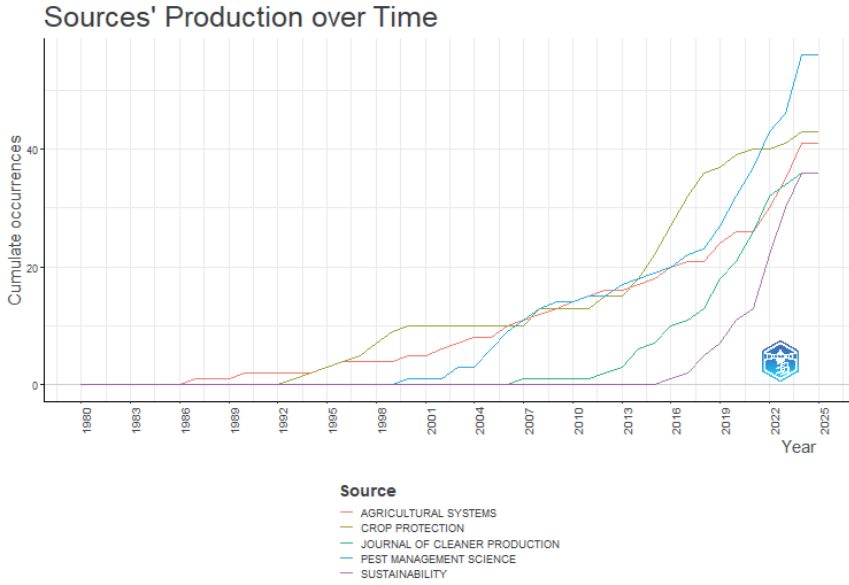
**Şekil 1.** 1980 ve 2024 Yılları Arasındaki Yıllık Bilimsel Yayın Üretimi

Şekil 2, pestisit kullanımı ve yönetimi ve ilgili konular üzerine yapılan akademik çalışmaların yayınlandığı dergiler ve bu dergilerdeki çalışma sayılarını göstermektedir. Verilere göre “Pest Management Science” dergisi, 56 makale (%3.77) ile bu alanda en çok araştırma yayınlanan dergi olarak öne çıkmaktadır. “Crop Protection” ve “Agricultural Systems” sırasıyla 43 (%2.90) ve 41 (%2.76) makale ile listede ikinci ve üçüncü sıradadır. Ayrıca, “Journal of Cleaner Production,” “Sustainability,” “Ecological Economics,” ve “Agriculture-Basel” bu alanda önemli araştırmaların yayınlandığı dergiler arasında yer almaktadır. Bu durum pestisit kullanımı ve yönetimi ile ilgili çalışmaların disiplinler arası bir nitelik taşıdığını ve bu konuların çevresel, ve ekonomik boyutlarda geniş bir yelpazeye yayıldığını açıkça ortaya koymaktadır. Osteen ve Fernandez-Cornejo (2013)’un “Pest Management Science” dergisinde yayınlanan çalışmasında, 1964-2010 yılları arasında ABD’deki tarımsal pestisit kullanım eğilimleri ile ekonomik faktörlerin, tarım politikalarının ve pestisit düzenlemelerinin toplam pestisit miktarları üzerindeki etkileri incelenmiştir. “Crop Protection” dergisinde yayınlanan ve en çok atıf alan çalışmalardan biri olan Schut vd. (2014), bitki koruma ile sistem yaklaşımlarının inovasyon üzerindeki etkisini ve bu yaklaşımların kullanımını incelemek amacıyla 107 yayını sistematik bir şekilde analiz etmiş ve bitki koruma inovasyonunda sistem yaklaşımlarının büyük ölçüde keşfedilmemiş olduğunu ortaya koymuştur.



**Şekil 2.** Akademik Çalışmaların Yayımlandığı Başlıca Dergiler ve Makale Sayıları

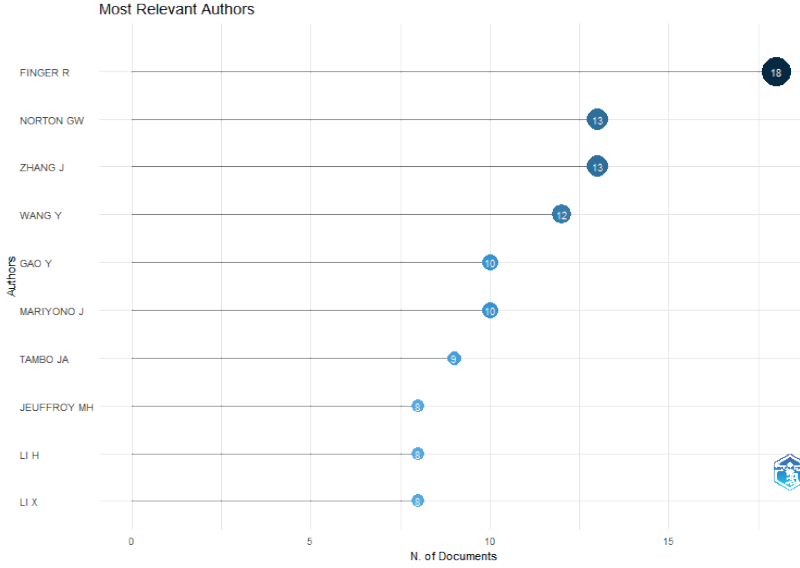
Şekil 3, 1980-2024 yılları arasında pestisit kullanımı ve yönetimiyle ilgili öne çıkan dergilerde yayınlanan çalışmaların dağılımını göstermektedir. Dergi bazında yapılan değerlendirmelere göre, makale sayısının özellikle 2000’li yılların başından itibaren arttığı dikkat çekmektedir. “Pest Management Science” dergisinde yayınlanan makale sayısı, 2000 yılından itibaren artmaya başlamış ve 2024 yılı itibarıyla önemli bir artış göstererek 56’ya ulaşmıştır. “Crop Protection” dergisinde de benzer bir artış yaşanmış ve 2024’te 43’e yükselmiştir. “Agricultural Systems” dergisi ise 2024 yılı itibarıyla 41 makale ile önemli bir katkı sağlamıştır. Ayrıca, “Journal of Cleaner Production” ve “Sustainability” dergilerinde de konuya dair pek çok çalışma yayınlanmıştır.



**Şekil 3.** Yıllar İtibariyle Akademik Çalışmaların Yayınlandığı Başlıca Dergiler

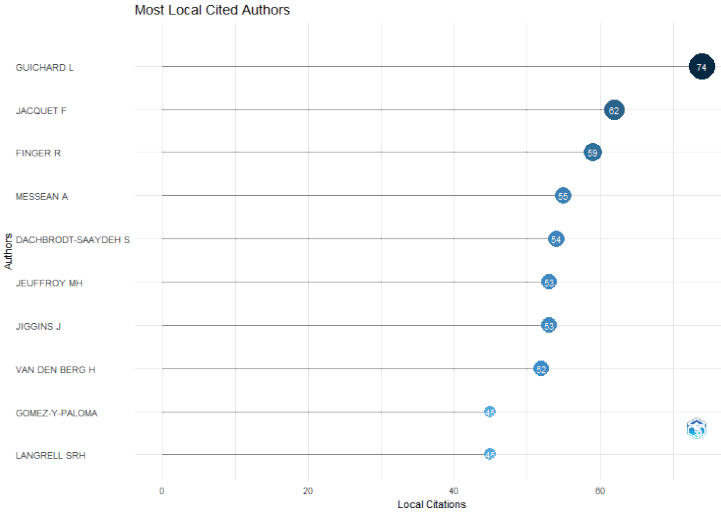
Pestisit kullanımı ve yönetimi ile ilgili yapılan çalışmalarda en fazla araştırmaya sahip yazarlar ve her bir yazarın çalışma sayısının dağılımı Şekil 4'te gösterilmektedir. Buna göre, Robert Finger 18 araştırma ile bu konuda en fazla çalışma yayınlayan yazardır. Norton G. ve Zhang C. ise 13 çalışma ile ikinci sırada yer almaktadır. Wang Y., Gao Y. ve Mariyono J. da bu alana katkı sunan diğer yazarlardır. Bu konuda en fazla çalışmaya sahip olan Finger ve Möhring (2022), çiftçilerin pestisitlerin çevresel ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerine dair algılarının, pestisitsiz üretim uygulamalarını benimseme kararları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu alanda önemli çalışmalarını bulunan yazarlardan biri olan Norton vd. (2005)'nin bu alanla ilgili en çok atıf alan çalışmasında ise pestisitlerin neden olduğu sağlık ve çevre sorunları ile haşere direncine karşı alternatif haşere yönetimi çözümleri geliştirmeyi amaçlamışlardır.





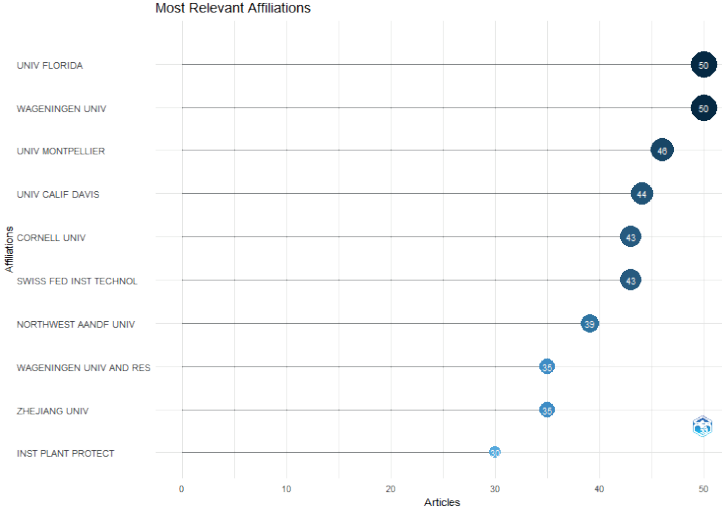
Şekil 4. Konu ile ilgili En Fazla Çalışma Yapan Başlıca Yazarlar

Analiz sonuçlarına göre, 1980-2024 yılları arasında en fazla atıfa sahip yazarlar Şekil 5'te sıralanmıştır. Bu bağlamda, Guichard L. 74 atıf ile ilk sırada yer alırken, Jacquet F. 62 atıf ile ikinci sıradadır. Finger R. ise 59 alıntı ile üçüncü sırada yer almaktadır. Diğer önde gelen yazarlar arasında Messean A. (55 atıf), Dachbrodt-Saaydeh S. (54 atıf) ve Jeuffroy M.H. (53 atıf) yer almakta; Jiggins J. ve Van den Berg H. ise sırasıyla 53 ve 52 atıf ile dikkat çekmektedir. Bu veriler, söz konusu yazarların bu alandaki akademik katkılarının önemini ve çalışmalarının geniş bir etki alanına sahip olduğunu göstermektedir. Pestisit kullanımı ve yönetimi alanında en çok atıf alan yazar olan Guichard vd. (2017), Fransa'da 2008 yılında başlatılan ve pestisit kullanımını %50 oranında azaltmayı hedefleyen Ecophyto Planının başarısızlık nedenlerini incelemiştir. En çok atıf alan yazarlardan bir diğeri olan Jacquet vd. (2022) ise çalışmalarında pestisit kullanımını azaltmak için tarımsal araştırmaların oynayabileceği kritik rolü ele almışlardır. Buna göre pestisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla, pestisitsiz bir paradigmanın benimsenmesi gerektiği savunulmaktadır.



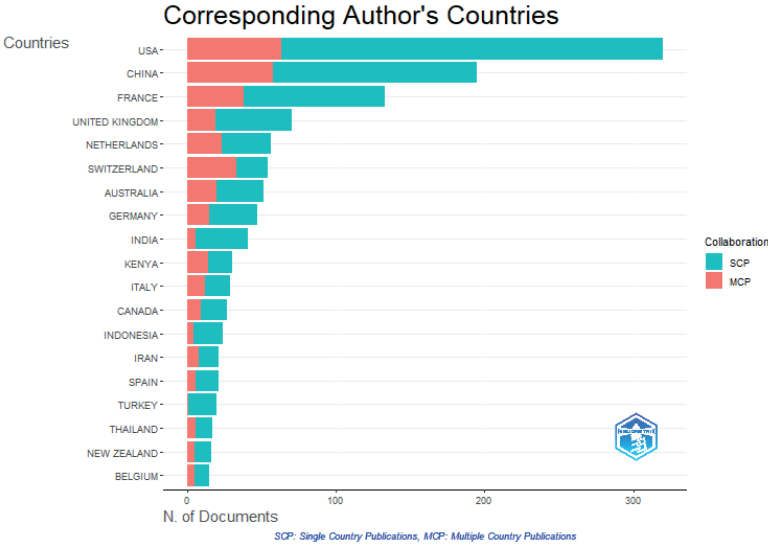
**Şekil 5.** Konu ile ilgili En Fazla Atıfa Sahip Yazarlar

Şekil 6, pestisit kullanımı ve yönetimiyle ilgili alanlarda en fazla çalışma yayınlayan sorumlu yazarların bağlı oldukları akademik kurumları göstermektedir. Buna göre, Florida Üniversitesi ve Wageningen Üniversitesi, 50 çalışma ile bu alanda en fazla katkı sağlayan kurumlar olarak öne çıkmaktadır. Bu iki kurumu, Montpellier Üniversitesi (46), California Üniversitesi-Davis (44) ve Cornell Üniversitesi (43) takip etmektedir. Diğer dikkat çeken kurumlar arasında İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü (43) ve Northwest A&F Üniversitesi (39) bulunmaktadır. Zhejiang Üniversitesi (35) ve Çin'deki Çin Tarımsal Bilimler Akademisi'nin (CAAS) bir parçası olan Bitki Koruma Enstitüsü (30) de önemli katkılar sağlayan kurumlar arasında yer almaktadır. Bu kurumlar, alandaki önemli bilimsel çalışmalara ev sahipliği yapmaktadır.



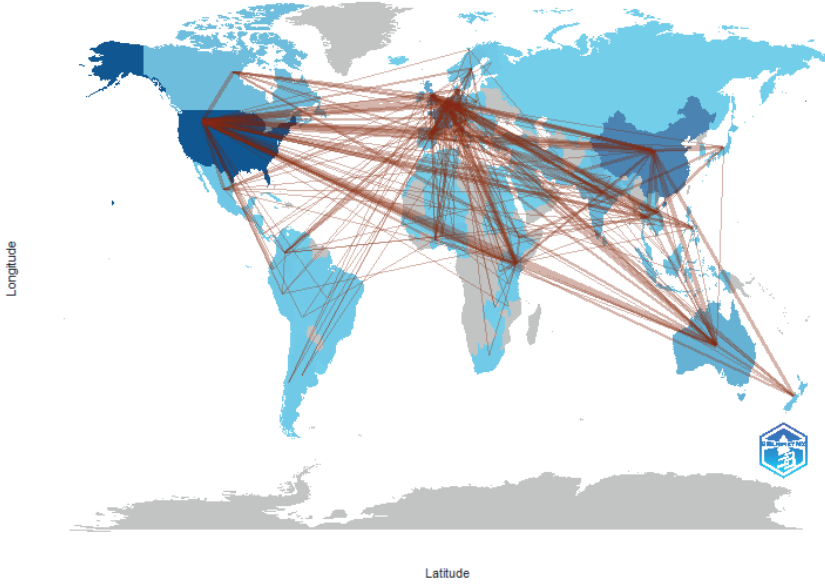
**Şekil 6.** Konu ile ilgili En Fazla Çalışma Yayınlayan Sorumlu Yazarların Bağlı Olduğu Akademik Kurumlar

Şekil 7, konu ile ilgili akademik çalışmaların yayınlandığı ülkeleri ve bu ülkelerdeki çalışma sayısı dağılımını göstermektedir. ABD, 320 araştırma ile en fazla yayına sahip ülke olarak öne çıkmakta ve toplam araştırma sayısının önemli bir kısmını oluşturmaktadır (%21.5). Çin, 195 araştırma ile ikinci sırada yer alırken, Fransa, 133 araştırma ile üçüncü sırada bulunmaktadır. Diğer öne çıkan ülkeler arasında Birleşik Krallık, Hollanda, İsviçre, Avustralya, Almanya ve Hindistan yer almaktadır. Hollanda ve İsviçre, yayınlanan araştırmaların oranına göre oldukça yüksek bir Çoklu Ülke Yayın (MCP-Multiple Country Publications) oranına sahipken, Hindistan'ın uluslararası iş birliği oranı daha düşüktür. Bu durum, Hollanda ve İsviçre'nin bu alandaki araştırmalarda daha fazla uluslararası iş birliği yaptığını işaret ederken, Hindistan'ın ise daha sınırlı bir iş birliği stratejisi izlediğini göstermektedir. Araştırma iş birliği oranlarındaki bu farklılıklar, ülkelerin bilimsel araştırma iş birliği stratejilerindeki çeşitliliği yansıtmakta olup, bazı ülkelerin bu alanda küresel etkileşimlere ve ortak çalışmalara daha açık olduğunu yansıtmaktadır.



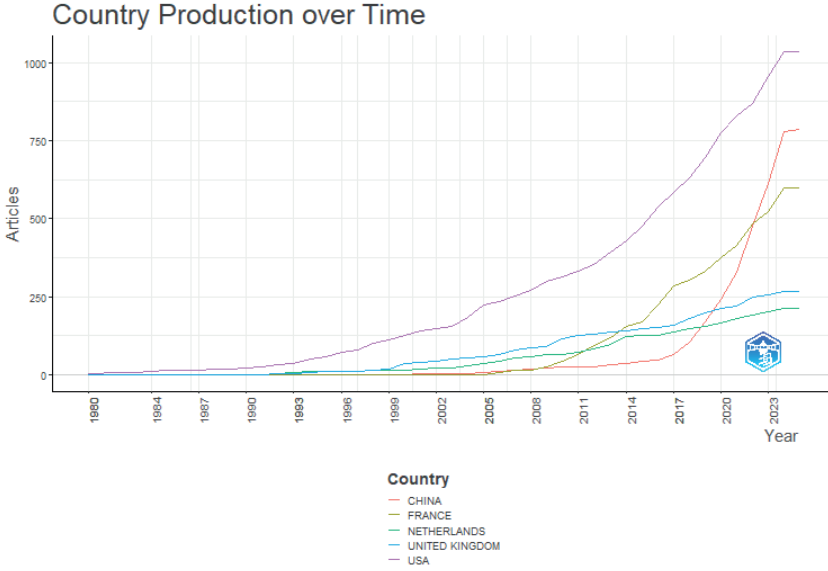
**Şekil 7.** Konu ile ilgili En Fazla Çalışma Yayımlayan Sorumlu Yazarların Ülkeleri

Şekil 8, ilgili konuda farklı ülkelerdeki araştırmacıların birlikte yaptıkları çalışmalar arasındaki iş birliklerini gösteren bir haritadır. Bu iş birlikleri, pestisit alanındaki uluslararası araştırmalarda farklı ülkelerin katkılarına ve küresel iş birliğinin önemini vurgulamaktadır. Haritaya göre, ABD'deki araştırmacıların, çeşitli ülkelerle olan iş birlikleri oldukça yüksek seviyededir. Bu araştırmacıların en çok birlikte çalıştıkları ülkeler sırasıyla Çin, Avustralya, Hollanda ve İtalya'dır. Fransa da araştırmalarında yüksek düzeyde iş birliğine sahip ülkelerden biridir. Fransadaki araştırmacıların en çok ortak çalıştıkları ülkeler ise sırasıyla Hollanda, Almanya, Danimarka, İsviçre ve İtalya'dır.



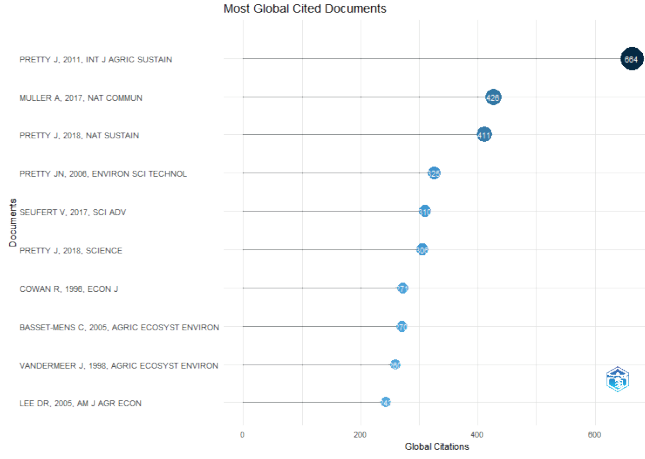
**Şekil 8.** Ülkeler Arası İş Birliği Bağlantıları

Şekil 9, pestisit kullanımı ve yönetimi alanında ülkelerin yıllar içindeki araştırma eğilimlerini yansıtmaktadır. Buna göre, ABD, 1980'lerden itibaren bu alandaki araştırmalarda lider bir konumda yer almıştır. İlk yıllarda nispeten düşük sayılarda üretim görülse de, özellikle 2000'lerden itibaren hızlı bir artış kaydedilmiştir. Bu eğilim, ABD'nin pestisit kullanımı ve yönetimi konusunda artan çevresel farkındalık ve düzenlemelere uyum sağlama çabalarının bilimsel araştırmalara yansımalarıyla açıklanabilir. Birleşik Krallık, 1990'lardan sonra konu ile ilgili çalışmalarda düzenli bir artış göstermiştir. 2000'li yıllardaki hızlı artış, pestisitlerin çevresel ve sağlık etkilerine yönelik kamuoyundaki farkındalığın artması ve AB'ye uyum çerçevesinde uygulanan politikaların etkisiyle ilişkilendirilebilir (Crane ve ark., 2006). Hollanda, bu alanda daha geç bir başlangıç yapmıştır ve ilk önemli artışlar 1990'larda kaydedilmiştir. Fransa, pestisit kullanımı ve yönetimi alanındaki akademik çalışmalarına 2000'lerden itibaren yoğunlaşmıştır. Çin ise, 2000'lere kadar oldukça sınırlı bir üretim göstermiş olsa da, özellikle 2010 sonrası dönemde makale üretiminde çarpıcı bir artış göstermiştir. Bu artış, Çin'in tarımsal üretimde pestisit kullanımını azaltma ve sürdürülebilir uygulamaları teşvik etme çabalarıyla ilişkilendirilebilir (Anonim, 2024b). Genel olarak, veriler, pestisit kullanımı ve yönetimi konusundaki bilimsel ilginin, ülkelerin tarımsal politikalarına, çevresel regülasyonlarına ve bu konudaki toplumsal farkındalık düzeylerine bağlı olarak zaman içinde değişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle 2000'li yıllardan itibaren bu alanda küresel bir yükseliş başladığı görülmektedir.



**Şekil 9.** Yıllar İtibariyle Ülkelere Göre Yapılan Araştırma Sayıları

Şekil 10'da pestisit kullanımı ve yönetimi konusunda öne çıkan yazarların yayınlarına ait atıf sayıları görülmektedir. Bu sayede, bu alanda literatüre değerli katkılarda bulunan öncü akademisyenlerin çalışmalarının belirlenmesine olanak sağlamıştır. Pretty J.'nin farklı yıllarda yayımladığı birden fazla çalışması, pestisit kullanımı ve yönetimi konularında önemli bilimsel katkılar sağlamıştır. Pretty J.'nin 2011 yılında International Journal of Agricultural Sustainability (664 atıf), Nature Sustainability (411 atıf), Environmental Science and Technology (325 atıf) ve Science (306 atıf) dergilerinde yayımlanan çalışmalarının yüksek atıf sayısına sahip olduğu saptanmıştır. Pretty ve ark. (2012), en çok atıf alan çalışmalarında, çiftçilerin sürdürülebilir yoğunlaştırma kapsamında, tarımsal girdilerin (tohum, gübre ve pestisit) biyolojik süreçler ve ekosistem hizmetleriyle uyumlu veya çelişkili olabileceğini anlamalarını sağlamayı amaçlamışlardır. Pretty J.'den sonra Muller A.'in de 2017 yılında Nature Communications dergisinde (426 atıf) yayımlanan çalışmasının, yüksek atıf sayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada organik tarımın; arazi kullanımı, azot fazlası ve sera gazı emisyonları gibi göstergeler üzerinden sürdürülebilir gıda sistemlerine katkısı analiz edilmiştir (Muller vd., 2017). Ayrıca Seufert V., Cowan R., Basset-Mens C., Vandermeer J. ve Lee D.R. gibi diğer akademisyenlerin araştırmaları da pestisit kullanımı ve yönetimi literatürüne katkıda bulunan önemli çalışmalar arasında yer almaktadır.



**Şekil 10.** Konu ile ilgili En Çok Atıf Alan Çalışmalar

Son olarak pestisit alanında gerçekleştirilen çalışmalardaki, sık kullanılan anahtar kelimeleri gösteren kelime bulutu (word cloud) haritası, bu alandaki öne çıkan konular hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır (Şekil 11). Kelime bulutu haritası, pestisit kullanımı literatüründeki temel kavramları görsel olarak temsil ederek, araştırmacılara ve okuyuculara bu alandaki önemli temalar hakkında görsel bir bilgi sunmaktadır. “Agriculture” ve “Adoption” terimleri, toplam frekansta belirgin bir üstünlük göstermektedir. “Agriculture” terimi, pestisitlerin tarımsal üretimdeki önemini ve bu bağlamda literatürün büyük ölçüde tarımla ilgili olduğunu göstermektedir. “Adoption” terimi sıklığı, pestisit kullanımında yenilikçi teknolojilerin ve yönetim yaklaşımlarının çiftçiler tarafından benimsenmesinin önemli bir araştırma konusu olduğu hakkında fikir vermektedir. “Management” terimi üçüncü sıklıkta yer alarak, pestisit kullanımının etkili yönetimi ve düzenlenmesinin literatürde sıklıkla ele alındığını yansıtmaktadır. Ayrıca “Impact” terimi, pestisit kullanımının çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarını inceleyen çalışmaların yaygın olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 11. Literatürde En Sık Kullanılan Terimler

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada WOS veri tabanında 1980-2024 yılları arasında indekslenen 1485 adet pestisit kullanımı ve yönetimi ile ilgili yapılan çalışmalardan elde edilen veriler çeşitli parametreler ile bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

Bibliyometrik analiz sonuçları, pestisit kullanımı ve yönetimi ile ilgili olarak yayınlanan araştırma sayısının arttığını göstermektedir. Özellikle son on yılda, bu alandaki araştırmalarda büyük bir artış yaşanmıştır. Bu artış, pestisit konusunda araştırmacıların ilgisinin arttığını göstermektedir.

Belirli dergilerde yayınlanan çalışma sayıları incelendiğinde, pestisit kullanımı ve yönetimi alanında çalışan araştırmacıların özellikle “Pest Management Science”, “Crop Protection”, “Agricultural Systems” ve “Journal of Cleaner Production” gibi dergilerde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu dergiler, pestisit kullanımı ve yönetimi araştırmalarının önemli bir platformu olarak öne çıkmaktadır.

Üniversitelerin pestisit kullanımı ve yönetimi alanındaki çalışmalarını incelendiğinde, özellikle ABD’deki birkaç üniversitenin bu alanda lider konumda olduğu belirlenmiştir. Florida Üniversitesi, Wageningen Üniversitesi ve Montpellier Üniversitesi gibi kurumlar, pestisit kullanımı ve yönetimi alanında öncü araştırmalar gerçekleştirmekte ve literatüre değerli katkılarda bulunmaktadır.

Sorumlu yazarların ülkelerine göre dağılımı incelendiğinde, ABD, Çin, Fransa, Birleşik Krallık ve Hollanda gibi ülkelerin bu alandaki araştırmalarda lider konumda oldukları görülmektedir. Ayrıca, özellikle ABD, Çin ve Fransa’nın uluslararası iş birliklerine de önem verdiği ve pestisit kullanımı alanında



küresel ölçekte iş birliğinin arttığı görülmektedir. Öne çıkan araştırmacıların çalışmalarının atıf sayıları incelendiğinde, pestisit kullanımı alanındaki literatürde belirli isimlerin önemli etkilerinin olduğu görülmektedir. Guichard L., Jacquet F., Finger R ve Pretty J. gibi araştırmacılar, bu alana önemli katkılarda bulunmuş ve çalışmaları yüksek düzeyde atıf almıştır.

Sonuç olarak, pestisitlerin dünya genelinde yaygın olarak kullanılması, bu kimyasalların ekosistem üzerindeki etkilerini daha etkin bir şekilde değerlendirmek ve kontrol altına almak için yenilikçi metodolojilere ve teknolojilere duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Bu bağlamda, pestisitlerin bilinçsiz kullanımını azaltmak amacıyla, çevresel ve sağlık riskleri konusunda toplumsal farkındalığı artıracak eğitim kampanyaları ve politikalar geliştirilmelidir. Tudi vd. (2021) gelecekte pestisit kullanımını ve yönetimini daha iyi anlamak için çevresel maruziyetlere ve pestisitlerin ilgili sağlık risk değerlendirmelerine odaklanması gerektiği önerisinde bulunmuşlardır. Ayrıca, kimyasal pestisitlerin zararlı etkilerini en aza indirmek için çevre dostu alternatifler, özellikle biyopestisitlerin kullanımı da teşvik edilmelidir (Sharma vd., 2019). Biyopestisitlerin sürdürülebilir tarım uygulamalarındaki önemi vurgulanmalı ve bu doğal çözümlerin yaygınlaştırılmasına yönelik araştırma ve geliştirme faaliyetleri desteklenmelidir. Bu doğrultuda, uluslararası iş birliğinin güçlendirilmesi, pestisit yönetimi konusundaki bilgi paylaşımını artıracak ve farklı bölgelerde uygulanan başarılı stratejilerin yaygınlaştırılmasına olanak tanıyacaktır.

## KAYNAKÇA

- Abhilash, P.C., & Singh, N. (2009). Pesticide use and application: An indian scenario. *Journal of Hazardous Materials*, 165(1-3), 1-12.
- Ali, S., Ullah, M.I., Sajjad, A., Shakeel, Q. ve Hussain, A. (2021). Environmental and health effects of pesticide residues. *Sustainable Agriculture Reviews*, 48(2), 311-336.
- Al-Zaidi, A.A., Elhag, E.A., Al-Otaibi, S.H. ve Baig, M.B. (2011). Negative effects of pesticides on the environment and the farmers awareness in Saudi Arabia: A Case Study. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 21(3), 605-611.
- Aria, M. ve Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-Tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.
- Bassil, K.L., Vakil, C., Sanborn, M., Cole, D.C., Kaur, J.S. ve Kerr, K.J. (2007). Cancer health effects of pesticides: Systematic review. *Canadian Family Physician*, 53(10), 1704-1711.
- Biblioshiny, (2019). (Erişim Tarihi: 01 Aralık 2024), <https://www.bibliometrix.org/home/index.php/layout/biblioshiny>
- Choi, Y.H., Huh, D.A., Kim, L., Ji Lee, S. ve Moon, K.W. (2024). Health risks of pest control and disinfection workers after the COVID-19 outbreak in South Korea. *Journal of Environmental Sciences*, 139, 350-363.
- Crane, M., Norton, A., Leaman, J., Chalak, A., Bailey, A., Yoxon, M., Smith, J. ve Fenlon, J. (2006). Acceptability of pesticide impacts on the environment: What do United Kingdom stakeholders and the public value?. *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, 62(1), 5-19.
- Dağ, M.M. (2023). Tarımsal Destekleme Politikalarının Serada Domates Üretiminde Agroekolojik Uygulamalara Etkisinin İncelenmesi: Antalya ili Kumluca ilçesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Isparta: Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi.
- Damalas, C.A. ve Eleftherohorinos, I.G. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(5), 1402-1419.
- Del Prado-Lu, J.L. (2007). Pesticide Exposure, Risk factors and health problems among cutflower farmers: A cross sectional study. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 2(9), 1-8.
- Dolapsakis, G., Vlachonikolis, I.G., Varveris, C. ve Tsatsakis, A.M. (2001). Mammographic findings and occupational exposure to pesticides currently in use on crete. *European Journal of Cancer*, 37(12), 1531-1536.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N. ve Lim, W.M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296.
- EPA (Environmental Protection Agency), (2024). United States Environmental Protection Agency Laws and Executive Orders. (Erişim Tarihi: 03 Aralık 2024),

<https://www.epa.gov/laws-regulations/laws-and-executive-orders>

- Ergin, M., Delialioğlu, R.A., Altay, Y. ve Koşkan, Ö. (2023). Çiftlik hayvanlarda laktasyon eğrilerinin bibliyometrik analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(4), 1009-1016.
- Falagas, M.E., Pitsouni, E.I., Malietzis, G.A. ve Pappas, G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: Strengths and weaknesses. *The FASEB Journal*, 22(2), 338-342.
- FAO (Food and Agriculture Organization), (2024). New Pesticide Management Regulation in China. (Erişim Tarihi: 02 Aralık 2024), <https://www.fao.org/fao-whocodexAalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-718-49%252FSIDE-EVENTS%252Fnew-regulation.pdf>
- Finger, R. ve Möhring, N. (2022). The adoption of pesticide-free wheat production and farmers' perceptions of its environmental and health effects. *Ecological Economics*, 198, 107463.
- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tscharntke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Part, T., retagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C., Onate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hanke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W. ve Inchausti, P. (2010). Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European Farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11(2), 97-105.
- Guichard, L., Dedieu, F., Jeuffroy, M. H., Meynard, J. M., Reau, R. ve Savini, I. (2017). Le Plan Ecophyto de Réduction D'usage Des Pesticides en France: Décryptage d'un échec et raisons d'espérer. *Cahiers Agricultures*, 26(1), 14002.
- Jacquet, F., Jeuffroy, M. H., Jouan, J., Le Cadre, E., Litrico, I., Malausa, T., Reboud, X. ve Huyghe, C. (2022). Pesticide-free agriculture as a new paradigm for research. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(1), 8.
- Jiang, M., Han, L. ve He, F. (2022). Clinical characteristics of patients with cardiac arrest induced by pesticide poisoning: Analysis of 15 cases. *Medicina Clínica*, 159(11), 543-548.
- Konradsen, F. (2007). Acute pesticide poisoning—a global public health problem. *Danish Medical Bulletin*, 54(1), 58-59.
- Lehota, J., Szabó, Z. ve Lehota, Z. (2010). Introduction and Spreading of IPM and integrated apple production in Hungary. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 12(6). 110-115.
- Leoci, R. ve Ruberti, M., (2021). Pesticides: An overview of the current health problems of their use. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 9(8), 1-20.
- Mahmood, I., Imadi, S.R., Shazadi, K., Gul, A. ve Hakeem, K.R. (2016). Effects of pesticides on environment. *Plant, Soil and Microbes*, 1, 253-269.
- Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, N., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K.H.,

- Smith, P., Klocke, P., Leiber, F., Stolze, M. ve Niggli, U. (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications*, 8(1), 1-13.
- Norton, G. W., Rajotte, E. G. ve Luther, G. C. (2005). Globalizing Integrated Pest Management: A Participatory Research Process. W. GEORGE, E. NORTON, A. HEINRICH, C. GREGORY, E. IRWIN (Editors) *The Participatory Integrated Pest Management (PIPM) Process*. 13-23. United States: Blackwell Publishing.
- Oliveira, J.B., Ribeiro, T. M. ve Cardoso, C. A. L. (2023). Bibliometric analysis of scientific productions related to the use of the word pesticide and associated terms. *Scientia Naturalis*, 5(2). 646-660.
- Osteen, C.D. ve Fernandez-Cornejo, J. (2013). Economic and policy issues of US agricultural pesticide use trends. *Pest Management Science*, 69(9), 1001-1025.
- Pedroso, T.M.A., Benvindo-Souza, M., de Araújo Nascimento, F., Woch, J., Dos Reis, F.G. ve de Melo e Silva, D. (2022). Cancer and Occupational Exposure to Pesticides: A bibliometric study of the past 10 years. *Environmental Science and Pollution Research*, 1(12), 17465-17475.
- Pretty, J.N., Williams, S. ve Toulmin, C. (2012). Sustainable intensification: Increasing productivity in African: Food and agricultural systems. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 9(1). 3-4.
- R Core Team, (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. (Erişim Tarihi: 01 Aralık 2024) <https://www.R-project.org/>
- Rajna, S., Praveen, K.V. ve Nebapure, S.M. (2023). The global trend in pesticide research: A bibliometric analysis. *Pesticide Research Journal*, 35(2), 120-129.
- Rebaudo, F. ve Dangles, O. (2013). An agent-based modeling framework for Integrated Pest Management Dissemination Programs. *Environmental Modelling & Software*, 45, 141-149.
- Schut, M., Rodenburg, J., Klerkx, L., van Ast, A. ve Bastiaans, L. (2014). Systems approaches to innovation in crop protection: A *Systematic Literature Review*. *Crop Protection*, 56, 98-108.
- Shao, Y., Ni, J., Zhou, S., Wang, Y. ve Jin, X. (2024). Safety assessment of agricultural products and the pesticide regulation trend in China. *Agricultural and Food Economics*, 12(1), 29.
- Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G.P.S., Handa, N., Kohli, S.K. Yadav, P., Bali, A.S., Parihar, R.D., Dar., O.I., Singh, K., Jasrotia, S., Bakshi, P., Ramakrishnan, M., Kumar, S., Bhardwaj, R. ve Thukral, A.K. (2019). Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Applied Sciences*, 1, 1-16.
- Smith, H.H., Idris, O.A. ve Maboeta, M.S. (2021). Global trends of green pesticide research from 1994 to 2019: A bibliometric analysis. *Journal of Toxicology*, 2021(1), 6637516.
- Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C. ve Phung,

- D.T. (2021). Agriculture development, pesticide application and its impact on the environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1112.
- Tyasi, T.L., Ergin, M. ve Mathapo, M.C. (2024). A bibliometric analysis of the literature on goat breeding. *F1000Research*, 13, 451.
- Van Driesche, R. ve Bellows Jr, T.S. (2012). *Biological Control*. Germany: Springer Science & Business Media.
- Van Leeuwen, T. (2006). The application of bibliometric analyses in the evaluation of social science research: Who benefits from it, and why it is still feasible. *Scientometrics*, 66(1), 133-154.
- Yadav, I.C., Devi, N.L., Syed, J.H., Cheng, Z., Li, J., Zhang, G. ve Jones, K.C. (2015). Current status of persistent organic pesticides residues in air, water, and soil, and their possible effect on neighboring countries: A comprehensive review of India. *Science of the Total Environment*, 511, 123-137.
- Zhou, X., Yang, C., Yesmin, S., Islam, M.A. ve Sarkar, A. (2023). Bibliometric analysis of integrated pest management practices. *Horticulturae*, 9(8), 852.
- Zilberman, D., Schmitz, A., Casterline, G., Lichtenberg, E. ve Siebert, J.B. (1991). The economics of pesticide use and regulation. *Science*, 253(5019), 518-522.



# BÖLÜM 10

## RUMEN MİKROBİYAL EKOSİSTEMİ

*Altuğ KARAMAN<sup>1</sup>:*

*Mehmet Sait EKİNCİ<sup>2</sup>:*

*Bülent KAR<sup>3</sup>*

1 Dr. Öğretim Üyesi, Munzur Üniversitesi/ Orcid: 0000-0003-4918-7796

2 Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi/ Orcid: 0000-0001-7994-0203

3 Dr. Öğretim Üyesi, Munzur Üniversitesi/ Orcid: 0000-0002-8839-2605

Rumen mikroorganizmaları ağırlıklı olarak bakterilerden (ml başına  $10^{10}$ - $10^{11}$ ) funguslardan (ml başına  $10^3$ - $10^6$ ) ve protozoalardan (ml başına  $10^4$ - $10^6$ ) oluşmaktadır (Hespell ve ark., 1997; Orpin ve Joblin, 1997). Rumen mikrobiyal ekosistemi ile ilgili çalışmalar rumen bakterilerinin 83% kültürlendiğini ortaya koymuştur (Seshadri ve ark., 2018). Rumen içindeki kültüre alınmamış bireysel türlerin sayısının yüzlerce ile binlerce arasında olduğu, çoğunluğunun Gram-Pozitif Firmicutes veya Gram-Negatif Bacteroidetes olarak karakterize edildiği düşünülmektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalar, mevcut kültürlenmiş ve tamamen karakterize edilmiş rumen mikroorganizmalarının, rumen mikrobiyotasının başlıca ve metabolik açıdan önemli bileşenlerini tam olarak temsil etmediğini göstermiştir (Attwood ve ark., 2008).

Rumendeki en çeşitli grup bakterilerdir fakat rumen toplam biyokütlesinin yaklaşık 50% silli protozoalardan oluşmuştur (Solomon ve ark., 2022). Rumen içeriğinde bulunan entodinium (69,6 %) ve epidinium (31,4%) iki baskın protozoa cinsi olarak ortaya çıkmaktadır (Shin ve ark., 2004). Protozoa düşük oksijen toleransı olan bakterilere yarar sağlayarak rumen oksijenini temizlemeye destek olmaktadır (Zhu, 2016).

Rumen içerisindeki bakterilerin çoğu farklı enzimatik aktiviteler yoluyla lignoselülozik besleme maddelerinin parçalanmasında aktif rol alan zorunlu anaeroblardır. Enzimatik aktivitelerine bağlı olarak bakteriler; fibrolitik, amilolitik, proteolitik, lipolitik, üreolitik ve tanniyolitik bakteriler gibi farklı gruplara ayrılmaktadırlar (Patra ve Yu, 2014).

Rumen mikroorganizmalarından arkealar ise  $CH_4$  ve ATP üretmek için protozoa, mantar ve bakterilerin heksoz katabolizmasından elde edilen  $H_2$  ve  $CO_2$ 'yi kullanır (Ferry ve Kastead, 2007). Euryarchaeota, arkeanın en baskın filumudur ve rumen metanojenleride bu filumun içerisinde sınıflandırılmıştır (Janssen ve Kirs 2008). Şu ana kadar çok az metanojen türü rumenden izole edilmiştir, ancak gelecekte daha fazla türün tanımlanması beklenmektedir.

Ruminantların gastrointestinal sisteminde bulunan anaerobik funguslar Neocallimastigomycota filumuna, Neocallimastigomycetes sınıfının Neocallimastigales takımına aittir (Hibbett ve ark., 2007). Farklı karbon kaynaklarına sahip seçici zenginleştirme kültürü ile sığırlarda anaerobik fungus popülasyonunun çeşitliliği, % 61.3'lük bir genel sıklığa sahip olan çok merkezli fungusların (*Anaeromyces* ve *Orpinomyces*), kolonilerin ve monocentrik fungusların çoğunluğunu oluşturduğu ortaya konmuştur (% 27,1 *Neocallimastix* ve % 14.8 *Piromyces*) (Griffith ve ark., 2009). Farklı karbon kaynaklarına sahip seçici zenginleştirme kültürü ile, sığırlarda anaerobik fungus popülasyonunun çeşitliliği, % 61.3'lük genel bir sıklığa sahip olan polisentrik fungusların, kolonilerin çoğunluğunu oluşturduğu ve monosentrik fungusların daha az baskın olduğu ortaya konmuştur (Griffith, Ozkose ve ark., 2009).



## Rumen mikroorganizmaları

Rumen'de, konak ile bakteriler, protozoa, funguslar, arkea ve bakteriyo-fajlardan oluşan çeşitli mikrobiyal popülasyon arasında karmaşık bir ekolojik sistem bulunmaktadır. Yeni doğmuş bir ruminant sindirim sistemlerinde bir dizi olay meydana gelir. İlk aşama, doğumdan sonra sıvı bir fazda bakterilerin çoğalmasıyla başlar, daha sonra sindirim sisteminde bakterilerin kolonizasyon fazı, ardından fungus ve protozoanın akışkan içinde oluşturulması ile devam eder (Cheng ve ark., 1991). Ayrıca, olgun ruminant hayvanlarda normal mikrobiyal aktiviteler için kompleks farklı türlü grupların oluşturulması gerekmektedir (Stewart ve ark., 1988). Rumen mikroorganizmaları, rumendeki yem parçacıklarına saldıran ve parçalayan çalışma birimlerinin bir kombinasyonu olarak görülebilir. Bununla birlikte, net bir cümle ile rumen mikroorganizmaları bakteri, fungus, protozoa ve archaeadan oluşmaktadır.

## Rumen bakterileri

Rumen içindeki yoğun bakteri popülasyonunun gelişimi; sabit bir besleme kaynağı ve fermentasyon son ürünlerinin ve kalıntılarının sürekli olarak uzaklaştırılması yoluyla nispeten sabit koşulların muhafaza edilmesiyle sağlanır (Hungate, 1966). Rumen bakterileri, normal rumende toplam mikrobiyal biyokütlenin yarısını oluşturur ve bu nedenle, genel metabolizmaya daha fazla katkıda bulunurlar (Leedle ve Hespell, 1984). Mikrobiyal topluluğun çok yönlü fiziksel yapısıyla birlikte rumen bakterilerinin metabolik çeşitliliği, ruminant hayvanların geniş bir yelpazede yem tüketmesini sağlar (Leedle ve ark., 1984). Ancak, ruminant için beslenme şekli yüksek lifli bir yem diyetinden yüksek nişasta konsantreli diyete geçerse, bakteri popülasyonu ve türlerinde değişiklikler ortaya çıkar (Grubb ve Dehority, 1975). Bakteri türlerinde değişiklik: yem alımı, beslenme sıklığındaki değişikliklerden ve beslenme sonrası örnekleme zamanından kaynaklandığı bilinmektedir (Hungate, 1966).

Rumen bakterilerin büyük çoğunluğu Gram negatiftir. Ancak rasyonda kullanılan yüksek enerjili besinler gram pozitif bakteri sayısında artışa neden olmaktadır. Bakterilerin çoğunluğu zorunlu anaerobdur. Bazıları oksijene karşı aşırı hassasiyet gösterir ve oksijene maruz kaldıklarında ölürlür. Bazı rumen bakterileri, çok düşük redoks potansiyeline (yüksek bir anaerobiyoz derecesine işaret eder) ihtiyaç duyar ve  $-350 \text{ mV}$ 'dan daha düşük bir redoks potansiyelidir. Rumen bakterilerinin gelişimi için optimum pH değeri 6.0 ile 6.9 arasında Optimum sıcaklık ise  $39^\circ\text{C}$ 'dir. Bakteriler, metabolizmayı olumsuz etkilemeksizin, oldukça yüksek oranda organik asitleri tolere edebilirler (Kamra, 2005).

Rumen bakterileri son yıllarda yoğun çalışmaların konusunu oluşturmuştur. Farklı ruminant hayvanlarda çeşitli bakteri soylarının izolasyonu ve karakterizasyonu ile bağlantılı çok sayıda çalışma yapılmıştır (Stewart ve ark., 1997). Rumende yaşayan bakteriler, çevresel yaşam alanlarına bağlı olarak dört gruba ayrılmıştır: birinci grup, rumende sıvı faz ile ilişkili serbest yaşayan bakteriler;

ikinci grup, yem partikülleri ile ilişkili bakteriler; üçüncü grup, rumen epiteli ile ilişkili bakteriler; ve dördüncü grup bakteriler ise, protozoa yüzeyine yapışmış olanlardır (McAllister ve ark., 1994). Bu gruplar içinde dikkat çeken nokta ise yem parçacıklarıyla ilişkili mikrobiyal popülasyonların, ruminal endoglukanaz ve ksilanaz aktivitesinin % 88-91'inden sorumlu olduğu tahmin edilmektedir (Williams ve Strachan, 1984; Minato ve ark., 1993). Özellikle bu açıdan bakteri rolleri önemlidir çünkü yem parçacıklarıyla ilişkili bakteri popülasyonları, sayısal olarak baskındır ve toplam mikrobiyal popülasyonun % 75'ini oluşturur (Minato ve ark., 1993). Bu sonuç, lifle ilişkili bakteri popülasyonlarının ruminal lif sindiriminde önemli olduğunu açıkça göstermektedir. Bağlanma, fibrolitik bakterilerin, rumendeki bitki lifinin sindirimini başlatması için önemli bir adım olduğundan, birçok araştırma, yem parçacıklarına bakteriyel bağlanmanın nasıl oluştuğunu anlatmaktadır (Koike, 2009).

