



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
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 217

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 8 120
Askorbik Asitin Dekapodlarda Büyüme ve
Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkileri
Ayşe Gül HARLIOĞLU

Bölüm 9 133
Organik Tarımda Dünya'da Son Gelişmeler ve
Organik Ürün Pazarlama
Sancar BULUT, Yaşar Deray SAYGI

Bölüm 1

Kısıtlı Sulama Uygulamalarının İkinci Ürün Mısırın Morfolojik Parametreleri Üzerine Etkisi

Mehmet FİDAN¹
Ali Beyhan UÇAK²
Cafer GENÇOĞLAN³

¹ 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

² 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)

³ 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_{100}) uygulandığı tam sulama, tüketilen suyun %25'inin (I_{75}) eksik uygulandığı kısımlı sulama ve tam sulamaya göre %25 oranında (I_{125}) 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 I_{100} sulama konusundan elde edilirken, en düşük tane verimi I_{75} sulama konusundan belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre Mardin ilinde ikinci ürün mısır bitkisinde tam sulama (I_{100}) 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	D

* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. D; 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 I₁₀₀ sulama konusu 1479,44 kg/da ile a grubunda (1. grup) yer alırken, I₇₅ sulama konusu 1104 kg/da ile c grubunda yer almıştır. I₁₂₅ 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 değerlerine0 ilişkin varyans analiz tablosunda tüm deneme faktörleri arasında istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. İlk koçan kök bölgesinde yükseklik değerlerine ilişkin varyans analizde 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 I₇₅ 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 I₁₀₀ sulama konusundan bitki su tüketiminin tamamının uygulaması ile elde edilmiştir. En düşük tane verimi ise 1143,22 kg/ha ile I₇₅ 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 I₁₀₀ 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 İşleri 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 KONUK¹
Ali Beyhan UÇAK²
Fırat PALA³

¹ 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

² 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)

³ 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 düşümlere sebep olmaktadır. Kısaca yabancı otlardan arı bir ayçiçeği tarlası elde edilmek isteniyorsa, clearfield ayçiçeği çeşitlerinin yetiştiriciliğinin 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 m³/kişi/yıl olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, çoğu Batı Asya ülkelerinde bu rakam 500 m³/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 artırma olanağı bulunmamaktadır. Bu durumda artan nüfusumuzun beslenmesi, sanayimize hammadde sağlaması ve dış ödemeler dengesinde katkıda bulunması için tarımsal üretimin artırılması 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 (I₁₀₀, I₇₀, I₃₅) 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 ₃ (me/L)	HCO ₃ (me/L)	Cl (me/L)	SO ₄ (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 ₂ S ₁

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 m² 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 I₁₀₀, I₇₀ ve I₃₅ 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 ₁₀₀	307,22 A
I ₇₀	257,56 B
I ₃₅	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 I₃₅ 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⁻¹, P64LL134, P63MM54, 229,34 kg ha⁻¹ 217,26 kg ha⁻¹ tohum verimi elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre ayçiçeği bitkisinde en yüksek tane verimi 307,26 kg ha⁻¹ ile I₁₀₀ sulama konusundan (%100) elde edilmiştir. En düşük tane verimi ise 118,89 kg ha⁻¹ ile I₃₅ 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 I₁₀₀ 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 TÜRKBOYLARI¹

¹ Doç. Dr. ; Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tekirdağ.
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 ekvatorunda 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, CO₂ 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 önlediği 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 gözününe 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 CO₂ 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 CO₂'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°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 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. CO₂ 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, CO₂ ve güneş ışığını kullanarak fotosentez yaparlar. Sera gibi örtü altı yapılarında yapılan yetiştiricilikte, bitkilerin fotosentezi sonucunda havadaki CO₂ konsantrasyonu gün içinde azalmakta ve dış havanın sıcaklık ve bulutluluk durumuna bağlı olarak sıcaklık ve nem oranı yükselmektedir. Hem CO₂ 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 (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 GEZER¹
Pınar OĞUZHAN YILDIZ²

¹ Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum, Türkiye.

0009-0007-4881-0765

² **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, kızılıçık, 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
Zencefil	1.719	2.365	2.462	2.442	2.278	2.604	3.185	2.938	2.736
Paraguay çayı	767	775	822	843	959	990	1.015	1.016	965
Tarçın	191	199	204	209	213	219	225	223	222
Şerbetçiotu	126	128	112	118	134	134	144	151	149
Nane	81	63	106	95	93	108	107	99	107
Kenevir (tohum)	70	68	112	89	103	78	100	146	143
Haşhaş (tohum)	97	107	50	70	81	101	84	70	76
Vanilya	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)
Haşhaş (kapsül)	518.970	36.910	615.930	30.730	677.369	27.288
Kimyon	171.242	12.587	270.247	16.897	321.889	20.245
Anason	186.450	13.992	138.118	9.050	239.171	17.589
Kekik	85.351	11.190	104.863	12.992	157.074	17.965
Gül (yağlık)	16.00	6.00	28.243	9.483	38.457	16.560
Nane	11.733	11.772	10.577	14.945	10.646	14.511
Şerbetçiotu	3.550	1.842	3.500	1.869	3.307	1.800
Rezene	-	-	15.512	1.461	33.859	4.655
Çörek otu	-	-	4.681	425	37.085	3.603
Lavanta	-	-	3.218	400	11.903	1.462
Adaçayı	-	-	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 değer 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 aşılar, 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
Gökkuşluğu 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 ⁻¹ ilavesinin önerildiği vurgulanmıştır.	Yousefi et al. (2021)
Gökkuşluğu 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)
Gökkuşluğu 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)
Gökkuşluğu 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)
Gökkuşluğu 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., Tımmaz 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*) anestezik 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 AYATA¹
Osman ÇAMLİBEL²
Fatih Tuncay EFE³
Fatih TONGUÇ³
Şerif KAPLAN⁵

¹Doç. 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

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

³Doç. 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

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

⁵Biyolog, 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, ΔE^* 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 ΔE^* 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 N/mm^2 (Bal ve ark., 2018), ısı iletkenlik değeri 0.152 W/mK ve yoğunluk değeri 0.732 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 ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^* : ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır (Lange, 1999).

ΔE^* kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979) Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999)

Parametre	Pozitif durumda	Negatif durumda
ΔL^*	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu
Δa^*	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
Δb^*	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak	Mat, referanstan daha bulanık

Tablo 2. ΔE^* değerlendirmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı (ΔE^*)	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°) 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	Ortalama	Değişim (%)	HG	SS	Minimum	Maksimum	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>									

ΔE^* sonuçları Tablo 7’de sunulmaktadır. Bütün modifiyeli arı balmumu karışımlarının ahşap malzemeye uygulanması ile ΔL^* (referanstan daha koyu), Δa^* (referanstan daha yeşil), Δb^* (referanstan daha mavi) ve ΔC^* (mat, referanstan daha bulanık) değerlerinin negatif olarak elde edildiği görülmektedir. ΔE^* 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	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	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 ΔE^* 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). Sibirya 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 AYATA¹

Fatih Tuncay EFE²

Fatih TONGUÇ³

Osman ÇAMLİBEL⁴

Şerif KAPLAN⁵

¹Doç. 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

²Doç. 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

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

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

⁵Biyolog, 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, ΔE^* 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 ΔE^* 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

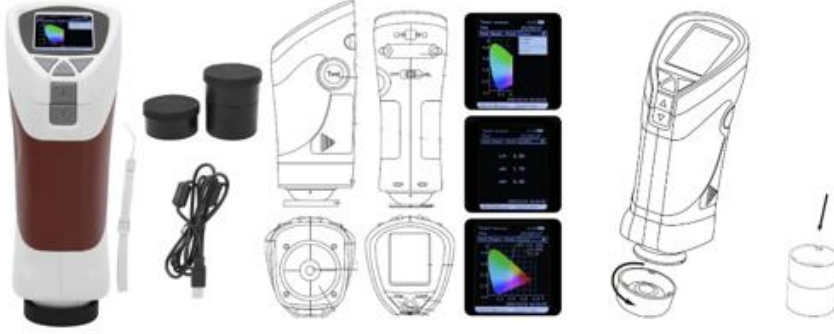
Çalışmada tulip, sarıçam ve dişbudak ahşap türlerine 212°C sıcaklıkta 2 saat süre ve iroko ile ayous ahşap türlerine ise 200°C sıcaklıkta 2 saat süreyle ısıtım işlemi uygulanmıştır.

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.

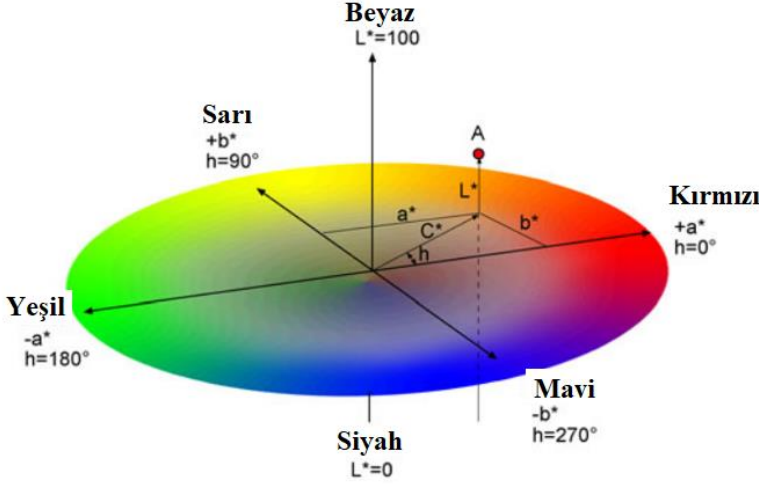
2.2.3. Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

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

ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^* : 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999) Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999)

Parametre	Pozitif durumda	Negatif durumda
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak	Mat, referanstan daha bulanık
Δa^*	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
Δb^*	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
ΔL^*	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu

ΔE^* kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979) Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. ΔE^* değerlendirmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı (ΔE^*)	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*

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

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

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 İşlemliler	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 İşlemliler	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 İşlemliler	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 İşlemliler	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 İşlemliler	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^0 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° 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. ΔE^* 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, ısıt işlemsiz örnekler üzerinde yağ uygulanmış sarıçam odununda “güçlü (6.00 ila 12.00)” kriteri belirlenirken, aynı ağaç türünde ısıt 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	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	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. Isıt 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 ısıt işlemlili örnekler üzerine yağ uygulandıktan sonra L^* ve h^o değerlerinde azalışlar belirlenmiştir. Ayous, iroko ve tulip ısıt işlemlili örnekler üzerine yağ uygulandıktan sonrada b^* ve C^* değerlerinde de azalışlar elde edilmiştir. Buna ek olarak, ısıt işlemlili dişbudak odununa yağ uygulandıktan sonra L^* , a^* , b^* ve C^* değerlerinde azalışlar tespit edilmiştir. Isıt işlem gördükten sonra yağ uygulanmış ayous, iroko ve sarıçam odunlarında a^* değerlerinde artışlar görülürken, ısıt 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 MAZLUM¹

Metin YAZICI²

Mehmet NAZ³

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

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

³ Associate Prof. Dr.; İskenderun Technical University, Faculty of Marine Science and Technology, İskenderun-Hatay, Türkiye,
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).

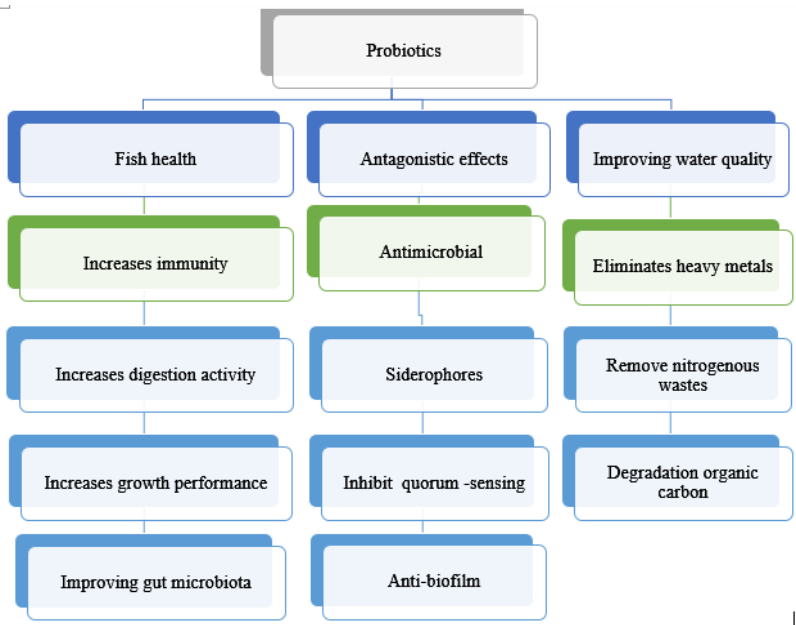


Figure 1. Effects of probiotics used in aquaculture

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 ⁹ CFU/g)	Dawood et al., 2021
chitinolytic <i>Bacillus</i> spp.	24.6g	1-2 x 10 ⁹ CFU/kg	91 days	↑	ND	↑ V. anguillarum	2 x 10 ⁹ 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 ⁷ bacteria/mL	60 days	ND	ND	↑ <i>V. harveyi</i>	ND	Makridis et al., 2021
<i>Bacillus velezensis</i>	26g	10 ⁶ CFU/g feed	30 days	ND	↑	↑ V. anguillarum	ND	Monzon – Atienza et al., 2021

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

<i>Bacillus</i> spp.	30g	ND	6 week	ND	ND	↑	ND	Santos et al., 2021
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	85g	10 ⁷ 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 ⁵ CFU/g (300mg)	Perdichizzi et al., 2023
<i>Pseudoalteromonas</i>	15g	10 ⁷ 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 ¹⁰ 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).

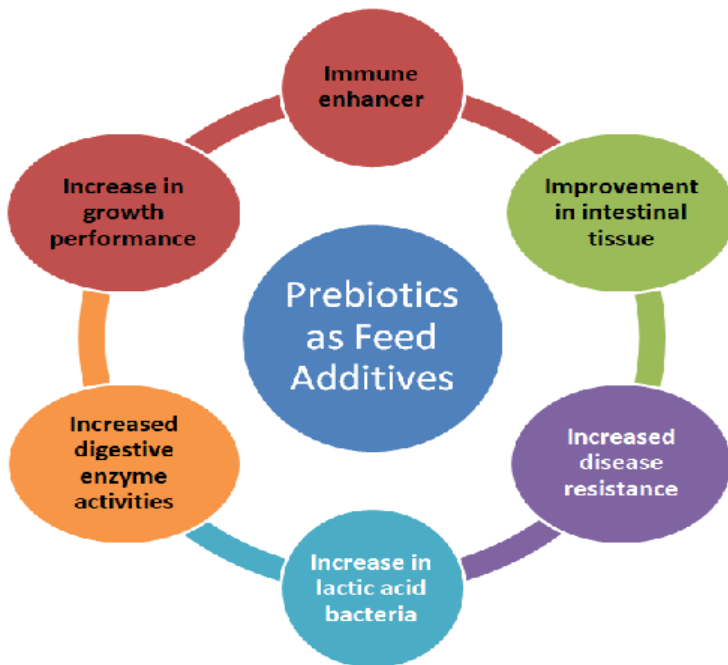


Figure 2. Mechanisms of action of prebiotics in aquatic organisms

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).

