



# Zeytin Bilimi

## ZEYTİNCİLİK ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ JOURNAL OF OLIVE RESEARCH INSTITUTE

Cilt  
Volume 9

Sayı  
Number 1

Yıl  
Year 2026



**Zeytincilik Araştırma  
Enstitüsü Müdürlüğü Adına**

**Sahibi**

Cemil ERNİM  
(Müdür)

**Yazı İşleri Müdürü**

Mehmet ULAŞ

**Yayın Kurulu**

Aişe DELİBORAN  
Cem TOKER  
Didar SEVİM  
Mehmet HAKAN  
Meltem EMRE  
Nuray KÖRÜKMEZ  
Özgür DURSUN

*Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü  
Yayındır.  
Türkçe Olarak Altı Ayda Bir Yayınlanır.*

**Yazışma Adresi**

Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü  
Üniversite cad. no:43 35100 Bornova /İZMİR

**Telefon**

0 232 462 70 73 / 0 232 462 70 74

**Web Adresi**

<http://arastirma.tarim.gov.tr/izmirzae>

**Elektronik Posta**

zeytinbilimi@gmail.com

**Tasarım Designed by**

İ. Buhur / buhurismail@gmail.com

*Derginin tüm yayın hakları Zeytincilik Araştırma  
Enstitüsü Müdürlüğüne aittir. Kaynak gösterilmesi  
koşuluyla alıntı yapılabilir.*

**Zeytin Bilimi Dergisi Yayın İlkeleri**

Zeytin Bilimi dergisi Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yılda 2 defa çıkarılacak olan tarımsal içerikli makalelerin yayınlanacağı bir dergidir. Bu dergide Zeytin Tarımı ve Zeytin Ürünleri Teknolojilerini içeren *tarımsal konularda* araştırma ve derleme makaleler yayınlanacaktır.

1. Yayınlanacak olan makaleler başka hiçbir yerde yayınlanmamış olacaktır.
2. Yayınlanan her makalenin sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.
3. Gönderilen makale yayın kurulunca incelenerek, değerlendirilmesi için hakemlere gönderilecektir. Hakemlerce yayınlanmaya değer bulunan makaleler yayınlanacaktır.
4. Gönderilen makaleler yayınlansın veya yayınlanmasın geri verilmeyecektir.
5. Hazırlanan makalenin bir kopyası yazışma adresine gönderilecektir.
6. Yayın Kurulu gerekli gördüğü takdirde makalede kısaltma ve düzeltme yapabilecektir.
7. Yayınlanan yazılardan dolayı yazar(lar)a telif hakkı ödenmeyecektir.
8. Derginin basılan tüm sayıları <http://arastirma.tarim.gov.tr/izmirzae> sitesinden yayınlanacaktır

**Bu Sayının Yayın Danışmanları**

(İsimler unvanlarına göre alfabetik sıra ile yazılmıştır.)

Prof. Dr. Durmuş ÖZDEMİR  
Prof. Dr. Harun DIRAMAN  
Prof. Dr. Hasan ERTAŞ  
Prof. Dr. Mücahit Taha ÖZKAYA  
Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU  
Prof. Dr. Özgül ÖZDESTAN OCAK  
Prof. Dr. Pelin GÜNÇ ERGÖNÜL  
Prof. Dr. Pınar KADİROĞLU KELEBEK  
Prof. Dr. Renan TUNALIOĞLU  
Prof. Dr. Serra HEPAKSOY  
Prof. Dr. Şerafettin AŞIK  
Prof. Dr. Yıldız AKA KAÇAR  
Doç. Dr. Ahsen RAYMAN ERGUN  
Doç. Dr. Dicle DÖNMEZ  
Dr. Hilal ALKAN ZEYBEK

---

## İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

---

### ARAŞTIRMALAR / (ORIGINAL ARTICLES)

#### **İklimsel Faktörlerin Türk Zeytinyağlarının Kimyasal ve Duyusal Özelliklerine Etkisi**

*The Effect of Climatic Factors on the Chemical and Sensory Properties of Turkish Olive Oils*

Didar SEVİM, Oya KÖSEOĞLU, Elif B. BÜYÜKGÖK, Nesrin KURTAR BOZBIYIK, Esin TOPARLAK, Hatice USLU, Kadriye YILMAZ, Özgür DURSUN, M. Kerem SAVRAN, Mehmet HAKAN, Önder ERALP, Serkan KAPTAN, Halil KÖKTÜRK, Özlem ASKER, Pınar Çakır TOPDEMİR, Nurdan AKBAŞ, Sibel PAZARLI, Melike AYAZTEK, Serkan YALÇIN, İsmail Memduh TURANOĞLU, Çiğdem CEREN, Sabahittin ABAY, Şehnaz KORKMAZ, Ahmet YILMAZ .....1

#### **İklim ve Coğrafyanın Zeytinyağı Saflik Kriterleri Üzerindeki Etkisi: Yağ Asidi ve Sterol Kompozisyonu Değerlendirmesi**

*The Effect of Climate and Geography on the Purity Criteria of Olive Oil: Evaluation of Fatty Acid and Sterol Composition*

Didar SEVİM, Oya KÖSEOĞLU, Elif B. BÜYÜKGÖK, Nesrin KURTAR BOZBIYIK, Esin TOPARLAK, Hatice USLU, Kadriye YILMAZ, Özgür DURSUN, M. Kerem SAVRAN, Mehmet HAKAN, Önder ERALP, Serkan KAPTAN, Halil KÖKTÜRK, Özlem ASKER, Pınar Çakır TOPDEMİR, Nurdan AKBAŞ, Sibel PAZARLI, Melike AYAZTEK, Serkan YALÇIN, İsmail Memduh TURANOĞLU, Çiğdem CEREN, Sabahittin ABAY, Şehnaz KORKMAZ, Ahmet YILMAZ ..... 13

#### **Kadınlarla Agroekolojik Dönüşüm: Zeytin Kokan Şehrin Kadınları Projesi Üzerinden Kırsalda Güçlenme ve İklim Dayanıklılığı**

*Agroecological Transformation with Women: Rural Empowerment and Climate Resilience Through the Women of the Olive-Scented City Project and Climate Resilience*

Ayça AKÇA UÇKUN, Tülin PEKCAN, Nursel MERAL, Canan YILDIZ ..... 26

#### **Gemlik Zeytin Anacı Üzerine Aşıl原因an Farklı Zeytin Çeşitlerinde Aşı Kaynaşmasının Histolojik İncelenmesi**

*Histological Examination of Graft Fusion in Different Olive Varieties Grafted on Gemlik Olive Rootstock*

İsmail YAMAN, Celil TOPLU, Sevdenur YILDIZ, Yazgan TUNÇ ..... 35

**Memecik X Uslu Zeytin Melez Popülasyonunda Linkage Haritalama ve Meyve Olgunlaşmasına Yönelik QTL Analizi**

*Linkage Mapping and QTL Analysis on Fruit Ripening in Memecik X Uslu Olive Hybrid Population*

Nurengin METE, Öznur ÇETİN, Hilal Betül KAYA, Adalet MISIRLI,  
M. Bahattin TANYOLAÇ, Hülya Temel YILMAZ ..... 43

**DERLEME / (REVIEW ARTICLE)**

**Natürel Zeytinyağlarında Meyvemsi Özelliklere Etki Eden Uçucu Bileşikler ve Analiz Yöntemleri**

*Volatile Compounds Affecting Fruity Properties in Virgin Olive Oils and Analysis Methods*

Berna YILDIRIM ..... 56

**Küresel Zeytin ve Zeytinyağı Piyasasında Pazarlama Trendleri/Eğilimleri ve Türkiye'nin Konumu Üzerine Bir İnceleme**

*An Examination of Marketing Trends in the Global Olive and Olive Oil Market and the Position of Türkiye.*

Gülce OLGUN SUSTA..... 63

# İklimsel Faktörlerin Türk Zeytinyağlarının Kimyasal ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

## *The Effect of Climatic Factors on the Chemical and Sensory Properties of Turkish Olive Oils*

Didar SEVİM<sup>1</sup>  Oya KÖSEOĞLU<sup>1</sup>  Elif B. BÜYÜKGÖK<sup>1</sup>   
Nesrin KURTAR BOZBIYIK<sup>2</sup>  Esin TOPARLAK<sup>2</sup>  Hatice USLU<sup>3</sup>   
Kadriye YILMAZ<sup>4</sup>  Özgür DURSUN<sup>1</sup>  M. Kerem SAVRAN<sup>1</sup>  Mehmet HAKAN<sup>1</sup>   
Önder ERALP<sup>1</sup>  Serkan KAPTAN<sup>1</sup>  Halil KÖKTÜRK<sup>1</sup>  Özlem ASKER<sup>1</sup>   
Pınar Çakır TOPDEMİR<sup>5</sup>  Nurdan AKBAŞ<sup>6</sup>  Sibel PAZARLI<sup>7</sup>  Melike AYAZTEK<sup>7</sup>  
Serkan YALÇIN<sup>8</sup>  İsmail Memduh TURANOĞLU<sup>9</sup>  Çiğdem CEREN<sup>10</sup>   
Sabahittin ABAY<sup>11</sup>  Şehnaz KORKMAZ<sup>9</sup>  Ahmet YILMAZ<sup>12</sup>

<sup>1</sup> Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir, <sup>2</sup>Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, <sup>3</sup>Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Gıda İşletmeleri ve Kodeks Daire Başkanlığı, Ankara, <sup>4</sup>Bitkisel Üretim genel Müdürlüğü, Ankara, <sup>5</sup>Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, İzmir, <sup>6</sup>Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Bursa, <sup>7</sup>Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Ankara, <sup>8</sup>Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Hatay, <sup>9</sup>GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa, <sup>10</sup> Hatay Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Hatay, <sup>11</sup>Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Konya, <sup>12</sup>Nizip İlçe Tarım Müdürlüğü, Nizip