Rumen bakterileri arasında bulunan, *Ruminococcus albus*, *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Prevotella ruminicola*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Eubacterium ruminantium* ve *Eubacterium cellulosolvens*, *Clostridium cellobioparum*, *Clostridium longisporum*, *Clostridium lochheadii* bakterileri başlıca fibrolitik bakteri türleri olarak kabul edilmektedir (Stewart ve ark., 1997; Kamra, 2005). *Ruminococcus amylophilus*, *Prevotella ruminicola*, *Butyrivibrio fibrosolvens* ve *Streptococcus bovis* gibi bakteriler amilolitik aktiviteye sahiptir (Patterson, 1992). Ayrıca *Butyrivibrio fibrisolvens* ve *Anaerovibrio lipolytica* bakterilerinin lipidleri hidrolize ettikleri bilinmektedir (Patterson, 1992). Asetojenik bakteriler *Eubacterium limosum* ve *Acetitomaculum ruminis* olarak bilinmektedir (Kamra, 2005). Asit kullanan bakteriler *Megasphaera elsdenii*, *Wollinella succinogenes*, *Veillonella gazogenes*, *Oxalobacter formigenes*, *Desulphovibrio desulphuricans*, *Desulphatamaculum ruminis*, *Succiniclasticum ruminis* olarak bildirilmiştir. Şekeri ise *Succinivibrio dextrinosolvens*, *Succinivibrio amylolytica*, *Selenomonas ruminantium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus Casei*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus Helveticus*, *Bifidobacterium globosum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium Thermophilum* iken *Treponema saccharophilum* ve *Lachnospira multiparus* bakteriler kullanmaktadır (Kamra, 2005).

### Rumen fungusları

Tüm anaerobik funguslar Neocallimastigomycota filumunda bulunmaktadır. Bu funguslar özellikle otoburların sindirim sisteminde, yemlerin tüketiminde temel koloni olduğundan dolayı önemli rol oynadığı bilinmektedir. (Liggenstoffer AS ve ark., 2010). Anaerobik fungusların diğer funguslardan çeşitli ayırıcı özellikleri karakterize edilmiştir. Bu karakterizasyon mitokondriyum, sitokromlar ve diğer biyokimyasal özelliklerin Oksidatif fosforilasyon yolunun bulunmaması gibi zorunlu anaerobik fizyolojilerinden kaynaklanır (Van der Giezen M 2009). Diğer ökaryotların aksine anaerobik funguslardaki enerji üretimi hidrojenozomlar aracılığıyla gerçekleşir (Yazdıç ve ark., 2021).

Bu süreç malat dekarboksilaz yoluyla asetat, CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub> nin kullanılmasıyla ATP üretilmesidir. Neocallimastigales, fizyolojik süreçlerinin herhangi biri için moleküler oksijen gerektirmeyen ve oksijenin varlığı toksik olan funguslardır. Anaerobik funguslar, selülozlara sahip olan tek funguslardır.

Anaerobik fungusların rumende gerçek rolü hala tam anlamıyla çözülememiş bir konudur ancak tanımlanan enzim aralıkları ile kanıtlandığı üzere Glikoliz Hidrolaz'lara ilişkin bilgilerimiz artmaktadır. Bununla birlikte, anaerobik fungusların bitki dokusunu kolonize ettiği ve diğer mikroorganizmalar tarafından parçalanmayan lignin dokuları bozduğu görülmektedir (Lowe ve ark., 1987). Fungusların büyüme ve bozunma oranlarının bakterilerinkinden çok daha yavaş olduğu ve kalıcılıklarının sınırlı olduğu doğrulanmıştır, çünkü büyüme oranları rumen seyreltme oranından çok daha düşük olduğu belirtilmiştir. Funguslar, bitki dokusundaki lignini % 34'üne kadar sindirebilmektedir (McSweeney ve ark 1994), filamentli büyümesinin bir sonucu olarak bitki dokusuna nüfuz eden çok etkili enzimlere sahiptirler ve ekzo-etkili selülaz aktivite ile bilinen tek rumen organizmalarıdır (Forsberg, 1997). Fungusların önemi, rumen bakterileri ile oluşan sinerji ile daha da desteklenmektedir (Dehority ve Tirabasso, 2001).

Anaerobik fungusların tipik morfolojisi ve fizyolojisi taksonomik belirsizliğe neden olmaktadır. Protozoa, Phycomyetes ve Chytridiomycetes (Barr, 1988) olarak yanlış sınıflandırmadan sonra, anaerobik funguslar sonunda Neocallimastigomycotada farklı bir filuma yerleştirilmiştir (Hibbett 2007). Bu filum içerisinde şu ana kadar tanımlanmış olan yirmi cins bulunmaktadır. Monosentrik rizoidal cinsler *Neocallimastix*, *Piromyces*, *Ontomyces*, *Buwchfawromyces*, *Feromyces*, *Liebetanzomyces*, *Ghazallomyces*, *Aklioshbomyces*, *Agriosomyces*, *Capellomyces*, *Joblinomyces*, *Khoyollomyces*, *Tahromyces*, *Aestipascumyces*, *Paucimyces*, polisentrik rizoidal cinsler *Anaeromyces*, *Orpinomyces*, *Pecoromyces* ve iki küresel cins sırasıyla monosentrik *Caecomyces* ve polysentrik *Cyllamyces*'tir (Dagar ve ark., 2015). Cinsler thallus morfolojisine, substrat ve zoospor morfolojisinin içindeki rhizoidal filamentlere veya küresel holdfastların oluşumuna dayanarak tanımlanır. Tek kamçılı ve çok kamçılı zoosporlar arasında bir ayırım yapılır. Tek kamçılılarda sahip olunan 7-20 arası arka kamçılar ikili sıralara yerleştirilmiştir. Çok kamçılı zoosporların oluşumu *Orpinomyces* spp. ve *Neocallimastix* spp. ye özgü özelliktir, bu iki cins Neocallimastigomycota içinde ayrı bir dallanma oluşturur (Koetschan ve ark., 2014). Laboratuvarlar arası karşılaştırmalardaki ve uygulanabilir birçok tipteki kültürlerin kaybedilmesinin neden olduğu belirsizlikler, DNA barkodlama ve kültür alışverişi yöntemleri kullanılarak çözülebilir (Griffith ve ark., 2010).

Çevresel nükleik asit sekanslarının kültürden bağımsız analizi, Yabani ve yerli otoburların sindirim sisteminde daha önce şüphelenilenden çok daha fazla fungus çeşitliliğinin bulunduğu en önemli göstergesidir. Son çalışmalardan elde edilen verilere dayanarak, bugüne kadar tanımlanmamış cinslerin bulunabileceği anlaşılmaktadır (Liggenstoffer AS ve ark., 2010).

## Rumen protozoaları

Rumen protozoaları evcil hayvanlarda on dokuzuncu yüzyıl başlarında saptanmış olup (Gruby, 1843) 1920'den sonra araştırmacılar, rumendeki protozoonların tanımlanması, morfolojisi ve biyokimyasal işlevleri konusunda daha fazla çalışmışlardır. Rumen siliyat protozoalar morfolojik özelliklerine bağlı olarak holotrich ve entodiniomorphid protozoa olmak üzere iki gruba ayrılmıştır (Hungate, 1966). Bu sınıflandırmanın alternatifi; çözünür şeker kullananlar, nişasta sindiricileri ve lignoselüloz hidrolizleyicileri olarak da sınıflandırılabilir. Holotrich protozoa, farklı hayvanların rumeninde 15 farklı cins tarafından temsil edilmektedir. Bu cinsler arasında Isotricha, Dasytricha, Buetschlia ve Charonina bulunmaktadır; evcil ve yabani ruminantlar ve (Eloff ve Van Hoven.,1980) deve ve su aygırı gibi ruminant olmayan bazı hayvanlar da çok sayıda holotrich protozoa barındırmaktadırlar (Thurston ve Grain., 1971). Holotrich protozoa'nın enzimatik profili, nişasta, pektin ve çözünür şekerlerin enerji kaynağı olarak kullanılması için yeterince büyük miktarlarda amilaz, invertaz, pektin esteraz ve poligalakturonaz bulunduğunu gösterir (Williams, 1979). Selüloz ve hemiselüloz yıkımından sorumlu enzimler holotrich protozoa'da da bildirilmiştir, ancak seviyeler entodiniomorphid protozoa'daki proteinlere kıyasla çok düşüktür (Williams ve ark., 1985).

Rumen protozoanları  $10^5 - 10^6 \text{ ml}^{-1}$  populasyon yoğunluğuna sahiptir. Büyük çoğunluğunu silli protozoanlar oluşturmakla beraber kamçılı protozoanlar da mevcuttur. Rumendeki protozoa grubunun çoğunluğu silli olarak belirtilmiştir. Bu silliler zorunlu anaerobdurlar ve patojen değildirler. Sağlıklı hayvanda sillilerin miktarı  $10^5-10^6 \text{ ml}^{-1}$ 'dir (Williams, 1986), bununla beraber flagellat türler  $10^3-10^4 \text{ ml}^{-1}$ 'dir. Silliler rumende 3 takım altında toplanmaktadır: Prostomatida, Trichostomatida ve Entodiniomorphida. Entodiniomorph'a bağlı silliler rumen sillilerin çoğunluğunu oluşturduklarından hem sayı hem de görülme sıklığı yüksektir (Ogimoto ve Imai, 1981). Silli protozoalar pek çok substrat çeşidini parçalayabilir ve fermente edebilirler. Bitkilere ait temel içerikler olan selüloz, hemiselüloz, pektin, nişasta, çözünebilir şekerler ve lipidleri kullanabildikleri gibi aynı zamanda proteolitik aktivite gösterirler. Bütün protozoalar büyük miktarlarda nişasta benzeri polisakkaritleri depolayabilirler ve dış ortamdaki enerji kaynakları tükendiği zaman kullanabilirler. Protozoaların rumen mikrobiyal populasyonunun bir parçası olması ve fermentasyona katkı sağlamasına rağmen (Chesson ve Forsberg, 1997) bu mikroorganizmaların ruminant hayvanlar beslenmesine ve verim performanslarına olan katkıları tartışmalıdır. Çünkü protozoaların defaunasyonu genellikle hayvanı olumsuz yönde etkilememektedir (Santra ve ark., 2007). Fizyolojik ve besinsel araştırmalara göre silliler iyi dengelenmiş amino asitleri ile bakterilere göre daha önemli bir azot kaynağı olarak konak hayvanın beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Silliler uygun koşullar altında mikrobiyal azotun %40'ını, toplam fermentasyon ürünlerinin ise %60'ını oluşturmaktadır.

## Rumen arkeaları

Rumenin arkea grubu ökaryotlardan ve bakterilerden genetik, biyokimyasal ve yapısal özellikleri bakımından ayrılmaktadır (Eckburg ve ark., 2003). Bu metanojenler dört takıma (filuma) aittir: *Methanobacteriales* (M), *Methanomicrobiales* (H), *Methanosarcinales* (H), *Methanomassiliococcales* (T). Rumen metanojen topluluğunda çoğunlukla *Methanobacteriales* üyeleri bulunmakta, özellikle *Methanobrevibacter* ve *Methanosphaera* cinsleri ve *Methanomassiliococcales* üyeleri, *Methanomicrobium* ve *Methanosarcina* cinslerinden ise küçük katkılar bulunmaktadır (Henderson ve ark., 2015). *Methanobrevibacter gottschalkii*, *Methanobrevibacter ruminantium*, *Methanosphaera* sp. ve iki *Methanomassiliococcaeae* (önceden rumen kümesi C veya RCC olarak gruplandırılmıştı) toplam rumen metanojen rRNA gen dizilerinin yaklaşık %90'ını oluşturmakta, *Methanobrevibacter* toplam dizilerin %74'ünü kapsamakta ve kalan %16'lık kısım *Methanosphaera* sp. ve *Methanomassiliococcaeae*'ye ait olmaktadır (Henderson ve ark., 2015). Ancak bu bolluk değerleri dinamiktir ve ana metanojen temsilcileri oldukça muhafazakar olsada konakçılara ve diyetlere göre değişir (Henderson ve ark., 2015).

Şimdiye kadar ruminant hayvanların rumenlerinden bu arkea takımları içerisinde yer alan metanojenlere ait 5 cinse bağlı 15 farklı tür (*Methanobrevibacter smithii*, *Methanobrevibacter gottschalkii*, *Methanobrevibacter millerae*, *Methanobrevibacter thaurei*, *Methanobrevibacter ruminantium*, *Methanobrevibacter olleyae*, *Methanobrevibacter boviskoreani*, *Methanobrevibacter woesei*, *Methanobrevibacter wolinii*, *Methanosphaera stadmanae*, *Methanomicrobium mobile*, *Methanosarcina barkeri*, *Methanosarcina thermophila*, *Methanobacterium bryantii* ve *Methanobacterium formicicum*) izole edilmiştir (Khairunisa ve ark., 2023).

Metanojenler rumende sayısal olarak önemli miktarlarda ( $10^7 - 10^9$  hücre/ml) bulunurlar ve sayıları hayvanın besinine özellikle de besinin fibril içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Metanojenler rumende fermentasyon sırasında açığa çıkan moleküler hidrojenin uzaklaştırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu işlem rumen fermentasyonunu devamlı kılmaktadır. Fakat metan, ruminantlar tarafından kullanılabilen bir enerji kaynağı olmadığından hayvan tarafından kullanılacak enerjide büyük kayıplara neden olmaktadır (Kamra, 2005). Metan üretimi mikrobiyal proteini arttırsa da ruminant tarafından kullanılabilen substrat düzeyini düşürmektedir (Hungate, 1975). Metanojenler, metan oluşturan arkealar, bazı fermentasyon mikropları tarafından oluşturulan hidrojeni metabolize ederek metan oluşturanlar arasında yer alır. Bu fermentasyon sırasında üretilen metan, küresel antropojenik sera gazı emisyonlarına katkıda bulunur ve hayvan için %2-12'lik bir yem enerjisi kaybını temsil eder. Rumen mikrobiyal topluluklarındaki farklılıklar, metan oluşumundaki ve yemin hayvansal ürünlere dönüştürülmesindeki farklılıkların temelini oluşturur.

### **Diğer rumen mikroorganizmaları**

Rumendeki ana grupların dışında rumen ekosistemini oluşturan diğer mikroorganizmaların başında bakteriyofajlar gelmektedir. Bakteriyofajlar bakterilerin virüsleridir ve rumende çok sayıda bulunurlar. Rumende bulunan farklı bakteriler için spesifiktirler. Ayrıca, bakteriyofajlar bakterileri parçalayabildikleri için bakteriler açısından zorunlu patojenler olarak da düşünülebilir. Bu fajlar, rumende bakterilerin kütle devrinin farklı beslenme çizelgelerindeki hayvanlar için o kadar faydalı olmadığı düşünülse de, bakteri hücrelerini parçalayarak, bakteri proteini kolaylıkla bir amino asit kaynağı olarak hayvanlara açık hale getirilir.

### **Sonuç**

Rumen mikrobiyal ekosistemi, ruminantların beslenmelerinde çok önemli bir rol oynar. Bu ekosistemdeki karmaşık etkileşimleri anlamak, sindirim verimliliğini, besin kullanımını ve genel hayvan sağlığını iyileştirmek için stratejiler geliştirme açısından çok önemlidir. Devam eden araştırma ve teknolojik gelişmeler, ruminant beslenmesi ve üretiminin daha da iyileştirilmesini sağlayacak olan rumen işlevi hakkındaki bilgilerimizi her geçen gün artırmaktadır.

## Kaynaklar

- Attwood, G. T., Kelly, W. J., Altermann, E. H., and Leahy, S. C. (2008). Analysis of the Methanobrevibacter Ruminantium Draft Genome: Understanding Methanogen. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(2), 83-88.
- Barr, D.J.(1988). How Modern Systematics Relates to the Rumen Fungi. *BioSystems*, 21(34), 351-356.
- Cheng, K. J., Forsberg, C. W., Minato, H., and Costerton, J. W. (1991). Microbial Ecology And Physiology of Feed Degradation Within the Rumen. In *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants* (pp. 595-624).
- Chesson,A., and Forsberg,C.W.(1997). Polysaccharide Degradation by Rumen Microorganisms. In *The rumen microbial ecosystem* (pp. 329-381). Springer, Dordrecht.
- Dagar, S. S., Kumar, S., Griffith, G. W., Edwards, J. E., Callaghan, T. M., Singh, R., ... and Puniya, A. K. (2015). A new anaerobic fungus (*Oontomyces anksri* gen. nov., sp. nov.) from the digestive tract of the Indian camel (*Camelus dromedarius*). *Fungal biology*, 119(8), 731-737.
- Dehority, B. A., and Tirabasso, P. A. (2001). Effect of Feeding Frequency on Bacterial and Fungal Concentrations, pH, and other Parameters in the Rumen. *Journal of animal science*, 79(11), 2908-2912.
- Eckburg, P.B., Lepp, P.W., ve Relman, D.A. (2003). Archaea ve their potential role in human disease. *Infection ve İmmunity*, 71(2), 591-596.
- Eloff, A. K., and Van Hoven, W.(1980). Intestinal Protozoa of the African Elephant *Loxodonta Africana* (Blumenbach). *African Zoology*, 15(2), 83-90.
- Ferry, J. G., and Kastead, K. A.(2007). Methanogenesis. In *Archaea* (pp. 288-314). American Society of Microbiology.
- Forsberg, C. W., Beveridge, T. J., and Hellstrom, A.(1981). Cellulase and Xylanase Release mportance in the Rumen Environment. *Applied and environmental microbiology*, 42(5), 886-896.
- Griffith, G. W., Baker, S., Fliegerova, K., Liggenstoffer, A., Van Der Giezen, M., Voigt, K., & Beakes, G. (2010). Anaerobic fungi: neocallimastigomycota. *IMA fungus*, 1, 181-185.
- Griffith, G. W., Ozkose, E., Theodorou, M. K., and Davies, D. R.(2009). Diversity of Anaerobic Fungal Populations in Cattle Revealed by Selective Enrichment Culture Using Different Carbon Sources. *Fungal Ecology*, 2(2), 87-97.
- Grubb, J. A., & Dehority, B. A. (1975). Effects of an abrupt change in ration from all roughage to high concentrate upon rumen microbial numbers in sheep. *Applied Microbiology*, 30(3), 404-412.
- Gruby, D. (1843). Recherches sur des animalcules se development en grand nombre dans l'estomac et dans les intestins, pendant la digestion des animaux herbivores et carnivores. *Comptes Rendus*, 17, 1304-1308.

- Henderson, G., Cox, F., Ganesh, S., Jonker, A., Young, W., & Janssen, P. H. (2015). Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. *Scientific reports*, 5(1), 14567.
- Hespell RB, Aiken DE, Dehority BA.(1997). Bacteria, Fungi, and Protozoa in the Rumen. In: Mackie RI, White BA (eds), *Gastrointestinal Microbiology*, pp. 59-141. Chapman Hall, New York.
- Hibbett, D. S., Binder, M., Bischoff, J. F., Blackwell, M., Cannon, P. F., Eriksson, O. E., and Lumbsch, H. T.(2007). A Higher-Level Phylogenetic Classification of the Fungi. *Mycological research*, 111(5), 509-547.
- Hungate, R. E.(1966). *The rumen and its microbes* Academic Press New York and London.
- Hungate, R. E.(1975). The Rumen Microbial Ecosystem. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 6(1), 39-66.
- Janssen, P. H., and Kirs, M.(2008). Structure of the Archaeal Community of the Rumen. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(12), 3619-3625.
- Kamra, D.N. 2005. Rumen Microbial Ecosystem. *Current Science*, 89 (1): 124-135.
- Khairunisa, B. H., Heryakusuma, C., Ike, K., Mukhopadhyay, B., & Susanti, D. (2023). Evolving understanding of rumen methanogen ecophysiology. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1296008.
- Koetschan, C., Kittelmann, S., Lu, J., Al-Halbouni, D., & Jarvis, G. N. (2014). Internal Transcribed Spacer 1 Secondary Structure Analysis Reveals a Common.
- Koike, S., & Kobayashi, Y. (2009). Fibrolytic rumen bacteria: their ecology and functions. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(1), 131-138.
- Leedle, J. A., Bryant, M. P., and Hespell, R. B.(1982). Diurnal Variations in Bacterial Numbers and Fluid Parameters in Ruminal Contents of Animals Fed Low-Or High-Forage Diets. *Applied and environmental microbiology*, 44(2), 402-412.
- Liggenstoffer, A. S., Youssef, N. H., Couger, M. B., and Elshahed, M. S.(2010). Phylogenetic Diversity and Community Structure of Anaerobic Gut Fungi (Phylum in Ruminant and Non-Ruminant Neocallimastigomycota) Herbivores. *The ISME journal*, 4(10), 1225.
- Lowe, S. E., Griffith, G. G., Milne, A., Theodorou, M. K., and Trinci, A. P.(1987). The Life Cycle and Growth of an Anaerobic Rumen Kinetics Fungus. *Microbiology*, 133(7), 1815-1827.
- McAllister, T. A., Bae, H. D., Jones, G. A., and Cheng, K. J.(1994). Microbial Attachment and Feed Digestion in the Rumen. *Journal of Animal Science*, 72(11), 3004-3018.
- McSweeney, C. S., Dulieu, A., Katayama, Y., and Lowry, J. B.(1994). Solubilization Of Lignin by the Ruminal Anaerobic Fungus *Neocallimastix Patriciarum*. *Applied and environmental microbiology*, 60(8), 2985-2989.



- Minato, H.(1993). Attachment of Microorganisms to Solid Substrate in the Rumen. Genetics, Biochemistry and Ecology of Lignocellulose Degradation.
- Ogimoto, K., and Imai, S.(1981). Atlas of Rumen Microbiology. Japan Scientific Societies Press.
- Orpin, C. G., and Joblin, K. N.(1997). The Rumen Anaerobic Fungi. In The Rumen Microbial Ecosystem (pp. 140-195). Springer, Dordrecht.
- Patra, A. K., and Yu, Z.(2014). Effects of Vanillin, Quillaja Saponin, And Essential Oils on in Vitro Fermentation and Protein-Degrading Microorganisms of the Rumen. Applied Microbiology and Biotechnology, 98(2), 897-905.
- Patterson JA.,(1992). Rumen Microbiology. Editor-in- Chief Lederberg, J. Encyclopedia of Microbiology. Academic press. Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers. New York, 3, 623- 542.
- Santra, A., Karim, S. A., & Chaturvedi, O. H. (2007). Rumen enzyme profile and fermentation characteristics in sheep as affected by treatment with sodium lauryl sulfate as defaunating agent and presence of ciliate protozoa. Small Ruminant Research, 67(2-3), 126-137.
- Seshadri, R., Leahy, S. C., Attwood, G. T., Teh, K. H., Lambie, S. C., Cookson, A. L., and Paez-Espino, D.(2018). Cultivation and Sequencing of Rumen Microbiome Members From the Hungate1000 Collection. Nature Biotechnology, 36(4), 359.
- Shin, E. C., Cho, K. M., Lim, W. J., Hong, S. Y., An, C. L., Kim, E. J., and Kim, H.(2004). Phylogenetic Analysis of Protozoa in the Rumen Contents of Cow Based on the 18S Rdna Sequences. Journal of Applied Microbiology, 97(2), 378-383.
- Solomon, R., Wein, T., Levy, B., Eshed, S., Dror, R., Reiss, V., ... & Jami, E. (2022). Protozoa populations are ecosystem engineers that shape prokaryotic community structure and function of the rumen microbial ecosystem. The ISME Journal, 16(4), 1187-1197.
- Stewart, C. S., Flint, H. J., and Bryant, M. P.(1997). The rumen bacteria. The Rumen Microbial Ecosystem (pp. 10-72). Springer, Dordrecht.
- Stewart, C. S., Fonty, G., & Gouet, P. (1988). The establishment of rumen microbial communities. Animal Feed Science and Technology, 21(2-4), 69-97.
- Thurston, J. P. and Grain, J.(1971). Holotrich Ciliates From the Stomach of Hippopotamus Amphibius, With Descriptions of Two New Genera and four New Species. J. Protozool., , 18, 131141.
- Van Der Giezen, M.(2009). Hydrogenosomes and Mitosomes: Conservation and Evolution of Functions 1. Journal of Eukaryotic Microbiology, 56(3), 221-231.
- Williams, A. G. (1986). Rumen holotrich ciliate protozoa. Microbiological reviews, 50(1), 25-49.
- Williams, A. G.(1979). The Selectivity of Carbohydrate Assimilation by the Anaerobic Rumen Ciliate Dasytricha Ruminantium. Journal of Applied Bacteriology, 47(3), 511-520.

- Williams, A. G., and Coleman, G. S.(1985). Hemicellulose-degrading Enzymes in Rumen Ciliate Protozoa. *Current Microbiology*, 12(2), 85-90.
- Yazdıç, F. C., Yazdıç, F., Kar, B., Özköse, E., & Ekinci, M. S. (2021). Anaerobik funguslarda hidrojenozomlar: Hidrojen üreten organeller. *Mantar Dergisi*, 12(2), 190-208.
- Zhu, Z., and Noel, P. S. J (2016). Dynamics of Rumen Bacterial and Archaeal Communities in Dairy Cows over Different Lactation Cycle Stages. Section For Immunology and Microbiology, Aarhus University.

# BÖLÜM 11

## GÜVEY KANDİLİ AĞACINA FARKLI BİR BAKIŞ

*Yusuf Arslan<sup>1</sup>*

*İlhan Subaşı<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Prof. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bolu, Türkiye. yarslantarm@gmail.com, ORCID:0000-0001-8496-6037.

<sup>2</sup> Doç. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, tohum Teknolojisi Bölümü, Bolu, Türkiye. ilhansubasi@gmail.com, ORCID:0000-0001-7237-937X

## GİRİŞ

İnsanoğlu tarafından yüzlerce yıldır çeşitli formları kullanılan fosil yakıtlar, şimdilerde dünyayı çeşitli çevre sorunlarıyla karşı karşıya getirmiştir. 1970 yılından 2010 yılına kadarki 40 yıllık sürede sera gazı emisyonundaki artışındaki fosil yakıtların payının %78 civarında olduğu bildirilmektedir (Pachauri ve ark., 2014). Bundan dolayıdır ki, enerji ihtiyacının karşılanmasında, temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımı, sera gazı emisyonunun azaltılması için hayati önem taşımaktadır. Yapılan bir çok çalışma, bitkisel veya hayvansal yağlardan üretilen biyodizel daha az çevresel kirletici ürettiğini ortaya koymaktadır (Carvalho ve ark., 2011; Demirbaş ve ark., 2008; McCormic ve ark., 2001). Biyodizel ve biyoetanol üretimi, sınırlı hammadde ve bu hammaddelerin yılın tüm aylarında tedariki ve bu hammaddelerin aynı zamanda gıda kaynağı olması veya gıda maddesi üretiminde kullanılan ürünlerin yetiştirildiği aynı alanları kullanması gıda fiyatlarını yükseltmekte ve nihayetinde dönüp dolaşıp bu hammaddelerin de fiyatını yükseltmekte ve yüksek maliyetli hammadde sorunlarıyla karşı karşıya gelmesine yol açmaktadır (Mittelbach ve Remschmidt 2004; Nizami ve ark., 2016). Sürdürülebilir enerji kaynağı olan biyodizelin üretiminde başlıca üç tür yağ türü kullanılmaktadır. Bunlar; bitkisel yağlar, hayvansal yağlar ve atık bitkisel yağlardır. Hayvansal yağların doymuş yağ oranı yüksek olduğundan dolayı oda sıcaklığı şartlarında genel olarak katı bulunur ve biyodizel üretimi için zorluklara neden olur (Goodrum, 2002; Patil ve Deng 2009). Atık yağlar ise, yemekleri pişirme işleminden kaynaklı olarak bol miktarda kirlilik barındırmakta ve biyodizel üretiminde hem fireye hem de ön temizlik işlemine yol açmakta bu da ek masraflara yol açmaktadır (Kulkarni & Dalai 2006). Diğer iki yağ kaynağının olumsuzlukları nedeniyle, doğrudan kaynağından gelen bitkisel yağlar, biyodizel üretimi için daha çok tercih edilmektedir (Azam ve ark., 2009; Demirbaş 1998 ve 2009; Helwani ve ark., 2009; Leung ve ark., 2010; Parawira 2000). Ancak, yemeklik yağların biyodizele işlenmesi, gıda arz ve talep dengesizliğini doğuracağı kaçınılmaz bir sondur. Bu sebeple yemeklik yağların biyodizele işlenmesi, bazı ülkelerde yasaklanmıştır. Ancak, içeriğindeki çeşitli bileşenlerden dolayı gıda olarak kullanılmaya müsait olmayan bitkisel yağların, biyodizel üretimi için kullanılması ve bunların da gıda üretiminde kullanılan bitkilerin üretildiği alanları kullanmaması en kabul edilebilir bir seçim gibi gözükmektedir. Biyodizel üretimi için gıda dışı yağların araştırılması, yaygın olarak tüketilen yemeklik yağların önemli ölçüde yüksek maliyeti nedeniyle önem kazanmaktadır (Bai ve Yang, 2009; Lin ve Xing, 2009; Wei ve Jin, 2008).

Fosil yakıtların tükenme riski ve kötüleşen küresel çevre koşulları nedeniyle, yenilenebilir ve çevre dostu biyodizel üretmek için kullanılacak yağ bitkileri çok dikkat çekmiştir (Durrett ve ark., 2008, Dorado ve ark., 2006). İlk başlarda, kolza, soya, ayçiçeği, yer fıstığı, aspir, palmiye ve *Jatropha* gibi bitkilerden elde edilen yağlar biyodizel üretmek için kullanılmıştır. Ancak bu bitkilerin

büyük çoğunluğunun tarım arazilerinde yetiştiriliyor olması ve yemeklik yağ olarak kullanılması, gıda arzında sorunlara yol açmaya başlaması, FAO'nun yenilebilir yağlardan biyodizel elde edilmeme kararı almasına yol açmıştır. Kişi başına ekilebilir arazinin sınırlı olduğu bazı ülkelerde, biyodizel üretmek için gıda ürünlerinin kullanılması gerçekçi de değildir. Bu nedenle, geleneksel ürünler için uygun olmayan alanlara ekilebilen gıda dışı ürünlerden biyodizel üretimi, daha akılcı bir çözüm gibi gözükmektedir (Fairless, 2007; Huang ve Wu, 2008).

Ülkemiz de, hem yenilebilir hem de yenilebilir olmayan bitkisel yağ açığı yaşayan ülkelerden biridir. Ayrıca, zengin protein ve diğer besin değerleri nedeniyle hayvan yem endüstrisinde büyük öneme sahip olan yağlı tohumlu küspesi açığı da vardır. Her iki sorunun çözümü de yağ bitkileri ekim alanını ve üretimini artırmaktan geçmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalar var olan tarla bitkileri üzerinde yürümekte, tarım dışı bitkilerin yağ kaynağı olabileme potansiyellerinin ortaya konulmasına yönelik çalışmalar yapılmamaktadır. Ülkemizin iklim ve toprak şartları göz önüne alarak, mevcut yağ bitkilerinin dışındaki bitki türlerinin bitkisel yağ kaynağı olabileme potansiyellerinin araştırılması, enerji ve gıda arzı konusunda dışa bağımlılığımızı azaltmak veya ortadan kaldırmak açısından önem arz etmektedir. Özellikle orijini olduğu ülkelerde dikkatleri üzerine çeken, soğuğa ve kurağa toleransı yüksek olan, yüksek kireç oranına sahip topraklarda dahi sorunsuzca yetiştiği gözlenen güvey kandili ağacı, ülkemiz için yeni bir yağ bitkisi kaynağı olma potansiyeline sahip gibi görünmektedir. Hali hazırda peyzaj bitkisi olarak görülen ve o yönde değerlendirilen bitkinin tohumlarında %35 ve üzeri yağ olduğu bildirilmektedir (İsmail, 2013). Yenilebilir olmayan yağının biyodizel kalitesi üzerine yapılan çalışmalar, yağının biyodizele uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca, küspesinde %25 oranında protein bulunması tohumunu daha kıymetli hale getirmektedir. Bitkinin bal arıları için iyi bir polen ve nektar kaynağı olduğu, kırsaldaki yoğunluğunun artırılması ile iyi bir bal ve polen kaynağı olabileceği bildirilmektedir (Potter ve Mach, 2022; Koelzer ve ark., 2024). Bitki tarım yapılmayan boş alanlarda, yol kenarlarında veya ağaçlandırma sahalarının kaplanmasında yetiştirildiğinde, girdi kullanmadan, hem yağlı tohum üretimi için hem de arılar için bal ve polen kaynağı olabilecektir.

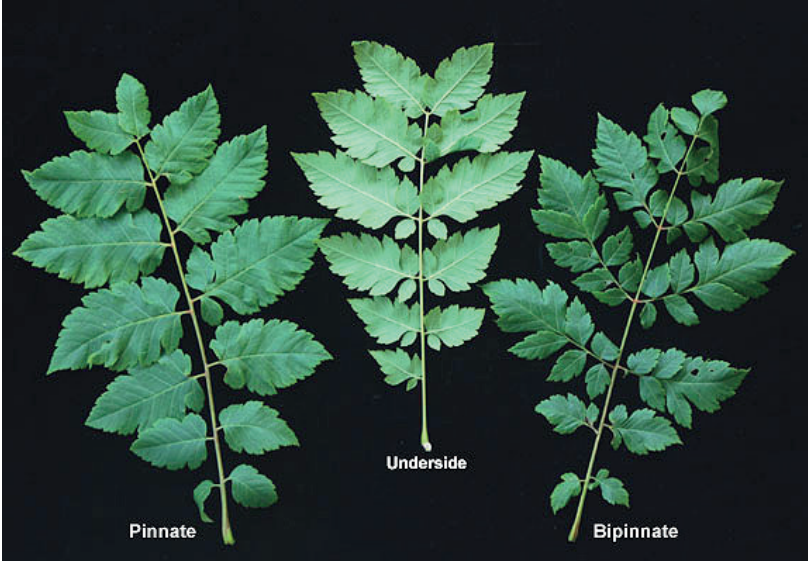
## BİTKİNİN TANIMI VE ORJİNİ

Dünyada, altın ağacı ve yağmur ağacı, ülkemizde ise altuni fener ağacı ve güvey kandili ağacı olarak bilinen isimler, aslında üç türün ortak adıdır. Sapindaceae familyasının bir üyesi olan *Koelreuteria* cinsinin, alt türle beraber bilinen dört tane türü bulunmaktadır. Bunlar; *Koelreuteria bipinnata*, *Koelreuteria bipinnata var. integrifoliola* (Çin fener ağacı), *Koelreuteria elegans subsp. formosana* (Tayvan fener ağacı) ve *Koelreuteria paniculata* (Altuni fener ağacı)'dır. Bitkinin orijin merkezi Çin, Tayvan ve Kore bölgesidir. Çin başta olmak üzere, Kore bölgesi, Tayvan, Japonya ve Fiji Adaları'nda yaygın bir şekilde bulunmaktadır.

Cinse mensup ağaçlar, 8-15 metre veya daha fazla boylanabilmektedir. Cinse mensup tüm türler kışın yapraklarını dökmektedir. Fidan dönemi daha az olmak üzere soğuğa toleransları oldukça yüksektir. Çin'in çok yüksek ve soğuk kesimleri de dahil olmak üzere ülkenin hemen her tarafına yayılmış durumdadır. Ülkemize sonradan gelen *K. paniculata* türü de peyzaj amaçlı olarak, şehir merkezlerinde park, bahçe ve yol kenarlarında bulunmaktadır. Genç ağaçlar olduğu gibi 25 yaşında ağaçlar da mevcuttur. *Koelreuteria* cinsine ait türlerin kromozom sayılarına ilişkin farklı sayılar bildiriliyor olsa da, *K. paniculata*'nın kromozom sayısının  $2n = 22$  olduğu, *K. bipinnata* ve *K. elegans ssp. formosana*'nın ise  $2n = 32$  olduğu bildirilmektedir. (Bowden, 1945; Urdampilleta ve ark., 2005).

Cinse mensup türlerin yaprakları bileşik yaprak tipindedir. Bileşik yapraklar, pinnat veya bipinnattır. Yaprak kenarları genellikle testere dişi şeklindedir. Yaprak tipi, tür tanımlamasında belirleyici farklılıklar gösterir ve çoğu zaman türleri yaprak farklılıklarına göre ayırt etmek mümkündür. *K. paniculata*'nın yaprakları pinnat, *K. elegans* ve *K. bipinnata*'nın yaprakları bipinnattır (Resim 1).

Çiçekleri genel olarak belirsiz ve salkımlıdır ve bu açıdan Sapindus ve Cupan gibi diğer bazı Sapindaceae cinslerine benzerler. Poliygami, *Koelreuteria*'da bulunan türlerin olağan durumudur. Poliygami durumu, tek evcikli veya iki evcikli şeklinde bulunabilmektedir. Bol miktarda çiçek oluştururlar ve çiçekleri arılar tarafından yoğun ilgi görmektedir (Resim 2). İslah çalışması yapacak araştırmacının bu duruma dikkat etmesi gerekir. Tohumun şekli yuvarlak olup, bin tane ağırlığı 132-153 gr arasında değişmekte, tohum çapı ise 5-7 mm arasında değişmektedir (Resim 3).



Resim 1. *Koelreuteria*'nın türlerinde görülen yaprak tipleri (Anonim, 2024a).



Resim 2. *K. bipinnata*'nın çiçeği (Anonim, 2024b).



Resim 3. *K. paniculata*'nın tohum ve meyvesi.

*Koelreuteria* cinsine mensup türlerin tohumlarının, böcek ilacı olarak, bitkilerde mantari ve bakteriyel hastalıkları önleyici ajan olarak kullanıldığı, bitki özünün anti-tümör, köklerinin, kabuğunun, dallarının ve yapraklarının geleneksel halk tıbbında ishal, sıtma ve üretrit tedavisinde kullanıldığı ve aynı zamanda kanser hücre hatlarına karşı önemli anti-proliferasyon aktivitesi sergilediği bildirilmektedir (Mukhan ve ark., 2018). Ancak, yapılan bilimsel ça-

lışma bitkinin anti-tümör etkisinin olmadığını ortaya koymuştur (Andonova, 2023). Geleneksel kullanımların doğruluğunun, bilimsel çalışmalarla çek edilmesi gerekmektedir.

## EOLOJİK İSTEKLERİ VE YETİŞTİRİCİLİĞİ

### İklim İstekleri

*K. paniculata*'nın soğuğa ve kuraklığa toleransı yüksektir. Bitki özellikle boş güneşli alanları tercih etmektedir. 3-4 yaşındaki fidanlar ve ileriki yaşta ki ağaçlar, 26 °C'ye kadar dayanabildiği, *K. bipinnata*'nın ise kısmen daha az dayanıklılığı olduğu bildirilmektedir (Gilman ve Watson, 1993). Ülkemizdeki dağılım bölgelerine baktığımızda da Diyarbakır ilinin sıcağına, Sivas ilimizin soğuşuna adapte olduğu görülmüştür. Bu illerin haricinde tüm bölgelerde bitkinin varlığı gözlenmiştir. Bitki, orijin merkezi olan Çin'de 2000 metre rakıma kadar yetişebilmektedir. Ülkemizdeki güvey kandillerinin tanımlanması için yapılan çalışmada, 41-1426 metre aralığındaki rakımlarda bitkilere rastlanmıştır. Bitkinin gün uzunluğuna tepkisiyle ilgili herhangi bir kaynağa rastlanmamakla birlikte, ülkemizin her bölgesinde yetişebildiği görülmüştür.

### Toprak İstekleri

Bitkinin, bilinen kendine has toprak isteği olmamakla birlikte drenaj problemi olan yerler bitki için sorun teşkil edebilmektedir. Bitkinin yetişebildiği toprak özelliklerini anlamak amacıyla, ülkemizin çeşitli bölgelerine peyzaj amaçlı dikilmiş güvey kandili ağaçlarının yetiştirildiği topraklardan örnekler alınmış ve analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde bitkinin hafif alkali ve yüksek alkali topraklarda yetişebildiği görülmektedir. Literatür bilgilerine göre hafif asidik topraklarda da yetişebildiği bildirilmektedir. Toprak örneklerinde tuz seviyesi tuzsuz sınıfında olduğundan tuza toleransı ile ilgili bir bulgu bulunmamaktadır. Ancak, kesin kanı olmamak şartıyla, yapılan ön çalışma bitkinin tuzluluğa toleransının orta düzeyde olduğunu göstermiştir.

Tablo 1. Ülkemizde Güvey kandili ağacının yetiştiği alanların toprak yapısı

Lokasyon Numarası	Saturasyon (%)	pH	Toplam Tuz%	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Alınabilir Fosfor P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Kg/da)	Alınabilir Potasyum K <sub>2</sub> O (Kg/da)
2	63,8	7,68	0,03	11,28	2,19	12,3	330,3
3	80,3	7,57	0,05	11,28	2,49	19,5	262,2
9	52,8	7,91	0,02	10,92	1,54	3,5	117,4
10	70,4	8,07	0,03	10,19	1,82	2,2	151,4
23	51,7	7,85	0,02	31,67	2,27	28,9	154,8
24	51,7	7,85	0,02	31,67	2,27	28,9	154,8



25	50,6	7,91	0,02	28,03	1,54	1,3	90,4
27	45,1	8,00	0,02	4,00	1,97	4,9	121,9
31	61,6	7,82	0,03	11,24	2,69	14,8	378
32	61,6	7,82	0,03	11,24	2,69	14,8	378
33	61,6	7,82	0,03	11,24	2,69	14,8	378
34	61,6	7,82	0,03	11,24	2,69	14,8	378

### Hastalık ve Zararlıları

Bitkinin yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmadığından hastalık ve zararlıları ile ilgili yeterli bilgi olmamakla beraber, birkaç hastalığa maruz kalabilmektedir. Bunlardan biri, kanser türü olduğu düşünülen, kabukta ölü ve çökük alanlara neden oluşması, hastalıklı kabukta mercan pembesi meyve gövdelerinin gelişmesi, diğeri ise, *Verticillium solgunluğu* hastalığıdır. Hastalık, enfekte dallardaki yaprakların solmasına ve ölmesine neden olur. Sonunda tüm ağaç ölebilir. Kimyasal kontrolü yoktur. Enfekte olmuş hastalıklı dalların dipten budanarak, bitkinin diğer kısımlarına yayılmasının önüne geçilebileceği bildirilmiştir (Gilman ve Watson, 1993).

### Çimlendirme, fidan üretimi ve plantasyonu

Tohumları, oldukça sert ve pürüzsüz kabuk içerisindedir. Kabuk rengi çoğunlukla siyaha çalan kahverengi veya siyahtır. Kalın ve geçirimsiz olan tohum kabuğu nedeniyle *Koelreuteria* tohumlarının doğal ortamda çimlenmesi zordur. Yapılan çimlendirme çalışmalarında, soğuk katlamasının çimlenmeyi önemli derecede artırdığı görülmüştür. Ertekin (2011)'nin *K. paniculata*'nın tohumlarındaki dormansiyi kırmak için yaptığı çalışmada, en yüksek çimlenme oranına (%94) ekimden önce tohumların 100 mL/L EM 1 uygulaması ve 4°C'de 45 gün süreyle soğuk ortamda bekletme uygulamasından elde ettiğini bildirmiştir. *K. paniculata* tohumlarında dormansiyi kırmak için yapılan başka bir çalışmada, hiçbir uygulamanın yapılmadığı tohumlarda, çimlenme görülmediğini, 100, 200 ve 300 ppm GA'nın dışsal uygulamalarının tohumlardaki çimlenme oranını, sırasıyla % 17, 18 ve 15'e çıkardığını, 60 gün boyunca damıtılmış suda ön soğutmanın ise çimlenmeyi, % 44'e çıkardığını, 15 günlük ön soğutma ile birlikte 100, 200 ve 300 ppm GA uygulamasının ise, 30 gün sonra çimlenme oranını, sırasıyla %60, %51 ve %54'e çıkardığını ve bu sonuçların *K. paniculata* tohumlarının hem eksojen hem de endojen uyku hali sergilediğini bildirilmiştir (Rehman ve Park, 2000). Ayrıca, dormansiyi kırmak için soğuk katlamasının tek başına etkili olup olmayacağını görmek için yapılan ön çalışmada, tarla toprağı, kum ve perlit ortamına konan *K. paniculata* tohumları, +5 °C'de 2 ay ve 4 ay süreyle bekletilmiş, 2. ayın sonunda hiçbirinde çimlenme olmazken, 4. ayın sonunda en yüksek çimlenmenin (%46) perlit ortamında bekleyen tohumlarda olduğu görülmüştür.

Çimlendirme işlemi gerçekleşmiş tohumlar, uygun saksılara veya önceden hazırlanmış tohum yataklarına aktarılabilir. Aktarıldığı ortamda 2-3 yıl büyümesi sağlanan fidanlar daha sonra dikileceği asıl araziye şaşırtılır. Bundan sonraki süreç diğer ağaçsı bitkilerde olduğu gibidir. Bitkiler, çevre şartlarına da bağlı olarak 3 ila 4. yaşında az da olsa çiçek açmaya ve tohum vermeye başlar. Dikim sıklığı 4x5 m veya 5x5 m olacak şekilde yapılabilir. Dekara tohum verimi, bir ağaçtan elde edilecek tohum miktarı ile ağaç sayısının çarpımından hesaplanacağı için dikim sıklığı önemlidir. Ağaçlar belli yaşa gelene kadar alanı kapatamayacağı için başlangıçta bu ölçüler fazla gelecektir. Bu yüzden ilk başta dikim sıklığını 2x5 m veya 2,5x5 m tutup, ağaçlar alanı kaplamaya başlayınca sıra üzerinde, birer atlayarak seyreltme yapmak ilk yıllarda tohum verimini nispeten yüksek tutmaya yarayabilir. Aralardan sökülen 5-6 yaşlarındaki ağaçlar yeni plantasyonların kurulmasında da kullanılabilir. Böylelikle hem alandan daha fazla istifade edilmiş olunur, hem de ikinci plantasyon için yetişmiş ağaç elde edilmiş olunur.

### **Hasat ve Tohum Verimi**

Güvey kandili ağacının tohum verimine yönelik doğrudan bir çalışma olamamakla birlikte, literatürlerde bazı rakamlar telaffuz edilmektedir. Ağaç başına tohum verimi hakkında fikir sahibi olmak için ülkemizin farklı şehirlerindeki güvey kandili ağaçları tek tek hasat edilmiş ve ümitvar verim değerleri elde edilmiştir. Hasat esnasında ağaçların yaşlarını öngörebilmek adına gövde çaplarının ölçüsü alınmış ve hangi yaşta ne kadar tohum verimi az çok öngörülmüştür. Bazı ağaçların dikim yılı hakkında da bilgiler alınmış ve bunlar ağaç çaplarıyla senkronize edilmiştir.