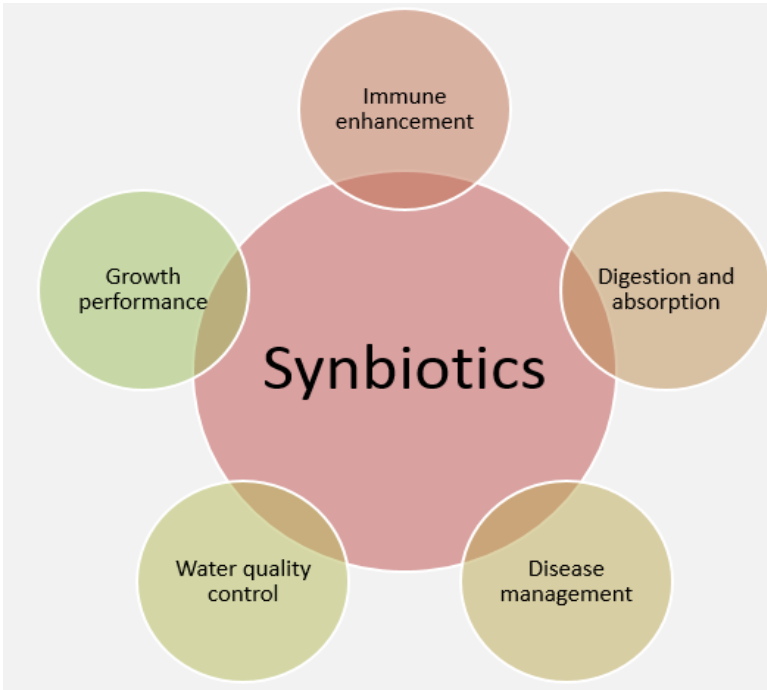


Figure 3. Effects of the use of synbiotics on growth, immunity and disease resistance of European seabass (*Dicentrarchus labrax*)

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: 1×10^7 CFU/g 1mg chitosan	30-45 dph	↑	ND	ND	BS: 1×10^7 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 Morais, A. M. B., & De Morais, 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 β -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 β -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.

Bölüm 8

Askorbik Asitin Dekapodlarda Büyüme ve Bağımsıklık Sistemi Üzerine Etkileri

Ayşe Gül HARLIOĞLU¹

¹ Prof. Dr.; Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik ABD, Elazığ/ Türkiye,
aharlioglu@firat.edu.tr
ORCID No: <https://orcid.org/0000-0001-9478-6419>

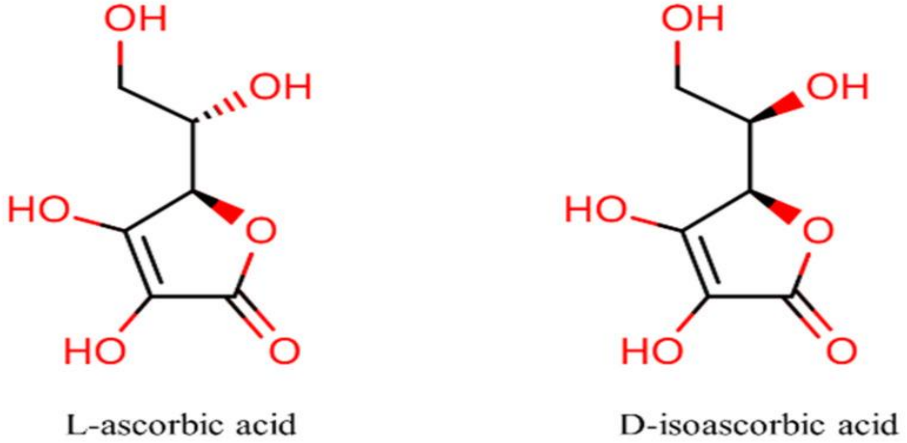
1. Giriş

Su ürünleri yetiştiriciliği, çeşitli omurgalı ve omurgasız türleriyle, protein bakımından değerli gıda sağlamak amacıyla, dünya çapında birçok ülkede önemli düzeyde gelişme göstermektedir (Celada vd., 2013; Aaqillah-Amr vd., 2021; Perveen vd., 2022; Song vd., 2023). Su canlılarının tüketimine yönelik olarak artan talep genel olarak lüks bir gıda maddesi olarak tüketilen dekapod türlerinin (karides, yengeç ve ıstakoz) de daha büyük ölçekte kültürlerinin yapılmasına yönelik araştırmaların artmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla, son yıllarda insan gıdası olarak protein kaynağı sağlamak amacıyla dekapod türlerin kültüründe önemli bir artış kaydedilmiştir (Aaqillah-Amr vd., 2021). Örnek olarak, dünya kabuklu su ürünleri yetiştiriciliği üretimi 2010-2018 yılları arasında yaklaşık %71 artarak 5,48 milyon tondan 9,39 milyon tona yükselmiştir (FAO, 2020). Diğer taraftan karidesler ve tatlı su kabukluları (başlıca yetiştirilen kategoriler) için ticari yem kullanımının 2017 yılında 10,2 milyon tondan 2025 yılında 14,4 milyon tona çıkması beklenmektedir (Tacon, 2020). Kültürü yapılan dekapod türlerinde yetiştiriciliğin başarısında hazırlanan yemlerin kalitesinin önemi nedeniyle yoğun araştırmalar yapılmaktadır (Asaikkutti vd., 2018; Tacon, 2020; Kong vd., 2021a, b; Song vd., 2023).

Kültür ortamlarında dekapodların beslenmesinde kullanılan yemlerde vitaminler önemli bir yer tutmakta ve eksiklikleri özellikle erken gelişme dönemlerinde hızlı ölümlere neden olmaktadır. Yapılan araştırmalarda askorbik asitin dekapodlarda normal büyüme ve fizyolojik fonksiyon için gerekli bir mikro besin olduğu belirlenmiştir (Manush vd., 2013; Celada vd., 2013; Hou vd., 2015; Aaqillah-Amr vd., 2021).

Yaygın olarak C vitamini olarak bilinen, ketolakton yapısında bir mono sakkarit türevi olan askorbik asitin L ve D formu olmak üzere iki izomeri bulunmaktadır (Şekil 1). L-Ascorbik asit canlı organizmada iki hidrojenini kaybederek oksitlenir ve dehidro-L askorbik asite dönüşür (Yin vd., 2022). Askorbik asit, tersinir oksidasyon ve redüksiyona uğrama kabiliyeti ile ilgili olarak hücreler içindeki reaksiyonlarda yer aldığı bilinmektedir (Conklin, 1997). Ayrıca, askorbik asit steroid hormonlarının ve kolajenin biyosentezinde yer alır ve bağışıklık tepkisini ve toksik maddelere ve çevresel stres faktörlerine karşı toleransı iyileştirmektedir. Bunlarla birlikte, bu vitamininin dekapodların büyüme performansı ve bağışıklık tepkisi üzerinde düzenleyici rolü bulunmaktadır (He ve Lawrence, 1993; Kong, 2021). Dekapodlarda askorbik asit, kitinin sentezi sırasında alkalın fosfataz aktivitesini etkilemektedir (Manush, 2013). Ayrıca, diyetle askorbik asit takviyesinin, karideslerde serum bakterisidal aktivite, fagositoz, lizozim aktivitesi, antikor seviyeleri ve süperoksit dismutaz

ve katalaz aktiviteleri üzerinde faydalı etkiler gösterdiği belirlenmiştir (Zhou vd., 2004; Asaikkutti vd., 2016).



Şekil 1. L-askorbik asit ve D- askorbik asitin yapısı (Yin vd., 2022)

Balık ve dekapodlarda askorbik asit biyosentezi için gerekli olan L-gulonolakton oksidaz enziminin eksikliği nedeniyle, askorbik asiti diyetler yoluyla sürekli bir tedarike bağımlı hale getirmektedir. Diğer taraftan bu vitamin suda çözünebilir bir vitamindir ve formüle edilmiş yemlerinin işlenmesi ve depolanması sırasında bozulmaya ve işlevselliğini (ve biyoaktivitesini) kaybetmeye karşı hassastır (He ve Lawrence, 1993; Manush vd., 2013; Khalil vd., 2023). Ayrıca, besinlerini parçalara ayırarak beslenen dekapodlarda suda çözünen vitaminlerin kaybı da önemli bir sorundur (Celada vd., 2013).

Yapılan araştırmalarda dekapodların askorbik asit eksikliğine karşı son derece hassas olduğu ve bu canlılarda askorbik asit takviyeli yemlerin hayatta kalma, büyüme ve yem kullanımını önemli ölçüde iyileştirdiği belirlenmiştir (Celada vd., 2013; Hou vd., 2015; Asaikkutti vd., 2016). Yapılan araştırmalar sonucunda, dekapod yetiştiriciliğinde, farklı türlerin büyüme ve fizyolojik fonksiyonlarını önemli düzeyde iyileştirme özelliğinden dolayı, bir mikro besin maddesi olarak askorbik asitin gerekliliği kanısına varılmıştır. Bu nedenle, ekonomik yönden değerli olan deniz ve tatlı su istakozlarında, yengeçlerde ve karideslerde araştırmalar yapılmaktadır.

2. Askorbik asitin ıstakozlarda büyüme ve bağışıklık sistemi üzerine etkileri

Istakozlarda askorbik asit ihtiyacına yönelik yapılan araştırmalarda dikenli ıstakozların askorbik asiti biyosentez kapasitesinden yoksun olduğu diğer taraftan Amerikan ıstakozunun ise sahip olduğunu göstermiştir (Takeuchi ve Murakami, 2007). Smith vd. (2004) tarafından askorbik asitle zenginleştirilmiş yavru artemia ile beslenen, dikenli ıstakoz *Jasus edwardsii*'de larval dönemde büyüme, hayatta kalma ve aktivite testleri (ozmotik/sıcaklık stresi) araştırılmıştır. Larvalarda, askorbik asit ve hayatta kalma arasında pozitif bir ilişki olduğu, III. evre filozomlarda askorbik asit konsantrasyonu ile stres indeksleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Askorbik asitin dokudaki konsantrasyonunun 1150 $\mu\text{g g}^{-1}$ ' den fazla olan filozoma larvaların ise stres indekslerinin azaldığı Smith vd. (2004) tarafından ortaya çıkarılmıştır. Diğer taraftan dekapodlar içerisinde deniz ıstakozu türü *Homarus americanus*'un yavru döneminde yapılan araştırma dehidroaskorbik asiti üretebilme kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Kean vd. (1985) tarafından yürütölmüş olan bir araştırmada ise ağırlığı 37-42 mg olan ıstakozlarda (*H. americanus*) 20 hafta süresince farklı oranlarda askorbik asit ihtiva eden diyetlerle yapılan besleme çalışması sonucunda büyüme ve ölüm oranı açısından deneme grupları arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Tatlı su ıstakozlarında (kerevit) ise , kontrollü yetiştirmenin ilk döneminde büyüme ve yem dönüşüm oranlarının diyetteki askorbik asit seviyelerine göre değişiklik gösterdiği belirlenerek yavru *Pacifastacus leniusculus* için 0,2 g L-askorbil-2-monofosfat-Na kg^{-1} diyet (0,07 g askorbik asit eşdeğeri) seviyesinin uygun olduğu önerilmiştir (Celada vd., 2013).

Khalil vd. (2023) tarafından *Procambarus clarkii* türü kerevitlerde yapılan araştırma sonucunda büyüme performansının L-askorbik asit ilave edilen tüm deneme gruplarında önemli bir artışa sebep olurken yem dönüşüm oranında düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca, diyete 360,45 mg/kg L-askorbik asit ilave edilen gruptaki kerevitlerde yem değerlendirme, kondisyon faktörü ve kas veriminin daha yüksek olduğu belirlenirken hayatta kalma oranında L-askorbik asit ilavesi ile arttığı görölmüşür. Toplam protein, kerevitlerin fonksiyonel durumunu belirlemek için önemli bir parametredir. Yapılan araştırmalarla yüksek toplam protein, globulin ve albumin içeriğinin kerevitlerin fonksiyonel durumunu gösterdiği bildirilmiştir. L-askorbik asit ilave edilen tüm deneme gruplarında da toplam protein, albümin, globulin, lizozim aktivitesi de artış göstermiştir (Khalil vd. 2023).

Lizozim kerevitlerde önemli bir bağışıklık fonksiyonuna sahiptir ve bakteriyel hücre duvarları üzerindeki litik etkileri nedeniyle antibakteriyel

aktiviteler gösteren kritik bir enzimdir (Zhang vd., 2010). Khalil vd. (2023) tarafından *P. clarkii* kerevitlerinde yürütülen çalışmada L-askorbik asit kerevitlerde lizozim aktivitesindeki artışa neden olurken malondialdehit konsantrasyonlarında azalma, katalaz, süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz enzim aktivitelerinde artış ve glutatyon içeriğinde azalma ile kendini gösteren hepatopankreatik antioksidan kapasiteyi önemli ölçüde artırmıştır. Elde edilen bulgular askorbik asitin kerevitlerin antioksidan kapasitesini artırma özelliğini ortaya koymaktadır.

Kong vd. (2021a) tarafından, *P. clarkii* türü kerevitte yapılan araştırma diyetlere farklı oranlarda (0,00, 60,13, 126,93, 192,06, 250,12 ve 321,38 mg kg⁻¹ diet) ilave edilen askorbik asitin büyüme performansı, spesifik olmayan bağışıklık ve antioksidan üzerine etkisi araştırılmıştır. Askorbik asit takviyeli diyetlerle beslenen kerevitlerde, tüm vücutta önemli ölçüde daha yüksek ham protein ve ham lipit içeriği belirlenirken hepatopankreastaki glutatyon içeriğinin, katalaz ve glutatyon peroksidaz aktivitelerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, askorbik asit ilave edilen diyetlerle beslenen kerevitlerin yem dönüşüm oranı ve hepatopankreatik malondialdehit değeri askorbik asit ihtiva etmeyen diyetle beslenen kerevitlerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Yavru kerevitlerde yapılan bu çalışmada regresyon analizi ile optimum diyetel L-askorbil-2-monofosfat seviyesi 265,67 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Kong vd. tarafından (2021b) *P. clarkii* kerevitleri üzerinde yapılan farklı bir çalışmada diyetle farklı oranlarda L-askorbil-2-monofosfat eklenmesiyle büyüme performansının ve spesifik olmayan bağışıklığın önemli düzeyde geliştiği belirlenmiştir. Kerevitlerde enfeksiyonlara karşı savunma için spesifik olmayan bağışıklık sistemleri (fenoloksidaz, lizozim, süperoksit dismutaz, asit fosfataz aktiviteleri gibi) önem taşımaktadır. Askorbik asit düzeyinin deneme gruplarında ,00, 141,01, 280,44, 419,06, 558,13 ve 692,09 mg kg⁻¹ diet, olduğu çalışma da 56 gün süre ile beslenen yavru kerevitlerde en yüksek vücut ağırlığı, spesifik büyüme oranı, fenoloksidaz aktivitesi, lizozim aktivitesi, süperoksit dismutaz aktivitesi ve anti-süperoksit anyon aktivitesinin askorbik asit düzeyinin 280,44 mg kg⁻¹ diet olduğu grupta olduğu belirlenmiştir. Hepatosomatik indeks değerinin de deneme gruplarında kontrol grubuna göre önemli düzeyde artış gösterdiği belirlenmiştir. Bunlarla birlikte, diyetle 141,01 ve 280,44 mg kg⁻¹ askorbik asit ihtiva eden diyetlerle beslenen kerevitlerde kas oranı, ham protein içeriği, toplam hemosit sayısının arttığı görülmüştür. Büyüme parametreleri incelendiğinde ise, spesifik büyüme oranında regresyon analizinin kırılma noktası optimum diyetel L-askorbil-2-monofosfat seviyesi 300,95 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

3. Askorbik asitin yengeçlerde büyüme ve bağışıklık sistemi üzerine etkileri

Askorbik asit güçlü bir indirgeyici maddedir ve çeşitli metabolik reaksiyonlarda bir ko-faktör olarak görev yapar. Sayyad (2017) tarafından askorbik asitin mevsimsel değişimleri tatlı su yengeci, *Barytelphusa guerin*'de farklı dokularda araştırılmıştır. Çalışma sonucunda yazar tarafından askorbik asitin mevsimsel olarak farklı dokularda değişim gösterdiği belirlenmiş ve askorbik asit değerinin yengeçlerde sentez yetersizliği nedeniyle düşük olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, Sayyad (2017) yengeçlerde de hızlı büyümede önemli bir destekleyici olan askorbik asitin sentezlenememesi nedeniyle düşük olması durumunda diyetlere gerekli ilavenin yapılmasının önemli olduğunu savunmuştur.

