



# TARIM, ORMAN VE SU BİLİMLERİNDE POPÜLER YAKLAŞIMLAR

## POPULAR APPROACHES TO AGRICULTURE, FOREST AND WATER ISSUES

Editör: Doç. Dr.Gökhan ŞEN



*TARIM, ORMAN VE SU BİLİMLERİNDE*  
*POPÜLER YAKLAŞIMLAR*  
*POPULAR APPROACHES TO AGRICULTURE,*  
*FOREST AND WATER ISSUES*

**Editör**

**Doç. Dr. Gökhan ŞEN**



**TARIM, ORMAN VE SU BİLİMLERİNDE POPÜLER YAKLAŞIMLAR**  
**POPULAR APPROACHES TO AGRICULTURE, FOREST AND WATER ISSUES**  
**Editör: Doç. Dr. Gökhan ŞEN**

**Genel Yayın Yönetmeni:** Berkan Balpetek  
**Kapak ve Sayfa Tasarımı:** Duvar Design  
**Baskı:** HAZİRAN 2024  
**Yayıncı Sertifika No:** 49837  
**ISBN:** 978-625-6069-28-2

© Duvar Yayınları  
853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir  
Tel: 0 232 484 88 68

[www.duvar yayinlari.com](http://www.duvar yayinlari.com)  
[duvarkitabevi@gmail.com](mailto:duvarkitabevi@gmail.com)

## İÇİNDEKİLER

### Bölüm 1.....5

#### **Kısıtlı Sulama Uygulamalarının İkinci Ürün Mısırın Morfolojik Parametreleri Üzerine Etkisi**

*Mehmet FİDAN Ali Beyhan UÇAK, Cafer GENÇOĞLAN*

### Bölüm 2 .....17

#### **Kısıtlı Sulama Uygulamalarının Clearfield Ayçiçeği Bitkisindeki Yabancı Ot Popülasyonu Üzerine Etkisi**

*Ruken KONUK, Ali Beyhan UÇAK, Fırat PALA*

### Bölüm 3.....32

#### **Tarım ve İklim İlişkileri:**

#### **Örtü Altı Yetiştiriciliğinde İklim Faktörlerinin Etkisi**

*Elif TÜRKBOYLARI*

### Bölüm 4.....51

#### **Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Su Ürünlerinde Kullanımı**

*Abdurrahman GEZER, Pınar OĞUZHAN YILDIZ*

### Bölüm 5 ..... 67

#### **Maun (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.) Odununa Uygulanmış Modifiyeli Arı Balmumlarında Seçilmiş Bazı Yüzey Özelliklerinin İncelenmesi**

*Ümit AYATA, Osman ÇAMLİBE, Fatih Tuncay EFE, Fatih TONGUÇ*

*Şerif KAPLAN*

### Bölüm 6 ..... 80

#### **Isıl İşlem Görmüş Bazı Ağaç Türlerinde Organik Hindistan Cevizi Yağı Uygulaması Sonrasında Meydana Renk Değişimlerinin Araştırılması**

*Ümit AYATA, Fatih Tuncay EFE, Fatih TONGUÇ, Osman ÇAMLİBEL,*

*Şerif KAPLAN*

**Chapter 7 ..... 97**

**Updating the Role of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics for  
European Seabass Growth, Immunity, and Disease Resistance**

Yavuz MAZLUM, Metin YAZICI, Mehmet NAZ

## **Bölüm 1**

### **Kısıtlı Sulama Uygulamalarının İkinci Ürün Mısırın Morfolojik Parametreleri Üzerine Etkisi**

**Mehmet FİDAN<sup>1</sup>**  
**Ali Beyhan UÇAK<sup>2</sup>**  
**Cafer GENÇOĞLAN<sup>3</sup>**

---

<sup>1</sup> Zir.Yük.Müh. , (ORCID: 0000-0003-3060-8335)

Siirt University, Faculty of Agriculture Department of Biosystem Engineering, Siirt-Türkiye, Siirt- Türkiye  
Email: fidan\_mehmet@tarimorman.gov.tr

<sup>2</sup> Prof. Dr. (ORCID: 0000-0003-4344-2848)

Siirt University, Faculty of Agriculture Department of Biosystem Engineering, Siirt-Türkiye, Siirt- Türkiye  
Email: abucak@siirt.edu.tr (Responsible Author)

<sup>3</sup> Prof. Dr. (ORCID: 0000-0002-4559-4354)

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture Department of, Department of Biosystem Engineering, Kahramanmaraş-Türkiye, Kahramanmaraş- Türkiye  
Email: firatpala@siirt.edu.tr

## Özet

Mardin ili merkez Küçük köyünde çiftçi koşullarında 2022 yılı ikinci ürün mısır bitkisinin yetiştirme sezonu boyunca yürütülen bu çalışmada, damla sulama yöntemi ile uygulanan farklı sulama düzeylerinin ikinci ürün mısırın su-verim ilişkileri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç yinelemeli olarak yürütülmüştür. Denemede üç adet mısır çeşidi (Fito portbou, Dekalp 6664 ve Agromar1506) bitki materyalini oluşturmuştur. Araştırmada farklı sulama sevipleri, sekiz gün aralıklara 90 cm'lik toprak katmanında tüketilen suyun %100'ünün (I<sub>100</sub>) uygulandığı tam sulama, tüketilen suyun %25'inin (I<sub>75</sub>) eksik uygulandığı kısımlı sulama ve tam sulamaya göre %25 oranında (I<sub>125</sub>) daha fazla suyun uygulandığı sulama konularından oluşturulmuştur. Araştırmadan elde edilen bulgulara yapılan varyans analizi sonuçlarına göre verim değerleri sulama konularına göre; 1104,00-1479,44 kg/da, genotibe göre; 1143,22-1417,22 kg/da, genotipxsulama konusu interaksiyonuna göre ise 982,00-1670,33 kg/da arasında değişiklik göstermiştir. Bitki boyu sulama konularına göre 223,78-252,00 cm; genotibe göre 227,77-250,55 cm; genotipxsulama konusu interaksiyonuna göre ise 210,66-257,33 cm arasında değişiklik göstermiştir. CWSI (Bitki su stres indeksi) sulama konularına göre 0,243-0349; genotibe göre 0,277-0,293; genotipxsulama konusu interaksiyonuna göre ise 0,230-0,360 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. İlk koçan yüksekliği, sap kalınlığı, bitki boyu ve klorofil değerleri yapılan varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En düşük tane verimi olarak Fito portbou genotipinden elde edilirken, en yüksek tane verimi Dekalp 6664 genotipinden elde edilmiştir. En yüksek tane verimi I100 sulama konusundan elde edilirken, en düşük tane verimi I<sub>75</sub> sulama konusundan belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre Mardin ilinde ikinci ürün mısır bitkisinde tam sulama (I<sub>100</sub>) uygulamasının yapılması, gereksinim duyduğu sudan daha az veya daha fazla sulama uygulamasının yapılması ise verimde bir artışa sebep olmadığından dolayı önerilmemektedir. Sonuç olarak Mardin ili koşullarında ikinci ürün mısır bitkisine tam sulama uygulamasının yapılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mısır bitkisi, kısımlı sulama, damla sulama

## Abstract

This study, which was carried out during the growing season of the second crop corn plant in 2022 under farmer conditions in the Küçük village of central Mardin province, was carried out to determine the effects of different irrigation levels applied with the drip irrigation method on the morphological parameters of the second crop corn. The research was conducted in a split-plot trial design in

randomized blocks with three replications. Three corn varieties (Fito portbou, Dekalp 6664 and Agromar1506) constituted the plant material in the experiment. While the highest grain yield was obtained from the I100 irrigation plot, the lowest grain yield was determined from the I75 irrigation plot. According to the results of this study, it is not recommended to apply full irrigation (I100) to the second crop corn plant in Mardin province, or to apply less or more water than the water required, as it does not cause an increase in yield.

Key Words: Corn plant, limited irrigation, drip irrigation

**Keywords:** Corn plant, restricted irrigation, drip irrigation



## Giriş

Doğa insanoğlunun doğuşu ile birlikte kullandığı ortamdır. Kullanılan doğanın daha yararlı hale getirilmesini insanoğlu sağlamaktadır. Bu yararlanma öncelikle tabiatın kuralları gereği dünyamızdaki mevcut kaynakların tespiti ile başlar. Önemlilik arz eden kaynakların tespit edilmesiyle, bu kaynakların daha uzun süre nasıl korunabileceği ve verimliliğinin artırılabilmesi için ne gibi yöntemlerin geliştirilmesi çalışmaları başlar. Üzerinde yaşanan dünya için önemlilik arz eden kaynaklardan biri sudur, diğeri de üzerinde yetiştirilen bitkilerdir. Su, yenilenebilir bir kaynak olmasına rağmen aynı zamanda sınırlı olan temel bir ihtiyaç maddesidir. Nüfus artışı ve sanayide görülen gelişme, su kullanımında sektörler arasında rekabete yol açmaktadır. Sektörler arasında su kullanımında en büyük payı tarım sektörü almaktadır (Çakmak, 2002).

Mısır bitkisi, dünyada stratejik öneme sahip önemli bitkilerden biridir (Panda ve ark., 2004). Dünya'da tahıl ekilişinde buğday ve çeltikten sonra üçüncü, üretimde ise buğdaydan sonra ikinci sırada yer alan mısır, insan gıdası ve hayvan yemi olarak değerlendirilmesinin yanı sıra endüstride ham madde olarak kullanılmaktadır (Süzer, 2003). Ülkemizde mısır hemen hemen her bölgede yetiştirilmektedir. Bölgenin iklim, sıcaklık ve su varlıklarına göre taze yeşil yem, silaj, taze koçan, birinci ve ikinci dane ürünü olarak tarımı yapılmaktadır.

Uluslararası Hububat Konseyi (IGC) verileri göre dünyada 2022-2023 yılında mısır üretimi 1.184 milyar ton, mısır tüketimi ise 1,200 milyar tondur.(Anonim, 2023). Dünya genelinde temel tarım ürünleri arasında yer alan mısır, hayvan yeminden, mısır şurubuna, enerji kaynaklarından temel gıdalarda kullanımına kadar çok geniş kullanım alanına sahiptir. Ülkemizde üretilen tahıllar içinde buğday ve arpadan sonra en çok ekimi yapılan bitki mısırdır. Mısır, insan beslenmesinde hem de hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde çalışan nüfusun yaklaşık %50 si tarımla uğraşmaktadır. Ülkemizde en çok tüketilen besin maddesi ekmeektir. Ekmek yapımın en çok buğday kullanılmasının yanı sıra özellikle Karadeniz bölgesinde mısır ekmeği yapılmaktadır. Mısır bitkisinin iki türlü yararlanır. Bunlar otsu kısmı ve tanelerde yararlanır. Otsu gövdesi hayvan yemi olarak kullanılır. Mısır tanesinden elde edilen glikoz, nişasta ve mısır bazlı yağ da sanayide ham madde açısında büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde 1950'lerde mısır üretimi Marmara ve Karadeniz bölgelerinde yapılmakta iken 1980'den sonra Akdeniz ve Ege bölgelerinde de mısır ekimi yaygınlaşmıştır. 2000 yıllarında sonra ise Güneydoğu Anadolu bölgesinde mısır üretiminde önemli miktarda artış sağlanmıştır (Anonim, 2023).

Ülkemizde 2022 yılı itibarıyla mısır ekiliş alanı 911.885 ha olup, dekar ortalama verim 932 kg/dekar ve toplam üretimi miktarı ise 8.500.000 ton olarak gerçekleşmiştir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde mısır ekiliş alan 227.057,8 ha

olup, dekara ortalama verim 792 kg/dekar ve toplam üretim miktarı ise 1.798.952 ton olarak gerçekleşmiştir. Mardin ilinde mısır ekiliş alanı 67.319,3 ha olup, dekara ortalama verim 845 kg/dekar ve üretimi miktarı ise 568.580 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2023b).

## **Materials and Methods**

Bu araştırma Mardin ili merkeze bağlı Küçük köyünde, 2022 yılında çiftçi koşullarında, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 3 yinelemeli olarak, 3 orta geçici özelliklere sahip 2.ürün mısır genotipleri kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmada, bitki materyali olarak Fito portbou, Agromar 1506 ve Dekalp6664 gibi farklı olum grubundaki mısır genotipleri kullanılmıştır.

Mardin ilinin iklimi üzerinde kuzeydeki yüksek dağlar etkili olmaktadır. Bölgede kış döneminde oluşan yüksek basınç alanı, kış aylarının soğuk geçmesine yol açar. Bir yandan güneydeki çöl ikliminin etkisi altında bulunması, bir yandan kuzeydeki yüksek dağların serin hava kütlelerinin bölgeye girişini engellemesi nedeniyle ilin genelinde yazlar çok sıcak geçerken karasal iklimin tipik özelliği görülür. Ancak Derik, Nusaybin ve Savur ilçelerinde pamuk, fındık ve zeytin gibi ürünlerin yetişmesi mikroklima özelliğinin yörede hüküm sürerken Akdeniz iklimi ile karasal iklimin ortak özelliklerine sahiptir (Anonim, 2023a). İl genelinde karasal iklim özellikleri görülmektedir. Kış ayları soğuk geçmektedir. Yaz aylarında güneyden gelen çöl iklimi etkisi altında olduğu için kurak geçer. İlde ölçülen en yüksek sıcaklık 42,5 °C'dir (Anonim, 2023a). Bir başka deyişle ortalama sıcaklık 29.8 °C, ortalama en yüksek sıcaklık 35 °C, ortalama en düşük sıcaklık 0.6 °C ve ortalama güneşlenme süresi Temmuz ayında 12.4 saat olarak bildirilmiştir (Anonim, 2023a).

### **3.2 Araştırma alanının konumu**

Bu araştırmanın yürütüldüğü arazinin elektriksel iletkenliği düşük olup tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Kireç oranının bitki yetiştiriciliği açısından sorun oluşturmadığı, fosfor içeriği düşük, potasyum içeriğinin yüksek ve organik madde oranının orta derecede bulunduğu killi bünyeli toprak yapısına sahiptir. Deneme alanının rakımı 894 metredir. Mardin ilinin GPS koordinatları ise 37,9319 enlem, 41,9354 boylamlarında yer almaktadır.

## **Findings and Discussion**

### **Verim ve Verim Bileşenleri**

Araştırmadan elde edilen üç mısır genotipine ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerlere ait tablolar aşağıda ayrı başlıklar halinde verilmiştir. Verim kg/da cinsinden verilmiştir.

Farklı sulama konuları ve mısır genotiplerinden elde edilen verim değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 5.1.1’de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre sulama konusu ve genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %1 ( $p \leq 0.01$ ) önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Konulara ilişkin oluşan LSD testi gruplamaları ise Tablo 5.1.2, 5.1.3 ve 5.1.4’de verilmiştir.

**Tablo 5.1.1 Verim değerlerine ait varyans analiz tablosu**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Tekerrür	2	36921,4	18460,7	3,4671	0,1338
Sulama konusu	2	339810	169905	31,9102	0,0035**
Sulama konusu x Tek & Random	4	21297,9	5324,48	2,1321	0,1394
Genotip	2	650921	325460	130,3232	<.0001**
Genotip x Sulama konusu	4	18615,7	4653,93	1,8636	0,1817
Hata	12	29968,0	2497,3		
Genel toplam	26	1097534,1			

\*\* : % 1 seviyesinde önemli \* : % 5 seviyesinde önemli

**Tablo 5.1.2 Sulama konularının verim değerlerine ait ortalama değerler tablosu**

Sulama Konuları	Verim (LSD)
I100	1479,44 a
I125	1239,11 b
I75	1104,00 c
ORTALAMA	1274,185
CV (%)	9,92
P DEĞERİ	0,0035
LSD	51,32**

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.01$  değerleri içerisinde istatistiksel olarak önemlidir

**Tablo 5.1.3 Genotiplerin verim değerlerine ait ortalama değerler tablosu ve LSD grupları**

Genotip	Verim
DEKALP 6664	1417,22 a
AGROMAR 1506	1262,11 b
FİTO PORTBOU	1143,22 c
ORTALAMA	1274,185
CV (%)	9,92
P DEĞERİ	0,0001
LSD	95,50**

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir

**Tablo 5.1.4 Genotipxsulama konusunun verim değerlerine ait ortalamalar tablosu**

Genotip*Sulama Konusu İnteraksiyonu	Verim
I100,AGROMAR 1506	1443,6667
I100,DEKALP 6664	1670,3333
I100,FİTO PORTBOU	1324,3333
I125,AGROMAR 1506	1253,3333
I125,DEKALP 6664	1340,6667
I125,FİTO PORTBOU	1123,3333
I75,AGROMAR 1506	1089,3333
I75,DEKALP 6664	1240,6667
I75,FİTO PORTBOU	982,0000
ORTALAMA	1274,185
CV (%)	9,92
P DEĞERİ	0,1817
LSD	ÖD

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. ÖD; Önemli değil

Tablo 5.1.1'de verim değerlerine ilişkin varyans analiz tablosunda sulama konusu ve genotip varyasyon kaynakları % 1 seviyesinde önemli iken sulama konuları x genotip interaksiyonu ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Tablo 5.1.2 incelendiğinde sulama konularının verim değerlerinin 1104-1479,44 kg/da arasında değiştiği görülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre verim

değerleri bakımından sulama konularının arasındaki farklılıklar % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Verim değerlerine baktığımızda I<sub>100</sub> sulama konusu 1479,44 kg/da ile a grubunda (1. grup) yer alırken, I<sub>75</sub> sulama konusu 1104 kg/da ile c grubunda yer almıştır. I<sub>125</sub> sulama konusu ise 1239,11 kg/da verim değeriyle b grubunda yani 2. grupta yer almıştır.

Tablo 5.1.3 incelendiğinde genotipler arasındaki verim değerlerinin 1143,22-1417,22 kg/da arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre verim bakımından genotipler arasındaki farklılıklar % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre verim değerlerine baktığımızda 1417,22 kg/da değeri ile DEKALP 6664 çeşidi a grubunda yer almıştır. AGROMAR 1506 çeşidi ise 1262,11 kg/da verim değeriyle b grubunda yer alırken FİTO PORTBOU çeşidi 1143,22 kg/da değeriyle en düşük verim değerini göstermiş ve istatistiki olarak c grubunda yer almıştır.

Tablo 5.1.4 incelendiğinde genotipxsulama konusu arasındaki verim değerlerinin 982,00-1670,33 kg/da arasında değiştiği belirlenmiştir. Verim bakımından genotipxsulama konusu arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En yüksek verim değeri; DEKALP 6664\*I100 interaksiyonunda 1670,33 kg/da bulunurken; en düşük verim değeri ise FİTO PORTBOU\*I75 interaksiyonunda 982,00 kg/da olarak tespit edilmiştir.

## **Conclusion and Recommendations**

Mardin ili yarı-kurak iklim koşullarında damla sulama sistemi yöntemi ile sulanan, ikinci ürün mısır bitkisinde, kısıntılı sulama uygulamalarının verim ve kalite özellikleri, verim olan etmeni ve su kullanım randımanı üzerine olan etkisini araştırmak ve en uygun sulama programı belirlenmek amacıyla yürütülen araştırmada elde edilen bulgular aşağıda özet olarak sunulmuştur.

İkinci ürün mısırdaki uygulanan kısıntılı sulamada bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analizinde sulama konusu genotip varyasyon kaynak % 1 seviyesinde önemli iken sulama konularıxgenotip interaksiyon ise önemsiz bulunmuştur. Sap kalınlık değerlerine ilişkin varyans analiz tablosunda tüm deneme faktörleri arasında istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. İlk koçan kök bölgesinde yükseklik değerlerine ilişkin varyans analizinde ana ve alt faktörler arasındaki farklar önemli bulunurken; bunların interaksiyonları arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. sulama konusu, genotip, genotipxsulama konusu interaksiyonunda, klorofil sulama konusu, genotip, genotipxsulama konusu interaksiyonunda önemsiz bulunmuştur. CWSI değerlerine ilişkin varyans analizinde sulama konusu, genotip ve sulama konuları x genotip interaksiyonu arasındaki farklar istatistiksel olarak % 1 ve % 5 önem seviyelerinde önemli bulunmuştur.

Araştırma sonucunda; mısır bitkisinin verim değerleri sulama konularına göre; 1104-1479,44 genotibe göre; 1143-1417,22 genotipxsulama konusu interaksyonuna göre; 984-1670,33 değişiklik göstermiştir. Bitki boyu sulama konularına göre; 223,78-252,00 genotibe göre, 227,77-250,55 ve genotipxsulama interaksyonuna göre; 219,33-250,67 arasında değişiklik göstermiştir. Sap kalınlığı sulama konularına göre; 2,384-2,483, genotibe göre; 2,314-2,403, genotipxsulama konusu interaksyonuna göre; 2,256-2,510 arasında değişiklik göstermiştir. Mısır ilk koçan yükseklik değerleri sulama konularına göre; 89,66-115,11, genotibe göre; 88,67-112,44, genotipxsulama interaksyonuna göre; 75,66+119,00 arasında değişiklik göstermiştir. Klorofil değerleri; sulama konularına göre; 38,67-45,529 genotibe göre, 42,02-43,26, genotipxsulama interaksyonuna göre; 38,34-46,11 arasında değişiklik göstermiştir. CWSI sulama konularına göre, 0,24-0,34, genotibe göre; 0,27-29, genotipxsulama konusu interaksyonuna göre; 0,23-0,36 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük tohum genotip olarak verimi fito bortbou mısır genotip elde edilirken, en yüksek tohum verimi dekalp 6664 mısır genotip elde edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre en düşük verim değerler I<sub>75</sub> sulama konusu olarak saptanmıştır. Yapılan araştırma sonucuna göre 1 çeşit fito bortbou, Dekalp 6664 ve agromar1506 olmak üzere 3 genotip mısır çeşitler kullanılmıştır. Dekalp 6664-1417,22 kg/ha agromar 1506-1262,11 kg/ha, fito bortbou 1143,22 kg/ha verim elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre mısır bitkisinde en yüksek tane verimi 1417,22 kg/ha ile I<sub>100</sub> sulama konusundan bitki su tüketimin tamamının uygulaması ile elde edilmiştir. En düşük tane verimi ise 1143,22 kg/ha ile I<sub>75</sub> bitki su tüketiminin %25 az verilmesi kısıtlı sulama konusundan elde edilmiştir. Yapılan araştırma bulgularında bitkiye verilen sulama suyu miktarı arttıkça verim değerlerinde de yükselme gerçekleşmemiştir. Sulama düzeyinin artırılması veya kısıtlı sulamaya gidilmesi verim artışına neden olmamıştır. Sonuç olarak ikinci ürün mısır bitkisinde en yüksek tane verimine ulaşmak için her 8 günde bir 0-90 cm toprak profilinde kaybedilen suyun %100'ünün sulama suyu olarak uygulandığı I<sub>100</sub> sulama tercih edilebilir. Elde edilen bulgular neticesinde; Mardin koşullarında ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde denemede kullanılan genotipleri dikkate alınarak kısıtlı sulama uygulanmaması gerektiği söylenebilir. Yarı kurak iklime sahip Mardin koşullarında ikinci ürün mısır kısıtlı sulama uygulamalarının dikkatli planlanması gerektiği vurgulanmış olup verim ve verim bileşenleri üzerinde etkili olacağı söylenebilir.

Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre Mardin ilinde ikinci ürün mısırdaki kısıtlı sulama yapılması önerilmemekte veya kısıntı yapma zorunluluğu olduğu takdirde bunun erken vejetatif gelişme döneminde (döllenme öncesinde) maksimum %25 oranında yapılması önerilmektedir. Bir başka deyişle su kaynağı

yetersiz olan böylesi yörelerde maksimum %25 düzeyinde su kısıntısı yapılması söylenebilir. Öte yandan mısır çeşitleri ise özellikle erken vejetatif dönemde yabancı ot ile rekabete girmekte zorlanmakta buda verimde önemli oranlarda düşüöşlere sebep olmaktadır. Kısaca yabancı otlardan arı bir mısır tarlası elde edilmek isteniyorsa uygun mısır çeşitlerinin yetiştiriciliğinin yapılması önerilmektedir.

### **Thanks and Information Note**

Bu tez çalışmasının tüm süreci boyunca bana sürekli yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen, sonsuz desteğini sunan danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Ali Beyhan UÇAK'a ve Sayın Prof. Dr. Fırat BARAN'a en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

## REFERANSLAR

- Akıncı, M., 2004. Kısıtlı Sulama, *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü*, Kırklareli, 300-323.
- Anaç, S., Tüzel, İ.H., U, I., M, A., 1993. Sulama Yöntemleri ve Yeni Gelişmeler. Ege Üniversitesi, *Yayın Bülteni*, 1-14.
- Angın, N., Koç, M., Barutçular, C., Gençel, B., 2007. İkinci ürün mısırdaki farklı sulama zamanlarının yaprak alanı değişimi, bitki büyüme ve verim üzerine etkisi. *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi*, Erzurum, 25-27.
- Anonim, 2001. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı, Mısır (*Zea mays L.*). Teknik Talimat Yayınları, No: 1, Ankara, 20-25.
- Anonim, 2003. Gıda ve Tarım örgütü İstatistiksel verileri, <https://www.faostat.org> [Ziyaret Tarihi: 12 Nisan 2023].
- Anonim, 2021. Devlet Su işleri faaliyet raporları, <https://www.dsi.gov.tr> [Ziyaret Tarihi: 10 Ağustos 2023].
- Anonim, 2023a. Mardin Valiliği iklim verileri, <http://www.mardin.gov.tr/iklimi> [Ziyaret Tarihi: 24 Kasım 2023].
- Anonim, 2023b. Bitkisel ve hayvansal üretim verileri, <https://www.tuik.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 24 Kasım 2023].
- Baştuğ, R., 1987. Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su- Üretim Fonksiyonlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 75-80.
- Bergez, J.E., Deumier, J.M., Lacroix, B., Leroy, P. Wallach, D., 2002. Improving irrigation schedules by using a biophysical and a decisional model, *European Journal of Agronomy*, 16 (1), 123-135.
- Boz, B., 2001. Çukurova Koşullarında CERES Maize Bitki Büyüme Modelinin Test Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 50-59.
- Bozkurt, Y., 2005. Çukurova Koşullarında Damla Yöntemiyle Sulanan İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Optimum Lateral Aralığının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 60-69.
- Braunwovth, J.R., Water, S., Mack, H.J., 1989. Crop-water production functions for sweet corn. *Journal of American Society of Horticulture Science*, 114 (2), 210-215.
- Cerit, İ., Bolat, A., Uçak, A.B., Türkay, M.A., Sarıhan, H., 2011. Bazı at dişi mısır (*Zea mays indentata Sturt*) çeşitlerinde dane verimi ve bazı tarımsal özelliklerin saptanması. *Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi*, Bursa, 12-15.



Çakmak, B., 2002. Kızılırmak havzası sulama birliklerinde sulama sistem performansının değerlendirilmesi, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5 (2), 25-35.

## **Bölüm 2**

### **Kısıtlı Sulama Uygulamalarının Clearfield Ayçiçeği Bitkisindeki Yabancı Ot Popülasyonu Üzerine Etkisi**

**Ruken KONUK<sup>1</sup>**  
**Ali Beyhan UÇAK<sup>2</sup>**  
**Fırat PALA<sup>3</sup>**

---

<sup>1</sup> Zir.Yük.Müh. (ORCID: 0000-0003-3060-8335)

Siirt University, Faculty of Agriculture Department of Biosystem Engineering, Siirt-Türkiye, Siirt- Türkiye  
Email: konukruken@gmail.com +905305981078

<sup>2</sup> Prof. Dr. (ORCID: 0000-0003-4344-2848)

Siirt University, Faculty of Agriculture Department of Biosystem Engineering, Siirt-Türkiye, Siirt- Türkiye  
Email: abucak@siirt.edu.tr (Responsible Author)

<sup>3</sup> Doç. Dr. (ORCID: 0000-0002-4394-8841)

Siirt University, Faculty of Agriculture Department of, Department of Plant Production, Siirt-Türkiye, Siirt-  
Türkiye

Email: firatpala@siirt.edu.tr

## Özet

Bu araştırma Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi deneme arazisinde 2022 yılı ikinci ürün ayçiçeği bitkisinin yetiştirme sezonu boyunca yürütülmüştür. Damla sulama yöntemi ile uygulanan kısıntılı sulama altında ikinci ürün ayçiçeği bitkisinin su-verim ilişkilerini incelemek amacıyla uygulanmıştır. Araştırma üç tekerrürlü olarak tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme deseninde yürütülmüştür. Denemede 1 çeşit clearfield ayçiçeği(Ç1=P64LP130) ile 2 çeşit tescilli ayçiçeği çeşidi (Ç2=P64LL134) ve Ç3=(P63MM54) olmak üzere 3 adet ayçiçeği çeşidi ile ele alınmıştır. Araştırmada farklı sulama düzeyleri, yedi günde bir 90 cm'lik toprak profilinde tüketilen suyun %100'ünün ( $I_{100}$ , kontrol konusu) uygulandığı tam sulama ve tam sulamanın %70'inin ( $I_{70}$ ) ve %35'inin ( $I_{35}$ ) uygulandığı kısıntılı sulama konularından oluşturulmuştur. Sulama programı her yedi günde bir olacak şekilde düzenlenmiş ve sulama konuları üç farklı sulama düzeyinden ( $I_{100}$ ,  $I_{70}$ ,  $I_{35}$ ) oluşturulmuştur. Toprak su içeriği değişimi A-Pan buharlaşma kabı ile ölçülmüştür. Araştırmada; bitki boyu, sap kalınlığı, tabla çapı, tabladaki tane sayısı, tabla genişliği, 1000 tane ağırlığı incelenmiştir. Araştırma sonucunda; Verim değerleri sulama konularına göre; 118,89-307,22 genotibe göre; 217,26-237,06 genotipxsulama konusu interaksiyonuna göre; 117,67-318 değişiklik göstermiştir. Bitki boyu sulama konularına göre; 159,44-170, genotibe göre, 155-185,44 ve genotipxsulama interaksiyonuna göre; 149,66-191 arasında değişiklik göstermiştir. Sap kalınlığı sulama konularına göre; 20,22-21,53, genotibe göre; 18,04-22,42, genotipxsulama konusu interaksiyonuna göre; 14,76-23,52 arasında değişiklik göstermiştir. Tabla çapı değerleri sulama konularına göre; 16,81-18,31 genotibe göre; 15,87-19,05, genotipxsulama interaksiyonuna göre; 15,30-19,86 arasında değişiklik göstermiştir. Klorofil değerleri; sulama konularına göre; 39,85-43,28 genotibe göre, 38,63-43,52, genotipxsulama interaksiyonuna göre; 37,07-44,66 arasında değişiklik göstermiştir. CWSI sulama konularına göre, 0,26-0,61, genotibe göre; 0,38-0,47, genotipxsulama konusu interaksiyonuna göre; 0,23-0,65 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük tohum genotip olarak verimi P64LL134 çeşidinden elde edilirken en yüksek tohum verimi P64LP130 çeşidinden elde edilmiştir. En düşük verim elde edilen sulama konusu ise  $I_{35}$  olarak tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre Siirt'te ayçiçeğinde kısıntılı sulama yapılması önerilmemekte veya kısıntı yapma zorunluluğu olduğu takdirde bunun erken vejetatif gelişme döneminde (çiçeklenme öncesinde) maksimum %30 oranında yapılması önerilmektedir. Bir başka deyişle su kaynağı yetersiz olan böylesi yörelerde maksimum %30 düzeyinde su kısıntısı yapılması söylenebilir. Öte yandan clearfield olmayan ayçiçeği çeşitleri ise özellikle erken vejetatif dönemde yabancı ot ile rekabete girmekte zorlanmakta bu da verimde

%40-50'lere varan önemli oranlarda düşüŖlere sebep olmaktadır. Kısaca yabancı otlardan arı bir ayçiçeği tarlası elde edilmek isteniyorsa, clearfield ayçiçeği çeŖitlerinin yetiŖtiricilięinin yapılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Clearfield ayçiçeği, sulama, yabancı ot

### **Abstract**

This research was carried out in Siirt University, Faculty of Agriculture, during the growing season of the second crop sunflower plant in 2022. It was applied to examine the water-yield relations of the second crop sunflower plant under limited irrigation applied with the drip irrigation method. The research was carried out in randomized blocks split plot design with three replications. In the experiment, 1 clearfield sunflower (Ç1=P64LP130) and 2 registered sunflower varieties (Ç2=P64LL134) and Ç3=(P63MM54) were used with 3 sunflower varieties. The different irrigation levels in the study were full irrigation with 100% (I100, control subject) of the water consumed in a soil profile of 90 cm every seven days, and partial irrigation where 70% (I70) and 35% (I35) of the full irrigation were applied. made up of topics. Irrigation program was arranged every seven days and irrigation subjects were formed from three different irrigation levels (I100, I70, I35). The soil water content change was measured with the A-Pan evaporation dish. In the research; plant height, stem thickness, tray diameter, number of grains in the tray, tray width, 1000 grain weight were examined. As a result of the research; Yield values according to irrigation issues; According to the 118.89-307.22 genotype, 217,26-237.06 genotypex according to the irrigation subject interaction, 117,67-318 differed. According to plant height irrigation issues; 159,44-170 according to genotype, 155-185,44 and according to genotypexirrigation interaction; It varied between 149.66-191. Stem thickness according to irrigation issues; 20.22-21.53, by genotype; 18.04-22.42, according to genotypexirrigation subject interaction; It varied between 14.76-23.52. Table diameter values according to irrigation issues; According to 16.81-18.31 genotypes; 15.87-19.05 according to genotypexirrigation interaction; It varied between 15.30-19.86. Chlorophyll values; according to irrigation issues; According to 39.85-43.28 genotypes, 38.63-43.52 according to genotypexirrigation interaction; It varied between 37.07-44.66. According to CWSI irrigation subjects, 0.26-0.61, according to genotype; 0.38-0.47, according to genotypexirrigation subject interaction; It varied between 0.23-0.65. While the lowest seed yield was obtained from P64LL134 variety as genotype, the highest seed yield was obtained from P64LP130 variety. The irrigation issue with the lowest efficiency was determined as I35. According to the results of this study, it

is not recommended to make limited irrigation in sunflowers in Siirt or if it is necessary to reduce it, it is recommended to do this at a maximum rate of 30% during the early vegetative development period (before flowering). In other words, it can be said that in such regions where the water supply is insufficient, a maximum of 30% water restriction should be made. On the other hand, non-clearfield sunflower varieties have difficulty in competing with weeds, especially in the early vegetative period, and this causes significant decreases in yield, up to 40-50%. In short, if it is desired to obtain a weed-free sunflower field, it is recommended to cultivate clearfield sunflower varieties.