Başvuru Tarihi / Received: 05.09.2025

/ Kabul Tarihi / Accepted: 21.10.2025

### ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'nin farklı agro-ekolojik bölgelerinde yetiştirilen zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının kalite ve saflık parametrelerini iklimsel değişkenlikler bağlamında değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden 13 farklı ilden toplanan Gemlik, Ayvalık, Memecik, Kilis Yağlık ve Nizip Yağlık çeşitlerine ait zeytin örnekleri, Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'nde kontrollü koşullarda işlenerek zeytinyağına dönüştürülmüş ve çeşitli fiziksel, kimyasal ve duyu analizlere tabi tutulmuştur. Analiz sonuçları, zeytinyağının olgunluk indeksi, serbest asitlik, K<sub>232</sub>, K<sub>270</sub>, FAEE (Yağ Asidi Etil Esterleri) gibi parametrelerde bölgesel ve çeşide bağlı olarak istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle sıcaklık ve yağış gibi iklimsel faktörlerin meyve gelişimi, olgunluk düzeyi ve yağ bileşimi üzerinde doğrudan etkili olduğu belirlenmiştir. FAEE değerleri gibi kalite göstergeleri, bazı örneklerde Türk Gıda Kodeksi sınır değerleri içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Duyusal analizlerde meyvemsi, acılık ve yakıcılık özellikleri bakımından da iller arasında anlamlı farklar gözlemlenmiştir; örneğin Aydın ve İzmir gibi bölgeler yüksek meyvemsi ve yakıcılık değerleriyle öne çıkarken, Gaziantep örnekleri daha yüksek acılık profili sergilemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytinyağı, İklimsel Koşullar, Kalite kriterleri, FAEE

### ABSTRACT

This study aims to evaluate the quality and purity parameters of olive oils obtained from olive varieties grown in different agro-ecological regions of Turkey in the context of climatic variability. Olive samples from the Gemlik, Ayvalık, Memecik, Kilis Yağlık, and Nizip Yağlık varieties, collected from 13 different provinces in the Marmara, Aegean, Mediterranean, and Southeast Anatolia regions, were processed under controlled conditions at the Bornova Olive Research Institute to produce olive oil and subjected to various physical, chemical, and sensory analyses. The analysis results revealed statistically significant differences in

\* Sorumlu Yazar (Corresponding author) Dr. Didar SEVİM / E-posta: dcengeler@gmail.com



parameters such as the olive oil's ripeness index, free acidity,  $K_{232}$ ,  $K_{270}$ , and FAEE (Fatty Acid Ethyl Esters) depending on the region and variety. It was determined that climatic factors such as temperature and rainfall had a direct effect on fruit development, ripeness level, and oil composition. Quality indicators such as FAEE values were found to be within the Turkish Food Codex limit values in some samples. Sensory analyses also revealed significant differences between provinces in terms of fruitiness, bitterness, and pungency; for example, regions such as Aydın and İzmir stood out with high fruitiness and pungency values, while Gaziantep samples exhibited a higher bitterness profile.

**Keywords:** Olive oil, Climatic conditions, Quality criteria, FAEE

## GİRİŞ

Zeytin ağacı (*Olea europaea* L.), Akdeniz iklimine yüksek adaptasyon yeteneğiyle bölgenin en önemli tarımsal türlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Çolakoğlu ve Tunalioglu, 2010; Özaltaş ve ark., 2016). Türkiye'de zeytin üretimi başta Ege ve Marmara olmak üzere beş coğrafi bölgede, yaklaşık 938 bin hektarlık alanda gerçekleştirilmektedir. Bu alan, ülkenin toplam tarım alanlarının %3'ünü ve bağ-bahçe alanlarının %23,5'ini oluşturmaktadır. Zeytinliklerin %75'i dağlık ve kır arazilerde yer almakta olup, %45'i sulanabilir durumdadır. Sulanan alanlarda ağırlıklı olarak sofralık zeytin üretimi yapılmaktadır (Çolakoğlu ve Tunalioglu, 2010; Özaltaş ve ark., 2016). Türkiye, zeytinin genetik merkezi olarak kabul edilmekte olup, 2025 yılı itibarıyla 4 melez çeşidi dahil olmak üzere toplam 99 tescilli zeytin çeşidine sahiptir. Ancak üretim, büyük ölçüde Gemlik (%48,71), Ayvalık (%20,66), Memecik (%19,11) ve Domat (%7,56) çeşitleri üzerinde yoğunlaşmıştır; diğer tescilli çeşitlerin üretim miktarları oldukça sınırlıdır (Sevim ve ark., 2022).

Zeytin yetiştiriciliğinde sıcaklık ve yağış gibi iklimsel faktörler belirleyici rol oynamaktadır. Optimal gelişim için 15–20 °C sıcaklık aralığı önerilmekte, aşırı sıcaklık ve soğuk stresleri ise verim ve kalite üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Sevim ve ark., 2022). Zeytin ağacı her ne kadar kurağa dayanıklı olarak tanımlansa da yıllık 600–800 mm yağış gereksinimi bulunmaktadır. Özellikle ilkbahar ve yaz aylarında su stresine karşı hassasiyet göstermekte; yağış yetersizliği, meyve iriliği ve yağ kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir (Özaltaş ve ark., 2016). Kış ve ilkbahar yağışları, toprakta su rezervi oluşturarak çiçeklenme ve meyve tutumunu desteklemekte, haziran dökümünü azaltmaktadır. Öte yandan dolu, kar ve sis gibi ekstrem hava olayları, zeytin üretimi açısından istenmeyen çevresel etmenler arasında yer almaktadır.

Son yıllarda iklim değişikliği, zeytin üretimi ve zeytinyağı kalitesi üzerinde giderek artan bir tehdit oluşturmaktadır. Orlandi ve ark. (2020), sıcaklık artışları ve azalan yağışların zeytin üretimiyle negatif ilişkili olduğunu; Ben Zaied ve Zouabi (2016), Tunus'ta kuraklık ve altyapı eksikliklerinin

üretimi azalttığını; Fraga (2021), sıcaklık artışlarının büyüme mevsimini uzattığını ve fizyolojik bozulmalara yol açtığını; Algataa (2020) ise iklim değişikliğine karşı yeni çeşit geliştirme ve entegre zararlı yönetimi gibi stratejilerin önemini vurgulamıştır.

Zeytinyağı, yalnızca mekanik ve fiziksel işlemlerle elde edilen, doğal niteliklerini koruyan ve duyuşal, kimyasal, fiziksel özellikleriyle kalite standartlarını karşılayan bir üründür (TGK, 2017). Zeytinyağı kalitesi; hasat zamanı, olgunluk derecesi, çeşit, ekstraksiyon yöntemi, taşıma ve depolama koşulları gibi çok sayıda faktöre bağlı olarak şekillenmektedir (Bıyıklı, 2009). Bu faktörlerin kaliteye etkisi oran olarak; hasat zamanı ve olgunluk derecesi %30, ekstraksiyon yöntemi %30, çeşit %20, depolama koşulları %10, hasat yöntemi ve taşıma ise %5 olarak belirtilmektedir.

Zeytinyağının kalitesi, hem ulusal hem de uluslararası düzeyde çeşitli kimyasal ve duyuşal kriterlere göre değerlendirilmektedir. Bu kriterler arasında serbest yağ asitliği, peroksit değeri, UV özgül absorpsiyon değerleri ( $K_{232}$  ve  $K_{270}$ ), yağ asidi etil esterleri ve duyuşal özellikler öne çıkmaktadır. Özellikle serbest yağ asitliği, zeytinyağının ticari sınıflandırılmasında temel kalite göstergesi olarak kabul edilmektedir. Türk Gıda Kodeksi Yemelik Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (TGK, 2017) kapsamında natürel zeytinyağları aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır;

- Natürel Sızma Zeytinyağı: Doğrudan tüketime uygun olup, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden 100 gramda en fazla 0,8 gramdır.
- Natürel Birinci Zeytinyağı: Doğrudan tüketime uygun olup, serbest yağ asitliği 100 gramda en fazla 2,0 gramdır.
- Ham Zeytinyağı (Rafinajlık): Serbest yağ asitliği 100 gramda 2,0 gramdan fazla olan veya duyuşal özellikleri bakımından doğrudan tüketime uygun olmayan yağlardır.

Bu sınıflandırma, tüketiciye sunulan zeytinyağının kalitesini hem ulusal hem de uluslararası olarak güvence altına almayı ve sektörde standartlaşmayı sağlamayı amaçlamaktadır.

Zeytinyağı kalitesine etki eden faktörler üzerine yapılan önceki çalışmalarda, serbest yağ asitliği ve lezzet gibi özelliklerin kaliteyi belirleyen temel unsurlar olduğu saptanmıştır. Fontanazza (1988) ile Oktar ve Çolakoğlu (1989), zeytinyağının kalitesini etkileyen başlıca faktörlerin; zeytin çeşidi, yetiştirildiği bölgenin coğrafi ve iklimsel özellikleri, ağacın beslenme durumu, zeytinin olgunluk seviyesi, hasat yöntemi, zeytinlerin muhafaza şekli, işleme tekniği ve depolama koşulları olduğunu belirtmişlerdir.