Askorbik asit immünolojik tepkiler için gerekli olup bağışıklık hücrelerinin işlevini olumlu yönde etkilemektedir. Perveen vd. (2022) tarafından yapılan araştırmada askorbik asitin, yengeç (*Portunus trituberculatus*) hemositlerinde zararlı bir patojen olan ve yengeç yetiştiriciliğinde mevsimsel hastalık salgınlarına neden olan parazit *Mesanothryx* sp'ye karşı immünolojik yanıtların aktivasyonunu sağladığı belirlenmiştir. Yengeçler üzerinde yapılan bu araştırma sonucunda hücre içi ve dışı fenol oksidaz, nitrit oksidaz sentaz, lizozim ve hücre içi oksijen dahil olmak üzere hücrel ve humoral faktörler, kültür ortamı askorbik asit ile desteklendikten sonra önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Ayrıca, hemositlerde *Mesanothryx* sp. parazitine karşı savunma testi inkübasyondan sonra askorbik asit kullanılarak gerçekleştirilmiş ve parazit büyümesi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda hemositlerin farklı kademeli askorbik asit dozlarıyla inkübe edilmiş olduğu ve *Mesanothryx* sp. parazit büyümesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca, parazit büyümesi kademeli askorbik asit dozlarıyla inkübe edilen hemositlerde azalma eğilimi göstermiştir. Bununla birlikte, parazit büyümesi, 12 saatten sonraki her zaman noktasında, tedavi edilen hemositlerde <72 saatte kontrol gruplarına göre önemli ölçüde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, enfeksiyon sonrası süre 72 saatin üzerine çıktıkça parazit büyümesinde azalma görülmüştür. Sonuç olarak, Perveen vd. (2022) tarafından yengeçlerde askorbik asitin antiparazitik yanıtları artırdığı ve bağışıklık sistemini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir.

Song vd. (2023) tarafından demir ve askorbik asitin yengeç türü olan *E. sinensis*'de büyüme performansı, antioksidan kapasitesi ve spesifik olmayan bağışıklık sistemi ve *Aeromonas hydrophila*'ya karşı hastalık direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Yengeçlere diyetle verilen 700,90 mg/kg askorbik asitin, 41,40 ve 143,00 mg/kg demir ile desteklendiğinde ağırlık artışı, spesifik büyüme oranını, asit fosfataz ve bakteriyolitik aktiviteyi artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca,

143,00 mg/kg demir ve 700,90 mg/kg askorbik asit içeren diyetle beslenen yengeçler *Aeromonas hydrophila* mücadelesinden sonra en yüksek hayatta kalma oranına sahip olmuştur. Araştırma sonunda 700,90 mg/kg askorbik asit diyetinin demir emilimini ve kullanımını teşvik edebileceğini ve böylece *E. sinensis*'in büyümesini, bağışıklığını ve hastalık direncini artırabileceği Song vd. (2023) tarafından bildirilmiştir.

Hou vd. (2015) tarafından yavru *Portunus trituberculatus* yengeçlerinde askorbik asit gereksinimi araştırılmıştır. Diyetteki askorbik asit miktarının 1,91 mg kg⁻¹ 'dan 36,76 mg kg⁻¹ 'a yükseldiğinde yengeçlerde spesifik büyüme oranının arttığı, diyetteki askorbik asit içeriği arttıkça, tüm vücuttaki ham lipid miktarında bir artış eğilimi gösterdiği ve bu değerlerin askorbik asitin 315,97 mg kg⁻¹ olarak eklendiği gupta diğer gruplara göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca, diyetteki askorbik asiti içeriğinin artmasıyla serumdaki alkalın fosfataz aktivitesinin de arttığı gözlemlenmiştir. Araştırma sonunda yavru *P. trituberculatus* yengeçlerinde askorbik asit gereksiniminin diyetin kuru maddesi olarak 42,60 mg kg⁻¹ olduğu bildirilmiştir.

4. Askorbik asitin karideslerde büyüme ve bağışıklık sistemi üzerine etkileri

Askorbik asit, karidesler içinde temel bir mikro besindir. Penaeid karideslerde diyetlere askorbik asit ilavesi ile büyüme, hayatta kalma, kabuk değişimi, strese karşı direnç ve bağışıklık tepkisinin arttığı bildirilmiştir (Merchie vd., 1998; Lee ve Shiau, 2002).

Karidesler de askorbik asit eksikliğinde büyümede azalma, dış iskeletin altında bulunan kolajen doku boyunca melanize lezyonlar, yara iyileşmesinde görülen bozukluklar ve bazı durumlarda ölümler kayıt edilmiştir (Manush vd., 2013). Penaeid karideslerde tanımlanan siyah ölüm sendromu gibi askorbik asit eksikliği belirtilerinin çoğu, kolajen sentezinin bozulmasıyla oluşmaktadır. Çünkü askorbik asit kolajen oluşumunda prolin ve lizinin hidroksilasyonu için esansiyeldir (Niu vd., 2009; Manush vd., 2013). Kuruma karideslerinde ise askorbik asit eksikliğinin belirtilerinde karapaks kenarlarında, abdomen bölgesinde ve yürüme bacaklarının uçlarında renk açılması ve anormal grimsi beyaz renk gelişimi görülmektedir (Deshimaru & Kuroki, 1976).

Manush vd. (2005) tarafından, tatlı su karidesi *Macrobrachium rosenbergii* üzerinde yapılan çalışmada diyetle alınan yüksek protein ve askorbik asitin kısaç ablasyonuna bağlı stresi azalttığı belirlenmiştir. Hemolenf glikozu, hepatopankreatik glikojen, kas askorbatı ve enzim aktiviteleri (glikoz 6 fosfataz (G6Paz), fruktoz1,6-bisfosfataz (FBPaz), laktat dehidrojenaz (LDH),

hepatopankreasta alanin aminotransferaz (ALT)) farklı zamanlarda test edilmiştir. Kısaç ablasyonundan hemen sonra yüksek glikoz seviyesi ve glukoneojenik enzimlerde (G6Paz ve FBPaz) artış belirlenmiştir. Ablasyon stresinde tedavi amaçlı uygulanan diyetlerle, hepatopankreasta LDH ve ALT aktivitesinin düştüğü, glikojen rezervleri yeniden kazanıldığı görülmüştür.

Manush vd. (2013) tarafından, *M. rosenbergii* karidesinde yürütülen farklı bir araştırmada karideslerin beslenmesinde proteolitik enzim, papain ve askorbik asitin kombine edilerek hazırlandığı diyetin karideslerin büyüme performansı üzerinde sinerjik bir etki gösterdiği belirlenmiştir.

Beyaz karides (*Litopenaeus vannamei*) larvalarında büyüme performansı ve stres direnci üzerindeki askorbik asit gereksinimleri Niu vd. (2009) tarafından araştırılmıştır. Araştırma sonucunda büyüme parametrelerinden ağırlık artışı için diyetle 191 mg kg⁻¹ askorbik asit uygun olarak bulunurken, düşük miktarda çözülmüş oksijen stres faktörleri gibi stresli koşullara karşı yüksek direnç sağlamak için 360 mg kg⁻¹ den fazla diyet seviyesine ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir. Karides larvalarının yetersiz düzeyde askorbik asit içeren diyetlerle beslendiklerinde iştah kaybı, daha az kabuk ve büyüme değişimi, yüksek ölüm oranı ve stres koşullarına karşı daha düşük tolerans gösterdikleri bildirilmiştir (Niu vd. 2009).

Hari ve Kurup (2002) tarafından, 74 mg ağırlığındaki *M. rosenbergii* tatlı su karidesinde diyetle askorbil 2 polifosfat ilavesi ile askorbik asitin büyüme etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonunda *M. rosenbergii*'nin normal büyümesi ve hayatta kalması için 135 mg askorbil 2 polifosfat kg⁻¹ diyetle gerekli olduğu bildirilmiştir.

Bir başka araştırmada ise Asaikkutti vd. (2016) tarafından, askorbik asitin tatlı su karidesi *Macrobrachium malcolmsoni*'nin büyüme performansı, kas kompozisyonu, antioksidan ve enzim aktivitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma da *M. malcolmsoni*'nin 100 mg kg⁻¹ askorbik asit ile desteklenmiş diyetle beslenen karideslerde daha yüksek toplam protein seviyesi göstermiştir ve *M. malcolmsoni*'nin hayatta kalması, büyümesi, antioksidan savunma sistemi ve üretimi için diyetlere 100 mg kg⁻¹ askorbik asit takviyesi yapılabileceği önerilmiştir.

Asaikkutti vd. (2018) tarafından, yapılan araştırmada ise tatlı su karidesi *M. rosenbergii*'nin 150 mg kg⁻¹ askorbik asit takviyesinin hayatta kalması, büyümesi, antioksidan savunma sistemi ve üretimi için gerekli olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada, askorbik asit takviyeli diyetlerle beslenen karideslerin süperoksit dismutaz, katalaz, glutamat-okzaloasetat transaminaz ve glutamat-piruvat transaminaz aktiviteleri, askorbik asit eklenmeyen diyetlerle beslenenlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Diyetle alınan lipid, E vitamini ve askorbik asitin büyüme performansı, yemden yararlanma, kas kompozisyonu ve antioksidan maddeler üzerindeki interaktif etkileri *L. vannamei* karideslerinde Ebadi vd. (2020) tarafından araştırılmıştır. Deneysel çalışmada 56 gün süresince ağırlığı yaklaşık olarak 5,3 g olan karidesleri farklı oranlarda lipid, vitamin E ve askorbik asit seviyelerine sahip diyetlerle beslenmiştir. Karideslerde en iyi büyüme performansının 70 g kg^{-1} lipid, 1 g kg^{-1} askorbik asit ve $0,3 \text{ g kg}^{-1}$ vitamin E içeren diyetlerle beslenen karideslerde olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde en düşük total antioksidan kapasite, süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidaz aktivitesi de bu grupta bulunan karideslerde gözlenmiştir. Araştırmanın sonuçları, diyetle alınan vitamin E ve askorbik asit etkileşiminin karideslerin büyümesi ve antioksidan enzim aktivitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve diyet lipid seviyelerini azaltarak büyüme indekslerini iyileştirdiğini göstermiştir.

Moe vd. (2004) tarafından, Penaeid karideslerde (*Marsupenaeus japonicus*) larval dönemde iki farklı askorbik asit (L-askorbil-2-monofosfat-Mg (AMP-Mg) ve L-askorbil-2 monofosfat-Na/Ca (AMP-Na/Ca) diyetlere farklı oranlarda ilave edilerek yaşama oranı, gelişim evresi, metamorfoz geçirerek postlarval döneme geçen larva sayısı, vücut ağırlığı, ve formalin stresine karşı tolerans (LT50) belirlenmiştir. AMP-Mg ve AMP-Na/Ca arasında benzer askorbik asit seviyesi altında yaşama oranı, gelişim evresi, vücut ağırlığı ve vücut uzunluğu üzerinde herhangi bir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte, hem AMP-Mg hem de AMP-Na/Ca'da farklı seviyelerde askorbik asit ilave edilen diyetlerle beslenen gruplar arasında yaşama oranı, gelişim evresi, metamorfoz geçirerek postlarval döneme geçen larva sayısı ve vücut ağırlığında önemli farklılıklar bulunmuştur. Yüksek oran da askorbik asit ilave edilen diyetle beslenmiş olan karideslerin formalin stresine maruz kaldıklarında her iki grupta da (AMP-Mg ve AMP-Na/Ca) düşük oranda askorbik asit ilave edilen veya askorbik asit ilave edilmeyen diyetlerle beslenen karideslere göre daha uzun süre hayatta kaldığı belirlenmiştir. Yapılan bu araştırmanın sonucunda kuruma karidesleri *M. japonicus* larvalarının diyetlerinde optimum askorbik asit seviyesinin AMP-Mg ve AMP-Na/Ca kullanıldığında sırasıyla 71 ve 43 mg askorbik asit/kg olduğu bulunmuştur.

5. SONUÇ

Askorbik asitin dekapodların büyümesi ve fizyolojik fonksiyonlarını sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmesi için gerekli olan bir mikro besin olduğu ve dekapodlar ise askorbik asit eksikliğine karşı hassas yapıda oldukları görülmektedir. Günümüzde dekapod türlerinin ekonomik önemlerinden dolayı artan talepleri nedeniyle bu canlıların kültür çalışmaları konusunda yapılan araştırmalar artmış, büyüme dönemlerine bağlı olarak temel ve mikro besinlerin

diyetlerdeki düzeylerinin belirlenmesi önem kazanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, dekapodlarda askorbik asit ilave edilen diyetlerin, genel olarak, bu canlılarda büyüme performansı, hayatta kalma, yem kullanımı, serum bakterisidal aktivite, süperoksit dismutaz, katalaz aktiviteleri, lizozim aktivitesi, antikor seviyeleri gibi parametreler üzerinde olumlu etkiler gösterdiği, bağışıklık tepkisini ve antioksidan kapasitesini arttırdığı ortaya çıkarılmıştır.