**Keywords:** Clearfield sunflower, irrigation

## Giriş

Ülkemizde insan beslenmesinde çoğunlukla ayçiçeği yağının tercih edilmesi ve artan yağ açığımız nedeniyle en önemli yağ bitkilerinden birisi ayçiçeğidir. Hemen her şeyin mekanize olması, düşük işgücü kullanımı, geniş alanlarda ekim potansiyeline sahip olmasına rağmen, ayçiçeği ekim alanlarında istenen artış sağlanamamıştır. Bunun en önemli nedenlerinden birisi; ülkemizin hemen her bölgesinde ayçiçeği kuru ziraat şeklinde (yağışa bağlı olarak sulanmadan) üretildiğinden, gelişme dönemindeki kuraklıkların tane verimini olumsuz yönde etkilemesiyle üretiminin yıllar bazında değişiklik göstermesidir. Tarımsal anlamda iklim değişikliğinin en ciddi sonucu olan su stresi veya kuraklık konusunda alınabilecek önlemlerden biride ülkemizde önemli bir ekim alanına sahip olan ayçiçeğinin, su stresi koşullarında yetiştirilebilecek yeni clearfield ayçiçeği çeşitlerinin su stresine olası tepkilerinin belirlenmesi ve su stresinin yabancı ot popülasyonu üzerine etkilerinin saptanması sürdürülebilir tarımın devamlılığı açısından büyük önem arz etmektedir.

Türkiye sahip olduğu toprak ve su kaynakları ile çok değişik iklim koşulları yönünden dünyada tarımsal potansiyeli yüksek olan sayılı ülkeler arasında bulunmaktadır. Ülkemizde işlenen arazi 28,5 milyon hektardır. Yapılan etütlere göre, mevcut su potansiyeli ile teknik ve ekonomik olarak sulanabilecek arazi miktarı 8,5 milyon hektar olarak hesaplanmıştır. Sulanan alan ise 6,7 milyon ha'dır (DSİ, 2021). Siirt ilinin yüzölçümü 598.700 ha'dır. Bu alanın teknik anlamda sulanabilecek arazi varlığı yaklaşık 24.115 ha'dır (Anonim, 2023). Moutonnet ve Heng, (2002) yaptıkları çalışmada Akdeniz ülkeleri için suyun kısıntılı bir kaynak olduğunu, kişi başına gerekli toplam su miktarının ise yaklaşık 1700 m<sup>3</sup>/kişi/yıl olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, çoğu Batı Asya ülkelerinde bu rakam 500 m<sup>3</sup>/kişi/yıl'dan daha azdır. Bu durum gelecekte artan nüfus için çok olumsuz bir durumdur. Tarım %70 kullanım oranı ile suyu en fazla tüketen sektördür. Ülkemizin nüfusu yaklaşık olarak 82 milyona ulaşmış bulunmaktadır. Hâlbuki tarım arazilerini daha fazla arttırma olanağı bulunmamaktadır. Bu durumda artan nüfusumuzun beslenmesi, sanayimize hammadde sağlaması ve dış ödemeler dengesinde katkıda bulunması için tarımsal üretimin arttırılması gerekmektedir. Bu husus ülke çapında iyi bir üretim planlaması ve günün modern tekniklerinin uygulanmasıyla sağlanabilir. Günümüzde bitkilerin sulanmasında yüzey sulama yöntemleri yetersiz kalmakta ve uygulanan sulama suyunun yalnızca 1/3'ü bitkiler tarafından terleme (transpirasyon) yoluyla kullanılmaktadır. Bu nedenle, sulama yöntemlerinin geliştirilmesine şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'nin de dâhil olduğu Akdeniz ülkelerinde yapılan çalışmaların sonucuna göre; damla sulamanın, ortalama %42 su tasarrufu sağladığı, fertigasyonun geleneksel gübrelemeye göre verimi %42

arttırdığı, sulama suyu kullanma etkinliği ise %79 oranında daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Özellikle yağmurlama ve damla sulama sistemlerine uygun sulama programları hazırlayıp, bu programları sulama otomasyonu ile birlikte uygulayarak su kullanım etkinliği daha da artırılabilir. Plastik sanayinin hızla gelişimi, sulama sistemi ve donanımındaki gelişmeler, basınçlı sulama sistemi kullanımının artmasında itici bir güç oluşturmuştur. Bunun sonucu olarak son yıllarda birçok bitkinin sulanmasında yağmurlama ve damla sulama uygulamaları başlamıştır. Ülkemizde de bu konudaki araştırma çalışmaları yakın geçmişten (son 20-25 yıl) beri yapılmaktadır. Ayrıca, yüzey sulamadan damla sulama sistemlerine geçişte %30-60 arasında değişen oranda bir su tasarrufu sağlanabilmektedir (FAO, 2003). Bitkilerin sulanması amacıyla, sulama programlarının oluşturulmasında son zamanlarda sulama otomasyonu kullanılmaya başlanmıştır. Sulama otomasyonu sulama programı ile birlikte kullanıldığında, daha hassas olmakta, su ve gübre kullanım etkinliğini arttırmakta, işçilik ve enerji giderlerini azaltmakta, verimi ve kaliteyi arttırmakta, insan hatasını en aza indirmekte, sık ve düşük hacimli sulama yapma imkânı sağlamaktadır.

Günümüzde ayçiçeği yetiştiriciliğinde sulamaların belli bir sulama programına göre yapılmaması sebebiyle, ülkemizde ayçiçeğinin sulaması ile ilgili çalışmalar yeterli düzeyde değildir. Ülkemizde damla sulama sistemlerinin kurulmasını ve kullanımını teşvik etmek amacıyla son yıllarda çiftçilere Tarım ve Orman Bakanlığınca belirli oranlarda hibe destekler verilmektedir. Kısaca günümüzde damla sulama yapan çiftçiler devletçe desteklenmektedir, ancak damla sulama sistemlerinin bir kısmı mühendislik prensipleri dikkate alınmadan kurulmakta, ölçüsüz ve kontrolsüz sulama uygulamaları yapılmaktadır. Diğer yandan damla sulama sistemlerinin işletilmesi sırasında bilimsel temellere ve ölçümlere dayalı olmayan sulama programları önerilmektedir. Bunun sonucu olarak sulama suyu ya gereğinden fazla verilmekte ya da gereğinden az verilmektedir. Su gereğinden fazla verildiğinde kıt olan su kaynaklarımız israf edilmekte, gereğinden az verildiğinde ise sulanan bitkinin verim ve kalitesini düşürmektedir. Bu nedenlerle damla sulama sisteminden gereken fayda sağlanamamakta, yatırım ve zaman kaybı olmaktadır. Basınçlı sulama yöntemlerinin özellikle damla sulama yönteminin, sulama programlarının uygulanmasında kullanılması ile karşılaşılan bu sorunlar minimum düzeye indirebilmektedir. Geleneksel olarak bitkilerin sulama zamanının belirlenmesinde toprağa, bitkiye ve iklime dayalı çok sayıda yöntem kullanılmaktadır. Bunlar, bitki ve toprak belirteçleri ile su bütçesi tekniğinden oluşmaktadır. Su bütçesine dayalı yöntemlerden birisi de A sınıfı buharlaşma kabı yöntemidir. Hem yurt içinde hem de yurt dışında A sınıfı buharlaşma kabı

kullanılarak tarla ve bahçe bitkilerinin sulama programı hazırlanmaktadır. Bu yüksek lisans tezinin amacı, farklı sulama düzeylerinde (I<sub>100</sub>, I<sub>70</sub>, I<sub>35</sub>) clearfield ayçiçeği bitkisine yetiştirme döneminin belli periyotlarında, belirli oranlarda uygulanacak herbisitlerin (yabancı ot ilacı) yabancı ot popülasyonu (yoğunluğu) ve verim üzerine olası etkisini araştırmaktır. Kısaca clearfield ayçiçeği bitkisine farklı sulama düzeylerinde herbisit uygulayarak yabancı ottan arı bir ayçiçeği tarlası elde edilmeye çalışılacaktır. Kimi herbisitler yabancı otu öldürürken bitkinin gelişmesini de olumsuz etkileyebilmektedir. Ancak bu çalışmada kullanılan herbisitlerin (ticari ismi INTERVIX PLUS ve etkili maddesi Imozamox olan herbisitten, 25 gr/lt kullanılmıştır) bitkiye olan zararı daha az olmuştur. Çalışma Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Deneme arazisinde 2022 yılı yaz döneminde ayçiçeğinin yetiştirme sezonunda doğal tarla koşullarında yürütülmüştür. Araştırma kapsamında, ayrıca clearfield ayçiçeği bitkisinin; farklı gelişim evrelerinde uygulanacak olan herbisitlerin ayçiçeğinin fizyolojik ve morfolojik parametreler üzerine etkisi de belirlenmeye çalışılmıştır. Bu yüksek lisans tez konusu gerek ülkemiz gerekse dünyada önem taşıyan ve popüler bir konuda olup, elde edilen sonuçların doğrudan pratiğe uygulamasını kapsamaktadır. Tez konusu olan proje; kendi konusunda önemli çalışmaları olan ve değişik disiplinleri bir araya getirmektedir. Proje sonunda, elde edilen sonuçlar ve gözlemler hazırlanacak makaleler ile ulusal ve uluslararası konferanslara katılım sağlanarak paylaşılacak, bu konuyla ilgili yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır.

### **Materials and Methods**

Bu araştırma, 2021-2022 yılında Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve deneme alanında doğal tarla koşullarında, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada, bitki materyali olarak clearfield özelliklerine sahip ayçiçeği genotipleri kullanılmıştır.

Bölge yaz mevsiminde çoğunlukla Basra alçak basınç merkezine yerleşmiş olan kuru ve sıcak tropikal hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Gündüz en yüksek hava sıcaklığı 40 °C'nin üzerine çıkabilmektedir. Basra alçak basınç merkezinin Anadolu'ya doğru genişlemesi ile oluşan ve "samyeli" olarak adlandırılan kuru ve sıcak rüzgârlar hem buharlaşmayı artırmakta ve hem de toz fırtınalarına neden olmaktadır. Ayrıca bölge Arabistan ve Suriye çöllerinden gelen tozlu havanın etkisi altında da kalmaktadır. Kış mevsiminde bölge, Orta Akdeniz'den gelen cephelerin etkisi altına girmektedir. Yağışlara neden olan bu cephe faaliyetleri Nisan ayına kadar devam etmektedir (Atalay ve Mortan, 2003). Benzer koşulların hakim olduğu inceleme alanında 1970-2013 yılları arasındaki dönemde yapılan ölçüm sonuçlarına göre yıllık ortalama hava sıcaklığı değeri



16,1 °C olarak tespit edilmiştir. Kış aylarında ülkemiz ve çevresini etkileyen planeter faktörlerin etkisiyle sahada en düşük düzeye inen ortalama sıcaklık değerleri Mart ayından itibaren hızlı bir yükselme eğilimine girerek Mayıs ve Haziran aylarında 25 °C'nin üzerine çıkmaktadır. İnceleme alanında yaz döneminde (Haziran, Temmuz, Ağustos) ortalama sıcaklıkların 26 °C'nin, kış döneminde ise (Aralık, Ocak, Şubat) 2,7 °C'nin altına düşmediği görülmektedir. En düşük (2,7 °C) ve en yüksek (30,5 °C) aylık ortalama hava sıcaklığı değerleri sırasıyla Ocak ve Temmuz aylarında gerçekleşmekte olup, bu değerler arasında 27,8 °C düzeyinde bir sıcaklık farkı bulunmaktadır (Ayberk, 2013).

### **Sulama sisteminin kurulması**

Bu araştırmada kullanılan sulama sistemi damla sulama sistemidir. Kontrol birimi; hidrosiklon, disk filtre, vana ve manometrelerden oluşmuştur.

Denemede kullanılacak damla sulama sisteminde lateral hatları 16 mm dış çaplı olup, kullanılacak damlatıcılar içten geçik ve sabit debili özelliğindedir. Her bitki sırasının (70 cm) sağ ve sol kısmına olmak kaydıyla 1 lateral döşenmiştir (Şekil 3.12).



**Şekil 3.12.** Damla sulama sistemi



**Şekil 3.13.** Araştırmada kurulan sayaç sistemi

**Tablo 3.5.** Denemede kullanılan sulama suyu kalite özellikleri

pH	EC	Ca (me/L)	Mg (me/L)	Na (me/L)	K (me/L)	CO <sub>3</sub> (me/L)	HCO <sub>3</sub> (me/L)	Cl (me/L)	SO <sub>4</sub> (me/L)	SAR	Sınıf
8,23	3950	40,08	14,6	14,70	0,85	0,00	153,00	24,81	35,83	0,50	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

### 3.1.6. Araştırmada kullanılan ekipmanlar

Yaprak sıcaklığı ölçümlerinde termometre, yaprak klorofil ölçümlerinde yaprak klorofil metre ayçiçeği hasat sonrası tartımlarında ise hassas terazi kullanılmıştır. Tabla çapı ve sap kalınlığı ölçümünde dijital kumpas kullanılmıştır.

### Araştırma konuları ve deneme deseni

Parsel uzunluğu 6 m parsel genişliği 15 cm arası mesafe 70 cm ve sıra üzeri mesafe 15 cm olmak üzere, ekilen her bir parsel alanı (0.7 m x 6 m x 4 sıra) 16.8 m<sup>2</sup> olarak planlanmıştır. Denemeler tesadüf bloklarında bölünmüş parsel deneme desenine göre üç tekerrürlü olacak şekilde kurulmuş ve Şekil 4.2’de verilen plan

doğrultusunda yürütülmüştür. Hasat, fizyolojik olumun tamamlandığı tanedeki nem %10'a düştüğünde, her parsel kenarındaki ikişer sıra kenar tesiri olarak işlem dışı bırakılıp, orta iki sıradan el ile yapılmıştır. Deneme süresince, gerekli bakım işlemleri ve kültürel uygulamalar standart yöntemlere göre yapılmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, JUMP istatistik bilgisayar paket programı kullanılarak, varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar LSD testi yapılarak karşılaştırılmıştır.

Sulama konuları yaklaşık 30 mm ve üzerindeki toplam buharlaşan A-Pan kabından buharlaşan su miktarının % 100'nun, % 70'inin, %35'inin verilmesi ile oluşturulmuştur. Buna göre bitki-pan katsayıları (kcp) sulama konularına göre sırasıyla, 0.60, 0.80 ve 1.00 olarak alınmıştır. Oluşturulmuş olan 3 adet sulama konuları sırasıyla I<sub>100</sub>, I<sub>70</sub> ve I<sub>35</sub> şeklindedir.

## Findings and Discussion

### Verim ve Verim Bileşenleri

Araştırmadan elde edilen üç ayçiçeği genotipine ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerlere ait tablolar aşağıda ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

#### 1.1.1. Verim (kg/da)

Farklı sulama konuları ve ayçiçeği genotiplerinden elde edilen verim değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre sulama konusu ve genotipler arasındaki farklar istatistiksel olarak %1 ( $p \leq 0.01$ ) önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Konulara ilişkin oluşan LSD testi gruplamaları ise Tablo 4.2, 4.3 ve 4.4'de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Verim değerlerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri	P Değeri
Tekerrür	2	497,45	248,725	12,5894	0,1880
Sulama konusu	2	171494	85747	4340,153	<.0001**
Sulama konusuxTek&Random	4	79,0267	19,7567	0,1875	
Genotip	2	1792,08	896,039	8,5035	0,0050**
GenotipxSulama konusu	4	103,274	25,8185	0,2450	0,9072
Hata	12	1264,48	105,4		
Genel toplam	26	175230,30			

\*\* : % 1 seviyesinde önemli \* : % 5 seviyesinde önemli

**Tablo 4.2.** Sulama konularının verim değerlerine ait ortalama değerler tablosu (LSD)

Sulama Konuları	Verim
I <sub>100</sub>	307,22 A
I <sub>70</sub>	257,56 B
I <sub>35</sub>	118,89 C
ORTALAMA	227,89
CV (%)	4,50
LSD (0,01)	5,817

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P < 0.01$  değerleri içerisinde istatistiksel olarak önemlidir

**Tablo 4.3.** Genotiplerin verim değerlerine ait ortalama değerler tablosu ve LSD grupları

Genotip	Verim
P64LP130	237,06 A
P63MM54	229,34 A
P64LL134	217,26 B
ORTALAMA	227,89
CV (%)	4,50
LSD (0,01)	10,54

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P < 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir

**Tablo 4.4.** Genotipxsulama konusunun verim değerlerine ait ortalamalar tablosu

Genotip*Sulama Konusu İnteraksiyonu	Verim
P63MM54,35	117,67
P63MM54,70	260,00
P63MM54,100	310,33
P64LL134,35	111,13
P64LL134,70	247,33
P64LL134,100	293,33

P64LP130,35	127,85
P64LP130,70	265,33
P64LP130,100	318,00
ORTALAMA	227,89
CV (%)	4,50
LSD	ÖD

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark  $P < 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir

Tablo 4.1’de verim değerlerine ilişkin varyans analiz tablosunda sulama konusu ve genotip varyasyon kaynakları % 1 seviyesinde önemli iken sulama konuları x genotip interaksiyonu ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Tablo 4.2 incelendiğinde sulama konularının verim değerlerinin 118,89-307,22 kg/da arasında değiştiği görülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre verim değerleri bakımından sulama konularının arasındaki farklılıklar % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Verim değerlerine baktığımızda  $I_{100}$  sulama konusu 307,22 kg/da ile a grubunda yer alırken  $I_{35}$  sulama konusu 118,89 kg/da ile c grubunda yer almıştır.  $I_{70}$  sulama konusu ise bu 2 sulama konusu arasında yer almış olup, b grubunda 2. grupta bulunmaktadır.

Tablo 4.3 incelendiğinde genotipler arasındaki verim değerleri 217,26-237,06kg/da arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre verim bakımından genotipler arasındaki farklılıklar % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre verim değerlerine baktığımızda 237,06 kg/da değeri ile P64LP130 ve 229,34 kg/da değeri ile de P63MM54 en yüksek değerleri ile a grubunda yer alırken; en düşük değer 217,26 kg/da ise P64LL134 çeşidinde b grubunda yer almıştır.

Tablo 4.4 incelendiğinde genotipxsulama konusu arasındaki verim değerlerinin 111,13-318 kg/da arasında değiştiği belirlenmiştir. Verim bakımından genotipxsulama konusu arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En yüksek verim değeri; P64LP130\*100 interaksiyonunda 318 kg/da bulunurken; en düşük verim değeri ise P64LL134\*35 interaksiyonunda 111,13 kg/da olarak tespit edilmiştir.

## Conclusion and Recommendations

Siirt ili yarı-kurak iklim koşullarında damla sulama sistemi yöntemi ile sulanan, ikinci ürün ayçiçeği bitkisinde, kısıntılı sulama uygulamalarının verim ve kalite özellikleri, verim tepki etmeni ve su kullanım randımanı üzerine olan etkilerini araştırmak ve aynı zamanda en uygun sulama programı belirlenmek

amacıyla yürütülen denemeden elde edilen sonuçlar aşağıda özet olarak sunulmuştur.

Uygulanan kısıntılı sulama bitki boyunda sulama konusu, genotip, genotipxsulama konusu interaksyonu verim değerlerinde sulama konusu, genotip, genotipxsulama konusu interaksyonu, sap kalınlığında sulama konusu, genotip, genotipxsulama konusu tabla çapı sulama konusu, genotip, genotipxsulama konusu interaksyonunda, klorofil sulama konusu, genotip, genotipxsulama konusu interaksyonunda % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur. CWSI'de sulama konusu, genotip, genotipxsulama konusu interaksyonu etkileri istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Araştırma sonucunda; verim değerleri sulama konularına göre; 118,89-307,22 genotibe göre; 217,26-237,06 genotipxsulama konusu interaksyonuna göre; 117,67-318 değişiklik göstermiştir. Bitki boyu sulama konularına göre; 159,44-170, genotibe göre, 155-185,44 ve genotipxsulama interaksyonuna göre; 149,66-191 arasında değişiklik göstermiştir. Sap kalınlığı sulama konularına göre; 20,22-21,53, genotibe göre; 18,04-22,42, genotipxsulama konusu interaksyonuna göre; 14,76-23,52 arasında değişiklik göstermiştir. Tabla çapı değerleri sulama konularına göre; 16,81-18,31 genotibe göre; 15,87-19,05, genotipxsulama interaksyonuna göre; 15,30-19,86 arasında değişiklik göstermiştir. Klorofil değerleri; sulama konularına göre; 39,85-43,28 genotibe göre, 38,63-43,52, genotipxsulama interaksyonuna göre; 37,07-44,66 arasında değişiklik göstermiştir. CWSI sulama konularına göre, 0,26-0,61, genotibe göre; 0,38-0,47, genotipxsulama konusu interaksyonuna göre; 0,23-0,65 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük tohum genotip olarak verimi P64LL134 çeşidinden elde edilirken, en yüksek tohum verimi P64LP130 çeşidinden elde edilmiştir. Elde edilen parametreler üzerinde en düşük ortalama değerler I<sub>35</sub> sulama konusu olarak saptanmıştır. Yapılan araştırma sonucuna göre 1 çeşit clearfield ayçiçeği (Ç1; P64LP130) ile 2 çeşit tescilli ayçiçeği çeşidi (Ç2; P64LL134) ve (Ç3; P63MM54), 3 ayçiçek genotibinden; P64LP130, 237,06 kg ha<sup>-1</sup>, P64LL134, P63MM54, 229,34 kg ha<sup>-1</sup> 217,26 kg ha<sup>-1</sup> tohum verimi elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre ayçiçeği bitkisinde en yüksek tane verimi 307,26 kg ha<sup>-1</sup> ile I<sub>100</sub> sulama konusundan (%100) elde edilmiştir. En düşük tane verimi ise 118,89 kg ha<sup>-1</sup> ile I<sub>35</sub> sulama konusu (%35 sulama, %65 kısıntı) konusundan elde edilmiştir. Bu değerlere göre uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça verim değerlerinde de yükselme gerçekleşmiştir. Sulama düzeyinin artırılması ile birlikte tane veriminin de önemli derecede arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak ikinci ürün ayçiçeği bitkisinde en yüksek tane verimine ulaşmak için her 7 günde bir 0-90 cm toprak profilinde kaybedilen suyun %100'ünün sulama suyu olarak uygulandığı I<sub>100</sub> sulama programı tercih edilebilir. Elde edilen

bulgular neticesinde; Siirt koşullarında ikinci ürün ayçiçeği yetiştiriciliğinde denemede kullanılan çeşitler dikkate alınarak kısıntılı sulama uygulanmaması gerektiği söylenebilir. Yarı kurak iklime sahip Siirt koşullarında ikinci ürün ayçiçeğinde kısıntılı sulama işletmeciliğinin oldukça dikkatli planlanması gerektiği vurgulanmış olup verim ve verim bileşenleri üzerinde etkili olacağı söylenebilir.

Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre Siirt'te ayçiçeğinde kısıntılı sulama yapılması önerilmemekte veya kısıntı yapma zorunluluğu olduğu takdirde bunun erken vejetatif gelişme döneminde (çiçeklenme öncesinde) maksimum %30 oranında yapılması önerilmektedir. Bir başka deyişle su kaynağı yetersiz olan böylesi yörelerde maksimum %30 düzeyinde su kısıntısı yapılması söylenebilir. Öte yandan clearfield olmayan ayçiçeği çeşitleri ise özellikle erken vejetatif dönemde yabancı ot ile rekabete girmekte zorlanmakta buda verimde %40-50'lere varan önemli oranlarda düşüslere sebep olmaktadır. Kısaca yabancı otlardan ari bir ayçiçeği tarlası elde edilmek isteniyorsa clearfield ayçiçeği çeşitlerinin yetiştiriciliğinin yapılması önerilmektedir.

#### **Thanks and Information Note**

**Bu Tez çalışmasının finansmanı Siirt Üniversitesi BAP birimi tarafından 2022-SİÜFEB-020 proje ile desteklenmiştir, BAP proje birinine maddi destek için çok ama çok teşekkür ediyoruz.** Bu tez çalışmasının tüm süreci boyunca bana sürekli yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen, sonsuz desteğini sunan danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Ali Beyhan UÇAK'a ve Sayın Doç. Dr. Fırat PALA'ya en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

## Referanslar

- Anonim, 2021. Devlet Su İşleri Faaliyet Raporları, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, <https://www.dsi.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi:10.08.2023].
- Anonim, 2022. Türkiye'nin Ayçiçeği Yağı İhtiyacı, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://www.tuik.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi:01.06.2023].
- Anonim, 2003. Improving Irrigation Technology, Agriculture Department Food and Agriculture Organization of the United, FAO <https://www.faostat.org>. [Ziyaret Tarihi: 12.04.2023].
- Atalay, İ., Mortan, K., 2003. Resimli ve Haritalı Türkiye Bölgesel Coğrafyası(Genişletilmiş 2. Baskı), İnkılap Yayınları, İstanbul, 32-34.
- Ayberk, C., 2013. Siirt Merkez İlçesinin Coğrafi Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, *19 Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı*, Samsun, 11.



### **Bölüm 3**

## **Tarım ve İklim İlişkileri: Örtü Altı Yetiştiriciliğinde İklim Faktörlerinin Etkisi**

**Elif TÜRKBOYLARI<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Doç. Dr. ; Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tekirdağ.  
[eyuksel@nku.edu.tr](mailto:eyuksel@nku.edu.tr) <https://orcid.org/0000-0003-4658-8068>

## Özet

Dünya nüfusunun hızla artışı, gıdaya olan talebin karşılanması için birim alandan daha fazla ürün alınmasını sağlayacak uygulamaları ortaya çıkarmaktadır. Bu uygulamalardan bir tanesi örtü altı yetiştiriciliğidir. Örtü altı yetiştiriciliği, dış koşullarda yapılan yetiştiriciliğe göre, birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün almayı hedefleyen, iklime tümüyle ya da kısmen bağlı kalmadan, iklim etmenlerinin denetim altında tutulduğu, cam, plastik vb. örtülerle örtülmüş, sebzeçiliğin, meyveciliğin ve süs bitkileri yetiştiriciliğinin yapıldığı bitkisel üretim alanlarıdır.

Tarım günümüzde teknolojik bazı gelişmeler kullanılarak yapılsa da, aslında hala doğa ve iklim özelliklerine bağlı olarak sürdürülen bir faaliyetler bütünüdür. Her bitkinin yetişeceği yerin belirlenmesinde en önemli etmen iklim olup, buna bağlı olarak bölgelere göre yetişen bitki türü de değişmektedir. Tarımsal üretimde en önemli iklim faktörleri ışık, sıcaklık, yağış ve rüzgardır. Bitkisel üretim için iklim faktörlerinin yanında toprak özellikleri de önem taşımaktadır.

Örtü altında yapılan yetiştiricilikte, iklim etmenleri örtü altı yapılarında kullanılan yapı elemanları ile iklim etmenlerini denetlemeye yönelik kurulan ısıtma, soğutma, havalandırma, sulama ve aydınlatma sistem ve elemanları ile düzenleme yapılır.

Bu çalışmada, tarım ve iklim ilişkileri ile örtü altı yetiştiriciliğinde iklim faktörlerinin etkisi incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Örtü altı yapıları, tarım, iklim

## 1. Giriş

Dünyadaki tüm canlıları etkileyen hava olayları, dünyanın etrafını saran atmosferin ilk birkaç kilometrelik alt katmanında meydana gelir. Bir bölgenin kısa süreli hava durumlarının sonuçları, o bölgenin iklimini oluşturur. Tarımsal faaliyetlere başlamadan önce, tarım yapılacak bölgenin iklim özellikleri incelenmeli ve buna göre planlama yapılmalıdır.

Örtü altı yetiştiriciliği, dış koşullarda yapılan yetiştiriciliğe oranla, birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün almayı hedefleyen, iklime tümüyle ya da kısmen bağlı kalmadan, iklim etmenlerinin denetim altında tutulduğu, cam, plastik vb. örtülerle örtülmüş, tohum ve fide üretimi dışında sebzeçiliğin, meyveciliğin ve süs bitkileri yetiştiriciliğinin de yapıldığı yapılardır. Bu yapılarda üretimin devam etmesi için, yetiştirilen bitkilerin isteklerine bağlı olarak kışın, yazın ve mevsim geçişlerinde uygun çevre koşullarının sağlanması gerekir.

Bu çalışmada, tarım ve iklim arasındaki ilişkiler incelenmiş ve örtü altı yetiştiriciliği yapılırken iklim faktörlerinin etkisi ve dikkat edilmesi gereken noktalar vurgulanmıştır.

## 2. İklim Faktörlerinin Tarımsal Faaliyetlere Etkileri

Dünyadaki tüm canlıları etkileyen hava olayları, dünyanın etrafını saran atmosfer veya havaküre olarak adlandırılan hava tabakasında meydana gelir. Atmosfer çeşitli katmanlara ayrılır. Atmosferin kalınlığı en üst tabaka olan iyonosferde 70-500 km arasında değişir. Hava olaylarının meydana geldiği troposfer tabakasının yerden olan yüksekliği 12-17 km kadardır. Atmosfer tabakasının alt kısımlarında havanın yoğunluğu ve basıncı fazla olup, üst katmanlarında yoğunluğu ve basıncı düşüktür.

Hava olaylarının meydana geldiği troposferde gaz tabakasının %78'i azot, %21'i oksijen, %0,93'ü argon, %1'i subuharı ve %0,04'ü karbondioksit ve kalan kısmı diğer bazı gaz karışımlarından oluşmaktadır. Bu gaz tabakasının kalınlığı, dünyanın kendi etrafındaki dönüşü nedeniyle, kutuplarda ince ve ekvatorda kalındır. Günümüzde kullanılan her türlü modern tarım alet ve makinaları, yüksek kaliteli tohumlar, bitki koruma ilaçları ve gübreler iklimin üretim üzerine etkisini azaltmış gibi olsa da tarım yapılacak bölgenin iklim ve hava koşulları önemini her zaman korumaktadır.

Atmosfer tabakası içinde meydana gelen bütün olayları ve değişimleri inceleyen ve hangi koşullar altında meydana geldiğini ortaya koyan bilim dalına meteoroloji denir.

Bir bölge veya ülkenin kısa süreli hava durumlarının uzun yıllar sonunda ortaya çıkan sonuçları o yerin iklimini meydana getirir. İklim ayrıca, ışık,

sıcaklık, nem, hava basıncı, rüzgar ve çeşitli yağış şekillerini içeren meteorolojik olayların bir ortalamasıdır. Zirai iklim bilimi, iklim ile bitki arasındaki bağı kurarak yeryüzündeki bitki örtüsünün dağılışını saptayan bir bilim dalıdır.