Serbest yağ asitliği, genellikle zeytinyağı üretiminin kalitesini değerlendirmek için tartışılan ilk parametredir; Serbest asitliğin meyve kalitesi, hasat zamanı, hasat süresi, depolama ve üretim koşulları da dahil olmak üzere birçok faktörden etkilendiği iyi bilinmektedir (Piscopo ve ark., 2021). Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte meyvedeki enzimatik aktivitedeki artışa bağlı olarak, özellikle lipolitik enzimlerin artışı ile, ayrıca olgunlaşmayla birlikte zeytin meyvelerinin patojenik enfeksiyonlara ve mekanik zarara hassas olması sebebiyle serbest asitlik, değeri yükselmektedir (Yousfi ve ark., 2006).  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri, zeytinyağlarının oksidasyona karşı dayanıklılıklarının göstergesi olan kalite parametreleridir. Değerleri pirina ve rafine zeytinyağlarında yüksektir. Zeytinin zeytinyağına islenmesi sırasında meydana gelen oksidatif reaksiyonlar  $K_{232}$  değerinin yükselmesine neden olmakta olup  $K_{232}$  değeri (oksidasyonun birinci adımı) ilk bozulma ürünleri olan hidroperoksitlerin ve konjugedienlerin bir göstergesidir.  $K_{270}$  değeri ise oksidasyonun ikinci ürünleri olan karbonilik bileşenler ile konjugetrienlerin bir göstergesidir.  $K_{270}$  değeri bize taşışle (zeytinyağına başka yağların karıştırılıp karıştırılmadığına, hile yapıp yapılmadığına dair) ilgili bilgi vermektedir. Nissim ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, yüksek sıcaklıkların zeytinyağı verimi ve kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Beş farklı zeytin çeşidi, sıcak ve serin bölgelerde karşılaştırılmış; yüksek sıcaklıkların meyve ağırlığı, yağ konsantrasyonu ve yağ kalitesini olumsuz etkilediği görülmüştür. Bu etkilerin genotipe bağlı olduğu, her çeşidin farklı tepkiler verdiği ve hiçbi-

rinin tamamen ısıya dayanıklı olmadığı belirtilmiştir. Özellikle 'Koroneiki' çeşidi tüm parametrelerde olumsuz etkilenirken, 'Picholine' ve 'Coratina' çeşitlerinde yağ kalitesi düşmüş, ancak yağ konsantrasyonu değişmediği, yüksek sıcaklıklar ayrıca polifenol ve oleik asit miktarını azaltarak yağ kalitesini düşürdüğü saptanmıştır. Çeşitlerin geliştirdiği adaptasyon mekanizmalarının açıklanması, sıcaklığa dayanıklı yeni türlerin geliştirilmesine büyük katkı sağlayabileceği ifade edilmektedir. Zeytinyağında yağ asitleri ve kısa zincirli alkollerin esterleri 30 yıldan daha fazla süredir bilinmektedir. Bunlar son birkaç yıldır, natürel sızma zeytinyağının kalitesinin belirlenmesinde genel tartışma odağı haline gelmiştir. 1 Nisan 2011 tarihinde AB komisyonu 61/2011 düzenlemesi yaparak, natürel sızma zeytinyağının kalitesinin değerlendirilmesi için yağ asidi etil esterleri (FAEE) parametreleri ile ilgili limitleri oluşturmuştur. Bu şekilde natürel sızma zeytinyağı ile lampant veya bazı deodorize yağlar gibi düşük kaliteli yağların karışımının tespit edilebilmesi amaçlanmıştır. Zeytinyağında metil ve etil esterlerinin varlığı zeytin meyvesinde meydana gelen fermantasyondan kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla serbest yağ asitleri ile esterifiye olan metil ve etil alkollerin formasyonudur. Metil ve etil alkollerini lampant yağlarda daha yüksek oranda bulunmaktadır. Bu esterler natürel sızma zeytinyağında lampant yağın varlığının bir göstergesidir (Mariani ve Bellan, 2008). Biedermann ve ark. (2008), metil ve etil esterlerin zeytinyağı kalitesinin belirlenmesinde etkili göstergeler olduğunu; metil ester oranının etil esterden yüksek olması gerektiğini ve düşük ester içeriğine sahip yağların duyusal olarak daha kaliteli bulunduğunu belirtmiştir. Garcia-Oliveira ve ark. (2021), etil ester içeriğinin ambalajlama sonrası artış gösterebildiğini, bu bileşiklerin fermantasyon kaynaklı duyusal kusurlarla ilişkili olduğunu ve düşük etil ester seviyesinin yüksek kaliteli zeytinyağlarının temel göstergesi olduğunu belirtmiştir.

Zeytinyağı duyusal kalitesi zeytin çeşidi, meyve olgunluğu, iklim ve işleme koşullarına bağlı olarak değişmekte; meyvemsilik, acılık ve yakıcılık gibi özellikler tüketici tercihini belirlemektedir (Vossen, 2007). Arucu (2013), Türkiye'de bölgesel duyusal farklılıklar olduğunu; Esti ve ark. (2009), toplam fenol miktarı ile acılık ve yakıcılık arasında pozitif korelasyon olduğunu; Servili ve Montedoro (2002) ise yüksek sıcaklıkların fenol içeriğini ve duyusal kaliteyi olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur.



Zeytinyağı üretiminde kaliteyi koruyabilmek ve sürdürülebilirliği sağlamak için iklim değişikliğinin etkilerinin detaylı biçimde incelenmesi, çeşitlerin ekolojik koşullara göre değerlendirilmesi ve üretim süreçlerinin iklim adaptasyonuna uygun biçimde planlanması gerekmektedir.

Ülkemizde zeytinyağına ilişkin kalite ve saflık kriterleri; 17/9/2017 tarihli ve 30183 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Türk Gıda Kodeksi - Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No:2017/26) hükümleri çerçevesinde belirlenmektedir. İklimsel ve tarımsal koşullar (kuraklık, sıcaklık, zeytin sineği vb. gibi) zeytinyağı kalitesini doğrudan etkilemekte ve Tebliğde belirlenmiş olan kalite kriterlerinden sapmalar gözlenebilmektedir. Bu sapmaların iklimsel ya da tarımsal sebeplerle oluşup oluşmadığının tespiti çok önemlidir.

Bu çalışmada ülkemizde zeytinyağı üretiminin yoğun olarak yapıldığı Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi olmak üzere toplam dört bölgeden 13 farklı ilden Gemlik, Ayvalık, Memecik, Kilis Yağlık ve Nizip Yağlık zeytin örnekleri toplanarak, Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde zeytinyağları elde edilmiş, elde edilen zeytinyağlarında ait kalite kriterleri analizleri ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında; Bursa (Gemlik), Çanakkale (Ayvalık), Balıkesir (Ayvalık), İzmir (Memecik), Manisa (Gemlik), Aydın (Memecik), Muğla (Memecik), Antalya (Gemlik), Mersin (Ayvalık),

Hatay (Gemlik), Kilis (Kilis Yağlık), Gaziantep (Nizip Yağlık) ve Şanlıurfa (Gemlik) illerinden (13 ilde belirlenen toplam 39 bahçeden toplanmıştır) zeytin örnekleri 10 kg hasat edilmiştir. Zeytinyağları, Abencor sistemi (MC2 Ingeniería y Sistemas, Sevilla, İspanya) ile 10 kg zeytin meyvesinden elde edilmiştir. Zeytin örnekleri, yapraklarından ayrıldıktan ve bir kırıcıda ezildikten sonra yıkanmış, 25 °C'de 30 dakika boyunca karıştırma (malaksasyon) işlemine tabi tutulmuş, malaksasyondan sonra, zeytin ezmesinden yağı ayırmak için bir santrifüj edilmiştir. Elde edilen zeytinyağları, filtreleme işleminden sonra analizler yapılana kadar +4°C'de kontrollü koşullar altında kehribar renkli şişelerde saklanmıştır.

Yıllık olarak bölgelerde bahçelerin bulunduğu il ve ilçelerdeki aylık ortalama meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

## Zeytinlerin Olgunluk İndeksi

Bu çalışmada olgunlaşma indeksinin belirlenmesi İspanya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Jaen İstasyonu tarafından önerilen yöntemle göre, (1 kg örnekten rastgele alınan 100 adet zeytine aşağıdaki formül kullanılarak yapılan hesaplamaya dayanmaktadır) yapılmıştır (UZK, 1991). Olgunluk indeksi, kabuk ve meyve eti renklerine göre sınıflandırılan sekiz farklı kategoriye dayanmaktadır. Her kategoriye ait zeytin sayısı, indeksi hesaplamak üzere formülde çarpan olarak kullanılmaktadır. Bu sınıflandırma, meyvenin fizyolojik gelişimini objektif biçimde değerlendirmeye olanak tanır.

$$\text{Olgunluk İndeksi} = \frac{a \times 0 + b \times 1 + c \times 2 + d \times 3 + e \times 4 + f \times 5 + g \times 6 + h \times 7}{100}$$

Burada a, b, c, h aşağıdaki 8 kategorinin her birine ait zeytin adedidir.

- a: Kabuk rengi koyu yeşil olan zeytinler
- b: Kabuk rengi sarı veya sarımsı olan zeytinler
- c: Kabuk rengi kırmızımsı lekeli sarımsı olan zeytinler
- d: Kabuk rengi kırmızımsı veya açık menekşe olan zeytinler
- e: Kabuk rengi siyah ve meyve eti hala tamamiyle yeşil olan zeytinler
- f: Kabuk rengi siyah ve meyve eti kalınlığının yarısına kadar menekşe olan zeytinler
- g: Kabuk rengi siyah ve meyve eti hemen hemen çekirdeğe kadar menekşe olan zeytinler
- h: Kabuk rengi siyah ve meyve eti tamamiyle koyu renk olan zeytinler



### Serbest Yağ asitliği Analizi

Zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitliği analizi Türk Gıda Kodeksi (TGK) Zeytinyağı ve Pirina Yağı Analiz Metodları Tebliğine (2014/53) göre yapılmıştır (TGK, 2014).

### Ultraviyole Işığında Özgül Soğurma Analizleri

Zeytinyağı örneklerinin ultraviyole ışığında özgül soğurma analizleri TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Analiz Metodları Tebliğine (2014/53) göre yapılmıştır (TGK, 2014).

### Yağ Asidi Etil Esterleri (FAEE) Analizi

Zeytinyağı örneklerinin TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Analiz Metodları Tebliğine (2014/53) göre yapılmıştır (TGK, 2014). Analizler, Agilent Technologies 6850 gaz kromatografi cihazı ve SPB-5 kapiller kolon (15 m × 0.32 mm ID × 0.25 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numune hazırlığında 500 mg zeytinyağı örneğine 0.05 mg metil heptadekanoat iç standart eklenmiş, n-heksan ile ekstrakte edilerek kromatografi kolonuna aktarılmıştır. Elüsyon, n-heksan/etil eter (99:1) karışımı ile yapılmış ve elde edilen fraksiyonlar rotary evaporatörde çözücünden arındırılmıştır. Son fraksiyonlar azot akışı altında kurutulmuş, n-heptan ile seyreltilerek analiz için hazırlanmıştır. Helium taşıyıcı gazı ile 0.5 mL/dk enjeksiyon hacminde çalışılmış; kolon sıcaklığı 80 °C'den başlayarak kademeli olarak 335 °C'ye çıkarılmış ve 20 dakika beklenmiştir. Dedektör sıcaklığı 350 °C olarak ayarlanmıştır.