Bu nedenle, yetiştiricilik ortamlarında, tür bazında, diyetlere ilave edilecek askorbik asitin miktarlarının belirlenmesinin bu canlıların daha sağlıklı ve ekonomik bir şekilde yetiştirilmelerinin gerçekleştirilmesine katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- Aaqillah-Amr, M. A., Hidir, A., Azra, M. N., Ahmad-Ideris, A. R., Abualreesh, M. H., Noordiyana, M. N., & Ikhwanuddin, M. (2021). Use of pelleted diets in commercially farmed decapods during juvenile stages: A review. *Animals* 11 (6): 1761.
- Asaikkutti, A., Bhavan, P. S., Vimala, K., Karthik, M., & Cheruparambath, P. (2016). Effect of different levels dietary vitamin C on growth performance, muscle composition, antioxidant and enzyme activity of freshwater prawn, *Macrobrachium malcolmsonii*. *Aquaculture Reports*, 3:229-236.
- Asaikkutti, A., Bhavan, P. S., Vimala, K. & Karthik, M. (2018). Effect of different levels of dietary vitamin C on growth performance, muscle composition, antioxidant and enzyme activity of *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. Natl. Acad. Sci. India Sect. B Biol. Sci.* 88:477-486. <https://doi.org/10.1007/s40011-016-0772-5>
- Celada, J. D., Fuertes, J. B., Carral, J. M., Sáez-Royuela, M., González, Á., & González-Rodríguez, Á. (2013). Effects of vitamin C inclusion in practical diets on survival and growth of juvenile crayfish (*Pacifastacus leniusculus* Dana, Astacidae) from the onset of exogenous feeding. *Aquaculture Nutrition*, 19(1):110-116.
- Conklin, D.E. (1997). Vitamins. In: Crustacean Nutrition (D'Abramo, L.R., Conklin, D.E. & Akiyama, D.M. eds), pp. 123-149. WAS, Baton Rouge, LA, USA.
- Deshimaru, O., & Kuroki, K. (1976). Studies on a purified diet for prawn. VII. Adequate dietary levels of ascorbic acid and inositol. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 42: 571-576.
- Ebadi, H., Zakeri, M., Mousavi, S. M., Yavari, V., & Souri, M. (2021). The interaction effects of dietary lipid, vitamin E and vitamin C on growth performance, feed utilization, muscle proximate composition and antioxidant enzyme activity of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Research*, 52(5): 2048-2060.
- Hari, B., & Kurup, B.M. (2002). Vitamin C (ascorbyl 2 polyphosphate) requirement of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Asian Fisheries Science*, 15: 145-154
- He, H. & Lawrence, A.L. (1993) Vitamin C requirements of the shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 114:305-316.
- Hou, Y. M., Ji, M., Zhang, W., Huo, Y. W., & Zhou, Q. C. (2015). Dietary vitamin C requirement of juvenile swimming crab (*Portunus trituberculatus*). *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 27(12): 3772-3781. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-267x.2015.12.016>

- FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in Action (p. 224).
- Kean, J.C., Castell, J.D., Bodhen, A.G., D'Abramo, L.R. & Conklin, D.E. (1985) Juvenile lobster (*Homarus americanus*) do not require dietary ascorbic acid. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42:368– 370.
- Khalil, H. S., Ahmed, H. O., Elkhoully, N., El Basuini, M. F., El-Nokrashy, A. M., Hessein, A. A., & Abdel-Latif, H. M. (2023). Effects of l-ascorbic acid on growth, non-specific immunity, antioxidant capacity, and intestinal and hepatopancreatic histology of red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*. *Scientific Reports*, 13(1):21428.
- Kong, F., Zhu, Y., Yu, H., Wang, X., Azm, F. R. A., Yuan, J., & Tan, Q. (2021a). Effect of dietary vitamin C on the growth performance, nonspecific immunity and antioxidant ability of red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). *Aquaculture*, 541:736785.
- Kong, F., Yu, H., Wang, X., Abouel Azm, F. R., & Tan, Q. (2021b). Optimal dietary L-ascorbyl-2-monophosphate inclusion improved the growth performance and nonspecific immunity of red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). *Aquaculture Nutrition*, 27(6):2355-2364.
- Lee, M.H. & Shiau, S.Y. (2002) Dietary vitamin C and its derivatives affect immune responses in grass shrimp, *Penaeus monodon*. *Fish Shellfish Immunol.*, 12:119–129.
- Manush, S.M., Pal, A.K., Das, T., & Mukherjee, S.C. (2005). Dietary high protein and vitamin C mitigate stress due to chelate claw ablation in *Macrobrachium rosenbergii* males. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 142(1): 10-18.
- Manush, S. M., Srivastava, P. P., Kohli, M. P. S., Jain, K. K., Ayyappan, S., & Metar, S. Y. (2013). Combined effect of papain and vitamin-C levels on growth performance of Freshwater Giant Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13: 479-486.
- Merchie, G., Kontara, E., Lavens, P., Robles, R., Kurmaly, K. & Sorgeloos, P. (1998) Effect of vitamin C and astaxanthin on stress and disease resistance of postlarval tiger shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius). *Aquac. Res.*, 29: 579–585.
- Moe, Y.Y., Koshio, S., Teshima, S.I., Ishikawa, M., Matsunaga, Y., & Panganiban J.R, A. (2004). Effect of vitamin C derivatives on the performance of larval kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*. *Aquaculture*, 242(1-4): 501-512.

- Niu, J., Tian, L. X., Liu, Y. J., Mai, K. S., Yang, H. J., Ye, C. X., & Gao, W. (2009). Nutrient values of dietary ascorbic acid (L-ascorbyl-2-polyphosphate) on growth, survival and stress tolerance of larval shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 15(2):194-201.
- Perveen, S., Yang, L., Xie, X., Han, X., Gao, Q., Wang, J., & Yin, F. (2022). Vitamin C elicits the activation of immunological responses in swimming crab (*Portunus trituberculatus*) hemocytes against *Mesanophrys* sp. *Aquaculture*, 547:737447.
- Sayyad, N.R. (2017). Seasonal variations of ascorbic acid and lipid composition of freshwater edible crab, *Barytelphusa guerini*. *Bioscience Discovery*, Special Issue of conference on Animal Dissection - Need and Alternatives, 8(2-b) Special: 08-12, May.
- Song, Y., Cai, X., Bu, X., Liu, S., Song, M., Yang, Y., & Chen, L. (2023). Effects of iron and vitamin C on growth performance, iron utilization, antioxidant capacity, nonspecific immunity, and disease resistance to *Aeromonas hydrophila* in Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). *Aquaculture Nutrition*, 15 s. <https://doi.org/10.1155/2023/7228854>.
- Smith, G.G., Brown, M.R., & Ritar, A.J. (2004). Feeding juvenile *Artemia* enriched with ascorbic acid improves larval survival in the spiny lobster *Janus edwardsii*. *Aquaculture Nutrition*, 10(2): 105-112.
- Tacon, A.G.J. (2020). Trends in global aquaculture and aquafeed production: 2000–2017. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 28:43–56. <https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1649634>.
- Takeuchi, T., & Murakami, K. (2007). Crustacean nutrition and larval feed, with emphasis on Japanese spiny lobster, *Panulirus japonicus*. *Bulletin-Fisheries Research Agency Japan*, 20:15-23.
- Yin, X., Chen, K., Cheng, H., Chen, X., Feng, S., Song, Y., & Liang, L. (2022). Chemical stability of ascorbic acid integrated into commercial products: A review on bioactivity and delivery technology. *Antioxidants*, 11(1), 153.
- Zhang, H.W., Sun, C., Sun, S.S., Zhao, X.F. & Wang, J.X. (2010). Functional analysis of two invertebrate-type lysozymes from red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*. *Fish Shellfish Immunol.* 29: 1066–1072. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2010.08.023>
- Zhou, Q.C., Ding, Y., Zheng, S.X., Su, S.F., & Zhang, L. (2004). Effect of dietary vitamin C supplementation on growth and anti-disease ability of shrimp. *Penaeus Vannamei*. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 28(6):592–598. <https://doi.org/10.3321/j>.

Bölüm 9

Organik Tarımda Dünya’da Son Gelişmeler ve Organik Ürün Pazarlama

Sancar BULUT¹
Yaşar Deray SAYGI²

¹ Kayseri University Safiye Çıkrıkçıoğlu Vocational Collage, Department of Plant and Animal Production, 38280, Talas-Kayseri, Turkey
e-Mail: sancarbulut@kayseri.edu.tr – ORCID: 0000-0002-6261-0256

² Kayseri University Safiye Çıkrıkçıoğlu Vocational Collage, Department of Plant and Animal Production, 38280, Talas-Kayseri, Turkey
e-Mail: deraysaygi@kayseri.edu.tr – ORCID: 0009-0003-7993-7671

Özet

Türkiye’de AB ülkelerinden gelen taleplerin doğrultusunda 1985’li yıllarda başlayan organik tarım faaliyetleri ve ticareti yıllar içinde ilerleme kaydederek daha önemli bir konuma gelmiş durumdadır. Dünya’da yaklaşık 190 ülkede organik tarım yapılmakta ve üretim alanları her geçen gün giderek artmaktadır. İlk yıllarda sadece kuru üzüm ve kuru incir gibi birkaç geleneksel ürünle başlayan organik tarım faaliyeti, günümüzde ise bitkisel ürünler, işlenmiş gıda ürünleri ve diğer organik ürünler olarak sınıflandırabileceğimiz 260’den fazla ürüne sahip sektörel bir yapıya ulaşmıştır. Çalışmada, Dünya ve Türkiye’deki ticaret hacmi, organik ürünlerin pazarlanma yolları ve pazarlamada karşılaşılan sorunlar ile bu sorunlara karşı alınması gereken önlemlere ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Türkiye’de, organik ürünler çoğunlukla dış pazara sunulmakta, bir kısmı doğrudan tüketilmekte, bir kısmı ise iç pazarda satılmaktadır. Organik ürünler, organik ürün olduğu açıkça belirtilerek satılır. Organik ürünlerin, konvansiyonel ürün ile karışmaması ve organik niteliğinin korunması organik ürün satışı yapan müteşebbisin yükümlülüğündedir. Pazarlanan organik ürünler Türkiye iç piyasasında mutlaka Yönetmelikte belirtilen logolardan birini taşımak zorundadır. Ancak organik tarımdaki tüm gelişmelere rağmen en büyük sorun yetiştirilen ürünlerin pazarlanmasında yaşanmaktadır. Tüketici ve üretici güveni tesis edildikten sonra organik tarımda sürdürülebilirliğinin sağlanması için geniş bir bilgi ağı oluşturulmalı, organik üretim teşvik edilmeli ve organik gıdaya olan talep mutlaka karşılanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Organik Tarım, Organik ürün pazarlama, Dünya

Latest Developments of Organic Farming in the World and Organic Product Marketing

Abstract

Organic farming activities and trade, which started in Turkey in the 1980s in response to demands from EU countries, have advanced over the years, gaining more significance. Approximately 190 countries worldwide engage in organic farming, with production areas continuously expanding. Initially, organic farming activities in Turkey began with a few traditional products such as dried grapes and dried figs. Today, the sector encompasses more than 260 products, including plant-based products, processed food products, and other organic items. This study provides information on the trade volume of organic products worldwide and in Turkey, the marketing methods of these products, the challenges faced in marketing, and the measures that need to be taken to address these challenges. In Turkey, most organic products are exported, while some are consumed directly and others are sold in the domestic market. Organic products

are sold with clear indications that they are organic. It is the responsibility of the entrepreneur selling organic products to ensure they are not mixed with conventional products and to maintain their organic nature. Organic products marketed within Turkey must bear one of the logos specified in the Regulation. Despite all the developments in organic farming, the biggest issue remains the marketing of the grown products. To ensure sustainability in organic farming, a broad information network should be established, organic production should be encouraged, and the demand for organic food must be met once consumer and producer trust is established.

Keywords: Organic Farming, Organic Product marketing, World

1.Giriş

Organik Tarım, fikir ve felsefe olarak kökenlerini 1920li yıllara kadar geriye dayandırsa da Dünya çapında tanınması ve uluslararası uygulamalara başlanması 1970’li yılların başlarında olmuştur. Bu gelişime bağlı olarak organik ürünlerin yerel üretim ve tüketimi değişiklik göstermiş, artan talep ve ürün çeşitliliği ile birlikte uluslararası ticarete başlanmıştır (Altındişli, 2004; Aksoy ve Altındişli, 1999). Organik tarımın Dünya çapında gelişiminde, ilke ve yasal düzenlemelerin ortaya konmasında, 1972 yılında kurulan Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFOAM)’nun önemli katkıları olmuştur (Altındişli ve İlter, 2002; Anonymous, 2021).

Türkiye’de ise Organik Tarım 1984-85 yıllarında dünya gelişiminden farklı olarak ithalatçı ülkelerin talepleri doğrultusunda, sözleşmeli üretim sistemi çerçevesinde başlamıştır (Aksoy ve Altındişli, 1999). İhracat pazarına yönelik başlıca organik ürünler çekirdeksiz kuru üzüm, kuru incir, kurutulmuş kayısı, fındık, buğday ve buğday bazlı ürünlerdir. Ticarete Avrupa Birliği üyesi ülkeler ana hedeftir. Ancak Türk organik ürünleri son yıllarda 40’tan fazla ülkeye ihraç edilmeye başlanmış, yeni pazarlardaki payları da giderek artmıştır. Türkiye son yıllarda ABD, Körfez ülkeleri, Çin, Japonya ve diğer Avrupa ülkeleri gibi pazarlara yelken açmayı başarmıştır. Türkiye'nin organik ürün ihracatının % 75’i Batı Ege Bölgesi’nden gelmektedir. Ege Bölgesi aynı zamanda organik pamuk, pamuk bazlı ürünler ve işlenmiş gıda ürünlerinde de lider bölgedir (Willer vd., 2023). Ülkemizde organik tarımın üretim ve tüketimde gelişimini ve tanınırlığını organize bir şekilde arttırmak amacıyla çatı kurum olarak Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği (ETO) 1992 yılında faaliyete geçmiştir (Aksoy ve Altındişli, 1999).

Ülkemizde organik tarım, son yıllarda önemli bir büyüme göstermiştir. 2002’de 150 olan organik ürün sayısı, 2022’de 263’e yükselirken, çiftçi sayısı 12.428’den 44.927’ye, toplam organik üretim alanı 89.827 hektardan 310.584 hektara, üretim miktarı ise 310.125 tondan 1.600.858 tona ulaşmıştır. Türkiye’de organik tarım, 2022 yılı verilerine göre toplam tarımsal alanda %1,5’lik bir paya sahiptir. Dünya çapında, 2021 yılı verilerine göre tarım alanlarının %1,6’sında organik tarım uygulanırken, Avrupa Birliği ülkelerinde bu oran %9,6’ya ulaşmaktadır (Anonim, 2021; Anonim, 2022; Willer vd., 2023). Bölge ekolojisine uygun ürünlerin dayanıklı çeşitlerinin seçilmesi, bilimsel yetiştirme tekniklerinin kullanılması, organik gübre çeşitlerinin artırılması, hastalık ve zararlılarla zamanında ve etkin biyolojik ve biyoteknik yöntemlerle mücadele edilmesi gibi önlemlerle organik üretimde verimin artırılacağı bilinmesi gerekmektedir (Tıraşçı vd., 2020; Boz ve Kılıç, 2021).

2022 yılında Türkiye'de organik tarım yanında organik hayvansal üretimde de önemli bir artış gözlenmiştir. Toplam 101 üretici, 7.220 büyükbaş hayvan, 5.330 küçükbaş hayvan ve 684.408 kanatlı ile organik hayvansal üretim yapmıştır. Ayrıca 591 üretici tarafından 95.733 kovanla organik arıcılık faaliyetleri yürütülmektedir. Bu veriler, organik tarımın hayvansal üretimde de yaygınlaştığını ve önem kazandığını göstermektedir (Ünal ve Aydın Can, 2018; Anonim, 2023).

Günümüzde organik tarım yapısal ve ürün çeşitliliği olarak büyük değişim göstermiştir. İlk yıllarda sadece tarımsal ürünleri kapsayan organik ürünler günümüzde bunların yanında mobilya, bireysel ve ev tekstili, kozmetik ürünler ve makyaj malzemeleri, oyuncak, diş fırçası ve macunu, kesme çiçek, deterjan, kalem, ayakkabı vb. gibi gıda dışı binlerce ürün organik sertifikalı olarak pazara sunulmaktadır (Eryılmaz vd., 2019).

2022 yılında Almanya'nın Nürnberg şehrinde 31. kez düzenlenen BIOFACH, dünyanın en kapsamlı organik ürünler fuarı olarak bilinmektedir. 2022 yılında düzenlenen BIOFACH, 581'i Alman olmak üzere 2131 katılımcı ve 24.251 ziyaretçi ile gerçekleşmiştir. Fuar kapsamında geniş bir ürün yelpazesi sergilenmiş olup, organik tarımın çeşitli alanlarından ürünler tanıtılmıştır. Fuar, organik gıdalar, içecekler, kişisel bakım ürünleri, tekstil ürünleri, tarım ekipmanları ve sertifikasyon süreçleri gibi konuları kapsamaktadır (Anonymous, 2022).