İklim yeryüzünde bulunan tüm bitki tür ve topluluklarının yayılış alanlarını belirlemesi yanında, iklim faktörleri arasında yer alan, ışık, sıcaklık, nem, yağış ve rüzgar da bitki örtüsünün şekillenmesini sağlar (Günel, 2013).

Bir bölgenin konumu ve coğrafi özellikleri, iklim farklılıklarının oluşmasını ve bunun bir sonucu olarak da farklı bitki formasyonlarının oluşmasını sağlamıştır (Günel, 2013).

Tarım günümüzde teknolojik bazı gelişmeler kullanılarak yapılsa da, aslında hala doğa ve iklim özelliklerine bağlı olarak sürdürülen bir faaliyetler bütünüdür. Tarımsal üretimin devam etmesinde, yetiştiricilik yapılan bölgenin topografik koşulları, denize yakınlık ve uzaklığı gibi konuma bağlı koşullar dışında en önemli etmenlerden bir tanesi de iklim koşullarıdır. Tohumun ekiminden hasada kadar geçen dönemde bitki sürekli iklim etmenlerinin etkisi altındadır. Her bitkinin yetişeceği yerin belirlenmesinde en önemli etmen iklim olup, buna bağlı olarak bölgelere göre yetişen bitki türü de değişmektedir.

Tarımsal üretimde en önemli iklim etmenleri güneş ışınları, sıcaklık, yağış tipleri ve rüzgardır. Bitki için iklim etmenlerinin dışında toprak özellikleri ile toprağın hazırlanma biçimi de önem taşımaktadır. İklim tarımsal faaliyetleri etkileyen dinamik etkenlerden bir tanesi olmakla birlikte, olumlu yönleri yanında pek çok artan riski ve bilinmezlikleri de içermektedir. Enerjiye olan talebin artmasıyla, insan faaliyetleri sonucu özellikle de fosil yakıtların kullanımının artması, ormansızlaşma ve arazi kullanımında yaşanan değişiklikler sonucunda son yıllarda etkileri daha çok hissedilmeye başlanan iklim değişikliği ortaya çıkmaktadır. İklimde yaşanan ekstrem olayların artması, atmosfer tabakasındaki gaz bileşimlerinin dengesinin bozulmasının bir sonucudur. Ani ve şiddetli yağışlar, ekstrem meteorolojik olaylarda artış, kuraklık, aşırı sıcak günlerin artması, su kaynaklarında azalma olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca su ve toprak kalitesinde bozulma, hastalık ve zararlıların artması gibi durumlarda iklim değişikliğinin sonuçlarından olup, tarımsal üretimde verim düşüşlerine neden olmakta ve gelecekte bu düşüşlerin daha da artacağı öngörülmektedir. Bu nedenle tarım politikaları belirlenirken olması muhtemel senaryolar da dikkate alınarak planlama yapılmalıdır. Ayrıca tarımsal üretimde topraksız tarım, dikey tarım, onarıcı tarım gibi yenilikçi yöntemlerin kullanılması teşvik edilmelidir. Suyun tasarruflu kullanılması sağlanmalı, CO<sub>2</sub> salınımını azaltmak için toprak işleme uygulamaları azaltılmalıdır. Toprakta su tutumunun artması, erozyonun önlenmesi, yakıt tüketiminin azaltılması için

doğrudan ekim yöntemleri tercih edilmelidir. Rüzgar erozyonunu önlemek için, hakim rüzgar yönüne dik yapay materyallerle ya da bitkilerle oluşturulan rüzgar kıranlar yapılmalıdır. Ürünün ihtiyacı kadar gübre kullanılmalı, kimyasal gübreler yerine mümkün olduğunca çiftlik gübreleri tercih edilmelidir. Yakıttan tasarruf sağlamak ve karbon emisyonlarını azaltmak için küçük ve parçalanmış tarım arazileri birleştirilerek arazi toplulaştırma yapılmalı ve enerji ihtiyacının karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılmalıdır (Anonim, 2024a; Yüksel ve Yüksel, 2012).

### **3. Örtü Altı Yetiştiriciliğinin Tanımı, Yapı Özelliklerine Göre Sınıflandırılması ve İnsanların Hayat Standardının Yükselmesindeki Önemi**

Dünya nüfusunun hızla artması, birim alandan daha fazla ürün alınmasını zorunlu hale getirmektedir. Buna bağlı olarak gıda talebi de giderek artmaktadır. Tüketiciler yılın her mevsimi taze sebze ve meyveye ulaşmak isterler. Süs bitkileri de çevreyi ve insanların yaşadığı ortamları güzelleştirerek yaşam kalitesinin artmasına katkıda bulunmaktadır. Yılın her mevsiminde tüketiciye taze sebze, meyve ve süs bitkileri sunabilmek için uygun iklim koşullarının yaratıldığı örtü altı yapılarına ve bu yapılarda üretim yapılmasına ihtiyaç vardır.

Türkiye’de, diğer pek çok ülkede olduğu gibi kırsal kesimden kentlere, sosyo-ekonomik koşullar, iş olanaklarının daha fazla olması, modern hayatın cazip gelmesi, sağlık ve eğitim ile ilgili konular başta olmak üzere ve daha birçok nedenle göç meydana gelmektedir. Bu nedenlerle tarımsal üretimle uğraşan nüfus azalmaktadır. Tarımın bitkisel üretim kollarından biri olan örtü altı yetiştiriciliği, kırsal kesimde bulunan nüfusu tutarak kentlerdeki çarpık şehirleşmeyi önleyecek, işsizliği azaltacak ve birim alandan daha fazla ürün alınmasını sağlayacak bir tarımsal faaliyettir (Yüksel ve Yüksel, 2012). Ayrıca tarımda işsizlik sorununu çözebilmek için, tarımsal faaliyetlerin bütün bir yıla yayılması sağlanmalıdır. İşgücünden en iyi şekilde yararlanılması amacıyla da işletmelerde işgücü ve üretim planlaması yapılmalıdır. İşletmelerin yapısı düzenlenmeli, ekim nöbeti uygulamaları ve hayvancılık geliştirilmeli, emek yoğun üretime ağırlık verilerek yılın her ayında üreticilere iş imkanı sağlanmalıdır (İnan, 2012).

Örtü altı yetiştiriciliği, dış koşullarda yapılan yetiştiriciliğe oranla, birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün alma amacıyla yapılır. İklimin olumsuz etkisini azaltan, iklim etmenlerinin denetim altında tutulduğu, cam, plastik vb. örtülerle örtülmüş yapılardır. Aynı zamanda tohum ve fide üretimi dışında sebzeçiliğin, meyveciliğin ve süs bitkileri yetiştiriciliğinin de yapıldığı bitkisel üretimin bir koludur. Bu örtü altı yapılarında bitkiler, gelişmelerinde olumsuz

etkisi olan rüzgardan, dolu ve kar yağışı ile düşük hava sıcaklığından korunmuş olurlar.

Ülkemiz örtü altı varlığı bakımından dünyada ilk 4 ülke arasında, Avrupa'da ise İspanya'nın ardından 2. sırada yer almaktadır. Toplam örtü altı alanının, 454 bin dekarı sera alanı bu alanın ise 13 bin dekarını modern sera alanları oluşturmaktadır. Modern seralar ortalama 27 dekar büyüklüğe sahiptir. Örtü altı işletmelerin; %72'si yüksek sistem (cam ve plastik sera, yüksek tünel), %28'si alçak tünellerden oluşmaktadır (Anonim, 2024b).

Ülkemizde, bugünkü anlamda ticari değeri olan seracılığın ilk başlangıcı 1940'lı yıllara dayanmaktadır. Türkiye'de sera işletmelerinin kurulması iklim yönünden en uygun olan Antalya ve Mersin illerinde başlamıştır. Ülkemiz içinde bulunduğu enlem kuşağı ve bulutluluk özellikleri bakımından, pek çok bölgesi kış aylarında da bitki yetiştirmeye yetecek ışımın şiddetinin sera içine ulaşabildiği bilinmektedir (Yağcıoğlu, 2009). Sera işletmeciliğini kısıtlayıcı en önemli etmenlerden bir tanesi de, sera içindeki bitkilerin isteklerine göre en uygun sıcaklığı sağlamada kullanılan ısıtma sisteminin ve kullanılan yakıtın oluşturduğu giderlerdir. Bu nedenle ülkemizde sera işletmeciliği kurulabilecek bölgeler Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz bölgeleridir (Yüksel ve Yüksel, 2012). Bu bölgeler dışında kalan ancak uygun mikroklima özelliği gösteren ve jeotermal kaynaklara sahip olan bölgelerde sera işletmelerinin kurulabileceği yerler arasındadır. Ülkemizde son yıllarda jeotermal ısıtmalı seracılık faaliyetleri hızla gelişmektedir. Jeotermal seralarda yılın 11 ayı üretim yapılmaktadır. Jeotermal enerji potansiyeli bakımından dünyada oldukça avantajlı bir konuma sahip olan Türkiye kullanım alanları ve kurulu kapasite incelendiğinde ilk sırayı kaplıca (1005 MWt), ikinci sırayı konut ısıtması (805 MWt) ve üçüncü sırayı sera ısıtması (612 MWt) almaktadır. Ülkemizde, jeotermal enerji ile ısıtılan sera varlığı 4.344 da'dır. 30.000 da seranın jeotermal kaynak ile ısıtılabilme potansiyeli mevcuttur. Jeotermal sera alanlarına bakıldığında, Ege, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerine yayıldığı görülmektedir. Adıyaman, Afyonkarahisar, Ağrı, Aksaray, Aydın, Denizli, Balıkesir, Eskişehir, İzmir, Kırşehir, Kütahya, Konya, Manisa, Nevşehir, Sakarya, Şanlıurfa, Uşak, Van ve Yozgat illerinde ısıtma sistemi olarak jeotermal enerji kullanılmaktadır. Ayrıca bu seralarda topraksız tarım ile üretim yapılmaktadır. En fazla üretimi yapılan ürün ise domatestir. (Anonim, 2024b).

Topraksız tarım, yetiştirilen bitkinin ihtiyacı olan su ve bitki besin elementlerinin bitkinin kök bölgesine verildiği, yetiştirme ortamı olarak katı ya da sıvı ortamların kullanıldığı bir üretim tekniğidir. Türkiye'de topraksız tarım yapan işletmeler ilk olarak Antalya'da kurulmuştur. 2000'li yıllara gelindiğinde topraksız tarım yapan işletmeler domates ve biber gibi türlerden yüksek verim

alabilmek için gerekli olan sera ısıtmada kullanılan jeotermal kaynakların bulunduğu Ege Bölgesi'ne kaymıştır. Daha sonraki zamanlarda Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde de jeotermal kaynakların kullanıldığı illerde topraksız tarım işletmeleri kurulmuştur. Topraksız tarım ile yetiştiricilik yapılan seralarda ısıtmada jeotermal kaynakların kullanımı dışında bir diğer enerji kaynağı olarak kömür kullanılmaktadır (Tüzel ve ark., 2020).

Dünya nüfusunun giderek artmaya devam edeceği ve ekilebilir alanların azalacağı öngörüsü dikey tarım kavramının oluşmasını sağlamıştır. Dikey tarım kontrollü çevre şartlarının sağlandığı, toprak alanlarının azaldığı ya da hiç olmadığı yerlerde, farklı materyal ve sistemlerin kullanıldığı üst üste yerleştirilmiş raf ya da benzeri ortamlarda yetiştiriciliğin yapıldığı bir tarım yöntemidir. Dikey tarımın kullanılmasındaki asıl amaç birim alandan en yüksek verimi elde etmektir. Günümüzde de açık veya kapalı alanlarda tarım yapılmasına rağmen dikey tarım örtü altı yetiştiriciliğini yüksek teknoloji ile daha verimli bir hale getirmektedir (Bingöl, 2015).

Türkiye tarımsal anlamda potansiyeli oldukça yüksek bir ülkedir. Türkiye'de yapılan tarım bitkisel üretim, hayvansal üretim ve balıkçılık faaliyetleri şeklinde gruplandırılabilir (İnan, 2012). Türkiye'de yapılan bitkisel üretim tahıl ürünleri, sebzeler ve meyveler grubu ile süs bitkilerinden oluşmaktadır.

Seralarda sebze üretimi; sera yapısına, iklim ve diğer çevre faktörlerine bağlı olarak, tek mahsul, ilkbahar ve sonbahar olmak üzere üç değişik dönemde yapılmaktadır (Anonim, 2024b).

Türkiye'de sebze üretimi ekolojik koşullara bağlı olarak açıkta tarla ve örtü altında olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Türkiye'nin 2019 yılı itibariyle toplam sebze üretimi 31 milyon ton olup, bunun 23.2 milyon tonu açıkta, 7.8 milyon tonu da örtü altında üretilmiştir. Türkiye'nin toplam örtü altı varlığı 790 bin da alana ulaşmıştır. Bu alanın %27.36'sı (11423.2 ha) alçak plastik tünel, %14.8'i yüksek tünel (11423.2 ha), %10.12'si cam (7811 ha) ve %47.73'ü plastik sera (36852.7 ha) alanlarından oluşmaktadır (TUIK, 2019). Örtü altında yapılan yetiştiricilikte ana ürün grubunu sebzeler oluşturmakta bunu meyve türleri ve ardından kesme ve iç mekan bitkiler grubunu oluşturan süs bitkileri izlemektedir. Türkiye'de örtü altında yetiştiriciliği yapılan türlerin ürün deseni incelenecek olursa ilk sırayı %49'luk üretim payı ile domates almakta bunu hıyar (%14), karpuz (%10), biber (%9), patlıcan (%4), muz (%5), kabak (%3), kavun (%2), çilek (%2) ve diğer (%2) izlemektedir (Anonim, 2024c). Ayrıca açık alanda yetiştiriciliği yapılan lahanaya, bakla, bamya, börülce, enginar, ıspanak, karnabahar, pırasa, turp, taze sarımsak, nane, maydanoz ve roka gibi türlerde aynı zamanda örtü altında da yetiştirilmektedir (Duman ve ark., 2020). Türkiye'de örtü altı yetiştiriciliği iklim koşullarının uygun olduğu Akdeniz sahil

şeridinde gelişmiştir. Örtü altı sebze üretiminde %48'lik pay ile (3,8 milyon ton) Antalya, %16'lık pay ile (1.2 milyon ton) Mersin, %13'lük pay ile (1 milyon ton) Adana ve %9'luk pay ile (690 bin ton) Muğla illeri ön plana çıkmaktadır. Bu illerde yapılan toplam örtü altı yetiştiriciliği yaklaşık 6.7 milyon ton olmakla birlikte, Türkiye'nin toplam örtü altı üretiminin %86'sını oluşturmaktadır (Anonim, 2024c).

Türkiye'nin 2015-2019 yıllarına ait örtü altı üretim alanları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Türkiye'nin 2015-2019 yıllarına ait örtü altı üretim alanı varlığı (da) (Anonim, 2024c)

Yıllar	Cam Sera	Plastik sera	Yüksek tünel	Alçak tünel	Toplam
2015	80.000	309.000	113.000	162.000	664.000
2016	80.000	329.000	113.000	170.000	692.000
2017	86.000	355.000	120.000	191.000	752.000
2018	78.000	369.000	114.000	211.000	772.000
2019	75.000	379.000	111.000	224.000	790.000

### 3.1. Örtü Altı Yapılarının Sınıflandırılması

Ülkemizdeki sera işletmeleri büyüklükleri, kuruluş şekilleri, üretim maliyetleri, iklimlendirme koşulları ve teknoloji kullanım durumlarına göre farklılık göstermektedir (Tüzel ve ark., 2020).

Örtü altı yetiştiriciliği yapıları şu şekilde sınıflandırılabilir.

- Yüzeysel örtüler
- Yüksek plastik örtüler
- Seralar

#### 3.1.1. Toprak Yüzeyini Örten Yüzeysel Örtüler

Toprak yüzeyini örten örtülerde genellikle 0.025-0.050 mm kalınlığında PE ve PVC plastikler kullanılır. Plastiklerin bu şekilde kullanımının amacı, bitkilerin kök sistemi ve genç bitkilerin tümü ile birlikte toprağı yüzeyden örtmek, güneş enerjisinden kazanılan ısıyı tutmak, bitkilerin çevresinde ve kök sisteminde sıcaklığı biraz yükseltmektir.

Toprağı örten sistemlerde iki şekilde uygulama yapılır. Plastik örtü ya tüm mevsim boyunca toprak yüzeyinde kalır ya da hava sıcaklığı don tehlikesinin olmayacağı kadar yükseldiğinde ve bitkiler belli bir büyüklüğe ulaştığında örtüler kaldırılır (Yüksel ve Yüksel, 2012).



### 3.1.1.1. Malç Plastik

Toprak yüzeyinin saman, kuru yaprak, çayır, ahır gübresi, kağıt veya plastikle kaplanması şeklinde uygulanır. Bu amaçla koyu renkli plastik örtülerin kullanımı daha yaygındır. Malç plastiklerin kullanımı ile yabancı otların gelişimi engellenir ve yabancı ot mücadelesi yapılmamış olur. Ayrıca toprağın kuruması ve kaymak tabakası bağlanması önlenir. Toprakta nem kaybı azaldığı için toprağın tıvı uzun süre korunur. Suyun buharlaşması önlendiği için su tasarrufu sağlanmış olur. Ayrıca özellikle çilek gibi yere yakın bitkilerin toprağa değmesi engellenerek daha temiz ürün elde edilir.



Şekil 1. Malç plastik uygulaması (Muratlı-Tekirdağ)

### 3.1.2. Yüksek Plastik Örtüler

Genellikle turfanda (erkencilik) yetiştiricilikte kullanılan yapılardır. Yüksek plastik örtüler yerden yüksekliği 1 m'ye kadar olanlar alçak tüneller, yüksekliği 2 m ve daha fazla olanlar da yüksek tüneller olarak adlandırılırlar.

#### 3.1.2.1. Alçak Tünel

Bu tip örtü altı yapıları yan tarafların yukarı kaldırılması ile havalandırılır. Alçak tünellerin yükseklikleri 0.8 m, genişlikleri ise en fazla 3 m'ye kadar olan, genellikle tarımsal işlemlerin örtünün dışından yapıldığı örtü altı yapılarıdır (Şekil 2). Alçak tünellerin metal malzemeden yapılmış iskelet elemanları vardır. Bu iskelet elemanlarının üstüne plastik örtü örtülmekte ve rüzgara dayanımı artırmak için ipler örtünün üzerinden çaprazlama geçirilerek tünel demirlerine tutturulmaktadır. Alçak tüneller daha çok fide üretiminde kullanılmaktadır.

Tünellerin içindeki bitkilerin güneş ışınlarından en iyi şekilde yararlanmasını sağlamak için tüneller doğu-batı yönünde kurulur, içindeki bitki sıraları ise kuzey-güney yönünde düzenlenir.



**Şekil 2.** Alçak plastik tünel  
(Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi uygulama alanı)

### **3.1.2.2. Yüksek Tünel**

Yüksek tünel olarak adlandırılan örtü altı yapıları içinde bütün tarımsal işlemlerin rahatça yapılabileceği yükseklik ve genişlikte kurulurlar. Genelde seralara benzerler. Bu yapıların kapılarının ve havalandırma pencerelerinin bulunması bitkiler için iyi bir ortam oluşmasını sağlar. Ayrıca bu yapılara ısıtma, serinletme ve sulama sistemleri kurulabilir. Yüksek tüneller çoğunlukla metal iskeletli ve plastik örtü malzemesi kullanılarak yapılırlar. Yüksek tünellerin bir yararlı yönü de hemen hemen tüm yıl boyunca kullanılma olanaklarının bulunmasıdır.



**Şekil 3.** Yüksek plastik tüneller  
(Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi uygulama alanı)

### **3.1.3. Seralar**

Seralar iklim koşullarına kısmen veya tamamen bağlı kalmadan, bitkisel üretim için en uygun gelişme koşullarının oluşturulduğu örtü altı yapılarıdır. Seralar için pek çok sınıflandırma yapılmakla birlikte, öncelikle ülkelere ve bölgelere göre farklı şekillerde kurulmakta ve kurulduğu bölgenin iklim ve topografik koşullarına bağlı olarak farklı yapı ve örtü malzemeleri kullanılmaktadır. Seralar çatı şekillerine, büyüklüklerine, örtü malzemesine, kuruluş şekline, iskelet malzemesine ve sera içi sıcaklıklarına göre farklı tiplerde olurlar. Bu yapılar her türlü tarımsal alet ve ekipmanın kullanımına uygun yapılardır. Örtü malzemesi olarak cam, plastik, sertleştirilmiş, şeffaf ve esnek plastik malzemeler kullanılabilir. Ülkemizde daha çok kullanımı ve taşınması kolay olan polietilen plastik örtü malzemesi sera yapımında kullanılmaktadır.



**Şekil 4.** Sera (Silivri-İstanbul)

Sera tipinin seçiminde ve planlanmasında gözününe alınması gereken etkenler şöyle sıralanabilir:

- Seranın kullanılma amacı,
- Serada gereksinilen büyüklük,
- Yerleşim yerinin iklim koşulları,
- Sera yerinin topografik ve ekolojik özellikleri,
- İşletmenin ekonomik gücü,
- İşletmenin alet ve ekipman olanakları,
- Serada yapılacak yetiştiriciliğin değiştirilmesi,
- İşletmenin gelecekte gelişme olanakları,
- İşletme sahibinin tercihi,
- Seranın yapı özellikleridir (Yüksel ve Yüksel, 2012).

#### **4. Örtü Altı Yetiştiriciliğinde İklim Faktörlerinin Etkisi**

Örtü altı yetiştiriciliği, iklimle ilgili çevre koşullarına tamamen veya kısmen bağlı kalmadan yetiştiricilik yapılıdır. Sıcaklık, ışık, nem ve hava hareketi gibi etmenler kontrol altında tutularak bütün yıl boyunca ekonomik koşullar gözönüne alınarak sebzeçilik, meyvecilik ve süs bitkileri yetiştiriciliği yapılabilir. Örtü malzemesi olarak cam ya da plastik malzeme ile kaplanmış ve değişik şekillerde yapılmış iskelet elemanlarına sahip örtü altı yapılarında yürütülen bir bitkisel üretim şeklidir. Bu üretim şeklinde, iklim etmenleri örtü altı yapılarında kullanılan yapı elemanları ile iklim etmenlerini denetlemeye yönelik kurulan ısıtma, soğutma, havalandırma, sulama ve aydınlatma sistem ve elemanları ile düzenleme yapılıdır.

Örtü altı yetiştiriciliğinde bitki büyüme ve gelişmesi için, bitki isteğine bağlı olarak; ışık, sıcaklık, bağıl nem, havanın CO<sub>2</sub> oranı ve hava hareketi gibi çevresel etmenlerin düzenlenmesi gerekir.

#### **4.1. Işık**

Işık, bitki gelişmesinde en etkili fizyolojik işlemlerden olan fotosentezin gerçekleştirilebilmesi için en önemli çevre faktörüdür. İnsan gözünün duyarlı olduğu ışınım dalga boyu; mavi (400 nm), yeşil (550 nm) ve kırmızı (700 nm) aralığındadır. Işık, yeşil bitkilerin klorofilleri yardımıyla su ve havanın CO<sub>2</sub>'ini birleştirerek fotosentez yapmaları için gereken temel etmenddir (Yüksel ve Yüksel, 2012). 400-700 nm dalga boyu aralığındaki ışınım, bitkiler tarafından fotosentez işleminde etkin olarak kullanıldığından, fotosentez için etkin ışınım olarak adlandırılır. Fotosentez hızı, ışık kalitesine bağlı olarak değişir (Öztürk, 2008). Bitkilerin gelişmesinde ışığın renkleri, yoğunluğu (intensitesi) günlük ışıklanma süresi (fotoperiyod) ve gelişme süresi boyunca gelen toplam ışıklanma süresi önemlidir (Yüksel ve Yüksel, 2012).

Bitkilerin ışıklandırılması doğal ve yapay yollarla yapılmaktadır. Doğal ışıklandırmanın kaynağı güneştir. Yapay ışıklandırma ise ülkemiz koşullarında seralarda uygulanması ekonomik olmamakla birlikte, fide yetiştiriciliği yapılan ve küçük alanda fazla bitkinin bulunduğu seralar ile süs bitkileri yetiştiriciliği yapılan örtü altlarında ekonomik olabilmektedir.

#### **4.2. Sıcaklık**

Yeryüzündeki mevcut enerjinin en önemli kaynağı güneştir. Güneşten gelen enerji, yeryüzünde ısı enerjisine çevrilir. Güneşten gelen morötesi ışınlar, yeryüzünde ısı enerjisine dönüşerek kızıl ötesi ışınlar şeklinde atmosfere geri yansır. Dünya yüzeyi, güneş ışınları ile gelen enerjiyi absorbe ederek ısınır. Kızılötesi radyasyonu ile bu enerjinin bir kısmını atmosfere vererek soğur. Ancak bu radyasyonun bir kısmı uzaya yayılmadan, atmosferdeki sera gazları tarafından absorbe edilir. Bu da atmosferin ve dünya yüzeyinin ısınmasına neden olur. Sera etkisi adı verilen bu olay, küresel iklim değişikliğinin de başlıca nedenidir. Atmosfere verilen sera gazı emisyonları ile birlikte, atmosfer sıcaklığı da artmaktadır (Dulkadiroğlu, 2018). Sera gazlarının küresel ısınmaya etkisi sadece miktarına değil, atmosferde kalış süresi ve enerji absorblama süresine de bağlıdır. Sera gazlarının sadece atmosfere salındığı bölgede etkili olmadığı, atmosferik hareketlerle tüm dünya geneline yayılarak küresel etkilere katkıda bulunduğu bilinmektedir (Dulkadiroğlu, 2018).

Isı enerjisinin etkisi altındaki cisimlerin molekülleri titreşim halindedir. Moleküllerdeki bu titreşim ya da hareketlilik hali gelen enerjinin azalma ve

çoğalmasına bağlı olarak azalır ya da artar. Enerjinin azalıp moleküllerdeki hareketliliğin azaldığı ve sonuç olarak durduğu nokta ise mutlak sıfır derecesidir ve  $-273^{\circ}\text{C}$ 'dir.

Bir cismin moleküllerinin enerjisindeki artış, moleküllerinin kinetik enerjisini yani titreşimini artırır. Bu artan molekül titreşimlerinin de elektromanyetik dalgalar şeklinde çevreye yaptığı etkiye sıcaklık adı verilir. Isı cisimlerdeki bir potansiyel güç, sıcaklık ise bu gücün kinetik olarak ortaya çıkardığı bir sonucudur (Yüksel, 2001).

Güneşten dünyaya gelen solar radyasyonun %51'i yeryüzüne ulaşarak yerin ısınmasını sağlar. %19'u ise atmosfer içindeki  $\text{CO}_2$ , su buharı ve tozlar tarafından emilerek tutulur. %4'ü yeryüzünden geri yansır. %26'sı ise bulutlar ve atmosfer tarafından yansıtılır (ÇŞİDB, 2024).

#### 4.2.1. Isı Transferi

Yeryüzüne ulaşan solar radyasyon toprağın, bitkilerin ve tüm canlıların ısınmasını sağlar.

Isı bir ortamdan başka bir ortama, kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon gibi iletim yöntemleri ile transfer edilir.

Kondüksiyon yoluyla ısı iletiminde, bir malzemenin iç katmanları arasında sıcaklık farklılaşması meydana gelmişse ya da birbiriyle temasta olan iki cisim arasında sıcaklık farkı varsa, ısı sıcak olandan soğuk olan katmana doğru iletim yoluyla meydana gelir (Yağcıoğlu, 2009; Yüksel, 2001).

Konveksiyon yoluyla ısı iletiminde, birbirine değen iki akışkan ile katı yüzey arasında gerçekleşen bir ısı transfer biçimidir. Doğal konveksiyonda, akışkanın içinde olan sıcaklık farklılıkları sebebiyle akışkanın hareket etmesi sonucunda ısı taşınır (Anonim, 2024d). Zorlanmış konveksiyonda ise, bir dış kaynak (pompa, fan gibi) tarafından oluşturulan basınç farkına bağlı olarak ısı taşınmaktadır.

Radyasyon (ışınım) yoluyla ısı iletiminde, herhangi bir taşıyıcı ortama gerek yoktur. Elektromanyetik dalgalar şeklinde ısının aktarılma biçimidir. Güneş enerjisinin dünyaya gelmesi örnek olarak verilebilir.

Örtü altlarında ısı iletimi ile ilgili enerji akışında yer alan başlıca unsurlar, örtü altı ya da sera yapısının havası, bitki örtüsü, toprak yüzeyi, sera örtüsü, dış ve iç ortam hava sıcaklığı farkları şeklinde sıralanabilir (Yağcıoğlu, 2009).

Seraların ısı kazanç ve kayıplarının belirlenmesinde, sera yapı elemanları, seranın güneşten kazandığı ısı, seradan dış ortama iletilen ısı, serada kullanılan ısıtma yöntemleri ile rüzgar hızı etkili olmaktadır.

Kış aylarında ülkemizin ılıman iklime sahip seracılık yapmaya uygun olan yörelerinde bile hava sıcaklığı bitkilerin normal gelişme göstermeleri için

gereken değerlere göre daha düşük kaldığı dönemler olabilmektedir. Güneşli günlerin olduğu geç ilkbahar ve yaz aylarında ise, sera içi sıcaklıkları bitkilerin sıcaklık isteklerine göre çok yükselebilir (Yağcıoğlu, 2009). Bitkilerin sıcaklık isteklerini ayarlayabilmek için kışın seraların, çeşitli ısıtma yöntemleri kullanılarak ısıtılması, sıcak mevsimlerde ise havalandırılması, glgelendirilmesi ve suyu buharlaştırarak serinletme sağlayan yöntemlerden biri ya da birkaçı kullanılarak serinletilmesi sağlanmalıdır.

#### **4.3. Bağlı (Nisbi) Nem**

Dünyadaki suyun kaynağını hidrosfer tabakası oluşturur. Hidrosfer tabakası okyanus ve denizler, buzullar, yer altı suları, nehir ve gller, atmosfer tabakasında bulunan su buharı ve biyosfer (canlı kre) kaynaklarından oluşur.

Atmosferdeki su buharının büyük kısmı, atmosferin alt katmanlarında bulunur. Atmosfer içindeki su miktarı çok az bulunmasına karşılık, en önemli iklim etmenlerindedir. Her türlü hava olayının oluşmasını sağlar. Güneşten gelen ısının atmosferde tutulmasını ve yeryüzünden gelen radyasyonun uzayda kaybolmayarak yine atmosferde tutulmasını sağlayarak yeryüzünün özellikle geceleri fazla soğumasını engelleyen en önemli etmenlerdendir (Yüksel, 2001).

Nem, havada bulunan su buharıdır. Bağlı nem ise, belirli bir sıcaklıktaki havanın içerdiği su buharı miktarının, aynı sıcaklıkta taşıyabileceği en fazla su buharına oranı şeklinde tanımlanabilir. Bağlı nemin %100 seviyesinde olması havanın nem ile doygun duruma geldiğini ifade eder. Bu koşulda hava daha fazla su buharı taşıyamaz ve havaya yüklenmeye çalışan su buharı da yoğuşarak sıvı hale dönüşür.

Su tüm canlı yaşamının devamı için en önemli maddelerden biridir. Bitkiler de topraktan aldıkları su ile bitki besin elementlerini alırlar. Ayrıca bitkiler aldıkları suyun bir kısmını fotosentezde bir kısmını da terlemede (transpirasyon) kullanırlar (Yüksel ve Yüksel, 2012).

Sera havasının bağlı nemi, bitkilerde evapotranspirasyon hızını, dolayısıyla bitki besin maddelerinin köklerden alınıp bitki dokusu içinde ilerlemesini, stomaların açıklık oranını ve tüm bunlara bağlı olarak fotosentezi kontrol eden bir iklim faktörüdür (Yağcıoğlu, 2009). Nem oranı üzerine etki eden diğer etmenler ise sera sıcaklığı, ışıklanma durumu ve bitkinin fotosentez hızıdır.

Sera kapalı bir ortam olması nedeniyle sera toprağı ve bitkilerin transpirasyonu ile sera havasına sürekli olarak nem transfer edilmekte ve sera iinin bağlı nem oranı dış havaya göre daha yüksek olmaktadır. Havanın nem oranı arttıkça yoğunluğu azalmakta, bu durum da düşey yönde hava hareketi ve ısı değişiminin artması şeklinde sonuçlanmaktadır (Boulard ve Baille, 1993). Özellikle ısıtılmayan seralarda ortaya çıkan yüksek nem bitkilerde bazı mantari

hastalıkların oluşmasına, bitki transpirasyonunun ve bitki besin maddesinin alımının azalmasına neden olarak bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir. Yüksek nem örtü malzemesinin iç yüzeyinde yoğunlaşarak seraya ulaşan güneş ışınımını %15 oranına yakın azaltmakta ve özellikle günlük toplam ışınımın düşük olduğu, Aralık ve Ocak aylarında önemli olmaktadır (Zabeltitz, 1986; Baytorun ve ark., 1995). Ayrıca yüksek nem sera iskelet malzemesinin zarar görmesine ve sera örtüsünde birikerek bitkilerin üzerine damlamasına, zararlı mikroorganizmaların gelişmesine ve mantari hastalıkların çıkmasına neden olmaktadır (Yüksel ve Yüksel, 2012).