### Natürel Zeytinyağında Duyusal Özelliklerin Değerlendirilmesi

Zeytinyağı örneklerinin duyusal özelliklerin değerlendirilmesi Uluslararası Zeytin Konseyi'nin zeytinyağının duyusal analizi yöntemine COI/T.20/Doc. no.15'e göre yapılmıştır (IOC, 2018). Zeytinyağlarının duyusal değerlendirmesi, IOC tarafından tanınan ve ISO 17025 akreditasyonuna

sahip Türkiye Zeytincilik Araştırma Enstitüsü paneli tarafından, gerçekleştirilmiştir. Kalite ve saflık analizleri uygun bulunan örnekler, 20–25 °C sıcaklıkta, sessiz, nötr ve havalandırılmış bir ortamda değerlendirilmiştir. Sekiz eğitimli panelist her örneği ayrı kabinlerde, 15 mL'lik tadım bardaklarında  $28 \pm 2$  °C'de önce koklayarak ardından tadarak analiz etmiştir. Değerlendirme, pozitif (meyvemsi, acılık, yakıcılık) ve negatif (küflü, metalik, bayat vb.) özelliklere göre yapılmış; 10 cm'lik profil kağıdına işaretlenen skorlar bilgisayar programı ile istatistiksel olarak (medyan) analiz edilmiştir.

### İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada deneme tesadüf parsellerine göre yıllar tekrar alınarak analiz edilmiştir. Zeytinyağlarının ortalamaları arasındaki farkların önemi,  $p < .0001$  anlamlılık düzeyinde Fisher'in en az anlamlı fark testi kullanılarak ANOVA ile belirlenmiştir. Analizler üçer tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### İklim Verileri

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan aylık minimum ve maksimum sıcaklık değerlerine ve ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında (Çizelge 1, Şekil 1); 2017 yılında maksimum sıcaklık 33,8 °C ile Şanlıurfa'da minimum sıcaklık ise 2,8 °C ile Çanakkale'de, 2018 yılında maksimum sıcaklık 31,9 °C ile Gaziantep'de, minimum sıcaklık ise 5,9 °C ile Çanakkale'de, 2019 yılında maksimum sıcaklık 32,0 °C ile Şanlıurfa'da minimum sıcaklık ise 5,8°C ile Kilis'te, 2020 yılında maksimum sıcaklık 33,2 °C ile Şanlıurfa'da minimum sıcaklık ise 4,0 °C ile Hatay'da belirlenmiştir. Mersin, Gaziantep ve Şanlıurfa'da her dört yılda da 30 °C'nin üzerinde sıcaklıkların olduğu tespit edilmiştir. Kilis'te 2017 ve 2020 yıllarında, Antalya'da ise sadece 2017 yılında 30 °C'nin üzerinde sıcaklıkların olduğu tespit edilmiştir.



**Çizelge 1** Yıllara ve bölgelere göre aylık ortalama sıcaklık maksimum ve minimum sıcaklık değerleri (°C)

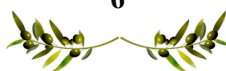
Yıllar		Bursa	Çanakkale	Balıkesir	Aydın	Muğla	Antalya	Mersin	Hatay	Kilis	Gaziantep	Şanlıurfa
2017	Mak.	25,1	25,4	28,1	29,4	29,9	30,2	32,2	27,7	30,8	33,6	33,8
	Min.	3,7	2,8	5,4	6,2	6,2	9,1	4,1	4,9	5,0	4,6	4,7
2018	Mak.	25,8	26,1	28,6	28,7	29,1	29,2	30,4	26,0	28,9	31,9	31,4
	Min.	6,6	5,9	8,6	8,2	8,6	11,6	8,2	8,2	8,1	7,9	7,5
2019	Mak.	24,5	25,7	27,9	29,2	29,2	29,7	30,2	26,3	28,9	31,8	32,0
	Min.	6,7	6,6	7,8	8,4	8,2	10,0	6,7	6,6	5,8	6,0	5,9
2020	Mak.	25,0	24,9	27,9	29,4	29,4	29,4	31,4	27,1	30,8	33,6	33,2
	Min.	5,6	4,0	7,5	7,3	8,1	10,6	6,5	6,9	5,0	4,6	5,8

**Şekil 1** Yıllara ve bölgelere göre ortalama aylık sıcaklık değerleri (°C)

Yıllara ve bölgelere göre aylık 2017 yılında ortalama, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında toplam yağış miktarı ( $\text{mm}=\text{kg}\div\text{m}^2$ ) minimum ve maksimum değerlerine (Çizelge 2, Şekil 2) bakıldığında 2017 yılında aylık ortalama, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında aylık toplam yağış miktarına bakıldığında; 2017 yılında maksimum ortalama yağış  $7,7 \text{ mm}=\text{kg}\div\text{m}^2$  ile Muğla'da minimum yağış ise  $0 \text{ mm}=\text{kg}\div\text{m}^2$  ile Bursa hariç tüm bölgelerde saptanmıştır. 2018 yılında maksimum toplam yağış  $264,8 \text{ mm}=\text{kg}\div\text{m}^2$  ile Antalya'da, minimum toplam yağış ise  $0 \text{ mm}=\text{kg}\div\text{m}^2$  ile Balıkesir, Hatay, Kilis ve Gaziantep'de, 2019 yılında maksimum toplam yağış  $527,1 \text{ mm}=\text{kg}\div\text{m}^2$  ile Antalya'da minimum ortalama yağış ise  $0 \text{ mm}=\text{kg}\div\text{m}^2$  ile Aydın, Kilis, Gaziantep ve Şanlıurfa'da, 2020 yılında maksimum toplam yağış  $94,9 \text{ mm}=\text{kg}\div\text{m}^2$  ile Bursa'da, minimum toplam yağış ise  $0 \text{ mm}=\text{kg}\div\text{m}^2$  ile Bursa, Muğla, Antalya, Mersin, Hatay, Kilis, Gaziantep ve Şanlıurfa'da belirlenmiştir.

**Çizelge 2.** Yıllara ve bölgelere göre aylık 2017 yılında ortalama, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında toplam yağış miktarı ( $\text{mm}=\text{kg}\div\text{m}^2$ ) minimum ve maksimum değerleri ( $\text{mm}=\text{kg}\div\text{m}^2$ )

Yıllar		Bursa	Çanakkale	Balıkesir	Aydın	Muğla	Antalya	Mersin	Hatay	Kilis	Gaziantep	Şanlıurfa
2017	Mak.	2,2	4,8	0,0	5,9	7,7	5,6	3,1	4,1	0,0	1,2	2,7
	Min.	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	Mak.	116,2	130,2	169,0	123,5	162,6	264,8	84,9	211,3	119,8	96,6	205,9
	Min.	2,3	0,3	0,0	6,7	2,4	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,2
2019	Mak.	65,0	135,0	153,0	183,4	214,8	527,1	194,6	265,3	149,0	119,1	186,8
	Min.	15,4	1,2	0,7	0,0	0,1	0,3	1,4	0,8	0,0	0,0	0,0
2020	Mak.	94,9	85,4	88,1	94,2	76,5	82,8	80,3	68,0	72,9	79,9	94,5
	Min.	0,0	0,5	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0





Şekil 2 Yıllara ve bölgelere göre aylık 2017 yılında ortalama, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında toplam yağış miktarı (mm=kg÷m<sup>2</sup>)

### Kalite Kriterlerinin ve FAEE değerlerinin değerlendirilmesi

Bu çalışmada, Türkiye'nin dört ana bölgesinden (Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu) 13 farklı ilden toplanan zeytin örneklerinden elde edilen zeytinyağlarının kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, bölgesel farklılıkların zeytinyağı bileşimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler yarattığını göstermektedir.

İllere göre örneklerin olgunluk indeksi, serbest yağ asitliği (% oleik asit cinsinden), K<sub>232</sub>, K<sub>270</sub>, Delta E ve FAEE (mg/kg) ortalama değerleri Çizelge 3'de görülmektedir. Örneklerin illere göre olgunluk indeksi, serbest yağ asitliği (% oleik asit cinsinden), K<sub>232</sub>, K<sub>270</sub>, Delta E ve FAEE (mg/kg) ortalama değerleri istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (p<,0001).

İllere göre en düşük olgunluk indeksi değerleri 1,90, 1,77 ve 1,64 ile Aydın ilinden Memecik zeytini, Kilis ilinden Kilis Yağlık zeytini ve Antalya ilinden Gemlik zeytini hasat edilmiş, en yüksek 3,77 ile Bursa ilinden Gemlik zeytini hasat edilmiştir. İllere göre en düşük serbest yağ asitliği (% oleik asit cinsinden) değeri 0,15 (% oleik asit cinsinden) ile Manisa ilinden hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Gemlik çeşidinde, en yüksek 0,62, 0,66 ve 0,71 (% oleik asit cinsinden) ile

Balıkesir, Mersin ve Çanakkale'den hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Ayvalık çeşidinde saptanmıştır. İllere göre tüm zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitliği (% oleik asit cinsinden) değerleri 0,8 (% oleik asit cinsinden) limitini geçmediği için Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğine göre natürel sızma zeytinyağı sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. K<sub>232</sub> ve K<sub>270</sub> değerleri, zeytinyağlarının oksidasyona karşı dayanıklılıklarının göstergesi olan kalite parametreleridir. Değerleri pirina ve rafine zeytinyağlarında yüksektir. İllere göre en düşük K<sub>232</sub> değeri 1,46 ile Şanlıurfa ilinden hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Gemlik çeşidinde, en yüksek 1,67 ve 1,69 ile Aydın ve Gaziantep'ten hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Memecik ve Nizip çeşitlerinde saptanmıştır. İllere göre tüm zeytinyağı örneklerinin K<sub>232</sub> değerleri 2,5 limitini geçmediği için Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğine göre natürel sızma zeytinyağı sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. İllere göre en düşük K<sub>270</sub> değeri 0,08 ile Çanakkale ilinden hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Ayvalık çeşidinde, en yüksek 0,15 ile Gaziantep'ten hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Nizip çeşidinde tespit edilmiştir. İllere göre tüm zeytinyağı örneklerinin K<sub>270</sub> değerleri 0,22 limitini geçmediği için Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğine göre natürel sızma zeytinyağı sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Çalışmada



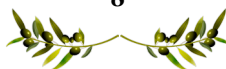
illere göre en düşük FAEE değeri 5,92 mg/kg ile Muğla ilinden hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Memecik çeşidinde, en yüksek 14,91 mg/kg ile Balıkesir’den hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Ayvalık çeşidinde tespit edilmiştir. İllere göre tüm zeytinyağı örneklerinin FAEE değerleri 35 mg/kg limitini geçmediği için Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğine göre natürel sızma zeytinyağı sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Bu değerler mevzuat sınırları içinde kalmakla birlikte, kalite açısından dikkatle izlenmesi gereken bir parametredir.