Günümüzde organik tarım sadece bir tarım yöntemi değil, aynı zamanda bir yaşam felsefesi haline gelerek, doğaya ve çevreye saygılı, gıda ürünleri yanında günlük yaşamda kullanılan birçok gıda dışı ürünü kapsayan, agro-eko turizm, yiyecek içecek sağlama servisleri gibi birçok farklı sektörle birlikte faaliyet gösteren yaşam biçimi haline gelmiştir. Bunun yanı sıra, organik tarımın sürdürülebilirlik ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri de dikkat çekmektedir. Tüketici bilinci ve talebi arttıkça, organik tarım yöntemleri ve ürünleri desteklenmekte ve çeşitli inovasyonlarla bu alandaki uygulamalar geliştirilmektedir. Organik tarım, hem bireylerin hem de toplumların çevresel ve sağlık odaklı tercihlerine cevap veren önemli bir tarım ve yaşam biçimi olarak öne çıkmaktadır.

2. Dünyada Değişen Tüketici Beklentileri ve Gelişen Stratejiler

Tüketicilerin organik tarım hakkında ilk yıllardaki bakış açısı ile bugünkü bakış açıları arasında önemli değişimler gözlemlenmektedir. İlk yıllarda yapılan anketlerde tüketiciler organik ürün tüketme nedeni olarak çok büyük oranda kendi sağlıklarını korumak olarak belirtmişlerdir. Ancak son yıllarda yapılan anketlerde tüketicilerin kendi sağlıklarını koruma ile çevreyi ve ekosistemi

koruma nedenleri ilk sırada belirtilmekte ve en büyük oranı almaktadır. Bu cevaplar bize tüketicilerin çevre konusunda daha bilinçli hale gelerek bu konuyu önem sıralamasında ilk sıralara çıkardığını göstermektedir (Anonim, 2023).

Tüketicilerin eğilimlerini tespit etmek amacıyla son yıllarda yapılan anketlere verdikleri cevaplar değerlendirildiğinde tüketicilerde;

- Çevreye karşı ilginin ve bilincin geliştiğini,
- Sağlıklı beslenme ve kimyasal madde içermeyen doğal ürünlere olan talebin arttığını,
- GDO içermeyen ürün tercihinin yaygınlaştığını,
- Ürünlerin kökeni hakkında bilgi edinme isteğinin oluştuğunu,
- Etik değerler ve adil ticarete önem verildiğini,
- Mevsimlere uygun, yerel çeşitler ve yerel ürünlerin öncelikli tüketilmek istenildiğini,
- Sürdürülebilir değerlere önem verildiğini görmekteyiz.

Tüketicilerin değişen eğilimlerine cevap vermek amacıyla organik tarım üretiminde de yeni stratejiler ortaya konmuştur. Bu stratejiye ORGANİK ARTI (**Organik +**) denmektedir. Bu değişimin ana nedeni, günümüz tüketicilerinin organik üretimi artık standart bir uygulama olarak görmesi, sadece organik olmasının artık yetersiz olduğu, bu ürünlere organik olmasının yanında bazı ek sürdürülebilir değerler eklenmesi gerektiğini ifade etmesidir.

Günümüzde organik ürünlerde artık organik olmasının yanı sıra tüketiciler tarafından değer verilen çeşitli sürdürülebilir özellikler de bulunmaktadır. Bunlar arasında adil ticaret ve ahlaki kaynaklar, düşük karbon ayak izi, yerel köken veya yerel çeşitlilik, biyoçeşitliliği destekleme, çevre dostu ambalajlama, yenilenebilir enerji kullanımı ve düşük enerji tüketimi gibi değerler ön plana çıkmaktadır.

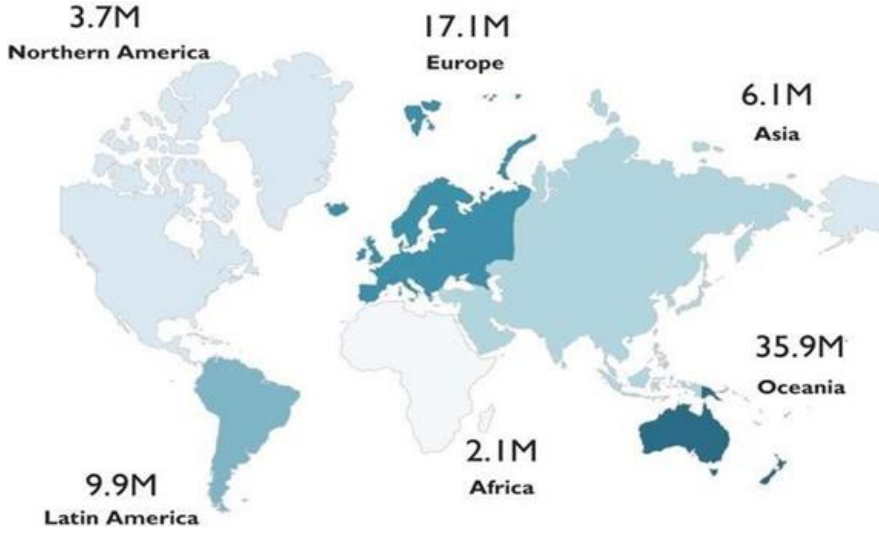
Satın aldığı organik üründe bu ek değerleri isteyen tüketiciler, üretici ve işleyicileri bu konulara odaklanmaya teşvik etmektedirler. Organik ürünün üretiminde ek sürdürülebilir değer varsa bunu tüketicilere aktarabilmek için ürün ambalajlarının üzerinde sürdürülebilir değeri ifade eden logolar kullanılmaktadır. Bu logolara Eko Etiket (Eko Label) denmektedir. Eko Etiket (Eko Label), tüketicilerin ve kurumsal alıcıların belirli çevresel performans kriterlerini karşılayan ve bu nedenle "çevresel olarak tercih edilebilir" şeklinde kabul edilen ürünleri hızlı ve kolay bir şekilde tanımlamalarına yardımcı olan işaretlerdir. Bu etiketler, ürünlerin üretim sürecinde çevresel etkilerini azaltan veya sosyal sorumlulukları yerine getiren ürünleri belgelendirmek için kullanılmaktadır. Devlet kurumları, kâr amacı gütmeyen çevre koruma organizasyonları veya özel sektör kuruluşları tarafından verilir veya yönetilmektedirler. Tüketicilere, satın aldıkları ürünlerin çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik açısından belirli standartları karşıladığını garantileyerek bilinçli tercih yapma imkânı sağlarlar.

Eko etiketleme, tüm dünyada tüketici alışkanlıklarını değiştirmeye ve gelecek yüzyılda kaynakları ve enerjiyi daha akıllıca kullanarak sürdürülebilir kalkınma çabalarını teşvik etmeye yönelik bir araç olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2024).

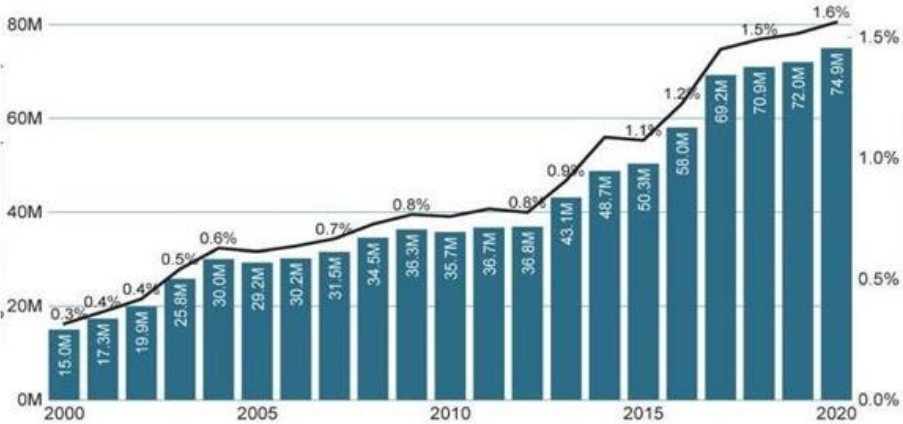
Son yıllarda ambalajlarda görülen sürdürülebilir ek değeri ifade eden logolar 250 farklı eko etikete ulaşmıştır. Bu ek değer etiketlerini taşıyan ürünler, sadece organik olmalarının ötesinde çevresel ve sosyal sorumlulukları da yerine getirdiklerini göstererek pazarda avantaj sağlamaktadır.

3. Dünyada Organik Tarım Üretiminde Son Gelişmeler

Dünya genelinde organik tarım istatistikleri her yıl FiBL (The Research Institutes of Organic Agriculture) ve IFOAM (Organics International) tarafından toplanarak yayınlanmaktadır. 2022 yılında yayınlanan 23. sürüm istatistikleri, dünya genelinde 2020 yılına ait kapsamlı organik tarım verilerini kapsamaktadır. 2020 yılı, küresel olarak organik tarım için oldukça önemli bir yıl olarak tarihte yerini almıştır. Dünya genelinde yapılan en son araştırmalar, organik tarım arazilerinin sürekli olarak genişlediğini ve 190 ülkeden gelen verilere göre tarihin en yüksek seviyesine ulaştığını göstermektedir. Geçiş sürecindeki alanlar da dâhil olmak üzere, dünya genelinde 2020 yılı itibarıyla 74,9 milyon hektarlık organik tarım alanı bulunmaktadır. En büyük organik tarım alanına sahip kıtalar sırasıyla Okyanusya (%48, yani 35,9 milyon hektar) ve Avrupa (%23, yani 17,1 milyon hektar) olarak öne çıkmaktadır. Latin Amerika (%13,3, yani 9,9 milyon hektar), Asya (%8,2, yani 6,1 milyon hektar), Kuzey Amerika (%5,0, yani 3,7 milyon hektar) ve Afrika (%2,8, yani 2,1 milyon hektar) ise sırasıyla diğer önemli organik tarım bölgeleridir (Şekil 1) (FiBL, 2022; IFOAM, 2022; Willer vd., 2023).



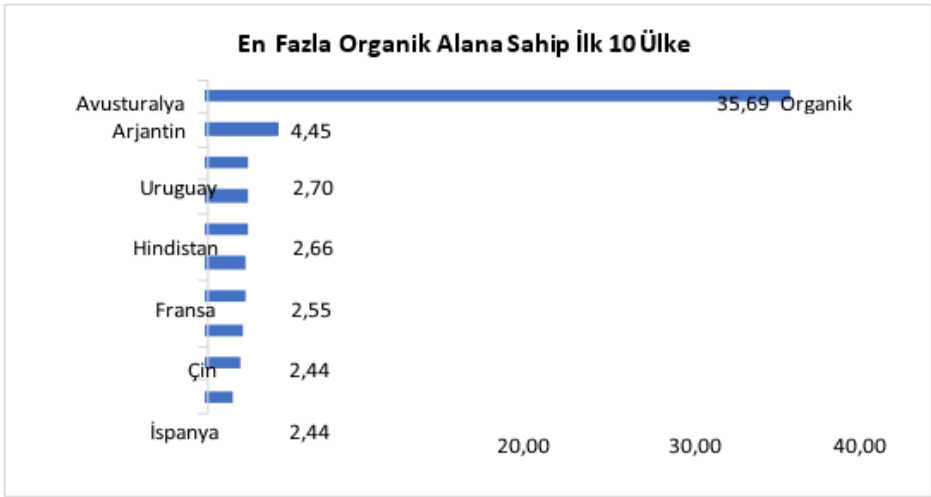
Şekil 1: Dünya organik tarım alanları hektar (M=Milyon),
(Kaynak FiBL-IFOAM2022)



Şekil 2: Dünyada organik tarım alanları (M=Milyon),
(Kaynak FiBL-IFOAM 2022)

Dünya genelinde en büyük organik tarım arazisine sahip ülkeler Avustralya, Arjantin ve Uruguay'dır. Avustralya'da 35,7 milyon hektarlık organik tarım alanı bulunurken, Arjantin 4,5 milyon hektarlık ve Uruguay ise 2,7 milyon hektarlık organik tarım arazisine sahiptir. Bu ülkeler, organik tarımın yaygın olarak uygulandığı ve büyük ölçekli organik tarım üretiminin gerçekleştirildiği önemli bölgelerdir. En büyük organik alana sahip ülke Avustralya'dır. Bu önemli farkın

nedeni hayvan yetiştiriciliğinin açıkta yapılması ve organik sertifikalı mera ve otlak alanlarının büyüklüğüdür. (Şekil 3), (Tablo 1). Arjantin 2. sıraya ve Uruguay hızla büyüyerek 3. sıraya yerleşmiştir. Türkiye, organik tarım alanı olarak dünya genelinde 18. sırada yer almakta olup, dünya organik tarım arazisinin yaklaşık %1.4'ünü kapsamaktadır (FIBL, 2022; IFOAM, 2022; Willer vd., 2023).



Şekil 3: 2020 yılında dünyada en çok organik alana sahip ilk 10 ülke.
(Kaynak FiBL-IFOAM 2022)

2020 yılında küresel olarak organik tarım alanlarına yönelik verilere göre, dünya genelinde tarım arazilerinin % 1,6'sı organik olarak işletilmektedir. Bazı ülkelerde bu oranlar oldukça yüksektir; örneğin Lihtenştayn (% 41,6) ve Avusturya (% 26,5) gibi. 18 ülkede, tarım arazilerinin %10'u veya daha fazlası organik tarım için kullanılmaktadır (Tablo 1) (FIBL, 2022; IFOAM, 2022; Willer vd., 2023).

Dünya genelinde 2020 yılında organik tarım alanları, önceki yıla göre 3,0 milyon hektar (%4,1) artış göstermiştir. Bu dönemde birçok ülkede önemli artışlar tespit edilmiştir. Örneğin Şili, organik otlak alanlarındaki artışın etkisiyle %650 artış göstererek 0,135 milyon hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Papua Yeni Gine ise %322 artışla 72.000 hektar üzerinde bir organik tarım alanına sahip olmuştur. Arjantin, Uruguay ve Hindistan gibi ülkelerde ise en büyük artışlar görülmüştür. Arjantin'de organik tarım alanı %21,3 artarak 781.000 hektara, Uruguay'da %27,9 artarak 589.000 hektardan fazlaya ve Hindistan'da %15,6 artışla 359.000 hektara ulaşmıştır (Tablo 1) (FIBL, 2022; IFOAM, 2022; Willer vd., 2023).