Sera ortamında nem oranının çok düşük olması ise, bitki büyüme ve gelişmesinin gerilemesine, özellikle yaz aylarında da bitkiden su kayıplarının çok artmasına neden olmaktadır.

Sera havasının nem oranı, yetiştirilen bitkiye bağlı olarak istenen sınırlar içinde tutulmalıdır.

#### **4.4. CO<sub>2</sub> Miktarı ve Hava Hareketi**

Bitkiler yaşamlarını devam ettirebilmeleri için suya ihtiyaç duyarlar. Bitkilerin su ihtiyacı, açıkta yapılan yetiştiricilikte doğal yağışlar ve çeşitli sulama yöntemleri ile karşılanırken, örtü altı yetiştiriciliğinde sadece sulama yapılarak karşılanabilir. Ayrıca bitkiler, bitki besin elementlerine de topraktan aldıkları su ile birlikte bünyelerine alırlar.

Bitkilerin topraktan aldığı suyun bir kısmı fotosentezde, bir kısmı da terlemede (transpirasyon) kullanılmaktadır. Klorofil pigmentine sahip bitkiler su, CO<sub>2</sub> ve güneş ışığını kullanarak fotosentez yaparlar. Sera gibi örtü altı yapılarında yapılan yetiştiricilikte, bitkilerin fotosentezi sonucunda havadaki CO<sub>2</sub> konsantrasyonu gün içinde azalmakta ve dış havanın sıcaklık ve bulutluluk durumuna bağlı olarak sıcaklık ve nem oranı yükselmektedir. Hem CO<sub>2</sub> hem de sıcaklık ve nem oranını dengeleyebilmek için seralarda havalandırma yapmak gerekir.

#### **5. Sonuç**

Dünya nüfusunun artışı birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Öncelikle artan nüfus için yaşam alanlarının yani konutların inşası, bağlantı yolları, alt ve üst yapı için alanlar gerekmektedir. Bu alanlar genelde en yakında bulunan tarım alanları olmaktadır. Bu nedenlere bağlı olarak tarım alanları sürekli azalmakta, insanların tarım ürünlerine olan ihtiyacı da sürekli artmaktadır. Tarım alanlarının azalması nedeniyle, birim alandan alınan verimin sürekli yükseltilmesi gerekir. Aynı zamanda artan nüfusla birlikte insanların enerji ihtiyacının artması da, kullanılan fosil yakıtların artmasına bu da iklimde



değişimlere neden olmaktadır. İklim değişimleri sonucu meydana gelen kuraklık, aşırı yağış ve yüksek sıcaklıkların tarım üzerinde olumsuz etkileri olmaktadır.

Tarımda verimi arttırıcı önlemler yanında, küçük arazilerde dahil, birim alandan en yüksek verimin alınmasını sağlayan örtü altı yetiştiriciliği, insanların artan besin maddesi ihtiyacının karşılanmasına yardımcı olmaktadır.

Bitkisel üretimde kullanılan örtü altı yapıları, bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için uygun olmayan doğal çevre koşullarında, bitki gelişimine en uygun koşullar oluşturularak yetiştirilmeleri için planlanırlar. Planlama aşamasında en uygun sera tipinin seçiminde önemli olan etkenler arasında seranın kullanılma amacı, seranın büyüklüğü ve yapı özellikleri, seranın kurulacağı bölgenin topografik ve ekolojik özellikleri, serada farklı ürünlerin yetiştirilmesi durumu, işletmede kullanılması planlanan alet ve ekipman olanakları dışında en önemli etmenler işletmeyi kurmayı planlayan kişi ya da kişilerin ekonomik durumu ile kurulması planlanan bölgenin iklim ve pazar koşullarıdır.

Üretilen tarımsal ürünlerin çok fazla (%80-90 gibi) su içermesi, bu ürünlerin kısa sürede pazara ulaşmasını zorunlu kılar. Meyve ve sebzelerin su kaybı hem ağırlığının azalmasına, hem de albenisinin azalmasına neden olur. Yani değer kaybı iki yönlü olur. Bu nedenle örtü altı tarımsal üretimde, iklimle birlikte ürünlerin pazarlanmasına da dikkat edilmelidir.

## Kaynaklar

- Anonim, 2024a. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, İklim Değişikliği ve Tarım. <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/%C4%B0klim%20De%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi%20ve%20Tar%C4%B1m.pdf>(Erişim tarihi: 15.04.2024)
- Anonim, 2024b. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Jeotermal Seracılık Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi. <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/TARYAT/Belgeler/Projeler/Jeotermal+Seracilik+Fizibilite+Raporu+ve+Yatirimci+Rehberi.pdf> (Erişim tarihi: 03.04.2024)
- Anonim, 2024c. Örtü Altı Yetiştiricilik. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-Alti-Yetistiricilik> (Erişim tarihi: 14.03.2024)
- Anonim, 2024d. Konveksiyon. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Konveksiyon> (Erişim tarihi: 14.03.2024)
- Baytorun, A.N., Abak K., Tokgöz H., Güler Y., Üstün S., 1995. Seraların kışın iklimlendirilmesi ve denetimi üzerinde araştırmalar. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu. Proje no TOAG-993.
- Bingöl, B., 2015. Dikey Tarım. Ormancılık Dergisi, 11(2): 92-99.
- Boulard, T., Baille, A., 1993. A Simple Greenhouse Climate Control Model Incorporating Effects of Ventilation and Evaporative Cooling, Agricultural and Forest Meteorology, 65(3-4): 145–157.
- ÇŞİDB (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı), 2024. Güneşten gelen ışınlar atmosferin etkisi. <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojiyegir.aspx?s=7>
- Dulkadiroğlu, H., 2018. Türkiye’de elektrik üretiminin sera gazı emisyonları açısından incelenmesi. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(1): 67-74, ISSN: 2564-6605.
- Duman, İ., Tüzel, Y., Appelman, D.J., 2020. Türkiye’de sebze üretiminde tür ve çeşit tercihleri. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı: 169-178.
- Günel, N., 2013. Türkiye’de iklimin doğal bitki örtüsü üzerindeki etkileri. Acta Turcica (Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi), 5(1); 1-22.
- İnan, İ.H., 2012. Trakya Bölgesinde Tarım ve Hayvancılığın Durumu. Türkiye Ekonomi Kurumu, Tartışma Metni. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/81728/1/715348744.pdf> (Erişim tarihi: 02.04.2024)
- Öztürk, H.H., 2008. Sera İklimlendirme Tekniği. Hasad Yayıncılık, 305s.
- TUIK, 2019. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (Erişim tarihi: 13.11.2019)

- Tüzel, Y., Gül, A., Öztekin, G.B., Engindeniz, S., Boyacı, F., Duyar, H., Cebeci, E., Durdu, T., 2020. Türkiye’de örtüaltı yetiştiriciliği ve yeni gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, 13.01.2020-17.01.2020, 725-750.
- Yağcıoğlu, A., 2009. Sera Mekanizasyonu. Ege Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 562, 383s.
- Yüksel, A.N., 2001. Tarımsal Meteoroloji. Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı Yayın No:37, 101s.
- Yüksel, A.N., Yüksel, E., 2012. Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık, 272s.
- Zabeltitz, Chr. Von, 1986. Gewächshäuser, Handbuch des Erwerbsgärtner. Verlag Eugen-Ulmer, Stuttgart.

## **Bölüm 4**

### **Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Su Ürünlerinde Kullanımı**

**Abdurrahman GEZER<sup>1</sup>**  
**Pınar OĞUZHAN YILDIZ<sup>2</sup>**

---

<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum, Türkiye.

0009-0007-4881-0765

<sup>2</sup> **Doç. Dr.** Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum, Türkiye.

0000-0002-9892-7925

## ÖZET

Tıbbi ve aromatik bitkiler, eski zamanlardan beri pek çok alanda (kozmetik, gıda, sanayi, ilaç, tıp) kullanılmakta olup, günümüzde de şifalı bitkilere olan talep kimyasal ve sentetik ilaçların insan sağlığına olan yan etkileri sebebiyle artış göstermiştir. Türkiye zengin florası ile çok sayıda tıbbi ve aromatik bitkiyi bünyesinde barındırmakta olup, gerek coğrafi konumu, bitki zenginliği, iklimi, tarımsal potansiyeli ve gerekse geniş yüzölçümü ile tıbbi ve aromatik bitki ticaretinde önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler ülkemizde ağırlıklı olarak Marmara, Ege, Doğu Karadeniz, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgelerinden toplanmaktadırlar.

Tıbbi ve aromatik bitkiler balık refahı, çalışma kolaylığı ve sağlıklı bir üretim gerçekleştirebilmek amacıyla su ürünleri yetiştiriciliğinde ve su ürünleri işleme teknolojisi alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağların kullanımı da birçok alanda olduğu gibi su ürünlerinde de yaygın şekilde kullanım alanlarına sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Tıbbi ve aromatik bitkiler, su ürünleri, kullanım alanları

## GİRİŞ

Hem koku hem de tat özelliklerine sahip olan ve ilaç hammaddesi olarak kullanılan bitkilere “tıbbi ve aromatik” adı verilmektedir (Arslan vd. 2018).

Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkilerini kullanımına olan ilgi her geçen gün artmakta olup, tıbbi ve aromatik bitki terimi beraber kullanılmalarına rağmen anlamca farklıdırlar. Tıbbi bitkilerin tanımını tam olarak yapmak mümkün olmasa da, insanlar ve hayvanlarda ortaya çıkan hastalıkları önlemek, iyileştirmek ve sağlığı korumak amacıyla ilaç olarak kullanılan bitkilerdir. Aromatik bitki ise kokulu bitkilere verilen terim olarak karşımıza çıkmaktadır. Tıbbi bitkiler kozmetik, gıda, tütsü ve dini törenlerde, aromatik bitkiler ise hem güzel koku hem de lezzet vermek için kullanılmaktadırlar (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu 2011).

Tıbbi ve aromatik bitkiler, eski zamanlardan beri pek çok alanda (sanayi, kozmetik, gıda, ilaç tıp) kullanılmakta olup, günümüzde de şifalı bitkilere olan talep kimyasal ve sentetik ilaçların insan sağlığına olan yan etkileri sebebiyle artış göstermiştir. Bu bitkiler geleneksel, modern ve alternatif tıpta hastalıkların önlenmesinde, tedavi edilmesinde ve sağlığın korunmasında kullanılmaktadırlar. Bu durumun sonucunda da bu bitkiler dünya genelinde hızla gelişen bir pazar oluşturmuşlardır (Handa 2008; Bayraktar vd. 2017; Bülbül ve Yıldırım 2024).

Bu bitkiler bitkisel çaylarda, gıda takviyelerinde ve yemeklerde lezzet ve aroma vermek maksadıyla kullanıldığı gibi, ilaç sanayi, kozmetik, biyoyakıt, mürekkep sanayi, böcek ilacı, boya, içecek ve parfüm endüstrisi gibi bir çok alanda geniş bir kullanım alanı bulmaktadırlar. Kurutulmuş ve özen ile hazırlanmış bu bitkilerin sürgün, çiçek, ana gövde, yumru, yaprak, kök, kabuk, meyve, tohum ve bitki özü gibi kısımlarından faydalanılmaktadır (Bülbül ve Yıldırım 2024).

Bu bitkilerin en çok dikkat çeken ve araştırmalara da konu olan özellikleri tedavi amaçlı kullanımlarıdır. Tedavi amaçlı kullanımlarının M.Ö.5000’li yıllara Mezopotamya uygarlığına kadar uzandığı ve yaklaşık 250 bitkisel ürünün de bu amaçla kullanıldığı bildirilmiştir. Bu bitkilerin kullanımı daha çok Orta Doğu, Afrika ve Asya ülkelerinde yaygın olup, ülkelerin gelişmişlik durumlarına göre de farklılıklar gösterebilmektedirler. Doğadan toplanarak kullanılan bu bitkilerin büyük bir bölümünün üretimi gerek dünyada gerekse ülkemizde yapılmakta olup, kültür koşullarında da yetiştirilebilmektedirler (Acıbuca ve Bostan Budak 2018; Çelik 2020; Aktop ve Çağatay 2022).

Dünyadaki 425.000 bitki türünden yaklaşık 70.000 türü tıbbi ve aromatik bitki olarak tanımlanırken, bunlardan sadece 20.000 tanesinin kullanıldığı bilinmektedir. Türkiye’de tanımlanan 9.700 bitki türünden ise sadece 1.700 tanesi tıbbi ve aromatik bitki olarak tespit edilmiştir. Dünyada bu bitkilerin hem ithalatını hem de ihracatını yapan ülkeler içerisinde ise İngiltere, Çin, ABD, Hollanda, Almanya,

Hindistan ve Fransa yer almaktadır (Serencam vd. 2018; Bülbul ve Yıldırım 2024; Güneş 2024).

Ülkemizin coğrafi konumu, iklimi, toprak özellikleri, zengin bitki çeşitliliği, bu bitkilerin yetiştirilmesinde elverişli şartlara sahip olması ile önemi artmakta ve bu sayede bu bitkilerin ticaretinde de öncü olmasını sağlamaktadır. Her geçen gün bu bitkilerin ekonomik önemi de hem dünyada hem de ülkemizde artış göstermektedir. Ülkemiz, ihracat konusunda da aktif bir rol oynamakta olup, yaklaşık 100 ülkeye ihracat gerçekleştirmektedir. Türkiye'de ulusal ve uluslararası piyasalarda ticareti yapılan bitkiler içerisinde, toplam 347 farklı bitki türü olup, bu bitkilerden 139 tanesi ihracat maksadıyla kullanılmaktadır (Serencam vd. 2018; Boztaş vd. 2021; Bülbul ve Yıldırım 2024).

Kahve, zencefil, susam, salep, sarımsak, kimyon, kırmızı biber, hardal tohumu, karabiber, yenibahar, haşhaş tohumu ve yeşil çay dünya ticaretine en çok konu olan tıbbi ve aromatik bitkilerdir (Güneş 2024).

### **Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Üretimi**

Dünya Sağlık Örgütü'nün yapmış olduğu araştırmaya göre tıbbi amaç için dünyada kullanılan 20.000 bitki türünün olduğu, yaygın olarak kullanılan bitkisel drogların sayısının 4.000 ile 6.000 arasında değişirken, ticareti yapılan bitki sayısının yaklaşık 3.000 olduğu rapor edilmiştir. Dünyada bitkisel drogların başlıca ticaret merkezleri Çin, ABD, İspanya, Almanya, İtalya, Fransa, Hong Kong, Japonya ve İngiltere'dir (Temel vd. 2018; Boztaş vd. 2021).

Türkiye'de organik tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi 2 şekilde yapılmaktadır (Yavuz ve Erdoğan 2019; TAGEM 2021).

**1. Doğadan Toplama:** Tıbbi ve aromatik bitkilerin doğadan toplanması eski zamanlardan bu zamana kadar devam eden toplama şeklidir. Doğadaki kaynakların bilinçsizce ve aşırı kullanımı ne yazık ki çoğu bitki türünün çeşitliliğinin ve varlığının azalmasına sebep olmaktadır. Ülkemizde üretimi yapılan organik tıbbi ve aromatik bitkilerin %95'inin doğadan toplanarak edilmekte olup, %5'inin kültürü yapılmaktadır.

**2. Kültürü Yapılan Bitkiler:** Bu bitkilerin Türkiye ekonomisindeki artan değeri, kültürünün yapılarak yetiştirilmesiyle kalite ve miktar değerini de buna paralel olarak yükseltmektedir. Buradaki önemli olan kendi popülasyonlarına uygun yetiştirilmeleridir. Kültürü yapılmasıyla doğadan toplamada ortaya çıkacak tehditler ortadan kaldırılabilir.

Bitkilerin sürekli doğadan bilinçsizce toplanması nadir ve endemik bitki türlerinin yok olmasına, doğal vejetasyonun bozulmasına ve ülkemizde çok önemli bir sorun olan erozyonun da artışına sebep olmaktadır (Arslan vd. 2022).

Dünyadaki tıbbi ve aromatik bitkilerin %50'den fazlası doğadan toplama yolu ile elde edilmektedir (Çelik 2019).

Ülkemizin gerek iklimi gerekse ekolojik özelliklerinden ötürü pek çok tıbbi ve aromatik bitki yetişebilmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkiler ağırlıklı olarak Marmara, Ege, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Doğu Karadeniz Bölgelerinden toplanmaktadır. Mahlep, defne, adaçayı, ıhlamur çiçeği, meyan kökü, ardıç kabukları biberiye doğadan toplanmaktadır. Nane, anason, rezene, kimyon, kekik, hardal, haşhaş, çemen, çörek otu ve kırmızıbiber ise ülkemizde kültürü yapılan bitkiler arasında yer almaktadır (Bayram vd. 2010; Yıldıztekin vd. 2019; Arslan vd. 2022).

Isırgan, adaçayı, kekik, biberiye, ahududu, böğürtlen, nane, keçiboynuzu, defne, ıhlamur, papatya, kızılıcık, karabaş otu ve civanperçemi gibi bazı organik tıbbi ve aromatik bitkiler ise hem doğadan toplama ile hem de kültür yetiştiriciliği ile üretilmektedirler (Yavuz ve Erdoğan 2019).

Ülkemiz dünya genelindeki yaklaşık 100 ülkeye tıbbi ve aromatik bitki ihracatı gerçekleştirmektedir. Bunun önemli bir kısmını Kuzey Amerika, Latin Amerika, Kuzey Afrika Uzak Doğu ve Avrupa Birliği ülkeleri oluşturmaktadır. Bu ülkelerden ABD, İtalya, Vietnam, Polonya, Kanada, Almanya, Brezilya, Fransa, Hollanda, Japonya, Yunanistan ve Belçika listenin ilk sıralarındaki yerlerini almaktadırlar (Bayram vd. 2010).

Dünyada üretimi gerçekleştirilen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin 2018 yılı verileri Tablo 1'de verilmiştir. Zencefil üretimi dünyada birinci sırada yer alırken, onu ikinci sırada Paraguay çayının izlediği görülmektedir. Dünyada (%66,9) ve Türkiye'de (%63) toplam ihracat değeri en yüksek ürünler ise kahve, baharatlar, çay ve paraguay çayıdır. Zencefil ihracatı yapılan en önemli baharatlardan olup, en büyük ihracat değerine sahip ülke konumunda Çin yer almaktadır. Tıbbi ve aromatik bitki ihracat pazarındaki diğer önemli baharatlar ise kimyon (Hindistan ve Suriye), vanilya (Madagaskar ve Fransa), tarçın (Sri Lanka ve Çin), zerdeçal (Hindistan) ve safran (İran ve İspanya) olmaktadır (FAO 2020; TAGEM 2021).



**Tablo 1.** Dünyada bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim miktarları (bin ton) (FAO 2020)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Zencefil</b>	1.719	2.365	2.462	2.442	2.278	2.604	3.185	2.938	2.736
<b>Paraguay çayı</b>	767	775	822	843	959	990	1.015	1.016	965
<b>Tarçın</b>	191	199	204	209	213	219	225	223	222
<b>Şerbetçiotu</b>	126	128	112	118	134	134	144	151	149
<b>Nane</b>	81	63	106	95	93	108	107	99	107
<b>Kenevir (tohum)</b>	70	68	112	89	103	78	100	146	143
<b>Haşhaş (tohum)</b>	97	107	50	70	81	101	84	70	76
<b>Vanilya</b>	8	9	8	8	7	7	7	8	8

Ülkemizde doğadan toplanan ve ticarete konu olan bitki sayısı 347 olup, bu bitkilerden yaklaşık 100 kadarının ihracatı yapılmaktadır (Keykubat 2016). Yıllar içerisinde değişim göstermekle beraber Türkiye’de 20 çeşit tıbbi ve aromatik bitkinin 1,3 milyon dekar alanda tarımı yapılmaktadır. Üretim miktarı bakımından haşhaş, kimyon, anason, kekik, yağlık gül ve nane ilk sıralarda yer almaktadır (Tablo 2) (Turgut 2022).

**Tablo 2.** Türkiye Tıbbi Bitkiler Üretim Alanı ve Miktarları (Turgut 2022)

BİTKİ ADI	2010		2015		2019	
	Alan (Dekar)	Üretim (Ton)	Alan (Dekar)	Üretim (Ton)	Alan (Dekar)	Üretim (Ton)
<b>Haşhaş (kapsül)</b>	518.970	36.910	615.930	30.730	677.369	27.288
<b>Kimyon</b>	171.242	12.587	270.247	16.897	321.889	20.245
<b>Anason</b>	186.450	13.992	138.118	9.050	239.171	17.589
<b>Kekik</b>	85.351	11.190	104.863	12.992	157.074	17.965
<b>Gül (yağlık)</b>	16.00	6.00	28.243	9.483	38.457	16.560
<b>Nane</b>	11.733	11.772	10.577	14.945	10.646	14.511
<b>Şerbetçiotu</b>	3.550	1.842	3.500	1.869	3.307	1.800
<b>Rezene</b>	-	-	15.512	1.461	33.859	4.655
<b>Çörek otu</b>	-	-	4.681	425	37.085	3.603
<b>Lavanta</b>	-	-	3.218	400	11.903	1.462
<b>Adaçayı</b>	-	-	536	80	5.602	1.233

Dünya tıbbi ve aromatik bitkiler ile ürünlerinin (kozmetik ve parfümeri dahil) 2018 yılı toplam ihracat değeri 204 milyar dolar olarak belirlenirken, Türkiye’de ihracat 980 milyon dolar, ithalat ise 1.5 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir (Turgut 2022).

Türkiye, dünyada önemli tıbbi ve aromatik bitki ticaretini yapan ülke olması ve yüksek ihracat potansiyeline sahip olmasına rağmen ne yazık ki ihracatta istenilen seviyeye henüz gelinememiştir. İhraç edilen bu bitkilerin miktarı 2014 yılından 2018 yılına kadar olan süreçte 48 tondan 57.5 tona yükselmiş, fakat 2019 yılında bu miktar 51.08 tona kadar gerilemiştir. Türkiye’de ithal edilen bitkilerin miktarı ise 2014 yılında 59.9 ton iken, 2019 yılında 121.651 tona yükselmiştir. 2015-2019 yıllarında ülkemizdeki tıbbi bitki ve baharatların ithalat ve ihracat değerleri (\$) Tablo 3 ve 4’de verilmiştir (Varlı vd. 2020).

**Tablo 3.** 2015-2019 yıllarında ülkemizdeki tıbbi bitki ve baharatların ithalat değerleri (Amerikan Doları, \$) (ITC 2020)

Ürün	2015	2016	2017	2018	2019
Kekik, defneyaprağı, zerdeçal, köri, safran, zencefil ve diğer baharatlar (biber hariç)	14348	14494	16112	13719	14472
Biber	10698	12710	32676	12009	16187
Rezene, kimyon, kişniş, anason, ardıç meyveleri	7430	10632	11596	10155	438
Tarçın	1265	2083	3396	1901	3177
Karanfil	594	353	726	483	836
Mate	724	3180	2048	1552	2606
Hindistan cevizi, kakule	588	774	1109	929	1078
Vanilya	318	181	180	60	126

**Tablo 4.** 2015-2019 yıllarında ülkemizdeki tıbbi bitki ve baharatların ihracat değerleri (Amerikan Doları, \$) (ITC 2020)

Ürün	2015	2016	2017	2018	2019
Kekik, defneyaprağı, zerdeçal, köri, safran, zencefil ve diğer baharatlar (biber hariç)	106714	113613	109656	113700	107502
Biber	7311	7887	9097	8896	8687
Rezene, kimyon, kişniş, anason, ardıç meyveleri	23031	35813	22987	31994	22379
Tarçın	164	203	189	265	267
Karanfil	110	151	172	104	80
Mate	-	7	245	16	53
Hindistan cevizi, kakule	119	91	109	144	189

## **Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları**

Tıbbi ve aromatik bitkiler, yüzyıllardan beri ilaç, gıda, çöşni ve şifa vermek maksadıyla kullanılmaktadır (Bayram vd. 2010). Zaman geçtikçe teknolojinin de ilerlemesiyle bu bitkilerin kullanım alanları da artış göstermiş ve farklı sanayi kollarında da kullanılmaya başlamıştır (Göktaş ve Gıdık 2019).

Dünyada ticareti yapılan tıbbi ve aromatik bitkilerin %50'si gıda, %25'i ilaç ve %25'i kozmetik sanayinde kullanılmaktadır (Arslan vd. 2022).

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre yaklaşık 20.000 bitki tıbbi amaçlı olarak kullanılmaktadır. En fazla bitki sayısı 4.941 ile Çin'de bulunurken, onu 3.000 ile Hindistan, 2.564 ile ABD, 1.800 ile Vietnam, 1.200 ile Malezya ve 1.000 ile Endonezya takip ederken, Türkiye'de bu sayı 500'ü bulmaktadır (Pakdemirli 2021).

Tıbbi ve aromatik bitkiler yemeklere kattığı tat, koku ve lezzet gibi özelliklerinden ötürü insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Özellikle de baharatlı bitkiler salam, sucuk, sosis, et, turşu, sos, gazlı içecekler, şekerleme, bisküvi ve kurabiyelerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Gül 2018).

Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkiler baharat, ilaç, koruyucu, renklendirici, koruyucu gibi diğer çoğu benzer ürün için hammadde haline gelmiştir. Yapılan araştırmalar tıbbi ve aromatik bitkilerin en eski ve en yaygın kullanılan ilaçlar olduğunu göstermektedir. Bu bitkiler biyoaktif sekonder metabolitler olan flavonoidleri, alkaloidleri, steroidleri, saponinleri, fenolik bileşikler ve terpenleri içermektedirler ve antifungal, antikanser, antimikrobiyal, antioksidan, antidiyabetik, antialerjik, antienflamatuvar, kardiyovasküler sistemini koruyucu, antitiroid, antihipertansif, spazm çözücü ve ağrı kesici etkilere sahiptirler. Dünya nüfusunun yaklaşık %80'i de tıbbi bitkisel ürünleri koruyucu olarak ve hastalık sonrasındaki tedavinin ilk aşaması olarak kullanmaktadırlar (Varlı vd. 2020).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları aşağıdaki şekilde özetlenmektedir (Gandhi et al. 2015; Göktaş ve Gıdık 2019; Varlı vd. 2020; Turgut 2022).

- Uçucu yağ üretiminde hammadde olarak,
- Baharat üretiminde,
- Gıda takviyesi olarak,
- Biyoyakıt olarak,
- Tıbbi amaçlı olarak,
- Parfümeri ve kozmetik sanayisinde,
- Alkollü/alkolsüz içeceklerde ve sigara endüstrisinde,
- Gıda katkı maddesi olarak,
- Bitki koruma alanında,
- Hayvan sağlığında ve yem katkı maddesi olarak,

Doğal boya elde edilmesinde,  
Peyzaj uygulamalarında ,  
İç ve dış mekan bitkisi olarak yararlanılmaktadır.

### **Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Su Ürünlerindeki Kullanım Alanları**

Su ürünleri yetiştiriciliği, yüksek kaliteli proteinin önemli bir kaynağıdır ve küresel gıda güvenliğinin sağlanmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Ancak viral hastalıklar su ürünleri yetiştiriciliğinde önemli hasarlara neden olmuş ve bunların tedavisi için etkili önlemlerin geliştirilmesini gerekli kılmıştır. Her ne kadar ilaçlar viral hastalıkları tedavi etmek için yaygın olarak kullanılsa da, son araştırmalar tıbbi bitkilerin ham ekstraktlarının ve bunların aktif bileşenlerinin suda yaşayan viral hastalıkların tedavisinde potansiyel uygulamalara sahip olduğunu göstermiştir (Hu et al. 2024).

Kimyasal ilaçlar ve antibiyotiklerle karşılaştırıldığında bu bitkiler daha az yan etkiye sahip olup, daha az ilaç direnci üretmekte ve su ortamına daha düşük toksisite göstermektedir. Tıbbi bitkilerin çoğu, suda yaşayan hayvanların büyüme performansını etkili bir şekilde artırabildiğinden su ürünleri yetiştiriciliğinde giderek daha fazla değeri kazanmaktadır (Liao et al. 2022).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin birçok alanda olduğu gibi su ürünlerinde de kullanımı son zamanlarda antimikrobiyal aktivite sergiledikleri ve kültür türlerinin büyümesini ve olgunlaşmasını kolaylaştırdıklarından dolayı giderek yaygınlaşmıştır (Kate et al. 2023).

Balık refahı, çalışma kolaylığı ve sağlıklı bir üretim gerçekleştirebilmek amacıyla su ürünleri yetiştiriciliğinde ve su ürünleri işleme teknolojisi alanlarında çok kullanılmaktadırlar. Su ürünleri sektöründe özellikle antimikrobiyal etki, yem katkı maddesi ve anestezi madde olarak kullanımı en fazla çalışılan konular arasında yer almaktadır. Ayrıca aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağların kullanımı da su ürünlerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Aktop ve Çağatay 2022).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde bağışıklık durumunu modüle etmek, büyüme performansını artırmak ve balık hastalıklarını önlemek için uygulanması güvenli ve çevre dostu olarak kabul edilmektedir (Kate et al. 2023).

Bu bitkiler su ürünleri yetiştiriciliğinde antibiyotiklere alternatiflerdir. Balık hastalıklarının tedavisinde antiviral, antibakteriyel ve antiparaziter özelliklere sahip çok sayıda tıbbi bitki kullanılmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde bu bitkilerin uygulanma yöntemleri arasında enjeksiyon (kas içi ve intraperitoneal), ağızdan uygulama ve daldırma veya banyo yoluyla olmaktadır (Stratev et al. 2018).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde hastalık salgınlarını önlemenin en etkili yöntemi olarak kabul edilen aşular, balık üreticileri tarafından yaygın olarak

kullanılmayacak kadar pahalıdır ve suş aşlarının geliştirilmesi son derece zor olduğundan aşların çoğu yalnızca tek bir patojen türüne karşı etkili olduğundan, su ürünleri yetiştiriciliğinde bu bağlamda daha ucuz ve daha sürdürülebilir bir alternatif sağlamakta, çünkü bunların antistres, immün sistemi uyarıcı ve antiparaziter (bakteriyel, mantar, virüs ve parazitler) etkileri gibi çok sayıda biyoaktivite sergiledikleri rapor edilmiştir. Bugüne kadar tıbbi bitkilerin su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanımına ilişkin bilimsel çalışmaların çoğu, doğal ürün tespitinden ziyade biyolojik aktivitenin belirlenmesine odaklanmış durumdadır (Miriam et al. 2017).

Ayrıca bu bitkiler karides ve balık yetiştiriciliğinde büyümeyi teşvik edici, anti-stres, iştah açıcı, bağışıklık uyarıcı, hastalık direnci ve antimikrobiyal aktivite gibi etkilere sahiptir Araştırmalar bu bitkilerin antibiyotiklerin potansiyel ikamesi olduğunu, patojen organizmaları ortadan kaldırdığını, bağışıklık durumunu güçlendirdiğini, hastalık direncini artırdığını ve balıkların büyümesini artırdığını ortaya koymaktadır (Tadese et al. 2020).

Bitkiler doğrudan yetiştirme suyuna verilerek su kalitesini iyileştirmek, balık stresini azaltmak, balıkların patojenlere karşı direncini artırmak ve balık hastalıklarını tedavi etmek amacıyla da balık yetiştiricileri tarafından da uzun zamandır kullanılmaktadırlar (Miriam et al. 2017).

Ayrıca su ürünleri yetiştiriciliği amacıyla su kalitesinin kontrol edilmesi ve iyileştirme potansiyeline yönelik olarak da geliştirilebilmektedir (Effendi et al. 2022).

Su ürünlerinde tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları Tablo 5'de verilmiştir.