Zeytin meyvesinin olgunluk süreci, yeşil olum ve siyah olum olmak üzere iki aşamada gerçekleşmekte olup, bu süreçte hem fiziksel hem de kimyasal değişimler meydana gelmektedir (Franco ve ark., 2014). Zeytinyağı üretiminde genellikle olgun dönemde hasat tercih edilirken, sofralık zeytinler işleme yöntemine göre farklı olgunluk düzeylerinde toplanmaktadır (Emmanouilidou ve ark., 2020). Serbest yağ asitliği, zeytinyağı kalitesinin en temel göstergelerinden biri olup; meyve kalitesi, hasat zamanı, depolama süresi ve üretim koşullarından etkilenmektedir.  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri, zeytinyağının oksidatif stabilitesini ve bozulma düzeyini gösteren parametrelerdir. FAEE oluşumu, zeytin meyvesinde gerçekleşen fermantasyon süreciyle ilişkilidir. Serbest yağ asitlerinin metanol ve etanol ile esterleşmesi sonucu oluşan bu bileşikler, özellikle düşük kaliteli veya lampant yağlarda yüksek oranda bulunur. FAEE, hem kalite hem de saflık kriteri olarak değerlendirilmekte ve taşışın tespitinde

önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Köseoğlu ve ark. (2019), Memecik, Ayvalık ve Domat çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarında filtrasyonun FAEE değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığını, ancak depolama süresince FAEE düzeylerinin arttığını belirtmiştir. Başlangıçta 9,80–9,25 mg/kg olan FAEE değerleri, 12 ay sonunda 17,17–12,65 mg/kg’a yükselmiş; ancak 35 mg/kg’lık mevzuat sınırını aşmamıştır. Mariani ve Bellan (2008), zeytin kalitesine bağlı olarak gelişen fermantasyonun metil ve etil ester oluşumunu tetiklediğini, iyi kaliteye sahip natürel sızma zeytinyağlarında bu değerlerin çok düşük olduğunu tespit etmiştir. Gomez-Coca ve ark. (2012), FAEE konsantrasyonu ile duyu kalite arasında güçlü bir ilişki olduğunu ve bu parametrelerin zeytinyağının sınıflandırılmasında tamamlayıcı kriter olarak kullanılabileceğini vurgulamıştır. Çalışma genel olarak değerlendirildiğinde, Bursa bölgesi olgunluk açısından en ileri dönemde hasat edilen bölge olarak öne çıkarken, Manisa ve Muğla illeri serbest yağ asitliği ve FAEE açısından en kaliteli örnekleri sunmuştur. Balıkesir ve Çanakkale illerinde ise bu parametrelerde daha düşük kaliteye işaret eden değerler gözlemlenmiştir.  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri açısından Gaziantep ve Aydın illeri dikkat çekici düzeyde yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, zeytinyağı kalitesinin bölgesel iklim, hasat zamanı, işleme teknikleri ve zeytin çeşidi gibi faktörlerden doğrudan etkilendiğini ve kalite kontrol süreçlerinde bu değişkenlerin dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

**Çizelge 3.** İllere göre örneklerin olgunluk indeksi, serbest yağ asitliği (% oleik asit cinsinden),  $K_{232}$ ,  $K_{270}$ , Delta E ve FAEE (mg/kg) ortalama değerleri

Bölge (İl-Çeşit)	Olgunluk İndeksi	Serbest yağ asitliği (%oleik asit)	K 232	K 270	FAEE ≤35 (mg/kg)
Bursa (Gemlik)	3,77±0,55 a	0,23±0,12 de	1,61±0,24 abc	0,11±0,04 cd	6,33±3,91 cd
Antalya (Gemlik)	1,64±0,30 e	0,25±0,08 cde	1,50±0,03 cde	0,09±0,01 fg	7,02±4,35 cd
Manisa (Gemlik)	2,62±0,80 bc	0,15±0,05 e	1,49±0,09 de	0,11±0,03 cd	6,37±2,92 cd
Hatay (Gemlik)	2,56±0,50 bc	0,38±0,15 b	1,49±0,09 de	0,10±0,02 def	9,08±4,81 bcd
Şanlıurfa (Gemlik)	2,74±1,16 b	0,23±0,15 de	1,46±0,15 e	0,10±0,02 def	7,36±1,20 bcd
Mersin (Ayvalık)	1,98±0,63 de	0,66±0,12 a	1,54±0,07 bcde	0,09±0,01 fg	8,13±6,11 bcd
Balıkesir (Ayvalık)	2,33±0,30 cd	0,62±0,26 a	1,49±0,13 de	0,09±0,02 fg	14,91±10,14 a
Çanakkale (Ayvalık)	2,58±0,21 bc	0,71±0,42 a	1,50±0,14 cde	0,08±0,02 g	12,61± 8,69 ab
İzmir (Memecik)	2,68±0,87 bc	0,31±0,18 bcd	1,63±0,09 ab	0,12±0,04 bc	6,72±3,57 cd
Muğla (Memecik)	2,35±0,46 cd	0,29±0,07 bcd	1,60±0,21 abcd	0,11±0,04 cd	5,92±1,14 d
Aydın (Memecik)	1,90±0,97 e	0,20±0,18 de	1,67±0,18 a	0,13±0,03 ab	7,79±3,30 bcd
Gaziantep (Nizip Yağlık)	2,65±1,07 bc	0,37±0,17 bc	1,69±0,19 a	0,15±0,03 a	9,80±5,43 abcd
Kilis (Kilis Yağlık)	1,77±0,85 e	0,41±0,12 b	1,54±0,10 bcde	0,10±0,02 def	11,52±7,82 abc



İllere göre zeytinyağı örneklerini meyvemsilik, acılık ve yakıcılık ortalama değerleri Çizelge 4’de görülmektedir. Zeytinyağı örneklerinin illere göre meyvemsilik, acılık ve yakıcılık değerleri istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,0001$ ). İllere göre en düşük meyvemsilik değeri 4,42 şiddet ile Gaziantep ilinden hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Nizip Yağlık ve 4,43 şiddet ile Çanakkale ilinden hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Ayvalık çeşitlerinde, en yüksek 5,00 şiddet ile Aydın’dan hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Memecik çeşidinde tespit edilmiştir. İllere göre en düşük acılık değeri 2,58, 2,59, 2,62, 2,62, 2,67 ve 2,68 şiddet ile sırasıyla Kilis, Manisa, Çanakkale, Balıkesir, Hatay ve Şanlıurfa illerinden hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Kilis Yağlık, Gemlik, Ayvalık, Ayvalık, Gemlik ve Gemlik çeşitlerinde, en yüksek 3,76 şiddet ile Gaziantep’den hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Nizip Yağlık çeşidinde saptanmıştır. İllere göre en düşük yakıcılık değeri 3,11 şiddet ile Manisa ilinden hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Gemlik çeşidinde, en yüksek 4,27 şiddet ile Gaziantep’den hasat edilerek zeytinyağı elde edilen Nizip çeşidinde saptanmıştır.

Natürel sızma zeytinyağının kimyasal kompozisyonu ve duyuşal özellikleri; çevresel koşullar, yetiştirme teknikleri, genetik yapı (çeşit), meyve olgunluk derecesi, hasat-taşıma-depolama sistemleri, üretim ve ambalajlama süreçleri gibi çok sayıda değişkenden etkilenmektedir (Kalua ve ark., 2007). Servili ve Montedoro (2002), yüksek sıcaklıkların toplam fenol miktarında ve duyuşal özelliklerde kayıplara yol açtığını belirtmiş; Esti ve ark. (2009) fenol miktarı ile acılık ve yakıcılık arasında pozitif

korelasyon olduğunu göstermiştir. Delgado ve Guinard (2011), farklı ülkelerden elde edilen 22 zeytinyağı örneğinde orijin, çeşit ve olgunluk düzeyinin duyuşal profil üzerinde belirleyici olduğunu vurgulamıştır. Türkiye’de yapılan çalışmalarda da benzer bulgular elde edilmiştir. Büyükgök ve Gümüşkesen (2015), Ayvalık, Memecik, Gemlik ve Kilis Yağlık çeşitlerinde meyvemsilik şiddetinin 4,0–4,88 aralığında değiştiğini ve bu yağların “orta meyvemsi” grubunda yer aldığını bildirmiştir. Arucu (2013), farklı yörelerden elde edilen 30 zeytinyağı örneğinde genel olarak “hafif meyvemsi” profilin hâkim olduğunu belirtmiştir. Memecik yağlarında meyvemsilik 3,5–5,10; Gemlik yağlarında ise 2,00–3,50 aralığında bulunmuştur. Acılık değerleri yıllara ve illere göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış; değerler 2,10–4,20 arasında değişmiştir. TGK (2017) sınıflandırmasına göre örnekler “hafif acı” ve “orta acı” gruplarında yer almıştır. Büyükgök ve Gümüşkesen (2015), Ayvalık, Gemlik ve Memecik yağlarında acılık ortalamalarını sırasıyla 1,46; 2,38 ve 2,39 olarak rapor etmiş, bu yağların “hafif acı” sınıfında değerlendirildiğini belirtmiştir. Yakıcılık değerleri ise yıllara ve illere göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük yakıcılık 2,57 ile Hatay-Gemlik örneğinde, en yüksek 4,53 ile Gaziantep-Nizip Yağlık örneğinde saptanmıştır. TGK’ya göre örnekler “hafif yakıcı” ve “orta yakıcı” gruplarında yer almıştır. Büyükgök ve Gümüşkesen (2015), Ayvalık, Gemlik ve Memecik yağlarında yakıcılık ortalamalarını sırasıyla 2,39; 3,15 ve 3,74 olarak bildirmiştir. Sonuç olarak, zeytinyağının duyuşal profili hem çeşide hem de üretim koşullarına duyarlıdır.