Olgunlaşmış tohumlar, dipte birbirine bitişik vaziyetteki üç adet brakte yaprak tarafından çevrelenmiş meyve görünümlü bir yapının içerisinde (Resim 3). Her bir brakte yaprağa bitişik vaziyette iki adet tohum taslağı vardır. Ancak, meyvelerin içerisinde etrafta yeterli tozlayıcı yoksa ve çevre şartları uygun değilse üç veya dört tane tohum oluşabilmektedir. Hasat, ekim ayı içinde, zeytin silkeleme makinesi ile bitkiye zarar vermeden başarılı bir şekilde yapılabilmektedir (Resim 4, Resim 5).



Resim 4. Hasattan önce ve sonra güvey kandili (*K. paniculata*) ağacı



Resim 5. Hasattan önce ve sonra yaklaşık yirmi yaşında *K. paniculata* türü

Yetişkin bir *K. paniculata* ağacının (15 yaşından büyük) yılda 10-15 kg civarında tohum üretebildiği bildirilmektedir (Khan ve ark., 2020). Dekar ba-

şına kırk ila elli ağacın dikilebileceği göz önüne alınacak olursa, yaklaşık bir dekarlık alandan en az 400-500 kg tohum elde edilebilecek, ortalama %25 yağ oranı ile de 100 kg/da yağ elde edilebilecektir. Bu üretimin tarım dışı alanlarda yapılacak olması ve diğer tarla bitkileri gibi bakım işlemlerinin olmaması önemli bir ayrıntıdır.

### Yağ Oranı ve Bileşimi

Bitkinin tohumlarındaki yağ oranı ve yağ asiti kompozisyonunu belirlemek amacıyla farklı çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmaların sonucuna bakılırsa, yağ oranları türler arasında farklılıklar göstermektedir. İsmail (2013)'in orman ağaçlarının alternatif yağ kaynağı olabilirliğini görmek için yaptığı çalışmada *K. paniculata* tohumlarında, % 3.53 oranında kül, % 6.52 oranında nem ve % 35.66 oranında yağ bulunduğunu, yağ asitleri kompozisyonunun ise, % 47 gadoleik asit, %22 oleik asit, %8 linoleik asit, %6 erüsik asit, %5.4 palmitik asit,%3 araşidik asit, %2,8 linolenic asit, %1,8 behenik asit ve %1 eikosenoik asitten oluştuğunu bildirmiştir. İsmail (2013), her ne kadar %35.66'lık yağ oranı belirtmiş olsa da farklı çalışmalarda bu oran %21 ila 25 civarında da verilmiştir (Ljubojević ve ark., 2021). Ülkemizin farklı şehirlerinden toplanan güvey kandili tohumlarında ise bu oran %13 ila 30 aralığında gerçekleşmiştir. Parveen (2016), *K. elegans*'ın tohum özelliklerini araştırmak için yaptığı çalışmada, yağ oranını %25 bulduğunu, yağ asiti kompozisyonunu ise palmitik asiti %4.9, oleik asiti %22.8, linoleik asiti %9.7, arakidik asiti %54.8 ve behanik asiti %1.3 olarak tespit ettiğini, buna göre ise de toplam doymuş yağ asitlerinin %61, toplam doymamış yağ asitlerinin de %32 olduğunu bildirmiştir. Yağındaki yüksek palmitik asit varlığının yanı sıra, trigliseritlerle birlikte ortaya çıkan siyanolipidlerin varlığı da bildirilmiştir. *Sapindaceae* familyasının bir üyesi olan *Koelreuteria* cinsine ait türlerin yağında da benzer şekilde siyanolipit varlığı bildirilmektedir (Mikolajczak, (1970); Amita, 2016). Siyanolipitler, insan sağlığı için toksik etkiye sahip bileşiklerdir. Güvey kandili ağacının tohum yağının asitleri kompozisyonu, yağı yenilebilir olmaktan çıkarmaktadır. Bundan dolayı bitkinin tohum yağının, biyodizel hammaddesi veya gıda dışı uygulamalarda kullanılması gerekmektedir.

### BİTKİNİN BİYODİZEL ÜRETİMİNE YAĞ KAYNAĞI OLMA POTANSİYELİ

Biyodizel, çevre dostu, fiyatlandırmada rekabetçi, sürdürülebilir, temiz, güvenli, her ülke tarafından üretilebilir ve kolay erişilebilir bir enerji kaynağıdır. Atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarının artışına sıfır katkısı nedeniyle, bitkisel yağlardan üretilen biyodizel, son günlerde bir alternatif haline gelmiştir. Ancak, daha önce de belirttiğimiz gibi nispeten yüksek hammadde maliyetleri ve hammaddenin sınırlı olması gibi nedenlerle biyodizelin fosil kaynaklı dizele tamamen alternatif olması mümkün olamamıştır (Micic ve ark., 2019). Halihazırda, dünya biyodizel üretiminin %90'ından fazlasının verimli topraklar-

da yetiştirilen bitki türlerinden elde edildiği ve bunların aynı zamanda yemeklik yağ olduğu bildirilmektedir (Gui ve ark., 2008). Bu durum, sürdürülebilir bir durum değildir ve global gıda üretimi ve toprak kıtlığı ile tezattır. Bundan dolayıdır ki, geleneksel yağ bitkilerinin dışında her türlü bitki grubunun tarım dışı alanlarda yenilebilir olmayan yağ üretiminde kullanılabilme potansiyellerinin araştırılması oldukça önemlidir. Süregelen biyodizel üretimindeki ön koşul, düşük üretim maliyeti ile büyük ölçekli üretim yapmaktır. Öyleyse, atıl veya kullanılmayan alanların yağ kaynağı olabilme potansiyeli olan ağaç, çalılık veya otsu bitkilerle donatılması veya mevcut olanların bu amaçla kullanılmaya başlaması ile tarım arazilerine baskı yapmadan, toprak işleme, gübre, böcek ilacı ve sulama gibi üretim girdilerine ihtiyaç duymadan yapılan bir üretim şekli, biyodizel üreticilerine daha ucuz bir hammadde sağlayacaktır.

Ulusal ve uluslararası gıda arzına müdahale etmeyen bitkisel yağ kaynağı arayışları çerçevesinde bir çok ülkede çok sayıda araştırma yapılmış ve yapılmaya da devam edilmektedir. Farklı ülkelerdeki farklı araştırmacılar kendi ülke şartlarında biyodizel üretimi için bir hammadde olarak yenilebilir bitkisel yağların kullanılması da dahil olmak üzere çok sayıda ağaç ve çalı formundaki bitkileri sorgulamışlardır. Ancak, her ülkenin toprak varlığı, çevre şartları ve ekonomik durumu farklıdır ve ortaya çıkan sonuçlar da kendine münhasırdır. Mevcut tarım alanlarının sınırlarına girmeden bitkisel yağ elde etme arayışları çerçevesinde *Koelreuteria* türleri üzerine de araştırmalar yapılmış ve ümitvar sonuçlar elde edilmiştir (İsmail, 2013; Yulin ve ark., 2013; Li ve ark., 2022; Tomic, 2020). Bu çalışmalardan birini açmak gerekirse, Khan ve ark., (2020)'ı, *K. paniculata* yağından sentezlenen esterlerin, NMR (1H ve 13C), FTIR ve GC-MS uygulaması ile doğrularak karakterize ettiklerini, ürettikleri biyoyakıtın, ASTM D6751 ve EN14214 standartlarını karşıladığını ve *K. paniculata* yağından elde edilen yağın, biyoyakıt üretimi için yeni bir hammadde olarak sunulabileceğini bildirilmişlerdir. Zhang ve ark. (2017)'ı yaptıkları bir çalışmada, Çin alev ağacından (*K. bipinnata*) biyodizel üretiminin fizibil olduğunu tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Güvey kandili ağacı, şehir merkezlerindeki yol kenarlarında, park ve bahçelerde, şehirlerarası yolların kenarlarının ağaçlandırılmasında, ağaçlandırılmak istenen alanlarda, erozyon kontrolü yapılmak istenen alanlarda ve buna benzer tarım dışı alanlarda yetiştirilebilecek bir bitkidir. Aşırı kireçli topraklara, kuraklığa ve soğuğa dayanıklılığının yüksek olması, ülkemizin hemen her yerinde yetişebileceğini göstermektedir. Konuyla ilgili araştırmalar yapılmalı ve ilgili projeler desteklenmelidir.

## KAYNAKLAR

- Amita S., (2016). Chemical studies of cyanolipids in *Koelreuteria apiculata*. International Journal of Chemical Studies 2016; 4(4): 216-217.
- Andonova, T., Muhovski, Y., Apostolova, E., Naimov, S., Petkova, Z., Teneva, O., & Dimitrova-Dyulgerova, I. (2023). *Koelreuteria paniculata* Seed Oil—A Rich Natural Source of Unsaturated Fatty Acids and Phytocompounds with DNA Protective Potential. Foods, 12(11), 2230.
- Anonim, 2024a. <https://landscapeplants.oregonstate.edu/plants/koelreuteria-paniculata>
- Anonim, 2024b. <https://identify.plantnet.org/tr/k-world-flora/species?search=Koelreuteria&sortBy=name&sortOrder=asc>
- Azam, M. M., Waris, A., & Nahar, N. M. (2005). Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India. Biomass and bioenergy, 29(4), 293-302.
- Bai, J. M., & Yang, X. N. (2009). Sustainable development of energy crops in the People's Republic of China. China Agriculture Press, Beijing
- Carvalho, J., Ribeiro, A., Castro, J., Vilarinho, C., & Castro, F. (2011). Biodiesel production by microalgae and macroalgae from North Littoral Portuguese Coast. WASTES: solutions, Treatments and Opportunities. 1St International Conference September 12th-14th.
- Demirbaş, A. (2008). Biodiesel: a realistic fuel alternative for diesel engines. Springer, London.
- Demirbaş, A. (1998). Fuel properties and calculation of higher heating values of vegetable oils. Fuel 77(9–10), 1117-1120.
- Demirbaş, M.F. (2015). Global fossil energy policy. Energy Education Science and Technology Part D 7, 1-14.
- Dorado, M., Cruz, F., Palomar, J., & Lopez, F. (2006). An approach to the economics of two vegetable oil based biofuels in Spain. Renewable Energy 31: 1231–1237.
- Durrett, T.P., Benning, C., & Ohlrogge, J. (2008). Plant triacylglycerols as feedstocks for the production of biofuels. The Plant Journal 54: 593–607.
- Ertekin, M. (2011). Effects of microorganisms, hormone treatment and stratification on seed germination of goldenrain tree (*Koelreuteria paniculata*).
- Fairless, D. (2007). Biofuel : the little shrub that could-maybe. Nature 449: 652– 655.
- Helwani, Z., Othman, M.R., Aziz, N., Kim, J., & Fernando, W.J.N. (2009). Solid heterogeneous catalysts for transesterification of triglycerides with methanol: A review. Applied Catalysis A: General 363(1-2), 1-10.
- Huang, Y.H., Wu, J.H. (2008). Analysis of biodiesel promotion in Taiwan. Renewable and Sustainable Energy Reviews 12: 1176–1186.

- Gilman E. F., and Watson D. G., (1993). *Koelreuteria paniculata* Goldenraintree.
- Goodrum, J.W. (2002). Volatility and boiling points of biodiesel from vegetable oils and tallow. *Biomass Bioenergy* 22(3), 205-211
- Gui, M.M., Lee, K.T., Bhatia, S. (2008). Feasibility of edible oil vs. non-edible oil vs. waste edible oil as biodiesel feedstock. *Energy*, 33:1646–53.
- İsmail, M. F. M. (2013). Non-wood forestry products: seed com position of *Koelreuteria paniculata* laxm. and *Pongamia pinnata* L. *Egyptian Journal of Agricultural Sciences*, 64(3), 311-321.
- Khan, I. U., Yan, Z., & Chen, J. (2020). Production and characterization of biodiesel derived from a novel source *Koelreuteria paniculata* seed oil. *Energies*, 13(4), 791.
- Koelzer, K., Ribarits, A., Weyermaier, K., Bouchal, J. M., Mayr, J., & Weber, M. (2024). Trees Are a Major Foraging Resource for Honeybees in the City. *Plants*, 13(21), 3094.
- Kulkarni, M.G., & Dalai, A.K. (2006). Waste cooking oil – an economical source for biodiesel: a review. *Ind Eng Chem Res* 45, 2901-2913.
- Leung, D.Y.C., Wu, X., & Leung, M.K.H. (2010). A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. *Applied Energy* 87(4), 1083-1095.
- Li, G., Zhao, W., Xu, N. W., Liu, H. J., Yan, P., Xie, G. H., & Han, F. X. (2022). Oil content, fatty acid composition, chemical properties and predicted cetane number in different families and species of non-food oilseed plants in North China. *Fatty Acid Composition, Chemical Properties and Predicted Cetane Number in Different Families and Species of Non-Food Oilseed Plants in North China*.
- Ljubojević, M., Tomić, M., Simikić, M., Savin, L., Narandžić, T., Pušić, M., ... & Marinković, M. (2021). *Koelreuteria paniculata* invasiveness, yielding capacity and harvest date influence on biodiesel feedstock properties. *Journal of Environmental Management*, 295, 113102.
- Lin, D.Q., & Xing, F.W. (2009). Preliminary evaluation on Chinese non-food plant resources for biodiesel production. *China Oils Facts* 34(11), 1-7.
- McCormic, R.L., Graboski, M.S., Alleman, T.L., Herringh, A.M., Tyson, K.S. (2001). Impact of biodiesel source material and chemical structure on emission of criteria pollutants from a heavy-duty engine. *Environ. Sci. Technol.* 35(9), 1742-1747.
- Micic, R., Tomic, M., Martinovic, F., Kiss, F., Simikic, M., Aleksic, A. (2019). Reduction of free fatty acids in waste oil for biodiesel production by glycerolysis: investigation and optimization of process parameters. *Green Process Synth*, 8(1):15–23.
- Mikolajczak, K. L., Smith Jr, C. R., & Tjarks, L. W. (1970). Cyanolipids of *Koelreuteria paniculata* Laxm. seed oil. *Lipids*, 5(8), 672-677.
- Mittelbach, M., & Remschmidt, C. (2004). *Biodiesel—the comprehensive handbook*. Karl-Franzens University, Graz.

- Mukhan, W., Sheetal and Khabiruddin, M. (2018). Phytochemical Studies on *Koelreuteria elegans*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2018, 10(1):72-75
- Nizami, A.S., Mohanakrishna, G., Mishra, & U., Pant, D. (2016). Trends and sustainability criteria for liquid biofuels. In: *Biofuels*. CRC press 1,77-114.
- Pachauri, K., & Meyer, A. (2014). Climate change 2014. synthesis report. *Environmental Policy Collection* 27(2), 408.
- Parawira, W. (2009). Biotechnological production of biodiesel fuel using biocatalysed transesterification: a Review. *Critical Reviews in Biotechnology* 29(2), 82-93.
- Parveen, K. (2016). Phytochemical composition and antioxidant activity of leaves, bark and seeds of chinese rain tree (*Koelreuteria elegans*) (Doctoral dissertation, CCSHAU).
- Patil, P.D., & Deng, S. (2009). Optimization of biodiesel production from edible and nonedible vegetable oils. *Fuel* 88(7),1302-1306.
- Potter, D. A., & Mach, B. M. (2022). Non-native non-Apis bees are more abundant on non-native versus native flowering woody landscape plants. *Insects*, 13(3), 238.
- Rehman, S., & Park, I. H. (2000). Effect of scarification, GA and chilling on the germination of goldenrain-tree (*Koelreuteria paniculata* Laxm.) seeds. *Scientia Horticulturae*, 85(4), 319-324.
- Tomic, M., Ljubojevic, M., Micic, R., Simikic, M., Dulic, J., Narandzic, T., & Dedovic, N. (2020). Oil from *Koelreuteria paniculata* Laxm. 1772 as possible feedstock for biodiesel production. *Fuel*, 277, 118162
- Urdampilleta, J. D., Ferrucci, M. S., & Vanzela, A. L. (2005). Karyotype differentiation between *Koelreuteria bipinnata* and *K. elegans ssp. formosana* (Sapindaceae) based on chromosome banding patterns. *Botanical journal of the Linnean Society*, 149(4), 451-455.
- Wei, W.L., & Jin, M.Y. (2008). Evaluation on the potential of energy utilization for 42 kinds of non-woody oil plants in China. *China Oils Fats* 33(5), 73-76.
- Zhang, H., Li, H., Pan, H., Liu, X., Yang, K., Huang, S. (2017). Efficient production of biodiesel with promising fuel properties from *Koelreuteria integrifoliola* oil using a magnetically recyclable acidic ionic liquid. *Energy Convers Manage*, 138:45-53.



# BÖLÜM 12

## TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN 100. YILINDA YEM BİTKİLERİ KÜLTÜRÜ VE HAYVAN VARLIĞINA GENEL BİR BAKIŞ

*Şükrü Sezgi Özkan<sup>1</sup>*  
*Gülcan Demiroğlu Topçu<sup>2</sup>*

1 Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir [sukru.sezgi.ozkan@ege.edu.tr](mailto:sukru.sezgi.ozkan@ege.edu.tr) ORCID: 0000-0001-5989-0384

2 Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir [gulcan.demiroglu.topcu@ege.edu.tr](mailto:gulcan.demiroglu.topcu@ege.edu.tr) ORCID: 0000-0002-5978-4183

## Giriş

Dengeli ve düzenli bir beslenme, insan yaşam kalitesini belirleyen en önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Yapılan çalışmalar, normal bir bireyin günlük protein ihtiyacının kilogram başına 0.66 g olduğunu, önerilen miktarın ise 0.8 g seviyesinde bulunduğunu ve dünya nüfusunun %97.5'inin bu miktarda bir protein gereksinimine sahip olduğunu ifade etmektedir (WHO, 2007). Ancak, bireyin yaşı, cinsiyeti ve fiziksel aktivite düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak bu ihtiyacın 2.0 g/kg/gün seviyesine kadar artabileceği belirtilmektedir. Çeşitli araştırmalar, protein alımında miktardan ziyade proteinin biyoyararlılığının daha büyük bir önem taşıdığını ortaya koymuştur. Bu kapsamda, bitkisel proteinlerin biyoyararlılık oranı %40-70, hayvansal proteinlerin ise %70-90 aralığında değişmektedir (Baum vd., 2016; Pala, 2019). Büyüme, gelişim ve sağlıklı bir yaşam sürdürülebilmesi için günlük protein ihtiyacının %40-50'sinin hayvansal proteinlerden karşılanması tavsiye edilmektedir. Bunun nedeni, insan vücudunun sentezleyemediği bazı amino asitlerin yalnızca hayvansal protein kaynaklarından yeterli düzeyde sağlanabilmesidir (Yazgan, 2000; Gürlük ve Turan, 2008).

Türkiye, nüfus artış hızının dünya ortalamasının üzerinde olması nedeniyle sürekli büyüyen bir ülke olarak dikkat çekmektedir. Bu büyüme, ülkede yeterli ve dengeli beslenme ile ilgili sorunları da beraberinde getirmektedir. Dengeli beslenme bağlamında hayvansal kaynaklı ürünlerin oldukça önemli bir yeri bulunmaktadır. Ülkedeki beslenme sorunlarının temel kaynağı, toplam protein miktarının yetersizliği değil, tüketilen protein içerisindeki hayvansal protein oranının düşüklüğüdür (Uzundumlu vd., 2011). Sığır, keçi ve koyun gibi hayvanlardan elde edilen et ve süt ürünleri, hayvansal kaynaklı besinler arasında öne çıkmaktadır (Kuşvuran vd., 2011). Avrupa Birliği ülkelerinde kişi başına yıllık et ve süt tüketimi sırasıyla 87 kg ve 350 kg düzeyindeyken, ülkemizde bu oranlar 27 kg ve 160 kg civarında kalmaktadır (Kocaman ve Günal, 2007; Karagöz, 2009). Son yıllarda Türkiye'de protein tüketiminde artış gözlemlenmesine rağmen, hayvansal protein tüketimi çoğu gelişmekte olan ülkenin seviyesinin gerisinde kalmaktadır. OECD'nin 2019 yılı verilerine göre, dünya genelinde kişi başına yıllık ortalama 14.5 kg dana ve sığır eti tüketilirken, ülkemizde bu miktar yalnızca 8.5 kg düzeyindedir (OECD, 2019).

Hayvancılık sektöründe toplam üretim girdilerinin yaklaşık %70'ini yem maliyetleri oluşturmaktadır (Alçıçek vd., 2010; Özek, 2020). Bu maliyetlerin %78'i kaba yemden, %22'si ise karma yemlerden karşılanmaktadır (Harmanşah, 2018). Süt sığırcılığı işletmelerinde yem giderlerinin, süt üretim maliyetlerinin %50-60'ını oluşturduğu belirtilmektedir (Yazgan, 2001). Kaba yemler, düşük maliyetli olmaları ve geniş getiren hayvanların sindirim süreçlerini olumlu yönde desteklemeleri nedeniyle hayvancılıkta öncelikli bir konuma sahiptir. Su içeriği %14'ün üzerinde olan veya kuru maddede %16'dan fazla ham selüloz içeren yemler kaba yem olarak tanımlanır. Yem bitkileri ve doğal

çayır-meralar, hayvanlara kaliteli, ekonomik ve yeterli miktarda kaba yem sağlayan en önemli kaynaklar arasında yer almaktadır (Özkan ve Şahin Demirbağ, 2016). Bununla birlikte, bu kaynaklar hayvancılık sektöründe ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyerek büyüme ve verimlilik için gerekli besin maddelerini sağlamalarının yanı sıra, yüksek kaliteli hayvansal ürünlerin elde edilmesine katkı sağlamaktadır (Serin ve Tan, 2001).

Otobur çiftlik hayvanlarının yaşamlarını sürdürebilmeleri ve istenen ürünleri üretebilmeleri için gerekli besin maddelerini içeren ve belirli oranlarda tüketildiklerinde hayvan sağlığına veya hayvansal ürünlere zarar vermeyen, doğada kendiliğinden yetişen ya da tarımı yapılan bitkiler, “yem bitkileri” olarak adlandırılmaktadır. Yem bitkileri; çayır, mera ve tarla gibi farklı alanlarda yetişmektedir (Soya vd., 2004). Tarla tarımı kapsamında yetiştirilen yem bitkileri ile doğal çayır ve meralar, hayvanlar için kaliteli, ekonomik ve bol miktarda kaba yem sağlanmasında temel yem kaynakları arasında yer almaktadır. Ayrıca, bu bitkiler hayvansal üretimdeki en önemli girdi olan yemi sağlamakla kalmayıp, yetiştirildikleri toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirme ve kendilerinden sonra ekilecek kültür bitkilerinin verim ve kalitesini artırma gibi katkılarda bulunmaktadır (Sağlamtimur vd., 1998; Açıkgöz vd., 2005). Başarılı ve kaliteli yem bitkileri üretimi, yem ihtiyacını karşılamanın en ucuz, güvenilir ve kolay yollarından biridir (Kuşvuran vd., 2011). Türkiye’de hayvancılık genellikle doğal çayır ve meraların başlıca yem kaynağı olduğu mera hayvancılığı şeklinde yapılmaktadır. Çayır ve mera alanları, zengin doğal bitki örtüsü ve biyoçeşitlilikleri ile hayvanlar için yaşam alanı sunmanın yanı sıra, toprak verimliliğini artırma ve koruma, su kaynaklarının oluşumu ve kalitesine olumlu katkıda bulunma gibi çok yönlü faydalar sağlamaktadır (Açıkgöz, 2001).

Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu ve Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan 2023 yılı Türkiye geneli ve bölgeler bazında mera alanları, tarla tarımı içerisindeki yem bitkileri ekim alanları ve üretim miktarları ile mevcut hayvan varlığı verileri ele alınarak, Türkiye Cumhuriyeti’nin 100. yılında yem bitkileri kültürü ve hayvancılığımızın genel durumunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

### **Türkiye Cumhuriyeti’nin 100. Yılında Ekilebilen Arazi Varlığı**

Asya ve Avrupa kıtası arasında bir köprü konumunda yer alan Türkiye Cumhuriyeti 814.578 kilometrekare yüzölçümüne sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu 2023 yılı verilerine göre, Türkiye Cumhuriyeti’nin 100. yılında ülkemizde 239.417.092 da toplam ekilen alan mevcut olup, tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin ekilen alanı 167.110.907 da (%69.80), meyveler, içecek ve baharat bitkileri ekilen alanı 36.982.778 da (%15.45), nadas alanı 28.143.070 da (%11.75), sebze ekilen alanı 7.122.641 da (%2.97) ve süs bitkileri alanı 57.696 da (%0.02) olarak kullanıldığı görülmektedir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında ekilebilen arazi varlığı (da) ve dağılımı (TÜİK, 2023)

Bölgeler	Toplam Alan	Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alanı	Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri Alanı	Nadas Alanı	Sebze Alanı	Süs Bitkileri Alanı
Akdeniz	22.333.842	13.442.060	5.919.616	1.566.130	1.393.400	12.636
D. Anadolu	29.341.342	23.919.487	1.736.045	3.312.137	373.441	232
Ege	28.640.983	16.392.586	8.641.138	2.467.602	1.121.586	18.071
GD. Anadolu	29.879.120	21.139.436	6.574.493	1.530.533	634.633	25
İç Anadolu	70.460.613	53.126.961	2.018.591	13.558.622	1.755.568	871
Karadeniz	27.243.317	15.841.875	7.253.279	3.409.876	737.343	944
Marmara	31.517.875	23.248.502	4.839.616	2.298.170	1.106.670	24.917
<b>Türkiye</b>	<b>239.417.092</b>	<b>167.110.907</b>	<b>36.982.778</b>	<b>28.143.070</b>	<b>7.122.641</b>	<b>57.696</b>
%	<b>100.00</b>	<b>69.80</b>	<b>15.45</b>	<b>11.75</b>	<b>2.97</b>	<b>0.02</b>

Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında ekilebilir arazi varlığının kullanım dağılımı bölgeler arasında önemli farklılıklar göstermektedir (TÜİK, 2023). En fazla ekilebilir araziye sahip bölge İç Anadolu Bölgesi'dir. Bu bölge, 70.460.613 da ile toplam arazi varlığının yaklaşık üçte birini barındırmaktadır. Arazinin çoğu, tahıllar ve diğer bitkisel ürünlere (53.126.961 da) ayrılmıştır. Bunun yanı sıra nadas alanları (13.558.622 da) da oldukça geniştir.

Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgeleri, İç Anadolu Bölgesi'ni takip etmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi 29.879.120 da araziyle ikinci sırada yer alırken, bu arazinin büyük bir kısmı tahıllar ve diğer bitkisel ürünler (21.139.436 da) için kullanılmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi ise 29.341.342 da ile benzer büyüklükte bir araziye sahiptir ve bu alanın çoğu tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin (23.919.487 da) üretimine ayrılmıştır.

Ege ve Marmara bölgeleri, ekilebilir arazi büyüklüğü açısından birbirine yakın olup, sırasıyla 28.640.983 ve 31.517.875 da araziye sahiptir. Bu bölgeler, meyveler, içecek ve baharat bitkileri için ayrılan arazilerde önemli bir paya sahiptir. Özellikle Ege Bölgesi'nde 8.641.138 da meyve ve baharat bitkileri alanı dikkat çekmektedir.

Karadeniz ve Akdeniz bölgeleri ise ekilebilir arazi büyüklüğü açısından daha geride kalmaktadır. Karadeniz Bölgesi'nde 27.243.317 da, Akdeniz Bölgesi'nde ise 22.333.842 da arazi varlığı bulunmaktadır. Karadeniz Bölgesi'nde meyveler, içecek ve baharat bitkileri (7.253.279 da) öne çıkarken, Akdeniz Bölgesi'nde tahıllar ve diğer bitkisel ürünler (13.442.060 da) yoğun olarak yetiştirilmektedir.

Bu veriler, İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinin tahıl üretiminde ön plana çıktığını; Ege, Marmara ve Karadeniz bölgele-

rinin ise meyve, içecek ve baharat bitkileri alanında daha yoğun bir kullanım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Akdeniz Bölgesi, diğer bölgelere kıyasla ekilebilir arazi miktarı bakımından daha az paya sahiptir ancak tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin üretiminde önemli bir role sahiptir.

### **Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. Yılında Mera Alanları**

Ülkemizde meraların kapladığı alanlar geçmişte tam olarak belirlenememiştir. 1930'ların başlarında bu alanların büyüklüğüne ilişkin verilen tahminler 24.8 milyon ile 26.7 milyon ha arasında değişmektedir (Zhukovsky, 1951). Ancak, 1927 yılına dair Topraksu Genel Müdürlüğü'nün 1966-1969 yılları arasında yaptığı saha araştırmaları ve bazı varsayımlar temel alınarak, meraların toplam büyüklüğünün 37.2 milyon ha olduğu öngörülmektedir (Mutlu, 1998).

1927-1950 yılları arasında hem kırsal hem toplam nüfusun yaklaşık %50 artması sonucu meralar üzerindeki baskı artmış, bu durum %27.3 oranında bir daralmaya yol açarak meraların toplam alanı 29.8 milyon ha seviyelerine düşmüştür. Bu dönemde, nüfus yoğunluğunun daha yüksek olduğu Marmara, Ege, Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleri, meraların en fazla daralma gösterdiği bölgeler olmuştur. 1950-1960 yılları arasında ise nüfus artışının yanı sıra traktörleşmenin ilk dalgası, tarım arazilerinin genişletilmesine olanak sağlamış ve bu dönemde de meraların daralması hızla devam etmiştir. Bu dönemde en büyük kayıplar Marmara, Akdeniz, Karadeniz, İç Anadolu ve Ege bölgelerinde yaşanmıştır. Ancak 1950'lerden sonra işlenebilecek arazilerin sınırlarına ulaşılmasıyla bazı bölgelerindeki daralma daha sınırlı kalmıştır. Ege Bölgesi'nde ise daralma hız kesmeden devam etmiş ve 1991 yılında bölgedeki meraların alanı 1950'deki seviyesinin yaklaşık yarısına düşmüştür (Mutlu, 1998).

Tarihsel süreçte nüfus artışı, mera alanlarının azalmasını hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkilemiştir. Kırsal nüfus artışı ve topraksız ya da az topraklı çiftçilerin meraları tarla arazisine dönüştürmesi, doğrudan baskı unsuru olarak öne çıkmıştır. Bu baskı, Çiftçiyi Topraklandırma Kanunu kapsamında, ihtiyaç fazlası olduğu belirlenen meraların topraksız ve az topraklı çiftçilere dağıtılması şeklinde devlet politikalarına da yansımıştır (Mutlu, 1998). Çiftçiyi Topraklandırma Kanunu çerçevesinde 1947-1972 yılları arasında toplam 24.9 milyon dönüm arazi Hazine adına kaydedilmiş, 153.6 bin dönüm arazi ise büyük arazi sahiplerinden, vakıflardan, özel idarelerden ve belediyelerden kamulaştırılmıştır. Aynı süreçte 23.1 milyon dönüm arazi çiftçilere tahsis edilmiştir (Taraklı, 1976). Hazine adına kaydedilip çiftçilere tahsis edilen bu arazilerin bir kısmının ihtiyaç fazlası olarak belirlenmiş meralardan oluştuğu bilinmekle birlikte, bu miktarın ne kadar olduğuna dair kesin bir bilgi bulunmamaktadır (Mutlu, 1998).

Mera alanlarının azalmasında dolaylı baskılar ise artan nüfusun gıda talebine bağlı olarak tahıl üretiminde yaşanan artışla ilişkili olmuş, özellikle yavaş gelişen üretim teknolojisi bağlamında artan iç ve dış talep, meraların tarla

arazisine dönüştürülmesini cazip hale getirmiştir. 1950'lerin başlarında, Kore Savaşı'nın tarım ürünlerine yönelik talepte yarattığı olumlu etki, Türkiye'de özellikle tahıl ürünlerine olan dış talebin artmasına yol açmıştır. Traktörleşmenin sağladığı imkânlar, güçlü çiftçilerin meraları işgal etmesini daha cazip hale getirmiştir (Mutlu, 1998).

Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında mera alanlarının yıllara ve bölgelere göre değişimi önemli bulgular sunmaktadır (Çizelge 2). 1970 yılında Köy Hizmetleri tarafından yapılan çalışmalara göre, Türkiye genelinde toplam mera alanı 21.698.400 ha olarak kaydedilmiştir. Bu dönemde Doğu Anadolu Bölgesi, 9.162.100 ha mera varlığı ile en fazla alana sahip bölge olurken, İç Anadolu ve Karadeniz bölgeleri sırasıyla 5.884.200 ve 1.993.100 ha ile diğer büyük alanlara sahip bölgeler arasında yer almıştır. 1991 yılında yapılan Tarım Sayımı verileri, toplam mera alanının 12.377.600 ha seviyesine düştüğünü göstermektedir. Bu dönemde de Doğu Anadolu Bölgesi 4.573.400 ha ile lider konumunu korumuştur. 2001 yılı TÜİK verilerine göre mera alanı 14.616.687 ha olarak belirlenmiştir. Son olarak, 1998-2023 yılları arasında 4332 sayılı Mera Kanunu kapsamında yapılan çalışmalara göre ülke genelinde toplam mera alanı 13.147.701 ha olarak tespit edilmiştir. Bu dönemde de Doğu Anadolu Bölgesi 5.585.789 ha mera varlığı ile en geniş alana sahip bölge olmaya devam ederken, İç Anadolu Bölgesi 4.221.480 ha ile ikinci sırada yer almıştır.

**Çizelge 2.** Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında mera alanları (ha) (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024)

Bölgeler	1970 Köy Hizmetleri	1991 Tarım Sayımı	2001 TÜİK Sayımı	1998-2023 Mera Kanunu*
Akdeniz	1.002.400	434.300	659.334	579.041
Doğu Anadolu	9.162.100	4.573.400	5.485.449	5.585.789
Ege	1.027.900	615.900	802.879	440.166
Güneydoğu Anadolu	2.165.100	743.600	1.012.576	898.069
İç Anadolu	5.884.200	3.890.300	4.570.182	4.221.480
Karadeniz	1.993.100	1.556.000	1.533.605	1.130.918
Marmara	463.600	564.100	552.662	292.238
<b>Türkiye</b>	<b>21.698.400</b>	<b>12.377.600</b>	<b>14.616.687</b>	<b>13.147.701</b>

\*4342 sayılı Mera Kanunu kapsamında yerleşim yeri bazında tespit-tahdit çalışmaları tamamlanmış olup, kadastro çalışmalarında tescil harici bırakılmış alanlarda çalışmalar devam etmektedir.

Meralar, genellikle doğal süreçler sonucu oluşmuş ve çok yıllık otsu bitki türlerini barındıran alanlardır. Bu alanların bitki örtüsü, süksesyon süreçleriyle şekillenmiş ve bulunduğu bölgenin toprak ile iklim koşullarına en iyi şekilde uyum sağlayan klimaks bitki topluluğunu meydana getirmiştir. Mera

bitki örtüsünün zengin tür çeşitliliği, otlanmaya karşı dayanıklı bitkilere sahip olması ve kendini yenileyebilme kapasitesi, bu alanların en belirgin avantajları arasında yer almaktadır (Soya vd., 2004; Altın vd., 2011). Ülke genelinde mera alanlarının korunması ve etkin kullanımı amacıyla, 4342 sayılı Mera Kanunu kapsamında yerleşim yeri bazında tespit-tahdit çalışmaları tamamlanmış olup, kadastro çalışmalarında tescil harici bırakılmış alanlarda çalışmalar devam etmektedir (Çizelge 3). 1998-2002 yılları arasında 2.183.075 ha mera alanı, 2003-2023 yılları arasında ise 10.964.626 ha mera alanı olmak üzere toplam 13.147.701 ha mera alanı tespit edilmiştir. Bu mera alanlarının 12.740.779 ha'lık bölümü tahdit edilmiş ve 8.558.823 ha'lık kısmının tahsis işlemleri tamamlanmıştır. Bu veriler, özellikle 2003 sonrası dönemde mera alanlarının kayıt altına alınması ve kullanımına yönelik çabaların arttığını göstermektedir. Ancak tahsis edilen alanların toplam tahdit edilen mera varlığına oranının %67 ile sınırlı kalması, mevcut alanların daha verimli kullanımına yönelik iyileştirme gereksinimini ortaya koymaktadır.

**Çizelge 3.** Türkiye Cumhuriyeti'nde mera alanlarının tespit, tahdit ve tahsis çalışmaları (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024)

Yıllar	Tespit		Tahdit		Tahsis*	
	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)
1998-2002	2.183.075	17	1.665.232	13	242.246	2
2003-2023	10.964.626	83	11.075.547	87	8.316.577	65
<b>Toplam</b>	<b>13.147.701</b>	<b>100</b>	<b>12.740.779</b>	<b>100</b>	<b>8.558.823</b>	<b>67</b>

\*Tahsis (%), tahsis edilen alanlarının toplam tahdit edilen alanlara oranını ifade etmektedir.

Mera alanlarından üretilen kuru ot miktarları da bölgesel farklılıklar göstermektedir (Çizelge 4). Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında, ülke genelinde 1998-2023 yılları arasında tespit işlemleri tamamlanan toplam 13.147.701 ha mera alanından 9.190.888 ton kuru ot üretilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi, 5.585.789 ha mera alanından 5.027.210 ton ile en yüksek üretimi gerçekleştirmiştir ve bu bölgedeki ortalama kuru ot verimi 900 kg/ha olarak belirlenmiştir. İç Anadolu Bölgesi, 4.221.480 ha ile geniş bir mera varlığına sahip olmasına rağmen, düşük verimlilik (450 kg/ha) nedeniyle toplamda 1.899.666 ton üretimle ikinci sırada yer almıştır. Karadeniz Bölgesi, 1.130.918 ton üretimle üçüncü sırada yer almış ve 1.000 kg/ha ile Türkiye ortalamasının üzerinde bir verimlilik göstermiştir. Diğer bölgelerde ise üretim miktarları sırasıyla Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 404.131 ton, Akdeniz Bölgesi'nde 289.521 ton, Ege Bölgesi'nde 264.100 ton ve Marmara Bölgesi'nde 175.343 ton olarak kaydedilmiştir. Bu veriler, bölgesel farklılıkların mera yönetimi ve verimlilik üzerinde önemli etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Özellikle düşük verimliliğin gö-

rüldüğü bölgelerde mera yönetimi ve otlama kapasitesinin iyileştirilmesi için çalışmalar yapılması gerekmektedir.

**Çizelge 4.** Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında mera alanlarından üretilen kuru ot miktarları (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024)

Bölgeler	1998-2023 Mera Kanunu Alanı (ha)	Ortalama Kuru Ot Verimi (kg/ha)	Meralarda Üretilen Kuru Ot Miktarı (ton)
Akdeniz	579.041	500	289.521
Doğu Anadolu	5.585.789	900	5.027.210
Ege	440.166	600	264.100
Güneydoğu Anadolu	898.069	450	404.131
İç Anadolu	4.221.480	450	1.899.666
Karadeniz	1.130.918	1.000	1.130.918
Marmara	292.238	600	175.343
<b>Türkiye</b>	<b>13.147.701</b>	<b>699</b>	<b>9.190.888</b>

Meralardan elde edilen otun kalitesi, tür çeşitliliği ve çevresel faktörlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Mera alanlarından sağlanan yeşil otun ham protein içeriği genellikle %12 ile %18.5 arasında değişmektedir (Koç ve Gökkuş, 1996; Bakoğlu vd., 1999). Bununla birlikte, mera otlarının A, E ve B vitaminleri gibi önemli vitaminler ve mineral maddeler açısından zengin olduğu uzun süredir bilinmektedir (McDowell, 1989; Özen vd., 1993). Meralarda otlayan ve serbest dolaşan hayvanlar hem daha sağlıklı hem de daha huzurlu olmaktadır (Altın vd., 2011). Ayrıca, meralardaki bitki türlerinin çeşitliliği, hayvansal ürünlerin kalitesini ve lezzetini artırmaktadır. Örneğin, Kurban ve Mehmetoğlu (2006), meralarda otlayan hayvanların ürettiği süt ve ette, insan sağlığı için önemli bir bileşen olan konjuge linoleik asit miktarının daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Bu sebeplerle, mera alanlarında verim ve kaliteyi artırmak adına otlamanın doğru tekniklerle yapılması ve mera ıslah çalışmalarının titizlikle gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Özkurt ve Çınar, 2020).

### **Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. Yılında Yem Bitkileri Üretimi**

Ülkemizde 2023 yılı yem bitkileri ekim alanları ve üretim miktarlarına ilişkin Çizelge 5 ve Çizelge 6'daki veriler, yem bitkileri üretiminin bölgesel dağılımını ve verimlilik durumunu detaylı bir şekilde ortaya koymaktadır.

Ülke genelinde yem bitkileri ekim alanlarını ve bu alanlardan elde edilen yeşil ot ve kuru ot üretim miktarları Çizelge 5'te izlenmektedir. Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında ülke genelinde toplam 27.205.456 da alanda yem bitkileri ekilmiştir. Bu alanlardan toplam 67.760.453 ton yeşil ot ve 16.940.113 ton kuru ot elde edilmiştir.



**Çizelge 5.** Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında yem bitkileri ekim alanları ve üretim miktarları (TÜİK, 2023)

Bölgeler	Ekilen Alan (da)	Yeşil Ot Üretimi (ton)	Kuru Ot Üretimi (ton)
Akdeniz	1.267.382	3.501.996	875.499
Doğu Anadolu	11.270.599	14.468.479	3.617.120
Ege	4.301.214	16.074.848	4.018.712
Güneydoğu Anadolu	481.562	1.593.750	398.438
İç Anadolu	3.442.529	13.041.601	3.260.400
Karadeniz	2.658.251	5.766.468	1.441.617
Marmara	3.783.919	13.313.311	3.328.328
<b>Türkiye</b>	<b>27.205.456</b>	<b>67.760.453</b>	<b>16.940.113</b>

Bölgesel açıdan incelendiğinde, Doğu Anadolu Bölgesi 11.270.599 da ile en geniş yem bitkisi ekim alanına sahiptir ve bu alanlardan 14.468.479 ton yeşil ot ile 3.617.120 ton kuru ot üretilmiştir. Ege Bölgesi ise, 4.301.214 da alandan elde edilen 16.074.848 ton yeşil ot ve 4.018.712 ton kuru ot ile üretim miktarları açısından ilk sırada yer almıştır. Marmara Bölgesi, 3.783.919 da alandan elde edilen 13.313.311 ton yeşil ot ve 3.328.328 ton kuru ot ile öne çıkmaktadır. İç Anadolu Bölgesi ise 3.442.529 da alandan 13.041.601 ton yeşil ot ve 3.260.400 ton kuru ot üretmiştir. Diğer bölgelerde ise yem bitkileri ekim alanları daha sınırlıdır; örneğin Akdeniz Bölgesi'nde toplam 1.267.382 da alandan 3.501.996 ton yeşil ot ve 875.499 ton kuru ot üretilmiştir. Karadeniz Bölgesi'nde ise 2.658.251 da alan ekilmiş ve bu alanlardan 5.766.468 ton yeşil ot ile 1.441.617 ton kuru ot üretilmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise yem bitkileri ekim alanı oldukça sınırlı (481.562 da) olup, üretim miktarları diğer bölgelere kıyasla düşük kalmıştır.

Hayvancılığın gelişmiş olduğu ülkelerde yem bitkilerinin ekim oranı toplam tarla arazisinin Almanya'da %36'sını, Hollanda'da %31'ini, İtalya'da %30'unu, Fransa ve İngiltere'de ise %25'ini kapsamaktadır (Açıkgöz vd., 2005). Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında ise bu oran, toplam ekilebilir arazi varlığı içinde yaklaşık %11 düzeyinde kalmaktadır.

Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında yem bitkileri üretiminin verimlilik değerleri ile ekilen alanların ve kuru ot üretim oranlarının bölgesel dağılımı Çizelge 6'da verilmiştir. Ülke genelinde yem bitkilerinden elde edilen ortalama yeşil ot verimi 2.49 ton/da, kuru ot verimi ise 0.62 ton/da olarak belirlenmiştir. İç Anadolu Bölgesi, 3.79 ton/da ile en yüksek yeşil ot verimine sahiptir ve bunu 3.74 ton/da ile Ege Bölgesi izlemektedir. Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde de yeşil ot verimi sırasıyla 3.52 ton/da ve 3.31 ton/da ile yüksek düzeydedir. Buna karşılık Doğu Anadolu Bölgesi, 1.28 ton/da ile en düşük yeşil ot verimine sahip bölge olarak dikkat çekmektedir. Kuru ot verim-

liliği açısından bakıldığında, İç Anadolu ve Ege bölgeleri sırasıyla 0.95 ton/da ve 0.93 ton/da ile yüksek üretim oranlarına sahiptir. Doğu Anadolu Bölgesi ise geniş ekim alanlarına rağmen düşük kuru ot verimi (0.32 ton/da) değerlerine sahiptir.

**Çizelge 6.** Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında yem bitkileri verim miktarları ve ekim oranları (TÜİK, 2023)

Bölgeler	Yeşil Ot Verimi (ton/da)	Kuru Ot Verimi (ton/da)	Ekilen Alan Oranı (%)	Kuru Ot Üretimi Oranı (%)
Akdeniz	2.76	0.69	4.66	5.17
Doğu Anadolu	1.28	0.32	41.43	21.35
Ege	3.74	0.93	15.81	23.72
Güneydoğu Anadolu	3.31	0.83	1.77	2.35
İç Anadolu	3.79	0.95	12.65	19.25
Karadeniz	2.17	0.54	9.77	8.51
Marmara	3.52	0.88	13.91	19.65
<b>Türkiye</b>	<b>2.49</b>	<b>0.62</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Yem bitkileri ekim alanlarının ülke geneli içindeki oranı açısından Doğu Anadolu Bölgesi %41.43 ile en yüksek paya sahipken, Ege %15.81 ve İç Anadolu %12.65 oranlarıyla diğer öne çıkan bölgelerdir (Çizelge 6). Kuru ot üretim oranları bakımından ise Ege Bölgesi, toplam üretimin %23,72'sini karşılarken, Doğu Anadolu Bölgesi (%21.35), Marmara Bölgesi (%19.65) ve İç Anadolu Bölgesi (%19.25) diğer önemli üretim bölgeleri olmuştur. Bu veriler, Doğu Anadolu Bölgesi'nin geniş ekim alanlarına rağmen verimlilikte düşük seviyelerde kaldığını, buna karşın Ege, Marmara ve İç Anadolu bölgelerinin hem verimlilik hem de üretime katkısı açısından daha dengeli bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Yem bitkilerinin verimliliğini artırmak ve üretimde bölgesel dengesizlikleri azaltmak için özellikle düşük verimli bölgelerde iyileştirme çalışmalarına ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında yem bitkileri ekim alanları ve üretim miktarlarına dair detaylı veriler Çizelge 7'de sunulmaktadır. Ülke genelinde toplam 27.205.456 da alanda yem bitkileri ekimi yapılmış ve bu alanlardan toplam 67.760.453 ton yem bitkisi üretilmiştir. Çizelge 7, yem bitkilerinin türlerine göre ekim alanlarını ve bu alanlardan elde edilen üretim miktarlarını bölgesel açıdan göstermektedir.