**Tablo 5.** Tıbbi ve aromatik bitkilerin su ürünlerindeki kullanımları

Su Ürünleri	Tıbbi ve Aromatik Bitkiler	Etkisi	Kaynak
Gökkuşaağı alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	Defneyaprağı	Defneyaprağı esansiyel yağının raf ömrü üzerine olumlu etkiler gösterdiği gözlemlenmiştir.	Karaton Kuzgun (2023)
Kedi Balığı ( <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> )	Nane Aloe vera	Nanenin, patojen bakterilere karşı bakterisidal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.	Kate et al. (2023)
Karides ( <i>Parapenaeus longirostris</i> )	Biberiye Melisa Lavanta Kekik	Raf ömrünü uzattığı, lipit oksidasyonunu ve mikrobiyal yükü azalttığı saptanmıştır.	Şimat et al. (2023)
Hamsi	Kekik ve Biberiye	Her iki ekstraktın da depolama stabilitesini arttırmada etkin oldukları rapor edilmiştir.	Yeşilsu vd. (2023)
Zebrafish ( <i>Danio rerio</i> )	Kekik	Kekik bitkisinden elde edilen ekstraktın su ürünleri endüstrisinde kullanım için büyük bir potansiyele sahip olduğu ve zebra balığının beslenme çalışmaları için uygun bir model olduğunu göstermiştir.	Rashidian et al. (2021)
Sazan balığı ( <i>Cyprinus carpio</i> )	Mercanköşk	Mercanköşk ekstraktının, <i>Aeromonas septisemisi</i> sırasında balık ölümlerini baskılayan balık büyümesini, antioksidan ve bağışıklık sistemlerini uyarması nedeniyle sazan için uygun bir yem takviyesi olduğu ve yeme 200 mg kg <sup>-1</sup> ilavesinin önerildiği vurgulanmıştır.	Yousefi et al. (2021)
Gökkuşaağı alabalığı	Limon otu	Son ağırlık, ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranının kontrole kıyasla önemli ölçüde arttığı, yem dönüşüm oranı değerlerinde herhangi bir farklılığın gözlenmediğini bildirmişlerdir.	Bilen vd. (2020)
Gökkuşaağı alabalığı köfteleri	Biberiye ve Defne	Defne uçucu yağ ilaveli köfte örneklerinde toplam psikrofilik aerobik bakteri sayılarında, için, biberiye uçucu yağ ilaveli köftelerde ise toplam mezofilik aerobik ve toplam psikrofilik aerobik bakteri sayılarındaki azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır.	Keser ve İzci (2020)

Japon Balığı ( <i>Carassius auratus</i> <i>L. 1758</i> )	Çakşır otu	Çakşır otu kökü tozunun yeme ilavesinin balıkların büyüme ve yem değerlendirme oranı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur.	Balcı ve Aktop (2019)
Gökkuşacağı alabalığı	Rezene ve Kimyon	Yağların dozu arttıkça anestezije giriş süresinin kısaldığını rapor edilmiştir.	Uğur (2019)
Avrupa levreği ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) ve Sariağız ( <i>Argyrosomus regius</i> )	Kekik ve Okaliptüs	Anesteziklerin iki türün hiçbirinde yan etki veya ölüme yol açmadığını ve kekik yağının etkinliğinin okaliptüs yağından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.	Bodur vd (2018)
Gökkuşacağı alabalığı	Alıç Limon otu Haşhaş Biberiye	Limon otu, alıç ve haşhaş yağı uygulanan balıkların ALP (alkalen fosfataz), LDH (laktat dehidrogenaz), ALT (alanin aminotransferaz), AST (aspartat aminotransferaz), üre, kortizol, toplam protein, kreatinin ve glikoz, seviyelerinde kontrol grubuna kıyasla arttığı, demir seviyelerinde ise azalmaların olduğu gözlemlenmiştir.	Gülhan (2018)
Uskumru ( <i>Scomber scombrus</i> ) köfteleri	Kekik Biberiye Fesleğen	Uskumru köftelerinin raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir.	Balıkçı (2015)
Alabalık	Kekik ve Sarımsak	Aromatik yağ ilavesinin yemlerin küf gelişimini azalttığı, renk ölçümlerinde ve stereo mikroskop ile incelenmesinde herhangi bir değişikliğin olmadığını bildirmişlerdir.	Eti (2012)

## SONUÇ

Günümüzde insanlar kimyasal maddeleri içeren sentetik ürünler yerine doğal ürünlere yönelmeye başlamıştır. Bu bağlamda tıbbi ve aromatik bitkiler kolay temin edilebilir olmaları, düşük dozlarda bile etkili olmaları, biyolojik olarak parçalanabilir olmaları, çevre dostu olmaları, ucuz olmaları ve patojenlere karşı etkili olmaları sebebiyle iyi bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bitkiler gıda, kozmetik, eczacılık, tıp, boya, ziraat ve kimya alanlarında kullanılmaktadır.

Balık refahı, çalışma kolaylığı ve sağlıklı bir üretim gerçekleştirebilmek amacıyla su ürünleri yetiştiriciliğinde ve su ürünleri işleme teknolojisi alanlarında çok kullanılmaktadırlar. Su ürünleri sektöründe tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımının birçok yararı olduğu yapılan çalışmalarla da kanıtlanmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliğindeki hastalık salgınlarının tedavisinde bu bitkilerin kullanımı umut verici bir potansiyele sahiptir.

Bu çalışmanın gelecekte yapılacak olan çalışmalara ışık tutarak farklı tıbbi ve aromatik bitkilerin araştırılması konusuna da katkı sağlaması düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Acıbuca, V., Budak, D. B. 2018. Dünya'da ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 33(1): 37-44.
- Aktop Y., Çağatay İ. T. 2022. Tıbbi ve aromatik bitkilerden Origanum türlerinin su ürünlerinde kullanım alanları. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 8(2). 114-121
- Arslan, M., Kalaylıoğlu Akyıldız, Z. I., Ekren, E. 2018. Use of medicinal and aromatic plants in therapeutic gardens. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research, 51(4S):S151-S154.
- Arslan, D., Arslan, H., Bayraktar, Ö. V. 2022. Bazı önemli tıbbi ve aromatik bitkilerin siirt ilinde tarımının yaygınlaştırılması. İksad Publishing House, Ankara.
- Balcı, B. A., Aktop, Y. 2019. Yeme Çakşır Otu (*Ferula elaeochytris* K. 1947) İlavesinin Japon Balığının (*Carassius auratus* L. 1758) Büyüme ve Gonad Gelişimi Üzerine Etkisi. Journal of the Institute of Science and Technology, 9(1): 347-359.
- Balıkçı, E. 2015. Kekik, Biberiye ve Fesleğenden Elde Edilen Ekstraktların, Dondurulmuş (-18°C) Ve Soğukta (4±2°C) Vakum Paketlenerek Depolanmış Uskumru (*Scomber scombrus*) Köftelerinin Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.162 s
- Bayraktar, Ö. V., Öztürk, G., Arslan, D. 2017. Türkiye'de bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi ve pazarlamasındaki gelişmelerin değerlendirilmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26(2): 216-229.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Kızıl, O. A. S., Telci, İ. 2010. Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi.
- Bilen, S., Altief, T. A. S., Özdemir, K. Y., Salem, M. O. A., Terzi, E., Güney, K. 2020. Effect of lemon balm (*Melissa officinalis*) extract on growth performance, digestive and antioxidant enzyme activities, and immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish Physiology and Biochemistry, 46: 471-481.
- Bodur, T., Afonso, J. M., Montero, D., Navarro, A. 2018. Assessment of effective dose of new herbal anesthetics in two marine aquaculture species: *Dicentrarchus labrax* and *Argyrosomus regius*. Aquaculture, 482: 78-82.



- Boztaş, G., Avcı, A. B., Arabacı, O., Bayram, E. 2021. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Dünyadaki ve Türkiye'deki Ekonomik Durumu. Teorik ve Uygulamalı Ormancılık Dergisi, 1: 27-33.
- Bülbül, H. E., Yıldırım, Y. 2024. Seçilen Tıbbi ve Aromatik Bitkiler için Türkiye ve G-8 Ülkelerinin Ticaret Paterninin Değişimi. Parion Akademik Bakış Dergisi, 3(1): 71-93.
- Çelik, A.D. 2019. Hatay ilinde tıbbi ve aromatik bitkiler piyasası ve geliştirilmesi imkanları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Çelik. Y. S., 2020. Tıbbi ve aromatik bitkilerin balık yetiştiriciliğinde kullanım potansiyelleri. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6(2): 86-94.
- Effendi, I., Yoswaty, D., Syawal, H., Austin, B., Lyndon, A. R., Kurniawan, R., Wahyuni, S., Al-Harbi, A. 2022. The use of medicinal herbs in aquaculture industry: a review. Current Aspects in Pharmaceutical Research and Development, 7: 7-20.
- Eti, S. 2012. Alabalık Yemlerine Aromatik Yağ İlavesinin Yemlerin Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Mikroskobik Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- FAO 2020. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M. S. (2011). Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 11(1): 52-67.
- Göktaş, Ö., Gıdık, B. 2019. Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları. Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2(1): 145-151.
- Gül, V. 2018. Şifa bitkisi olan kişnişin (*Coriandrum sativum* L.) genel özelliklerinin belirlenmesi. İksad Publishing House, Ankara.
- Gandhi, S. G., Mahajan, V., Bedi, Y. S. 2015. Changing trends in biotechnology of secondary metabolism in medicinal and aromatic plants. Planta, 241: 303-317.
- Gülhan, M. F. 2018. Bazı sedatif ve anestezik aromatik bitki yağlarının gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, L.) kan parametreleri üzerine etkileri. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(1), 471-482.
- Güneş, A. 2024. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/bahridagdas/Belgeler/SEMİNERLER/TIBBI%20BITKİLER.pdf> (Erişim tarihi 02.05.2024).

- Handa, S. S. 2008. An overview of extraction techniques for medicinal and aromatic plants. *Extraction technologies for medicinal and aromatic plants*, 1(1): 21-40.
- Hu, Y., Zhang, X., Shan, L. P., Liu, L., Chen, J. 2024. The antiviral activity of currently used medicinal plants in aquaculture and structure–activity relationship of their active ingredients. *Reviews in Aquaculture*, 16(1): 154-173.
- ITC 2020. International Trade Center, TradeMap Veri tabanı, <http://www.intracen.org>
- Kate, G. U., Krishnani, K. K., Kumar, N., Sukhdhane, K., Verma, A. K., Brahmane, M. P., Chadha, N.K., Kumar, J. 2023. Abiotic and biotic stress alleviating effects of the medicinal and aromatic plant-derived product on striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 135, 108625.
- Keser, E., İzci, L. 2020. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’ndan elde edilen balık köftelerinde biberiye ve defne uçucu yağlarının mikrobiyolojik ve duyuşal kaliteye etkisi. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1): 13-21.
- Keykubat, B. 2016. Medicinal and aromatic plants and good life. Izmir Commodity Exchange R&D Department.
- Karaton Kuzgun, N. 2023. Defne Yaprağı Esansiyel Yağının + 4°C’de Muhafaza Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Koruyucu Etkisi. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 9(1): 107-114.
- Liao, W., Huang, L., Han, S., Hu, D., Xu, Y., Liu, M., Yu, Q., Huang, S., Wei, D., Li, P. 2022. Review of medicinal plants and active pharmaceutical ingredients against aquatic pathogenic viruses. *Viruses*, 14(6), 1281.
- Miriam, R., Nathalie, TP., Pierre, S., Denis, S. 2017. Use of Medicinal Plants in Aquaculture. In *Diagnosis and Control of Diseases of Fish and Shellfish*. 9: 223-261.
- Pakdemirli, B., Birişik, N., Akay, M. 2021. General overview of medicinal and aromatic plants in Turkey. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 31(1): 126-135.
- Rashidian, G., Boldaji, J.T., Rainis, S., Proki’c, M.D. Faggio, C. 2021. Oregano (*Origanum vulgare*) Extract Enhances Zebrafish (*Danio rerio*) Growth Performance, Serum and Mucus Innate Immune Responses and Resistance against *Aeromonas hydrophila* Challenge. *Animals*, 11, 299
- Serencam, H., Gül, V., Gıdık, B., Sefalı, A. 2018. Tıbbi ve aromatik bitkiler: uçucu yağlı bitkiler. İksad Publishing House. Ankara.

- Šimat, V., Skroza, D., Čagalj, M., Soldo, B., Mekinić, I. G. 2023. Effect of plant extracts on quality characteristics and shelf-life of cold-marinated shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) under refrigerated storage. *Food Bioscience*, 53, 102673.
- Stratev, D., Zhelyazkov, G., Noundou, X. S., Krause, R. W. 2018. Beneficial effects of medicinal plants in fish diseases. *Aquaculture International*, 26: 289-308.
- Tadese, D. A., Song, C., Sun, C., Liu, B., Liu, B., Zhou, Q., Xu, P., Ge, X., Liu, M., Xu, X., Tamiru, M., Zhou, Z., Lakew, A., Kevin, N. T. 2022. The role of currently used medicinal plants in aquaculture and their action mechanisms: A review. *Reviews in Aquaculture*, 14(2): 816-847.
- TAGEM 2021. Tıbbi ve aromatik bitkiler. Sektör Politika Belgesi 2020-2024, Ankara.
- Temel, M., Tınmaz A, B., Öztürk, M., Gündüz, O. 2018. Dünyada ve Türkiye’de tıbbi-aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 21(Özel Sayı): 198-214.
- Turgut, K. 2022. Tıbbi ve aromatik bitkilerin tarımının temel ilkeleri. Ders Notları, Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü.
- Uğur, D. 2019. Rezene (*Foeniculum vulgare* Miller) ve kimyon (*Cuminum cyminum*) uçucu yağlarının gökkuşacağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) anestetik olarak etkinliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta.
- Varlı, M., Hancı, H., Kalafat, G. 2020. Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim potansiyeli ve biyoyararlılığı. *Research Journal of Biomedical and Biotechnology*, 1(1): 24-32.
- Yavuz, A., Erdoğan, Ü. 2019. Organik Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Türkiye’de Üretim Miktarı ve Değerlendirilmesi. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1): 124-130.
- Yeşilsu, A. F., Erbay, E. A., Dağtekin, B. B. 2023. Bitki ekstraktlarının marine hamsinin depolama stabilitesi üzerine etkisi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (30): 32-44.
- Yıldıztekin, M., Ulusoy, H., Tuna, A. L. 2019. Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliği ve sürdürülebilir gelişimi. In *SETSCI-Conference Proceedings*, 9: 481-484.
- Yousefi M., Ghafarifarsani H., Hoseinifar SH., Rashidian G. Van Doan H. 2021. Effects of dietary marjoram, *Origanum majorana* extract on growth performance, hematological, antioxidant, humoral and mucosal immune responses, and resistance of common carp, *Cyprinus carpio* against *Aeromonas hydrophila*. *Fish and Shellfish Immunology* 108: 127-133.

## Bölüm 5

### **Maun (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.) Odununa Uygulanmış Modifiyeli Arı Balmumlarında Seçilmiş Bazı Yüzey Özelliklerinin İncelenmesi**

**Ümit AYATA<sup>1</sup>**  
**Osman ÇAMLİBEL<sup>2</sup>**  
**Fatih Tuncay EFE<sup>3</sup>**  
**Fatih TONGUÇ<sup>3</sup>**  
**Şerif KAPLAN<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Doç. Dr. Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye, Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID: 0000-0002-6787-7822

<sup>2</sup>Doç. Dr. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, İç Mekan Tasarımı Pr., Kırıkkale, Türkiye, osmancamlibel@kku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8766-1316

<sup>3</sup>Doç. Dr. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Ormancılık ve Orman Ürünleri Pr. Çanakkale, Türkiye, fatihtuncayefe@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7247-1288

<sup>4</sup>Doç. Dr. Fatih TONGUÇ, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-0820-4820, fatihtonguc@sdu.edu.tr

<sup>5</sup>Biyolog, Bayburt Toplum Sağlığı Merkezi, Zahit Mahallesi, Ayyıldız Caddesi, Merkez, Bayburt, Türkiye, serif4354@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8427-5308

## ÖZET

Maun ahşabı, parke üretiminde, mobilya yapımında, müzik aletleri yapımında, merdiven yapımında ve tornacılıkta kullanılmaktadır. Bu çalışmada, maun (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.) odununa uygulanmış modifiyeli arı balmumlarında [zeytinyağı + arı balmumu, keten tohumlu yağ + arı balmumu ve Hindistan cevizli yağ + arı balmumu] seçilmiş olan bazı yüzey özellikleri (parlaklık, renk ve beyazlık indeksi:  $WI^*$ ) belirlenmiştir. Balmumu uygulanmış yüzeyler ile uygulanmamış olan yüzeyler birbirleri ile kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre,  $\Delta E^*$  değerleri zeytinyağı + arı balmumu uygulaması ile 11.66, keten tohumlu yağ + arı balmumu uygulaması ile 12.40 ve Hindistan cevizli yağ + arı balmumu uygulaması ile 13.65 olarak belirlenmiştir. Modifiye edilmiş arı balmumlarının ahşap malzeme yüzeylerine uygulanması ile 85 derecede her iki yönde parlaklık değerlerinde,  $WI^*$  değerlerinde ve bütün renk parametrelerinde azalmalar belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Beyazlık indeksi, Maun, balmumu, renk, *Swietenia mahagoni*, parlaklık

## ABSTRACT

Mahogany wood is utilized in various applications including flooring production, furniture making, musical instrument crafting, staircase construction, and woodturning. In this study, selected surface properties (glossiness, color, and whiteness index:  $WI^*$ ) of modified beeswax applied to mahogany (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.) wood were determined. The modified beeswax formulations included [olive oil + beeswax, linseed oil + beeswax, and coconut oil + beeswax]. The surfaces treated with wax were compared with untreated surfaces. According to the obtained results, the  $\Delta E^*$  values were determined as 11.66 for the application of olive oil + beeswax, 12.40 for the application of linseed oil + beeswax, and 13.65 for the application of coconut oil + beeswax. Applying modified beeswaxes to wooden surfaces led to reductions in glossiness values in both directions at 85 degrees,  $WI^*$  values, and all color parameters.

**Keywords:** Whiteness index, Mahogany, beeswaxes, color, *Swietenia mahagoni*, glossiness

## 1. Giriş

İnsan medeniyetinin başlangıcında, mobilya kavramı henüz bilinmediği zamanlarda, insan sadece yaşamı kolaylaştırma ihtiyacıyla yönlendirilmiş olarak, doğal bir şekilde doğa tarafından kendiliğinden yapılmış çeşitli nesnelere kullanılmıştır. Rüzgâr veya kaya tarafından devrilen bir ağacın gövdesi, oturmak için bir yer olarak hizmet ederken, düz bir taş blok, çeşitli ortak işleri gerçekleştirmek için bir temel olarak görev yapmış ve yumuşak yosun veya yün deriler de yatak olarak kullanılmıştır. Yıllar geçtikçe, insanların yaratıcı faaliyetleri sonucunda, daha önce spontane olarak yapılan nesnelere değıştiren insan yapımı nesnelere üretilmeye başlanmıştır. Yüzyıllar boyunca, belirli bir çağda yaşayan toplumların tercihleri nedeniyle, mobilyaların formları değışmiştir. Belirli fonksiyonları yerine getiren oturmak, uzanmak, çalışmak, yemek yemek, depolama ve diğerlerini sağlayan yeni mobilya türleri oluşturulmuştur (Smardzewski, 2015).

Kaplama, bir alt tabaka (bir nesnenin yüzeyi - film, folyo, kâğıt, kumaş, levha stoku) üzerine uygulanan ince bir sıvı, gaz veya katı film olarak tanımlanabilir. Kaplama, alt tabakanın niteliklerini koruyarak, muhafaza ederek veya güzelleştirerek artırmayı amaçlamaktadır. Kaplama, kaplanan nesnenin değerini doğrudan maliyetlerin ötesinde artırır. Farklı nesne özellikleri kaplama ile geliştirilebilir: yapışma, görünüm (renk, parlaklık vb.), sertlik, sağlamlık, dayanıklılık, uzun ömürlülük, düzgünlük, esneklik, güçlü ara yüz, su geçirmez özellikler, düşük sürtünme, ısı/ateş direnci, aşınma direnci, oksidasyon direnci, korozyon direnci, çizik direnci, vb. Kaplama, özellikle alt tabaka bir yarı iletken wafer olduğunda, baskı süreçlerinde ve yarıiletken cihaz üretiminde bitmiş ürünün vazgeçilmez bir parçası olabilir (Nanetti, 2006; Sălăvăstru ve ark., 2020).

Mobilya konfigürasyonu bağlamında insancılaştırılmış tasarım, yaşlı insanların taleplerini karşılayabilecek kabul edilebilir mobilyaların sağlanmasını ifade eder (Wang ve ark., 2022).

Genel olarak anlaşıldığı ve yaygın olarak kullanıldığı şekliyle renk çemberi, spektrum sırasına göre düzenlenmiş sürekli bir ton dizisine sahip bir diyagramdır. Renk çemberi diyagramı, renk karışımı ve renk kompozisyonu için bir kılavuz olarak kullanılır. Aynı zamanda renklerin sınıflandırılmasında da kullanılır ve tüm üç boyutlu renk düzeni sistemlerine dâhil edilir (Green-Armytage, 2016).

Arı balmumu, greslerin yağlanması için koyulaştırıcı olarak kullanılacak yeni bir doğal malzemedir (Dinker ve ark., 2017).

Doğal hidrofobikliği, yüksek bulunabilirliği, yenilebilirliği ve düşük maliyeti olan uzun zincirli, 21-52 karbon içeren uzun zincirli bir diester olan arı balmumu, suya dayanıklı kaplamalar hazırlamak için uygun bir katkı maddesidir. Arı balmumunun hidrofobikliğini ve suya dayanıklılık özelliklerini keşfetmek için

pek çok çalışma yapılmıştır. Arı balmumu, emülgatör olarak kitosan kullanılarak emülsiyonunun sentezinden sonra kağıt üzerinde kaplama yapmak için kullanılmıştır (Zhang ve ark., 2014; Vijayan ve ark., 2023).

Maun ahşabında, vida tutma kapasitesi  $38.36 \text{ N/mm}^2$  (Bal ve ark., 2018), ısı iletkenlik değeri  $0.152 \text{ W/mK}$  ve yoğunluk değeri  $0.732 \text{ g/cm}^3$  (Çavuş ve ark., 2019), hava kurusu özgül ağırlığı yaklaşık olarak  $0.50 - 0.60 \text{ gr/cm}^3$ 'tür (Şanıvar ve Zorlu, 1980).

Bu çalışmada, maun (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.) odununa uygulanmış modifiyeli arı balmumlarında seçilmiş bazı yüzey özellikleri incelenmiştir.

## **2. Materyal ve Metot**

### **2.1. Materyal**

#### **2.1.1. Ahşap Malzeme**

Maun (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.) ahşabına ait deney örnekleri  $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$  olarak alınmıştır. Daha sonra örnekler TS ISO 13061-1 (2021) standardına göre hazır hale getirilmiştir.

#### **2.1.2. Modifiyeli Olarak Hazırlanmış Arı Balmumları**

Bu çalışmada, Hindistan cevizli yağ (Hindistan cevizli yağ + arı balmumu karışımı), keten tohumu yağlı (keten tohumu yağ ve arı balmumu karışımı) yağ ve koruyucu yağ (zeytinyağı + arı balmumu karışımı) kullanılmıştır.

## **2.2. Metot**

### **2.2.1. Modifiyeli Arı Balmumlarının Ahşap Malzeme Yüzeylerine Uygulanması**

Çalışmada, modifiye edilmiş olan arı balmumları ahşap malzeme yüzeylerine tek kat olarak fırça yardımıyla uygulanmıştır.

#### **2.2.2. Testler**

Parlaklık testleri ETB-0833 model gloss meter cihazında (ISO 2813, 1994), beyazlık indeksi ( $WI^*$ ) değerleri Whiteness Meter BDY-1 cihazında (ASTM E313-15e1, 2015) ve renk parametreleri CS-10 cihazında (ASTM D 2244-3, 2007) ölçülmüştür.

Literatürde  $\Delta C^*$ : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve  $\Delta H^*$ : ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır (Lange, 1999).

$\Delta E^*$  kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979) Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1.  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta C^*$  değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999)

Parametre	Pozitif durumda	Negatif durumda
$\Delta L^*$	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu
$\Delta a^*$	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
$\Delta b^*$	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
$\Delta C^*$	Referanstan daha net, daha parlak	Mat, referanstan daha bulanık

Tablo 2.  $\Delta E^*$  değerlendirmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı ( $\Delta E^*$ )	Görsel renk puanı farkı
<0.2	Algılanamaz
0.2 ila 0.5	Çok zayıf
0.5 ila 1.5	Zayıf
1.5 ila 3.0	Belirgin
3.0 ila 6.0	Çok belirgin
6.0 ila 12.0	Güçlü
> 12.0	Çok güçlü

Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıklarına ait sonuçları belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - C^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - a^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - L^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - b^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

### 2.3. İstatistiksel Analiz

Bir istatistik programı ile standart sapma, maksimum ve minimum, ortalama, homojenlik grupları, varyans analizleri ve yüzde (%) değişim oranları hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Varyans analizi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Liflere paralel ve dik yönlere ait 20° parlaklık değerleri anlamsız olarak bulunurken, diğer bütün testler için uygulanan arı balmumu türü faktörü anlamlı olarak elde edilmiştir (Tablo 3).



Tablo 3. Varyans analizi sonuçları

Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Işıklılık ( $L^*$ )	454.398	3	151.466	299.577	0.000*
Kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu	280.508	3	93.503	252.587	0.000*
Sarı ( $b^*$ ) renk tonu	473.680	3	157.893	507.085	0.000*
Kroma ( $C^*$ )	732.385	3	244.128	427.043	0.000*
Ton ( $h^\circ$ ) açısı	415.812	3	138.604	47.077	0.000*
$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık	0.000	3	0.000		**
$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık	2.027	3	0.676	90.761	0.000*
$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık	3.771	3	1.257	66.547	0.000*
$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık	0.000	3	0.000		**
$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık	1.819	3	0.606	33.274	0.000*
$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık	7.635	3	2.545	243.670	0.000*
Beyazlık indeksi ( $\perp$ )	43.305	3	14.435	389.840	0.000*
Beyazlık indeksi ( $\parallel$ )	10.107	3	3.369	631.688	0.000*
*: Anlamlı					

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

Test	Arı Balmumu Türü	N	Ortalama	Değişim (%)	HG	SS	Minimum	Maksimum	COV
<i>L*</i>	Uygulama 1	10	34.88	-	A*	1.13	33.45	37.37	3.25
	Uygulama 2	10	27.42	↓21.39	B	0.49	26.50	27.95	1.80
	Uygulama 3	10	27.30	↓21.73	B	0.54	26.46	27.95	1.97
	Uygulama 4	10	26.65	↓23.60	C**	0.46	26.01	27.68	1.71
<i>a*</i>	Uygulama 1	10	12.98	-	A*	0.23	12.64	13.38	1.80
	Uygulama 2	10	7.95	↓38.75	B	0.80	7.34	10.05	10.08
	Uygulama 3	10	6.94	↓46.53	C	0.63	6.19	7.91	9.13
	Uygulama 4	10	6.20	↓52.23	D**	0.62	4.98	7.15	9.98
<i>b*</i>	Uygulama 1	10	13.56	-	A*	0.87	12.23	15.21	6.44
	Uygulama 2	10	6.15	↓54.65	B	0.58	5.83	7.64	9.45
	Uygulama 3	10	5.83	↓57.01	B	0.26	5.45	6.36	4.39
	Uygulama 4	10	5.04	↓62.83	C**	0.28	4.58	5.50	5.62
<i>C*</i>	Uygulama 1	10	18.78	-	A*	0.78	17.59	20.26	4.15
	Uygulama 2	10	10.05	↓46.49	B	0.97	9.38	12.62	9.66
	Uygulama 3	10	9.07	↓51.70	C	0.60	8.41	10.15	6.66
	Uygulama 4	10	8.00	↓57.40	D**	0.61	6.77	9.02	7.62
<i>h°</i>	Uygulama 1	10	46.22	-	A*	1.39	44.07	48.67	3.00
	Uygulama 2	10	37.77	↓18.28	C**	1.04	35.76	39.18	2.75
	Uygulama 3	10	40.12	↓13.20	B	2.00	36.69	43.11	4.97
	Uygulama 4	10	39.21	↓15.17	BC	2.19	36.31	42.60	5.59
<p>Uygulama 1: Yağ uygulaması yok, Uygulama 2: Zeytinyağı + arı balmumu, Uygulama 3: Keten tohumlu yağ + arı balmumu, Uygulama 4: Hindistan cevizli yağ + arı balmumu, COV: Varyasyon katsayısı, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu, N: Ölçüm Sayısı, *: En yüksek değer, **: En düşük değer</p>									

Modifiye edilmiş arı balmumlarının ahşap malzeme yüzeylerine uygulanması ile bütün renk parametrelerinin azaldığı görülmektedir. Bütün renk parametreleri için en yüksek sonuçlar kontrol deney örneklerinde (*L\**: 34.88, *a\**: 12.98, *b\**: 13.56, *C\**: 18.78 ve *h°*: 46.22) elde edilmiştir. En düşük sonuçlar ise *a\**, *L\**, *b\** ve *C\** değerleri için modifiye edilmiş Hindistan cevizli yağ + arı balmumu uygulamasına sahip örneklerde (sırasıyla 26.65, 6.20, 5.04 ve 8.00) bulunurken, *h°* değeri için modifiye edilmiş zeytinyağı + arı balmumu uygulamasına sahip örnekler üzerinde (37.77) elde edilmiştir.

Parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları

Test	Arı Balmumu Türü	N	Orta-lama	Değişim (%)	HG	SS	Mini-mum	Maksi-mum	COV
⊥20°	Uygulama 1	10	0.10	-	A	0.00	0.10	0.10	0.00
	Uygulama 2	10	0.10	0.00	A	0.00	0.10	0.10	0.00
	Uygulama 3	10	0.10	0.00	A	0.00	0.10	0.10	0.00
	Uygulama 4	10	0.10	0.00	A	0.00	0.10	0.10	0.00
⊥60°	Uygulama 1	10	0.60	-	C**	0.09	0.50	0.70	15.71
	Uygulama 2	10	1.20	↑100.00	A*	0.00	1.20	1.20	0.00
	Uygulama 3	10	1.04	↑73.33	B	0.08	1.00	1.20	8.11
	Uygulama 4	10	1.06	↑76.67	B	0.12	0.90	1.20	11.07
⊥85°	Uygulama 1	10	1.44	-	A*	0.22	1.10	1.60	15.07
	Uygulama 2	10	0.82	↓43.06	B	0.17	0.70	1.10	20.57
	Uygulama 3	10	0.70	↓51.39	B**	0.00	0.70	0.70	0.00
	Uygulama 4	10	0.70	↓51.39	B**	0.00	0.70	0.70	0.00
20°	Uygulama 1	10	0.10	-	A	0.00	0.10	0.10	0.00
	Uygulama 2	10	0.10	0.00	A	0.00	0.10	0.10	0.00
	Uygulama 3	10	0.10	0.00	A	0.00	0.10	0.10	0.00
	Uygulama 4	10	0.10	0.00	A	0.00	0.10	0.10	0.00
60°	Uygulama 1	10	1.00	-	B**	0.00	1.00	1.00	0.00
	Uygulama 2	10	1.08	↑8.00	B	0.17	0.80	1.20	15.62
	Uygulama 3	10	1.08	↑8.00	B	0.08	1.00	1.20	7.30
	Uygulama 4	10	1.54	↑54.00	A*	0.20	1.20	1.70	12.70
85°	Uygulama 1	10	1.74	-	A*	0.16	1.60	2.00	9.07
	Uygulama 2	10	0.78	↓55.17	B	0.12	0.70	1.00	15.76
	Uygulama 3	10	0.72	↓58.62	B	0.04	0.70	0.80	5.86
	Uygulama 4	10	0.70	↓59.77	B**	0.00	0.70	0.70	0.00
<p>Uygulama 1: Yağ uygulaması yok, Uygulama 2: Zeytinyağı + arı balmumu,                      Uygulama 3: Keten tohumlu yağ + arı balmumu,                      Uygulama 4: Hindistan cevizli yağ + arı balmumu, COV: Varyasyon katsayısı,                      SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu, N: Ölçüm Sayısı,                      *: En yüksek değer, **: En düşük değer</p>									

Parlaklık ölçümlerinde ise 20 derecelerde her iki yönde de bir değişiklik görülmediği tespit edilmiştir. Bütün modifiye edilmiş arı balmumları ile her iki yöndeki 60 derecelerde artışlar ve 85 derecedeki ölçümlerde ise azalışlar elde edilmiştir. En yüksek olarak ölçülen 85 derecede her iki yöndeki parlaklık değerleri kontrol örneklerinde bulunmuştur. Buna ek olarak, en düşük olarak ölçülen 60 derecede her iki yöndeki parlaklık değerleri yine kontrol örneklerinde elde edilmiştir (Tablo 5).