**Çizelge 4** İllere göre zeytinyağı örneklerini meyvemsilik, acılık ve yakıcılık ortalama değerleri

Bölge (İl-Çeşit)	Meyvemsilik	Acılık	Yakıcılık
Bursa (Gemlik)	4,65±0,49 cde	2,98±0,48 bcd	3,42±0,69 def
Antalya (Gemlik)	4,91±0,19 abc	2,78±0,35 cd	3,48±0,37 cdef
Manisa (Gemlik)	4,79±0,44 abcd	2,59±0,18 d	3,11±0,31 f
Hatay (Gemlik)	4,88±0,25 abcd	2,67±0,23 d	3,21±0,44 ef
Şanlıurfa (Gemlik)	4,81±0,39 abcd	2,68±0,40 d	3,30±0,66 ef
Mersin (Ayvalık)	4,88±0,26 abcd	2,74±0,44 cd	3,60±0,51 bcde
Balıkesir (Ayvalık)	4,63±0,20 de	2,62±0,25 d	3,40±0,30 ef
Çanakkale (Ayvalık)	4,43±0,53 e	2,62±0,43 d	3,41±0,55 ef
İzmir (Memecik)	4,92±0,37 ab	3,22±0,38 b	3,92±0,22 bc
Muğla (Memecik)	4,82±0,17 abcd	3,22±0,29 b	3,89±0,14 abcd
Aydın (Memecik)	5,00±0,09 a	3,15±0,45 bc	3,95±0,31 ab
Gaziantep (Nizip Yağlık)	4,42±0,52 e	3,76±0,39 a	4,27±0,41 a
Kilis (Kilis Yağlık)	4,65±0,26 cde	2,58±0,17 d	3,61±0,26 bcde



## İklim Verileriyle Birlikte Zeytinyağı Kalite Kriterlerinin ve FAEE Değerlerinin İncelenmesi

Zeytinyağı kalitesini belirleyen başlıca parametreler arasında serbest yağ asitliği,  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  absorpsiyon değerleri, FAEE miktarı ve sterol kompozisyonu yer almaktadır. Bu parametreler, zeytin meyvesinin fizyolojik gelişimi, hasat zamanı, işleme koşulları ve özellikle iklimsel değişkenlikler doğrultusunda önemli farklılıklar göstermektedir. Türkiye'nin farklı agro-ekolojik bölgeleri, zeytin yetiştiriciliği açısından farklı iklimsel karakteristiklere sahiptir. Ege Bölgesi (İzmir, Aydın, Muğla, Manisa, Balıkesir, Çanakkale): Akdeniz ikliminin tipik özelliklerini taşımakta olup yazları sıcak ve kurak, kışları ılıman ve yağışlıdır. Bu bölgelerde yıllık ortalama sıcaklık 16–19 °C, yağış miktarı ise 600–1000 mm arasında değişmektedir. Akdeniz Bölgesi (Antalya, Mersin, Hatay): Daha yüksek sıcaklık ve nem oranına sahip olup, yaz aylarında uzun süreli kuraklık ve yüksek buharlaşma gözlenmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi (Gaziantep, Şanlıurfa, Kilis): Karasal iklim etkisiyle yazlar çok sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk geçmektedir. Yıllık yağış miktarı 400–600 mm civarındadır. Marmara Bölgesi (Bursa): Geçiş iklimi özellikleri taşımakta olup, daha serin ve nemli koşullar hakimdir. Bu iklimsel farklılıklar, zeytin meyvesinin olgunluk sürecini ve dolayısıyla zeytinyağının kimyasal bileşimini doğrudan etkilemektedir.

Sıcaklık artışı, meyve gelişimini hızlandırmakta ancak yağ asidi kompozisyonunu olumsuz etkileyebilmektedir. Örneğin, sıcak bölgelerde oleik asit oranı azalırken, linoleik ve palmitik asit oranları artış göstermektedir (Lombardo ve ark., 2008). Yeterli yağış alan bölgelerde (örneğin Manisa, İzmir) serbest yağ asitliği değerleri daha düşük bulunmuştur (%0,15–0,31), bu da meyve sağlığının ve işleme kalitesinin yüksek olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, kuraklık stresinin daha belirgin olduğu Balıkesir, Çanakkale ve Mersin gibi bölgelerde serbest yağ asitliği değerleri %0,62–0,71 (%oleik asit cinsinden) aralığında olup, bu durum kaliteyi olumsuz etkileyebilecek bir göstergedir. Gaziantep ve Aydın gibi sıcak ve kurak bölgelerde  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri en yüksek bulunmuştur. Bu, yağların oksidatif bozulmaya daha yatkın olduğunu ve raf ömrünün kısalabileceğini göstermektedir. FAEE değerleri, zeytin meyvesinin

fermantasyon geçmişini ve işleme sürecindeki hijyen koşullarını yansıtmaktadır. Balıkesir (%14,91 mg/kg) ve Çanakkale (%12,61 mg/kg) gibi bölgelerde FAEE değerlerinin yüksek olması, sıcaklık ve nemin fermentasyon riskini artırdığını göstermektedir. Buna karşılık Muğla ve Manisa gibi bölgelerde FAEE değerleri daha düşük bulunmuş, bu da daha sağlıklı meyve ve kontrollü işleme sürecine işaret etmektedir.

İklimsel verilerle birlikte yapılan değerlendirmeler, zeytinyağı kalite kriterlerinin bölgesel iklim koşullarına son derece duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Sıcaklık, yağış, nem ve hasat zamanlaması gibi çevresel faktörler; zeytin meyvesinin fizyolojik gelişimini, kimyasal bileşimini ve duyu özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, zeytinyağı üretiminde iklim adaptasyonuna dayalı bölgesel stratejilerin geliştirilmesi, kalite güvencesi açısından kritik öneme sahiptir.

## SONUÇ

Gelecekteki iklim projeksiyonları, zeytin ağacı (*Olea europaea L.*) gibi çok yıllık bitkiler üzerinde su kaynaklarının azalması, fizyolojik süreçlerin bozulması, fenolojik zamanlamaların kayması ve nihai ürün verim ile kalite parametrelerinde düşüş gibi çok yönlü olumsuz etkilerin ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Özellikle Akdeniz iklim kuşağında yaygın olarak yetiştirilen zeytin türleri açısından, sıcaklık artışları ve buharlaşma oranlarındaki yükselme, büyüme mevsiminin uzamasına, çiçeklenme dönemlerinin kaymasına ve meyve olgunlaşmasının hızlanmasına neden olabilmektedir. Bu durum, hasat zamanlamasında değişikliklere yol açmakta ve ürünün olgunluk düzeyi ile kalite özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Artan sıcaklıklar, azalan yağış miktarları ve su stresine bağlı olarak zeytin ağaçlarında fenolojik döngülerin değiştiği, çiçeklenme ve meyve tutumu gibi kritik gelişim evrelerinde olumsuzlukların yaşandığı ortaya koymaktadır. Bu durum, meyve gelişimini ve dolayısıyla zeytinyağının kimyasal bileşimini etkileyerek kalite parametrelerinde sapmalara neden olabilmektedir. Ayrıca, iklimsel değişimlerin hastalık ve zararlı popülasyonlarını artırdığı, bunun da ürün verimliliği ve ekonomik değer üzerinde negatif etkiler oluşturduğu bilinmektedir.



Çalışmada Ayvalık, Memecik, Gemlik, Nizip Yağlık ve Kilis Yağlık zeytinleri bahçelerden kontrollü koşullar altında hasat edilmiş, hasat edildikten hemen sonra İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne gönderilmiş ve bekletilmeden Abencor sistemi ile zeytinyağları elde edilmiştir. Çalışma boyunca hasat teknikleri, zeytinyağı ekstraksiyonu, depolama şekilleri gibi yağ kalitesine etki eden koşullar kontrol altında tutularak bu aşamalarda yaşanabilecek olumsuzlukların önüne geçilmeye çalışılmıştır.

Olgunluk indeksi, serbest yağ asitliği,  $K_{232}$ ,  $K_{270}$  ve FAEE gibi temel kalite göstergelerinde iller arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir; bu durum, zeytinyağı üretiminde bölgesel iklim koşullarının ve hasat zamanlamasının belirleyici rol oynadığını göstermiştir. Duyusal analizlerde ise meyvemsilik, acılık ve yakıcılık gibi özellikler, hem çeşide hem de bölgeye bağlı olarak farklılık göstermiştir.