Yonca, ülke genelinde en fazla ekilen yem bitkisi olarak öne çıkmaktadır. Yonca ekimi toplam 6.004.043 da alanda gerçekleştirilmiş ve bu alandan 18.296.282 ton üretim elde edilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi, 2.787.470 da ekim alanı ve 5.598.895 ton üretimle yonca ekim alanlarında lider konumun-

dadır. İç Anadolu Bölgesi de sırasıyla 1.317.422 da ekim alanı ve 5.875.211 ton üretimle üretim miktarı açısından ilk sıradadır.

Çayır otu, toplam 5.937.834 da alanda ekilmiş ve bu alandan 5.345.862 ton üretim gerçekleştirilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi, 5.512.079 da ekim alanı ve 5.071.021 ton üretimle bu bitkinin üretiminde başı çekmektedir. Silajlık mısır ise toplam 5.248.069 da alanda ekilerek 28.653.531 ton üretim miktarına ulaşmıştır. En yüksek silajlık mısır üretimi, 1.502.246 da ekim alanı ve 8.548.669 ton ile Ege Bölgesi'nden elde edilmiştir. Marmara ve İç Anadolu bölgeleri de sırasıyla 6.972.962 ve 5.807.553 ton üretimle bu bitkide öne çıkan diğer bölgelerdir.

Fiğ türleri, 3.494.613 da alanda ekilmiş ve 4.517.050 ton üretim gerçekleştirilmiştir. Marmara Bölgesi, 910.150 da ekim alanı ve 1.787.013 ton üretimle bu bitkide üretim miktarı açısından liderdir. Korunga ise ülke genelinde 1.461.287 da alanda ekilerek 1.579.972 ton üretim yapılmıştır. Doğu Anadolu Bölgesi, 1.008.150 da ekim alanı ve 1.168.817 ton üretimle bu bitkinin en yüksek üretim yapıldığı bölge olmuştur.

Tritikale, 650.475 da alanda ekilerek 1.256.559 ton üretim yapılmıştır. İtalyan çimi ekimi toplam 536.256 da alanda gerçekleştirilmiş ve bu alandan 2.154.518 ton üretim elde edilmiştir. Marmara Bölgesi, 300.955 da ekim alanı ve 1.284.148 ton üretimle İtalyan çimi ekim alanlarında lider konumundadır. Ege Bölgesi'de 202.407 da ekim alanı ve 757.760 ton üretimle ikinci sıradadır. Yem bezelyesi ise ülke genelinde 238.399 da alanda ekilerek 457.281 ton üretim yapılmıştır. Marmara Bölgesi, 95.836 da ekim alanı ve 217.781 ton üretimle bu bitkinin en yüksek üretiminin yapıldığı bölge olmuştur. Arpa ve buğday bitkileri de toplam üretim miktarlarına katkı sağlamaktadır. Arpa, 283.874 da alanda ekilmiş ve toplam 537.942 ton üretim gerçekleştirilmiştir. Buğday (yeşil ot), 151.143 da alanda ekilmiş ve 337.190 ton üretim elde edilmiştir. Çavdar ise, 121.170 da alanda ekilmiş ve 183.491 ton üretim sağlanmıştır.

**Çizelge 7.** Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında yem bitkileri ekim alanları (da) ve üretim miktarları (ton) (TÜİK, 2023)

Bölgeler	Ekim Alanı	Üretim Miktarı	Ekim Alanı	Üretim Miktarı	Ekim Alanı	Üretim Miktarı
	Yonca		Çayır Otu		Silajlık Mısır	
Akdeniz	218.844	635.654	434	536	436.044	2.173.177
D. Anadolu	2.787.440	5.598.895	5.512.079	5.071.021	214.245	1.153.417
Ege	559.178	2.788.130	16.373	11.934	1.502.246	8.548.669
GD.Anadolu	98.383	146.385	400	1.000	270.242	1.307.903
İç Anadolu	1.317.422	5.875.211	38.382	28.176	936.765	5.807.553
Karadeniz	520.604	1.335.808	251.068	133.164	571.907	2.689.850
Marmara	502.172	1.916.199	119.098	100.031	1.317.160	6.972.962

<b>Türkiye</b>	<b>6.004.043</b>	<b>18.296.282</b>	<b>5.937.834</b>	<b>5.345.862</b>	<b>5.248.609</b>	<b>28.653.531</b>
	<b>Yulaf</b>		<b>Fiğ Türleri</b>		<b>Korunga</b>	
Akdeniz	131.199	126.999	253.432	293.520	39.645	41.919
D. Anadolu	1.138.079	926.683	504.049	438.944	1.008.150	1.168.817
Ege	501.932	899.241	655.345	983.121	37.756	53.588
GD.Anadolu	108	270	83.773	96.676	7.845	7.845
İç Anadolu	264.548	163.714	570.490	839.292	222.563	152.286
Karadeniz	548.597	613.130	538.876	695.616	131.820	138.062
Marmara	910.150	1.787.013	230.320	370.697	13.508	17.455
<b>Türkiye</b>	<b>3.494.613</b>	<b>4.517.050</b>	<b>2.836.285</b>	<b>3.717.866</b>	<b>1.461.287</b>	<b>1.579.972</b>
	<b>Triticale</b>		<b>İtalyan Çimi</b>		<b>Arpa</b>	
Akdeniz	61.928	54.863	12.008	43.875	54.752	50.886
D. Anadolu	61.583	64.026	532	1.597	1.871	4.113
Ege	387.561	913.405	202.407	757.760	187.585	410.510
GD.Anadolu	2.550	3.705	3.269	16.094	200	420
İç Anadolu	32.896	35.858	4.827	21.813	3.103	3.571
Karadeniz	8.378	7.441	12.258	29.231	8.340	12.389
Marmara	95.579	177.261	300.955	1.284.148	28.023	56.053
<b>Türkiye</b>	<b>650.475</b>	<b>1.256.559</b>	<b>536.256</b>	<b>2.154.518</b>	<b>283.874</b>	<b>537.942</b>
	<b>Yem Bezelyesi</b>		<b>Buğday (Yeşil Ot)</b>		<b>Çavdar</b>	
Akdeniz	4.438	5.744	2.115	1.629	26.669	20.395
D. Anadolu	11.460	17.335	1.232	2.659	1.316	999
Ege	49.865	98.345	73.872	179.170	33.508	49.757
GD.Anadolu	6.160	4.332			462	1.386
İç Anadolu	25.111	41.998	340	456	15.305	29.094
Karadeniz	45.529	71.746	17	12	220	312
Marmara	95.836	217.781	73.567	153.264	43.690	81.548
<b>Türkiye</b>	<b>238.399</b>	<b>457.281</b>	<b>151.143</b>	<b>337.190</b>	<b>121.170</b>	<b>183.491</b>

Ülke genelinde yem şalgamı, mürdümük, sorgum, hayvan pancarı, suda-notu, üçgül ve diğer yem bitkileri daha küçük alanlarda ekilmiştir. Ancak, ülke genelinde bu bitkilerin yetiştiriciliğinin yapılması çeşitlilik sağlamaktadır. Yem şalgamı 53.143 da alanda ekilerek 317.759 ton üretim yapılmıştır. Hayvan pancarı 9.946 da alanda ekilmiş ve 49.823 ton üretim gerçekleştirilmiştir. Üçgül ise sadece 57 da alanda ekilerek 88 ton üretim elde edilmiştir.

**Çizelge 7.** Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında yem bitkileri ekim alanları (da) ve üretim miktarları (ton) (TÜİK, 2023)

<b>Bölgeler</b>	<b>Ekim Alanı</b>	<b>Üretim Miktarı</b>	<b>Ekim Alanı</b>	<b>Üretim Miktarı</b>	<b>Ekim Alanı</b>	<b>Üretim Miktarı</b>
	<b>Yem Şalgamı</b>		<b>Mürdümük</b>		<b>Sorgum</b>	
Akdeniz	522	3.069	1.885	1.402	5.013	24.169
D. Anadolu	12	30	25.831	15.876	445	1.528

Ege	35.304	230.977	16.708	23.175	9.207	38.368
GD.Anadolu	-	-	1.360	1.064	300	90
İç Anadolu	2.180	15.048	1.750	615	3.890	21.427
Karadeniz	886	3.051	-	-	2.868	12.987
Marmara	14.239	65.584	386	235	15.924	61.261
<b>Türkiye</b>	<b>53.143</b>	<b>317.759</b>	<b>47.920</b>	<b>42.367</b>	<b>37.647</b>	<b>159.830</b>
	<b>Hasıl Mısır</b>		<b>Burçak</b>		<b>Hayvan Pancarı</b>	
Akdeniz	5.046	14.932	705	284	815	4.011
D. Anadolu	-	-	947	647	-	-
Ege	18.366	44.344	5.995	5.684	4.709	26.876
GD.Anadolu	-	-	6.510	6.580	-	-
İç Anadolu	-	-	2.340	1.873	489	3.049
Karadeniz	3.643	5.049	60	48	2.152	5.997
Marmara	10.508	25.844	1.198	1.968	1.781	9.890
<b>Türkiye</b>	<b>37.563</b>	<b>90.169</b>	<b>17.755</b>	<b>17.084</b>	<b>9.946</b>	<b>49.823</b>
	<b>Bakla (Kuru)</b>		<b>Sudanotu</b>		<b>Üçgül</b>	
Akdeniz	2	0	504	1.882	-	-
D. Anadolu	-	-	302	1.052	-	-
Ege	1.160	530	1.656	9.578	5	6
GD.Anadolu	-	-	-	-	-	-
İç Anadolu	-	-	25	103	-	-
Karadeniz	-	-	168	283	-	-
Marmara	6.036	1.660	767	1.334	52	82
<b>Türkiye</b>	<b>7.198</b>	<b>2.190</b>	<b>3.422</b>	<b>14.232</b>	<b>57</b>	<b>88</b>
	<b>Diğer</b>		<b>TOPLAM</b>		<b>ORAN</b>	
Akdeniz	11.382	3.050	1.267.382	3.501.996	4.66	5.17
D. Anadolu	1.026	840	11.270.599	14.468.479	41.43	21.35
Ege	476	1.680	4.301.214	16.074.848	15.81	23.72
GD.Anadolu	-	-	481.562	1.593.750	1.77	2.35
İç Anadolu	103	464	3.442.529	13.041.601	12.65	19.25
Karadeniz	10.860	12.292	2.658.251	5.766.468	9.77	8.51
Marmara	2.970	11.041	3.783.919	13.313.311	13.91	19.65
<b>Türkiye</b>	<b>26.817</b>	<b>29.367</b>	<b>27.205.456</b>	<b>67.760.453</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Ülke genelinde yem bitkileri çeşitliliği ve üretim miktarları, bölgesel farklılıklar göstermekle birlikte önemli bir üretim potansiyeline sahiptir. Doğu Anadolu ve İç Anadolu gibi bölgeler geniş ekim alanlarına sahipken, Marmara ve Ege bölgeleri verimlilik ve üretim çeşitliliği açısından öne çıkmaktadır. Bu veriler, yem bitkileri üretiminde bölgesel potansiyellerin değerlendirilmesi gerektiğini ve düşük üretim gösteren bölgelerde iyileştirme çalışmalarına ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

### Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. Yılında Hayvan Varlığı

Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında hayvan varlığı ve hayvan birimi (HB) değerleri Çizelge 8'de verilmiştir.

**Çizelge 8.** Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında hayvan varlığı ve HB değeri (TÜİK, 2023)

Bölgeler	Hayvan Sayısı	HB Değeri	Hayvan Sayısı	HB Değeri
	Büyükbaş		Küçükbaş	
Akdeniz	1.292.959	1.129.861	6.272.624	571.753
Doğu Anadolu	3.166.596	2.480.100	12.717.866	1.237.605
Ege	2.737.093	2.541.277	5.021.387	481.727
Güneydoğu Anadolu	1.465.968	1.116.484	9.911.191	940.270
İç Anadolu	3.600.452	3.216.061	10.312.419	1.009.959
Karadeniz	2.158.430	1.792.440	2.490.111	241.823
Marmara	2.161.507	1.940.975	5.637.812	547.146
<b>Türkiye</b>	<b>16.583.005</b>	<b>14.217.198</b>	<b>52.363.410</b>	<b>5.030.282</b>
%	<b>24.00</b>	<b>73.63</b>	<b>75.77</b>	<b>26.05</b>
	Tek Tırnaklılar		Toplam	
Akdeniz	8.426	3.459	7.574.009	1.705.073
Doğu Anadolu	42.543	17.039	15.927.005	3.734.743
Ege	20.191	7.966	7.778.671	3.030.970
Güneydoğu Anadolu	27.594	10.970	11.404.753	2.067.724
İç Anadolu	23.310	8.189	13.936.181	4.234.209
Karadeniz	16.175	6.074	4.664.716	2.040.337
Marmara	19.209	8.456	7.818.528	2.496.576
<b>Türkiye</b>	<b>157.448</b>	<b>62.152</b>	<b>69.103.863</b>	<b>19.309.632</b>
%	<b>0.23</b>	<b>0.32</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

4342 sayılı Mera Kanunu'nda yer alan otlatma hakkı ve otlatma kapasitesinin hesaplanmasında hayvan miktarı dikkate alınmakta ve hesaplamalarda ise hayvan birimi (HB) kullanılmaktadır. Hayvan birimi çevirme katsayıları, farklı hayvan türlerinin standart bir birim üzerinden karşılaştırılabilir hale getirilmesi için kullanılmaktadır. Hayvan birimi; hayvan sayısının, bir büyükbaş hayvan birimi olan 500 kg canlı ağırlığına çevrilme şeklini ifade etmektedir (Gökkuş vd., 1995). Büyükbaş hayvanlar arasında kültür ırkı sığır için HB değeri 1.00 olarak alınmıştır. Melez ırk sığırın HB değeri 0.75, yerli ırk sığırın HB değeri ise 0.50 olarak belirlenmiştir. Manda, 0.90 HB değeri ile büyükbaş hayvanlar arasında yer almaktadır. Küçükbaş hayvanlardan koyunun HB değeri 0.10, keçinin HB değeri ise 0.08 olarak hesaplanmıştır. Tek tırnaklı hayvanlar arasında atın HB değeri 0.50, katırın 0.40 ve eşeğin HB değeri 0.30 olarak belirlenmiştir (Çizelge 9). Bu katsayılar, hayvanların yem tüketimi, otlatma

yoğunluğu ve ekonomik değerlendirmeler gibi farklı parametreler üzerinden analiz edilmesinde kolaylıklar sağlamaktadır.

**Çizelge 9.** Hayvan birimi (HB) çevirme katsayıları

Büyükbaş	HB Değeri	Küçükbaş	HB Değeri	Tek Tırnaklılar	HB Değeri
Kültür Irk Sığır	1.00	Koyun	0.10	At	0.50
Melez Irk Sığır	0.75	Keçi	0.08	Katır	0.40
Yerli Irk Sığır	0.50			Eşek	0.30
Manda	0.90				

Türkiye İstatistik Kurumu 2023 yılı verilerine göre, ülke genelinde 16.583.005 adet büyükbaş (%24.00), 52.363.410 adet küçükbaş (%75.77) ve 157.448 adet tek tırnaklılar (%0.23) olmak üzere toplam 69.103.863 adet hayvan varlığı olduğu görülmektedir. Büyükbaş, küçükbaş ve tek tırnaklı hayvan varlığı ile uluslararası hayvan birimi çevirme katsayılarına göre hesaplanan hayvan birimi değerlerine göre, ülke genelinde toplam hayvan varlığı 19.309.632 HB olarak hesaplanmıştır. Bunun %73.63'ünü 14.217.198 HB'ye eşdeğer büyükbaş hayvanlar, %26.05'ini 5.030.282 HB'ye eşdeğer küçükbaş hayvanlar ve %0.32'sini 62.152 HB'ye eşdeğer tek tırnaklı hayvanlar oluşturmaktadır (Çizelge 8).

Büyükbaş hayvan varlığında İç Anadolu Bölgesi, 3.600.452 hayvan sayısı ve 3.216.061 HB değeri ile lider konumdadır. Doğu Anadolu Bölgesi ise 3.166.596 hayvan sayısı ve 2.480.100 HB değeri ile ikinci sırada yer almıştır. Ege Bölgesi, 2.737.093 hayvan ve 2.541.277 HB değeri ile dikkat çekmektedir. Diğer bölgeler arasında Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu, büyükbaş hayvan varlıklarında nispeten daha düşük değerlere sahiptir.

Küçükbaş hayvan varlığı açısından ülke genelinde toplam 52.363.410 hayvan bulunmaktadır ve bu hayvanların toplam HB değeri 5.030.282 olarak kaydedilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi, 12.717.866 küçükbaş hayvan sayısı ve 1.237.605 HB değeri ile bu kategoride lider konumdadır. İç Anadolu Bölgesi 10.312.419 hayvan ve 1.009.959 HB değeri ile ikinci sırada yer alırken, 9.911.191 hayvan ve 940.270 HB değeri üçüncü sıradadır. Karadeniz Bölgesi küçükbaş hayvan varlığı açısından en düşük değerlere sahiptir.

Tek tırnaklı hayvan sayısı ülke genelinde toplam 157.448 olup, bu gruptan elde edilen HB değeri 62.152'dir. Doğu Anadolu Bölgesi, 42.543 hayvan sayısı ve 17.039 HB değeri ile bu kategoride en yüksek değerlere sahiptir. Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Ege bölgeleri de bu grupta öne çıkan diğer bölgelerdir.

Genel olarak ülke genelinde Doğu Anadolu ve İç Anadolu bölgeleri hem büyükbaş hem de küçükbaş hayvan varlıklarında ön plana çıkarken, Güneydoğu Anadolu Bölgesi de dikkate değer hayvan varlığı ve HB değerine sahiptir.

Bu veriler, Türkiye'nin hayvancılık potansiyelini bölgesel farklılıklarla birlikte ortaya koymaktadır. Hayvan varlığının bölgesel dağılımı hem üretim kapasitesini hem de bölgesel hayvancılık politikalarına önem verilmesi gerektiğini göstermektedir.

### **Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. Yılında Yem Üretimi ve Kaliteli Yem İhtiyacı**

Hayvanların kaliteli kaba yem ihtiyacı temel olarak iki ana kaynaktan sağlanmaktadır. Bu kaynaklar; çayır, mera ve yaylalardan biçilen veya otlanan otlar ile tarım alanlarında üretilen yem bitkilerinden elde edilen kaba yemlerdir (Gençkan, 1992). Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde, günlük olarak canlı ağırlıklarının %10'una eşdeğer yeşil ot veya %2.5'i kadar kuru ot verilmesi önerilmektedir (Altın vd., 2009). Bu doğrultuda, 500 kg canlı ağırlığındaki bir hayvanın (1.00 HB) yaşama payı besin ihtiyacını karşılamak için günlük yaklaşık 12.5 kg kaliteli kuru ot tüketmesi gerekmektedir (Gökkuş vd., 1995). Türkiye genelinde, toplam 19.309.632 HB'ye eşdeğer hayvan varlığının yıllık yaşama payı ihtiyacını karşılayabilmek için 86.893.344 ton kaliteli kaba yem gereksinimi bulunmaktadır (Çizelge 10).

Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında hayvan varlığına dayalı kaba yem ihtiyacı ve üretilen yem miktarına ilişkin veriler Çizelge 10 ve Çizelge 11'de verilmiştir. Ülke genelinde, toplam 19.309.632 HB'ye eşdeğer hayvan varlığının yıllık yaşama payı ihtiyacını karşılayabilmek için 86.893.344 ton kaliteli kaba yem gereksinimi bulunmaktadır. Ancak, ülke genelinde tarım alanlarında yetiştirilen yem bitkilerinden üretilen toplam kuru ot miktarının 16.940.113 ton ve mera alanlarından 9.190.888 ton olmak üzere toplamda 26.131.001 ton düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). Bu durum, 60.762.342 tonluk bir kaliteli kaba yem açığının olduğunu göstermektedir. Bu verilere göre, toplam kaba yem ihtiyacının yalnızca yaklaşık %30'u karşılanabilmektedir (Çizelge 11).

Bölgesel olarak incelendiğinde, İç Anadolu Bölgesi 4.234.209 HB hayvan varlığı ile en yüksek kaba yem ihtiyacına (19.053.941 ton) sahiptir. Bölgede üretilen toplam kaba yem miktarı 5.160.066 ton olup, bu miktarın 1.899.666 tonu meralardan sağlanmıştır. Doğu Anadolu Bölgesi, 3.734.743 HB hayvan varlığı ve 16.806.344 ton kaba yem ihtiyacı ile ikinci sırada yer almaktadır. Bölgede üretilen kaba yem miktarı 8.644.330 ton olup, bunun 5.027.210 tonu meralardan elde edilmiştir. Ege Bölgesi'nde kaba yem ihtiyacı 13.639.365 ton olarak hesaplanmıştır ve bölgede toplam 4.282.812 ton kaba yem üretilmiştir. Marmara Bölgesi'nde ise kaba yem ihtiyacı 11.234.592 ton iken, üretilen miktar 3.503.671 ton olarak kaydedilmiştir. Karadeniz Bölgesi 9.181.517 ton kaba yem ihtiyacına karşılık 2.572.535 ton üretim gerçekleştirmiştir. Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde kaba yem ihtiyacına karşılık üretilen miktarların daha düşük olduğu gözlenmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde ihtiyaç



7.672.829 ton, üretim ise 1.165.020 ton; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ihtiyaç 9.304.758 ton, üretim ise 802.569 ton olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 10.** Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında kaba yem ihtiyacı ve üretilen yem miktarı

Bölgeler	Hayvan Varlığı (HB)	Kaba Yem İhtiyacı (Kuru Ot) (ton) *	Üretilen Kuru Ot Miktarı (ton)	Meralarda Üretilen Kuru Ot Miktarı (ton)	Toplam Üretilen Kuru Ot Miktarı (ton)
Akdeniz	1.705.073	7.672.829	875.499	289.521	1.165.020
Doğu Anadolu	3.734.743	16.806.344	3.617.120	5.027.210	8.644.330
Ege	3.030.970	13.639.365	4.018.712	264.100	4.282.812
GD. Anadolu	2.067.724	9.304.758	398.438	404.131	802.569
İç Anadolu	4.234.209	19.053.941	3.260.400	1.899.666	5.160.066
Karadeniz	2.040.337	9.181.517	1.441.617	1.130.918	2.572.535
Marmara	2.496.576	11.234.592	3.328.328	175.343	3.503.671
<b>Türkiye</b>	<b>19.309.632</b>	<b>86.893.344</b>	<b>16.940.113</b>	<b>9.190.888</b>	<b>26.131.001</b>

\*500 kg canlı ağırlığındaki (1.00 HB) bir hayvanın günlük ihtiyacı 12.5 kg kuru ot olarak hesaplanmıştır.

Bölgesel düzeyde en yüksek kaba yem ihtiyacı karşılama oranı Doğu Anadolu Bölgesi'nde (%51.43) kaydedilmiştir. Ancak bu bölgede dahi kaba yem ihtiyacının yarısından fazlası karşılanamamaktadır ve toplam kaliteli kaba yem açığı 8.162.013 ton olarak hesaplanmıştır. Ege ve Marmara bölgelerinde kaba yem karşılama oranları sırasıyla %31.40 ve %31.19 olup, kaliteli kaba yem açıkları sırasıyla 9.356.553 ton ve 7.730.921 ton olarak belirlenmiştir. İç Anadolu Bölgesi'nde kaba yem ihtiyacının yalnızca %27.08'i karşılanmakta olup, bölgedeki toplam kaliteli kaba yem açığı 13.893.875 ton ile en yüksek değere sahip bölge olarak ön plana çıkmaktadır.

**Çizelge 11.** Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında kaliteli kaba yem açığı

Bölgeler	Kaba Yem İhtiyacı Karşılama Oranı (%)	Kaliteli Kaba Yem Açığı (ton)
Akdeniz	15.18	6.507.809
Doğu Anadolu	51.43	8.162.013
Ege	31.40	9.356.553
Güneydoğu Anadolu	8.63	8.502.189
İç Anadolu	27.08	13.893.875
Karadeniz	28.02	6.608.982
Marmara	31.19	7.730.921
<b>Türkiye</b>	<b>30.07</b>	<b>60.762.342</b>

Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde kaba yem ihtiyacının karşılanma oranları sırasıyla %28.02 ve %15.18 olarak hesaplanmıştır. Akdeniz Bölgesi, en düşük kaliteli kaba yem açığına sahip bölge olup, yem açığı 6.507.809 ton olarak belirlenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise karşılanma oranı %8.63 ile oldukça düşük düzeydedir ve bu bölgede toplam kaliteli kaba yem açığı 8.502.189 ton ile ülke genelinde üst sıralardadır.

### **Sonuç**

Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılında tarım ve hayvancılık sektörüne ilişkin değerlendirmeler, mera alanları, yem bitkileri üretimi ve hayvan varlığı arasındaki dengenin sürdürülebilirliği sağlamak için iyileştirilme çalışmalarının gerektiğini ortaya koymaktadır. Ülke genelinde 19.309.632 HB hayvan için yıllık 86.893.344 ton kaba yem ihtiyacı hesaplanmış, ancak sadece 26.131.001 ton kuru ot üretildiği belirlenmiştir. Bu durum, ihtiyaç duyulan miktarın yalnızca %30'unun karşılanabildiğini ve 60.762.342 ton kaliteli kaba yem açığı bulunduğunu göstermektedir.

Ülke genelinde tespit-tahdit çalışmaları tamamlanmış mera alanlarının toplamı 13.147.701 ha olarak belirlenmiş ve bu alanlardan yıllık 9.190.888 ton kuru ot üretilmiştir. Ancak tahsis edilen mera alanlarının toplam tahdit edilen alanların %67'sini oluşturması, bu kaynakların etkin kullanımında sorunlar olduğunu göstermektedir. Yem bitkileri üretiminde ise 27.205.456 da alanda yapılan ekimlerden elde edilen 67.760.453 ton yeşil ot ve 16.940.113 ton kuru ot, ihtiyacı karşılamakta yetersiz kalmaktadır.

Bölgesel olarak, İç Anadolu Bölgesi 4.234.209 HB hayvan varlığı ile en yüksek kaba yem ihtiyacına sahiptir ancak üretim ihtiyacın %27.08'ini karşılayabilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi %51.43 ile kaba yem ihtiyacını karşılamada en yüksek orana sahip olmasına rağmen, kaliteli kaba yem açığı hâlâ 8.162.013 ton düzeyindedir. Marmara, Ege ve Karadeniz gibi diğer bölgelerde de üretim yetersizlikleri dikkat çekmektedir. Özellikle Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde kaba yem karşılanma oranları sırasıyla %8.63 ve %15.18 gibi çok düşük seviyelerdedir.

Sonuç olarak, Türkiye Cumhuriyeti'nin yeni yüzyılında tarım ve hayvancılık sektörünün sürdürülebilirliği, mera alanlarının etkin kullanımı, yem bitkileri üretiminin artırılması ve kaliteli kaba yem açığının kapatılmasına yönelik politikaların uygulanmasına bağlıdır. Bölgesel farklılıklar dikkate alınarak, her bölgenin potansiyeline uygun tarım ve hayvancılık stratejilerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca, yem üretimindeki yetersizliğin giderilmesi için modern tarım tekniklerinin yaygınlaştırılması, yerel yem kaynaklarının değerlendirilmesi ve hayvan besleme politikalarının iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, tarım ve hayvancılık sektöründe sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesi, ülkenin tarımsal üretim kapasitesinin artırılmasına ve gıda güvenliğinin sağlanmasına katkı sağlayacaktır.

## Kaynakça

- Açıkgöz, E. (2001). Yem bitkileri (3. baskı) Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa.
- Açıkgöz, E., Hatipoğlu, R., Altınok, S., Sancak, C., Tan, A., Uraz, D. (2005). Yem bitkileri üretimi ve sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Tarım Kongresi, 3-7 Ocak, 503-518, Ankara.
- Alçıçek, A., Kılıç, A., Ayhan, V., Özdoğan, M. (2010). Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak, Bildiriler Kitabı.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. (2011). Çayır mera yönetimi, I. cilt (genel ilkeler). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Altın, M., Orak, A., Tuna, C. (2009). Yembitkilerinin sürdürülebilir tarım açısından önemi. Editörler: R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu ve Y. Karadağ, Yembitkileri, Cilt 1 Genel Bölüm. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir.
- Bakoğlu, A., Koç, A., Gökkuş, A. (1999). Erzurum yöresi çayır ve meralarındaki yaygın bitki türlerinin ömür uzunluğu, çiçeklenmeye başlama tarihi ve ot kalitesi ile ilgili bazı özellikler. Türk Tarım ve Orman Dergisi, 23 (Ek sayı:4): 951-957.
- Baum, J.I., Kim, I.Y., Wolfe, R.R. (2016). Protein consumption and the elderly: what is the optimal level of intake?. *Nutrients*, 8(6): 359.
- Gençkan, M.S. (1992). Yem bitkileri tarımı (2. baskı). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 467, İzmir.
- Gökkuş, A., Koç, A., Çomaklı, B. (1995). Çayır-mer’a uygulama kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları No: 142, Erzurum.
- Gürlük, S., Turan, Ö. (2008). Dünya gıda krizi: nedenleri ve etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1): 245-256.
- Harmanşah, F. (2018). Türkiye’de kaliteli kaba yem üretimi, sorunlar ve öneriler. *TÜRKTOB Dergisi*, 25: 9-13.
- Karagöz, H. (2009). Türkiye ve Konya’da hayvancılık sektörü, sektörün sorunları ve çözüm önerileri. Konya Ticaret Odası, Konya.
- Kocaman, İ., Günel, R. (2007). Tekirdağ ili Merkez ilçeye bağlı köylerde bulunan koyun ağıllarının yapısal özelliklerinin belirlenmesi ve geliştirme olanaklarının araştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(3): 339-346.
- Koç, A., Gökkuş, A. (1996). Annual variation of above ground biomass, vegetation height and crude protein yield on the natural rangelands of Erzurum. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20(4): 305-308.
- Kurban, S., Mehmetoğlu İ. (2006). Konjuge linoleik asit metabolizması ve fizyolojik etkileri. *Türk Klinik Biyokimya Dergisi*, 4(2): 89-100.

- Kuşvuran, A., Nazlı, R.İ., Tansı, V. (2011). Türkiye’de ve Batı Karadeniz Bölgesi’nde çayır-mera alanları, hayvan varlığı ve yem bitkileri tarımının bugünkü durumu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2011(2): 21-32.
- McDowell, L.R. (1989). Vitamins in animal nutrition: comparative aspects to human nutrition. Academic Press, 486p.
- Mutlu, S. (1998). Türkiye’de mer’alar, hayvanlar ve insanlar. ODTÜ Gelişme Dergisi, 25(3): 447-490.
- OECD. (2019) Türkiye İstatistik Kurumu, Sanayi Üretim Endeksi (Haziran 2019).
- Özek, K. (2020). Balıkesir ili karma yem üretimi ve karma yem fabrikalarının mevcut durumları. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(2): 1438-1448.
- Özen, N., Çakır, A., Haşimoğlu, S., Aksoy, A. (1993). Yemler bilgisi ve yem teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayın No: 50, 252s, Erzurum.
- Özkan, U., Şahin Demirbağ, N. (2016). Türkiye’de kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 9(1): 23-27.
- Özkurt, M., Çınar, S. (2020). Türkiye, Doğu Anadolu Bölgesi ve Muş ilinde çayır mera yem bitkileri ve hayvancılığın bugünkü durumu. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8(10): 2191-2201.
- Pala, B.N. (2019). Protein efsanesinin gerçek yüzü. Yeditepe Üniversitesi Hastanesi.
- Sağlamtimur, T., Tansı, V., Baytekin, H. (1998). Yem bitkileri yetiştirme (3. baskı). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: C-74. 238s., Adana.
- Serin, Y., Tan, M. (2001). Yem bitkileri kültürüne giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:206, Erzurum.
- Soya, H., Avcıoğlu, R., Geren, H. (2004). Yembitkileri (II. Baskı). Hasat Yayıncılık Ltd. Şti., 223s, İstanbul.
- Taraklı, D. (1976). Çiftçiyi topraklandırma kanunu ve uygulama sonuçları (Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ndeki uygulama ve örnekleme sonuçlarıyla). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024). Türkiye geneli mera ıslah ve amenajman projeleri çalışmaları, Türkiye geneli mera tespit, tahdit ve tahsis çalışmaları, mera alanlarının yıllar itibariyle değişimi. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- TÜİK. (2023). Bitkisel üretim ve hayvancılık istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Uzundumlu, A.S., Işık, H.B., Kırılı, M.H. (2011). İstanbul ili Küçükçekmece ilçesindeki en uygun et tipinin belirlenmesi. Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi, 21(2): 40-48.
- WHO. (2007). World Health Organization. Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition; Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Technical Report Series No 935. WHO. Geneva.
- Yazgan, O. (2000). Hayvan yetiştirme ilkeleri (basılmamış ders notları). Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Konya.

- Yazgan, O. (2001). Ruminant hayvanların beslenmesi (basılmamış ders notları). Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Zootekni Bölümü, Konya.
- Zhukovsky, P. (1951). Türkiye'nin zirai bünyesi (Anadolu). Celal Kıpçak, Haydar Nouruzhan, Sabir Türkistanlı (Çev.), Rusça ilk basım 1933, Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Neşriyatı No: 20, Ankara.



# BÖLÜM 13

## TÜRKİYE'DE SERA ALANI VE ÜRETİMİNİN 10 YILLIK DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

*Hasan ÖZ<sup>1</sup>*

---

1 Prof. Dr. Hasan ÖZ, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Isparta/Türkiye, hasanoz@isparta.edu.tr Orcid ID: 0000-0002-7135-1372

## 1. Giriş

Dünya nüfusu hızla artmaya devam ederken, gıda tedarikinin sağlanması kritik bir küresel sorun olmaya devam etmektedir. Avrupa ve Asya'yı birbirine bağlayan stratejik konumuyla Türkiye, artan talebi karşılamak için gıda üretimini artırma konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. Gıda üretimini artırmanın en önemli unsurlarından biri, çiftçilere yıl boyunca kontrollü bir ortamda ürün yetiştirme imkanı sağlayan yetiştiricilik şekli seracılık faaliyetleridir.

Seracılık, bitkilerin 12 ay boyunca yetiştirilmesine olanak sağlayan bir tarımsal üretim şeklidir. Örtü altı tarımı, alçak ve yüksek tüneller ile seralardaki üretimi kapsamaktadır (Öz, 2017). Seralarda yetiştiricilik iklim koşullarına bağlı kalmadan ve son yıllarda yüksek teknolojinin kullanımı ile gerekli iklim koşullarının sağlanmasıyla kontrolü üretimlerin gerçekleştirildiği üretim yapılarıdır. Seralar, bitki yetişmesine uygun şartların sağlanması amacı ile çevre şartları kontrol edilebilen veya düzenlenen cam, plastik, fiberglas gibi ışığı geçiren materyallerle kaplanarak üretimler gerçekleştirilmektedir (Solmaz ve Kapur, 2019).

Seracılık, açıkta yetiştiricilik üretimine kıyasla daha yüksek ürün verimi ve kalitesi sağlaması nedeniyle Türkiye'de giderek daha önemli bir üretim modeli haline gelmektedir. 1940'lı yıllara kadar uzanan uzun bir seracılık geçmişi vardır. Ancak, 1980'li yıllardan sonra seracılık ekili alanlar açısından önemli ölçüde artış göstermeye başlamıştır. Seracılık, yüksek ekonomik faydaları nedeniyle tarımın önemli bir parçası haline gelmiştir (Sevgican, 1999). Seralar hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde yaygın olarak kullanılmakta, ürünler için uygun bir yetiştirme ortamı sağlarken aynı zamanda tarım arazisi kaynaklarından tasarruf etmekte ve çiftçilerin gelirlerini artırmaktadır.

Sert iklime sahip birçok ülke, nüfuslarına istikrarlı bir gıda tedariki sağlamak için sera üretimi gerçekleştirmektedir. Dünyada seracılık faaliyeti ve üretim alanında birinci ülke olan Çin, geleneksel tarım sistemini yüksek kaliteli, verimli ve üretken modern tarıma dönüştüren ülkelerin başındadır. Türkiye, sera alanı bakımından Avrupa'da İspanya'dan sonra ikinci, dünyada ise beşinci sırada yer almaktadır (Kaçira, 2011).

Bu nedenle, özellikle iklim değişikliği ve bunun tarım üzerindeki etkisi bağlamında, sera alanlarında zaman içinde meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Son on yılda dünya genelinde sera alanlarında önemli değişiklikler olmuştur. Bu bağlamda, Türkiye'deki sera üretim potansiyelinin 10 yıllık değerlendirmesi, tarım uygulamalarının verimliliğini ve etkinliğini anlamak için gereklidir.



## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışma kapsamında Türkiye İstatistik Kurumu'ndan alınan 2023 yılı verilerine göre seracılık yapılan alan büyüklüğü açısından en çok seracılık yapılan ilk 5 ilin 2013-2022 yılları arasında alansal ve üretimsel değişimleri incelenmiştir (Şekil 1).



Created with paintmap.com

Şekil 1. Ülkemizde seracılık faaliyetinin en çok yapıldığı ilk 5 il (TUİK, 2023).

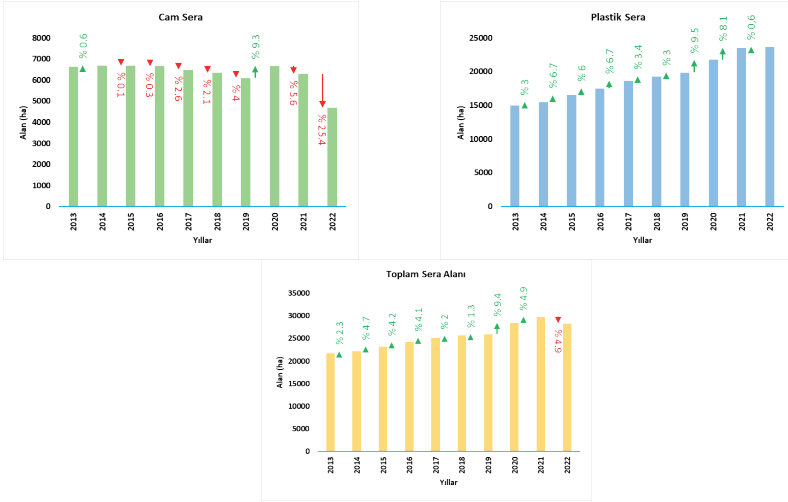
Ülkemizde 2023 yılı verilerine göre 4963 hektar alan cam sera, 47128 hektar plastik sera olmak üzere toplam 52091 hektarlık alanda seracılık faaliyetleri yürütülmektedir. Türkiye'nin toplam örtü altı varlığı, alçak ve yüksek tünel yetiştiricilik şeklide dahil edildiğinde toplam 81081 hektarlık alanı kapsamaktadır. Ancak bu çalışma kapsamında sadece sera üretimi yapılan alanlar incelenmiştir.

## 3. Bulgular

### 3.1. Sera Alanı

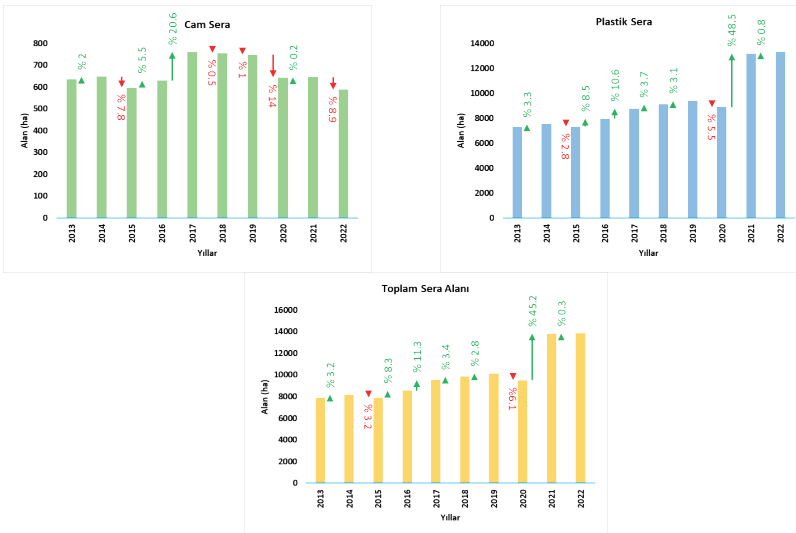
Antalya ili ülkemizde seracılığın başkenti konumundadır. Toplam sera alanı varlığımızın 28399 ha ile % 53,4 bu ilde bulunmaktadır. Cam sera varlığının % 78,8'i ve plastik seraların % 50,2'si Antalya ilindedir. Antalya ilinin sera alanı bakımından 10 yıllık değişimi Şekil 2'de verilmiştir.

Plastik teknolojisinde yaşanan gelişmeler ve cam örtü malzemesinin dezavantajlarından dolayı tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde ve özellikle Antalya ilinde cam sera varlığında azalmalar göze çarpmaktadır. Yıllar itibari ile cam sera varlığında azalma gözlenirken, en çok azalış % 25,4 ile 2021-2022 yılları arasında olmuştur. Plastik sera alanı yıldan yıla artış gösterirken toplam sera varlığı açısından % 4,9'luk azalış cam sera varlığında ki azalıştan kaynaklandığı belirlenmiştir. Antalyada sera alanlarının 10 yıllık değişim ortalaması incelendiğinde cam sera alanı % 4,4 azalmış, plastik sera alanı ise % 5,2 artmıştır. Toplam sera alanı ise % 3,1 oranında artmıştır.



Şekil 2. Antalya ili sera varlığı

Sera varlığı bakımından ülkemizde en yüksek alana sahip ikinci il Mersin'dir. Mersin ilinin sera alanı bakımından 10 yıllık değişimi Şekil 3'te verilmiştir. Mersin ili ülkemiz cam sera alanının % 9,8'i, plastik sera alanının % 28,1'i ve toplam sera alanı 13868 ha ile % 26,1'ini oluşturmaktadır. Cam sera alanı Antalya ilinde olduğu gibi yıllar içinde azalma gözlenirken sadece 2016-2017 yıllarında % 20,6'lık bir artış gözlenmiştir. Plastik sera varlığı önemli oranda artış gösterirken özellikle 2020-2021 yıllarında % 46,5'lik bir artışla önemli bir yükseliş kaydetmiştir. Bu oranın toplam sera varlığındaki artışa etkisi önemli olarak belirlenmiştir. Mersin ilinde sera alanlarının 10 yıllık değişim ortalaması incelendiğinde cam sera alanı % 1 azalmış, plastik sera alanı ise % 8 artmıştır. Toplam sera alanı ise % 7 oranında artmıştır.



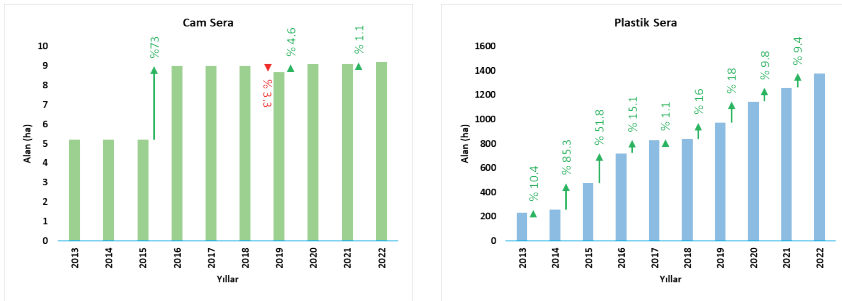
Şekil 3. Mersin ili sera varlığı

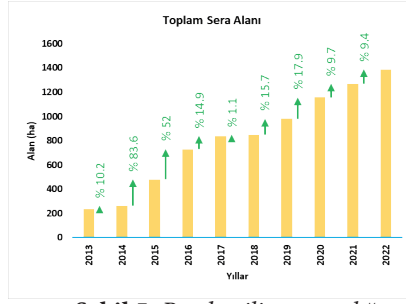
Muğla ilinin sera alanı bakımından 10 yıllık değişimi Şekil 4'te verilmiştir. Muğla ilinde seracılık faaliyeti 2020 yılından itibaren azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle plastik sera varlığı diğer illerde gözlenen artış eğiliminin tersi yöndedir. 2013-2014 yılları arasında % 43'lük artış, 2020-2021 yılları arasında % 24,3 olarak belirlenmiştir. Muğla'da sera alanlarının 10 yıllık değişim ortalaması incelendiğinde cam sera alanı % 2 azalmış, plastik sera alanı ise % 1 artmıştır. Toplam sera alanı son 2 yılda yaklaşık % 23 oranında azalmıştır.



Şekil 4. Muğla ili sera varlığı

Ülkemizde sera alanı ve seracılıkta en yüksek gelişme Burdur ilinde gerçekleşmiştir. Burdur ilinin sera alanı bakımından 10 yıllık değişimi Şekil 5'te verilmiştir. Son 10 yıldaki sera alanı değişimine göre Burdur ili 2013 yılında 8. sırada iken 2022 yılında 4. sıraya yükselmiştir. Burdur'da sera alanlarının 10 yıllık değişim ortalaması incelendiğinde cam sera alanı % 8, plastik sera alanı ise % 24 oranında artmıştır. Toplam sera alanı ise %24 oranında artış göstermiştir.

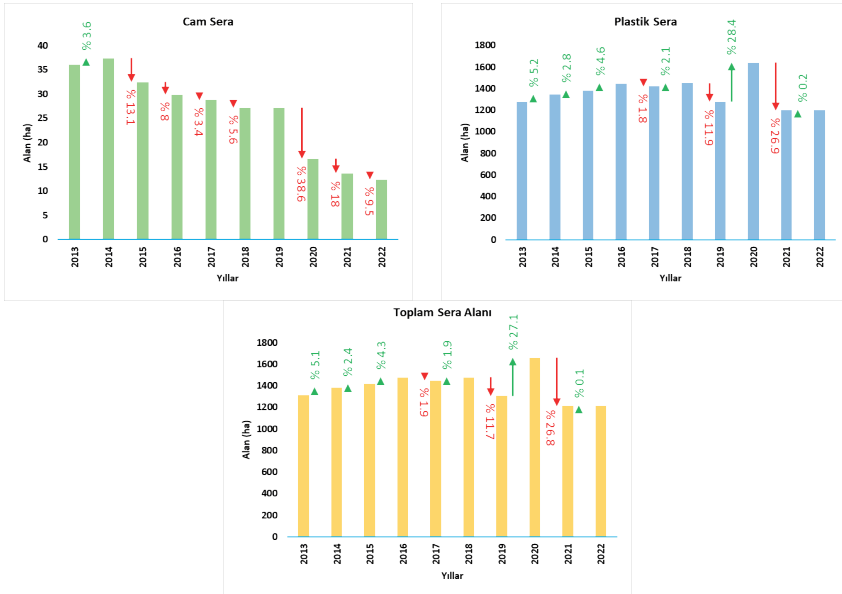




Şekil 5. Burdur ili sera varlığı

Ülkemizde sera alanı bakımından en büyük beşinci il İzmir'dir. İzmir ilinin sera alanı bakımından 10 yıllık değişimi Şekil 6'da verilmiştir. Özellikle cam sera varlığı bakımından yıldan yıla önemli oranda azalmalar gözlenmiştir. En yüksek azalış 2019-2020 yılları arasında % 38,6 olarak belirlenmiştir. Plastik sera varlığı yıllar içerisinde değişkenlik göstermiştir. İzmir'de sera alanlarının 10 yıllık değişim ortalaması incelendiğinde cam sera alanı % 14, plastik sera alanı ise % 1 oranında azalmıştır. Toplam sera alanı ise %1 oranında azalmıştır. Muğla ilinde olduğu gibi İzmir ilinde de sera alanları azalma eğilimindedir.