Tablo 1: Organik Tarımda Önde gelen Ülkeler

Gösterge	Dünya	En iyi ülkeler
Organik Faaliyeti olan ülkeler	2020: 190 Ülke	
Organik Tarım Alanı	2020: 74.9 Milyon ha (1999: 11 Milyon ha)	Avustralya (35.7 Milyon ha) Arjantin (4.5 Milyon ha) Uruguay (2.7 Milyon ha) Lihtenştayn (41.6 %) Avusturya (26.5 %) Estonya (22.4 %)
Organik alanın toplam tarım alanına oranı	2020: 1.6 %	Arjantin: 781.000 ha (+21 %) Uruguay: 589.000 ha (+28 %) Hindistan: 359.000 ha (+16%)
Organik Tarım Alanındaki artış 2019/2020	3 Milyon hektar (ha); +4.1 %	Finlandiya (5.5 Milyon ha) Namibia (2.6 Milyon ha) Zambia (2.5 Milyon ha)
Doğadan toplama ve diğer tarım dışı alanlar	2020: 28.5 Milyon ha (1999: 4.1 Milyon ha)	Hindistan (1.599.010) Etiyopya (219.566) Tanzanya (148.607)
Üretici	2020: 3.4 Milyon üretici (1999: 200.000 Üretici)	US (49.5 Milyar euro) Almanya (15.0 Milyar euro)Fransa (12.7 Milyar euro) İsviçre (418 euro) Danimarka (384 euro) Luxemburg (285 euro)
Organik Pazar	2020: 120.6 Milyar euro (2000: 15.1 Milyar euro)	
Kişi Başı Tüketim	2020: 15.8 euro	
Organik düzenlemelere sahip ülke/bölge sayısı	2020: 76 (Tamamıyla uygulamada)	

(Kaynak FiBL-IFOAM 2022)

2022 yılı istatistikleri genel verilerini incelediğimizde, Dünyada organik tarım yapan ülke sayısının 190'a, organik ürün üreticisi sayısının 3,4 milyon üretici sayısına ulaştığı görülmektedir. Dünyadaki organik üreticilerin %56'sı Asya'da bulunmaktadır. Afrika %24 ile ikinci sırada gelirken, Avrupa %12 ve Latin Amerika %8 ile sırasıyla üçüncü ve dördüncü sırayı almaktadır. En fazla organik üreticiye sahip ülkeler ise Hindistan (1.599.010), Etiyopya (219.566) ve Tanzanya (148.607) şeklindedir. 2019 yılına kıyasla, organik üretici sayısında yaklaşık 239.000 kişilik (%7,6'lık) bir artış yaşanmıştır. Kişi başına organik ürün tüketiminde ise son 20 yılda 6 kattan fazla artarak, 2020 yılında 15,8 Avro olarak gerçekleşmiştir. Organik tarım ile ilgili yasal düzenlemelere sahip ve tamamen uygulamış ülke sayısı 2020 yılı itibarıyla 76'ya çıkmıştır (FiBL, 2022; IFOAM, 2022; Willer vd., 2023).

Dünya genelinde organik tarım alanlarına ek olarak, organik olarak kullanılan diğer alanlar da bulunmaktadır. Bu alanların büyük bir bölümü doğadan toplama ve arıcılık alanlarından oluşmaktadır. Ayrıca su ürünleri yetiştiriciliği, ormanlar ve tarım dışı arazilerdeki otlak alanları da organik faaliyetler için kullanılan diğer alanlardır. Toplamda bu alanlar 30 milyon hektarı kapsamaktadır. Bu alanlar göz önüne alındığında, dünya genelindeki tüm organik alanların toplamı 104,9 milyon hektara ulaşmaktadır. Ancak birçok ülke, su ürünleri yetiştiriciliği ve ormanlar gibi tarım dışı organik faaliyet alanlarını sayısal olarak rapor etmemektedir. Dünya genelindeki organik tarım alanları incelendiğinde, %73,5 oranında organik ürün yetiştiriciliği yapılan alanlar bulunduğu, %25,3 oranında (28.526 hektar) ise doğadan toplama ve arıcılık alanlarının kullanıldığı görülmektedir (Şekil 4 ve Tablo 2) (FIBL, 2022; IFOAM, 2022; Willer vd., 2023).



Şekil 4: 2020 yılında bütün organik alanların dağılımı
(Kaynak FiBL-IFOAM 2022)

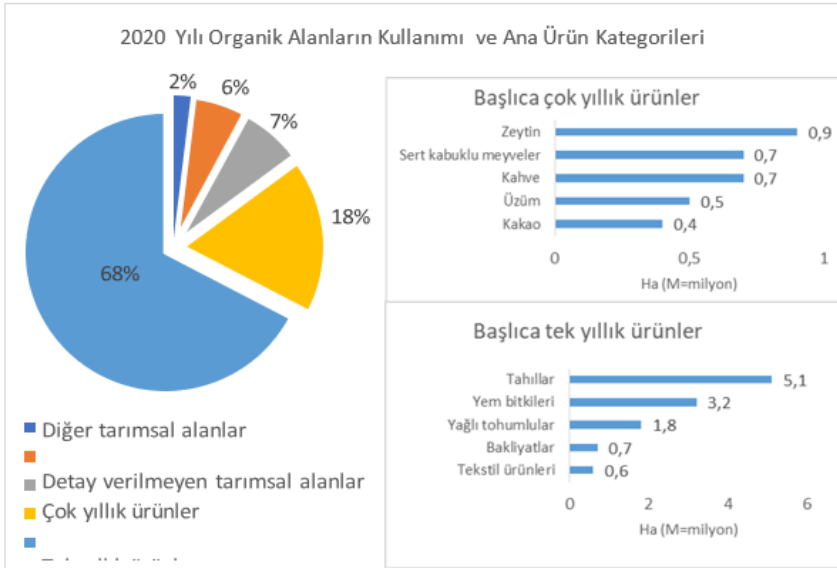
Tablo 2: Dünyadaki Diğer Organik Tarım Alanları (Geçiş Süreci Dahil)
ve 2020 Yılı Kıtalara Göre Dağılım

Kıta	Tarımsal üretim (ha)	Su ürünleri (ha)	Orman (ha)	Doğadan toplama (ha)*	Diğer tarım dışı alanlar (ha)	Toplam (ha)
Afrika	2.086.858		38,122	11.717,98	170,00	13.843.131
Asya	6.146.235	107,631		3.530,544	25,638	9.810.050
Avrupa	17.098.133	3	16,54	9.912,92	120	27.027.715
Kuzey Amerika	3.744.163		205,196	289,965		4.239.323
Latin Amerika	9.949.461	2,122	40,011	3.075,47	988,604	14.055.674
Okyanusya	35.908.876					35.908.876
DÜNYA	74.926,006	109,755	299,868	28.526,883	1.014,533	104.877.045

(Kaynak FiBL-IFOAM 2022)

Dünya genelinde organik tarım alanlarının %92'sinde kullanımıyla ilgili detaylı bilgiler bulunmasına rağmen, Brezilya ve Hindistan gibi bazı ülkeler için yeterli bilgi bulunmamaktadır. Organik tarım alanlarının yaklaşık üçte biri tek yıllık veya çok yıllık bitkilerden oluşmaktadır, geri kalan kısmı ise çayır ve mera olarak kullanılan alanlardan oluşmaktadır (51 milyon hektar). Toplam organik alanların %18'i ise 13 milyon hektarın üzerindeki ekilebilir alanlarda yer almaktadır. Bu alanlarda genellikle tahıllar, baklagiller, pirinç, ayçiçeği ve tekstil bitkileri yetiştirilmektedir. Ayrıca, ortalama 5,2 milyon hektarlık alanda çok yıllık ürünler olan zeytin, kahve, üzüm, kakao ve fındık yetiştirilmektedir (Şekil 5) (FIBL, 2022; IFOAM, 2022; Willer vd., 2023).

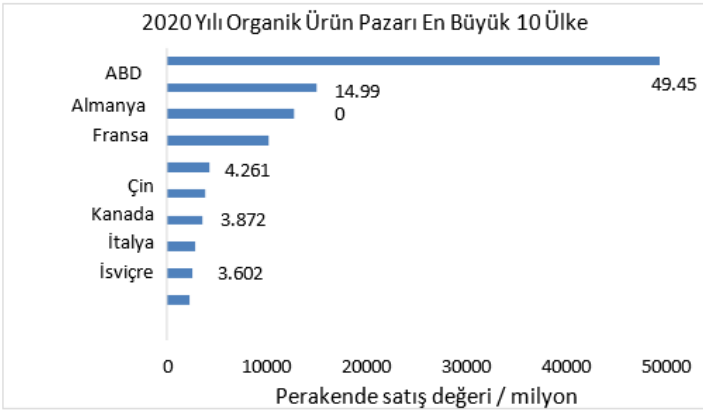
Bitkisel üretim açısından değerlendirildiğinde en büyük üretim alanına sahip ilk beş ürün gruplanmıştır. Buna göre tek yıllık bitkilerde ilk sırayı tahıllar (5.1 milyon ha), yeşil yem bitkileri (3.2 milyon ha), yağlı tohumlar 1,8 milyon ha), bakliyatlar (0.7 milyon ha) ve tekstil ürünleri (0,6 milyon ha) almaktadır. Çok yıllık bitkilerde ise zeytin (0,9 milyon ha), fındık gibi sert kabuklu meyveler (0,7 milyon ha), Kahve (0,7 milyon ha), üzüm (0,5 milyon ha) ve kakao (0,4 milyon ha) almaktadır. Çok yıllık bitkilerde endüstriyel üretime sahip ve çok sayıda farklı ürüne işlenebilen ürünler ilk sıraları almıştır (Şekil 5) (FIBL, 2022; IFOAM, 2022; Willer vd., 2023).



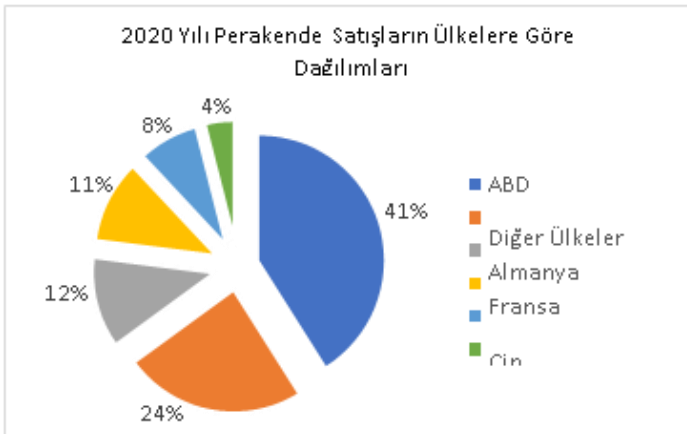
Şekil 5: 2020 yılında organik alanların kullanımı ve ana ürün kategorileri
(Kaynak FiBL-IFOAM2022)

4. Dünya Organik Pazarında Son Gelişmeler

Organik ürünlerde Dünya Pazar payı hızla gelişerek toplamda, 2020 yılında 120 milyar avroyu aşmıştır. Dünya’da en büyük organik pazar payına sahip ülkelerden ilk sırayı ABD (49,5 milyar avro), ikinci sırayı Almanya (15,0 milyar avro), üçüncü sırayı Fransa (12,7 milyar avro) almaktadır. Amerika Birleşik Devletleri tek başına küresel pazarın %41’ini oluştururken, onu Avrupa Birliği (%37) ve Çin (%8,5) izlemiştir. İsviçre, 2020 yılında kişi başına düşen organik ürün tüketimi açısından 418 avro ile en yüksek seviyeye ulaşan ülke olmuştur. Organik ürün pazar payında en yüksek oranlara ise Danimarka (%13,0), Avusturya (%11,3) ve İsviçre (%10,8) gibi ülkelerde ulaşılmıştır (Şekil 6,7) (FiBL, 2022; IFOAM, 2022; Willer vd., 2023).



Şekil 6: 2020 yılında organik ürün pazar değeri en büyük ilk 10 ülke (Kaynak FiBL- IFOAM 2022)



Şekil 7: 2020 yılı organik ürün perakende satışların ülkelere göre dağılımları (Kaynak FiBL-IFOAM 2022)

Dünyada yıllık kişi başına organik gıda harcaması 14 Avro seviyesindedir. Kişi başına yıllık organik ürün harcaması açısından ülkeler değerlendirildiğinde Danimarka 344 Avro ile ilk sırada, İsviçre 338 Avro ile ikinci sırada, Lüksemburg 265 Avro ile üçüncü sırada yer almaktadır. Danimarka'da organik ürün pazar payının % 12,1, tarım alanları içinde organik tarım alanlarının payının ise % 10,9 seviyelerinde olduğu tespit edilmiştir (Willer vd., 2022).

5. Organik Tarımın Gelişimi / Organik 1.0'dan Organik 4.0'a Geçiş Süreci

Organik tarımın kökeni ve öncüleriyle başlayarak tarihsel gelişim süreci, günümüzde geldiği nokta ve gelecekteki potansiyel etkileri konusu farklı şekillerde ele alınmıştır. Organik tarım ve organik üretimin söz konusu gelişim süreçleri, web ortamındaki gelişim süreçlerine benzer şekilde "1.0, 2.0, 3.0 ve 4.0" şeklinde adlandırılmıştır. Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFOAM) tarafından yapılan tartışma ve yayınlamalar sonucunda bu sınıflandırma popülerlik kazanmıştır (FIBL, 2022; IFOAM, 2022).

Organik üretim süreçlerini kısaca özetlemek gerekirse 1.0 öncüler, 2.0 standartlar, 3.0 küresel dönüşüm ve 4.0 dijitalleşme şeklinde ifade edilebilir. Organik "1.0" dönemi, Sir Albert Howard, Dr. Rudolf Steiner, Lady Eve Balfour, J. I. Rodale, Rachel Carson gibi farklı ülkelerden organik tarım öncüleri tarafından başlatılmış ve bu süreçte temel prensipler ve yöntemler geliştirilmiştir. Bu süreç, 1900'lerin başından 1970'lere kadar devam etmiştir. Organik 1.0 sürecinde öncülerin ortaya çıkışıyla birlikte farklı ülkelerde organik üretim üzerine çalışmalar yapılmış, ancak genel ve ortak bir standart belirlenememiş veya yasal altyapı oluşturulamamıştır. Organik birlikler ve derneklerin ortaya çıkmasıyla birlikte, ortak çalışmalar artmış ve bu birliklerin ağı IFOAM'un kuruluşuna yol açmıştır. IFOAM'un ortaya çıkışıyla birlikte, dünya çapında geçerli yasal altyapı ve standartlar belirlenmiş ve organik tarımın küresel gelişimi hız kazanmıştır (Kumcu ve Marangoz, 2018; FIBL, 2022; IFOAM, 2022).

Birliklerin kuruluşuyla birlikte, 1970'lerin başında organik 2.0 ortaya çıkmıştır. Amerika'da kurulan Rodale Enstitüsü (1947), Almanya'da kurulan Biyodinamik Araştırma Enstitüsü (1950), İsviçre'de kurulan Organik Tarım Araştırma Enstitüsü-FIBL (1973), Hollanda'da kurulan Louis Bolk Enstitüsü (1976), İngiltere'de kurulan Büyük Çiftlik Araştırma Merkezi (1982) ve Norveç'te kurulan Norveç Organik Tarım Merkezi (1986) bu birliklere örnek teşkil etmektedir (Rahmann vd., 2016; Kumcu ve Marangoz, 2018). Organik Tarım Hareketlerini bir araya toplamak ve koordineli bir organik tarım hareketi başlatmak için 1972 yılında IFOAM kurulmuştur (IFOAM, 2024.)

IFOAM'un kuruluşundan itibaren organik tarımın gelişimine öncülük ederek, üretim, işleme, taşıma ve depolama süreçlerini kapsayan uluslararası standartlar oluşturulmaya başlanmıştır. Bu aşamada sertifikasyon yöntemleri adım adım belirlenmiş ve ilk resmi tüzükler 1980'li yıllarda Avrupa ve Amerika'da yayımlanmaya başlanmıştır. Organik tarım standartlarının detaylı bir şekilde düzenlenmesi, bu süreçlerin kontrol edilmesi ve sertifikasyonun yasal bir temele oturtulması, tüketicilerin ve politika yapımcıların organik ürünlere olan güvenini artırmıştır. Bu standartlar ve süreçler, organik tarımın güvenilirliğini sağlamak amacıyla küresel düzeyde önemli bir rol oynamıştır (Arbenz vd., 2016).

IFOAM, organik tarım standartlarının yasal bir temele oturtulmasında önemli bir rol oynamıştır. 2014 yılında İstanbul'da IFOAM tarafından düzenlenen Dünya Organik Kongresi'nde "Organik 3.0" konusu tartışılmıştır. 2017 yılında ise Hindistan'da düzenlenen Dünya Organik Kongresinin ana teması olarak belirlenmiş ve 180'den fazla ülkeden gelen katılımcı tarafından ele alınmıştır (IFOAM, 2024.).