Sonuç olarak, zeytinyağı üretiminde kaliteyi koruyabilmek ve sürdürülebilirliği sağlamak için iklim değişikliğinin etkilerinin detaylı biçimde izlenmesi, çeşitlerin ekolojik koşullara göre

değerlendirilmesi ve üretim süreçlerinin bölgesel adaptasyon stratejileriyle desteklenmesi gerekmektedir. Bu çalışma, ulusal düzeyde zeytinyağı kalite kontrol süreçlerinin iklimsel ve tarımsal değişkenlikler doğrultusunda yeniden ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

### Teşekkür

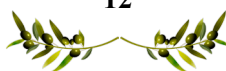
Bu yayından kullanılan veriler Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir. Projenin yürütülmesinde Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Gıda İşletmeleri ve Kodeks Daire Başkanlığı ve Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü ile işbirliği ile yapılan “ Ülkemizde Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Zeytinlerden Elde Edilen Zeytinyağlarının İklimsel Koşullara Göre Değişen Kalite Ve Sağlık Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı projeden elde edilmiştir. Projeye verdiği destekten dolayı T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü’ne, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Gıda İşletmeleri ve Kodeks Daire Başkanlığı ve Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü’ne teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Algataa, B., (2020). Analysis of the impact of climate change and storage methods on the quality of olive oil in Libya, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 10, Issue 5, 968-972.DOI: 10.29322/IJSRP.10.05.2020.p101115,
- Aruco, D., (2013). Farklı Yöre Zeytinlerinden Elde Edilen Natürel Zeytinyağlarının Duyusal Kalitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bil. Ens., 123s
- Ben Temime, S., Manai, H., Methenni, K., Baccouri, B., Abaza, L., Daoud, D., Sánchez Casas, J., Osorio Bueno, E. Ve Zarrouk, M., (2008). Sterolic composition of Chétoui virgin olive oil: Influence of geographical origin, Food Chem., 110(2):368-374, doi: 10.1016/j.foodchem.2008.02.012.
- Ben Zaid, Y., Zouabi, O., (2016). Impacts of climate change on Tunisian olive oil output, Climatic Change, DOI 10.1007/s10584-016-1801-3
- Biedermann, M., Bongartz, A., Mariani C., Grop, K., (2008). Fatty Acid Methyl and Ethyl Esters as well as Was Esters for Evaluating the Quality of Olive Oils, Eur food Res Technol, 228, 65-74.
- Bıyıklı, K., 2009, Türk Zeytinyağlarının Sağlık Derecelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, FBE, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Büyükgök, E.B., Saygın Gümüşkesen, A., (2015). Üç Farklı Hasat Zamanının Gemlik, Kilis Yağlık, Ayvalık Ve Memecik Zeytin Çeşitlerinden Elde Edilen Zeytinyağlarının Kimyasal Ve Duyusal Özelliklerine Etkisi, TAGEM Projesi, Proje No: TAGEM/HSGYAD/13/A05/P01/231.
- Çolakoğlu, C., A., Tunalioglu, R., (2010). Aydın İlinde Zeytin Üretimi ile İklim Verileri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi, ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 71, 71-77.
- Delgado, C., Guinard, J.X., (2011). How do consumer hedonic ratings for extra virgin olive oil relate to quality ratings by experts and descriptive analysis ratings? Food Quality and Preference, 22, 213-225.



- Emmpaanouhidoua, M.G., Koukourikou-Petridoub, M., Gerasopoulosb, D., Kyriacouc, M.C., (2020). Evolution of physicochemical constitution and cultivar-differential maturity configuration in olive (*Olea europaea* L.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 272:1-13.
- Esti, M., Contini, M., Moneta, E., Sinesio, F., (2009). Phenolics Compounds and Temporal Perception Of Bitterness and Pungency In Extra Virgin Olive Oils: Changes Occurring Throughout Storage *Food Chemistry* 113, 1095–1100
- Fraga, H., (2021). Olive orchards under climate change, *Agriculture, Dairy & Animal Science*, <https://encyclopedia.pub/7210>
- Franco, M.N., Galeano-Díaz, T., López, Ó., Fernández-Bolaños, J.G., Sánchez, J., De Miguel, C., Gil, M.V., Martín-Vertedor, D., (2014). Phenolic compounds and antioxidant capacity of virgin olive oil, *Food Chemistry*, 163, 289–298. DOI:10.1016/j.foodchem.2014.04.091
- Garcia-Oliveira, P., Jimenez-Lopez, C., Lourenço-Lopes, C., Chamorro, F., Pereira, A.G., Carrera-Casais, A., Fraga-Corral, M., Carpena, M., Simal-Gandara, J., Prieto, M.A. (2021). Evolution of Flavors in Extra Virgin Olive Oil Shelf-Life. *Antioxidants*, 10, 368. <https://doi.org/10.3390/antiox10030368>
- Gomez-Coca, R. B., Moreda, W., Perez-Camino, M. C., (2012). Fatty Acid Alkyl Esters Presence in Olive Oil vs. Organoleptic Assessment, *Food Chem.*, 135, 1205-1209.
- IOC, (2017). Determination of Fatty Acids Methyl Esters by Gas Chromatography COI/T.20/Doc.No.33. (modifiye)
- Kalua, C.M., Allen, M.S., Bedgood, D.R., Bishop, A.G., Prenzler, P.D., Robards, K., (2007). Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: a critical review. *Food Chem.* 100:273-286.
- Köseoğlu O., Sevim D., Kadiroğlu P., (2019). Effects of Filtration on the Quality Properties of Extra Virgin Olive Oils during Storage, *Journal Of Americal Oil Chemists' Society*, 96, 291-301, Doi: <https://doi.org/10.1002/aocs.12168>
- Lombardo N, Marone E, Alessandrino M, Godino G, Madeo A, Fiorino P., (2008). Influence of growing season temperatures in the fatty acids (FAs) of triacylglycerols (TAGs) composition in Italian cultivars of *Olea europaea*. *Advances in Horticultural Science*. 22(1):49–53.
- Mariani, C., Bellan, G., (2008). Detection of low quality oils in extra virgin olive oils, *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 85(1):3-20
- Orlandi, F., Rojo, J., Picornell, A., Jose, O., Pérez-Badía, R., Fornaciari, M., (2020). Impact Of Climate Change On Olive Crop Production In Italy, *Atmosphere*, 11, 595; Doi:10.3390/Atmos11060595
- Özaltaş, M., Savran, M.K., Ulaş, M., Kaptan, S., Köktürk, H., Kalanlar, Ş., Konsoloğlu, B., Tıbet, Ü., Yağcıoğlu, M., Aksarı, E., Tatlı, A., Soyuer, H., Pekcan, T., Dursun, Ö., Karadeniz, C., Kılıcı, M., Balkan, A., Sevilmiş, G., (2016). *Türkiye Zeytinçilik Sektör Raporu*, ISBN: 978-605-9175-57-9, İzmir
- Piscopo, A., Mafra, R., De Bruno, A., Romeo, R., Santacaterina, S., Porana, M., (2021). Characterization of Olive Oils Obtained from Minor Accessions in Calabria (Southern Italy). *Foods* 10, 305. <https://doi.org/10.3390/foods10020305>
- Sevim, D., Varol, N. ve Köseoğlu, O. 2022. Küresel İklim Değişikliğinin Zeytin Yetiştiriciliği ve Zeytinyağı Üzerine Etkileri. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 36(2), 415-432. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1018517>
- Servili, M., Montedoro, G., (2002). Contribution of Phenolic Compounds to Virgin Olive Oil Quality, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104, 602-613.
- TGK, (2014). Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Analiz Metotları Tebliği. (Tebliğ No: 2014/53) (20 Kasım 2014, Sayı: 29181)
- TGK, (2017). Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Ve Pirina Yağı (Tebliğ No: 2017/26)
- UZK, (1991). Zeytinyağı Kalitesinin İyileştirilmesi, Yağ Teknolojisi Deneme Enstitüsü, İtalya
- Vossen, P., (2007). Olive Oil: History, Production, and Characteristics of the World's Classic Oils, *Hort Science*, 42(5): 1093-1100pp.
- Yousfi K, Cert Rm Ve Garcia Jm, (2006). Changes in quality and phenolic compounds of virgin olive oils during objectively described fruit maturation. *Eur Food Res Technol* 223: 117–124.



# İklim ve Coğrafyanın Zeytinyağı Saflık Kriterleri Üzerindeki Etkisi: Yağ Asidi ve Sterol Kompozisyonu Değerlendirmesi

*The Effect of Climate and Geography on the Purity Criteria of Olive Oil: Evaluation of Fatty Acid and Sterol Composition*

Didar SEVİM<sup>1</sup>  Oya KÖSEOĞLU<sup>1</sup>  Elif B. BÜYÜKGÖK<sup>1</sup>   
 Nesrin KURTAR BOZBIYIK<sup>2</sup>  Esin TOPARLAK<sup>2</sup>  Hatice USLU<sup>3</sup>   
 Kadriye YILMAZ<sup>4</sup>  Özgür DURSUN<sup>1</sup>  M. Kerem SAVRAN<sup>1</sup>  Mehmet HAKAN<sup>1</sup>   
 Önder ERALP<sup>1</sup>  Serkan KAPTAN<sup>1</sup>  Halil KÖKTÜRK<sup>1</sup>  Özlem ASKER<sup>1</sup>   
 Pınar Çakır TOPDEMİR<sup>5</sup>  Nurdan AKBAŞ<sup>6</sup>  Sibel PAZARLI<sup>7</sup>  Melike AYAZTEK<sup>7</sup>  
 Serkan YALÇIN<sup>8</sup>  İsmail Memduh TURANOĞLU<sup>9</sup>  Çiğdem CEREN<sup>10</sup>   
 Sabahittin ABAY<sup>11</sup>  Şehnaz KORKMAZ<sup>9</sup>  Ahmet YILMAZ<sup>12</sup> 

<sup>1</sup> Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir, <sup>2</sup>Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, <sup>3</sup>Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Gıda İşletmeleri ve Kodeks Daire Başkanlığı, Ankara, <sup>4</sup>Bitkisel Üretim genel Müdürlüğü, Ankara, <sup>5</sup>Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, İzmir, <sup>6</sup>Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Bursa, <sup>7</sup>Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Ankara, <sup>8</sup>Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Hatay, <sup>9</sup>GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa, <sup>10</sup> Hatay Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Hatay, <sup>11</sup>Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Konya, <sup>12</sup> Nizip İlçe Tarım Müdürlüğü, Nizip