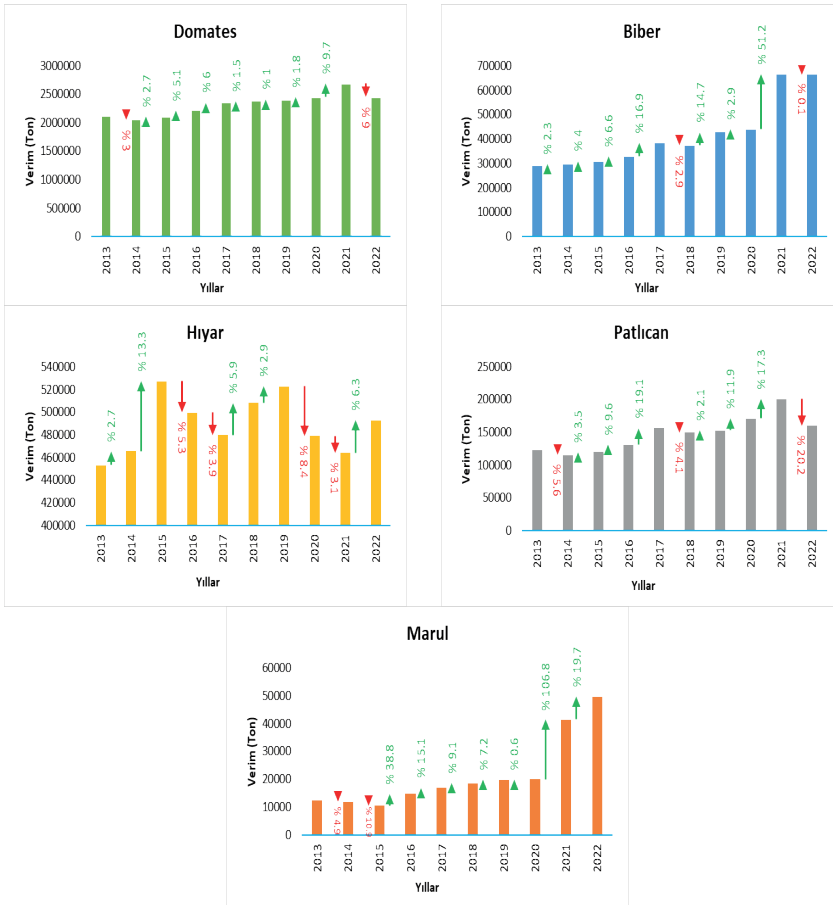
Ege bölgesinin ikinci büyük seracılık merkezi olan İzmir'de seraların yoğun bulunduğu İnciraltı ve Balçova yörelerinde; seralar, gerek çevre yollarının buradan geçmesi ve gerekse zamanla yerleşim alanlarının içinde kalması nedeniyle kapanmaktadır. İzmir'in diğer bir seracılık merkezi olan Menderes'de ise İzmir'in içme suyu projesi yüzünden seraların bir kısmı baraj altında kalacağından kapatılmıştır (Eltez ve Eltez, 2005).



Şekil 6. İzmir ili sera varlığı

### 3.2. Yetiştiricilik Şekli

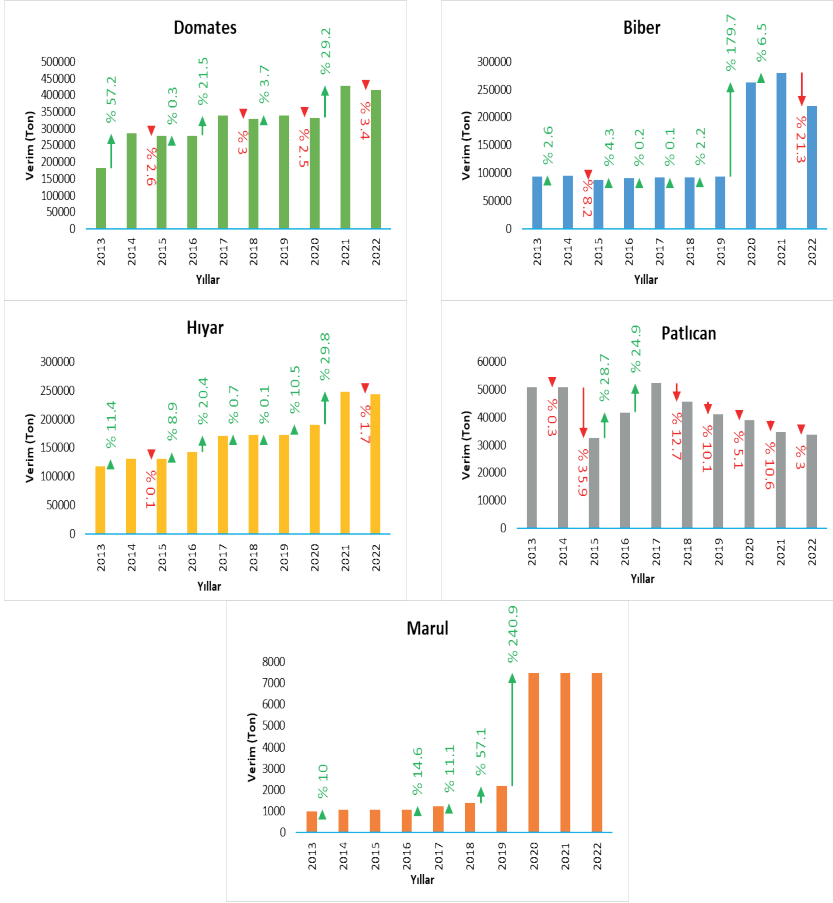
Ülkemizde 2013-2022 yılları arasında seralarda en çok yetiştiriciliği yapılan 5 sebze türünün üretim miktarları Türkiye İstatistik Kurumu'ndan elde edilen verilere göre oransal olarak incelenmiştir. Bu sebzeler üretim miktarlarına göre sırasıyla domates, biber, salatalık, patlıcan ve maruldur. 2022 yılı sera domates yetiştiriciliğinin, % 91'i, hıyar yetiştiriciliğinin % 85'i, biber yetiştiriciliğinin % 98'i, patlıcan yetiştiriciliğinin % 99'u ve marul yetiştiriciliğinin % 67'si ilk 5 ilimizde gerçekleştirilmiştir. Antalya ilindeki seralarda yetiştiriciliği en çok yapılan sebzelerin yıllık değişimi Şekil 7'de verilmiştir. Antalyada verim bakımından 10 yıllık ortalamaya göre tüm sebzelerde artış tespit edilmiştir. Sırasıyla domates % 2, biber % 12, hıyar % 1, patlıcan % 3 ve marul verimi % 20 artış göstermiştir.



Şekil 7. Antalya ilindeki seralarda yetiştiriciliği yapılan sebzelerin yıllık verim değişimi

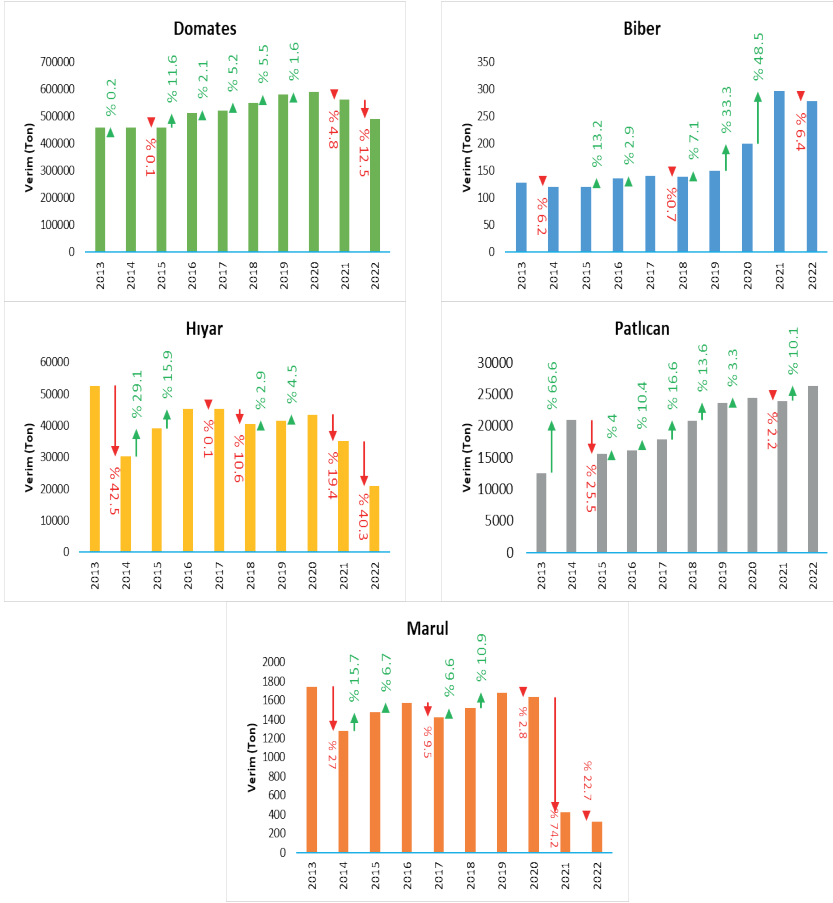
Mersin ilindeki seralarda yetiştiriciliği yapılan sebzelerin yıllık değişimi Şekil 8'de verilmiştir. Mersin ilinde üretim açısından 10 yıllık ortalamaya göre patlıcan hariç diğer sebzelerin veriminde artış tespit edilmiştir. Domates % 11,

biber % 5, hıyar % 9 ve marul % 37 oranında artış göstermiştir. Patlıcan verimi ise % 5 oranında azalmıştır. Özellikle marul veriminde 2019-2020 yıllarında üretim 2500 tondan 7000 tona yükselmiştir. Patlıcan verimi ise 2017 yılından itibaren azalma eğilimi göstermiştir.



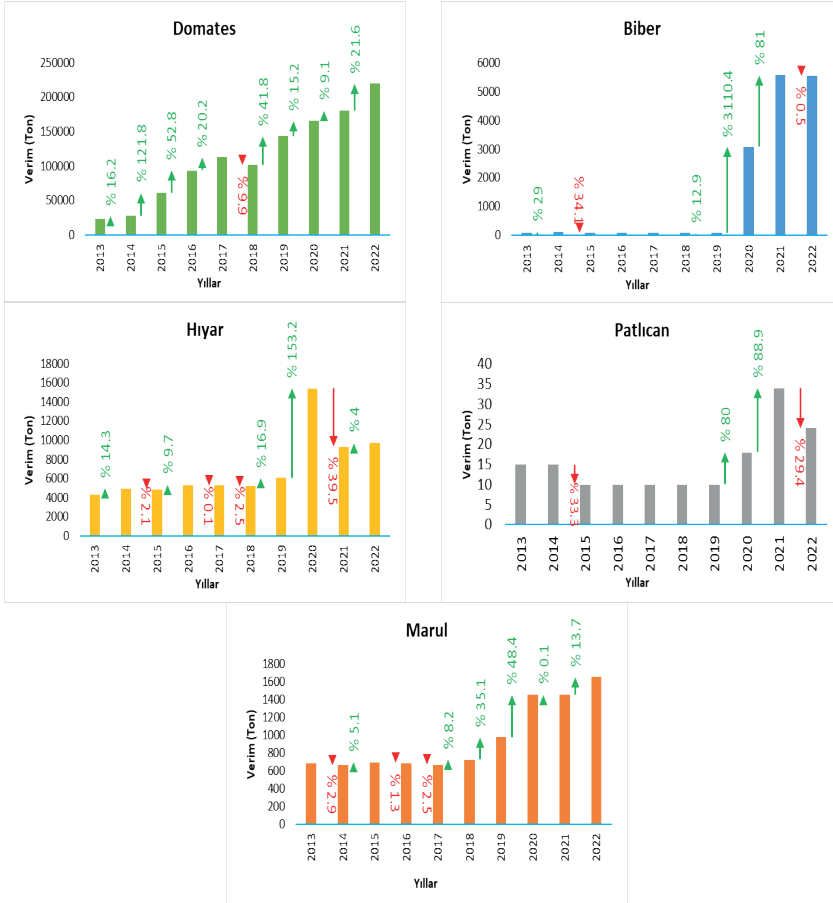
Şekil 8. Mersin ilindeki seralarda yetiştiriciliği yapılan sebze türlerinin yıllık verim değişimi

Muğla ilindeki seralarda yetiştiriciliği yapılan sebze türlerinin yıllık değişimi Şekil 9'da verilmiştir. Muğla ilinde serada sebze üretiminde 10 yıllık ortalama göre domates, biber ve patlıcan verimi artarken, hıyar ve marul verimi azalmıştır. Domates, biber ve patlıcan verimi sırasıyla % 1, % 10 ve % 10 artarken, hıyar ve marul verimi sırasıyla % 14 ve % 36 azalmıştır. 2020 yılından itibaren ekiliş alanlarındaki azalmaya paralel olarak verim azalışları tespit edilmiştir.



Şekil 9. Muğla ilindeki seralarda yetiştiriciliği yapılan sebze türlerinin yıllık verim değişimi

Burdur ilindeki seralarda yetiştiriciliği yapılan sebze türlerinin yıllık verim değişimi Şekil 10'da verilmiştir. Burdur ilinde verim açısından 10 yıllık ortalamaya göre tüm sebzelerde artış tespit edilmiştir. Sırasıyla domates % 32, biber 4 kat, salatalık % 14, patlıcan % 4 ve marul üretimi % 11 artış göstermiştir. 2019 yılından itibaren biber üretim alanları ve verimde önemli artışlar gözlemlenmiştir. 2018 yılından itibaren domates verimi, de önemli düzeyde artışlar tespit edilmiştir.

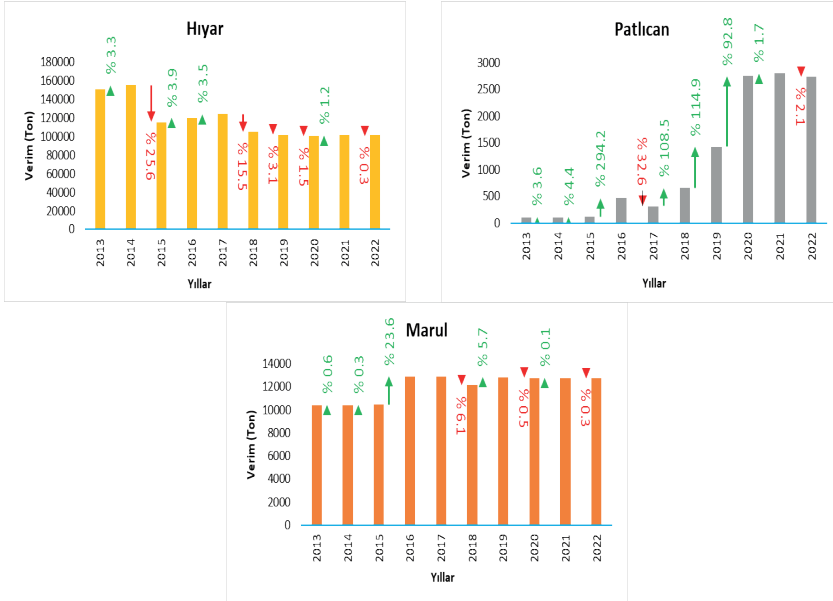


Şekil 10. Burdur ilindeki seralarda yetiştiriciliği yapılan sebze türlerinin yıllık verim değişimi

İzmir ilindeki seralarda yetiştiriciliği yapılan sebze türlerinin yıllık verim değişimi Şekil 11'de verilmiştir. İzmir ilinde verim açısından 10 yıllık ortalamaya göre hiyar hariç diğer sebzelerde artış tespit edilmiştir. Domates % 2, biber % 4, patlıcan % 63, marul ise % 3 oranında artış göstermiştir. Hiyar verimi ise % 5 oranında azalmıştır.







Şekil 11. İzmir ilindeki seralarda yetiştiriciliği yapılan sebze türlerinin yıllık verim değişimi

#### 4. Sonuç

Türkiye’de sera alanları ve üretim miktarlarının 2013-2022 yılları arasındaki değişimin belirlendiği bu çalışmada; sera alanlarının Antalya, Mersin ve Burdur illerinde seracılıktaki teknolojik gelişmeler sayesinde önemli ölçüde arttığı, İzmir ve Muğla illerinde ise kentleşme ve turizmin etkisiyle arazi kullanımındaki değişiklikler gibi çeşitli faktörler nedeniyle azaldığı belirlenmiştir.

Örtü malzemesi tercihi tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de plastik teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak değişmiştir. Cam örtü malzemesi kullanımı azalırken, plastik örtü malzemeli seralar artmıştır. Burdur ilinde son yıllarda yayla seracılığının artması ve Antalya iline yakınlığı nedeniyle seracılık faaliyetlerinin önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir.

## Kaynaklar:

- Eltez, S. & Eltez, R. Z. (2005). Bergama ve Dikili ilçeleri (İzmir) sera potansiyeli ve seracılık faaliyetleri üzerine bir araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 42(2), 203-214.
- Kacira, M. (2011). Greenhouse production in us: status, challenges, and opportunities. *CIGR 2011 Conference on Sustainable Bioproduction*, WEF 2011, September, Tokyo Japonya, (pp.19-23).
- Sevgican, A. (1999). *Örtüaltı Sebzeçiliği*. Cilt 1, Ege Üniversitesi Basımevi, 302s.
- Solmaz, D. & Kapur, B. (2019). Mersin ili Adanalıoğlu bölgesindeki seralarının tarımsal ve yapısal yönden incelenmesi ve geliştirilmesi üzerine bir araştırma. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 38-2.
- Öz, H. (2017). Türkiye’de örtü altı yetiştiricilik potansiyelinin solar radyasyon ve güneşlenme süresi parametrelerine göre incelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 509-513.
- TUİK, (2023) *Bitkisel üretim istatistikleri*. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim Tarihi: 22.09.2023)

# BÖLÜM 14

## TÜRKİYE'DE SÜS BİTKİLERİ ÜRETİMİ VE DIŞ TİCARETİNDE GELİŞMELER

*Ash DALGIÇ<sup>1</sup>*

*Vecdi DEMİRCAN<sup>2</sup>*

---

1 Arş. Gör. Dr., Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi, Tarım İşletmeciliği

2 Prof. Dr., Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi, Tarım İşletmeciliği

## 1. GİRİŞ

Süs bitkileri, estetik, fonksiyonel ve ekonomik amaçlarla yetiştirilen dekoratif bitkiler olarak tanımlanabilir. Aynı zamanda gonca, çiçek, meyve, yaprak, dal veya formları ile görsel estetik sağlamanın yanında insan ruhuna iyi geldiği bilinmektedir (Kazaz vd., 2020). Süs bitkileri kavramı genel bir başlıktır ve dört alt grubu temsil etmektedir. Bu gruplar; kesme çiçekler, iç mekân süs bitkileri, dış mekân süs bitkileri ve çiçek soğanlarıdır.

Dünya genelinde ve Türkiye’de, renk, koku, aroma ve kadifemsi yüzey özellikleriyle insan ruhuna olumlu etkiler sağlayan süs bitkileri, aynı zamanda ekonomiye önemli bir katma değer sunmaktadır (Kelkit ve Bulut, 1998; Bay, 2011; Gülçür, 2015).

Çiçekler, duyguların ifade edilmesinde her zaman önemli bir rol oynamıştır. Neşe dolu anlar, düğünler ve kutlamalar için ayrı çiçekler; hüznü durumlar, cenazeler için ise farklı çiçekler tercih edilmiştir. Ancak çiçeklerin önemi yalnızca duyguları ifade etmekle sınırlı kalmamış; sanat, folklor, etnobotanik ve ekonomi gibi birçok alanda da kendine yer bulmuştur. Çiçeklerden ilham alınarak oluşturulan halı, kilim, tablo, kumaş ve duvar kağıtları gibi motifli eserler, medeniyet tarihi boyunca sürekli varlığını sürdürmüştür. (Şenol ve Şahin, 2023).

Özellikle gelişmiş ülkelerde süs bitkileri, estetik ve fonksiyonel özellikleriyle kentsel alanlar için vazgeçilmez bir unsur olmuştur. Zengin biyoçeşitliliğe sahip olan Türkiye’de tanımlanmış 11.707 adet bitki türü bulunmakta ve bu türlerin 3 649 adeti ise endemik bitki türleri içinde yer almaktadır (Güner vd., 2012).

Türkiye’de 1940’lı yıllarda İstanbul ve çevresinde başlayan süs bitkileri üretimi ilerleyen yıllarda farklı illere yayılarak genişlemeye başlamıştır. Daha sonra Yalova’da gelişim göstermiştir. Daha sonra üreticilerin 1945’te kooperatif çatısı altında bir araya gelerek ürünlerini pazarlamaları üreticilere avantaj sağlayarak çiçek yetiştiriciliğini cazip hale getirmiştir. 1955 yılında ise bir başka çiçekçilik kooperatifi kurulmuş ve her iki kooperatif de çiçekçiliğin ilerlemesine önemli katkılar sağlamıştır (Yazgan vd. 2005). 1985 yılında Antalya’da üretimin başlamasıyla birlikte üretim miktarında ve ihracatta önemli gelişmeler yaşanmıştır (Kazaz, 2016).

Bu çalışmada, Türkiye’de süs bitkileri üretimi ve dış ticaretindeki gelişmelerin yıllar itibariyle nasıl bir seyir izlediği ortaya koyulmuştur.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini, ikincil kaynaklardan elde edilen veriler oluşturmaktadır. Türkiye’de süs bitkileri üretim alanı ve üretim miktarına ilişkin veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), süs bitkileri dış ticaretine ilişkin

veriler ise Uluslararası Ticaret Merkezi (Trademap) veri tabanından elde edilmiştir. Türkiye’de süs bitkileri ve süs bitkilerine ait alt gruplarındaki (kesme çiçek, iç mekân süs bitkileri, dış mekân süs bitkileri, çiçek soğanları) üretim alanı ve miktarındaki gelişmeler ile dış ticaretine ilişkin veriler değişim oranları ve payları hesaplanarak yorumlanmıştır. Ayrıca, konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalardan, sektör raporlarından, yerli ve yabancı yayınlardan da yararlanılmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Süs bitkileri, genellikle estetik amaçlarla yetiştirilen çiçekleri, meyveleri, yaprakları, hoş kokuları veya estetik görünümüleriyle dikkat çeken ve bu özellikleriyle görsel bir çekicilik sunan bitkiler olarak tanımlanır. Dünyada süs bitkileri üretim alanı 2022 yılı itibariyle 678 500 hektardır. Hindistan 282 000 hektar alan ile dünyada en büyük süs bitkileri üretim alanına sahip ülkedir. Çin ise dünya süs bitkileri üretim alanının %27.77’sini oluşturarak Hindistan’dan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye 5 688 hektar üretim alanı ile dünyada süs bitkileri üretim alanının %0.83 oluşturarak yirmi sekizinci sırada yer almaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dünya süs bitkileri üretim alanı (ha)

Ülkeler	Üretim alanı (ha)	Payı (%)
Hindistan	282 000	41.56
Çin	188 421	27.77
ABD	26 780	3.95
Japonya	16 795	2.48
Brezilya	15 600	2.30
İtalya	12 724	1.88
Tayland	12 324	1.82
Güney Afrika	11 461	1.69
Meksika	9 382	1.38
Türkiye	5 688	0.83
Diğer ülkeler	97 376	14.35
Dünya	678 500	100.00

Anonim, 2023a

Süs bitkileri genel bir kavram olup, kesme çiçek, iç mekân süs bitkileri, dış mekân süs bitkileri ve çiçek soğanları olmak üzere dört gruptan oluşmaktadır. Türkiye’de yıllar itibariyle türlere göre süs bitkileri üretim alanı Çizelge 2’de verilmiştir. Türkiye’de toplam süs bitkileri üretim alanı 2013 yılında 4 489 hektar iken, %29.56 oranında artış göstererek, 2023 yılında 5 816 hektara yükselmiştir. Kesme çiçek üretim alanı 2013 yılında 1 082 hektar iken, %35.95 oranında artarak 2023 yılında 1 471 hektar olmuştur. Yıllar itibariyle süs bitkileri üretim alanındaki artış en fazla iç mekân süs bitkilerinde olmuştur. İç mekân

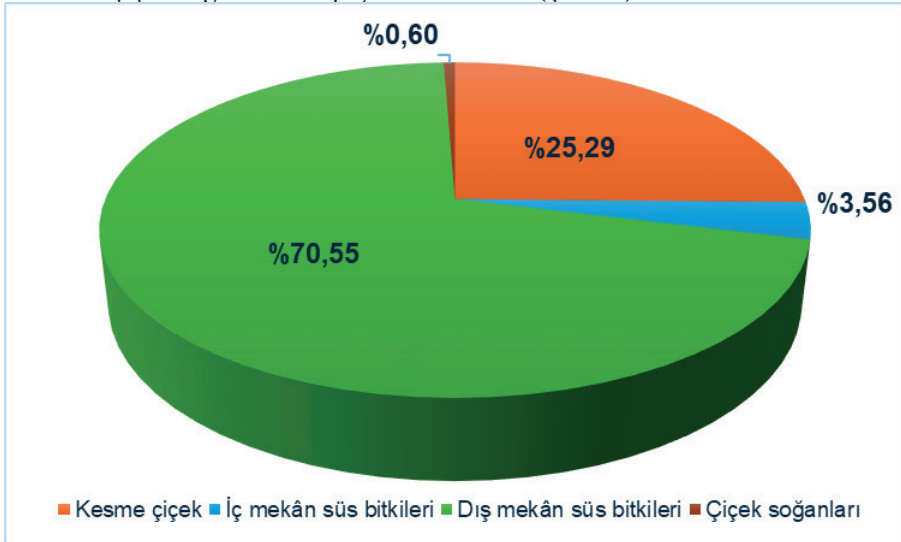
süs bitkilerinin üretim alanı, 2013 yılında 110 hektar iken, %88.18 oranında artış göstererek 2023 yılında 207 hektara yükselmiştir. Dış mekân süs bitkileri ise aynı dönemde %26.56 oranında artarak 2023 yılında 4 103 hektara yükselmiştir. Çiçek soğanları 2013 yılında 55 hektar alanda üretim yapılırken %36.36 oranında azalarak 2023 yılında 35 hektara düşmüştür.

Çizelge 2. Türkiye’de türlere göre süs bitkileri üretim alanının gelişimi (ha)

Yıllar	Kesme çiçek	İç mekân süs bitkileri	Dış mekân süs bitkileri	Çiçek soğanları	Toplam
2013	1 082	110	3 242	55	4 489
2014	1 137	108	3 600	57	4 902
2015	1 183	147	3 229	61	4 620
2016	1 201	131	3 487	60	4 879
2017	1 172	165	3 626	43	5 006
2018	1 192	208	3 731	49	5 180
2019	1 237	199	3 770	41	5 247
2020	1 219	171	3 974	49	5 413
2021	1 265	179	4 034	51	5 529
2022	1 467	184	3 986	51	5 688
2023	1 471	207	4 103	35	5 816
Değişim (%)	35.95	88.18	26.56	36.36	29.56

TÜİK, 2024

2023 yılında toplam süs bitkileri üretim alanı içinde %70.55’lik pay ile dış mekân süs bitkileri ilk sırada yer almaktadır. Toplam süs bitkileri üretim alanı içinde kesme çiçek üretim alanının payı %25.29, iç mekân süs bitkilerinin payı %3.56 ve çiçek soğanlarının payı ise %0.60’tır (Şekil 1).

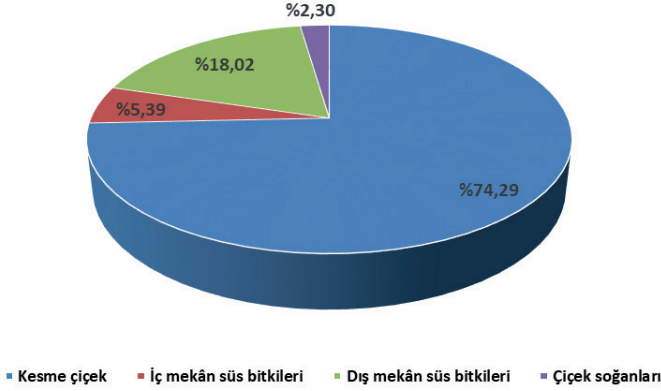


Şekil 1. Türkiye’de 2023 yılında türlere göre süs bitkileri üretim alanı (%)

Yıllar itibariyle Türkiye’de süs bitkileri üretim miktarındaki gelişmeler Çizelge 3’te verilmiştir. Kesme çiçek üretimi 2013 yılında 1.44 milyar adet iken on yılda yaklaşık %49.86 oranında artarak 2023 yılında 2.91 milyar adete yükselmiştir. Yıllar itibariyle en fazla artış iç mekân süs bitkileri üretiminde görülmüştür. İç mekân süs bitkileri üretimi 2013 yılında 361 milyon iken %336.11 oranında artarak 2023 yılında 157 milyona yükselmiştir. Dış mekân süs bitkileri üretimi ise 2013 yılında 348 milyon iken %50.86 oranında artarak 2023 yılında 525 milyona yükselmiştir. Çiçek soğanlarının üretim alanı %36.36 oranında azalmasına rağmen, üretim tekniklerindeki gelişmeler sayesinde birim alandan elde edilen verim artmıştır. Bu sayede, 2013-2023 yılları arasında toplam üretim miktarı yaklaşık iki katına çıkarak 67 milyona ulaşmıştır. 2023 yılında süs bitkilerinin alt gruplar itibariyle üretim miktarının dağılımı incelendiğinde toplam süs bitkileri üretim miktarının %74.29’unu kesme çiçek, %18.02’sini dış mekan süs bitkileri, %5.39’unu iç mekan süs bitkileri ve %2.30’unu çiçek soğanları oluşturmaktadır (Şekil 2).

Çizelge 3. Türkiye’de türlere göre süs bitkileri üretim miktarı (milyon adet)

Yıllar	Kesme çiçek	İç mekân süs bitkileri	Dış mekân süs bitkileri	Çiçek soğanları	Toplam
2013	1 444	36	348	33	1 861
2014	1 553	41	456	30	2 080
2015	1 555	41	451	27	2 074
2016	1 514	38	409	25	1 986
2017	1 619	56	491	22	2 188
2018	1 711	60	507	89	2 367
2019	1 718	52	511	63	2 344
2020	1 661	48	529	71	2 309
2021	1 710	54	519	72	2 355
2022	2 079	45	538	73	2 735
2023	2 164	157	525	67	2 913
Değişim (%)	49.86	336.11	50.86	103.03	56.53



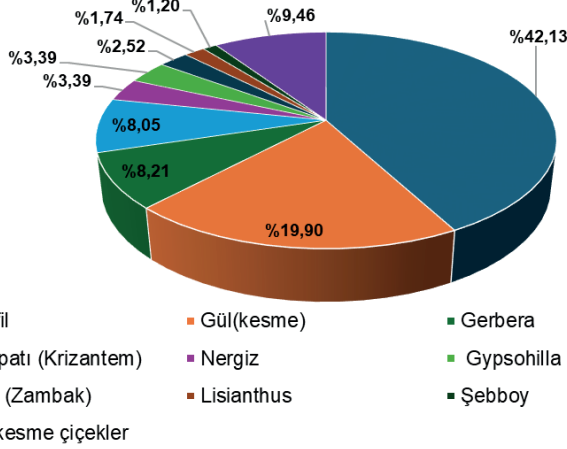
Şekil 2. Türkiye’de 2023 yılında türlere göre süs bitkileri üretim miktarı (%) (TÜİK, 2024)

Türkiye’de 2023 yılı itibariyle kesme çiçek türleri arasında %42.13 pay ile üretim alanı en fazla olan tür karanfildir. Üretim alanı bakımından karanfili ikinci sırada %19.90 pay ile kesme gül ve üçüncü sırada ise %8.21 pay ile gerbera çiçeği takip etmektedir (Şekil 3). Karanfil üretim alanı 2011 yılında 504 hektar iken %19.46 oranında artarak 2023 yılında 602 hektara yükselmiştir. Kesme gül üretim alanı ise aynı dönemde %52.90 oranında artarak 284 hektara ve gerbera üretim alanı ise yıllar itibariyle belirgin bir değişiklik göstermekle birlikte %2.53 oranında artarak 117 hektara ulaşmıştır.

Çizelge 4. Türkiye’de kesme çiçek türlerine göre üretim alanı (ha)

Çiçek türleri	2011	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Değişim (%)
Karanfil	504	482	487	494	512	435	490	642	602	19.46
Gül(kesme)	186	187	210	207	208	236	265	274	284	52.90
Gerbera	114	114	114	118	120	113	117	94	117	2.53
Kasımpatı (krizantem)	47	64	63	76	76	112	113	127	115	145.94
Nergiz	48	25	25	25	25	25	25	44	49	0.83
Gypsosilla	25	25	25	25	25	25	25	44	49	93.23
Lilyum (zambak)	57	77	46	45	45	38	37	36	36	-36.28
Lisianthus	16	15	19	19	23	27	29	23	25	58.60
Şebboy	18	16	16	16	17	16	18	17	17	-2.29
Diğer kesme çiçekler	111	136	143	141	167	174	140	147	135	21.58
Toplam	1125	1142	1148	1167	1217	1202	1258	1448	1429	27.00





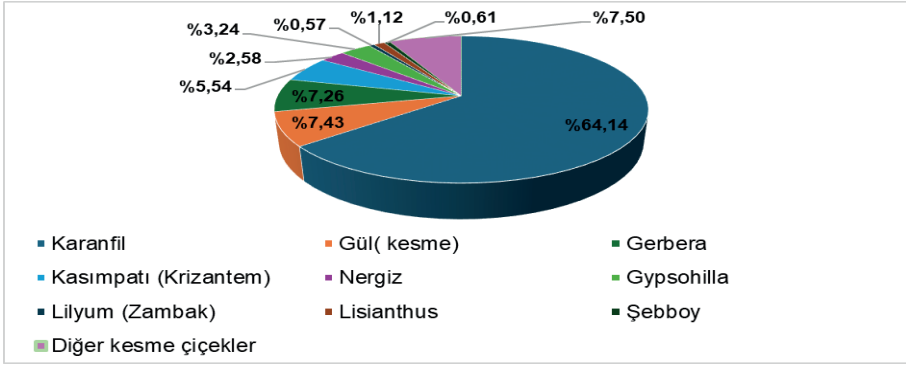
Şekil 3. Türkiye'de 2023 yılında türlere göre kesme çiçek üretim alanı (%) (TÜİK, 2024)

Türkiye'de yıllar itibariyle en fazla üretilen kesme çiçek türü %64.14 pay ile karanfil olmuştur. Karanfil üretim miktarı 2011 yılında 588 milyon adet iken %55.10 oranında artarak 2023 yılında 912 milyona adete yükselmiştir. Kesme gülün kesme çiçekler içindeki payı ise %7.43 olup yıllar itibariyle üretiminde belirgin bir değişiklik görülmemekle birlikte 2023 yılı üretim miktarı 106 milyon adet olmuştur. Kesme çiçek üretim miktarı bakımından %7.26 pay ile üçüncü sırada gelen gerbera üretimi 2011 yılında 136 milyon adet iken %24.26 oranında azalarak 2023 yılında 103 milyona düşmüştür.

Çizelge 5. Türkiye'de kesme çiçek türlerine göre üretim miktarı (milyon adet)

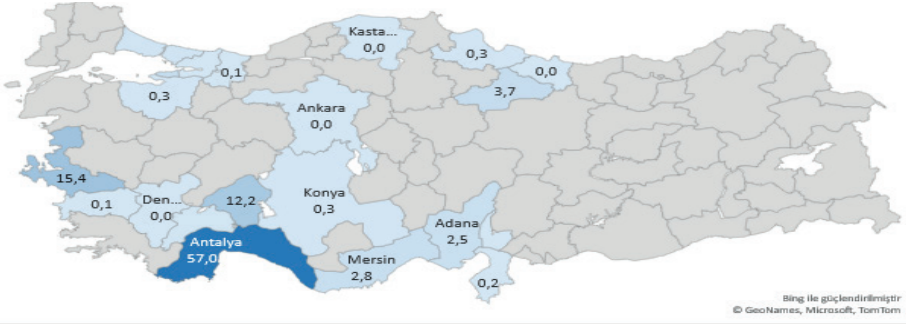
Çiçek türleri	2011	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Değişim (%)
Karanfil	588	593	593	607	635	536	607	986	912	55.10
Gül(kesme)	105	93	108	98	98	93	101	99	106	0.95
Gerbera	136	128	127	133	134	119	121	71	103	-24.26
Kasımpatı (krizantem)	38	45	44	48	48	76	79	84	79	107.89
Nergiz	14	14	14	14	15	14	11	27	37	164.29
Gypsohilla	18	18	18	18	18	19	20	42	46	155.56
Lilyum (zambak)	13	13	10	9	9	8	8	8	8	-38.46
Lisianthus	13	10	10	11	13	18	20	15	16	23.08
Şebboy	6	6	6	6	7	6	7	9	9	50.00
Diğer kesme çiçekler	118	128	126	118	123	128	99	93	107	-9.32
Toplam	1050	1048	1057	1062	1100	1019	1072	1434	1423	135.48

TÜİK, 2024



Şekil 4. Türkiye'de 2023 yılında türlere göre kesme çiçek üretim miktarı (%) (TÜİK, 2024)

Türkiye, süs bitkileri yetiştiriciliği için elverişli iklim ve coğrafi koşullarının yanı sıra pazarı oluşturan ülkelere olan yakınlığı ve düşük işgücü maliyetleri sayesinde önemli avantajlara sahiptir (Anonim, 2023b). Türkiye'de 2023 yılı itibarıyla illere göre kesme çiçek üretim miktarında 806 milyon adet ile Antalya ilk sırada yer almaktadır. Türkiye toplam kesme çiçek üretiminin %57'si Antalya ilinden karşılanmaktadır. Antalya'yı ikinci sırada 218 milyon adet kesme çiçek üretimi ile İzmir, üçüncü sırada ise 172 milyon adet kesme çiçek üretimi ile Isparta ili takip etmektedir. İzmir ve Isparta illerinin Türkiye'de kesme çiçek üretim payları sırası ile %15.40 ve %12.16'dır (Şekil 5).



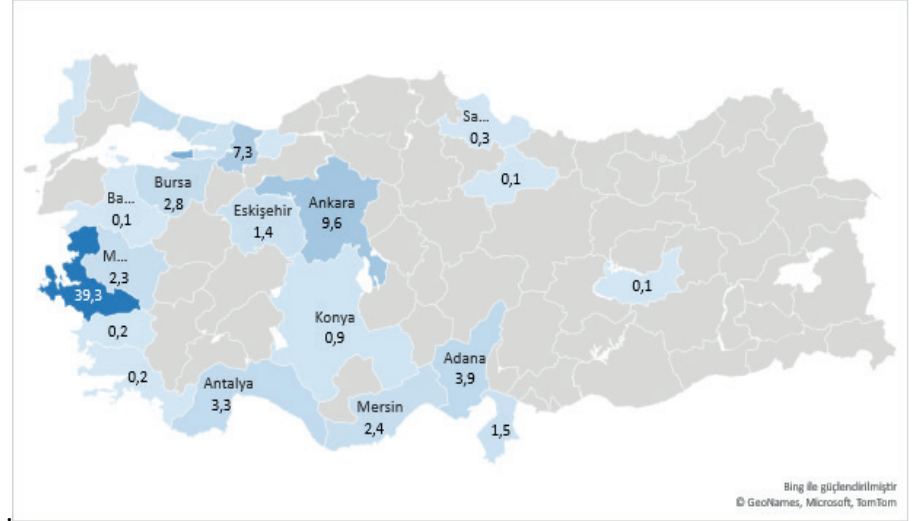
Şekil 5. Türkiye'de 2023 yılında illere göre kesme çiçek üretimi (%) (TÜİK, 2024)

Türkiye'de illere göre iç mekân süs bitkileri üretiminde 112 milyon adet üretim miktarı ile İzmir ili diğer illere göre büyük fark ile birinci sırada yer almaktadır. İzmir ili Türkiye toplam iç mekân süs bitkileri üretiminin %71.42'sini karşılamaktadır. İkinci sırada ise 16 milyon iç mekân süs bitkisi üretimi ile Adana ve 9 milyon üretim miktarı ile Yalova ili ise üçüncü sırada yer almaktadır. Adana ve Yalova illerinin Türkiye toplam iç mekân süs bitkileri üretimi içindeki payları sırasıyla %10.30 ve %5.62'dir (Şekil 6).



Şekil 6. Türkiye’de 2023 yılında illere göre iç mekân süs bitkileri üretimi (%) (TÜİK, 2024)

Türkiye’de 2023 yılı itibariyle dış mekân süs bitkileri üretiminde ise İzmir ili 207 milyon üretim miktarı ile birinci sırada yer almaktadır. İzmir ili Türkiye toplam dış mekân süs bitkileri üretiminin %39.30’unu sağlamaktadır. Yalova ili ise 100 milyon dış mekân süs bitkisi üretimi ile ikinci sırada, 50 milyon üretim miktarı ile Ankara üçüncü sırada ve 38 milyon üretim miktarı ile Sakarya dördüncü sırada yer almaktadır. Yalova, Ankara ve Sakarya illeri Türkiye toplam dış mekân süs bitkileri üretiminin sırasıyla %19.06, %9.60 ve %7.29’dur. (Şekil



Şekil 7. Türkiye’de 2023 yılında illere göre dış mekân süs bitkileri üretimi (%) (TÜİK, 2024)

Türkiye’de 2023 yılı itibariyle çiçek soğanı üretimi 67 milyon adet olup bunun %58.40’ı İzmir ilinden karşılanmaktadır. İzmir ili çiçek soğanları üretiminde de birinci sırada yer almaktadır. Antalya ili ise 19 milyon adet çiçek soğanı üretimi ile ikinci sırada ve Yalova ili ise 6 milyon adet üretim miktarı ile üçüncü sırada yer almaktadır. Antalya ve Yalova illeri Türkiye toplam çiçek soğanları üretim miktarının sırasıyla %28.26 ve %8.16’sını karşılamaktadırlar (Şekil 8).



Şekil 8. Türkiye'de 2023 yılında illere göre çiçek soğanları üretimi (%) (TÜİK, 2024)

Türkiye'de yıllar itibarıyla süs bitkileri ihracat ve ithalat miktar ve değerlerindeki gelişmeler Çizelge 6'da verilmiştir. Türkiye'nin süs bitkileri ihracat miktarı 2010 yılında 32 308 ton iken %102.85 oranında artış göstererek 2023 yılında 65 537 tona ulaşmıştır. İhracat değeri ise 2010 yılında 56.05 milyon dolar iken %141.25 oranında artarak 2023 yılında 135.23 milyon dolara yükselmiştir. Süs bitkileri ithalat miktarı ise 2010 yılında 23 115 ton iken %38.88 oranında artarak 2023 yılında 32 101 tona ulaşmıştır. Süs bitkileri ithalat değeri ise aynı dönemde %35.82 oranında artarak 2023 yılında 67.58 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Süs bitkileri sektöründe dış ticaret dengesi incelendiğinde 2013-2016 yıllarında ithalat değerinin ihracat değerinden fazla olduğu görülmektedir. Dış ticaret dengesi 2010 yılında 6.30 milyon dolar iken yaklaşık %974.27 oranında artarak 2023 yılında 67.65 milyon dolara yükselmiştir.

Çizelge 6. Türkiye'de süs bitkileri dış ticareti

Yıllar	İhracat miktarı (ton)	İhracat değeri (1000\$)	İthalat miktarı (ton)	İthalat değeri (1000\$)	Dış ticaret dengesi (1000\$)
2010	32 308	56 053	23 115	49 756	6 297
2011	45 302	75 957	32 509	67 585	8 372
2012	41 285	73 028	40 782	67 716	5 312
2013	38 475	78 116	56 954	93 118	-15 002
2014	42 311	83 498	54 315	93 254	-9 756
2015	43 820	77 429	49 330	81 386	-3 957
2016	35 664	81 613	61 864	87 253	-5 640
2017	43 754	85 512	56 292	83 019	2 493
2018	44 615	99 296	35 778	60 491	38 805
2019	56 116	107 440	24 734	43 034	64 406

2020	55 828	106 769	18 679	41 500	65 269
2021	75 137	148 891	21 218	53 222	95 669
2022	75 785	138 251	20 225	47 535	90 716
2023	65 537	135 227	32 101	67 580	67 647
Değişim (%)	102.85	141.25	38.88	35.82	974.27

TRADEMAP, 2024

Türkiye'nin toplam süs bitkileri ihracat değeri 2023 yılı verilerine göre 135.23 milyon dolardır. Türkiye'nin toplam süs bitkileri ihracat değeri içinde canlı payı %54.93, kesme çiçeklerin payı %36.43, çiçeksiz yeşil bitkiler, ağaç dalları ve yosunların payı %7.74 ve çiçek soğanlarının payı ise %0.90'dır. Türkiye 2023 yılında canlı bitkiler ihracatından 74.28 milyon gelir elde etmiştir. Türkiye en çok Azerbaycan (10.27 milyon dolar), Gürcistan (9.40 milyon dolar) ve Irak'a (6.57 milyon dolar) canlı bitkiler ihracatı gerçekleştirmiştir. Aynı dönemde kesme çiçek ihracat değeri ise 49.27 milyon dolar değerinde gerçekleşmiştir. Kesme çiçek ihracatından en fazla gelir 27.76 milyon dolar ile Hollanda'dan elde edilmiş olup ikinci sırada 10.99 milyon dolar ile İngiltere gelmektedir. Çiçeksiz yeşil bitkiler, ağaç dalları ve yosunların ihracatından en fazla gelir yine en çok 3.78 milyon dolar ile Hollanda'ya ait olup ABD ve Almanya'nın ihracat değerleri ise sırasıyla 1.90 milyon dolar ve 1.83 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Çiçek soğanları ihracat değerinden elde edilen gelirin neredeyse tamamı Hollanda'dan sağlanmıştır. 2023 yılında Hollanda'ya yapılan çiçek soğanları ihracat değeri 1.18 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Böylece toplam süs bitkileri ihracat değerinin %24.20'sinin Hollanda'ya ait olduğu görülmektedir.