Organik tarım, sürdürülebilir tarım için rehberlik eden bir model olarak kabul edilmiştir. Organik 3.0 süreci, ekoloji, toplum, kültür, hesap verebilirlik ve ekonomi gibi konuları yerel ve bölgesel düzeyde birleştiren ve bütünleştiren modern ve yenilikçi bir tarım sistemi hedeflemiştir. Organik 3.0 modeli, gerçekten sürdürülebilir tarım sisteminin kurulmasını temel amaç edinmiştir. Bu amaçla, organik ilkelere dayalı pazarların geliştirilmesi, yenilik kültürünün teşvik edilmesi, en iyi uygulamaların aşamalı olarak iyileştirilmesi, şeffaf ve bütünsel bir tarım sisteminin kurulması, tüm paydaşlar arasında kapsamlı iş birliklerinin sağlanması ve gerçek maliyet ile fiyatların belirlenmesini içeren bütüncül bir model oluşturulmasına çalışılmıştır (Arbenz vd., 2016). Organik 3.0 sadece ekolojik üretim yöntemlerinin yeniden tasarlanmasını değil, aynı zamanda sürdürülebilir ve sağlıklı yaşam tarzlarının da yeniden tasarlanmasını hedeflemiştir. Bu yaklaşım, organik tarımın ötesinde, insanların sağlık ve refahlarını destekleyen, doğal kaynakları koruyan ve çevresel etkileri minimize eden bir sistem olarak ortaya çıkmıştır (Rahmann vd., 2016).

Organik 3.0 kavramı, dünya genelinde karşı karşıya kalınan doğal kaynakların tükenmesi, artan kirlilik, yüksek enerji tüketimi, biyoçeşitlilik kaybı, açlık ve sosyal eşitsizlik gibi büyük küresel sorunlara çözüm sunmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, sadece ekolojik üretim yöntemlerini yeniden tasarlamakla kalmayıp, aynı zamanda sağlıklı ve sürdürülebilir yaşam tarzlarının teşvik edilmesini ve bu alanlarda derinleşen bir farkındalığın oluşturulmasını da amaçlamıştır. (Arbenz vd., 2016). Organik tarım 4.0 kavramı, organik tarımın dijitalleşme ve teknoloji ile entegrasyonu olarak tanımlanabilir. Bu aşama, önceki organik 3.0 yaklaşımını daha ileriye taşımak ve modern tarım tekniklerinin, dijital

tarım teknolojilerinin organik tarıma entegrasyonunu sağlamak amacıyla ortaya çıkmıştır. Organik tarım 4.0 kavramı, tarımın dijitalleşmesini ifade eder ve yapay zekâ, büyük veri analitiği, sensor teknolojileri gibi yenilikçi araçların kullanımıyla tarımın daha sürdürülebilir ve verimli hale gelmesini hedeflemektedir (Kirmikil ve Ertaş, 2020).

Organik Tarım 4.0 süreci, birbirleriyle iletişim kurabilen teknolojiler ve akıllı fabrikalar aracılığıyla daha düşük maliyetli, esnek, verimli ve hızlı üretimi hedefleyen yoğun bir teknoloji dönemini başlatmıştır (Kılıç ve Alkan, 2018). Batı ülkelerinde nüfusun yaşlanması ve iş gücünde oluşabilecek potansiyel sıkıntılar, endüstriyel üretim gücünün Doğu'ya kayma riskiyle birlikte dijital dönüşümü zorunlu hale getirmiştir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017). Bu yeni dönem, mevcut iş modellerini dönüştürerek yeni gelir kaynakları sağlayan ve değer üreten fırsatlar yaratan bir değişim sürecidir (Dengiz, 2017). Tarım 4.0 dönemi, modern bilgi ve iletişim teknolojilerinin tarıma entegrasyonu ile karakterize edilen akıllı tarım çağıdır. Bitki ıslahı ve genetik ilerlemelerin ardından, hassas ekipman, coğrafi konumlandırma sistemleri, sensorler, nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri, insansız hava araçları (İHA), robotik gibi BİT çözümleriyle desteklenen tarım endüstrisini ifade etmektedir (Duman ve Özsoy, 2019).

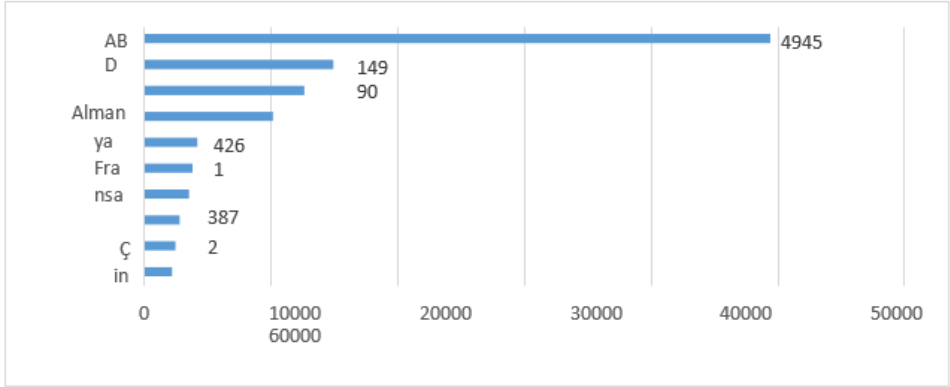
6. Organik Ürün Ticareti ve Tüketim

Dünya'da 2020 yılı itibariyle 120,6 milyar Avroya ulaşan organik tarım pazarı her geçen yıl artmaktadır. Gün geçtikçe artan sağlık sorunları ve değişen beslenme alışkanlıkları, konvansiyonel tarımdan kaynaklanan olumsuz etkileri göz önünde bulundurarak organik tarım ve organik gıda ürünleri pazarının büyümesini sağlamaktadır. Ülkemiz, dünya genelinde organik tarım üreticisi sayısı bakımından önde gelen ülkelerden biri olmasına rağmen, bu sektördeki pazar payı oldukça sınırlıdır. Türkiye, 2006 yılında 2 milyon Avro pazar hacmine sahipken, 2020 yılında bu rakam 46 milyon Avro'ya ulaşmıştır. Ayrıca, 2020 verilerine göre Türkiye, AB ülkelerine organik ürünlerde en fazla ihracat yapan 7. ülke konumundadır (FİBL, 2022).

Avrupa ülkeleri, organik ürün üretimi kadar tüketim açısından da küresel bir çekim merkezi haline gelmiştir. Kişi başına düşen organik ürün harcamalarında ilk 7 sırayı Avrupa ülkeleri almaktadır. Bunun yanı sıra, organik ürün üretiminde Fransa ve İspanya gibi ülkeler özellikle meyve ve sebze ihtiyaçlarını karşılarken, Danimarka ve Hollanda gibi ülkeler ise et ve süt ürünlerinin önemli sağlayıcılarıdır (FAO, 2019).

ABD, dünyanın en büyük organik gıda pazar hacmine sahip ülkesidir ve yaklaşık 49,5 milyar Avro ile bu alanda lider konumdadır. Almanya ve Fransa ise Avrupa'nın en büyük organik gıda pazarlarına sahiptir. Türkiye ise 46 milyon

Avro'luk pazar hacmiyle dünya genelindeki 120,6 milyar Avro'luk pazarda görece olarak düşük bir paya sahiptir (Şekil 8) (FİBL, 2022).



Şekil 8. Organik pazar hacminde Dünyada ilk 10 ülke 2020 yılı verileri
(Kaynak FiBL-IFOAM 2022)

7. Organik Ürünlerin Pazarlanması

Yönetmelik hükümlerince üretilmemiş ve organik hammadde ve/veya organik işlenmiş ürün olduğunu belirten "Ürün Sertifikasına" sahip olmayan hiçbir ürün organik ürün olarak pazarlanamaz. Organik ürün ticareti yapan müteşebbis, her bir parti satışını "Ürün Sertifikası" ile belgelendirmek zorundadır. Organik ürünler, organik ürün olduğu açıkça belirtilerek satılır. Organik ürünlerin, konvansiyonel ürün ile karışmaması ve organik niteliğinin korunması organik ürün satışı yapan müteşebbisin yükümlülüğündedir. Organik ürünler Türkiye iç piyasasında mutlaka Yönetmelikte belirtilen logolardan birini taşımak zorundadır (Bulut, 2011).

7.1. Organik Ürünleri Pazarlama Yolları

- ✓ Büyük süpermarket zincirleri: Daha geniş tüketici kesimine hitap ederler. Birçok ürünü bir arada bulabilen tüketiciler organik ürün reyonu bulunan bir markette bu ürünlere rağbet ederler. Burada dikkat edilecek noktalardan biri ürün ambalaj ve paketlerinin doğal materyallerden olması ve tüketicinin tatmasına imkân sağlayacak şekilde küçük paketlerden oluşması konusudur. Ülkemizde bazı büyük marketler organik ürün satış reyonları oluşturmaya başlamıştır.
- ✓ Çiftçi pazarları (Farmers' markets): doğrudan yetiştiriciden ürün alma duygusu bazı tüketiciler için haz verici ve güvenilir görülmektedir. Ürün

çeşitliliği burada daha önem taşımaktadır. Tüketicinin tercih edeceği birçok organik ürün ve doğal ürünler bu pazarlarda yer alabilmektedir. Bu pazarları belirli tüketici grubu tercih etmekte, alacağı ürünü yetiştiricinin kendisinden almak gibi bir tatmin duygusunu yaşamak istemektedir.

- ✓ Çiftlik market (Farm shop): Tüketicinin doğrudan üretim çiftliğine ulaşarak, istediği ürünleri buradan seçip alabilmesini sağlayan bir sistemdir. Tüketici memnuniyeti sağlandığında oldukça etkilidir. Ancak, park yeri, çocuk oyun alanı, müşterilerle ilgilenecek ve güvenliği sağlayacak daha fazla eleman ihtiyacı, çiftliğin ulaşım kolaylığı, rekreasyon ve mesire alanlarına yakınlığı gibi bulunması gereken önemli unsurlar bu yöntemi sınırlayıcı etkiye sahiptir. Bu çiftlik marketlere gelen müşteriler ürün kalitesine ve görünümüne önem verirler. Ürün çeşitliliği ve iyi bir çiftlik planlaması da tüketiciyi cezbeden faktörlerdendir. Et ürünleri, yumurta, süt ürünleri, ekmek, meyve, sebze ve reçel gibi işlenmiş ürünlerin bir arada sunulabilmesi çok yararlı olacaktır. Ambalaj ve paketleme malzemeleri ürün felsefesine uygun geri dönüşümü mümkün olan, kâğıt, sepet, bez torba gibi malzemelerden oluşması da oldukça önemlidir. Tüketiciyi cezbetmek için reklam ve tanıtımın da iyi yapılması gerekir. Müşterilere organik ürünler hakkında bilgi ve tecrübelerini iyi sunabilen yetişmiş personelin varlığı da önemlidir.
- ✓ Sipariş yoluyla teslim (mail order): Tüketicilerin her zaman ulaşabilecekleri personel bulunmalıdır. Telefon numaraları ve e-postalar gibi sipariş araçları kesintisiz cevaplanmalıdır. İyi tanıtım yapılmalıdır. Sipariş formlarında ürün çeşitleri ve fiyatları belirtilmelidir. Seçilen organik ürünü ulaştırma seçenekleri bulunmalı, kargo, kurye veya kendisi teslim şeklinde tüketiciye alternatif yollar sunulmalıdır. Müşteriler ile iyi bir iletişim kurmak gerekmektedir.
- ✓ İnternet üzerinden satış: Sipariş yoluyla satışta da kolaylık sağlayan bir yöntemdir. İyi hazırlanmış, kolay ulaşılan, hızlı açılan, karmaşık olmayan bir web sitesi hem sipariş almayı sağlayacak hem de reklam ve tanıtımda etkili olacaktır. Ürünün belirtilen yolla (posta, kargo, kurye vb.) müşteriye ulaşması sağlanmalıdır. Ancak, internet üzerinden ödeme konusunda tereddütler giderilmeli ve tutarlı bir memnuniyetsizlik durumunda geri ödeme garantisi verilmelidir.
- ✓ Turistik mekânlar, restoranlar, okul kantinleri, oteller, hastaneler gibi hizmet sektörleri yoluyla organik ürünlerin pazarlanması oldukça iyi bir yöntemdir. Bu gibi mekânlarda hem organik ürünlerin satışı hem de tanıtımı birlikte yapılmış olur. Bu mekânlarda organik ürünlerle tanışan

tüketiciler, daha sonra da seçicilik göstererek organik ürünleri tercih etmeye yönelebilirler.

- ✓ Bayiler, komisyoncular, toptancılar ve tüccarlar aracılığı ile pazarlama büyük parti ürünler için en güvenli yollardan biridir. Bu aracı firmalarla veya tüzel kişilerle yapılan sözleşmelerin hükümlerine uymak gerekir. Bu aracı firmalara üretim planının ve üretim dönemleri ve tahmini ürün miktarları hakkında bilgi sunulmalıdır. Üretim süreci ile ilgili değişiklik mutlaka aracı firmalara zamanında bildirilmelidir. Bu yöntemde fiyat belirleme ve ödeme şekli en kritik konulardır. Özellikle organik üretime yeni başlayanlar ve birçok yetiştiricinin yer aldığı proje dâhilinde yapılan üretimin pazarlanmasında en güvenli yollardandır.
- ✓ Organik ürün işleme tesislerine yapılan satış da en etkili pazarlama yollarından biridir. Bu tip işletmelerle de sözleşme yapılmalı ve sözleşme kurallarına uyulmalıdır. Bu pazarlama yöntemi de özellikle organik üretime yeni başlayanlar için ve birçok yetiştiricinin yer aldığı proje dâhilinde yapılan üretimin pazarlanmasında en güvenli yollardandır. Ülkemizde İstanbul Büyükşehir Belediyesinin organik ekmek üretimi için Doğu Anadolu Üreticileri ile yapmış olduğu sözleşmeli buğday üretimi buna en güzel örnektir. Mezbaha, kasap gibi hayvansal ürün satış noktaları vasıtasıyla hayvansal ürünlerin pazarlanması da uygun yöntemlerdendir.
- ✓ Kooperatifler ve üretici birlikleri gibi organizasyonlar aracılığı ile organik ürünlerin pazarlanması mümkündür. Nitekim Tariş, Fisko-Birlik, Karadeniz-Birlik gibi daha büyük üretici birlikleri uygun depo ve alt yapı da hazırlayabilmektedir. Bunlar aracılığı ile organik ürünlerin pazarlanması da mümkündür. Yeni organik ürün üretici birlikleri kurmak da yararlı olacaktır.
- ✓ Bakkallar, manavlar, aktarlar ve büfeler gibi küçük ölçekli bağımsız perakendeciler aracılığı ile pazarlama izlenecek bir başka yoldur. Küçük çaplı işletmelerde az miktarda organik üretim yapan yetiştiriciler için bu tip küçük perakendeciler yararlı olmaktadır. Bu tip satıcılara işlenmiş organik ürünler de sağlayarak ürün çeşitliliği artırılmalıdır. Doğal ambalaj malzemeleri kullanılarak organik ürünlere güven ve talep artırılmalıdır (Bulut, 2011).