Beyazlık indeksi ( $WI^*$ ) değerlerine ait ölçüm sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.  $WI^*$  değerleri her iki yönde bütün modifiyeli arı balmumları ile azalmıştır. En yüksek  $WI^*$  değerleri kontrol örnekleri üzerinde ( $\perp$ : 4.42 ve  $\parallel$ : 1.96) tespit

edilmiştir. En düşük sonuçlar ise  $WI^*$   $\perp$  değerleri için Hindistan cevizli yağ + arı balmumu uygulaması ile 1.70 olarak bulunurken,  $WI^*$   $\parallel$  değerleri için zeytinyağı + arı balmumu uygulaması ile 0.72 olarak bulunmuştur (Tablo 6).

Tablo 6. Beyazlık indeksi ( $WI^*$ ) değerlerine ait ölçüm sonuçları

Test	Arı Balmumu Türü	N	Ortalama	Değişim (%)	HG	SS	Minimum	Maksimum	COV
$WI^*$ $\perp$	Uygulama 1	10	4.42	-	A*	0.08	4.30	4.50	1.78
	Uygulama 2	10	2.48	↓43.89	B	0.29	2.20	2.80	11.53
	Uygulama 3	10	2.13	↓51.81	C	0.17	1.90	2.40	8.00
	Uygulama 4	10	1.70	↓61.54	D**	0.18	1.50	1.90	10.38
$WI^*$ $\parallel$	Uygulama 1	10	1.96	-	A*	0.05	1.90	2.00	2.63
	Uygulama 2	10	0.72	↓63.27	C**	0.08	0.60	0.80	10.96
	Uygulama 3	10	0.88	↓55.10	B	0.08	0.80	1.00	8.96
	Uygulama 4	10	0.82	↓58.16	B	0.08	0.70	0.90	9.62
<p>Uygulama 1: Yağ uygulaması yok, Uygulama 2: Zeytinyağı + arı balmumu,            Uygulama 3: Keten tohumlu yağ + arı balmumu,            Uygulama 4: Hindistan cevizli yağ + arı balmumu, COV: Varyasyon katsayısı,            SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu, N: Ölçüm Sayısı,            *: En yüksek değer, **: En düşük değer</p>									

$\Delta E^*$  sonuçları Tablo 7’de sunulmaktadır. Bütün modifiyeli arı balmumu karışımlarının ahşap malzemeye uygulanması ile  $\Delta L^*$  (referanstan daha koyu),  $\Delta a^*$  (referanstan daha yeşil),  $\Delta b^*$  (referanstan daha mavi) ve  $\Delta C^*$  (mat, referanstan daha bulanık) değerlerinin negatif olarak elde edildiği görülmektedir.  $\Delta E^*$  değerleri zeytinyağı + arı balmumu uygulaması ile 11.66, keten tohumlu yağ + arı balmumu uygulaması ile 12.40 ve Hindistan cevizli yağ + arı balmumu uygulaması ile 13.65 olarak bulunmuştur (Tablo 7).

Tablo 7. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Arı Balmumu Türü	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*$	Renk kriterleri (DIN 5033, 1979)
Zeytinyağı + arı balmumu	-7.46	-5.03	-7.41	-8.73	2.02	11.66	Güçlü (6.0 ila 12.0)
Keten tohumlu yağ + arı balmumu	-7.58	-6.04	-7.74	-9.71	1.43	12.40	Çok güçlü (> 12.0)
Hindistan cevizli yağ + arı balmumu	-8.23	-6.77	-8.52	-10.78	1.53	13.65	

Renk değiştirme kriterlerine (DIN 5033, 1979) göre zeytinyağı + arı balmumu uygulaması ile “güçlü (6.0 ila 12.0)” ve keten tohumlu yağ + arı balmumu ile

Hindistan cevizli yağ + arı balmumu uygulamaları ile “çok güçlü ( $> 12.0$ )” sonuçlarının elde edildiği görülmektedir (Tablo 7).

Çamlıbel ve Ayata, (2024c) tarafından yapılan araştırmada, Sibirya çamı (*Pinus sibirica*) odununda modifiye edilmiş arı balmumunun uygulanması ile  $\Delta E^*$  sonuçları sonuçlarının zeytinyağı + arı balmumu ile 13.57, keten tohumlu yağ + arı balmumu ile 9.65 Hindistan cevizli yağ + arı balmumu ile 12.57 bulunduğu şekilde rapor edilmiştir.

Literatürde, ahşap malzeme yüzeylerine uygulanmış balmumu çalışmalarında renk, parlaklık ve beyazlık indeksi değerlerinde değişikliklerin elde edildikleri rapor edilmiştir (Ayata ve ark., 2024; Ayata ve Çamlıbel, 2024; Kaplan ve ark., 2024; Çamlıbel ve Ayata, 2024a;b; Peker ve ark., 2024a;b;c).

#### **4. Sonuç ve Öneriler**

Uygulanan üç farklı modifiye edilmiş olan arı balmumları ile 60 ve 85 derecelerde yapılan parlaklık değerlerinde, renk parametrelerinde ve beyazlık indeksi değerlerinde değişimler görülmüştür.

Balmumu ile kaplanmış örneklerin üzerinde doğal veya yapay yaşlandırma testlerinin yapılması önerilmektedir.

## Kaynaklar

- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayata, Ü., and Çamlıbel, O., (2024). Effects of wax application on color, glossiness, and whiteness index values of American black cherry (*Prunus serotina*) wood, *Les/Wood*, 73(1). In press.
- Ayata, Ü., Bilginer, E.H., and Çamlıbel, O., (2024). Applications of natural and synthetic wax blends on wood surfaces of magnolia (*Magnolia grandiflora* L.), *Wood Industry and Engineering*, 6(1): 9-17.
- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., ve Efe, F.T., (2018). Ceviz, maun, kestane ve ıhlamur odunlarında vida tutma kapasitesinin belirlenmesi, 5. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi, Bildiri Tam Metin Kitabı, 02-03 Kasım, Antalya, Türkiye, 1(1):, 383-396.
- Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2024a). Ebony Afrika (*Diospyros crassiflora* Hiern.) ahşabında seçilmiş bazı yüzey özellikleri ile farklı kat sayılarına sahip balmumu uygulamaları arasındaki etkilerinin araştırılması, Latin Amerika 8. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi 1-5 Mayıs 2024, Havana, Küba, 730-737.
- Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2024b). Limon (*Citrus limon* (L.) Burm.) odunu yüzeylerine uygulanmış balmumu katmanlarında seçilmiş bazı yüzey özellikleri üzerine farklı kat sayılarının etkileri, European Conferences 5. Uluslararası Sağlık, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Kongresi, 13-16 Haziran 2024, Roma, İtalya.
- Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2024c). Sibiryaya çamı (*Pinus sibirica*) odununda seçilmiş bazı yüzey özellikleri üzerine modifiye edilmiş arı balmumunun etkileri, Latin Amerika 8. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi 1-5 Mayıs 2024, Havana, Küba.
- Çavuş, V., Sahin, S., Esteves, B., and Ayata, U., (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey, *Bioresources*, 14(3): 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Dinker, A., Agarwal, M., and Agarwal, G.D., (2017). Experimental assessment on thermal storage performance of beeswax in a helical tube embedded

- storage unit, Applied Thermal Engineering, 111: 358-368. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2016.09.128.
- Green-Armytage, P., (2016). Color Circle, Encyclopedia of Color Science and Technology; Luo, R., Ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
- ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Kaplan, Ş., Çamlıbel, O., Bilginer, E.H., ve Ayata, Ü., (2024). Ebony Macassar (*Diospyros celebica* Bakh.) odununda balmumu uygulaması üzerine bir çalışma, Journal of Green Technology and Environment, 2(1). Basım aşamasında.
- Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Nanetti, P., (2006). Coatings from A to Z. Vincentz, Hannover.
- Peker, H., Bilginer, E.H., Ayata, Ü., Çamlıbel, O., ve Gürleyen, L., (2024a). Zeytin (*Olea europaea* L.) ahşabında bazı yüzey özellikleri üzerine balmumu uygulamasının etkileri, Journal of Marine and Engineering Technology, 4(1). Basım aşamasında.
- Peker, H., Bilginer, E.H., Ayata, Ü., Çamlıbel, O., ve Gürleyen, L., (2024b). Ahşap ağartma kimyasalları uygulandıktan sonra balmumu ile muamele edilmiş balau red (*Shorea guiso*) odununda bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi, Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi, 6(1): 14-21. DOI: 10.55979/tjse.1407845.
- Peker, H., Bilginer, E.H., Ayata, Ü., Çamlıbel, O., ve Gürleyen, L., (2024c). Balmumu uygulanmış erik (*Prunus domestica* L.) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine farklı kat sayılarının etkileri, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Basım aşamasında.
- Sălăvăstru, C.M., Bucur, L., Bucur, G., and Țiplica, G.S., (2020). Coatings, Kanerva's Occupational Dermatology, 939-952.
- Şanıvar, N., ve Zorlu, İ., (1980). Ağaçşeri Gereç Bilgisi Temel Ders Kitabı, Mesleki Ve Teknik Öğretim Kitapları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları No: 43.
- Smardzewski, J., (2015). The history of furniture construction, Furniture Design, 1-45. ISBN: 978-3-319-19532-2. DOI: 10.1007/978-3-319-19533-9.
- TS ISO 13061-1, (2021). Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri - Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

- Vijayan, S.P., Aparna, S., and Sahoo, S.K., (2023). Effect of beeswax on hydrophobicity, moisture resistance and transparency of UV curable linseed oil based coating for compostable paper packaging. *Industrial Crops and Products*, 197: 116645. DOI: 10.1016/j.indcrop.2023.116645.
- Wang, X., Shi, R., and Niu, F., (2022). Optimization of furniture configuration for residential living room spaces in quality elderly care communities in Macao, *Frontiers of Architectural Research*, 11(2): 357-373. DOI: 10.1016/j.foar.2021.11.002.
- Zhang, W., Xiao, H., and Qian, L., (2014). Beeswax-chitosan emulsion coated paper with enhanced water vapor barrier efficiency. *Applied Surface Science*, 300: 80-85. DOI: 10.1016/j.apsusc.2014.02.005.



## Bölüm 6

### Isıl İşlem Görmüş Bazı Ağaç Türlerinde Organik Hindistan Cevizi Yağı Uygulaması Sonrasında Meydana Renk Değişimlerinin Araştırılması

Ümit AYATA<sup>1</sup>

Fatih Tuncay EFE<sup>2</sup>

Fatih TONGUÇ<sup>3</sup>

Osman ÇAMLİBEL<sup>4</sup>

Şerif KAPLAN<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Doç. Dr. Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye, Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID: 0000-0002-6787-7822

<sup>2</sup>Doç. Dr. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Ormancılık ve Orman Ürünleri Pr. Çanakkale, Türkiye, fatihtuncayefe@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7247-1288

<sup>3</sup>Doç. Dr. Fatih TONGUÇ, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-0820-4820, fatihtonguc@sdu.edu.tr

<sup>4</sup>Doç. Dr. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, İç Mekan Tasarımı Pr., Kırıkkale, Türkiye, osmancamlibel@kku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8766-1316

<sup>5</sup>Biyolog, Bayburt Toplum Sağlığı Merkezi, Zahit Mahallesi, Ayyıldız Caddesi, Merkez, Bayburt, Türkiye, serif4354@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8427-5308

## ÖZET

Bu çalışmada, ısıtım işlem görmüş bazı ağaç türlerinde [iroko (*Milicia excelsa* Welw. C.C. Berg), dişbudak (*Fraxinus excelsior*), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum) ve tulipwood (*Dalbergia decipularis*)] organik Hindistan cevizi yağı uygulaması sonrasında meydana renk değişimleri araştırılmıştır. Isıtım işlem uygulaması 212°C ve 200°C sıcaklıklarda 2 saat süre ile yapılmıştır. Sonuçlara göre,  $\Delta E^*$  değerleri ısıtım işlemsiz ve işlemlı örnekler üzerinde yağ uygulanmış iroko odununda sırasıyla 13.41 ve 21.73, ısıtım işlemsiz ve işlemlı örnekler üzerinde yağ uygulanmış ayous odununda sırasıyla 14.19 ve 18.57, ısıtım işlemsiz ve işlemlı örnekler üzerinde yağ uygulanmış tulip odununda sırasıyla 5.60 ve 12.43, ısıtım işlemsiz ve işlemlı örnekler üzerinde yağ uygulanmış sarıçam odununda sırasıyla 6.09 ve 5.04 ve ısıtım işlemsiz ve işlemlı örnekler üzerinde yağ uygulanmış dişbudak odununda sırasıyla 5.81 ve 14.33 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan yağ, ısıtım işlemlı ve işlemsiz malzemelerin rengini değiştirmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İroko, ayous, dişbudak, tulipwood, sarıçam, yağ, ısıtım işlem, renk

## ABSTRACT

In this study, color changes occurring after the application of organic coconut oil on thermally treated wood species [iroko (*Milicia excelsa* Welw. C.C. Berg), ash (*Fraxinus excelsior*), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum), and tulipwood (*Dalbergia decipularis*)] were investigated. The thermal treatment was applied at temperatures of 212°C and 200°C for 2 h. According to the results, the  $\Delta E^*$  values were determined as follows: for oil-applied iroko wood, 13.41 for untreated and 21.73 for treated samples; for oil-applied ayous wood, 14.19 for untreated and 18.57 for treated samples; for oil-applied tulipwood, 5.60 for untreated and 12.43 for treated samples; for oil-applied Scots pine wood, 6.09 for untreated and 5.04 for treated samples; and for oil-applied ash wood, 5.81 for untreated and 14.33 for treated samples. The oil used in the study changed the color of both thermally treated and untreated materials.

**Keywords:** Iroko, ayous, ash, tulipwood, Scots pine, oil, heat treatment, color,

## 1. Giriş

Hindistan cevizi yağı, Hindistan cevizi veya *Cocos nucifera* palmiye ağacının tohumundan elde edilmektedir. Hindistan cevizi yağının kullanımı, 3900 yılı aşkın bir süredir tarih boyunca besin kaynağı ve tıbbi amaçlar için belgelenmiştir. İlk belgelerden bazıları, M.Ö. 1500 civarında yazılmıştır. Kullanımı Güney ve Orta Amerika, Afrika, Hindistan ve tüm Asya boyunca tropiklerde ortaya çıkmıştır. Hindistan cevizi yağının Batı Pasifik adaları ve Hindistan'da ortaya çıktığına inanılırken, Hindistan cevizi okyanus akıntılarıyla diğer adalara ve ülkelere yolculuk ettiği bildirilmiştir. Birkaç ay boyunca okyanusta yüzdükten sonra bile Hindistan cevizi tohumları hala çimlenebildiği söylenmiştir. Her biri belirli bir amaç için kullanılabilen Hindistan cevizi ağacının veya tohumunun her parçasına tanrıların meyvesi adı verildiği şeklinde ifade edilmektedir (Heyd, 2014).

Çekirdek aynı zamanda Hindistan cevizinin “et”i olarak da bilinir. Hindistan cevizinden süt, yağ, kuru Hindistan cevizi gibi birçok ürünün çoğu bu çekirdekten elde edilir. Çekirdeğin nem içeriği yaklaşık olarak %50'dir. Yağ çıkarma amaçlarıyla nem içeriği genellikle %6-8'e kurutulur. Kurutulmuş çekirdek kuru Hindistan cevizi olarak adlandırılır (Canapi ve ark., 2005; Lima ve Block, 2019).

Hindistan cevizi yağının bir avantajı, oksidasyona ve polimerleşmeye karşı direncidir. Bu da onu pişirme için stabil bir yağ yapar. Örneğin, tek kullanımlık sığ kızartma için uygundur. Ancak düşük duman noktası nedeniyle sürekli derin yağda kızartma için önerilmez. Çünkü aşırı ısınma durumunda potansiyel olarak kanserojen maddelerin üretilmesine yol açabilir (Srivastava ve ark., 2010; Eyres ve ark., 2016).

Hindistan cevizi ağacından (*Cocos nucifera*) elde edilen Hindistan cevizi yağı, dünya genelinde tropikal ve subtropikal bölgelerde gıda ve endüstri amaçları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Batı Afrika'da geleneksel olarak üretilen hindistancevizi yağı, yağları çıkarmak için kuru Hindistan cevizi (kopra) ezilerek ve preslenerek yapılır. Bu işlem büyük değirmenlerde gerçekleştirilir ve yağ serbestçe piyasada bulunur. Palmiye çekirdeği yağı da öncelikle palmiye çekirdek fındıklarının kabuklarını manuel veya mekanik olarak kırarak ayrıştırılarak üretilir. Çekirdekler daha sonra kavrulur ve özlerinden yağ çıkarılmadan önce öğütülür (Boateng ve ark., 2016).

Hindistan cevizlerinin katı ve sıvı bir endospermi vardır. Katı endosperm Hindistan cevizi eti olarak bilinir ve Hindistan cevizi çekirdeğinden elde edilir. Hindistan cevizi yağının çıkarılma işlemi genellikle iki ana türe ayrılabilir; kuru işlem ve ıslak işlem. Kurutulmuş Hindistan cevizi Hindistan cevizi yağı çıkarılmasıyla ilgili herhangi bir yöntem kuru işlem olarak kabul edilirken, taze Hindistan cevizi çekirdeğinin emülsiyonları (Hindistan cevizi sütü olarak bilinir)

kullanılarak Hindistan cevizi yağı çıkarılması işlemi ıslak işlem olarak kabul edilir (Seneviratne ve Jayathilaka, 2016).

Ahşap, bozulabilir bir malzeme olmasına rağmen, bu durum bir avantaj olarak görülebilir. Ahşap, kullanım ömrünün sonunda çevreye atılabilir ve burada moleküler bileşenleri doğal süreçlerle parçalanarak besin döngülerine katılır. Doğal olarak dayanıklı türlerin bulunabilirliği azaldıkça, endüstri yumuşak ağaçlara ve giderek artan bir şekilde yönetilen ormanlardan veya plantasyonlardan elde edilen yumuşak ağaçlara yönelmiştir. Hizmet koşullarında kabul edilebilir bir dayanıklılık sağlamak için, biyolojik saldırıyı önlemek amacıyla koruyucu maddeler kullanmak gerekli hale gelmiştir. Bu tür koruyucular, geniş spektrumlu biyosit aktivitesine dayanma eğilimindedir ve özellikle dış mekân uygulamaları için çok yaygın hale gelmiştir (Hill, 2007).

Üstüzyey gereçlerinde renklerin insanlar üzerinde psikolojik etkisi vardır. Belli renkler yer, ağırlık, hacim, absorbe, sıcaklık, hafiflik hissettirmek ve değişik derecede heyecan yaratmak maksadı ile kullanılır (Hammond ve ark., 1969).

Isıl ahşap iyileştirme süreçleri, uzun zamandır çeşitli ülkelerde geliştirilmiş ve optimize edilmiştir (Rapp ve Sailer, 2001).

Çoğu ağaç türünün doğal dayanıklılığı sınırlıdır. Bu sorunu çözmek amacıyla, nispeten düşük sıcaklıklarda, yaklaşık 150°C'ye kadar termal işlem kullanılarak bir girişimde bulunulmuştur. Son yıllarda Avrupa'da, 260°C'ye kadar daha yüksek sıcaklıklarda ahşabın çevresel olarak kabul edilebilir ısıl işlem yöntemlerini geliştirmek için çalışmalar yapılmıştır. Bu yöntem, ahşaba artırılmış boyutsal stabilite ve doğal dayanıklılık sağlamıştır. Endüstriyel olarak uygulanabilir ısıl işlem teknolojileri geliştirilmiştir. İşlem, inert bir atmosferde (su buharı, karbondioksit, azot) veya endüstriyel bir yağ içerisinde batırılarak aşırı ısıtılmış ahşap ile gerçekleştirilir. Isıl işlem görmüş ahşap, genellikle dış cephe kaplamaları, çitler, dış mekân zemin kaplamaları, pencere ve kapılar için dış mekân inşaatlarında kullanılır (Vukas ve ark., 2010).

Isı, şekerin karamelize olmasını sağlayarak ahşabın rengini etkileyen kahverengi bir renk oluşturur. Hemiselülozların bozunması sıcaklıkla hızlandıkça, işlem sıcaklığı arttıkça renk daha koyu hale gelmektedir (Forsman, 2008).

Bu araştırmada, ısıl işlem görmüş ve görmemiş iroko, ayous, dişbudak, tulip ve sarıçam odunlarında organik Hindistan cevizi yağı uygulaması sonrasında renk parametrelerinde meydana gelen değişimleri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Ahşap Malzeme

İroko (*Milicia excelsa* Welw. C.C. Berg), dişbudak (*Fraxinus excelsior*), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum) ve tulipwood (*Dalbergia decipularis*) ağaç türlerine ait olan odunları 100 mm x 100 mm x 15 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Numuneler üzerinde iklimlendirme uygulamaları yapılmıştır (20±2°C ile %65 bağıl nem) (ISO 554, 1976).

#### 2.1.2. Zımparalar

Çalışmada kullanılan 80, 120 ve 150 kumluk zımparalar satın alınma yolu ile elde edilmiştir.

#### 2.1.3. Organik Hindistan Cevizi Yağı

Çalışmada, organik Hindistan cevizi yağı (100 ml için: yağ 100 g, doymuş yağ 89 g) kullanılmış ve satın alınma yolu ile elde edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Organik Hindistan cevizi yağı

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Isıl İşlem Uygulaması

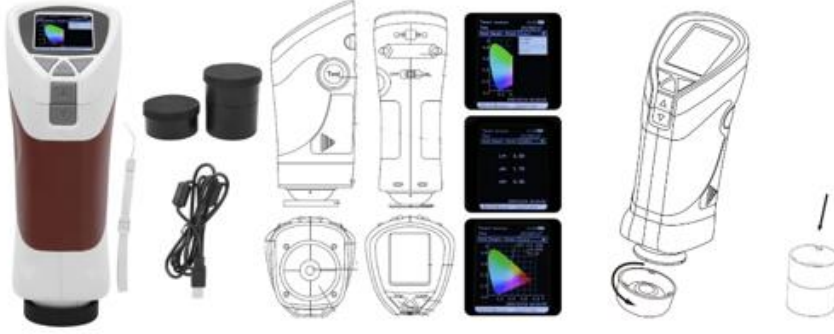
Çalışmada tulip, sarıçam ve dişbudak ahşap türlerine 212°C sıcaklıkta 2 saat süre ve iroko ile ayous ahşap türlerine ise 200°C sıcaklıkta 2 saat süreyle ısıtım işlemi uygulanmıştır.

### 2.2.2. Organik Hindistan Cevizi Yağının Ahşap Malzeme Yüzeylerine Uygulanması

Çalışmada organik Hindistan cevizi yağı ahşap malzeme yüzeylerine tek kat olarak fırça yardımıyla uygulanmıştır. Uygulama öncesinde deney örnekleri 80, 120 ve 150 kumluk zımparalar ile zımparalanmıştır.

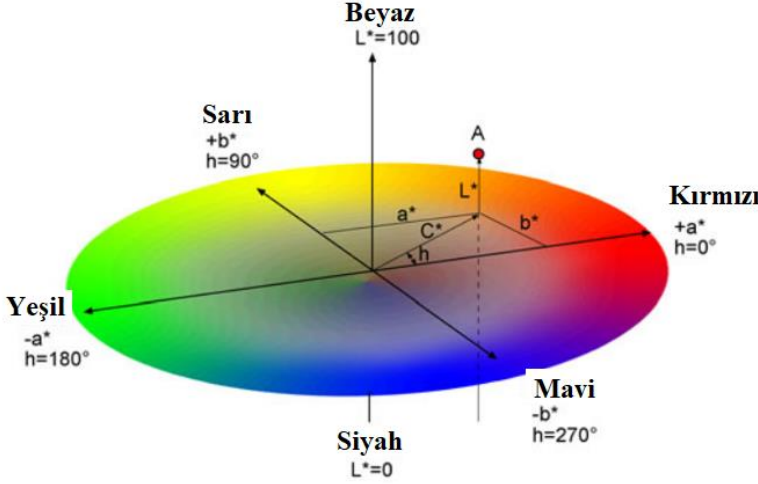
### 2.2.3. Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Renk değişimleri CS-10 model renk ölçüm cihazında (Şekil 2) (ASTM D 2244-3, 2007) ölçülmüştür (ASTM D 2244-3, 2007).



Şekil 2. CS-10 model renk ölçüm cihazı

$\Delta C^*$ : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve  $\Delta H^*$ : ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır (Lange, 1999). Üç boyutlu CIELab\* renk uzayı (Johansson, 2008) Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Üç boyutlu CIELab\* renk uzayı (Johansson, 2008)

Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıklarına ait sonuçları belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^{\circ} = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - C^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - a^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - L^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - b^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

$\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta C^*$  değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999) Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1.  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta C^*$  değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999)

Parametre	Pozitif durumda	Negatif durumda
$\Delta C^*$	Referanstan daha net, daha parlak	Mat, referanstan daha bulanık
$\Delta a^*$	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
$\Delta b^*$	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
$\Delta L^*$	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu

$\Delta E^*$  kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979) Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2.  $\Delta E^*$  değerlendirmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı ( $\Delta E^*$ )	Görsel renk puanı farkı
<0.2	Algılanamaz
0.2 ila 0.5	Çok zayıf
0.5 ila 1.5	Zayıf
1.5 ila 3.0	Belirgin
3.0 ila 6.0	Çok belirgin
6.0 ila 12.0	Güçlü
> 12.0	Çok güçlü

### 2.3. İstatistiksel Analiz

Bir istatistik programı ile varyans analizleri, standart sapma, maksimum ve minimum, homojenlik grupları, ortalama ve yüzde (%) değişim oranları hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Tablo 3’de bütün renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları gösterilmiştir. bütün renk parametrelerinde ağaç türü (A), ısıl işlem (B), yağ işlemi (C) ve faktörlerinin etkileşimleri (AB, AC, BC ve ABC) anlamlı olarak elde edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
<i>L*</i>	Ağaç Türü (A)	3598.788	4	899.697	1837.434	0.000*
	Isıl İşlem (B)	53872.718	1	53872.718	110023.185	0.000*
	Etkileşim (AB)	6771.291	4	1692.823	3457.219	0.000*
	Yağ İşlemi (C)	3500.502	1	3500.502	7149.005	0.000*
	Etkileşim (AC)	689.986	4	172.496	352.286	0.000*
	Etkileşim (BC)	485.847	1	485.847	992.235	0.000*
	Etkileşim (ABC)	129.437	4	32.359	66.087	0.000*
	Hata	88.137	180	0.490		
	Toplam	685903.974	200			
	Düzeltilmiş Toplam	69136.706	199			
<i>a*</i>	Ağaç Türü (A)	1835.021	4	458.755	4724.429	0.000*
	Isıl İşlem (B)	296.656	1	296.656	3055.073	0.000*
	Etkileşim (AB)	592.779	4	148.195	1526.164	0.000*
	Yağ İşlemi (C)	121.057	1	121.057	1246.687	0.000*
	Etkileşim (AC)	414.568	4	103.642	1067.343	0.000*
	Etkileşim (BC)	107.458	1	107.458	1106.640	0.000*
	Etkileşim (ABC)	143.820	4	35.955	370.277	0.000*
	Hata	17.479	180	0.097		
	Toplam	16600.664	200			
	Düzeltilmiş Toplam	3528.836	199			
<i>b*</i>	Ağaç Türü (A)	4608.759	4	1152.190	2576.879	0.000*
	Isıl İşlem (B)	3161.874	1	3161.874	7071.549	0.000*
	Etkileşim (AB)	2037.576	4	509.394	1139.262	0.000*
	Yağ İşlemi (C)	2.429	1	2.429	5.432	0.021*
	Etkileşim (AC)	253.693	4	63.423	141.846	0.000*
	Etkileşim (BC)	2214.052	1	2214.052	4951.739	0.000*
	Etkileşim (ABC)	365.701	4	91.425	204.473	0.000*
	Hata	80.483	180	0.447		
	Toplam	98859.477	200			
	Düzeltilmiş Toplam	12724.566	199			
<i>C*</i>	Ağaç Türü (A)	6305.579	4	1576.395	3497.258	0.000*
	Isıl İşlem (B)	2015.681	1	2015.681	4471.821	0.000*
	Etkileşim (AB)	2536.045	4	634.011	1406.565	0.000*
	Yağ İşlemi (C)	20.679	1	20.679	45.876	0.000*
	Etkileşim (AC)	383.763	4	95.941	212.846	0.000*
	Etkileşim (BC)	2062.040	1	2062.040	4574.670	0.000*
	Etkileşim (ABC)	348.921	4	87.230	193.522	0.000*
	Hata	81.135	180	0.451		
	Toplam	115483.659	200			
	Düzeltilmiş Toplam	13753.842	199			
<i>h°</i>	Ağaç Türü (A)	2753.700	4	688.425	822.690	0.000*
	Isıl İşlem (B)	8854.212	1	8854.212	10581.063	0.000*
	Etkileşim (AB)	3319.703	4	829.926	991.788	0.000*
	Yağ İşlemi (C)	781.745	1	781.745	934.210	0.000*



	<b>Etkileşim (AC)</b>	3319.236	4	829.809	991.648	0.000*
	<b>Etkileşim (BC)</b>	145.062	1	145.062	173.353	0.000*
	<b>Etkileşim (ABC)</b>	2033.923	4	508.481	607.651	0.000*
	<b>Hata</b>	150.624	180	0.837		
	<b>Toplam</b>	955553.708	200			
	<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	21358.205	199			
<b>*: Anlamlı</b>						

$L^*$  parametresine ait ölçüm sonuçları Tablo 4’de verilmiştir. Bütün ağaçlarda, ısıt işlem görmüş ve görmemiş deney örnekleri yüzeylerine yağ uygulamaları sonrasında  $L^*$  değerlerinde azalışlar elde edilmiştir [ısıt işlemsiz ve işlemliler örnekler üzerine yağ uygulanmış ayous odununda (sırasıyla %9.77 ve %28.94), ısıt işlemsiz ve işlemliler örnekler üzerine yağ uygulanmış sarıçam odununda (sırasıyla %5.13 ve %8.91), ısıt işlemsiz ve işlemliler örnekler üzerine yağ uygulanmış tulip odununda (sırasıyla %2.89 ve %25.14), ısıt işlemsiz ve işlemliler örnekler üzerine yağ uygulanmış dişbudak odununda (sırasıyla %4.08 ve %28.98) ve ısıt işlemsiz ve işlemliler örnekler üzerine yağ uygulanmış iroko odununda (sırasıyla %14.82 ve %34.73)] (Tablo 4).

Tablo 4.  $L^*$  parametresine ait ölçüm sonuçları

Ağaç Türü	Isıl İşlem	Yağ İşlemi	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim (%)	HG	SS	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
Ayous	Kontrol	Yok	10	76.73	↓9.77	C	0.64	76.06	77.98	0.83
		Var	10	69.23		G	1.07	67.25	70.35	1.54
	Isıl İşlemliler	Yok	10	57.70	↓28.94	I	0.54	56.88	58.83	0.93
		Var	10	41.00		M	0.49	40.46	41.83	1.19
Sarıçam	Kontrol	Yok	10	77.83	↓5.13	B	0.55	76.76	78.64	0.71
		Var	10	73.84		F	1.92	72.09	77.27	2.59
	Isıl İşlemliler	Yok	10	45.56	↓8.91	L	0.22	45.20	45.88	0.49
		Var	10	41.50		M	0.21	41.19	41.92	0.51
Tulip	Kontrol	Yok	10	76.70	↓2.89	C	0.91	74.47	77.61	1.19
		Var	10	74.48		E	0.62	73.91	75.57	0.83
	Isıl İşlemliler	Yok	10	34.29	↓25.14	O	0.21	33.96	34.69	0.61
		Var	10	25.67		R**	0.20	25.35	25.85	0.79
Dişbudak	Kontrol	Yok	10	78.64	↓4.08	A*	0.26	78.21	79.00	0.33
		Var	10	75.43		D	0.23	74.96	75.76	0.30
	Isıl İşlemliler	Yok	10	36.47	↓28.98	N	0.61	35.74	37.70	1.66
		Var	10	25.90		R	0.26	25.44	26.38	1.01
İroko	Kontrol	Yok	10	62.95	↓14.82	H	0.65	61.57	63.56	1.04
		Var	10	53.62		J	0.97	51.50	54.41	1.81
	Isıl İşlemliler	Yok	10	50.30	↓34.73	K	0.54	49.36	50.91	1.07
		Var	10	32.83		P	0.36	32.30	33.42	1.11
<b>*: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu</b>										

$a^*$  parametresine ait ölçüm sonuçları Tablo 5’de sunulmuştur. Isıl işlemsiz ve işlemlili örnekler üzerine yağ uygulanmış ayous odununda (%84.31 ve %50.05), ısıl işlemsiz ve işlemlili örnekler üzerine yağ uygulanmış sarıçam odununda (%33.26 ve %28.49) ve ısıl işlemsiz ve işlemlili örnekler üzerine yağ uygulanmış iroko odununda (%86.03 ve %12.80) artışlar bulunmuştur (Tablo 5).