Çizelge 7. Türkiye süs bitkileri ihracatında önemli ülkeler (2023)

Ülkeler	Canlı bitkiler ihracat değeri (1000\$)	Ülkeler	Kesme çiçek ihracat değeri (1000\$)	Ülkeler	Çiçeksiz yeşil bitkiler, ağaç dalları ve yosunlar (1000\$)	Ülkeler	Çiçek soğanları ihracat değeri (1000\$)
Azerbaycan	10 272	Hollanda	27 758	Hollanda	3 783	Hollanda	1 181
Gürcistan	9 401	İngiltere	10 992	ABD	1 897	Rusya	23
Irak	6 567	Rusya	2 127	Almanya	1 831	Gürcistan	5
Almanya	6 540	Bulgaristan	1 613	Fransa	643	Çin	2
Türkmenistan	5 720	Polonya	1 535	İngiltere	596	Kıbrıs	1
Hollanda	5 701	Romanya	1 173	Kanada	390	-	-
Özbekistan	4 165	Danimarka	1 042	İspanya	300	-	-
Rusya	3 658	Almanya	642	Polonya	206	-	-
İtalya	2 710	Yunanistan	368	Çin	111	-	-
Danimarka	2 595	BAE	350	Belçika	92	-	-

Diğer ülkeler	16 951	Diğer ülkeler	2 307	Diğer ülkeler	621	Diğer ülkeler	-
Toplam	74 280	Toplam	49 265	Toplam	10 470	Toplam	1212

TRADEMAP, 2024

Türkiye’de türlere göre süs bitkileri ithalatında önde gelen ülkeler ve bu ülkelerin ithalat değerleri Çizelge 8’de verilmiştir. 2023 yılında Türkiye’nin toplam süs bitkileri ithalat değeri 67.85 milyon dolar olmuştur. Canlı bitkilerin ithalat değeri toplam süs bitkileri ithalat değerinin % 83.85’ini oluşturmaktadır. Türkiye canlı bitkiler ithalatını en çok Hollanda (18.58 milyon dolar), İtalya (14.55 milyon dolar) ve İspanya’dan (5.50 milyon dolar) gerçekleştirmektedir. 2023 yılında Türkiye’nin kesme çiçek ithalat değeri 4.96 milyon dolar olmuştur. Türkiye, en çok Hollanda’dan 4.58 milyon dolar değerinde kesme çiçek ithal etmiştir. Aynı dönemde çiçeksiz yeşil bitkiler, ağaç dalları ve yosunların ithalat değeri 962 milyon dolar değerinde olup bunun %60.91’i Hollanda’ya aittir. Toplam çiçek soğanları ithalat değeri ise yaklaşık 5 milyon değerinde olup bunun %99.28’i Hollanda’dan ithal edilen çiçek soğanlarının değeri oluşturmaktadır. Hollanda, toplam süs bitkileri ithalat değerinin %42.48 ‘ini oluşturmakta ve Türkiye’nin en çok süs bitkileri ithal ettiği ülke olmuştur.

Çizelge 8. Türkiye süs bitkileri ithalatında önemli ülkeler (2023)

Ülkeler	Canlı bitkiler ithalat değeri (1000\$)	Ülkeler	Kesme çiçek ithalat değeri (1000\$)	Ülkeler	Çiçeksiz yeşil bitkiler, ağaç dalları ve yosunlar (1000\$)	Ülkeler	Çiçek soğanları ithalat değeri (1000\$)
Hollanda	18575	Hollanda	4581	Hollanda	586	Hollanda	4963
İtalya	14552	Kenya	241	Çin	103	İtalya	12
İspanya	5498	Çin	42	Norveç	85	Endonezya	11
Fransa	5400	Kolombiya	11	Hindistan	54	Malezya	6
Çin	3455	Etiyopya	11	Fransa	30	Tayland	5
Arnavutluk	1577	Hindistan	10	Malezya	23	Gine	1
Almanya	1520	ABD	10	İspanya	20	-	-
Kosta Rika	788	Endonezya	9	Belçika	17	-	-
Guatemala	662	Güney Afrika	9	Estonya	12	-	-
Kenya	552	Almanya	7	Ukrayna	7	-	-
Polonya	504	Ekvator	4	Bulgaristan	5	-	-
Diğer ülkeler	3581	Diğer ülkeler	20	Diğer ülkeler	20	Diğer ülkeler	-
Toplam	56664	Toplam	4955	Toplam	962	Toplam	4999

TRADEMAP, 2024

## SONUÇ

Süs bitkileri, estetik görünümleri, dokuları ve kokuları sayesinde buldukları ortamda pozitif etki yaratan bitki türleridir. Türkiye’de yıllar itibariyle süs bitkileri sektöründe olumlu gelişmeler olmuştur. Dünya süs bitkileri üretim alanı bakımından Türkiye 5 688 hektar üretim alanı ile dünyada yirmi sekizinci sırada yer almaktadır. Türkiye’de alt gruplar itibariyle süs bitkileri üretim alanının gelişimi değerlendirildiğinde 2013-2023 döneminde kesme çiçek üretim alanı %35.95, iç mekan süs bitkileri üretim alanı %88.18, dış mekan süs bitkileri üretim alanı %25.56, çiçek soğanları üretim alanı %36.36 ve toplam süs bitkileri üretim alanı %29.56 oranında artış göstermiştir. 2023 yılı itibariyle Türkiye toplam süs bitkileri üretim alanının %70.55’ini dış mekan süs bitkileri oluşturmaktadır. Türkiye’de alt gruplar itibariyle süs bitkileri üretim miktarı incelendiğinde 2013-2023 döneminde kesme çiçek, iç mekân, dış mekân, çiçek soğanları ve toplam süs bitkileri üretim miktarları sırasıyla %49.86, %336.11, %50.86, %103.03 ve %56.53 oranında artış göstermiştir. 2023 yılı itibariyle kesme çiçek üretimi en fazla yapılan türler ise karanfil, kesme gül ve gerbera olmuştur. İllere göre süs bitkileri üretimi incelendiğinde Antalya ili Türkiye toplam kesme çiçek üretiminin %57’sini karşılamaktadır. İzmir ili Türkiye iç mekân süs bitkileri üretiminin %71.42’sini, dış mekan süs bitkileri üretiminin %39.30’unu, çiçek soğanları üretiminin ise %58.40’ını oluşturarak birinci sırada yer almaktadır. Türkiye’de 2023 yılında süs bitkileri ihracat değeri 135.23 milyon dolar ve süs bitkileri ithalat değeri ise 67.58 milyon dolar değerinde gerçekleşmiştir. Böylece Türkiye’nin süs bitkileri dış ticaret dengesi 67.75 milyon dolar değerinde olmuştur. Türkiye 2023 yılında en çok Hollanda’ya 32.72 milyon dolar değerinde hem süs bitkileri ihraç etmiş hem de Hollanda’dan 28.71 milyon dolar değerinde süs bitkileri ithal etmiştir. Süs bitkileri özellikle de kesme çiçekler hassas ve çabuk bozulabilir yapıda oldukları için hasattan pazarlamaya kadar soğuk zincir lojistiğinin geliştirilmesi oldukça önemlidir. Ayrıca ihracatın artırılmasına yönelik çeşit sayısının artırılması ve uluslararası pazarlarda geçerli kalite standartlarının sağlanması için AR-GE çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir.

## Kaynaklar

- ANONİM (2023a). The International Association of Horticultural Producers. Volume 71 Compiled by Iris Griesbach Centre for Business Management in Horticulture and Applied Research University Hohenheim, Germany.
- ANONİM (2023b). Orta Anadolu Süs Bitkileri ve Mamulleri İhracatçıları Birliği. Süs Bitkileri ve Mamulleri Sektör Raporu 2023.
- BAY, G. (2011). Süs Bitkileri Sektör Raporu. Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Yayını.
- GÜLÇÜR, B. (2015). Dünyada, AB’de ve Türkiye’deki Süs Bitkileri Sektöründeki Gelişmeler ile Bu Alandaki Uluslararası Fuarlar. AB Uzmanlık Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- KAZAZ, S. (2016). Dünya süs bitkileri sektöründe ürün deseni, sosyo-ekonomik ve teknoloji alanında yaşanan gelişmeler ile Türkiye’nin gelecek vizyonu. *VI. Süs Bitkileri Kongresi*, 3-13.
- KAZAZ, S., KILIÇ, T., DOĞAN, E., MENDİ, Y. Y., KARAGÜZEL, Ö. (2020). Süs bitkileri üretiminde mevcut durum ve gelecek. *TMMOB Ziraat Mühendisliği Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, Tarım Haftası*, 673-698.
- KELKİT A, BULUT Y. (1998). Seralarda Süs Bitkileri Yetiştiriciliğinde Jeotermal Enerjinin Önemi. *Çevre Koruma ve Araştırma Vakfı*, 8 (29): 21-24.
- ŞENOL, C., ŞAHİN, G. (2023). Türkiye zirai hayatında kesme çiçek yetiştiriciliğinin yeri ve geleceği. *Erciyes Akademi*, 37(2), 522-551.
- TRADEMAP, 2024. International Trade Center. Trade Statistics For International Business Development. <https://www.trademap.org/Index.aspx>. Erişim Tarihi: 11.11.2024.
- TÜİK, 2024. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim tarihi: 01.12.2024
- YAZGAN, M. E., KORKUT, A. B., BARIŞ, E., ERKAL, S., YILMAZ, R., ERKEN, K., ÖZYAVUZ, M. (2005). Süs bitkileri üretiminde gelişmeler. *Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Kongresi*, 3(7).



# BÖLÜM 15

## SEBZELERDE ODUN SİRKEİ KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

*Garip YARŞI<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi Silifke Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mersin, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1952-0300>, e-mail: [ggyardsi@gmail.com](mailto:ggyardsi@gmail.com)

## GİRİŞ

Bitkisel üretimde kullanılan gübre ve pestisitlerin sürdürülebilirlik anlamında organik kökenli olması hem kalıntı hem de çevre dostu tarım anlamında önemli olmaktadır. Sebzeçilikte yoğun olarak kullanılan pestisit ve gübreler bu açıdan değerlendirildiğinde önemleri daha çok artmaktadır. Özellikle son yıllarda odun sirkesinin bu amaçlarla kullanıldığı çalışmalar artmış ve tarımda kullanılmasının önü açılmıştır. Sebze yetiştiriciliğinde vegetasyon döneminin daha kısa olması kalıntı sorununu daha önemli hale getirmektedir. Bu nedenle etkisi güçlü fakat kalıntı sorunu yaratmayacak gübre ve pestisitlere yönelim artmıştır. Bu bağlamda, odun sirkesi güçlü bir alternatif ürün olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Odun sirkesi, Özellikle bitkisel üretimde hastalık ve zararlı kontrolünde, bitkilerin kök ve toprak üstü aksamalarının gelişiminde pozitif etki yaratması nedeni ile son yıllarda tarımsal alanda kullanımı artan önemli bir ürün haline gelmiştir. Ayrıca toprağın yapısını iyileştirerek besin elementlerinin alımında olumlu etkiler yaratması sağlıklı ve güçlü bir üretim için avantaj sağlamaktadır.

Son yıllarda biyokömür bazlı tarım ve ormancılık atıkları, çevre koruma ve enerji üretimi amacı ile kullanılmaktadır (Ayaz ve ark., 2021). Odun sirkesi odunların kömürleştirilmesi sırasında ortaya çıkan ve proliiz işleminden sonra elde edilen bir yan üründür. Tarımda farklı amaçlarla kullanılması uzun yıllardır yapılmakta ve bu konuda birçok araştırma sonucu yayınlanmıştır. Yapılan araştırmalara bakıldığında, bitkilerin toprak üstü ve toprak altı organlarında pozitif bir etkisinin olduğu, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirdiği, hastalık ve zararlıları baskı altına alarak zararlarını minimum düzeye çektiği, köklenmeyi arttırdığı, besin elementlerinin alımını kolaylaştırdığı ve özellikle organik tarımda gübre olarak kullanılabilmesi yönünde birçok rapor bulunmaktadır. (Wei ve ark., 2010; Jothityangkoonve ark., 2008; Ölmez ve ark., 2020; Nibalvosve Nibalvos, 2021). Odun sirkesinin tohumların çimlenmesi üzerine de olumlu etkilerinin olduğu fakat bu etki mekanizmasının nasıl olduğu konusu henüz tam olarak belli değildir. Odun sirkesinde yaklaşık 200 adet farklı bileşik tanımlanmış ve bileşiklerin her birinin farklı roller üstlendiği belirtilmiştir. Ayrıca bu bileşiklerden özellikle katranın bitki gelişiminde elverişli bir bileşik olmadığı bildirilmiştir. Odun sirkesinin tarımda kullanılması için bu kararsız ve zararlı bileşiklerin uzaklaştırılması gerekmektedir (Shan ve ark., 2018; Wei ve ark., 2010; Sindhu ve ark., 2015). Odun sirkesi, içeriğinde %80-90 oranında su bulunan, pH'ı 1,5 ile 3,7 arasında, özgül ağırlığı 1,005'ten büyük, genellikle kahverengi veya koyu kahve renginde organik bir maddedir (Mathew ve Zakaria, 2015; Marumoto ve ark., 2012; Zheng ve ark., 2018; Grewal ve ark., 2018).

Hıyarda yapılan bir çalışmada odun sirkesi ile biyokömürün birlikte uygulanmasının bitki boyunu %29,7, kök uzunluğunu%117, kök hacmini %121 ve kök uçlarını %76,1 arttırdığını ve bu iki karışımın gelecekte gübre olarak

kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Pan ve ark., 2017). Hıyarda yapılan benzer bir çalışmada da yosun gübresi ve odun sirkesinin farklı şekilde kullanılmasının bitkinin veriminde ve biyomasında önemli bir artış sağladığı, ayrıca besin elementi alımını da olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Yarşı, 2023).

Marul, hıyar ve kolza yapılan bir çalışmada, 500 kat sulandırılmış odun sirkesinin bitki boyu ve ağırlıklarında artış sağlarken verimi ise %18.8-20.2 arasında arttırdığı bildirilmiştir (Mu ve ark., 2006). Bazı çalışmalarda da tatlı patates ve kavunda odun sirkesinin pozitif bir etkisinin olduğu vurgulanmıştır (Du ve ark., 1998 ;Du ve ark., 1997).

Velmurugan ve ark. (2009) odun sirkesinin yapraktan yapılan uygulamalarında odun sirkesinde bulunan esterinin etkisi ile klorofilin arttığı ve böylece yaprakların parlak koyu bir renk aldığını, böylece fotosentez ürünlerinin, şeker ve amino asitlerin artmasıyla ürünlerin daha tatlı olmasına yardımcı olduğunu bildirmişlerdir.

Tatlı biberde yapılan bir çalışmada odun sirkesi ve kömür tozu kullanımının fizyolojik özellikleri ve meyve kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada odun sirkesi ve odun sirkesi+kömür tozu uygulamasının fotosentez oranını, bitki boyu ve klorofil içeriğini arttırdığını rapor etmişlerdir. Ancak SÇKM, Vitamin C (askorbik asit), pazarlanabilir meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve çapı ve meyve eti kalınlığının odun sirkesi + kömür tozu uygulamasında daha çok arttığı bildirilmiştir (Jeong ve ark., 2006). Vanini ve ark. (2022) marulda yaptıkları bir çalışmada ise, ozon (O<sub>3</sub>) uygulamasına maruz bırakılan marullarda fotosentez ve antioksidan üzerine odun sirkesinin koruyucu etkisini araştırmışlardır. Ozon (O<sub>3</sub>) ile muamele edilen bitkilere %0.2 lik odun sirkesi yapraktan uygulanırken kontrol bitkilerine su verilmiştir. Çalışmanın sonucunda odun sirkesi uygulamasının ozonun zararlı etkisini azalttığı bildirilmiştir. Odun sirkesi uygulaması ile klorofil içeriği ve antioksidan miktarı daha yüksek olmuştur.

Domateste yapılan bir çalışmada, odun sirkesi (hacimce 1:500) ve fermente biyoekstraktların (hacimce 1:800) kullanımının domateste verim ve bitki büyümesine etkisi araştırılmıştır. Bu ürünler yaprak ve toprak uygulaması şeklinde ayrı ayrı ve birlikte kullanılmıştır. Araştırmacılar, ayrı ayrı ve birlikte uygulamaların domateste verim ve bitki büyümesi üzerine olumlu etkilerinin olduğunu ancak uygulama yöntemleri arasında bir farkın olmadığını bildirmişlerdir (Mungkunkamchao ve ark., 2013).

Marullarda yapılan bir çalışmada odun sirkesinin iki farklı çeşidi %0.25 ve %0.50 konsantrasyonlarda ve yapraklara uygulanmıştır. Kullanılan her iki odun sirkesinin de biyomas, nişasta ve klorofil içeriğini arttırdığını; %0.50 uygulamasında ise glikoz ve früktoz miktarının arttığını ve toksik bir etkilerinin olmadığını bildirmişlerdir (Fedeli ve ark., 2022).

Ofoe ve ark. (2024) serada domates yetiştiriciliğinde yaptıkları bir çalışmada pirolinöz asitlerin biyoaktif bileşikler açısından zengin olduklarını bildirmişler ve çalışmalarında pirolinöz asitin farklı oranları ile NKP gübresinin tam ve yarıya indirilmiş oranlarını birlikte kullanarak çalışmayı yürütmüşlerdir. Çalışmanın sonunda özellikle %2 lik pirolinöz asit ve tam oranda NPK kullanılmasının fotosentetik aktivitede artışa neden olduğu, uygulamaların verim, pazarlanabilir ürün miktarı ve şekerde artış sağladığı rapor edilmiştir.

Patlıcanda yapılan bir çalışmada odun sirkesinin besin elementi miktarına etkisi araştırılmıştır. Çalışmada odun sirkesinin %0.0, %0.5, %0.67 ve %1 konsantrasyonları kullanılmıştır. Odun sirkesinin bitki boyu, meyve ağırlığı, meyve boyu, gövde çapı, bitki biyomasının kontrole göre önemli artışlar sağladığı ve %1 lik konsantrasyonun çiftçilere önerilebileceği bildirilmiştir (Zhou ve ark., 2013).

Yapılan bazı çalışmalarda odun sirkesinin biyostimülant etkisinin olduğu yani verilen besin elementlerinin alımını arttırarak etkinliklerini arttırdığı, bitkilerin stres koşullarına karşı direncini arttırdığı bildirilmiştir (Ofoe ve ark., 2022; Yuan ve ark., 2022),

Patateste yapılan bir çalışmada %0.2 oranında kullanılan odun sirkesi kullanımının yumruların besin maddesi içeriğini olumlu yönde arttırdığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada sükröz %56.3, nişasta %35.1, früktoz %62.2, glikoz %44.9 ve toplam karbonhidratlarda %16.8 oranında arttırdığı ancak K, Mg, Ca, Na, Fe, Zn oranlarında farklılığın olmamasına rağmen Cu (%17.8) ve P (%24.5) azaldığını rapor etmişlerdir (Fedeli ve ark., 2023). Ve ayrıca tohum çimlenmesine de pozitif etkisinin olduğunu kolzanın tohum çimlenmesinde yaptıkları çalışmada odun sirkesinin çimlenen tohumlarda gövde uzunluğunu %58.4, kök uzunluğunu ise %31.7 oranında arttırdığını bildirmişlerdir (Shan ve ark., 2018).

Pestisitlerin uzun süre kullanılması toprakta kalıntı etkisi yaratmakta ve toprakta bulunan mikroorganizmalara zarar vermektedir (Boşgelmez ve ark., 2000), bu gibi olumsuz etkilerinden dolayı pestisitlerin yoğun olarak kullanılmasının önüne geçilmeye çalışılmakta ve doğal olarak alternatif uygulamalar aranmaktadır. Bu bağlamda doğal maddelerden elde edilen ve kullanılması için ruhsatlandırılmış biyopestisitlerin kullanılması önerilmektedir. Biyopestisitler, bitkiler, bakteriler, hayvanlar ve çeşitli minerallerden doğal olarak üretilmektedir (Erdoğan ve Torres, 2005; Yarsan ve Çevik, 2007).

Odun sirkesinin bitkilerde hastalık ve zararlı kontrolünde antibakteriyel özelliklerinin olduğu ve ayrıca biyofungusit olarak kullanılabilmesi bir çok çalışma ile desteklenmektedir (Wang ve ark., 2013; Oramahi, ve ark., 2013). Zhou ve ark. (2024) domateste fusarium solgunluğuna karşı iki farklı maddeden elde edilen odun sirkesini kullanmışlardır. Çalışmanın sonu-

cunda kullanılan odun sirkelerinin domateste hastalık etmeninin kontrol edilmesinde ve biyotik stresin azaltılmasında etkili olduğunu vurgulamışlardır. Odun sirkesinin farklı konsantrasyonlarının (%0,3, %0,6, %0,9 ve %1,2) kullanıldığı ve özellikle %0.9 luk konsantrasyon uygulamasının domateste kontrol bitkilerine oranla verimde (%74-%122), bitki boyunda, yaprak alanında ve gövde çapında önemli artışlar sağladığını; bunun yanında ise yapraklardaki hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve malondialdehit (MDA) ve içeriğini önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Ancak %1.5 uygulamasında bitkisel gelişim parametrelerinin (bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı) azalmasına karşın, SÇKM, vitamin C ve protein miktarının diğer uygulamalarına göre daha iyi olduğunu da rapor etmişlerdir.

Dolmalık biberde en büyük sorunlardan biri antraknoz hastalığıyla mücadeledir. *Colletotrichum spp.* etmeni bu hastalığa neden olmaktadır ve bu hastalık sonucunda dolmalık biberin raf ömrü kısalmaktadır. Bu hastalığı kontrol etmek amacıyla ticari fungusitler yerine odun sirkesinin farklı konsantrasyonları (%1, %2, %3, %4 ve %5) kullanılmıştır. Hastalık gelişimini kontrol etmek için kullanılan %2 konsantrasyonun kontrole göre başarı sağladığı ancak konidilerin çimlenmesini tamamen engellemek için en düşük konsantrasyonun %3 olduğunu ve *Colletotrichum spp.* ile mücadelede odun sirkesinin antifungal etkisinin olduğu rapor edilmiştir (Rochelle ve ark., 2023).

Saberi ve ark., (2013) hıyarlarda yaptıkları bir çalışmada, odun sirkesinin (uçucu ve uçucu olmayan bileşikleri ile) *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Rhizoctonia solani* etmenleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Burada odun sirkesinin farklı konsantrasyonları (%0.75, 0.5, 0.37, 0.25, 0.125, 0.05, 0.025 ve 0) petri kapları içerisindeki yapay besi ortamlarına verilerek etmenlerin misel gelişimleri incelenmiştir. Yapılan bu çalışmada uçucu ve uçucu olmayan bileşiklerin kullanılan iki patojenin de misel gelişimini önemli ölçüde engellemiştir. Özellikle kullanılan üç konsantrasyonun (%0,125, %0,25 ve %0,50) *R. solani* ile aşılınmış hıyar bitkilerinde misel gelişimini önemli ölçüde azalmıştır ve kullanılan tüm uygulamalarda kontrole göre hastalığın gelişimi engellenmiştir. Ve bu düşüş oran %87 olarak bildirilmiştir.

### **Sonuç olarak;**

Kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin bitkisel üretimde verimde artış sağlamak için yoğun olarak kullanıldığı bilinmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda, kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin yoğun olarak kullanılmasının çevresel bir sorun olduğu ve bunların yerine bio-bazlı alternatif gübrelerin kullanılmasına yönelimin arttığı bildirilmektedir (Hera, 1996: Vaneckhaute ve ark., 2013; Sharma ve Singhvi, 2017). Bunlardan biri olan odun sirkesinin bitkisel üretimin hemen hemen her alanında kullanılabileceği sonucuna rahatlıkla varılabilir. Odun sirkesi farklı bitkisel materyallerden elde edilebilir ve kullanım oranları da bitki tür ve çeşidine, bitkinin durumuna, toprak yapısına, toprak-

taki hastalık ve zararlı popülasyonuna vb. gibi faktörlere bağlı olarak değişik konsantrasyonlarda kullanılabilir. Organik kökenli olması nedeniyle özellikle sürdürülebilir tarımda hem gübre hem de biyopestisit olarak değerlendirilebilir. Özellikle hastalık ve zararlılara karşı kullanıldığında ekonomik olarak kazanç sağlamanın yanında çevreci bir tarıma da katkı sunmaktadır. Günümüzde en büyük sorunlardan biri haline gelen tarımsal kirliliğin büyük oranda gübre ve pestisit kullanımından kaynaklandığını düşünürsek, organik kökenli bu maddenin büyük avantaj sağlayacağı kaçınılmazdır. Saberi ve ark. (2013) atıkların geri dönüşümü olarak kullanılmasının bir avantaj olduğu ve elde edilen odun sirkesinin ise organik tarımda kimyasal pestisitlerin yerini alabileceğini bildirmiştir. Odun sirkesinin özellikle sürdürülebilir tarımda pestisit olarak kullanılması için bir çok avantajı bulunmaktadır. Güçlü bir antimikrobiyal etkiye sahip olması (Lee ve ark. 2010), bazı bakterilerin gelişimini bloke etmesi (Duan ve ark. 2016), sebzelerin köklerinde bazı bakterilerin popülasyonlarının artmasında etkili olmaları (Shi, 2003) ve hastalık ve zararlıların mücadelesinde başka kimyasallara gerek kalmadan bir programın hazırlanabilecek olması (Koç ve ark., 2018) bu avantajlardan sadece bir kaçıdır.

Bu bağlamda; Odun sirkesinin ucuz bir madde olduğu, canlı organizmalar ve çevre üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı bildirilmektedir (Yatagai ve diğerleri, 2002). Farklı bitkisel materyallerden elde edilmekte ve hastalık ve zararlılar üzerinde farklı etkileri olabilmektedir. Örneğin kayısı ağacından elde edilen odun sirkesinin *Plasmopara viticola*, *Verticillium dahliae*, *Phytophthora capsici* ve *Fusarium graminearum*'un misel gelişimini kısıtladığı (Qiaozhi ve ark., 2009), yine bazı hastalıklara karşı (*Phytophthora capsici*, *Pythium splendens*, *Ralstonia solanacearum*) *Cryptomeria japonica*'dan elde edilen odun sirkesinin antifungal etkisinin olduğu (Hwang ve ark., 2005) bilinmektedir.

Tarımin yoğunlaştığı ve toprak kirliliğinin her geçen gün arttığı günümüzde, organik kökenli ve çevre dostu materyallerin kullanılması geleceğimiz açısından önemli olacaktır. Bu bağlamda odun sirkesi önemli bir üründür. Ancak tarımsal anlamda çalışmalar titizlikle yapılmalı ve bu çalışmaların sonuçları mutlaka üreticiyle paylaşılmalıdır.

Odun sirkesinin bitkilere hem yapraktan hem de topraktan veriliyor olması büyük bir avantajdır. Özellikle fide yetiştiriciliğinde, tohumların çimlendirilmesinde, hastalık ve zararlıların yoğun olduğu topraklarda kullanılması büyük avantaj sağlayacaktır. Son yıllarda önemi giderek artan topraksız tarım yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği mutlaka farklı çalışmalarla araştırılmalı ve desteklenmelidir. Özellikle durgun su kültürü yetiştiriciliğinde hem dezenfektan, hem pestisit ve hem de gübre olarak değerlendirilebileceği konusunda ciddi projeler üretilebilir ve akademik çalışmalar yapılabilir.

## Kaynaklar

- Ayaz, M., Feizienė, D., Tilvikienė, V., Akhtar, K., Stulpinaite, U., Iqbal, R. 2021. Biochar Role in the Sustainability of Agriculture and Environment. *Sustainability*, 13, 1330.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ.İ., Paslı, N., Savaşçı, S., Kaynaş, S. 2000. Ekoloji I. (2. Baskı) Ispartalılar Eğitim Kültür Sağlık Turizm Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı (ISVAK), Yay. No: 6, Ankara, 884s.
- Du, H. G., Ogawa, M., Ando, S., Tsuzuki, E., Murayama, S. 1998. Effect of mixture of charcoal with pyroligneous acid on sucrose content in netted melon (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.) fruit. *Japanese J. Crop Sci.* 66, 369–373.
- Du, Y., Poppy, G. M., Powell, W., Wadhams, L. J. 1997. Chemically mediated associative learning in the host foraging behavior of the apid parasitoid *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae). *J Insect Behav* 10:509–522
- Erdoğan, P., Toros, S. 2005. *Melia azaderach* L. (Meliaceae) Ekstraktlarının Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.:Chrysomelidae)] Larvalarının Gelişimi Üzerine Etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 45(1-4): 99- 118.
- Fedeli, R., Vannini, A., Guarnieri, M., Monaci, F., Loppi, S. 2022. Bio-Based Solutions for Agriculture: Foliar Application of Wood Distillate Alone and in Combination with Other Plant-Derived Corroborants Results in Different Effects on Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Biology*, 11, 404.
- Fedeli, R., Vannini, A., Grattacaso, M., Loppi, S. 2023. Wood distillate (pyroligneous acid) boosts nutritional traits of potato tubers. *Annals of Applied Biology*. 1-6.
- Grewal, A., Abbey, L., Gunupuru, L.R. 2018. Production, Prospects and Potential Application of Pyroligneous Acid in Agriculture. *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 135, 152–159.
- Hera, C. 1996. The role of inorganic fertilizers and their management practices. *Fertil. Res.*, 43, 63–81.
- Hwang, Y., Matsushita, Y., Sugamoto, K., Matsui, T. 2005. Antimicrobial effect of the wood vinegar from *Crytomeria japonica* sapwood on plant pathogenic microorganisms. *J. Microbiol. Biotechn.* 15(5): 1106-1109.
- Jeong, C.S., Park, J.N., Park, J.N., Lee, S.J., Jo, T., Yun, I.J., Jeong, J.H., An, B.J. 2006. Effect of wood vinegar charcoal on growth and quality of sweet pepper. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, 24, 177–180.
- Jothityangkoon, D., Koolachart, R., Wanapat, S., Wongkaew, S., Jogloy, S. 2008. Using wood vinegar in enhancing peanut yield and in controlling the contamination of aflatoxin producing fungus. – *International Crop Science* 4: 253-253.
- Koc, I., Yardim, E. N., Akca, M. O., Namli, A. 2018. Impact of pesticides and wood vinegar, used in wheat agro-ecosystems, on the soil enzyme activities. – *Fresenius Environmental Bulletin* 27(4): 2442-2448.

- Lee, S., Ahn, B., Cho, S. 2010. Antimicrobial activities of wood vinegar and application as natural fungicides and food preservatives. *Mokchae Konghak Journal of the Korean Wood Science and Technology* 38(4): 341-348.
- Marumoto, S., Yamamoto, S.P., Nishimura, H., Onomoto, K., Yatagai, M., Yazaki, K., Fujita, T., Watanabe, T. 2012. Identification of a Germicidal Compound against Picornavirus in Bamboo Pyroligneous Acid. *J. Agric. Food Chem.*, 60, 9106–9111.
- Mathew, S., Zakaria, Z.A. 2015. Pyroligneous Acid The Smoky Acidic Liquid from Plant Biomass. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 99, 611–622.
- Mu, J., Yu, Z.M., Wu, W.Q., Wu, Q.L. 2006. Preliminary study of application effect of bamboo vinegar on vegetable growth. *Forestry Studies in China* 8(3):43-47
- Mungkunkamchao, T., Kesmla, T., Pimratch, S., Toomsan, B., Jothityangkoon, D. 2013. Wood vinegar and fermented bioextracts Natural products to enhance growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientia Horticulturae*, 154, 66–72.
- Nibalvos, A.V.G., Nibalvos, C.H.T., 2021. Growth effect of the different ratios of wood vinegar on Brassica juncea. *American Journal of Agricultural Science, Engineering and Technology*, 5(2): 339-350.
- Ofoe, R., Qin, D., Gunupuru, L. R., Thomas, R. H., & Abbey, L. 2022. Effect of pyroligneous acid on the productivity and nutritional quality of greenhouse tomato. *Plants*, 11(13), 1650.
20. Ofoe, R., Mousavi, S.M.N., Raymond H.T., Abbey L. 2024. Foliar application of pyroligneous acid acts synergistically with fertilizer to improve the productivity and phytochemical properties of greenhouse-grown tomato. *Scientific Reports*. 14:1934
21. Oramahi, H.A., Yoshimura, T. 2013. Antifungal and Antitermitic Activities of Wood Vinegar from *Vitex pubescens* Vahl. *J. Wood Sci.*, 59, 344–350.
22. Ölmez, M., Büyük, F., Şahin, T., Büyük, E., 2020. The effect of wood vinegar on nutritional value and fermentation of grass silage. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 5(3): 90- 95.
- Pan, X., Zhang, Y., Wang, X., Liu, G. 2017. Effect of adding biochar with wood vinegar on the growth of cucumber. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 61 012149
- Qiaozhi, M., Zhong, Z., XiHan, M.. 2009. Preparation, toxicity and components analysis of apricot branch wood vinegar. *J. Northwest Agr & For Uni. Nat. Sci.* 37(10): 91-96.
- Rochelle, C. O., Yolanda, C. M. 2023. Biofungicide potential of wood vinegar against anthracnose of bell pepper (*Capsicum annum* L.) caused by *Colletotrichum* spp. *Annals of Tropical Research* 45(2): 63-78.
26. Saberi, M., Sarpeleh, A., Askary, H., Rafiei, F. 2013. The effectiveness of wood vinegar in controlling *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia sclerotiorum* in greenhouse-cucumber. *Int J Agric Res Nat Res* 1(4): 38-43.



- Sharma, N., Singhvi, R. 2017. Effects of chemical fertilizers and pesticides on human health and environment: A review. *Int. J. Environ. Agric. Biotech.*, 10, 675–680.
- Shan, X., Liu, X., Zhang, Q. 2018. Impacts of adding different components of wood vinegar on rape (*Brassica napus L.*) seed germination. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 128 012183.
- Sindhu, M., Zakaria, Z.A, Fashya Nur, M. A. 2015. *Antioxidant property and chemical profile of pyroligneous acid from pineapple plant waste biomass*. *Process Biochemistry*, 50 (11). pp. 1985-1992. ISSN 1359-5113
- Shi, Z. Y. 2003. The effects of wood vinegar on soil microorganisms and growth of vegetable seedlings. M. S. Thesis, China Agricultural University (People's Republic of China), China.
- Vaneekhaute, C., Meers, E., Michels, E., Buysse, J., Tack, F.M.G. 2013. Ecological and economic benefits of the application of bio-based mineral fertilizers in modern agriculture. *Biomass Bioenergy*, 49, 239–248.
- Vannini, A., Fedeli, R., Guarnieri, M., Loppi, S. 2022. Foliar application of wood distillate alleviates ozone-induced damage in lettuce (*Lactuca sativa L.*). *Toxics*, 10(4), 178.
- Velmurugan, N., Chun, S. S., Han, S. S., Lee, Y. S. 2009. Characterization of chikusaku-eki and mokusaku-eki and its inhibitory effect on sapstaining fungal growth in laboratory scale. *International Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 6, No.1, pp. 13-22.
- Wang, M.F., Jiang, E.C., Xiong, L.M., Xu, X.W., Zhao, C., Wang, G., Ma, Q. 2013. Components Characteristics of Wood Vinegar from Rice Husk Continuous Pyrolysis and Catalytic Cracking. *Appl. Mech. Mater.*, 291–294, 368–374.
- Wei, Q., Ma, X., Dong, J. 2010. Preparation, chemical constituents and antimicrobial activity of pyroligneous acids from walnut tree branches. *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 87, 24–28.
- Yarsan E, Çevik A 2007. Vektör Mücadelesinde Biyopestisitler. *Türk Hijyen Ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 64(1): 61-70.
- Yarşı, G. 2023. Effects of seaweed fertilizer and wood vinegar on nutrient uptake, plant growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus L.*) grown in a greenhouse. *Journal of Elementology*, 28(4), 937-948.
- Yatagai, M., Nishimoto, M., Hori, K., Ohira, T., Shibata, A. 2002. Termiticidal activity of wood vinegar, its components and their homologues. *J. Wood Sci.* 48: 338-342.
- Yuan, Y., Kong, Q., Zheng, Y., Zheng, H., Liu, Y., Cheng, Y., Zhang, X., Li, Z., You, X., Li, Y. 2022. Co-application of biochar and pyroligneous acid improved peanut production and nutritional quality in a coastal soil. *Environmental Technology & Innovation*, 28, 102886.

- Zhou, H., Fu, K., Shen, Y., Li, R., Su, Y., Deng, Y., Xia, Y., Zhang, N. 2024. Physiological and Biochemical Mechanisms of Wood Vinegar- Induced Stress Response against Tomato Fusarium Wilt Disease. *Plants*, 13, 157.
- Zheng, H., Sun, C., Hou, X., Wu, M., Yao, Y., Li, F. 2018. Pyrolysis of *Arundo donax* L. to Produce Pyrolytic Vinegar and Its Effect on the Growth of Dinoflagellate *Karenia Brevis*. *Bioresour. Technol.*, 247, 273–281.
- Zhou, C., Lang, Y., Zhou, C. 2011. Study on application effects of pyroligneous liquid on tomato. *Heilongjiang Agric. Sci.*, 3. 31.
- Zhou, C., Zhou, C.Y., Xu, T., Wu, L.L., Tan, K.F., Xu, J., Chai, L.L. 2013. Effect of wood vinegar on eggplant in greenhouse. *Heilongjiang Agric. Sci.*, 4

# BÖLÜM 16

## ABIYOTİK VE BİYOTİK STRESLERE TOLERANS İÇİN CAPSİCUM GENOMUNDA TANIMLANAN GENLER/KANTİTATİF ÖZELLİK LOKUSLARI VE İLİŞKİLİ MOLEKÜLER MEKANİZMALAR

*Tuğçe ÖZSAN KILIÇ<sup>1</sup>*

*Ahmet Naci ONUS<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Doç. Dr., ORCID ID<sup>1</sup>: 0000-0002-3265-6886, e-mail: tugceozsan@akdeniz.edu.tr

<sup>2</sup> Prof. Dr., ORCID ID<sup>2</sup>: 0000-0001-8615-1480, e-mail: onus@akdeniz.edu.tr

<sup>1,2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

## GİRİŞ

Hem abiyotik hem de biyotik stresleri içeren çevresel stresler, bitkilerdeki farklı gelişim süreçleri üzerinde büyük etkilere sahiptir. Bu streslerin üstesinden gelmek için bitkiler farklı mekanizmalar geliştirmiştir. Biberde yaygın olarak görülen başlıca abiyotik stresler; kuraklık, üşüme, sıcak, tuzluluk ve donma stresleridir. Abiyotik stresin yanı sıra, birkaç patojen de biberde çeşitli hastalıklara neden olarak zarar verir. Örneğin, *Phytophthora capsici*, kök, sürgün, yaprak ve meyve gibi çeşitli bitki kısımlarında çürük oluşturup, hastalığına neden olur.

Yaprak lekesi (*Xanthomonas campestris*)'in neden olduğu viral hastalık (tütün mozaik virüsü (TMV), hıyar mozaik virüsü (CMV), domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV) gibi virüs hastalıkları da dahil olmak üzere diğer bazı hastalıklar da *Capsicum* bitkilerine ciddi şekilde zarar verir. Bu hastalıklar büyüme ve gelişmenin gecikmesine neden olur ve sonuçta meyvelerin verimini ve kalitesini düşürür.

Biberin de içinde bulunduğu yazlık ürün gruplarında düşük sıcaklık kök bölgesi için zararlıdır ve ozmotik stresten dolayı turgor kaybına neden olur (Islam ve ark. 2014). Moleküler düzeyde, kök bölgesindeki düşük sıcaklık, protein denatürasyonu, membran düzensizliği ve hasarı, reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini artırması, sitoplazma viskozitesinde değişiklik ve enzim aktivitesi gibi diğer bazı dengesizliklere yol açabilir (Janska ve ark., 2010; Krasensky ve Jonak, 2012). Bu anormallikler, farklı bitki büyüme ve gelişim süreçlerini etkiler ve erken yaşlanmaya, verimliliğin azalmasına, solmaya, kloroza, nekroza ve nihayetinde bitki ölümüne neden olabilir (Mahajan ve Tuteja, 2005). *Capsicum*'da, biyotik / abiyotik stresler nedeniyle meyve tutumu ve kalitesinde zayıflık meydana gelir ve bunun sonucunda önemli ekonomik kayıplar oluşur (Sanghera ve ark., 2011).

Stres altında çalışmak için bitki, farklı hücresel yapıları stabilize eden prolin, rafinoz ve glisin betain gibi yüksek düzeyde uyumlu ve çözünen maddeler üretir. Benzer şekilde, absisik asit (ABA) yolağının, özellikle kuraklık ve ozmotik streste abiyotik streslere karşı tolerans sağladığı yaygın olarak bilinmektedir. Endojen ABA'nın kullanılabilirliği, rd22 geninin ekspresyonu için gerekli olan ABA'ya duyarlı eleman (ABRE) ve MYC / MYB sistemlerinin işlevsel hale gelmesiyle gerçekleşir (Abe ve ark., 1997). MYC ve MYB genlerini kodlayan diziler, ABA ve rd22'nin kuraklığa duyarlı ifadesi için gereklidir. Ayrıca, NAC transkripsiyon faktörleri (toleransı artırmak için AP2 domaini içerir) ayrıca kuraklık stresi altında ve endojen ABA varlığında indüklenir.

Soğuğa toleranslı bir çeşit, yapraklarda köklere göre daha fazla karbon / nitrojen oranı sergiler ve köklerde daha yüksek düzeyde c-aminobutirik asit (GABA), prolin, galaktinol ve rafinoz (stresle ilişkili) bulunur (Aidoo ve ark., 2017).

Burada *Capsicum*'da abiyotik ve biyotik stres toleransında yer alan önemli genlerin işlevsel rolünün tanımlanması ve karakterizasyonunda ve daha sonra abiyotik ve biyotik stres sinyal yolları arasındaki ilişkiyi açıklayan bazı araştırmalar hakkında bilgi verilmiştir.

### ***Capsicum* Genomunda Abiyotik Stres Toleransı için Tanımlanan Genler ve İlişkili Moleküler Mekanizma**

Abiyotik stres toleransı karmaşık bir mekanizma içerir. Bazen birden fazla stres birlikte hareket eder ve bitkinin büyümesini etkiler. *Capsicum*'da, abiyotik streslere karşı önemli tolerans yolunda yer alan birkaç gen karakterize edilmiştir. Örneğin, Sheong ve Wang (2008), CaAbs1 geni tarafından kodlanan, C-terminalinde varsayılan bir çinko parmak proteini bulunan ve tuz stresinin erken safhasında ve soğuk stresi altında ise altı saat sonra yukarı regüle edilen bir proteini tanımlamışlardır. Ayrıca, oksidatif stres, metil viologen, hidrojen peroksit ve absisik aside yanıt olarak yapılan yukarı regülasyon, CaAbs1'in çoklu abiyotik stres tolerans mekanizmasında önemli bir rol oynadığını düşündürmüştür.

Abiyotik stresler sırasında, mitokondri, kloroplast ve peroksizomlarda oldukça toksik ROS (tek oksijen, süperoksitler ve peroksit) üretilir ve DNA, RNA, protein, lipid gibi hücresel bileşenlere zarar verebilir. Bu nedenle, belirli enzimatik veya enzimatik olmayan süpürücü sistemlerle acil detoksifikasyona ihtiyaç duyar (Apel ve Hirt, 2004). Önemli süpürücü sistemlerinden biri, metiyonin sülfoksiti tekrar metiyonine dönüştüren metiyonin sülfoksit redüktazları (MSR) içerir. Yapılan bir çalışmada *Capsicum* MSR-B2'nin (CaMSRB2) çeltikte de kuraklık stresine karşı tolerans sağladığı gösterilmiştir.

Transgenik çeltik (CaMSRB2) daha az oksidatif stres, artanverim seviyesi ve hayatta kalma oranı göstermiştir (Kim et al. 2014a, b). Ayrıca, CaMSRB2'nin klorofil sentezinde rol oynayan porfobilinojen deaminazı (PBGD) hedefleyebileceği de öne sürülmüştür.

Dehidrinler, bitkiye tolerans sağlamak için abiyotik strese yanıt olarak üretilen hidrofilik proteinlerdir. Dehidrin, C-terminalinde yüksek oranda korunmuş lizinden zengin amino asit sekansı (EKKGIMDKI-KEKLPK, K segmenti olarak da adlandırılır) ve serin tortuları (S segmenti) ve N terminalinde bir konsensüs sekansı (Y segmenti) içerir. SKn, soğuk stresine tepki olarak çoğunlukla bitki hücresinde biriken asidik dehidrinlerdir (Rorat, 2006). DHN24'ün (bir SK3 dehidrin) kuraklık ve soğuk stres altında floem hücrelerinde yukarı doğru düzenlenmiş olarak bulunmuştur (Szabala ve ark., 2014) ve kuraklık toleransında rol oynayabileceğini öne sürülmüştür. Benzer şekilde, DHN3'ün soğuk ve tuz stresleri ile ilişkili olduğu da bulunmuştur (Jing ve ark., 2016).

Otofaji zarar görmüş ve denatüre proteinin bozulması yoluyla stres toleransında hayati bir rol oynar ve böylece toksik seviyeyi düşürür. *Capsicum*'da,

tuz, kuraklık, ısı ve soğuk gibi abiyotik stresler sırasında yukarı regüle edilen CaATG olarak adlandırılan 15 otofajiye bağlı gen (ATG) tanımlanmıştır. Yüksek sıcaklık stresi sırasında, CaATG genleri, ısıya duyarlı genotipe göre ısıya dayanıklı genotipte daha yüksek ekspresyona sahip olmuştur. CaATG'lerin HSP90 ailesinin ısı şoku proteinleri ile etkileştiği de bulunmuştur (Zhai ve ark., 2016).

### **Abiyotik Stres Toleransı Sırasında Ubikitin Genlerinin Rolü**

Ubikitin, protein sınıflandırma, endositoz ve hormon sinyalizasyonu gibi çeşitli hücrel işlevlerin anahtar düzenleyicilerinden biridir ve çoğunlukla protein bozunması yoluyla işlev görür. Yüksek oranda korunmuş 76 amino aside sahip bir peptiddir. E1, E2 ve E3 adlı üç ana enzim, ubikitin yoluyla protein parçalanmasında rol oynar. E1 ubikitini aktive eder, E2 aktif ubikitin ile kompleks oluşturur ve hedef bölgeye bağlanır ve E3 izopeptid bağlarını katalize eder. Her iki tip E3 alt ünitesi de iyi karakterize edilmiş ve ayrı çalışmalarda *Capsicum*'da abiyotik stres toleransında rol oynadığı görülmüştür. Cho vd. (2006a, b) su stresi altındaki acı biberden U-box motifli (E3 aktivitesi için gerekli) varsayılan U-box protein 1 (CaPUB1) adlı bir peptidi izole etmişlerdir. CaPUB1'in kuraklık, tuzluluk ve soğuk stres gibi farklı abiyotik stres koşulları altında indüklendiği bulunmuştur. Transgenik Arabidopsis'te CaPUB1'in aşırı ekspresyonu, yabancı tipe göre daha uzun hipokotil ve kök, daha yüksek bitki büyüme oranı ve erken sapa kalkma göstermiştir. Bununla birlikte, kuraklık ve düşük sıcaklık gibi abiyotik stres koşulları altında, transgenik Arabidopsis bitkileri, CaPUB1 geninin abiyotik stres toleransının negatif bir düzenleyicisi olduğunu düşündüren yabancı tip bitkilerden daha yüksek hassasiyet göstermiştir. Benzer şekilde, çeltikte yapılan başka bir çalışmada, CaPUB1'in aşırı ekspresyonu kuraklık stresi altında aşırı duyarlılık gösterirken (Min ve ark., 2016); soğuk stresi altında, CaPUB1'in aşırı ekspresyonu, transgenik çeltiğe tolerans sağlamıştır. Dahası, DREB'ler ve sitokrom P450'yi içeren soğuk indükleyici markır genleri, CaPUB1'in soğuk stresinin pozitif bir düzenleyicisi olduğunu düşündüren yabancı tip bitkilerle karşılaştırıldığında aşırı ifade eden CaPUB1 çeltik hatlarında daha yüksek ifade göstermiştir. Öte yandan, SCF (Skp-Cullin-F-box) protein kompleksinin bir üyesi olan F-box proteininin (başka bir E3 alt birimi türü) de stres yanıtı sırasında gen regülasyonunda önemli bir rol oynadığı bulunmuştur (Chen ve ark., 2014). *Capsicum*'da, CaF-box geninin ağırlıklı olarak soğuk stresi ile birlikte tuz stresi sırasında ve ayrıca absisik asit (ABA) ve salisilik aside (SA) yanıt olarak farklı şekilde eksprese edildiği bulunmuştur.