8. Tüketici Farkındalığını Nasıl Geliştirebiliriz Ve Tüketimi Artırabiliriz da Başarı Hikâyesi, İsviçre?

Bu konuda kişi başına tüketimin 300 Avrodan fazla olduğu ülkelere örneğin İsviçre'ye baktığımızda;

1. Etiketleme,

- ✓ Tüketici tercihlerini sürdürülebilir bir şekilde etkilemek için kullanılan en yaygın yöntemlerden biri zorunlu ve buna ilave gönüllü etiketlemedir.
- ✓ Bu etiketler mutlaka bağımsız bir üçüncü tarafça doğrulanmalıdır.
- ✓ Etiketler, sürdürülebilirlik hakkındaki karmaşık bilgileri basit bir şekilde aktardıklarında ve tüketicilerin bilgi sahibi olarak tercih kullanmasına imkân tanıyan şeffaflığı sağladıklarında çok faydalı olurlar

2. Bilgi Platformu,

- ✓ Üreticilerin her türlü sürdürülebilir tarım konusunda bilgilenmelerini sağlayacak güncel bilgiler
- ✓ Tüketicilerin farkındalığını artıracak bilgi paylaşım olanakları

3. Organik Beslenme paketi,

- ✓ Bu girişimin amacı, her çocuğa sağlıklı bir kahvaltı vererek, organik ürünlerin değerinden ve kökeninden haberdar olmasını sağlamaktır.
- ✓ Okula başlayan öğrencilere içinde organik ürünler (ekmek, elma, kabuklu yemiş vs.) bulunan ve sonra da kullanabilecekleri bir beslenme kutusu verilir.
- ✓ Bu çalışma, özel sektör şirketiyle birlikte bölgesel Sivil Toplum Kuruluşları tarafından gönüllü şekilde yürütülmektedir.

4. Ulusal organik program,

- ✓ BÖLN, Alman Federal Gıda ve Tarım Bakanlığı (BMEL) tarafından finanse edilen, yıllık 17 milyon EURO bütçeli bir program. Almanya'nın ulusal sürdürülebilirlik stratejisinin bir parçasını oluşturuyor.
- ✓ BÖLN, kamu kurumları ve özel kurumlar ile Sivil Toplum Kuruluşları tarafından yürütülen aşağıdaki faaliyetlere destek veriyor:
 - Araştırma ve geliştirme
 - Çiftçiler için danışmanlık desteği
 - Ticari fuarlara katılım
 - Bilgi transferi
 - Pazarlama desteği

5. Organik rehber,
 - ✓ Organik portal oluşturma
 - ✓ Organik üretici, satıcı, işleyici, restoran ulaşım
 - ✓ Tüketicilere kolaylık
 - ✓ Tanınırlık ve tüketim artırılması
 6. Organik satın alma düzenlemesi,
 - ✓ Fransa, 2017 yılına kadar okul yemeklerinde %20 organik gıda olması yönünde ulusal bir hedef tespit etmiştir. Şu anda, Fransa'daki okul kantinlerinin %53'ünde organik gıdalar satılmaktadır.
 - ✓ Lens Belediyesi, okul kantinlerindeki yemek hizmetleri için açtığı ihalede %20 organik gıda şartı koymuştur.
 - ✓ Belli miktarda organik gıda kullanıldığında, yemeklerin fiyatının çok artmadığı belirlenmiştir.
- Konularında yapılan çalışmaların organik ürün tüketiminde önemli roller oynadıklarını görebiliyoruz.

9. Ülkemizde Toplumda Sürdürülebilir Yaşam Tarzı Kavramını Geliştirmek

- Sürdürülebilir tüketim ve üretim konusunda ulusal programlar hazırlanmalı,-
- Organik sektör için sübvansiyonlar, teşvikler, vergi indirimleri vs. sağlanmalı
- Tüketicileri çevreci ve etik ürünler satın almaya teşvik eden reklam ve iletişim kampanyaları düzenlenmeli
- Bölgesel ve yerel düzeydeki kamu makamlarının sürdürülebilir şekilde satın alım yapmalarının zorunlu kılınması (adil ticaret ürünleri, organik gıda, ekolojik, sağlıklı malzemeler vs).
- Sürdürülebilir davranış oluşturacak okul eğitim programları hazırlanmalı
- Küçük üreticiler özelleşmiş yerel ve ulusal kooperatifler veya birlikler oluşturulmalı
- Küçük üreticilerin nihai tüketiciye ulaşabilmeleri için her ilde organik paketleme tesisleri kurulmalı
- Tüketici davranışlarını anlamak için daha fazla anket yapılmalı
- Organik ürünler ve hizmetler için Türk çevrim içi portalı oluşturulmalı – organik rehber
- Türkiye'de organik okul kantinlerine ilişkin kılavuz ilkeleri hazırlanmalı
- Türk yetkili makamlarına, tüketicilerin organik konusunda daha iyi bilgilendirilmesi ve korunması konusunda politika tavsiyeleri içeren bir

rapor hazırlanmalı, organik tarım kırsal kalkınmayı destekleyen bir devlet politikası olarak benimsenmeli

- Belediyelerin ve üretici organizasyonlarının ve sivil toplum örgütlerinin, organik pazar kurma konusundaki idari ve teknik kabiliyetlerini arttıracak, kaliteyle ilgili bir dizi kılavuz ilke hazırlanmalı
- Organik tüketiciler için (sanal) indirimli alışveriş kartı oluşturulmalı
- Organik ürün fiyatlaması konusunda, Türkiye’de maliyete dayalı fiyatlandırma politikası uygulanmalı
- Eğitim üreticiden nihai tüketiciye kadar her aşamada verilmelidir. Organik üretim yapan çiftçiler için eğitim programları hazırlanmalı

10. Sonuç

Organik tarım, dünya genelinde giderek artan bir ilgi ve önem kazanan bir tarım yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntem, hem çevresel sürdürülebilirlik hem de gıda güvenliği açısından, toprak sağlığını koruma, biyoçeşitliliği destekleme ve su kaynaklarının kirlenmesini azaltma, kimyasal gübre ve pestisitlerin kullanımının sınırlandırma, karbon ayak izini azaltma gibi önemli faydalar sağlamaktadır. Sağladığı faydaların yanı sıra organik tarımın sosyal ve ekonomik boyutları da son derece önemlidir. Organik tarım genellikle küçük ölçekli çiftçiler için gelir sağlama ve yerel ekonomileri destekleme potansiyeline sahiptir.

Son yıllarda organik tarım ürünlerine olan talebin hızla arttığı gözlemlenmektedir. Özellikle son 20 yılda, organik gıda pazarı yaklaşık 8 kat büyüyerek 120.6 milyar Avro büyüklüğüne ulaşmıştır. Bu süreçte üretici ülke sayısı da 190'a çıkmıştır. Bu büyüme eğilimi, organik tarım ürünlerinin sadece bir tüketim tercihi olmaktan öteye geçerek küresel bir pazarın parçası haline geldiğini göstermektedir.

Organik tarım ürünleri, artan sağlık bilinci ve çevresel sürdürülebilirlik endişeleri nedeniyle tüketiciler arasında tercih edilmekte ve bu durum pazar talebini sürekli olarak artırmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki tüketici talebi, organik tarımı teşvik etmekte ve üreticileri bu yöntemi benimsemeye yönlendirmektedir. Aynı zamanda, gelişmekte olan ülkelerdeki artan gelir seviyeleri ve bilinçlenme süreçleri de organik tarım ürünlerine olan talebi artıran faktörler arasında yer almaktadır.

Organik gıda ürünlerinin pazarlanması ise giderek daha karmaşık ve rekabetçi bir sürece dönüşmektedir. Üreticilerin sertifikasyon süreçlerine uygunluk sağlamaları ve pazarlama stratejilerini etkin bir şekilde yönetmeleri büyük önem taşımaktadır. Global pazarda rekabet edebilmek için kalite standartlarına uygun üretim yapmak ve doğru pazarlama kanallarını kullanmak gerekmektedir.

Bu bağlamda, organik tarımın büyümesi ve pazarlanması, hem ekonomik hem de çevresel açıdan önemli fırsatlar sunmaktadır. Gelecekteki eğilimler, organik tarımın daha fazla ülke ve bölgede benimsenmesi ve pazar payını artırması yönünde olumlu bir tablo çizmektedir. Bu süreçte, sürdürülebilir tarım uygulamalarının teşvik edilmesi ve tüketicilerin bilinç düzeylerinin artırılması önemli rol oynamaktadır.

Organik tarımsal üretimde, üretici sayısı bakımından Avrupa Birliği ülkeleri içerisinde ön plana çıkmamıza rağmen üretim alanı ve miktarı açısından geride olmamız, organik tarım piyasasında etkili olamamamız, reklam ve tanıtımların yetersiz yahut zayıf olması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Son yıllarda üretim noktasında köklü değişiklikler yapılsa da tanıtım ve rekabet hususunda hala yeterli adımlar atılmamıştır. Başta Avrupa Birliği ülkeleri üzere ABD, Kanada gibi birçok gelişmiş ülke, organik tarımsal üretimde geçmişten bu yana üreticiyi destekleyici birçok adım atmıştır. Gerek düşük faizli kredilerle gerekse ücretsiz danışmanlık hizmetleri gibi uygulamalarla organik tarımsal üretimi geliştirmeye yönelik hamleler yapmışlardır. Türkiye'nin bu kapsamda çiftçiye sağladığı hizmet ve destekleri geliştirmesi ve çeşitlendirmesi gerekmektedir. Çiftçiye sağlanacak olan imkânların yetkinliği doğrultusunda organik tarımsal üretimin gelişeceği açıktır.

Sonuç olarak; Dünyada geleceğin tarım sistemleri, sürdürülebilirlik ilkesini ön planda tutan sistemler olacaktır. Bu sistemleri etkin bir şekilde kullanabilen ülkeler, sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilecektir. Bu nedenle Türkiye'nin organik tarımı bir an önce yaygınlaştırması geleceğe yönelik atılacak önemli bir adım olacaktır. Bu süreçte, bilimsel araştırmalar ve politika geliştirme çalışmaları, organik tarımın potansiyelini artırarak hem çevresel hem de sosyal açıdan sürdürülebilir bir tarım sistemi oluşturulmasına hem de artan nüfusun gıda ihtiyacının yanında sağlıklı gıdaya ulaşmasında da katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Aksoy, U. ve Altındışli A. (1999). Dünya’da ve Türkiye’de ekolojik tarım ürünleri üretimi, ihracatı ve geliştirme olanakları. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 1990-70, 123 s, İstanbul, 1999.
- Anonim, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Organik Tarım İstatistikleri, Ankara, 2021. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>, (Erişim tarihi: 04.07.2024).
- Altındışli, A. (2004). An Overview on Turkish Organic Agriculture. Nature 2004, International Conference on OrganicFood, 15-17 February 2004, ICAR Complex, Shilong, India.
- Anonim, (2022). *Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Organik Tarım Bilgi Sistemi (OTBİS) Eğitimi*, Ankara, 2021. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Haber/256/Organik-Tarim-Bilgi-Sistemi-otbis-Egitimi> (Erişim tarihi: 11.02.2024)
- Anonim, (2023). *Çevresel Göstergeler (Organik Tarım Alanları ve Üretim Miktarları)*. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği, Ankara, 2023. <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/organik-tarim-alanlari-ve-uretim-miktarlari-i-85837> (Erişim Tarihi: 05.07.2024)
- Anonim, (2024). ECO LABEL, Ekolojik Sertifikasyon Programı. <https://www.ecolabel.org/eco-label/> (Erişim tarihi: 05.07.2024).
- Anonymous, (2021). *The Principles of Organic Agriculture*. (<https://www.ifoam.bio/why-organic/shaping-agriculture/four-principles-organic>), (Erişim tarihi: 05.07.2024).
- Anonymous, (2022). Biofach 2022. Uluslararası Organik Gıda Ürünleri Fuarı. Biofach + Vivanness Nürnberg Fuar Verileri. <https://dixifuar.com/biofach-nurnberg> (Erişim tarihi: 04.07.2024).
- Arbenz M, Gould D, Stopes C. (2016) Organic 3.0—for truly sustainable farming and consumption, 2nd updated edition, IFOAM Organics International, Bonn and SOAAN, Bonn.
- Boz, İ., Kılıç, O. *Türkiye’de Organik Tarımın Gelişmesi İçin Alınması Gereken Önlemler*. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 8(3): 390-400, 2021.
- Bulut, S., 2011. Organik Ürünlerin Ambalajlanması, Etiketlenmesi, Depolanması ve Pazarlanması. Bulut S., Ed., "Organik Tarım Eğitim Kitabı", M Grup Matbaacılık A.Ş, KAYSERİ, s266.
- Dengiz, O. (2017). Endüstri 4.0: Üretimde Kavram ve Algı Devrimi. Makina Tasarım ve İmalat Dergisi, 15(1), 38–45.
- Duman, B. ve Özsoy, K. (2019). Endüstri 4.0 Perspektifinde akıllı tarım (smart agriculture in industry 4.0 perspective, International Congress on 3D

Printing (Additive Manufacturing) Technologies and Dijital Industry 2019 11-14 April 2019, Antalya.

- Eryılmaz A., G., Kılıç, O. ve Boz, İ. (2019). *Türkiye’de Organik Tarım ve İyi Tarım Uygulamalarının Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi*. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 29 (2):352-361,
- FAO, (2019). FAO Production Yearbook. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome. <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2018.html>, (Erişim Tarihi: 01/07/2024).
- FIBL, (2022). FiBL Research Institute of Organic Agriculture FiBL. Organic Producer Statistics. <https://statistics.fibl.org/visualisation/key-indicators-on-organic-agriculture.html>, (Erişim Tarihi: 04/07/2024).
- Gabaçlı, N. ve Uzunöz, M. (2017). IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. International Congress on Politic, Economic and Social Studies, (3), 149–174.
- IFOAM, (2022). ANNUAL REPORT 2021. Consolidated Annual Report of IFOAM - Organics International & its Action Group. <http://ch.ifoam.bio/sites/default/files/2023-04/2021AnnualReport.pdf>, (Erişim Tarihi:05/07/2024).
- IFOAM, (2024). History of IFOAM. <https://www.ifoam.bio/about-us> (Erişim tarihi: 05.07.2024).
- Kılıç, S. ve Alkan, R. M. (2018). Dördüncü sanayi devrimi endüstri 4.0: dünya ve Türkiye değerlendirmeleri. Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi, 2(3), 29–49.
- Kirmikil, M. ve Ertaş, B. (2020). Tarım 4.0 ile sürdürülebilir bir gelecek. Icontech International Journal of Surveys, Engineering, Technology Issn 2717-7270.
- Kumcu, E. ve Marangoz, M. (2018). Organik Üretim Sürecinde Organik 1.0’ dan Organik 3.0’ a Geçiş ve Organik 3.0’ ın Temel Özellikleri. Yönetim Bilimleri Dergisi, 16(32), 379-396.
- Rahmann, G.; Zanolli, R.; Ardakani, M. R. and Von Fragstein, P. (2016). Organic Agriculture 3.0 is Innovation with research, *Journal Of The International Society of Organic Agriculture Research*, V07, N03, September, s: 169-197.
- Tıraşçı, S., Erdoğan, Ü. ve Aksakalı, V. (2020). *Organic Agriculture in Turkey*. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(11): 2348-2354,. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i11.2348-2354.3505>, (Erişim Tarihi:25/06/2024).

- Ünal, M. ve Aydın Can, B. (2018). *Türkiye Organik Bitkisel Üretim Verileri ve Değerlendirilmesi*. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 11(1): 41-48.
- Willer, H., Travnicek, J., Meier, C., and Schlatter, B. (2022). *The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2022*. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, IFOAM – Organics International, 341 pp.
- Willer, Helga; Schlatter, Bernhard and Trávníček, Jan (Eds.). (2023). *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2023*. Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM - Organics International, Frick and Bonn. <https://orgprints.org/id/eprint/45973/1/1254-organic-world-2023.pdf>, (Erişim Tarihi:05/06/2024).