$a^*$  değerlerinde tulip ve dişbudak odunlarında ısıl işlemsiz örneklerde yağ uygulamaları ile artışlar (sırasıyla %26.82 ve %25.88) görülürken, bu ağaç türlerinde ısıl işlemlili örnekler üzerinde yağ uygulamaları ile azalışlar tespit edilmiştir (sırasıyla %56.55 ve %93.81) (Tablo 5).

Tablo 5.  $a^*$  parametresine ait ölçüm sonuçları

Ağaç Türü	Isıl İşlem	Yağ İşlemi	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim (%)	HG	SS	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
Ayous	Kontrol	Yok	10	5.48	↑84.31	M	0.20	5.19	5.78	3.71
		Var	10	10.10		G	0.71	9.22	11.32	7.06
	Isıl İşlemlili	Yok	10	10.95	↑50.05	E	0.22	10.67	11.35	2.03
		Var	10	16.43		A*	0.29	15.99	16.88	1.79
Sarıçam	Kontrol	Yok	10	4.69	↑33.26	N	0.28	4.50	5.32	6.00
		Var	10	6.25		K	0.30	5.71	6.62	4.74
	Isıl İşlemlili	Yok	10	10.39	↑28.49	F	0.38	9.76	10.99	3.63
		Var	10	13.35		C	0.14	13.09	13.55	1.05
Tulip	Kontrol	Yok	10	3.58	↑26.82	O	0.17	3.37	3.94	4.88
		Var	10	4.54		N	0.37	3.78	5.07	8.22
	Isıl İşlemlili	Yok	10	7.18	↓56.55	I	0.32	6.71	7.68	4.43
		Var	10	3.12		P	0.36	2.58	3.50	11.54
Dişbudak	Kontrol	Yok	10	5.37	↑25.88	M	0.15	5.07	5.51	2.85
		Var	10	6.76		J	0.11	6.60	6.91	1.57
	Isıl İşlemlili	Yok	10	5.82	↓93.81	L	0.39	5.25	6.43	6.66
		Var	10	0.36		R**	0.14	0.21	0.56	38.45
İroko	Kontrol	Yok	10	7.66	↑86.03	H	0.35	7.28	8.31	4.54
		Var	10	14.25		B	0.26	13.91	14.75	1.85
	Isıl İşlemlili	Yok	10	11.95	↑12.80	D	0.26	11.66	12.47	2.17
		Var	10	13.48		C	0.26	13.13	13.92	1.93

\*: En yüksek sonuç, \*\*: En düşük sonuç, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu

$b^*$  parametresine ait ölçüm sonuçları Tablo 6’da sunulmuştur.  $b^*$  değerlerinde ısıl işlem görmemiş örnek üzerine yağ uygulanmış ayous odununda (%52.98), sarıçam odununda (%21.11), tulip odununda (%24.44), dişbudak odununda (%24.73) ve iroko odununda (%26.30) artışlar görülmüştür (Tablo 6).

$b^*$  değerlerinde ısıl işlem görmüş örnek üzerine yağ uygulamasına sahip ayous odununda (%21.32), tulip odununda (%67.20), dişbudak odununda (%67.00) ve iroko odununda (%49.27) azalışlar elde edilirken, ısıl işlem görmüş

örnek üzerine yağ uygulanmış sarıçam odununda (%1.77) artış belirlenmiştir (Tablo 6).

$C^*$  parametresine ait ölçüm sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.  $C^*$  parametresinde ısı işlem görmemiş ve görmüş örnekler üzerine yağ uygulanmış sarıçam odununda (sırasıyla %21.59 ve %6.70), ısı işlemsiz örnek üzerine yağ uygulanmış ayous odununda (%55.16), ısı işlemsiz örnek üzerine yağ uygulanmış tulip odununda (%24.51), ısı işlemsiz örnek üzerine yağ uygulanmış dişbudak odununda (%24.79) ve ısı işlemsiz örnek üzerine yağ uygulanmış iroko odununda (%31.80) artışlar görülmüştür (Tablo 7).

Tablo 6.  $b^*$  parametresine ait ölçüm sonuçları

Ağaç Türü	Isıl İşlem	Yağ İşlemi	Ölçüm Sayısı	Orta-lama	Değişim (%)	HG	SS	Mini-mum	Maksi-mum	Varyasyon Katsayısı
Ayous	Kontrol	Yok	10	20.99	↑52.98	I	0.32	20.51	21.51	1.53
		Var	10	32.11		B	1.04	31.29	34.49	3.24
	Isıl İşlemlili	Yok	10	28.09	↓21.32	C	0.38	27.44	28.60	1.35
		Var	10	22.10		H	1.07	20.95	23.97	4.86
Sarıçam	Kontrol	Yok	10	20.51	↑21.11	I	0.60	19.87	21.82	2.92
		Var	10	24.84		F	1.48	22.28	26.28	5.96
	Isıl İşlemlili	Yok	10	23.15	↑1.77	G	0.55	22.32	23.82	2.37
		Var	10	23.56		G	0.48	22.89	24.20	2.05
Tulip	Kontrol	Yok	10	20.62	↑24.44	I	0.52	20.06	21.57	2.51
		Var	10	25.66		E	0.74	24.01	26.27	2.88
	Isıl İşlemlili	Yok	10	11.86	↓67.20	L	0.29	11.59	12.40	2.43
		Var	10	3.89		M**	0.37	3.23	4.12	9.61
Dişbudak	Kontrol	Yok	10	18.72	↑24.73	J	0.19	18.50	19.11	1.01
		Var	10	23.35		G	0.27	22.88	23.79	1.16
	Isıl İşlemlili	Yok	10	11.91	↓67.00	L	1.00	10.42	13.05	8.38
		Var	10	3.93		M	0.33	3.59	4.44	8.49
İroko	Kontrol	Yok	10	26.73	↑26.30	D	0.35	26.14	27.16	1.29
		Var	10	33.76		A*	0.68	32.19	34.21	2.02
	Isıl İşlemlili	Yok	10	26.06	↓49.27	E	0.32	25.72	26.73	1.22
		Var	10	13.22		K	0.66	12.30	14.24	4.97
*: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu										

$C^*$  değerlerinde ısı işlemli örnek üzerine yağ uygulanmış ayous odununda (%8.66), ısı işlemli örnek üzerine yağ uygulanmış tulip odununda (%64.02), ısı işlemli örnek üzerine yağ uygulanmış dişbudak odununda (%70.26) ve ısı işlemli örnek üzerine yağ uygulanmış iroko odununda (%34.11) azalışlar elde edilmiştir (Tablo 7).

$h^0$  parametresine ait ölçüm sonuçları Tablo 8’de gösterilmiştir.  $h^0$  değerlerinde ısı işlem görmemiş ve görmüş örnekler üzerine yağ uygulamaları yapılmış ayous

odununda (sırasıyla %3.72 ve %22.36), ısıt işlem görmemiş ve görmüş örnekler üzerine yağ uygulamaları yapılmış sarıçam odununda (sırasıyla %1.61 ve %8.15), ısıt işlem görmemiş ve görmüş örnekler üzerine yağ uygulamaları yapılmış tulip odununda (sırasıyla %0.21 ve %12.84), ısıt işlem görmemiş ve görmüş örnekler üzerine yağ uygulamaları yapılmış iroko odununda (sırasıyla %9.32 ve %32.07) ve ısıt işlem görmemiş örnekler üzerine yağ uygulamaları yapılmış dişbudak odununda (%0.20) azalışlar görülmüştür (Tablo 8).

$h^o$  değerlerinde ısıt işlem görmüş örnekler üzerine yağ uygulaması yapılmış dişbudak odununda (%32.75) artış belirlenmiştir (Tablo 8).

Tablo 7.  $C^*$  parametresine ait ölçüm sonuçları

Ağaç Türü	Isıl İşlem	Yağ İşlemi	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim (%)	HG	SS	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
Ayous	Kontrol	Yok	10	21.70	↑55.16	J	0.35	21.16	22.28	1.61
		Var	10	33.67		A*	1.19	32.70	36.30	3.52
	Isıl İşlemli	Yok	10	30.15	↓8.66	C	0.36	29.61	30.63	1.21
		Var	10	27.54		EF	1.01	26.35	29.15	3.66
Sarıçam	Kontrol	Yok	10	21.07	↑21.59	K	0.61	20.52	22.41	2.89
		Var	10	25.62		GH	1.50	23.00	27.10	5.86
	Isıl İşlemli	Yok	10	25.38	↑6.70	H	0.44	24.78	25.88	1.74
		Var	10	27.08		F	0.46	26.37	27.65	1.71
Tulip	Kontrol	Yok	10	20.93	↑24.51	K	0.53	20.37	21.93	2.52
		Var	10	26.06		G	0.79	24.31	26.71	3.02
	Isıl İşlemli	Yok	10	13.87	↓64.02	M	0.37	13.39	14.48	2.64
		Var	10	4.99		O	0.51	4.14	5.41	10.13
Dişbudak	Kontrol	Yok	10	19.48	↑24.79	L	0.21	19.23	19.85	1.06
		Var	10	24.31		I	0.27	23.84	24.73	1.13
	Isıl İşlemli	Yok	10	13.28	↓70.26	N	0.98	11.91	14.34	7.37
		Var	10	3.95		P**	0.34	3.60	4.48	8.58
İroko	Kontrol	Yok	10	27.80	↑31.80	F	0.35	27.17	28.26	1.26
		Var	10	36.64		A*	0.55	35.41	37.06	1.49
	Isıl İşlemli	Yok	10	28.67	↓34.11	D	0.28	28.30	29.24	0.99
		Var	10	18.89		L	0.57	18.22	19.92	3.02

\*: En yüksek sonuç, \*\*: En düşük sonuç, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu

Tablo 8.  $h^\circ$  parametresine ait ölçüm sonuçları

Ağaç Türü	Isıl İşlem	Yağ İşlemi	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim (%)	HG	SS	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
Ayous	Kontrol	Yok	10	75.36	↓3.72	D	0.40	74.67	75.93	0.53
		Var	10	72.56		F	0.74	71.35	73.68	1.01
	Isıl İşlemliler	Yok	10	68.70	↓22.36	G	0.47	67.96	69.37	0.68
		Var	10	53.34		M	0.98	52.12	55.29	1.84
Sarıçam	Kontrol	Yok	10	77.11	↓1.61	C	0.47	75.89	77.66	0.61
		Var	10	75.87		D	0.33	75.43	76.52	0.44
	Isıl İşlemliler	Yok	10	65.81	↓8.13	I	1.13	63.81	67.01	1.71
		Var	10	60.46		K	0.42	59.92	61.20	0.70
Tulip	Kontrol	Yok	10	80.14	↓0.21	B	0.40	79.55	80.77	0.50
		Var	10	79.97		B	0.56	78.97	81.00	0.70
	Isıl İşlemliler	Yok	10	58.82	↓12.84	L	0.94	57.27	60.05	1.59
		Var	10	51.27		N	1.38	49.64	53.36	2.68
Dişbudak	Kontrol	Yok	10	74.00	↓0.20	E	0.38	73.54	74.75	0.52
		Var	10	73.85		E	0.23	73.58	74.17	0.31
	Isıl İşlemliler	Yok	10	63.91	↑32.75	J	1.87	61.11	67.12	2.92
		Var	10	84.84		A*	1.75	82.09	87.02	2.06
İroko	Kontrol	Yok	10	74.01	↓9.32	E	0.71	72.60	74.92	0.96
		Var	10	67.11		H	0.77	65.37	67.85	1.14
	Isıl İşlemliler	Yok	10	65.36	↓32.07	I	0.59	64.31	66.09	0.90
		Var	10	44.40		O**	1.28	42.34	45.64	2.88

\*: En yüksek sonuç, \*\*: En düşük sonuç, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu

Tablo 9’da toplam renk farklılıklarına ait sonuçları gösterilmektedir.  $\Delta E^*$  değerleri ısıl işlemsiz ve işlemliler örnekler üzerinde yağ uygulanmış ayous odununda sırasıyla 14.19 ve 18.57, ısıl işlemsiz ve işlemliler örnekler üzerinde yağ uygulanmış sarıçam odununda sırasıyla 6.09 ve 5.04, ısıl işlemsiz ve işlemliler örnekler üzerinde yağ uygulanmış tulip odununda sırasıyla 5.60 ve 12.43, ısıl işlemsiz ve işlemliler örnekler üzerinde yağ uygulanmış dişbudak odununda sırasıyla 5.81 ve 14.33 ve ısıl işlemsiz ve işlemliler örnekler üzerinde yağ uygulanmış iroko odununda sırasıyla 13.41 ve 21.73 olarak hesaplanmıştır (Tablo 9).

Renk değiştirme kriteri (DIN 5033, 1979) açısından sonuçlar incelendiğinde, ısıl işlem görmüş ve görmemiş örnekler üzerinde yağ uygulanmış ayous ve iroko odunlarında “çok güçlü (>12.00)” kriterinin elde edildikleri görülmektedir (Tablo 9).

Isıl işlemsiz örnekler üzerinde yağ uygulanmış tulip ve dişbudak odunlarında ise “çok belirgin (3.00 ila 6.00)” kriteri elde edilirken, aynı ağaç türlerinde ısıl işlem görmüş örnekler üzerinde yağ uygulandıktan sonra “çok güçlü (> 12.00)” kriteri olarak elde edildikleri görülmüştür (Tablo 9).

Buna ek olarak, ısıl işlemsiz örnekler üzerinde yağ uygulanmış sarıçam odununda “güçlü (6.00 ila 12.00)” kriteri belirlenirken, aynı ağaç türünde ısıl işlem gördükten sonra yağ uygulanmış örnekler üzerinde ise “çok belirgin (3.00 ila 6.00)” kriteri elde edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Ağaç Türü	Isıl İşlem	Yağ İşlemi	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*$	Renk değiştirme kriteri (DIN 5033, 1979)
Ayous	Yok	Var	-7.50	4.61	11.13	11.97	1.33	14.19	Çok güçlü (> 12.0)
	Var	Var	-16.71	5.48	-5.99	-2.61	7.69	18.57	Çok güçlü (> 12.0)
Sarıçam	Yok	Var	-3.99	1.55	4.34	4.55	0.74	6.09	Güçlü (6.0 ila 12.0)
	Var	Var	-4.06	2.96	0.41	1.71	2.45	5.04	Çok belirgin (3.0 ila 6.0)
Tulip	Yok	Var	-2.22	0.96	5.05	5.14	0.14	5.60	Çok belirgin (3.0 ila 6.0)
	Var	Var	-8.62	-4.06	-7.97	-8.88	1.13	12.43	Çok güçlü (> 12.0)
Dişbudak	Yok	Var	-3.22	1.39	4.63	4.83	0.12	5.81	Çok belirgin (3.0 ila 6.0)
	Var	Var	-10.57	-5.46	-7.98	-9.33	2.55	14.33	Çok güçlü (> 12.0)
İroko	Yok	Var	-9.33	6.59	7.03	8.84	3.84	13.41	Çok güçlü (> 12.0)
	Var	Var	-17.47	1.53	-12.84	-9.78	8.46	21.73	Çok güçlü (> 12.0)

Tablo 10’da yağ uygulaması sonrasında meydana gelen renk parametrelerindeki değişimlerin özeti gösterilmektedir. Isıl işlemsiz örnekler üzerine yağ uygulandıktan sonra bütün ağaç türlerinde  $L^*$  ve  $h^o$  değerlerinde azalışlar elde edilirken,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $C^*$  değerlerinde ise artışlar görülmüştür. Sarıçam, tulip, iroko ve ayous ısıl işlemlili örnekler üzerine yağ uygulandıktan sonra  $L^*$  ve  $h^o$  değerlerinde azalışlar belirlenmiştir. Ayous, iroko ve tulip ısıl işlemlili örnekler üzerine yağ uygulandıktan sonrada  $b^*$  ve  $C^*$  değerlerinde de azalışlar elde edilmiştir. Buna ek olarak, ısıl işlemlili dişbudak odununa yağ uygulandıktan sonra  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $C^*$  değerlerinde azalışlar tespit edilmiştir. Isıl işlem gördükten sonra yağ uygulanmış ayous, iroko ve sarıçam odunlarında  $a^*$  değerlerinde artışlar görülürken, ısıl işlem görmüş ve yağ uygulanmış tulip odununda azalış bulunmuştur (Tablo 10).

Tablo 10. Yağ uygulaması sonrasında meydana gelen renk parametrelerindeki değişimlerin özeti

Ağaç Türü	Isıl İşlem	Yağ İşlemi	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^0$
Ayous	Yok	Var	↓	↑	↑	↑	↓
	Var	Var	↓	↑	↓	↓	↓
Sarıçam	Yok	Var	↓	↑	↑	↑	↓
	Var	Var	↓	↑	↑	↑	↓
Tulip	Yok	Var	↓	↑	↑	↑	↓
	Var	Var	↓	↓	↓	↓	↓
Dişbudak	Yok	Var	↓	↑	↑	↑	↓
	Var	Var	↓	↓	↓	↓	↑
İroko	Yok	Var	↓	↑	↑	↑	↓
	Var	Var	↓	↑	↓	↓	↓

#### 4. Sonuç ve Öneriler

- Çalışmada kullanılan organik Hindistan cevizi yağının, ısıl işlem görmemiş ve görmüş deney örneklerine ait ahşaplarda farklı sonuçların elde edilmesine neden olmuştur.

- Elde edilen yağla kaplanmış malzemeler üzerinde doğal veya yapay yaşlandırma uygulamalarının yapılması önerilmektedir.

## **Kaynaklar**

- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Boateng, L., Ansong, R., Owusu, W., and Steiner-Asiedu, M., (2016). Coconut oil and palm oil's role in nutrition, health and national development: A review, *Ghana Medical Journal*, 50(3): 189-196. DOI: 10.4314/gmj.v50i3.11.
- Canapi, E.C., Agustin, Y.T., Moro, E.A., Pedrosa, Jr, E., and Bendaño, M.L.J., (2005). Coconut oil, *Bailey's industrial oil and fat products*, 6 ed. Wiley-Interscience, Hoboken, NJ, 2, pp. 123-147. DOI: 10.1002/047167849X.bio054.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Eyres, L., Eyres, M.F., Chisholm, A., and Brown, R.C., (2016). Coconut oil consumption and cardiovascular risk factors in humans. *Nutrition reviews*, 74(4): 267-280. DOI: 10.1093/nutrit/nuw002.
- Forsman, S., (2008). Heat treated wood: the concept house development, Luleå University of Technology, MSc Programmes in Engineering, Wood Engineering, Department of Skellefteå Campus, Division of Wood Physics, Master Thesis.
- Hammond, J.J., Donnelly, E.T., Harrod, W.F., Rayner, N.A., ve Özden, F., (1969). Ağaç işleri teknolojisi, *Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları*, Editör: İrfan Zorlu, Ajans Türk Matbaacılık Sanayi, 554 sayfa.
- Heyd, J., (2014). Coconut oil, nature's wonder cure: How coconut oil revitalizes the body, ISBN: 9781631877216.
- Hill, C.A., (2007). Wood modification: chemical, thermal and other processes. John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 0-470-02172-1.
- ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Johansson, D., (2008). Heat treatment of solid wood: Effects on absorption, strength and colour, Luleå University of Technology, LTU Skellefteå, Division of Wood Physics. Doctoral dissertation.
- Lange, D.R., (1999). *Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e*. DR Lange: New York, NY, USA.
- Lima, R.D.S., and Block, J.M., (2019). Coconut oil: what do we really know about it so far?. *Food Quality and Safety*, 3(2): 61-72. DOI: 10.1093/fqsafe/fyz004.



- Rapp, A.O., and Sailer, M., (2001). Oil-heat-treatment of wood-process and properties. *Drvna industrija*, 52(2): 63-70.
- Seneviratne, K.N., and Jayathilaka, N., (2016). *Coconut Oil*. Lakva Publishers, Page. 130, ISBN: 978-955-1605-36-0.
- Srivastava, S., Singh, M., George, J., Bhui, K., Saxena, A.M., and Shukla, Y., (2010). Genotoxic and carcinogenic risks associated with the dietary consumption of repeatedly heated coconut oil, *British Journal of Nutrition*, 104(9): 1343-1352. DOI: 10.1017/S0007114510002229.
- Vukas, N., Horman, I., and Hajdarević, S., (2010). Heat treated wood, 14th International Research/Expert Conference, Trends in the Development of Machinery and Associated Technology, TMT 2010, Mediterranean Cruise, 11-18 September 2010 (pp. 121-124).

## Chapter 7

### Updating the Role of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics for European Seabass Growth, Immunity, and Disease Resistance

**Yavuz MAZLUM<sup>1</sup>**

**Metin YAZICI<sup>2</sup>**

**Mehmet NAZ<sup>3</sup>**

---

<sup>1</sup> Prof. Dr.; İskenderun Technical University, Faculty of Marine Science and Technology, İskenderun, Hatay, Türkiye,  
[yavuz.mazlum@iste.edu.tr](mailto:yavuz.mazlum@iste.edu.tr) ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-9547-0966>

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi; İskenderun Technical University, Faculty of Marine Science and Technology, İskenderun, Hatay, Türkiye,  
[metin.yazici@iste.edu.tr](mailto:metin.yazici@iste.edu.tr); ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-7011-886X>

<sup>3</sup> Associate Prof. Dr.; İskenderun Technical University, Faculty of Marine Science and Technology, İskenderun-Hatay, Türkiye,  
[mehmet.naz@iste.edu.tr](mailto:mehmet.naz@iste.edu.tr); ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-5129-8498>

## INTRODUCTION

The rapid increase in the world's population has made more efficient utilization of limited food resources. The aquaculture industry has attracted significant attention worldwide in parallel with population growth and has greatly contributed to the increase in global production of animal protein (Van Doan et al., 2023; Marimuthu et al., 2022; FAO, 2022). In 2023, out of the global production of 179 million tons, 49% amounting to a total of 88 million tons was obtained from aquaculture. Of this production, 33 million tons came from marine sources, and 54 million tons from inland waters. China emerged as the largest producer of aquatic products worldwide in 2022, with a production of 49.6 million tons, constituting 57% of the total production despite climatic changes (FAO, 2022). In recent years, the stagnation in production obtained through fishing has played a more effective role in aquaculture, especially in terms of raw material availability and food security (Hua et al., 2019). However, the sustainability of aquaculture poses various social, economic, and environmental challenges. Consequently, in developed countries where aquaculture has been modernized in recent years, the restoration of degraded habitats, reassessment of stocks, addressing new species, environmental pollution control, and improvements in product quality through newly designed practices have increasingly emphasized environmentally friendly and sustainable solutions in aquaculture (Edwards et al., 2019). Additionally, strategies such as the European Union's "Blue Growth" and "From Farm to Table" aim to steer the sector towards a more sustainable direction in aquaculture and technological innovations through environmentally friendly and One Health approaches. The aquaculture approach, based on high yields per unit area have led to stress, making aquatic animals susceptible to diseases, resulting in mortalities and significant economic losses (Mugwanya et al., 2022; Wang et al., 2016). Moreover, in an aquaculture-intensive industry, animal welfare, health, and disease control are vital components of aquaculture (Gonzalez et al., 2023). The prevention of diseases has led producers to heavily resort to the use of antimicrobial substances (Okeke et al., 2022). The excessive and indiscriminate use of antibiotics in aquatic organisms may lead to the emergence of antibiotic-resistant genes in pathogenic bacteria (Awad and Awaad, 2017; Hoseinifar et al., 2019). Therefore, the addition of alternative natural and sustainable feed additives to the diets of fish and other aquatic organisms, such as antibiotics that enhance growth performance, improve fish health, and stimulate the natural immune system while protecting the environment, is crucial (Dawood, 2021;

Beltrán and Esteban, 2022; Dawood et al., 2022; De Jesus Raposo et al., 2015).

The European seabass (*Dicentrarchus labrax*) is one of the economically important marine fish species in temperate regions, distributed along the Atlantic coast from the Mediterranean, Black Sea, and Norway to Morocco. The European seabass, which has a wide range of temperature (2-32°C) and salinity (2-40 ppt) tolerance, inhabits coastal shallow waters above 100 m depth (Altan and Korkut, 2011; Kousoulakis et al., 2015; Vandeputte et al., 2019). The total economic value of the aquaculture sector was 406 billion US dollars in 2020 (Friedman et al., 2022). The production amount obtained from aquaculture in our country is 514,805 tons, with shares of sea bream, seabass, and trout being 28.03% (144,347 tons), 30.41% (156,602 tons), and 29.61% (152,469 tons), respectively. Additionally, the production quantity of other species accounts for 11.95% of total production (Turkstat, 2023).

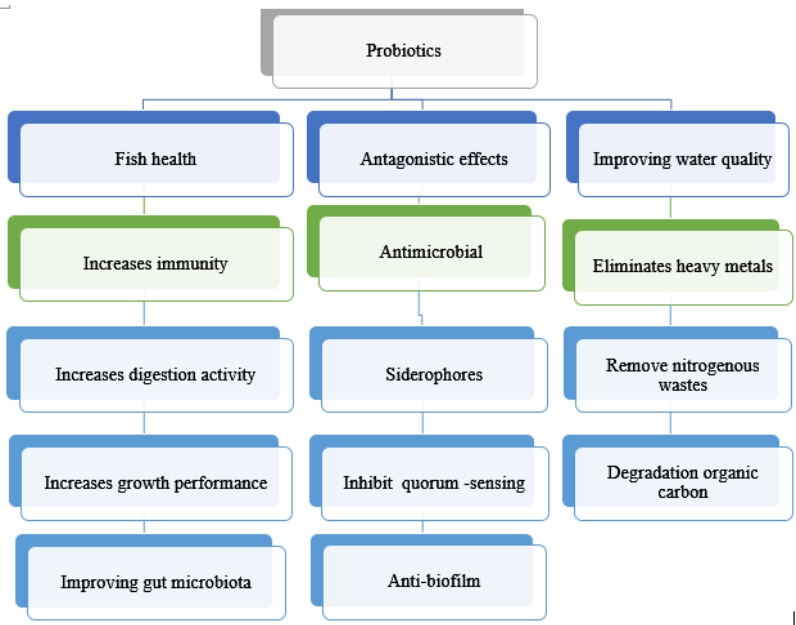
The European commission defines feed additives as components or combinations of components added to a diet or feed to meet specific needs. These additives are generally used in low amounts to improve the performance of aquatic organisms, feed utilization, increase immunity, enhance resistance to diseases, and improve water quality, thereby reducing environmental impacts. Feed additives also serve as preservatives, binders, feed attractants, and food colorants (Yadav et al., 2021). Furthermore, feed additives can enhance the acceptability and digestibility of unconventional feed ingredients used as alternatives to fishmeal, ultimately increasing the growth rates and production efficiency of fish and other aquatic organisms (Dawood et al., 2018; Kuebutornye et al., 2024). Functional feed additives, known as organic and environmentally friendly, can be obtained from various sources and widely used functional feed additives in aquaculture, are generally probiotics, prebiotics, symbiotics, organic acids, enzymes, hormones, medicinal, and aromatic plants (Yazici et al., 2020; Yazıcı et al., 2022).

## **PROBIOTICS**

Fish, like other animals, may be subjected to various stress factors in the aquaculture environments. These factors include environmental changes (abiotic factors), aquaculture conditions (handling, transportation), and diseases. In such cases, there is an increased need for feed additives to enhance the immune system of fish and ensure healthy growth (Dawood et al., 2019; Monzón-Atienza et al., 2023). Probiotics, derived from the Greek terms "pro" and "bios," are living microorganisms such as microalgae,

yeasts, and bacteria that, when applied in sufficient quantities, can improve microbial balance and provide health benefits to the host (Aydın, 2023; Encarnação, 2016).

In the context of aquaculture, the importance of probiotics lies in the various benefits they provide to the host organism, such as strengthening the immune system, supporting growth, and inhibiting pathogenic microorganisms, thus enhancing production efficiency (Torres- Rodríguez et al., 2007; Khattab et al., 2005; Carnevali et al., 2006; Ravi et al., 2007; Subharanjani et al., 2015). The effects of probiotic use in aquaculture are summarized in the figure below (Figure 1).



**Figure 1.** Effects of probiotics used in aquaculture

Probiotics are generally applied in aquaculture either alone or in combination with other products or vectors through water or feed additives (Ringø et al., 2014; Wang et al., 2018). However, whether these microorganisms really have 'probiotic' properties should be evaluated with criteria such as whether they are applied in sufficient amounts, whether they are alive and/or have components that benefit the host. The effectiveness of probiotics depends not only on the applied quantity of live microbial cells but also on factors such as temperature, pressure, the strains used, and production technology (Fiore et al., 2020; Kumari et al., 2023). Therefore,

accurately determining the number of live microorganisms stated on the label of products containing probiotics is crucial (Ghaly et al., 2023; Fiore et al., 2020). Particularly when probiotics are added to fish feed, effects such as exposure to excessive temperature and pressure during feed production may lead to cell deaths during production stages. One of the most commonly used probiotics in aquaculture is *Bacillus spp.* *Bacillus spp.* is preferred due to its ability to survive in the stomach canal by forming endospores when exposed to stomach acid (Liu et al., 2014). Among the various mechanisms used by probiotics in different microorganisms in European seabass, the most common ones are modulation of immune parameters, competitive exclusion of attachment sites, production of inhibitory substances, and nutrient competition (digestive and enzymatic addition). *Bacillus spp.* has also become one of the most commonly used probiotic bacteria in European sea bass in recent years. In addition to *Bacillus spp.*, the use of probiotics such as *Pediococcus spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Vibrio spp.*, *Shewanella spp.*, and *Vagococcus spp.* has been investigated in sea bass due to their probiotic properties (Mukherjee et al., 2016; Tran et al., 2022; Niamah, 2019; Lelia and Suharoschi, 2022). The use of probiotics in European seabass promotes sustainable production to meet global food demand. The application of probiotics in fish industries is generally through water or feed additives either alone or in combination with other products or vectors (Van Hai and Fotedar, 2009). The effects of probiotic use in European seabass aquaculture, which is one of the important commercial fish species today, have become significant areas of research. In this current study, the latest data from the past 5 years on the effects of probiotics on growth, immunity, and disease resistance in seabass are presented (Table 1).

In order to better understand the interactions between microorganisms and hosts in aquaculture, further research is needed regarding the probiotics used in aquaculture. In recent years, there has been an increase in the use of postbiotics and paraprobiotics containing bioactive compounds with similar effects to probiotics in aquaculture. These compounds are seen as alternatives to antibiotic and chemical usage and can offer advantages such as improving water quality, increasing growth rates, and enhancing resistance to diseases (Valloje-Córdoba et al., 2020).