### **Abiyotik Stres Sırasında Bitki Aquaporin Genlerinin Rolü**

Plazma zarı iç proteinleri (PIP'ler), suyun transmembran transferine izin veren ve zara bağlı olan proteinlerdir (Chaumont ve ark., 2001). Su geçişinin yanı sıra, PIP'lerin ayrıca çözünen maddelerin ve CO<sub>2</sub>'nin taşınmasında ve stomaların

açılması, hücre uzaması, tohum çimlenmesi ve olgunlaşma gibi diğer fizyolojik süreçlerde önemli rol oynadığı öne sürülmüştür (Forrest ve Bhave, 2007). Ayrıca aquaporinler bitkilerde, biyotik / abiyotik streslere karşı tolerans sağlanmasında da rol alır. *Capsicum*'da, soğuk ve tuz stresleri altında PIP-1'in (P70'den izole edilmiş) yukarı regülasyonu, bu streslere tolerans sağlamada rol oynayabileceği gösterilmiştir (Yin ve ark., 2015).

### **Abiyotik Stres Toleransında Transkripsiyon Faktörlerinin Rolü**

Transkripsiyon faktörleri hem hücre içi hem de hücre dışı olarak hücre sinyallemesinin anahtar düzenleyicileridir. Bitkilerde, abiyotik stres toleransında önemli rol oynayan çeşitli transkripsiyon faktörleri karakterize edilmiştir (Gahlaut ve ark., 2016). *Capsicum*'da ayrıca BAX inhibitör 1, WRKY, NAC, CAZFP1, bZIP benzeri, RAV, GRAS, Dof, ARF ve PF1 gibi çeşitli transkripsiyon faktörlerinin abiyotik stres toleransında rol oynadığı bulunmuştur.

### **BAX İnhibitörü 1**

Çevresel streslere yanıt olarak bitkiler, hasarlı hücreleri ortadan kaldırmak için programlanmış hücre ölümünü (PCD) takip eder. BCL2 ile ilişkili x proteinin (BAX), PCD'nin önemli düzenleyicisi olduğu ve BAX inhibitörü-1 (BI-1) aktivitesi ile dengelendiği bulunmuştur. *Capsicum*'da CaBI-1 klonlanmış ve soğuk, tuzluluk, kuraklık, su ve ağır metal stresleri gibi farklı abiyotik streslere yanıt olarak yukarı doğru düzenlendiği ve bu streslere karşı bitkilere tolerans sağladığı bulunmuştur (İsbat ve ark. 2009). CaBI-1'in işlev kaybı, hücre ölümünü artırır ve soğuk strese karşı daha duyarlılık gösterir.

### **7WRKY ve NAC Transkripsiyon Faktörü Genleri**

WRKY yüksek bitkilerdeki en büyük transkripsiyon faktör ailelerinden biridir. WRKY transkripsiyon faktörlerinin, stres toleransı dahil olmak üzere birçok biyolojik ve fizyolojik süreçte yer aldığı bulunmuştur. *Capsicum*'da (Cheng ve ark., 2016) toplam 61 WRKY geni (CaWRKY olarak adlandırılır) tanımlanmıştır. WRKY genlerinin çoğu (% 60) meyve dokularında ifade edilmektedir. Sıcaklık, tuzluluk ve kuraklık stresleri altında sırasıyla 26, 27 ve 14 WRKY geninin diferansiyel ekspresyonu, bu WRKY genlerinin abiyotik stres altında meyve gelişimine aktif katılımını ortaya çıkarmıştır. (Cheng ve ark., 2016).

NAC ayrıca bitkilerde stres toleransına dahil olan iyi karakterize edilmiş bir transkripsiyon faktör ailesidir; ancak bunlarla ilgili *Capsicum*'da sınırlı çalışma bulunmaktadır (Guo ve ark., 2015; Diao ve ark., 2018). Son zamanlarda, CaNAC2 *Capsicum*'da izole edilmiş olup (Guo ve ark., 2015) CaNAC2, 410 amino asidin uzun polipeptidini kodlayan N-terminalinde korunmuş NAC alanına sahiptir. Soğuk ve tuz streslerinden sonra uyarılmış CaNAC2 ekspresyonu, NAC2'nin stres mekanizmasına dahil olabileceğini ortaya koymuştur.

Fonksiyon kaybı mutantları, üşüme stresine karşı artan duyarlılık göstermiş ve tuzun neden olduğu yaprak klorofil bozulmasını geciktirmiştir. Son zamanlarda, 104 CaNAC geni tanımlanmış ve *Capsicum*'un 12 kromozomunun hepsine dağıldığı tespit edilmiştir (Diao ve ark., 2018). Abiyotik stres koşullarında, birkaç NAC geni farklı ifade göstermiştir. Örneğin, CaNAC72, ortalama 10 kat daha yüksek ekspresyon gösteren diğer 10 CaNAC geni ile birlikte tuz stresi uygulamalarında 600 kat artan ekspresyon göstermiştir. Benzer şekilde, sıcaklık stresi üzerine, toplam 10 NAC geninin (CaNAC13, CaNAC20, CaNAC27, CaNAC29, CaNAC35, CaNAC37, NAC53, CaNAC61, CaNAC72 ve CaNAC102) önemli ölçüde yukarı regüle edildiği bulunmuştur. Bununla birlikte CaNAC41 ve CaNAC86'in stres koşulu altında aşağı regüle edildiği bildirilmiştir. Ayrıca, kuraklık stresi altında, iki NAC geninin (CaNAC72 ve CaNAC79) 70 kattan fazla artan ekspresyonu, bu NAC genlerinin kuraklık stresinde rol oynadığını göstermektedir (Diao ve ark., 2018).

### **bZIP Transkripsiyon Faktörü Genleri**

Büyük bir TFs ailesi olan temel lösin fermuarı (bZIP), bir DNA bağlama alanı ve bir lösin fermuar dimerizasyon domaini içeren 40-80 amino asitten oluşmaktadır. Arabidopsis ve çeltikte, sırasıyla toplam 75 ve 89 bZIP TF'nin, biyotik ve abiyotik streslerin çoklu mekanizmalarının bitki gelişimi ve tohum olgunlaşmasında rol oynadığı bildirilmiştir (Muszynski ve ark., 2006). Grup A bZIP genlerinin (ABF'ler / AREB'ler) esas olarak kuraklık ve tuzluluk stresinde rol oynadığı bulunmuştur (Yoshida ve ark., 2010). *Capsicum*'da ise, CaBZ1'in tuz ve abiyotik strese dahil olduğu karakterize edilmiştir (Moon ve ark., 2015).

### **ERF / AP2-Tipi ve RAV Transkripsiyon Faktörü Genleri**

Biberde, Yi ve ark. (2004) soğuk toleransı için diğer ERF / AP2 tipi TF'ler gibi, CaPF1 de GCC ve CRT / DRE cis elemanlarına bağlanan bir ERF transkripsiyon faktör genini (CaPF1 olarak adlandırılır) karakterize etmişlerdir. Transgenik Arabidopsis'te üşüme stresi dahil olmak üzere farklı uygulamalarda daha yüksek CaPF1 ekspresyonu gözlemlenmiştir.

RAV (ABI3 / VP1 ile ilişkili), yeni bir DNA bağlayıcı protein transkripsiyon faktörleri grubudur ve iki farklı bitkiye özgü DNA bağlama domaini içerir; (i) N terminalinde AP2 / ERF DNA bağlama domain ve (ii) B3 C-terminalinde VP1 / ABI3'ün DNA bağlama domain (Kim ve ark., 2005; Sohn ve ark., 2006). Bir dizi AP2 / ERF alanını içeren proteinler (DREB'ler, Tsi1 ve CBF'ler gibi) ve VP1 / B3 DNA bağlayıcı proteinlerin (VP1, ABI3 ve ARF1) biyotik ve abiyotik strese bitki yanıtlarında rol oynadığı yaygın olarak bilinmektedir. (Gutterson and Reuber, 2004; Kasuga ve ark., 1999; Park ve ark., 2001; Kirsten ve ark., 1998). In *Capsicum*'da ise CaRAV1'in oksidoredüktaz proteini (CaOXR1) ile etkileşime girdiği ve Arabidopsis'te aşırı eksprese edilen (CaOXR1 / CaRAV1) hatlara ozmotik ve tuzluluk streslerine karşı aşırı tolerans sağladığı bulunmuştur (Lee ve ark., 2010).



## Oksine Duyarlı Faktörler (ARF'ler) ve DNA Bağlayan Bir Çinko Parmak (DoF) Transkripsiyon Faktörü Genleri

*Capsicum*'da 22 CaARF geni tanımlanmıştır (Yu ve ark., 2017). Bu genler altı küme halinde gruplandırılır ve 12 *Capsicum* kromozomunun tamamına dağılmışlardır. CaARF'lerin çoğu, tuzluluk, soğuk ve sıcaklık stresleri gibi abiyotik stresler altında farklı ekspresyon göstermişlerdir. Tuzluluk stresi altında, sırasıyla dokuz ve on CaARF yukarı ve aşağı yönlü regüle edilmiştir. Soğuk stres altında, CaARF'lerin ekspresyonu farklı dokularda farklılık gösterir; örneğin, CaARF11'in ekspresyonu sürgünde yukarı regüle edilir ama ekspresyonu aynı zamanda kökte azalır. Benzer şekilde, 11 CaARF'nin sıcaklık stresi koşulu altında diferansiyel ifadesi, bu CaARF'lerin sıcaklık stresi toleransına dahil olabileceğini düşündürmüştür (Yu ve ark., 2017). Benzer şekilde, *Capsicum*'da 33 CaDoF tanımlanmıştır (Wu ve ark., 2016) ve 11 *Capsicum* kromozomuna (Kromozom 7 hariç) dağıtıldığı bulunmuştur. Birkaç CaDoF, sıcaklık ve tuzluluk dahil olmak üzere iki stres altında önemli düzeyde ifade (gen ekspresyonu) göstermiştir (Wu ve ark., 2016).

### Biyotik Stres Toleransında Yer Alan Genler

*Capsicum*'da, bakteriler, virüsler ve nematodlar gibi biyotik streslere karşı tolerans sağlamada hayati bir rol oynayan birkaç gen karakterize edilmiştir. *X. campestris* adı verilen bakteriler, *Capsicum*'da yaprak yanıklığı hastalığına neden olur. Choi ve ark. (2007) bu hastalığa karşı tolerans sağlamak için bir CaPO2 geni tanımlamışlardır. Bir knock-down mutanı CaPO2, *Xanthomonas*'a karşı artan duyarlılık göstermiştir. Benzer şekilde, CaMLO2'nin de *Xanthomonas*'a karşı direnç gösterdiğini de bildirmiştir (Kim ve Hwang, 2012; Zheng ve ark., 2013). Benzer şekilde, lipoksijenaz ile ilgili bir genin (CaLOX1) *Pseudomonas syringae*'ye karşı tolerans sağladığı bulunmuştur (Hwang ve Hwang, 2010). *P. capsici*, *Capsicum* için çürük hastalığına neden olan en zararlı bakterilerden biridir. *Capsicum*'da CaMSrB2 adı verilen reaktif oksijen türleri (ROS) üretimi ile ilgili bir gen, bu hastalığa karşı direnç sağlamak için karakterize edilmiştir (Oh ve ark., 2010). Benzer şekilde, CaRGA2 ve Ipcr'in (hastalık direnci inhibitörü) de *P. capsici*'ye karşı direnç sağladığı bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2013; Reeves ve ark., 2013).

Benzer şekilde, hıyar mozaik virüsü (cmv11.1), tütün mozaik virüsü (TMV), patates virüsü Y (PVY) ve potivirüsler [damarlı benekli virüsü (PVMV) dahil olmak üzere, viral hastalıklara karşı toleransa dahil olan birkaç genin de dahil olduğu bildirilmiştir.

### Abiyotik ve Biyotik Stres Yanıtları Arasındaki Crosstalk

Abiyotik ve biyotik streslere karşı bitki savunmasında yer alan sinyal yolları, transkripsiyonel faktörlerin katılımı, ROS, sinyal yolları (kalsiyum sinyali, ABA sinyali, jasmonik asit sinyali ve mitojenle aktive edilen protein kas-

kadrları gibi bazı ortak modüllerini paylaşmaktadır (Moller ve ark., 2007; Wong and Shi- mamoto, 2009; Ton ve ark., 2009; Fonseca ve ark., 2009; Pitzschke ve ark., 2009; Walley and Dehesh, 2010; Galon ve ark., 2010). Bazı mekanizmalar bitkilerin bu karşılıklı sinyal iletişimi aracılığıyla abiyotik / biyotik stresleri içeren değişen bir ortama hızlı bir şekilde adapte olmalarına yardımcı olur (Fujita ve ark., 2006; Atkinson ve Urwin, 2012).

Bitkide, abiyotik (ABA) ve biyotik (SA, JA ve etilen) stresler dahil olmak üzere savunma yollarında birkaç hormon rol oynar. Ayrıca, ABA'nın biyotik streslere karşı toleransta rol oynadığı ve bu hormonun farklı sinyal yolları arasında bir bir karşılıklı iletişim oluşturmasını sağladığı bulunmuştur (Fujita ve ark., 2006; Yasuda ve ark., 2008; Lim ve Lee, 2014).

*Capsicum*'da CaMLO2'in stres koşulları altında transkripsiyonel olarak indüklediği (Kim ve Hwang, 2012) ve ABA uygulaması ve kuraklık altında yukarı regüle edildiği bulunmuştur. Arabidopsis'te CaMLO2 geninin aşırı ekspresyonu çimlenme ve fide büyüme aşamalarında ABA'ya karşı duyarlılığı azaltmaktadır. Wİde edile bu sonuçlar, CaMLO2 yoluyla ABA sinyallemesinin kuraklık stresini düzenleyebileceğini göstermektedir (Lim ve Lee, 2014).

Son zamanlarda *Capsicum*'da, abiyotik (CaMPK1 ve CaMPK3; tuzluluk ve sıcaklık) ve biyotik strese (CaMPK4; *Ralstonia solanacearum* enfeksiyonu) yanıt olarak MAPK kaskadının rol oynadığı da bildirilmiştir (Liu ve ark., 2015). Abiyotik ve biyotik stresler sırasında sinyallemede yer alan bir diğer önemli oyuncu ROS'tur (Fujita ve ark., 2006; Ton ve ark., 2009; Atkinson ve Urwin, 2012; Baxter ve ark., 2014). ROS'un sinyalleşme ağı bitkiler arasında büyük ölçüde korunur ve bitki büyümesi, gelişimi ve biyotik ve / veya abiyotik streslere yanıtlar gibi çeşitli biyolojik süreçleri düzenler (Mittler ve ark., 2011; Baxter ve ark., 2014). Farklı stres türleri sırasında, ROS farklı şekilde çalışmaktadır. Genel olarak, ROS konsantrasyonu, çeşitli abiyotik stres koşulları, yani kuraklık, ısı ve tuzluluk stresleri sırasında ve hücre hasarını en aza indirmek için patojen enfeksiyonunu indükler (Apel ve Hirt, 2004; Mittler ve Blumwald, 2010). Ayrıca, belirli TF'ler, çeşitli stres türlerine yanıt olarak ROS temizleme mekanizmalarını entegre eder. Arabidopsis çinko parmak TF, ZAT12 bitkilerdeki H2O2 seviyelerini düzenler ve transkriptleri, yaralanma, abiyotik ve biyotik streslerle indüklenir. Ayrıca, aşağı akış gen askorbat peroksidazının (APX1) ekspresyonunu indükler ve aşırı eksprese edildiğinde oksidatif stres, donma ve yüksek ışığa tolerans kazandırır (Davletova ve ark., 2005; Vogel ve ark., 2005; Fujita ve ark., 2006). *Capsicum*'da, CaMSrB2 olarak bilinen ROS üretimi ile ilgili bir gen, *P. capsici* hastalığına karşı direnç sağlamak için karakterize edilmiştir (Oh ve ark., 2010). Bazı bulgular, ROS sinyallemesinin, biyotik ve abiyotik strese duyarlı gen ekspresyonu arasındaki karşılıklı sinyalleşmeye aracılık edebileceğini düşündürmektedir. Ayrıca *Capsicum*'da, bir AP2 / ERF TF geni RFP1'in ozmotik stres ve patojen savunmasında rol oynadığı bulunmuştur (Hong ve ark., 2007; Asselbergh ve ark., 2008). Dahası, WRKY ve DREB TF'ler, *Capsi-*

*cum* dahil birçok bitki türünde biyotik ve abiyotik streslere karşı savunmada kilit rol oynadığı bildirilmiştir (Qiu ve Yu, 2009; Tsutsui ve ark., 2009; Peng ve ark., 2011; Cheng ve ark., 2016).

### ***Capsicum* Genomunda Abiyotik / Biyotik Stresler için QTL Haritalaması**

QTL haritalama, kantitatif özelliklerle, özellikle karmaşık özelliklerle ilişkili genomik lokusları tanımlamak için yaygın olarak bilinen bir yaklaşımdır. Buğday, çeltik, mısır ve domates gibi ürünlerde, sıcaklık, kuraklık ve soğuk dahil olmak üzere abiyotik stres toleransı için bir dizi QTL tanımlanmıştır. Ancak *Capsicum*'da abiyotik stres toleransı için QTL haritalama çalışması mevcut değildir ve QTL haritalama çalışmalarının çoğu keskinlik, renk, şekil gibi meyve özellikleri ve diğer önemli agronomik özelliklere odaklanmıştır (Chhapekar ve ark., 2018). RAPD'den SNP'lere kadar farklı markör sistemleri kullanılarak, virüs, mantar, bakteri ve nematodların neden olduğu birçok biyotik stres için birkaç QTL rapor edilmiştir. Örneğin Liu ve ark. (2014) tarafından, kromozom 5 üzerindeki *Phytophthora* direnci için majör bir gen tanımlanmıştır.

### **Abiyotik / Biyotik Stres Toleransında Bitki Endofitlerinin Rolü**

Bitki endofitleri esas olarak bitki dokularında semptomatik olarak bulunan bakterilerden oluşur ve herhangi bir görünür enfeksiyona neden olmaz. Bu endofitler esas olarak hücreler arası boşluklarda ve ayrıca vasküler dokularda bulunur. Kök, gövde, yapraklar ve tohum gibi farklı bitki organlarından bir dizi bakteri türü izole edilmiştir. Stres koşulları altında (abiyotik / biyotik), endofitlerin strese karşı konağa tolerans sağladığı bulunmuştur. Örneğin, bazı bakterilerin stres koşullarında nitrojen bağlaması yoluyla daha iyi beslenme sağladığı bulunmuştur (Vessey 2003). Dahası, indoleasetik asit ve sitokinin üretimi yoluyla endofitler, abiyotik / biyotik stres koşullarında bile daha iyi büyüme sağladığı bildirilmiştir (Beyeler ve ark., 1999; Timmusk ve ark., 1999).

Etilen, abiyotik / biyotik stresler altında önemli bir sinyal molekülüdür ve yüksek düzeyde etilen, meyve olgunlaşması dışında bitki büyümesi için zararlı bulunabilmektedir (Czarny ve ark., 2006) Temel olarak, metiyonin, etilen üretimi için öncü görevi görür ve metiyonin-S adenosil L metiyonin-1-aminosiklopropan 1-karboksilik asit (ACC) -etilen yoluyla dönüştürülür. *Capsicum*'da bazı rizosfer bakterileri, ACC molekülünü parçalayan ve nihayetinde stres koşullarında etilen ürününü kontrol eden deaminaz aktivitesine sahip enzimler ürettiği bildirilmiştir (Mayak ve ark., 2004). Başka bir çalışmada (Sziderics ve ark. 2007), *Capsicum*'dan izole edilen beş bakteri suşundan dördünün indolasetik asit ürettiği ve böylece ozmotik stres koşullarında daha iyi büyüme sağladığı bulunmuştur. Daha iyi büyümenin yanı sıra, bu türlerin ozmotik basıncın ve prolin içeriğinin düzenlenmesinde de rol oynadığı bildirilmiştir. İki azotobacter suşunun (EZB4 ve EZB8), abiyotik stresler altında iki stres indüklenbilir gen CaACCO ve CaLTPI ekspresyonunu azalttığı tespit edilmiştir (Sziderics ve ark., 2007).

## REFERANSLAR

- Abe H, Yamaguchi-Shinozaki K, Urao T, Tiwasaki T, Hosokawa D, Shinozaki K (1997). Role of Arabidopsis MYC and MYB homologs in drought- and abscisic acid regulated gene expression. *Plant Cell* 9:1859–1868
- Abe H, Urao T, Ito T, Seki M, Shinozaki K, Yamaguchi-Shinozaki K (2003). Arabidopsis AtMYC2 (bHLH) and AtMYB2 (MYB) function as transcriptional activators in abscisic acid signaling. *Plant Cell* 15:63–78
- Aidoo MK, Sherman T, Lazarovitch N, Fait A, Rachmilevitch S (2017). A bell pepper cultivar tolerant to chilling enhanced nitrogen allocation and stress-related metabolite accumulation in the roots in response to low root-zone temperature. *Physiol Plant* 161:196–210
- Ali M, Luo D-X, Khan A, Haq S ul, Gai W-X, Zhang H-X, Cheng G-X, Muhammad I, Gong Z-H (2018). Classification and genome-wide analysis of chitin-binding proteins gene family in pepper (*Capsicum annuum* L.) and transcriptional regulation to *Phytophthora capsici*, abiotic stresses and hormonal applications. *Intl J Mol Sci* 19. <https://doi.org/10.3390/ijms19082216>
- Anderson JP, Badruzsaufari E, Schenk PM, Manners JM, Desmond OJ, Ehlert C, Maclean DJ, Ebert PR, Kazan K (2004). Antagonistic interaction between abscisic acid and jasmonate-ethylene signaling pathways modulates defense gene expression and disease resistance in Arabidopsis. *Plant Cell* 16:3460–3479
- Apel K, Hirt H (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annu Rev Plant Biol* 55:373–399
- Asselbergh B, Achuo AE, Hofte M, Van Gijsegem F (2008). Abscisic acid deficiency leads to rapid activation of tomato defence responses upon infection with *Erwinia chrysanthemi*. *Mol Plant Pathol* 9:11–24
- Atkinson NJ, Urwin PE (2012). The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. *J Exp Bot* 63:3523–3544
- Audenaert K, De Meyer GB, Hofte MM (2002). Abscisic acid determines basal susceptibility of tomato to *Botrytis cinerea* and suppresses salicylic acid-dependent signaling mechanisms. *Plant Physiol* 128:491–501
- Baek W, Lim S, Lee SC (2016). Identification and functional characterization of the pepper CaDRT1 gene involved in the ABA-mediated drought stress response. *Plant Mol Biol* 91:149–160
- Banerjee A, Dutta R, Roy S, Ngachan SV (2014). First report of chilli veinal mottle virus in Naga chilli (*Capsicum chinense*) in Meghalaya, India. *Virus Dis* 25:142–143
- Barbary A, Djian-Caporalino C, Marteu N, Fazari A, Caromel B, Castagnone-Sereno P, Palloix A (2016). Plant genetic background increasing the efficiency and durability of major resistance genes to root-knot nematodes can be resolved into a few resistance QTLs. *Front Plant Sci* 7:632

- Baxter A, Mittler R, Suzuki N (2014). ROS as key players in plant stress signalling. *J Exp Bot* 65:1229–1240
- Ben-Chaim A, Grube RC, Lapidot M, Jahn M, Paran I (2001). Identification of quantitative trait loci associated with resistance to cucumber mosaic virus in *Capsicum annuum*. *Theor Appl Genet* 102:1213–1220
- Beyeler M, Keel C, Michaux P, Haas D (1999). Enhanced production of indole-3-acetic acid by a genetically modified strain of *Pseudomonas fluorescens* CHA0 affects root growth of cucumber, but does not improve protection of the plant against *Pythium* root rot. *FEMS Microbiol Ecol* 28:225–233
- Caranta C, Pflieger S, Lefebvre V, Daubèze AM, Thabuis A, Palloix A (2002). QTLs involved in the restriction of cucumber mosaic virus (CMV) long-distance movement in pepper. *Theor Appl Genet* 104:586–591
- Chaumont F, Barrieu F, Wojcik E, Chrispeels MJ, Jung R (2001). Aquaporins constitute a large and highly divergent protein family in maize. *Plant Physiol* 125:1206–1215
- Chen RG, Li HX, Zhang LY, Zhang JH, Xiao JH, Ye ZB (2007). CaMi, a root-knot nematode resistance gene from hot pepper (*Capsicum annuum* L.) confers nematode resistance in tomato. *Plant Cell Rep* 26:895–905
- Chen R, Guo W, Yin Y, Gong Z-H (2014). A novel F-Box protein CaF-box is involved in responses to plant hormones and abiotic stress in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Intl J Mol Sci* 15:2413–2430
- Cheng Y, Ahammed GJ, Yu J, Yao Z, Ruan M, Ye Q, Li Z, Wang R, Feng K, Zhou G, Yang Y, Diao W, Wan H (2016). Putative WRKYs associated with regulation of fruit ripening revealed by detailed expression analysis of the WRKY gene family in pepper. *Sci Rep* 6:39000
- Chhapekar SS, Jaiswal V, Ahmad I, Gaur R, Ramchiary N (2018). Progress and prospects in *Capsicum* breeding for biotic and abiotic stresses. In: Vats S (ed) *Biotic and abiotic stress tolerance in plants*. Springer Nature, Singapore, pp 279–322
- Cho SK, Chung HS, Ryu MY, Park MJ, Lee MM, Bahk Y-Y, Kim J, Pai HS, Kim WT (2006a). Heterologous expression and molecular and cellular characterization of CaPUB1 encoding a hot pepper U-Box E3 ubiquitin ligase homolog. *Plant Physiol* 142:1664–1682
- Cho SK, Kim JE, Park J-A, Eom TJ, Kim WT (2006b). Constitutive expression of abiotic stress-inducible hot pepper CaXTH3, which encodes a xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase homolog, improves drought and salt tolerance in transgenic *Arabidopsis* plants. *FEBS Lett* 580:3136–3144
- Choi HW, Hwang BK (2012). The pepper extracellular peroxidase CaPO2 is required for salt, drought and oxidative stress tolerance as well as resistance to fungal pathogens. *Planta* 235:1369–1382
- Choi HW, Kim YJ, Lee SC, Hong JK, Hwang BK (2007). Hydrogen peroxide generation by the pepper extracellular peroxidase CaPO<sub>2</sub> activates local and systemic cell death and defence response to bacterial pathogens. *Plant Physiol* 145:890–904

- Choi JY, Seo YS, Kim SJ, Kim WT, Shin JS (2011). Constitutive expression of CaXTH3, a hot pepper xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase, enhanced tolerance to salt and drought stresses without phenotypic defects in tomato plants (*Solanum lycopersicum* cv. Dotaerang). *Plant Cell Rep* 30:867–877
- Czarny JC, Grichko VP, Glick BR (2006). Genetic modulation of ethylene biosynthesis and signaling in plants. *Biotechnol Adv* 24:410–419
- Davletova S, Rizhsky L, Liang H, Shengqiang Z, Oliver DJ, Coutu J, Shulaev V, Schlauch K, Mittler R (2005). CYTOSOLIC ASCORBATE PEROXIDASE 1 is a central component of the reactive oxygen gene network of Arabidopsis. *Plant Cell* 17:268–281
- Diao W, Snyder JC, Wang S, Liu J, Pan B, Guo G, Ge W, Dawood MHS (2018). Genome-wide analyses of the NAC transcription factor gene family in pepper (*Capsicum annuum* L.): chromosome location, phylogeny, structure, expression patterns, cis-elements in the promoter, and interaction network. *Intl J Mol Sci* 19. <https://doi.org/10.3390/ijms19041028>
- Djian-Caporalino C, Pijarowski L, Januel A, Lefebvre V, Daubeze A, Palloix A, Dalmaso A, Abad P (1999). Spectrum of resistance to root-knot nematodes and inheritance of heat stable resistance in pepper (*Capsicum annuum* L.) *Theor Appl Genet* 99:496–502
- Djian-Caporalino C, Pijarowski L, Fazari A et al (2001). High-resolution genetic mapping of the pepper (*Capsicum annuum* L.) resistance loci Me3 and Me4 conferring heat-stable resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* Spp.) *Theor Appl Genet* 103:592–600
- Djian-Caporalino C, Fazari A, Arguel MJ et al (2007). Root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) Me resistance genes in pepper (*Capsicum annuum* L.) are clustered on the P9 chromosome. *Theor Appl Genet* 114:473–486
- Dubos C, Stracke R, Grotewold E, Weisshaar B, Martin C, Lepiniec L (2010). MYB transcription factors in Arabidopsis. *Trend Plant Sci* 15:573–581
- Fazari A, Palloix WL, Hua YM, Sage-Palloix AM, Zhang BX, Djian-Caporalino C (2012). The root-knot nematode resistance N-gene co-localizes in the Me-genes cluster on the pepper (*Capsicum annuum* L.) P9 chromosome. *Plant Breed* 131:665–673
- Fonseca S, Chico JM, Solano R (2009). The jasmonate pathway: the ligand, the receptor and the core signalling module. *Curr Opin Plant Biol* 12:539–547
- Forrest KL, Bhave M (2007). Major intrinsic proteins (MIPs) in plants: a complex gene family with major impacts on plant phenotype. *Funct Integ Genom* 7:263
- Fujita M, Fujita Y, Maruyama K, Seki M, Hiratsu K, Ohme-Takagi M, Tran LSP, Yamaguchi-Shinozaki K, Shinozaki K (2004). A dehydration-induced NAC protein, RD26, is involved in a novel ABA-dependent stress-signaling pathway. *Plant J* 39:863–876
- Fujita M, Futija Y, Noutoshi Y, Takahashi F, Narusaka Y, Yamaguchi-Shinozaki K, Shi-

- nozaki K (2006). Cross-talk between abiotic and biotic stress responses: a current view from the points of convergence in the stress signaling networks. *Curr Opin Plant Biol* 9: 436–442
- Gahlaut V, Jaiswal V, Kumar A, Gupta PK (2016). Transcription factors involved in drought tolerance and their possible role in developing drought tolerant cultivars with emphasis on wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor Appl Genet* 129:2019–2042
- Galon Y, Finkler A, Fromm H (2010). Calcium-regulated transcription in plants. *Mol Plant* 3:653–669
- Gao F, Chang F, Shen J, Shi F, Xie L, Zhan J (2014). Complete genome analysis of a novel recombinant isolate of potato virus Y from China. *Arch Virol* 159:3439–3442
- Guo W-L, Wang S-B, Chen R-G, Chen B-H, Du X-H, Yin Y-X, Gong Z-H, Zhang Y-Y (2015). Characterization and expression profile of CaNAC2 pepper gene. *Front Plant Sci* 6:755
- Guo G, Wang S, Liu J, Pan B, Diao W, Ge W, Gao C, Snyder JC (2017). Rapid identification of QTLs underlying resistance to cucumber mosaic virus in pepper (*Capsicum frutescens*). *Theor Appl Genet* 130:41–52
- Gutterson N, Reuber TL (2004). Regulation of disease resistance pathways by AP2/ERF transcription factors. *Curr Opin Plant Biol* 7:1–7
- Hong Truong HT, Kim JH, Cho MC, Chae SY, Lee HE (2013). Identification and development of molecular markers linked to Phytophthora root rot resistance in pepper (*Capsicum annuum* L.) *Eur J Plant Pathol* 135:289–297
- Hong JK, Choi HW, Hwang IS, Hwang BK (2007). Role of a novel pathogen-induced pepper C3-H-C4 type RING-finger protein gene, CaRFP1, in disease susceptibility and osmotic stress tolerance. *Plant Mol Biol* 63:571–588
- Hong JK, Choi HW, Hwang IS, Kim DS, Kim NH, Choi DS, Kim YJ, Hwang BK (2008). Function of a novel GDSL-type pepper lipase gene, CaGLIP1, in disease susceptibility and abiotic stress tolerance. *Planta* 227:539–558
- Hwang IS, Hwang BK (2010). The pepper 9-Lipoxygenase gene CaLOX1 functions in defense and cell death responses to microbial pathogens. *Plant Physiol* 152:948–967
- Hwang JN, Li J, Liu WY, An SJ, Cho H, Her NH, Yeom I, Kim D, Kang B (2009). Double mutations in eIF4E and eIFiso4E confer recessive resistance to Chilli Veinal mottle virus in pepper. *Mol Cells* 27:329–336
- Ichimura K, Mizoguchi T, Yoshida R, Yuasa T, Shinozaki K (2000). Various abiotic stresses rapidly activate Arabidopsis MAP kinases ATMPK4 and ATMPK6. *Plant J* 24:655–665
- Isbat M, Zeba N, Kim SR, Hong CB (2009). A BAX inhibitor-1 gene in *Capsicum annuum* is induced under various abiotic stresses and endows multi-tolerance in transgenic tobacco. *J Plant Physiol* 166:1685–1693
- Islam MM, Haque MS, Hossain MK, Hasan MM (2014). Diverse antioxidative effects

- in Pui vegetable (*Basella alba*) induced by high temperature stress. *Intl J Agron Agri Res* 5:135–147
- Janska A, Marsik P, Zelenkova S, Ovesna J (2010). Cold stress and acclimation: what is important for metabolic adjustment? *Plant Biol* 12:395–405
- Jiang CJ, Shimono M, Sugano S, Kojima M, Yazawa K, Yoshida R, Inoue H, Hayashi N, Sakakibara H, Takatsuji H (2010). Abscisic acid interacts antagonistically with salicylic acid signalling pathway in rice–Magnaporthe grisea interaction. *Mol Plant-Micr Interact* 23:791–798
- Jing H, Li C, Ma F, Ma J-H, Khan A, Wang X, Zhao L-Y, Gong Z-H, Chen R-G (2016). Genome-wide identification, expression diversification of dehydrin gene family and characterization of CaDHN3 in pepper (*Capsicum annuum* L.). *PLoS ONE* 11:e0161073
- Jonak C, Okresz L, Bogre L, Hirt H (2002). Complexity, cross talk and integration of plant MAP kinase signaling. *Curr Opin Plant Biol* 5:415–424
- Kang WH, Hoang NH, Yang HB et al (2010). Molecular mapping and characterization of a single dominant gene controlling CMV resistance in peppers (*Capsicum annuum* L.). *Theor Appl Genet* 120:1587–1596
- Kasuga M, Liu Q, Miura S, Yamaguchi-shinozaki K, Shinozaki K (1999). Improving plant drought, salt, and freezing tolerance by gene transfer of a single stress-inducible transcription factor. *Nat Biotechnol* 17:287–291
- Kim DS, Hwang BK (2012). The pepper MLO gene, CaMLO2, is involved in the susceptibility cell-death response and bacterial and oomycete proliferation. *Plant J* 72:843–855
- Kim DS, Hwang BK (2014). An important role of the pepper phenylalanine ammonialyase gene (PAL1) in salicylic acid-dependent signalling of the defence response to microbial pathogens. *J Exp Bot* 65:2295–2306
- Kim SH, Hong JK, Lee SC, Sohn KH, Jung HW, Hwang BK (2004). CAZFP1, Cys2/His2-type zinc-finger transcription factor gene functions as a pathogen-induced early-defense gene in *Capsicum annuum*. *Plant Mol Biol* 55:883–904
- Kim S-Y, Kim Y-C, Lee J-H, Oh S-K, Chung E, Lee S, Lee Y-H, Choi D, Park JM (2005). Identification of a CaRAV1 possessing an AP2/ERF and B3 DNA-binding domain from pepper leaves infected with *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* 8ra by differential display. *Biochim Biophys Acta* 1729: 141–146
- Kim H-J, Nahm S-H, Lee H-R, Yoon G-B, Kim K-T, Kang B-C, Choi D, Kweon OY, Cho M-C, Kwon J-K, Han J-H, Kim J-H, Park M, Ahn JH, Choi SH, Her NH, Sung J-H, Kim B-D (2008). BAC-derived markers converted from RFLP linked to *Phytophthora capsici* resistance in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Theor Appl Genet* 118:15–27
- Kim HJ, Han J-H, Kim S, Lee HR, Shin J-S, Kim J-H, Cho J, Kim YH, Lee HJ, Kim B-D, Choi D (2011). Trichome density of main stem is tightly linked to PepMoV resistance in chili pepper (*Capsicum annuum* L.). *Theor Appl Genet* 122:1051–1058



- Kim DS, Choi HW, Hwang BK (2014a). Pepper mildew resistance locus O interacts with pepper calmodulin and suppresses *Xanthomonas AvrBsT*-triggered cell death and defense responses. *Planta* 240:827–839
- Kim JS, Park H-M, Chae S, Lee T-H, Hwang D-J, Oh S-D, Park J-S, Song D-G, Pan C-H, Choi D, Kim Y-H, Nahm BH, Kim Y-K (2014b). A pepper MSRB2 gene confers drought tolerance in rice through the protection of chloroplast-targeted genes. *PLoS ONE* 9: e90588
- Kirsten R, Jaglo-ottosen SJ, Gilmour DG, Zarka OS, Thomashow MF (1998). Arabidopsis CBF1 overexpression induces COR genes and enhances freezing tolerance. *Science* 280:104–106
- Koga H, Dohi K, Mori M (2004). Abscisic acid and low temperatures suppress the whole plant-specific resistance reaction of rice plants to the infection of *Magnaporthe grisea*. *Physiol Mol Plant Pathol* 65:3–9
- Krasensky J, Jonak C (2012). Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. *J Exp Bot* 63:1593–1608
- Kusajima M, Yasuda M, Kawashima A, Nojiri H, Yamane H, Nakajima M, Akutsu K, Nakashita H (2010). Suppressive effect of abscisic acid on systemic acquired resistance in tobacco plants. *J Gen Plant Pathol* 76:161–167
- Lee SC, Choi HW, Hwang IS, Choi DS, Hwang BK (2006). Functional roles of the pepper pathogen-induced bZIP transcription factor, CABZIP1, in enhanced resistance to pathogen infection and environmental stresses. *Planta* 224:1209–1225
- Lee HK, Cho SK, Son O, Xu Z, Hwang I, Kim WT (2009). Drought stress-induced Rma1H1, a RING membrane-anchor E3 ubiquitin ligase homolog, regulates aquaporin levels via ubiquitination in transgenic Arabidopsis plants. *Plant Cell* 21:622–641
- Lee SC, Choi DS, Hwang IS, Hwang BK (2010). The pepper oxidoreductase CaOXR1 interacts with the transcription factor CaRAV1 and is required for salt and osmotic stress tolerance. *Plant Mol Biol* 73:409–424
- Lefebvre V, Daubèze A-M, Rouppe van der Voort J, Peleman J, Bardin M, Palloix A (2003). QTLs for resistance to powdery mildew in pepper under natural and artificial infections. *Theor Appl Genet* 107:661–666
- Li N, Yin Y, Wang F, Yao M (2018). Construction of a high-density genetic map and identification of QTLs for cucumber mosaic virus resistance in pepper (*Capsicum annuum* L.) using specific length amplified fragment sequencing (SLAF-seq). *Breed Sci* 68:233–241
- Lim CW, Lee SC (2014). Functional roles of the pepper MLO protein gene, CaMLO2, in abscisic acid signaling and drought sensitivity. *Plant Mol Biol* 85:1–10
- Lim CW, Han SW, Hwang IS, Kim DS, Hwang BK, Lee SC (2015a). The pepper lipoxygenase CaLOX1 plays a role in osmotic, drought and high salinity stress response. *Plant Cell Physiol* 56:930–942
- Lim CW, Hwang BK, Lee SC (2015b). Functional roles of the pepper RING finger

- protein gene, CaRING1, in abscisic acid signaling and dehydration tolerance. *Plant Mol Biol* 89:143–156
- Liu HX, Zhou XY, Dong N, Liu X, Zhang HY, Zhang ZY (2011). Expression of a wheat MYB gene in transgenic tobacco enhances resistance to *Ralstonia solanacearum*, and to drought and salt stresses. *Funct Integr Genom* 11:431–443
- Liu W-Y, Kang J-H, Jeong H-S, Choi H-J, Yang H-B, Kim K-T, Choi D, Choi GJ, Jahn M, Kang B-C (2014). Combined use of bulked segregant analysis and microarrays reveals SNP markers pinpointing a major QTL for resistance to *Phytophthora capsici* in pepper. *Theor Appl Genet* 127:2503–2513
- Liu Z, Shi L, Liu Y, Tang Q, Shen L, Yang S, Cai J, Yu H, Wang R, Wen J, Lin Y, Hu J, Liu C, Zhang Y, Mou S, He S (2015). Genome-wide identification and transcriptional expression analysis of mitogen-activated protein kinase and mitogen-activated protein kinase kinase genes in *Capsicum annuum*. *Front Plant Sci* 6:780
- Mahajan S, Tuteja N (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Arch Biochem Biophys* 444: 139–58
- Maharijaya A, Vosman B, Steenhuis-Broers G, Pelgrom K, Purwito A, Visser RGF, Voorrips RE (2015). QTL mapping of thrips resistance in pepper. *Theor Appl Genet* 128:1945–1956
- Mayak S, Tirosh T, Glick BR (2004). Plant growth-promoting bacteria that confer resistance to water stress in tomatoes and peppers. *Plant Sci* 166:525–530
- Mengiste T, Chen X, Salmeron J, Dietrich R (2003). The BOTRYTIS SUSCEPTIBLE1 gene encodes an R2R3MYB transcription factor protein that is required for biotic and abiotic stress responses in Arabidopsis. *Plant Cell* 15:2551–2565
- Min HJ, Jung YJ, Kang BG, Kim WT (2016). CaPUB1, a hot pepper U-box E3 ubiquitin ligase, confers enhanced cold stress tolerance and decreased drought stress tolerance in transgenic rice (*Oryza sativa* L.). *Mol Cells* 39:250–257
- Mittler R, Blumwald E (2010). Genetic engineering for modern agriculture: challenges and perspectives. *Annu Rev Plant Biol* 61:443–462
- Mittler R, Vanderauwera S, Suzuki N, Miller G, Tognetti VB, Vandepoele K, Gollery M, Shulaev V, Van Breusegem F (2011). ROS signaling: the new wave? *Trends Plant Sci* 16:300–309
- Mohr PG, Cahill DM (2003). Abscisic acid influences the susceptibility of Arabidopsis thaliana to *Pseudomonas syringae* pv. tomato and *Peronospora parasitica*. *Funct Plant Biol* 30:461–469
- Moller IM, Jensen PE, Hansson A (2007). Oxidative modifications to cellular components in plants. *Annu Rev Plant Biol* 58:459–481
- Moon S-J, Han S-Y, Kim D-Y, Yoon IS, Shin D, Byun M-O, Kwon H-B, Kim B-G (2015). Ectopic expression of a hot pepper bZIP-like transcription factor in potato enhances drought tolerance without decreasing tuber yield. *Plant Mol Biol* 89:421–431
- Mou S, Liu Z, Gao F, Yang S, Su M, Shen L, Wu Y, He S (2017). CaHDZ27, a home-

- odomain leucine zipper i protein, positively regulates the resistance to *Ralstonia solanacearum* infection in pepper. *Mol Plant-Micr Interact* <https://doi.org/10.1094/MPMI-06-17-0130-R>
- Muszynski MG, Dam T, Li B, Shirbroun DM, Hou Z, Bruggemann E, Archibald R, Ananiev EV, Danilevskaya ON (2006). Delayed flowering1 encodes a basic leucine zipper protein that mediates floral inductive signals at the shoot apex in maize. *Plant Physiol* 142:1523–1536
- Naegele RP, Ashrafi H, Hill TA, Chin-Wo SR, Van Deynze AE, Hausbeck MK (2014). QTL mapping of fruit rot resistance to the plant pathogen *Phytophthora capsici* in a recombinant inbred line *Capsicum* annum population. *Phytopathology* 104:479–483
- Nakagami H, Pitzschke A, Hirt H (2005). Emerging MAP kinase pathways in plant stress signaling. *Trends Plant Sci* 10:339–346
- Nakashima K, Tran LSP, Van Nguyen D, Fujita M, Maruyama K, Todaka D, Ito Y, Hayashi N, Shi-nozaki K, Yamaguchi-Shinozaki K (2007). Functional analysis of a NAC-type transcription factor OsNAC6 involved in abiotic and biotic stress-responsive gene expression in rice. *Plant J* 51:617–630
- Nuhse TS, Peck SC, Hirt H, Boller T (2000). Microbial elicitors induce activation and dual phosphorylation of the *Arabidopsis thaliana* MAPK 6. *J Biol Chem* 275:7521–7526
- Oh S-K, Yi SY, Yu SH, Moon JS, Park JM, Choi D (2006). CaWRKY2, a chili pepper transcription factor, is rapidly induced by incompatible plant pathogens. *Mol Cells* 22:58–64
- Oh SK, Baek KH, Seong ES et al (2010). CaMsrb2, pepper methionine sulfoxide reductase B2, is a novel defense regulator against oxidative stress and pathogen attack. *Plant Physiol* 154:245–261
- Park JM, Park CJ, Lee SB, Ham BK, Shin R, Paek KH (2001). Overexpression of the tobacco Tsi1 gene encoding an EREBP/AP2-type transcription factor enhances resistance against pathogen attack and osmotic stress in tobacco. *Plant Cell* 13:1035–1046
- Park C, Lim CW, Baek W, Kim J-H, Lim S, Kim SH, Kim K-N, Lee SC (2017). The pepper WPP domain Protein, CaWDP1, acts as a novel negative regulator of drought stress via ABA signaling. *Plant Cell Physiol* 58:779–788
- Peng XX, Tang XK, Zhou PL, Hu YJ, Deng XB, He Y, Wang HH (2011). Isolation and expression patterns of rice WRKY82 transcription factor gene responsive to both biotic and abiotic stresses. *Agri Sci China* 10:893–901
- Pieterse CMJ, Leon-Reyes A, Van der Ent S, Van Wees SCM (2009). Networking by small-molecule hormones in plant immunity. *Nat Chem Biol* 5:308–316
- Pitzschke A, Schikora A, Hirt H (2009). MAPK cascade signalling networks in plant defence. *Curr Opin Plant Biol* 12:421–426
- Qin L, Mo N, Muhammad T, Liang Y (2018). Genome-Wide Analysis of DCL, AGO,