**Table 1.** Effects of probiotic use on growth, immunity, and disease resistance in seabass over the past 5 years

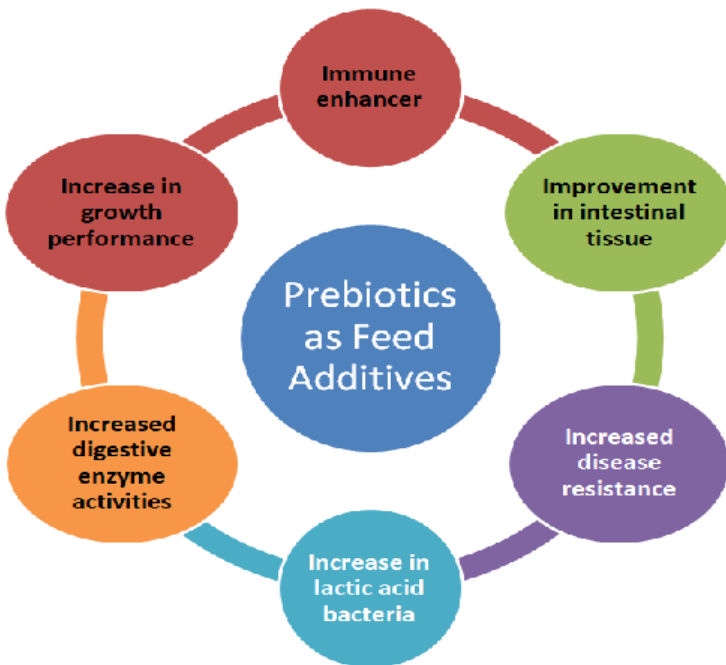
Probiotic	Fish sizes	Dosages	Exp. Dur.	Growth Parameters	Immune Parameters	Disease Resistance	Optimal Doses	Reference
Extracellular polysaccharides (EPSs) from <i>L. plantarum</i>	12.5g	100 mg / Kg 100 mg / Kg	ND	ND	↑	↑	ND	Mahdhi et al., 2020
Extracellular polysaccharides (EPSs) from <i>Bacillus</i>		$10^6$ CFU/mL (water) $10^6$ CFU/mL (Artemia) $10^8$ CFU/g (feed)	75 days	→	ND	↑*	ND	Öztürk and Esendal, 2020
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	50-125 dph							
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	20.50g	1-2g/kg	90 days	↑	↑	ND	1-2 g/kg (15×10 <sup>9</sup> CFU/g)	Dawood et al., 2021
chitinolytic <i>Bacillus</i> spp.	24.6g	1-2 x 10 <sup>9</sup> CFU/kg	91 days	↑	ND	↑ <i>V. anguillarum</i>	2 x 10 <sup>9</sup> CFU/kg	Rangel et al., 2022
<i>Pediococcus acidilactici</i>	9g	2, 2.5, 3 g/kg	60 days	↑	→	ND	3 g/kg	Eissa et al., 2022
<i>Phaeobacter</i> sp.	first days after hatching	5 X 10 <sup>7</sup> bacteria/mL	60 days	ND	ND	↑ <i>V. harveyi</i>	ND	Makridis et al., 2021
<i>Bacillus velezensis</i>	26g	10 <sup>6</sup> CFU/g feed	30 days	ND	↑	↑ <i>V. anguillarum</i>	ND	Monzon – Atienza et al., 2021

<i>Bacillus</i> spp.	30g	ND	6 week	ND	ND	↑	ND	Santos et al., 2021
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	85g	10 <sup>7</sup> CFU/g feed	42 days	→	ND	ND	ND	Chouayekh et al., 2023
<i>Shewanella putrefaciens</i>	6.13g	sonicated extracts of the probiotic	30 days	→	ND	↑	Nervous necrosis virus	Moreno et al., 2023
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>boulardii</i>	174.6	100, and 300 mg/kg feed	90 days	→	→	ND	10.81 X 10 <sup>5</sup> CFU/g (300mg)	Perdichizzi et al., 2023
<i>Pseudoalteromonas</i>	15g	10 <sup>7</sup> CFU/mL	12 weeks	ND	→	↑	Nervous necrosis virus <i>V.harveyi</i>	Rahmani et al., 2023
Probiotic mixtures ( <i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i> , and <i>B. pumilus</i> )	19 g	2 X 10 <sup>10</sup> CFU/g	10-12 weeks	→	↑	→	ND	Rimoldi et al., 2023



## PREBIOTICS

Prebiotics are among the environmentally friendly functional feed components utilized in disease management within aquaculture. These compounds consist of indigestible fibers that are fermented by intestinal enzymes and commensal bacteria, deriving beneficial effects from the byproducts of fermentation (Carbon and Faggio, 2016). Prebiotics serve as functional components in fish nutrition, and their utilization has been associated with improvements in growth, feed efficiency, intestinal microbiota, digestive enzyme activities, intestinal morphology, immune status, disease resistance, and stress responses (Figure 2) (Song et al., 2014; Mugwanya et al., 2021; Sanders et al., 2019; Islam et al., 2021).



**Figure 2.** Mechanisms of action of prebiotics in aquatic organisms

Additionally, prebiotics serve as an energy source for intestinal bacteria and can be classified as functional saccharides (Tran and Li, 2022). They can enhance the nonspecific defense activities of fish, improve the cellular and humoral immunity of the host, and increase disease resistance against various pathogenic organisms, thereby enhancing fish production (Amlashi et al., 2011). It has been stated that these benefits have been largely attributed to the proliferation of beneficial bacteria in the intestine due to

prebiotic consumption (Ogles, 2013; Mountzouris, 2022). Numerous studies investigating the benefits of prebiotics for fish and other aquatic organisms have been published, focusing on their positive effects on growth, immunity, and disease resistance in fish (Dawood et al., 2016; Yazıcı, 2017; Guerreiro et al., 2018; Yazıcı and Mazlum, 2019; Soltani et al., 2024). In this study, research conducted in the last five years specifically evaluating the effects of prebiotics on growth, immunity, and disease resistance in seabass is reviewed. While MOS and FOS were more commonly used in seabass in previous years, some commercial prebiotics (GroBiotic®-A) and new prebiotic candidates such as galactomannan oligosaccharides (GMOS), certain yeast components, and nature identical compounds (NIC) have emerged recently (Rawling, 2019; Busti et al., 2020; Rimoldi et al., 2020; Sönmez et al., 2020; Yazıcı et al., 2020). Studies on the use of prebiotics in seabass are listed in Table 2.

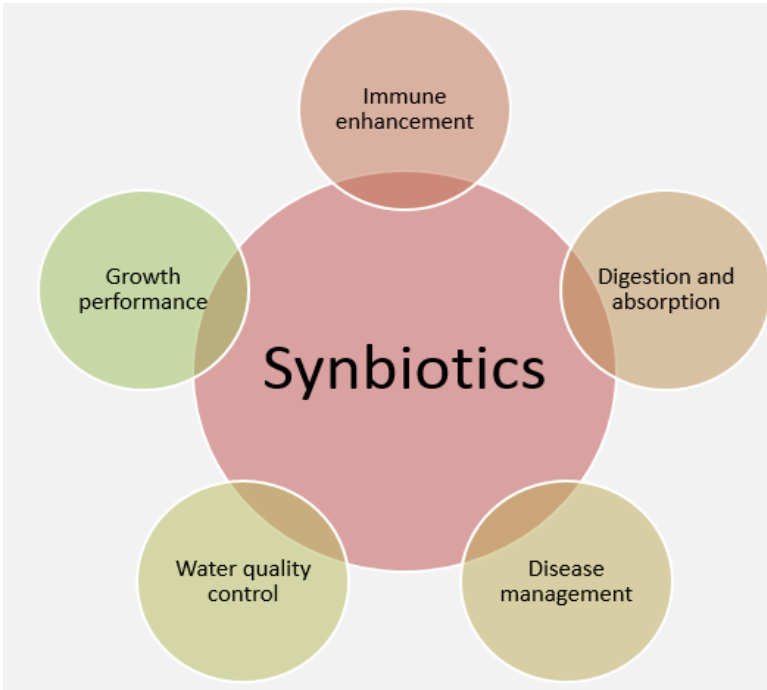
**Table 2.** Effects of the use of prebiotics in seabass in the last 5 years on growth, immunity and disease resistance

Prebiotic	Fish sizes	Dosages	Exp. Dur.	Parameters	Opt. D	Reference
Single-strain yeast fraction (SsYF) multistrain yeast fraction (MsYF)	15.5g	MsYF; 0.8 g/kg SsYF; 2 g/kg	10 weeks	FBW ↑, SGR↑ FCR ↓ PER ↑SR ↑	< 1 g/kg MsYF	Rawling, 2019
Organic acids (OA) nature identical compounds (NIC)	13.30g	0, 250, 500,1000 mg/kg,feed	71 days	FBW → SGR → FCR → PER → SR →	↔	Busfi et al., 2020
Galactomannan oligosaccharides (GMOS) Garlic and labiatae-plants oils (PHYTO).	23.5g	GMOS 0.5% PHYTO 0.02%	63 days	FBW → SGR → FCR → SR →	GMOS 0.5% PHYTO 0.02%	Rimoldi et al., 2020
GroBiotic®-A	1.40g	1, 2 and 3%	60 days	FBW → SGR → FCR → SR →	1%	Yazici et al., 2020

## **SYNBIOTICS**

Synbiotics refer to applications where prebiotics and probiotics are used together to achieve synergistic effects (Dawood et al., 2020). Studies conducted in aquaculture have demonstrated that compared to the individual use of probiotics or prebiotics, synbiotics positively enhance the growth, feed utilization, digestive enzyme activities, immunity, and disease resistance capacity of aquatic organisms (Figure 3) (Hasan et al., 2019; Dawood et al., 2016; Ringø and Song, 2016). The rationale for the combined use of synbiotics is that fermentation can be applied more effectively, increasing the survival ability of the probiotic organism, as specific substrates like prebiotics are made available. Additionally, exogenous enzymes act as buffers for endogenous enzymes, prolonging the digestion time and facilitating better hydrolysis of substances, thereby enabling higher levels of nutrient absorption. This situation offers significant environmental advantages to the aquaculture sector. Thus, the simultaneous presence of probiotics and prebiotics in living microorganisms offers significant advantages to the host organism (Munir et al., 2018; Poolsawat et al., 2021; Herrmann et al., 2021; Wei et al., 2022; Dawood et al., 2016).

Recent studies in fish and other aquatic organisms aim to achieve long-term health benefits through the simultaneous use of fructooligosaccharides, mannanoligosaccharides, and inulin as prebiotics with probiotics, targeting the gastrointestinal immune system (Yazıcı and Mazlum, 2019; Hoseinifar et al., 2019). However, further research is essential on the effects of different probiotics, prebiotics, and synbiotics on intestinal morphology, the permanent attachment of probiotics, intestinal immunology, and challenge tests in aquatic animals, as there is less information available on these topics (Butt et al., 2021; Vargas-Albores et al., 2021).



**Figure 3.** Effects of the use of synbiotics on growth, immunity and disease resistance of European seabass (*Dicentrarchus labrax*)

Studies on synbiotic applications in seabass remain a topic that requires further investigation. In recent years, research has been initiated to determine the appropriate probiotic-prebiotic combination to observe the symbiotic effects, alongside the individual use of prebiotics and probiotics (Table 3).

**Table 3.** Effects of the use of synbiotics on growth, immunity and disease resistance in seabass (*Dicentrarchus labrax*)

Synbiotics	Fish sizes	Dosages	Exp. Dur.	Growth Parameters	Immune Parameters	Disease Resistance	Optimal Doses	Reference
<i>Bacillus subtilis</i> chitosan	45 dph	BS: $1 \times 10^7$ CFU/g 1mg chitosan	30-45 dph	↑	ND	ND	BS: $1 \times 10^7$ CFU/g 1mg chitosan	Salem et al. 2022
<i>Pediococcus acidilactici</i> MOS	45g	MOS 0.3, 0.6	90 days	→	↑	↑ <i>V. anguillarum</i>	ND	Torreillas et al. 2018

## CONCLUSION

Despite the devastating economic losses caused by a variety of infectious diseases and outbreaks in countries worldwide, the growth of aquaculture continues unabated. Sustainable production becomes increasingly essential to meet the global food demand driven by population growth. Consequently, the application of environmentally friendly feed additives such as microbial supplements to enhance the physiology, growth performance, antioxidant status, and immune responses of species related to aquaculture has become a priority. Functional feed additives are considered powerful alternatives in aquaculture for strengthening the immune system of aquatic organisms, enhancing performance, reducing the impact of stress factors, increasing resistance to diseases, and boosting economic returns by improving production performance. These additives provide numerous benefits, including modifying host metabolism, preventing pathogens by stimulating the immune system, enhancing nutrient absorption and performance. Furthermore, concerning environmental sustainability in aquaculture, feed additives contribute to minimizing environmental impacts, thereby making aquaculture production more sustainable. Through their multifaceted advantages, functional feed additives play a crucial role in advancing the aquaculture industry towards greater efficiency, productivity, and environmental responsibility.

## REFERENCES

- Altan, Ö., & Korkut, A. Y. (2011). Apparent digestibility of plant protein based diets by European sea bass *Dicentrarchus labrax* L., 1758. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11(1).
- Amlashi, A. S., Falahatkar, B., Sattari, M., & Gilani, M. T. (2011). Effect of dietary vitamin E on growth, muscle composition, hematological and immunological parameters of sub-yearling beluga *Huso huso* L. *Fish & shellfish immunology*, 30(3), 807-814.
- Awad, E., & Awaad, A. (2017). Role of medicinal plants on growth performance and immune status in fish. *Fish & shellfish immunology*, 67, 40-54.
- Awad, A., Madla, C. M., McCoubrey, L. E., Ferraro, F., Gavins, F. K., Buanz, A., ... & Basit, A. W. (2022). Clinical translation of advanced colonic drug delivery technologies. *Advanced drug delivery reviews*, 181, 114076.
- Aydın, F. (2023). The role of postbiotics and paraprobiotics in aquaculture. *Marine and Life Sciences*, 5(1), 26-36.
- Beltrán, J. M. G., & Esteban, M. Á. (2022). Nature-identical compounds as feed additives in aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology*, 123, 409-416.
- Busti, S., Rossi, B., Volpe, E., Ciulli, S., Piva, A., D'Amico, F., ... & Parma, L. (2020). Effects of dietary organic acids and nature identical compounds on growth, immune parameters and gut microbiota of European sea bass. *Scientific reports*, 10(1), 21321.
- Butt, U. D., Lin, N., Akhter, N., Siddiqui, T., Li, S., & Wu, B. (2021). Overview of the latest developments in the role of probiotics, prebiotics and synbiotics in shrimp aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology*, 114, 263-281.
- Carbone, D., & Faggio, C. (2016). Importance of prebiotics in aquaculture as immunostimulants. Effects on immune system of *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*. *Fish & Shellfish Immunology*, 54, 172-178.
- Carnevali, O., de Vivo, L., Sulpizio, R., Gioacchini, G., Olivotto, I., Silvi, S., & Cresci, A. (2006). Growth improvement by probiotic in European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*, L.), with particular attention to IGF-1, myostatin and cortisol gene expression. *Aquaculture*, 258(1-4), 430-438.
- Chouayekh, H., Farhat-Khemakhem, A., Karray, F., Boubaker, I., Mhiri, N., Abdallah, M. B., ... & Guerbej, H. (2023). Effects of dietary supplementation with *Bacillus amyloliquefaciens* US573 on intestinal



- morphology and gut microbiota of European sea bass. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 15(1), 30-43.
- Dawood, M. A., & Koshio, S. (2016). Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: a review. *Aquaculture*, 454, 243-251.
- Dawood, M. A., Koshio, S., & Esteban, M. Á. (2018). Beneficial roles of feed additives as immunostimulants in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 950-974.
- Dawood, M. A., Koshio, S., Abdel-Daim, M. M., & Van Doan, H. (2019). Probiotic application for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 907-924.
- Dawood, M. A., Abo-Al-Ela, H. G., & Hasan, M. T. (2020). Modulation of transcriptomic profile in aquatic animals: Probiotics, prebiotics and synbiotics scenarios. *Fish & shellfish immunology*, 97, 268-282.
- Dawood, M. A. (2021). Nutritional immunity of fish intestines: Important insights for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), 642-663.
- Dawood, M. A., Habotta, O. A., Elsabagh, M., Azra, M. N., Van Doan, H., Kari, Z. A., & Sewilam, H. (2022). Fruit processing by-products in the aquafeed industry: a feasible strategy for aquaculture sustainability. *Reviews in Aquaculture*, 14(4), 1945-1965.
- de Jesus Raposo, M. F., De Moraes, A. M. B., & De Moraes, R. M. S. C. (2015). Marine polysaccharides from algae with potential biomedical applications. *Marine drugs*, 13(5), 2967-3028.
- Edwards, P., Zhang, W., Belton, B., & Little, D. C. (2019). Misunderstandings, myths and mantras in aquaculture: Its contribution to world food supplies has been systematically over reported. *Marine Policy*, 106, 103547.
- Eissa, E. S. H., Baghdady, E. S., Gaafar, A. Y., El-Badawi, A. A., Bazina, W. K., Abd Al-Kareem, O. M., & Abd El-Hamed, N. N. (2022). Assessing the influence of dietary *Pediococcus acidilactici* probiotic supplementation in the feed of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.)(Linnaeus, 1758) on farm water quality, growth, feed utilization, survival rate, body composition, blood biochemical parameters, and intestinal histology. *Aquaculture Nutrition*, 2022, 1-11.
- Encarnaç o, P. (2016). Functional feed additives in aquaculture feeds. In *Aquafeed formulation* (pp. 217-237). Academic Press.

- FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Fiore, W., Arioli, S., & Guglielmetti, S. (2020). The neglected microbial components of commercial probiotic formulations. *Microorganisms*, 8(8), 1177.
- Friedman, K. J., Bartley, D. M., Rodríguez-Ezpeleta, N., Mair, G. C., Ban, N., Beveridge, M., ... & Vigar, J. R. J. (2022). Current and future genetic technologies for fisheries and aquaculture: implications for the work of FAO. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular*, (C1387), I-55.
- Ghaly, F. M., Hussein, S. H., Awad, S. M., & El-Makhzangy, A. A. (2023). Growth promoter, immune response, and histopathological change of prebiotic, probiotic and synbiotic bacteria on Nile tilapia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 30(2), 103539.
- González-Mon, B., Bodin, Ö., & Schlüter, M. (2023). Small-scale fisheries and agricultural trade networks are socially embedded: emerging hypotheses about responses to environmental changes. *González-Mon, B., Ö. Bodin, and M. Schlüter*.
- Guerreiro, I., Oliva-Teles, A., & Enes, P. (2018). Prebiotics as functional ingredients: focus on Mediterranean fish aquaculture. *Reviews in aquaculture*, 10(4), 800-832.
- Hasan, M. T., Je Jang, W., Lee, J. M., Lee, B. J., Hur, S. W., Gu Lim, S., ... & Kong, I. S. (2019). Effects of immunostimulants, prebiotics, probiotics, synbiotics, and potentially immunoreactive feed additives on olive flounder (*Paralichthys olivaceus*): a review. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 27(4), 417-437.
- Herrmann, F., Nieto-Ruiz, A., Sepúlveda-Valbuena, N., Miranda, M. T., Diéguez, E., Jiménez, J., ... & Campoy, C. (2021). Infant formula enriched with milk fat globule membrane, long-chain polyunsaturated fatty acids, synbiotics, gangliosides, nucleotides and sialic acid reduces infections during the first 18 months of life: The COGNIS study. *Journal of Functional Foods*, 83, 104529.
- Hoseinifar, S. H., Van Doan, H., Dadar, M., Ringø, E., & Harikrishnan, R. (2019). Feed additives, gut microbiota, and health in finfish aquaculture. *Microbial communities in aquaculture ecosystems: Improving productivity and sustainability*, 121-142.
- Hua, K., Cobcroft, J. M., Cole, A., Condon, K., Jerry, D. R., Mangott, A., ... & Strugnell, J. M. (2019). The future of aquatic protein: implications for protein sources in aquaculture diets. *One Earth*, 1(3), 316-329.

- Islam, S. M., Rohani, M. F., & Shahjahan, M. (2021). Probiotic yeast enhances growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) through morphological modifications of intestine. *Aquaculture Reports*, 21, 100800.
- Khattab, Y. A., Shalaby, A. M., & Abdel-Rhman, A. (2005). Use of probiotic bacteria as growth promoters, anti-bacterial and their effects on physiological parameters of *Oreochromis niloticus*. In *Proceedings of international symposium on Nile Tilapia in aquaculture* (Vol. 7, pp. 156-165).
- Kousoulaki, K., Sæther, B. S., Albrektsen, S., & Noble, C. (2015). Review on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) nutrition and feed management: a practical guide for optimizing feed formulation and farming protocols. *Aquaculture Nutrition*, 21(2), 129-151.
- Kuebutornye, F. K. A., Roy, K., Folorunso, E. A., & Mraz, J. (2024). Plant-based feed additives in *Cyprinus carpio* aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 16(1), 309-336.
- Kumari, U., Bhattacharjee, D., Sadhu, S., Sarkar, S., Parveen, S., Chatterjee, A. G., & Tarafdar, S. (2023). Probiotics in Human Nutrition, Health Improvement, Infection Prevention, and Disease Management-A Review. *Journal homepage: www. ijrpr. com ISSN, 2582, 7421*.
- Lelia, P. O., & Suharoschi, R. (2022). Emerging food processing technologies: Probiotics and prebiotics. In *Nutraceutical and Functional Food Components* (pp. 509-536). Academic Press.
- Liu, H., Li, Z., Tan, B., Lao, Y., Duan, Z., Sun, W., & Dong, X. (2014). Isolation of a putative probiotic strain S12 and its effect on growth performance, non-specific immunity and disease-resistance of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & shellfish immunology*, 41(2), 300-307.
- Mahdhi, A., Chakroun, I., Espinosa-Ruiz, C., Messina, C. M., Arena, R., Majdoub, H., ... & Esteban, M. A. (2020). Dietary administration effects of exopolysaccharide from potential probiotic strains on immune and antioxidant status and nutritional value of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Research in veterinary science*, 131, 51-58.
- Makridis, P., Kokou, F., Bournakas, C., Papandroulakis, N., & Sarropoulou, E. (2021). Isolation of *Phaeobacter* sp. from larvae of Atlantic bonito (*Sarda sarda*) in a mesocosmos unit, and its use for the rearing of

- European seabass larvae (*Dicentrarchus labrax* L.). *Microorganisms*, 9(1), 128.
- Marimuthu, V., Shanmugam, S., Sarawagi, A. D., Kumar, A., Kim, I. H., & Balasubramanian, B. (2022). A glimpse on influences of feed additives in aquaculture. *eFood*, 3 (1-2): e6.
- Moreno, P., Álvarez-Torres, D., Balebona, M. C., Domínguez-Maqueda, M., Moriñigo, M. Á., Béjar, J., ... & García-Rosado, E. (2023). Inhibition of nervous necrosis virus replication by *Shewanella putrefaciens* Pdp11 extract. *Aquaculture*, 575, 739812.
- Monzón-Atienza, L., Bravo, J., Serradell, A., Montero, D., Gómez-Mercader, A., & Acosta, F. (2023). Current status of probiotics in European sea bass aquaculture as one important Mediterranean and Atlantic commercial species: A review. *Animals*, 13(14), 2369.
- Monzon-Atrienza, L., Bravo, J., Torrecillas, S., Montero, D., Canales, A. F. G., Banda, G., ... & Acosta, F. (2021). Isolation and characterization of a *Bacillus velezensis* D-18 strain as a potential probiotics in European Seabass aquaculture. *Probiotics Antimicrob Proteins* 13: 1404–1412.
- Mountzouris, K. C. (2022). Prebiotics: types. In 'Encyclopedia of dairy sciences'. 3rd edn.(Eds PLH McSweeney, JP McNamara) pp. 352–358.
- Mugwanya, M., Dawood, M. A., Kimera, F., & Sewilam, H. (2021). Updating the role of probiotics, prebiotics, and synbiotics for tilapia aquaculture as leading candidates for food sustainability: a review. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 1-28.
- Mugwanya, M., Dawood, M. A., Kimera, F., & Sewilam, H. (2022). Anthropogenic temperature fluctuations and their effect on aquaculture: A comprehensive review. *Aquaculture and Fisheries*, 7(3), 223-243.
- Mukherjee, A., Dutta, D., Banerjee, S., Ringø, E., Breines, E. M., Hareide, E., ... & Ghosh, K. (2016). Potential probiotics from Indian major carp, *Cirrhinus mrigala*. Characterization, pathogen inhibitory activity, partial characterization of bacteriocin and production of exoenzymes. *Research in veterinary science*, 108, 76-84.
- Munir, M. B., Marsh, T. L., Blaud, A., Hashim, R., Janti Anak Joshua, W., & Mohd Nor, S. A. (2018). Analysing the effect of dietary prebiotics and probiotics on gut bacterial richness and diversity of Asian snakehead fingerlings using T-RFLP method. *Aquaculture research*, 49(10), 3350-3361.

- Niamah, A. K. (2019). Ultrasound treatment (low frequency) effects on probiotic bacteria growth in fermented milk.
- Okeke-Ogbuafor, N., Taylor, A., Dougill, A., Stead, S., & Gray, T. (2022). Alleviating impacts of climate change on fishing communities using weather information to improve fishers' resilience. *Frontiers in Environmental Science*, *10*, 951245.
- Otles, S. (Ed.). (2013). *Probiotics and prebiotics in food, nutrition and health*. CRC Press.
- Öztürk, F., & Esendal, Ö. M. (2020). Usage of *Lactobacillus rhamnosus* as a Probiotic in Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, *5*(1), 93-99.
- Perdichizzi, A., Meola, M., Caccamo, L., Caruso, G., Gai, F., & Maricchiolo, G. (2023). Live Yeast (*Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*) Supplementation in a European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Diet: Effects on the Growth and Immune Response Parameters. *Animals*, *13*(21), 3383.
- Poolsawat, L., Li, X., Xu, X., Rahman, M. M., Boonpeng, N., & Leng, X. (2021). Dietary xylooligosaccharide improved growth, nutrient utilization, gut microbiota and disease resistance of tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). *Animal Feed Science and Technology*, *275*, 114872.
- Rahmani, A., Parizadeh, L., Baud, M., Francois, Y., Bazire, A., Rodrigues, S., ... & Morin, T. (2023). Potential of Marine Strains of *Pseudoalteromonas* to Improve Resistance of Juvenile Sea Bass to Pathogens and Limit Biofilm Development. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 1-15.
- Rangel, F., Santos, R. A., Monteiro, M., Lavrador, A. S., Gasco, L., Gai, F., ... & Serra, C. R. (2022). Isolation of chitinolytic bacteria from European sea bass gut microbiota fed diets with distinct insect meals. *Biology*, *11*(7), 964.
- Ravi, A. V., Musthafa, K. S., Jegathambal, G., Kathiresan, K., & Pandian, S. K. (2007). Screening and evaluation of probiotics as a biocontrol agent against pathogenic *Vibrios* in marine aquaculture. *Letters in applied microbiology*, *45*(2), 219-223.
- Rawling, M. D., Pontefract, N., Rodiles, A., Anagnostara, I., Leclercq, E., Schiavone, M., ... & Merrifield, D. L. (2019). The effect of feeding a novel multistrain yeast fraction on European seabass (*Dicentrarchus labrax*) intestinal health and growth performance. *Journal of the World Aquaculture Society*, *50*(6), 1108-1122.

- Rimoldi, S., Torrecillas, S., Montero, D., Gini, E., Makol, A., Valdenegro V, V., ... & Terova, G. (2020). Assessment of dietary supplementation with galactomannan oligosaccharides and phytogenics on gut microbiota of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed low fishmeal and fish oil based diet. *PloS one*, *15*(4), e0231494.
- Rimoldi, S., Montero, D., Torrecillas, S., Serradell, A., Acosta, F., Haffray, P., ... & Terova, G. (2023). Genetically superior European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and nutritional innovations: Effects of functional feeds on fish immune response, disease resistance, and gut microbiota. *Aquaculture Reports*, *33*, 101747.
- Ringø, E., Dimitroglou, A., Hoseinifar, S. H., & Davies, S. J. (2014). Prebiotics in finfish: an update. *Aquaculture nutrition: gut health, probiotics and prebiotics*, 360-400.
- Ringø, E., & Song, S. K. (2016). Application of dietary supplements (synbiotics and probiotics in combination with plant products and  $\beta$ -glucans) in aquaculture. *Aquaculture Nutrition*, *22*(1), 4-24.
- Salem, A. M., Abokadah, M. S., El-Bermawi, N. M., & Abdelsalam, N. R. (2022). Do marine synbiotics decrease estradiol impacts in the early-weaned European seabass (*Dicentrarchus labrax*) larvae?. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, *26*(5): 707 – 727.
- Sanders, M. E., Merenstein, D. J., Reid, G., Gibson, G. R., & Rastall, R. A. (2019). Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, *16*(10), 605-616.
- Santos, R. A., Oliva-Teles, A., Pousão-Ferreira, P., Jerusik, R., Saavedra, M. J., Enes, P., & Serra, C. R. (2021). Isolation and characterization of fish-gut *Bacillus* spp. as source of natural antimicrobial compounds to fight aquaculture bacterial diseases. *Marine Biotechnology*, *23*, 276-293.
- Soltani, M., Ghosh, K., Dutta, D., & Ringø, E. (2024). Prebiotics and Probiotics as Effective Immunomodulators in Aquaculture. In *Immunomodulators in Aquaculture and Fish Health* (pp. 136-168). CRC Press.
- Song, S. K., Beck, B. R., Kim, D., Park, J., Kim, J., Kim, H. D., & Ringø, E. (2014). Prebiotics as immunostimulants in aquaculture: a review. *Fish & shellfish immunology*, *40*(1), 40-48.
- Sönmez, H., Yazıcı, M. & Özer, S. (2020). Effects of Grobiotic®-A on growth, whole body composition, and intestinal histology of

- endangered brown trout (*Salmo trutta macrostigma*). *Marine and Life Sciences*, 2(2): 105-112.
- Torres-Rodriguez, A., Donoghue, A. M., Donoghue, D. J., Barton, J. T., Tellez, G., & Hargis, B. M. (2007). Performance and condemnation rate analysis of commercial turkey flocks treated with a *Lactobacillus* spp.-based probiotic. *Poultry science*, 86(3), 444-446.
- Torrecillas, S., Rivero-Ramírez, F., Izquierdo, M. S., Caballero, M. J., Makol, A., Suárez-Bregua, P., ... & Montero, D. (2018). Feeding European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles with a functional synbiotic additive (mannan oligosaccharides and *Pediococcus acidilactici*): An effective tool to reduce low fishmeal and fish oil gut health effects?. *Fish & shellfish immunology*, 81, 10-20.
- Tran, N. T., Yang, W., Nguyen, X. T., Zhang, M., Ma, H., Zheng, H., ... & Li, S. (2022). Application of heat-killed probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 548, 737700.
- Tran, N. T., & Li, S. (2022). Potential role of prebiotics and probiotics in conferring health benefits in economically important crabs. *Fish and Shellfish Immunology Reports*, 3, 100041.
- Turkstat, 2023. Fisheries Statistics <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> (Access date: 01.07.2022)
- Vallejo-Cordoba, B., Castro-López, C., García, H. S., González-Córdova, A. F., & Hernández-Mendoza, A. (2020). Postbiotics and paraprobiotics: A review of current evidence and emerging trends. *Advances in food and nutrition research*, 94, 1-34.
- Van Doan, H., Prakash, P., Hoseinifar, S. H., Ringø, E., El-Haroun, E., Faggio, C., ... & Dawood, M. A. O. (2023). Marine-derived products as functional feed additives in aquaculture: A review. *Aquac Rep* 31: 101679.
- Vandeputte, M., Gagnaire, P. A., & Allal, F. (2019). The European sea bass: a key marine fish model in the wild and in aquaculture. *Animal genetics*, 50(3), 195-206.
- Van Hai, N., & Fotedar, R. (2009). Comparison of the effects of the prebiotics (Bio-Mos® and  $\beta$ -1, 3-D-glucan) and the customised probiotics (*Pseudomonas synxantha* and *P. aeruginosa*) on the culture of juvenile western king prawns (*Penaeus latissulcatus* Kishinouye, 1896). *Aquaculture*, 289(3-4), 310-316.
- Vargas-Albores, F., Martínez-Córdova, L. R., Hernández-Mendoza, A., Cicala, F., Lago-Lestón, A., & Martínez-Porchas, M. (2021).

- Therapeutic modulation of fish gut microbiota, a feasible strategy for aquaculture?. *Aquaculture*, 544, 737050.
- Wang, Y., Hu, J., Pan, H., Li, S., & Failler, P. (2016). An integrated model for marine fishery management in the Pearl River Estuary: Linking socio-economic systems and ecosystems. *Marine Policy*, 64, 135-147.
- Wang, Q., Li, Z., Gui, J. F., Liu, J., Ye, S., Yuan, J., & De Silva, S. S. (2018). Paradigm changes in freshwater aquaculture practices in China: Moving towards achieving environmental integrity and sustainability. *Ambio*, 47, 410-426.
- Wei, L. S., Goh, K. W., Abdul Hamid, N. K., Abdul Kari, Z., Wee, W., & Van Doan, H. (2022). A mini-review on co-supplementation of probiotics and medicinal herbs: Application in aquaculture. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 869564.
- Yadav, M., Khati, A., Chauhan, R., Arya, P., & Semwal, A. (2021). A review on feed additives used in fish diet. *Int. J. Environ. Agric. Biotechnol*, 6(2).
- Yazici, M., Mazlum, Y., Mehmet, N. A. Z., Çiğdem, Ü. R. K. Ü., Türkmen, M., & Akaylı, T. (2022). Effects of adding laurel (*Laurus nobilis*) essential oil to the diet of tilapia fish on growth and intestinal histology. *Aquatic Sciences and Engineering*, 37(4), 195-204.
- Yazıcı, M., Mazlum, Y., Naz, M., Sayın, S., Ürkü, Ç. & Akaylı, T. (2020). Effects of GroBiotic®-A supplementation on growth performance, body composition and liver and intestine histological changes in European Seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(4), 389-396.
- Yazıcı, M. (2017). Effects of some prebiotics on immunity and disease resistance in cultured fish.
- Yazıcı, M., & Mazlum, Y. (2019). Prebiotic applications in cultured crayfish and shrimps. *KSU J. Agric Nat* 22(1):153-163.