- and RDR Gene families in pepper (*Capsicum annum* L.). *Intl J Mol Sci* 19. <https://doi.org/10.3390/ijms19041038>
- Qiu YP, Yu DQ (2009). Over-expression of the stress-induced OsWRKY45 enhances disease resistance and drought tolerance in Arabidopsis. *Environ Exp Bot* 65:35–47
- Quirin EA, Ogundiwin EA, Prince JP, Mazourek M, Briggs MO, Chlanda TS, Kim K-T, Falise M, Kang B-C, Jahn MM (2005). Development of sequence characterized amplified region (SCAR) primers for the detection of Phyto. 5.2, a major QTL for resistance to *Phytophthora capsici* Leon. in pepper. *Theor Appl Genet* 110:605–612
- Reeves G, Monroy-Barbosa A, Bosland PW (2013). A novel *Capsicum* gene inhibits host-specific disease resistance to *Phytophthora capsici*. *Phytopathology* 103:472–478
- Rodriguez MCS, Petersen M, Mundy J (2010). Mitogen-activated protein kinase signaling in plants. *AnnuRev Plant Biol* 61:621–649
- Romer P, Jordan T, Lahaye T (2010). Identification and application of a DNA-based marker that is diagnostic for the pepper (*Capsicum annum*) bacterial spot resistance gene Bs3. *Plant Breed* 129:737–740
- Rorat T (2006). Plant dehydrins—tissue location, structure and function. *Cell Mol Biol Lett* 11:536–556
- Rubio M, Caranta C, Palloix A (2008). Functional markers for selection of potyvirus resistance alleles at the pvr2-eIF4E locus in pepper using tetra-primer AR-MS-PCR. *Genome* 51:767–771
- Ruffel S, Gallois JL, Moury B, Robaglia C, Palloix A, Caranta C (2006). Simultaneous mutations in translation initiation factors eIF4E and eIF(iso)4E are required to prevent pepper veinal mottle virus infection of pepper. *J Gen Virol* 87:2089–2098
- Sanghera GS, Wani SH, Hussain W, Singh NB (2011). Engineering cold stress tolerance in crop plants. *Curr Genom* 12:30–43
- Seo PJ, Park CM (2010). MYB96-mediated abscisic acid signals induce pathogen resistance response by promoting salicylic acid biosynthesis in Arabidopsis. *New Phytol* 186:471–483
- Seo PJ, Lee SB, Suh MC, Park MJ, Go YS, Park CM (2011). The MYB96 transcription factor regulates cuticular wax biosynthesis under drought conditions in Arabidopsis. *Plant Cell* 23:1138–1152
- Seo YS, Choi JY, Kim SJ, Kim EY, Shin JS, Kim WT (2012). Constitutive expression of CaRma1H1, a hot pepper ER-localized RING E3 ubiquitin ligase, increases tolerance to drought and salt stresses in transgenic tomato plants. *Plant Cell Rep* 31:1659–1665
- Seong ES, Wang M-H (2008). A novel CaAbs1 gene induced by early-abiotic stresses in pepper. *BMB Rep* 41:86–91

- Seong ES, Choi D, Cho HS, Lim CK, Cho HJ, Wang M-H (2007). Characterization of a stress-responsive ankyrin repeat-containing zinc finger protein of *Capsicum annuum* (CaKR1). *J Biochem Mol Biol* 40:952–958
- Sohn KH, Lee SC, Jung HW, Hong JK, Hwang BK (2006). Expression and functional roles of the pepper pathogen-induced transcription factor RAV1 in bacterial disease resistance, and drought and salt stress tolerance. *Plant Mol Biol* 61:897–915
- Sun C, Mao SL, Zhang ZH, Palloix A, Wang LH, Zhang BX (2015). Resistances to anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) of *Capsicum* mature green and ripe fruit are controlled by a major dominant cluster of QTLs on chromosome P5. *Sci Hort* 181:81–88
- Suwor P, Sanitchon J, Thummabenjaone P, Kumar S, Hawongstien ST (2017). Inheritance analysis of anthracnose resistance and marker-assisted selection in introgression populations of chili (*Capsicum annuum* L.). *Sci Hort* 220:20–26
- Szabala BM, Fudali S, Rorat T (2014). Accumulation of acidic SK3 dehydrins in phloem cells of cold- and drought-stressed plants of the Solanaceae. *Planta* 239:847–863
- Sziderics AH, Rasche F, Trognitz F, Sessitsch A, Wilhelm E (2007). Bacterial endophytes contribute to abiotic stress adaptation in pepper plants (*Capsicum annuum* L.). *Can J Microbiol* 53:1195–1202
- Takahashi F, Mizoguchi T, Yoshida R, Ichimura K, Shinozaki K (2011). Calmodulin-dependent activation of MAP kinase for ROS homeostasis in Arabidopsis. *Mol Cell* 41:649–660
- Tamisier L, Rousseau E, Barraillé S, Nemouchi G, Szadkowski M, Mailleret L, Groganard F, Fabre F, Moury B, Palloix A (2017). Quantitative trait loci in pepper control the effective population size of two RNA viruses at inoculation. *J Gen Virol* 98:1923–1931
- Teige M, Scheickl E, Eulgem T, Doczi R, Ichimura K, Shinozaki K, Dangl JL, Hirt H (2004). The MKK2 pathway mediates cold and salt stress signaling in Arabidopsis. *Mol Cell* 15:141–152
- Thabuis A, Palloix A, Pflieger S, Daubèze A-M, Caranta C, Lefebvre V (2003). Comparative mapping of Phytophthora resistance loci in pepper germplasm: evidence for conserved resistance loci across Solanaceae and for a large genetic diversity. *Theor Appl Genet* 106:1473–1485
- Thabuis A, Lefebvre V, Bernard G, Daubèze AM, Phaly T, Pochard E, Palloix A (2004). Phenotypic and molecular evaluation of a recurrent selection program for a polygenic resistance to Phytophthora capsici in pepper. *Theor Appl Genet* 109:342–351
- Timmusk S, Nicander B, Granhall U, Tillberg E (1999). Cytokinin production by Paenibacillus polymyxa. *Soil Biol Biochem* 31:1847–1852
- Ton J, Flors V, Mauch-Mani B (2009). The multifaceted role of ABA in disease resistance. *Trends Plant Sci* 14:310–317

- Tsutsui T, Kato W, Asada Y et al (2009). DEAR1, a transcriptional repressor of DREB protein that mediates plant defense and freezing stress responses in Arabidopsis. *J Plant Res* 122:633–643
- Vallejos CE, Jones V, Stall RE et al (2010). Characterization of two recessive genes controlling resistance to all races of bacterial spot in peppers. *Theor Appl Genet* 121:37–46
- Vannini C, Iriti M, Bracale M, Locatelli F, Faoro F, Croce P, Pirona R, Di Maro A, Coraggio I, Genga A (2006). The ectopic expression of the rice Osmyb4 gene in Arabidopsis increases tolerance to abiotic, environmental and biotic stresses. *Physiol Mol Plant Pathol* 69:26–42
- Vannini C, Campa M, Iriti M, Genga A, Faoro F, Carravieri S, Rotino GL, Rossoni M, Spinardi A, Bracale M (2007). Evaluation of transgenic tomato plants ectopically expressing the rice Osmyb4 gene. *Plant Sci* 173:231–239
- Vessey JK (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil* 255:571–586
- Vogel JT, Zarka DG, Van Buskirk HA, Fowler SG, Thomashow MF (2005). Roles of the CBF2 and ZAT12 transcription factors in configuring the low temperature transcriptome of Arabidopsis. *Plant J* 41:195–211
- Voorrips RE, Finkers R, Sanjaya L, Groenwold R (2004). QTL mapping of anthracnose (*Colletotrichum* spp.) resistance in a cross between *Capsicum annuum* and *C. chinense*. *Theor Appl Genet* 109:1275–1282
- Walley JW, Dehesh K (2010). Molecular mechanisms regulating rapid stress signaling networks in Arabidopsis. *J Integr Plant Biol* 52:354–359
- Wang X, Zhu X, Tooley P, Zhang X (2013). Cloning and functional analysis of three genes encoding polygalacturonase-inhibiting proteins from *Capsicum annuum* and transgenic CaPGIP1 in tobacco in relation to increased resistance to two fungal pathogens. *Plant Mol Biol* 81:379–400
- Wang P, Liu X, Guo J, Liu C, Fu N, Shen H (2015). Identification and expression analysis of candidate genes associated with defense responses to *Phytophthora capsici* in pepper line “PI 201234”. *Intl J Mol Sci* 16:11417–11438
- Wang H, Niu H, Zhai Y, Lu M (2017). Characterization of BiP genes from pepper (*Capsicum annuum* L.) and the role of CaBiP1 in response to endoplasmic reticulum and multiple abiotic stresses. *Front Plant Sci* 8:1122
- Wong HL, Shimamoto K (2009). Sending ROS on a bullet train. *Sci Signal* 2: pe60
- Wu Z, Cheng J, Cui J, Xu X, Liang G, Luo X, Chen X, Tang X, Hu K, Qin C (2016). Genome-wide identification and expression profile of dof transcription factor gene family in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Front Plant Sci* 7:574
- Xia N, Zhang G, Liu XY, Deng L, Cai GL, Zhang Y, Wang XJ, Zhao J, Huang LL, Kang ZS (2010). Characterization of a novel wheat NAC transcription factor gene involved in defense response against stripe rust pathogen infection and abiotic stresses. *Mol Biol Rep* 37:3703–3712

- Xiong L, Yang Y (2003). Disease resistance and abiotic stress tolerance in rice are inversely modulated by an abscisic acid-inducible mitogen-activated protein kinase. *Plant Cell* 15:745–759
- Xu ZS, Chen M, Li LC, Ma YZ (2011). Functions and application of the AP2/ERF transcription factor family in crop improvement. *J Integr Plant Biol* 53:570–585
- Yao M, Li N, Wang F, Ye Z (2013). Genetic analysis and identification of QTLs for resistance to cucumber mosaic virus in chili pepper (*Capsicum annuum* L.). *Euphytica* 193:135–145
- Yasuda M, Ishikawa A, Jikumaru Y et al (2008). Antagonistic interaction between systemic acquired resistance and the abscisic acid-mediated abiotic stress response in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 20:1678–1692
- Yi SY, Kim J-H, Joung Y-H, Lee S, Kim W-T, Yu SH, Choi D (2004). The pepper transcription factor CaPF1 confers pathogen and freezing tolerance in *Arabidopsis*. *Plant Physiol* 136:2862–2874
- Yi SY, Lee DJ, Yeom SI, Yoon J, Kim YH, Kwon SY, Choi D (2010). A novel pepper (*Capsicum annuum*) receptor-like kinase functions as a negative regulator of plant cell death via accumulation of superoxide anions. *New Phytol* 185:701–715
- Yin Y-X, Wang S-B, Zhang H-X, Xiao H-J, Jin J-H, Ji J-J, Jing H, Chen R-G, Arisha MH, Gong Z-H (2015). Cloning and expression analysis of CaPIP1-1 gene in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Gene* 563:87–93
- Yoshida T, Fujita Y, Sayama H, Kidokoro S, Maruyama K, Mizoi J, Shinozaki K, Yamaguchi-Shinozaki K (2010). AREB1, AREB2, and ABF3 are master transcription factors that cooperatively regulate ABRE-dependent ABA signaling involved in drought stress tolerance and require ABA for full activation. *Plant J* 61:672–685
- Yu C, Zhan Y, Feng X, Huang Z-A, Sun C (2017). Identification and expression profiling of the auxin response factors in *Capsicum annuum* L. under abiotic stress and hormone treatments. *Intl J Mol Sci* 18: <https://doi.org/10.3390/ijms18122719>
- Zhai Y, Guo M, Wang H, Lu J, Liu J, Zhang C, Gong Z, Lu M (2016). Autophagy, a conserved mechanism for protein degradation, responds to heat, and other abiotic stresses in *Capsicum annuum* L. *Front Plant Sci* 7:131
- Zhang T, Liu Y, Yang T, Zhang L, Xu S, Xue L, An L (2006). Diverse signals converge at MAPK cascades in plant. *Plant Physiol Biochem* 44:274–283
- Zhang YL, Jia QL, Li DW, Wang JE, Yin YX, Gong ZH (2013). Characteristic of the pepper CaRGA2 gene in defense responses against *Phytophthora capsici* Leonian. *Intl J Mol Sci* 14:8985–9004
- Zheng Z, Nonomura T, Appiano M et al (2013). Loss of function in Mlo orthologs reduces susceptibility of pepper and tomato to powdery mildew disease caused by *Leveillula taurica*. *PLoS ONE* 8(7):e70723





# BÖLÜM 17

## METHYLOBACTERIUM CİNSİNE AİT BAKTERİ TÜRLERİNİN (*Methylobacterium* *spp.*) BİTKİLERE ETKİLERİ VE TARIMDA KULLANIM POTANSİYELİ

*İlhan SUBAŞI*<sup>1</sup>

*Yusuf ARSLAN*<sup>2</sup>

1 Doç. Dr. , Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi/Ziraat Fakültesi/Tohum Bilimi Ve Teknolojisi Bölümü/

Tohum Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Türkiye. ORCID NO: 0000-0001-7237-937X,

e-posta: ilhansubasi@gmail.com

2 Prof. Dr. , Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Bolu/Türkiye.

ORCID NO: 0000-0001-8496-6037, e-posta: yarslantarm@gmail.com

## 1. Giriş

Ekosistemimizde sürdürülebilir bir biyolojik çevre için tarımsal uygulamalarda daha az ve kontrollü kimyasal gübre ve ilaç kullanımı gereklidir. Gittikçe artan Dünya nüfusu ile beraber yeterli gıdaya ulaşım için tarımsal üretiminin artırılması gerekmektedir. Bitki ıslah çalışmaları ile elde edilen verimli çeşitler, toprağa verilen girdileri daha fazla ve daha verimli kullanarak yüksek verime ulaşmışlar ancak bu durum fazla ilaç ve gübre kullanımını neden olarak çevre kirliliğine sebep olmakta ve biyolojik dengeyi etkilemektedir. Bu bakımdan mikrobiyolojik ajanlar hem bu dengeyi korumak hem de ekonomik olarak avantajlı olabilecek potansiyele sahiptir Bu bakımdan ürün verimini azaltmadan kimyasalları azaltıcı doğa dostu ikameler ile ilgili çalışmalar önemlidir ve ihtiyaç vardır (Preininger vd. 2018; Kumar vd. 2016; Alori ve Babalola 2018; Reed ve Glick 2023).

*Methylobacterium* türleri, toprak, su, yaprak yüzeyleri ve bitki dokularında yaygın olarak bulunan metilotrofik bakterilerdir. Bu bakteriler, metanol gibi tek karbonlu bileşikleri karbon ve enerji kaynağı olarak kullanabilme yetenekleriyle bilinir. *Methylobacterium* suşlarının bitkilerle simbiyotik ilişkiler geliştirme potansiyeli yüksek olduğundan özellikle tarımsal uygulamalar açısından ilgi çekmektedir. Bitki büyümesini teşvik edici özellikleri, stres toleransını artırma kapasiteleri, patojen olan bakteri ve fungusları inhibe etmesi ve fitohormon üretimini aktive etmesi bu bakterilerin tarımsal sürdürülebilirlikte önemli bir araç olarak değerlendirilmesine yol açmıştır (Mapelli vd. 2012; Shreya vd. 2020).

*Methylobacterium* cinsine ait bakteri türleri bitki mikrobiyomlarının ana bileşenlerinden biridir ve  $\alpha$ -proteobacteria ailesine ait Gram-negatif bakterilerden oluşur. Bu bakteriler genellikle karotenoid sentezleme kabiliyeti olan bakterilerdir. Bu yüzden pembe pigmentasyona sahiptirler. *Methylobacterium* cinsinin çoğu üyesi pembe pigmentli fakültatif metilotroflar (PPFM) olarak ifade edilir. Büyüme için tek karbon ve enerji kaynağı olarak formaldehit, metanol ve metilamin gibi organik tek karbonlu bileşikleri kullanabilirler. *Methylobacterium* spp. doğada her yerde bulunur ve patolojik etkileri yoktur. Bitkilerin kök bölgesinde, dokularında ve yaprak yüzeyinde yaşayabilirler (Zhang ve Lidstorm 2003; Dourado vd. 2012a; Zhang vd. 2021).

*Methylobacterium* spp. kolay kolonize olurlar. Çok farklı habitatlarda bulunabilen bu bakteriler hem endofit hem de epifit olarak kolonize olabilirler. Kolonizasyon, bitki genotipinin dağılımı ve diğer ilişkili mikroorganizmalar ile olan etkileşimlerine göre değişik yoğunlukta olabilir.

*Methylobacterium* spp. fitopatojenik bakteriler olmamasına ve saprofit etkiye sahip olmamasına rağmen, bazı suşların pektinaz ve selüloz enzimlerini sentezleyebildiği bildirilmiştir (Madhaiyan vd. 2006a; Lee vd. 2006). Ayrıca toksik organik bileşikleri parçalayarak (Muller vd. 2011), ağır metallerin

bitkiyi etkilemesini önleyerek (Dourado vd. 2012b) bazen de bitki patojenlerini inhibe ederek (Poorniammal vd. 2009) bitki gelişimine yardımcı olabildiği ifade edilmiştir.

Bu bölümde, *Methylobacterium* suşlarının bitkilere olan etkileri, mekanizmaları ve tarımsal uygulamalarda kullanım potansiyelleri ele alınacaktır.

## 2. *Methylobacterium* Türlerinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri

### 2.1. Bitki Büyümesini Teşvik Edici Özellikler

*Methylobacterium* türleri, bitkilerden elde edilen metanolü karbon kaynağı olarak kullanabilir, bu da büyümelerini destekler ve bitki büyümesinin ve veriminin artmasına yol açabilir (Sanjenbam vd. 2022). *Methylobacterium* türleri, çeşitli mekanizmalar aracılığıyla hem bitki morfolojisini hem de fizyolojisini doğrudan etkileyebilmekte ve bitki büyümesini teşvik edmektedir.

Bitki hormonları, bitki büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynar. *Methylobacterium* suşları sitokinler ve oksinler gibi fitohormonlar üreterek ve etilen konsantrasyonunu düzenleyerek biyostimülatörler olarak bitki büyümesini teşvik eder (Hoppe vd. 2011). Bu bakteriler, özellikle indol-3-asetik asit (IAA), sitokin ve gibberellin gibi büyüme hormonlarının üretimini teşvik eder. Fitohormonlar, kök ve sürgün büyümesini uyararak bitkilerin biyokütlesini de artırabilmektedir. *Methylobacterium* türleri, IAA üretebilir, bu da bitkilerin IAA konsantrasyonlarını artırır ve bitki büyümesini destekler (Ivanova vd. 2001; Madhaiyan vd. 2006b). İndol-3-asetik asit (IAA), bitkilerdeki ana oksindir ve kök gelişiminde önemli roller oynar (Kousar vd. 2020). *Methylobacterium* suşları, kök yüzeylerine yakın kolonize olduklarında IAA üretimiyle kök gelişimini artırabilir. Artan kök büyüklüğü, bitkilerin su ve besin alımını kolaylaştırarak genel bitki sağlığını iyileştirir.

*Methylobacterium* spp. tarafından üretilen sitokinler hücre bölünmesi, besin dağılımı ve fotosentetik performanstan sorumlu olan önemli büyüme düzenleyicileridir. Bu hormonlar hücre bölünmesini teşvik ederek yaprak gelişimini destekler. *Methylobacterium* cinsinin üyeleri, önemli bir sitokin türü olan bakteriyel zeatin üretimi için kritik olan miaA genlerini içerir. Sitokinler ayrıca, bitkilerin yaşlanma süreçlerini geciktirerek biyokütle artışı için destekler.

Gibberellinler ise gövde uzamasını ve çimlenme süreçlerini düzenler. *Methylobacterium* spp. tarafından üretilen gibberellinler, özellikle kuraklık gibi stresli koşullarda bitkilerin büyümesini optimize edebilmektedir.

Bazı *Methylobacterium* türleri, atmosferik azotu bitkilerin kullanabileceği formda toprağa bağlayabilir. Bu süreç, azot eksikliği yaşanan alanlarda bitkilerin büyümesini destekleyerek kimyasal gübre ihtiyacını azaltır. Azot fik-

sasyonu, hem ekonomik hem de çevresel anlamda önemli bir avantaj sağlar.

*Methylobacterium* spp. kolonizasyonu ile ilişkili olan tüm bu bitki-bakteri etkileşimleri karmaşık birçok biyokimyasal olaylara sebep olarak bitki büyümesine katkı sağlar. Endofitik bakteriler tarafından bitki büyümesinin uyarılması büyük ölçüde fitohormon üretimine bağlıdır ve birkaç çalışmada *Methylobacterium* türlerinin farklı bitki türlerinde fitohormon üretimini etkilediği bildirilmiştir (Fedorov vd. 2013). *Methylobacterium* suşlarının hücre bölünmesini sitokin ve uzamasını ise oksin fitohormonları ile teşvik ettiği bildirilmiştir (Schauer ve Kutschera 2011). Yine yapılan bir çalışmada *M. oryzae* CBMB20'nin, önemli bir sitokin olan zeatinin üretimi için gerekli olan iki *miaA* genine sahip olduğu tespit edilmiştir (Kwak vd. 2014). Bir diğer önemli hormon da oksindir. Bitkilerdeki en önemli oksin, kök gelişimi sırasında fizyolojik süreci kontrol eden indol-3-asetik asittir (IAA) (Aloni vd. 2006). *Methylobacterium* spp. IAA üretebilmektedir. Bu durum bitkilerin bu bakterilerle aşılmasının bitki IAA konsantrasyonunu artırabileceğini ve dolayısı ile bitki büyümesini teşvik edebileceğini göstermektedir (Madhaiyan vd. 2006b).

Etilen oksin biyosentezi ile ilişkilidir ve kök büyümesini ve gelişimini düzenler (Hardoim vd. 2008). Yüksek etilen konsantrasyonları bitkilerdeki stres koşullarıyla artarak kök uzamasını engelleyebilir ve kopma ve yaşlanmayı hızlandırabilir. Etilen biyosentezinde, etilen hormonunun öncüsü ACC'dir (aminosiklopropan-1-karboksilik asit) (Glick B.R. 1995; Madhaiyan vd. 2006b). IAA ile etilen arasındaki dengenin varlığının endofitik bakteriyel bitki kolonizasyonunun sürdürülmesi için gerekli olabileceği düşünülmektedir (Hardoim vd. 2008).

Konuk bitkilerle faydalı etkileşimlerle ilgili ACC'yi amonyağa (NH<sub>3</sub>) ve  $\alpha$ -ketobütirata dönüştüren ACC deaminaz enzimini kodlayan genler, *Methylobacterium* türlerinin genomlarında, özellikle *M. oryzae*, *M. nodulans* ve *M. radiotolerans* gibi bitkiyle ilişkili türlerde mevcuttur (Kwak vd. 2014). Bu mekanizma sayesinde *M. nodulans* ile *M. radiotolerans*'in ACC deaminazının etkisiyle ACC'yi bir azot kaynağı olarak kullanabildiği ve dolayısı ile etilen seviyesini azalttığı ve sonuç olarak da konuk bitkideki strese dayalı etilen tepkisini azalttığı bildirilmiştir (Fedorov vd. 2013). ACC deaminaz içeren ve bitki büyümesini teşvik eden *Methylobacterium fujisawaense*, kanola köklerine aşılандığında, bitkideki ACC ve etilen konsantrasyonlarını da azaltarak kök uzunluğunu artırmıştır (Madhaiyan vd. 2006b). Bu nedenle, konak bitkideki etilen seviyelerini azaltabilen bakterilerin bitki büyümesini teşvik ettiği söylenebilir (Madhaiyan vd. 2007).

Fitohormon üretimine ek olarak, *Methylobacterium* spp., bitkilerde demir alımını artırmak ve ağır metal toksisitesini azaltmak için önemli olan siderofor üretimi gibi ajanlar ile bitkilere önemli katkılar sağlar (Idris vd.,

2004).Yine bu bakterilerin bitki biyokütlesinin artışıını destekleyen azot fiksasyonu yanında fosfatın bitki tarafından alınmasını sağlayan fosfat çözünürlüğünde de rol oynadığı ve bu yol ile de bitki büyümesini teşvik ettiği düşünülmektedir (Jourand vd., 2005; Jayashree vd., 2011).

Azot genellikle bitki büyümesi için en sınırlayıcı besindir, ancak atmosferdeki azot bitki metabolizması tarafından kullanılamaz. Bu nedenle, azot fiksasyonu süreci atmosferik azotun bitki kullanımına sunulan amonyağa dönüştürülmesini ifade eder. Azotun amonyağa biyolojik olarak indirgenmesi yalnızca nitrojenaz enziminin varlığında bazı prokaryotlar tarafından gerçekleştirilebilir (Pedrosa vd., 2011). *M. nodulans* başlangıçta *Crotalaria podocarpa*'dan izole edilmiştir (Jourand vd., 2005) ve *Methylobacterium* sp. 4-46 ile birlikte şu ana kadar nodül oluşturduğu bildirilen birkaç *Methylobacterium* türünden biridir (Gai vd., 2009). *M. nodulans* ORS2060'ın nifH genini (azot fiksasyonunda rol oynar) içerdiği ve nodA geni tarafından baklagillerin köklerinde azot sabitleyici nodüller oluşturduğu bildirilmiştir (Benhamou vd., 2000). Nodüller, azot sabitleyici bakterilerinin atmosferik azotu amonyağa indirgediği özel organlardır (Jourand vd., 2005). *M. nodulans*, hem şekerlerden hem de metanolden karbon elde etme yeteneği nedeniyle bitki kolonizasyonu ve nodül oluşumu sırasında rekabet avantajına sahip olabilir (Renier vd., 2008).

Toprakta bulunan bir diğer temel besin maddesi fosfordur. Topraklardaki toplam fosforun yüksek konsantrasyonlarına rağmen, çoğu kalsiyum, demir veya alüminyuma bağlı inorganik bileşikler şeklindedir. Bunun dışında fitat gibi organik maddelerde bağlı olarak immobilize edilmiştir). Bu nedenle bitki tarafından alınamaz (Lim vd., 2007; Rodríguez vd., 2006). Tek hücreli organizmalar esas olarak çözünür iyonik fosfat formlarını asimile eder, ancak topraktaki çözünür fosfor konsantrasyonu genellikle çok düşüktür. Toprakta ve bitki köksaplarında hem organik hem de inorganik çözünmeyen fosfatı bitkiler için kullanılabilir bir forma dönüştüren önemli sayıda fosfat çözücü bakteri popülasyonu vardır (Rodríguez ve Fraga, 1999). Organik fosfatı çözen üç farklı mikrobiyal enzim türü vardır: fosfataz, fitaz ve fosfonataz. Bunların tümü fosfat açığa çıkarırlar ilki fosforik esterden veya fosforik anhidritten, ikincisi fitik asitten ve üçüncüsü organofosfonatlardan fosfat çözerler. *M. oryzae*'nın üç fosfataz enzimini de kodlayan genlere sahip olduğu bildirilmiştir (Gai vd., 2009).

Bir diğer önemli bitki-bakteri etkileşimi de bakteriyel sideroforları sentezleme yeteneğidir. Sideroforlar, bakteriler tarafından demirin verimli bir şekilde alınmasını sağlamak için ayrışması amacıyla üretilen, demire karşı yüksek etkileşimi olan, moleküler kütlesi düşük bileşiklerdir. Demir, çok sayıda biyolojik sürece katıldığı için hemen hemen tüm canlılar için son derece gereklidir; ancak, aerobik ortamlarda çözünmeyen Fe<sup>3+</sup> olarak bulunur (Rajkumar vd., 2010). Bu nedenle, siderofor salınımı, bakteriler tarafından

demir kullanılabilir hale gelmesi için geliştirilen ve bu metali bitki alımı için de kullanılabilir hale getirebilen önemli bir mekanizmadır. *Methylobacterium* cinsinde, demir alım genleri iuc A ve iuc C, *M. extorquens* suşları AM1, PA1, DM4 ve CM4'de ve *M. populi* dahil olmak üzere toplam 35 suшта tanımlanmıştır (Tani vd. 2012).

## 2.2. Bitki Patojenlerinin İnhibisyonu

Son yıllarda, bitki-bakteri etkileşimi çalışmaları, endofitik mikroorganizmaların varlığının patojen saldırılarına karşı bitki korumasını artırabileceğini göstermiştir (Ardanov vd., 2012; Benhamou vd., 2000). Bu nedenle, bitkinin içerisinde çok sayıda potansiyel fitopatojenik mikroorganizmanın varlığına rağmen, bu etkileşimlerin sağladığı savunma etmenlerinin baskılayıcı bir unsur görevi görmesi nedeniyle mikrobiyal topluluğun etkisi asemptomatik kalmaktadır (Lipka ve Panstruga, 2005; Dong-Jun vd., 2012).

*Methylobacterium* spp. gibi endofitler, geniş bir antimikrobiyal molekül spektrumunun sentezi, patojenlerle besin rekabeti veya sistemik direnç yoluyla konuk bitkileri koruyabilir (Ryan vd., 2008; Berg, 2009; Arnold vd., 2003; Nigris vd., 2013). Sistemik direnç, bazı bakterilerden salınan uçucu organik bileşikler, glikozidazlar, selülozlar, hemiselülozlar ve pektinazlar gibi bitki hücre duvarı parçalama enzimlerini kodlayan bakteri genleri tarafından indüklenebilir (Naznin vd., 2013; Pedrosa vd., 2011; Yim vd., 2013). Sistemik direnç mekanizmasının ayrıca bitki büyümesini indüklediği de bildirilmiştir. Düşük bir yoğunlukta bile, bir *Methylobacterium* sp. IMBG290 aşısının, bitki antioksidan sistemini aktive ederek patatesten *Pectobacterium atrosepticum* karşı direnç oluşturabildiğini; ancak, yüksek yoğunlukta bu olumlu etki mekanizmasının yeterli gelmediği bildirilmiştir.(Ardanov vd., 2011).

Dört farklı *Methylobacterium* suşları ile muamele edilen domates bitkisinin *Ralstonia solanacearum*'a karşı savunma tepkilerinin indüklendiği ve ACC birikimindeki azalmaya bağlı olarak etilen seviyelerinde ve hastalık semptomlarında da bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ek olarak, savunma enzimi içeriğinde bir artış gözlemlenmiş ve bu da metilotrofik bakterilerin domatesten biyokontrol ajanı olarak kullanım potansiyelinin olduğu ifade edilmiştir (Yim vd. 2013),

Yer fıstığında *Methylobacterium* spp. ile tohum muamelesi, *Aspergillus niger* ve *Sclerotium rolfsii* patojenlerine karşı önemli bir koruma sağlamıştır (Filho vd., 2012). Ayrıca in vitro koşullar altında, *Methylobacterium* spp.'nin *Fusarium udum*, *F. oxysporum*, *Pythium aphanidermatum* ve *Sclerotium rolfsii* gibi fungal patojenler için biyokontrol potansiyeli de bildirilmiştir (Gai vd., 2009).

*Methylobacterium* spp. izolatlarının *Colletotrichum capsici* ve *A. rolfsii*'yi inhibe ettiği, 6 izolatın ise PDA besiyerinde *F. oxysporum*'un büyümesini in-

hibe ettiği gösterilmiştir (Savitha vd., 2015).

*Methylobacterium* cinsinin türleri turunçgil dallarının içerisinde baskın olarak bulunduğu gözlemlenmiştir. İzolasyon sıklığı değişimi göz önüne alındığında, *Methylobacterium* türlerinin turunçgillerde kloroz etkeni olan *Xylella fastidiosa* ile etkileşime girdiğini ifade edilmiştir (Miranda vd., 2009). Semptom göstermeyen turunçgil bitkilerinin iç dokularında endofitik bir bakteri olan *M. mesophilicum*'un varlığı, bu bitkilerin *X. fastidiosa*'ya karşı direncini artıran bileşiklerin üretimini uyarabileceği veya bu fitopatogenin çoğalmasını azaltabileceği ifade edilmiştir (Lacava vd., 2004).

*Methylobacterium* spp. bitki kolonizasyonu köklerde biyofilm oluşumuyla başlar ve bakteriler daha sonra ksilem damarları da dahil olmak üzere konukçu bitkinin iç dokularını kolonize eder (Pedrosa vd., 2011; Miranda vd., 2009). Bu endofitik bakteri, konukçu bitkinin ksilem damarlarından *Bucephalagonia xanthophis* gibi vektörler tarafından bitkiden bitkiye aktarılabilir (Miranda vd., 2009).

Bu yararlı endofitik bakteriler ve onların önemli üyelerinden olan *Methylobacterium* cinsine ait türler biyolojik kontrol ajanı olarak da önemli bir yer edinme potansiyeline sahiptir. Bu bakımdan insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilecek tarımdaki pestisitlerin azaltılmasına katkı sağlayabilir.

### 3. Sonuç

*Methylobacterium* cinsine ait türler fitohormon üretimi ve azot fiksasyonu yetenekleri sayesinde organik veya konvansiyonel tarım uygulamalarında biyogübre olarak kullanılabilir. Bu uygulama, kimyasal gübre kullanımını azaltarak hem çevresel hem de ekonomik avantajlar sağlayabilir. *Methylobacterium* spp. bitkileri biyotik streslere karşı korumada doğrudan ve dolaylı etkilerle önemli bir rol oynar. Bu bakterilerin antimikrobiyal bileşikler üretme, savunma mekanizmalarını tetikleme ve patojenlerle rekabete girerek baskılama gibi özellikleri, tarımsal uygulamalarda pestisit kullanımını azaltmaya yönelik sürdürülebilir çözümler sunar. *Methylobacterium* spp.'nin toprak ve su kirleticilerinin biyoremediasyonunda, özellikle organik toksik bileşiklerin degradasyonunda önemli roller üstlenebileceği de bildirilmiştir (Van Aken vd., 2004). Bu potansiyel, özellikle organik tarım ve çevre dostu tarımsal uygulamalar için büyük bir fırsat sunmaktadır. Gelecekteki araştırmalar, *Methylobacterium*'un biyotik stresler üzerindeki etkilerini daha fazla bitki türü üzerinde inceleyerek bu bakterilerin etkinliğini artırabilir.

## KAYNAKÇA

- Aloni, R., Aloni, E., Langhans, M., & Ullrich, C. I. (2006). Role of cytokinin and auxin in shaping root architecture: regulating vascular differentiation, lateral root initiation, root apical dominance and root gravitropism. *Annals of botany*, 97(5), 883-893.
- Alori, E. T., & Babalola, O. O. (2018). Microbial inoculants for improving crop quality and human health in Africa. *Frontiers in microbiology*, 9, 2213.
- Ardanov, P., Ovcharenko, L., Zaets, I., Kozyrovska, N., & Pirttila, A. M. (2011). Endophytic bacteria enhancing growth and disease resistance of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Biological Control*, 56(1), 43–49.
- Ardanov, P., Sessitsch, A., Haggman, H., Kozyrovska, N., & Pirttila, A. M. (2012). *Methylobacterium*-induced endophyte community changes correspond with protection of plants against pathogen attack. *PLoS ONE*, 7(10), e46802.
- Arnold, A. E., Mejía, L. C., Kyllö, D., et al. (2003). Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(26), 15649–15654.
- Benhamou, N., Gagne, S., le Quéré, D., & Dehbi, L. (2000). Bacterial-mediated induced resistance in cucumber: beneficial effect of the endophytic bacterium *Serratia plymuthica* on the protection against infection by *Pythium ultimum*. *Phytopathology*, 90(1), 45–56.
- Berg, G. (2009). Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 84(1), 11–18.
- Dong-Jun, S., Nguyen, D.-M., Song, Y.-S., & Jung, W.-J. (2012). Induction of defense response against *Rhizoctonia solani* in cucumber plants by endophytic bacterium *Bacillus thuringiensis* GS1. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(3), 407–415.
- Dourado, M. N., Andreote, F. D., Dini-Andreote, F., Conti, R., Araújo, J. M., & Araújo, W. L. (2012a). Analysis of 16S rRNA and *mxoF* genes revealing insights into *Methylobacterium* niche-specific plant association. *Genetics and Molecular Biology*, 35, 142-148.
- Dourado, M. N., Ferreira, A., Araujo, W. L., Azevedo, J. L., & Lacava, P. T. (2012b). The Diversity of Endophytic Methylophilic Bacteria in an Oil-Contaminated and an Oil-Free Mangrove Ecosystem and Their Tolerance to Heavy Metals. *Biotechnology research international*, 2012(1), 759865.
- Fedorov, D. N., Ekimova, G. A., Doronina, N. V., & Trotsenko, Y. A. (2013). 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminases from *Methylobacterium* radiotolerans and *Methylobacterium nodulans* with higher specificity for ACC. *FEMS microbiology letters*, 343(1), 70-76.
- Filho, A. S. F., Quecine, M. C., Bogas, A. C., et al. (2012). Endophytic *Methylobac-*



- terium extorquens* expresses a heterologous  $\beta$ -1,4-endoglucanase A (EglA) in *Catharanthus roseus* seedlings, a model host plant for *Xylella fastidiosa*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1475–1481.
- Gai, C. S., Lacava, P. T., Quecine, M. C., et al. (2009). Transmission of *Methylobacterium mesophilicum* by *Bucephalagonia xanthophis* for paratransgenic control strategy of citrus variegated chlorosis. *The Journal of Microbiology*, 47(4), 448–454.
- Glick, B. R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian journal of microbiology*, 41(2), 109–117.
- Hardoim, P. R., van Overbeek, L. S., & van Elsas, J. D. (2008). Properties of bacterial endophytes and their proposed role in plant growth. *Trends in microbiology*, 16(10), 463–471.
- Hoppe, T.; Peters, K.; Schmidt, F. (2011) *Methylobacterium bullatum* sp. nov., a methylotrophic bacterium isolated from *Funaria hygrometrica*. *Syst. Appl. Microbiol.* 34, 482–486.
- Idris, R., Trifonova, R., Puschenreiter, M., Wenzel, W. W., & Sessitsch, A. (2004). Bacterial communities associated with flowering plants of the Ni hyperaccumulator *Thlaspi goesingense*. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(5), 2667–2677.
- Ivanova, E.G.; Doronina, N.V.; Trotsenko, I.A. (2001). Aerobic methylobacteria are capable of synthesizing auxins. *Микробиология*, 70, 452–458.
- Jayashree, S., Vadivukkarasi, P., Anand, K., Kato, Y., & Seshadri, S. (2011). Evaluation of pink-pigmented facultative methylotrophic bacteria for phosphate solubilization. *Archives of Microbiology*, 193(8), 543–552.
- Jourand, P., Renier, A., Rapior, S., et al. (2005). Role of methylotrophy during symbiosis between *Methylobacterium nodulans* and *Crotalaria podocarpa*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 18(10), 1061–1068.
- Kousar, B.; Bano, A.; Khan, N. (2020). PGPR Modulation of Secondary Metabolites in Tomato Infested with *Spodoptera litura*. *Agronomy*, 10, 778.
- Kumar, M., Tomar, R. S., Lade, H., & Paul, D. (2016). Methylotrophic bacteria in sustainable agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32, 1–9.
- Kwak, M. J., Jeong, H., Madhaiyan, M., Lee, Y., Sa, T. M., Oh, T. K., & Kim, J. F. (2014). Genome information of *Methylobacterium oryzae*, a plant-probiotic methylotroph in the phyllosphere. *PloS one*, 9(9), e106704.
- Lacava, P. T., Araújo, W. L. D., Marcon, J., Maccheroni Jr, W., & Azevedo, J. L. D. (2004). Interaction between endophytic bacteria from citrus plants and the phytopathogenic bacteria *Xylella fastidiosa*, causal agent of citrus-variegated chlorosis. *Letters in applied microbiology*, 39(1), 55–59.
- Lee, H. S., Madhaiyan, M., Kim, C. W., Choi, S. J., Chung, K. Y., & Sa, T. M. (2006). Physiological enhancement of early growth of rice seedlings (*Oryza sativa* L.) by production of phytohormone of N 2-fixing methylotrophic isolates. *Biology*

and fertility of soils, 42, 402-408.

- Lim, B. L., Yeung, P., Cheng, C., & Hill, J. E. (2007). Distribution and diversity of phy-tate-mineralizing bacteria. *The ISME Journal*, 1(4), 321-330.
- Lipka, V., & Panstruga, R. (2005). Dynamic cellular responses in plant-microbe intera-tions. *Current Opinion in Plant Biology*, 8(6), 625-631.
- Madhaiyan, M., Poonguzhali, S., & Sa, T. (2007). Characterization of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase containing *Methylobacterium oryzae* and interactions with auxins and ACC regulation of ethylene in canola (*Brassica campestris*). *Planta*, 226, 867-876.
- Madhaiyan, M., Poonguzhali, S., Ryu, J., & Sa, T. (2006b). Regulation of ethylene levels in canola (*Brassica campestris*) by 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deami-nase-containing *Methylobacterium fujisawaense*. *Planta*, 224, 268-278.
- Madhaiyan, M., Suresh Reddy, B. V., Anandham, R., Senthilkumar, M., Poonguzhali, S., Sundaram, S. P., & Sa, T. (2006a). Plant growth-promoting *Methylobacteri-um* induces defense responses in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) compared with rot pathogens. *Current microbiology*, 53, 270-276.
- Mapelli, F., Marasco, R., Balloi, A., Rolli, E., Cappitelli, F., Daffonchio, D., & Borin, S. (2012). Mineral-microbe interactions: biotechnological potential of bioweat-hering. *Journal of Biotechnology*, 157(4), 473-481.
- Miranda, M. P., Fereres, A., Appezzato-Da-Gloria, B., & Lopes, J. R. S. (2009). Cha-racterization of electrical penetration graphs of *Bucephalagonia xanthophis*, a vector of *Xylella fastidiosa* in citrus. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 130(1), 35-46.
- Muller, E. E., Hourcade, E., Louhichi-Jelail, Y., Hammann, P., Vuilleumier, S., & Brin-gel, F. (2011). Functional genomics of dichloromethane utilization in *Methylo-bacterium extorquens* DM4. *Environmental Microbiology*, 13(9), 2518-2535.
- Naznin, H. A., Kimura, M., Miyazawa, M., & Hyakumachi, M. (2013). Analysis of volatile organic compounds emitted by plant growth-promoting fungus *Phoma* sp. GS8-3 for growth promotion effects on tobacco. *Microbes and Environ-ments*, 28(1), 42-49.
- Nigris, S., Baldan, E., Zottini, M., Squartini, A., & Baldan, B. (2013). Is the bacterial endophyte community, living in *Glera* (*Vitis vinifera*) plants, active in biocon-trol? In C. Schneider, C. Leifert, & F. Feldmann (Eds.), *Endophytes for Plant Protection: The State of the Art* (pp. 12-16). Deutsche Phytomedizinische Ge-sellschaft.
- Pathak, M., Devi, A., Sarma, H. K., & Lal, B. (2014). Application of bioflocculating property of *Pseudomonas aeruginosa* strain IASST201 in treatment of oil-field formation water. *Journal of Basic Microbiology*, 54, 658-669.
- Pedrosa, F. O., Monteiro, R. A., Wasseem, R., et al. (2011). Genome of *Herbaspirillum seropedicae* strain SmR1, a specialized diazotrophic endophyte of tropical gras-ses. *PLoS Genetics*, 7(5), e1002064.

- Poorniammal, R., Sundaram, S. P., & Kumutha, K. (2009). In vitro biocontrol activity of *Methylobacterium extorquens* against fungal pathogens. *International Journal of Plant Protection*, 2(1), 59-62.
- Preininger, C., Sauer, U., Bejarano, A., & Berninger, T. (2018). Concepts and applications of foliar spray for microbial inoculants. *Applied microbiology and biotechnology*, 102, 7265-7282.
- Rajkumar, M., Ae, N., Prasad, M. N. V., & Freitas, H. (2010). Potential of siderophore-producing bacteria for improving heavy metal phytoextraction. *Trends in Biotechnology*, 28(3), 142-149.
- Reed, L., & Glick, B. R. (2023). The recent use of plant-growth-promoting bacteria to promote the growth of agricultural food crops. *Agriculture*, 13(5), 1089.
- Renier, A., Jourand, P., Rapior, S., Poinso, V., Sy, A., Dreyfus, B., & Moulin, L. (2008). Symbiotic properties of *Methylobacterium nodulans* ORS 2060T: a classic process for an atypical symbiont. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(6), 1404-1412.
- Rodríguez, H., & Fraga, R. (1999). Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology advances*, 17(4-5), 319-339.
- Rodríguez, H., Fraga, R., Gonzalez, T., & Bashan, Y. (2006). Genetics of phosphate solubilization and its potential applications for improving plant growth-promoting bacteria. *Plant and Soil*, 287(1-2), 15-21.
- Ryan, R. P., Germaine, K., Franks, A., Ryan, D. J., & Dowling, D. N. (2008). Bacterial endophytes: recent developments and applications. *FEMS Microbiology Letters*, 278(1), 1-9.
- Sanjenbam, P., Shivaprasad, P. V., & Agashe, D. (2022). Impact of phyllosphere *Methylobacterium* on host rice landraces. *Microbiology Spectrum*, 10(4), e00810-22.
- Savitha, P., Sreenivasa, M. N., & Nirmalnath, J. P. (2015). In vitro screening for biocontrol activity of pink pigmented facultative methylotrophs against phytopathogens.
- Schauer, S., & Kutschera, U. (2011). A novel growth-promoting microbe, *Methylobacterium funariae* sp. nov., isolated from the leaf surface of a common moss. *Plant signaling & behavior*, 6(4), 510-515.
- Shreya, D., Jinal, H. N., Kartik, V. P., & Amaresan, N. (2020). Amelioration effect of chromium-tolerant bacteria on growth, physiological properties and chromium mobilization in chickpea (*Cicer arietinum*) under chromium stress. *Archives of microbiology*, 202, 887-894.
- Tani, A., Takai, Y., Suzukawa, I., Akita, M., Murase, H., & Kimbara, K. (2012). Practical application of methanol-mediated mutualistic symbiosis between *Methylobacterium* species and a roof greening moss, *Racomitrium japonicum*. *PLoS One*, 7(3), e33800.
- Van Aken, B., Yoon, J. M., & Schnoor, J. L. (2004). Biodegradation of nitro-substituted explosives 2, 4, 6-trinitrotoluene, hexahydro-1, 3, 5-trinitro-1, 3, 5-triazine, and octahydro-1, 3, 5, 7-tetranitro-1, 3, 5-tetrazocine by a phytosymbiotic

*Methylobacterium* sp. associated with poplar tissues (*Populus deltoides* × *nigra* DN34). *Applied and environmental microbiology*, 70(1), 508-517.

- Yim, W., Seshadri, S., Kim, K., Lee, G., & Sa, T. (2013). Ethylene emission and PR protein synthesis in ACC deaminase producing *Methylobacterium* spp. inoculated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) challenged with *Ralstonia solanacearum* under greenhouse conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*, 67, 95–104.
- Zhang, C., Wang, M. Y., Khan, N., Tan, L. L., & Yang, S. (2021). Potentials, utilization, and bioengineering of plant growth-promoting *Methylobacterium* for sustainable agriculture. *Sustainability*, 13(7), 3941.
- Zhang, M., & Lidstrom, M. E. (2003). Promoters and transcripts for genes involved in methanol oxidation in *Methylobacterium extorquens* AM1. *Microbiology*, 149(4), 1033-1040.