Başvuru Tarihi / Received: 05.09.2025

/ Kabul Tarihi / Accepted: 21.10.2025

## ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'nin zeytinyağı üretiminde öne çıkan dört ana bölgesinden (Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu) ve 13 farklı ilden temin edilen Gemlik, Ayvalık, Memecik, Kilis Yağlık ve Nizip Yağlık çeşitlerine ait zeytin örneklerinden elde edilen zeytinyağlarının kalite ve saflık parametrelerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Analizlerde, zeytinyağlarının kimyasal bileşimi yağ asidi ve sterol kompozisyonu açısından incelenmiştir. Yağ asidi kompozisyonu sonuçlarına göre, oleik asit oranı %67,3–73,8 arasında değişirken, linoleik asit %6,1–12,8, palmitik asit %13,1–16,1 ve linolenik asit %0,52–0,81 aralığında bulunmuştur. Sterol kompozisyonu analizlerinde ise, toplam  $\beta$ -sitosterol oranı %94,4–96,1 arasında değişmiş; kampesterol %1,8–3,5, stigmasterol %0,5–2,0 ve delta-7-stigmastenol %0,34–0,65 düzeylerinde ölçülmüştür. Tüm örneklerde elde edilen değerler, delta-7-stigmastenol değeri hariç Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen yasal sınırlar içerisinde kalmış ve zeytinyağlarının saflık kriterleri açısından uygun olduğunu göstermiştir. Zeytinyağının kimyasal kompozisyonu yalnızca genetik çeşitliliğe değil, aynı zamanda bölgesel iklim koşullarına da duyarlıdır. Özellikle ekstrem sıcaklıklar, düşük nem oranları ve yetersiz yağış gibi iklimsel değişkenler, zeytinyağı kalitesinde belirgin farklılıklara yol açabilmektedir. Bu nedenle, zeytinyağı üretiminde kaliteyi sürdürülebilir biçimde koruyabilmek için iklimsel verilerin dikkate alınması, bölgeye uygun çeşit seçimi ve iklim duyarlı tarımsal uygulamaların benimsenmesi büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Saflık kriterleri, İklim değişikliği, Coğrafi farklılık, Zeytin çeşitleri, Zeytinyağı

## ABSTRACT

This study aims to evaluate the quality and purity parameters of olive oils obtained from olive samples belonging to the Gemlik, Ayvalık, Memecik, Kilis Yağlık and Nizip Yağlık varieties sourced from 13 different provinces in Turkey's four main olive oil producing regions (Marmara, Aegean, Mediterranean and Southeastern Anatolia). The analyses examined the chemical

\* Sorumlu Yazar (Corresponding author) Dr. Didar SEVİM / E-posta: dcengeler@gmail.com



composition of the olive oils in terms of fatty acid and sterol composition. According to the fatty acid composition results, the oleic acid ratio ranged from 67.3% to 73.8%, while linoleic acid ranged from 6.1% to 12.8%, palmitic acid from 13.1% to 16.1%, and linolenic acid from 0.52% to 0.81%. In sterol composition analyses, the total  $\beta$ -sitosterol ratio ranged from 94.4% to 96.1%; campesterol was measured at 1.8%–3.5%, stigmasterol at 0.5%–2.0%, and delta-7-stigmastenol at 0.34%–0.65%. The values obtained in all samples, except for delta-7-stigmastenol, remained within the legal limits specified in the Turkish Food Codex and demonstrated that the olive oils were suitable in terms of purity criteria. The chemical composition of olive oil is sensitive not only to genetic diversity but also to regional climatic conditions. In particular, climatic variables such as extreme temperatures, low humidity levels and insufficient rainfall can lead to significant differences in olive oil quality. Therefore, in order to sustainably maintain quality in olive oil production, it is crucial to consider climatic data, select varieties suitable for the region and adopt climate-sensitive agricultural practices.

**Keywords:** Purity criteria, Climate change, Geographical differences, Olive varieties, Olive oil

## GİRİŞ

Zeytin ağacı (*Olea europaea* L.), karakteristik olarak Akdeniz iklimine uyum sağlamış bir tür olup, günümüzde 38 ülkede yetiştirilmektedir. Küresel zeytin üretiminin büyük bölümü Akdeniz havzasında yoğunlaşmakta olup; başlıca üretici ülkeler arasında İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Suriye, Fas, Portekiz, Mısır ve Cezayir yer almaktadır (Aygün ve ark., 2019). Zeytinin ilk kez kültüre alındığı coğrafya olarak kabul edilen Türkiye, genetik çeşitlilik açısından oldukça zengin bir zeytin ağacı varlığına sahiptir. Son yıllarda devlet destekleri ve teşvik politikaları sayesinde ağaç sayısında belirgin artışlar yaşanmıştır. Bu gelişmelerin, ülkemizin hem sofralık zeytin hem de zeytinyağı üretiminde küresel sıralamada daha üst konumlara yükselmesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Zeytin ağacı Akdeniz iklimine özgü yarı kurak koşullara yüksek adaptasyon yeteneği gösteren, uzun ömürlü ve ekonomik değeri yüksek bir meyve türüdür. Türkiye, zeytin yetiştiriciliği açısından dünya genelinde önemli üretici ülkeler arasında yer almakta olup, Ege, Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri başta olmak üzere geniş bir agro-ekolojik çeşitliliğe sahiptir (Çolakoğlu ve Tunalıoğlu, 2010; Özaltaş et al., 2016).

Zeytin ağacının yayılışında en belirleyici çevresel faktörlerden biri sıcaklıktır. Zeytin yetiştiriciliği için ideal yıllık sıcaklık ortalaması 15–20°C olup, maksimum 40°C'ye kadar (sulama koşuluyla) tolerans gösterilebilmektedir. İlkbahar ve yaz aylarında sıcaklıkların mevsim normallerinin üzerine çıkması, yapraklarda terleme ve buruşma ile meyve tutumunda azalmaya yol açabilmektedir. Özellikle Mayıs–Haziran dönemindeki aşırı sıcaklıklar, döllemeyi olumsuz etkileyerek verimi düşürebil-

mektedir. Yaz aylarında görülen yüksek sıcaklıklar, meyve gelişimini yavaşlatmakta ve oleik asit gibi kalite ve saflığı belirleyen yağ asitlerinin oranını azaltabilmektedir (Lombardo et al., 2008; Rodrigues et al., 2021). Öte yandan, -7°C'nin altındaki düşük sıcaklıklar, ağacın gelişme durumu ve yaşı gibi faktörlere bağlı olarak gözlerden köke kadar zarar oluşturabilmektedir. Kış aylarında erken ısınma sonucu ağaçların erken uyanması ve ardından gelen soğuklar da zarara neden olabilmektedir. Gece-gündüz sıcaklık farkları ise sürgünlerde zarar oluşturabilmektedir (Özaltaş ve ark., 2016). Rüzgârın zamanı, yönü ve şiddeti de zeytin ağacı üzerinde hem olumlu hem olumsuz etkilere sahiptir. Kışın bol yağış getiren karayeller çiçeklenme döneminde döllemeyi kolaylaştırırken, yazın nemli rüzgârlar susuzluğu engeller; buna karşılık kuru rüzgârlar toprak nemini azaltarak meyvede buruşmaya yol açabilir (Kıvrak, 2019). Zeytin ağacının sıcaklık istekleri fenolojik evrelere göre değişmektedir: sürgün başlangıcından sonraki oluşumda 5–10°C, çiçeklenmede 15–20°C, meyve oluşumu ve büyümede 20–25°C, tam olgunlaşmadan hasat bitimine kadar ise yaklaşık 5°C gereklidir. Yıllık yağış isteği ise 600–800 mm olup, özellikle kış ve ilkbahar yağışları toprakta depolanarak çiçeklenme ve meyve tutumunu artırır, haziran dökümünü azaltır. Yaz aylarında ise meyve iriliği ve kalite için ek suya ihtiyaç duyulmakta, yağış yetersizse sulama gerekmektedir. Dolu ise zeytin-cilik açısından istenmeyen yağış türleridir (Özaltaş ve ark., 2016; Kıvrak, 2019).

Son yıllarda iklim değişikliği, zeytin tarımı açısından giderek daha büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Orlandi et al. (2020), İtalya'da yürüttükleri çalışmada sıcaklık artışlarının ve azalan yağışların zeytin üretimiyle negatif ilişkili olduğunu ortaya



koymuşlardır. Ben Zaied ve Zouabi (2016), Tunus'ta kuraklık ve altyapı eksikliklerinin zeytin üretimini ciddi şekilde azalttığını belirtmiş; Fraga (2021), sıcaklık artışlarının büyüme mevsimini uzattığını ve fizyolojik bozulmalara yol açtığını vurgulamıştır. Algataa (2020) ise iklim değişikliğine karşı yeni çeşit geliştirme, entegre zararlı yönetimi ve sulama stratejilerinin önemine dikkat çekmiştir.

Türkiye'de iklim değişikliği nedeniyle su kıtlığı ve aşırı hava olaylarının tarımsal üretim üzerindeki olumsuz etkileri artmaktadır. Özellikle Ege, Orta Anadolu ve Akdeniz Bölgelerinde yağışların azalması ve sıcaklıkların yükselmesiyle sulama ihtiyacı iki katına çıkabilir. Bitkiler, çiçeklenme ve dane oluşum dönemlerinde aşırı sıcaklara maruz kaldıklarında verim kayıpları yaşanması kaçınılmaz hale gelebilir (Sevim ve ark., 2022).

Zeytinyağı, Akdeniz diyetinin temel bileşenlerinden biri olarak hem besleyici değeri hem de sağlık üzerindeki olumlu etkileriyle öne çıkan bir bitkisel yağdır. Bu yağın kimyasal bileşimi, özellikle yağ asidi ve sterol kompozisyonu açısından zengin bir çeşitlilik göstermektedir. Yağ asitleri ve steroller, zeytinyağının kalite, saflık ve coğrafi orijinini belirlemede temel parametreler olarak kabul edilmektedir (Kiritsakis, 1998; Şahin et al., 2008).

Zeytinyağının kimyasal bileşimi %98 oranında sabunlaşabilen maddelerden (trigliseridler, esterler) ve %2 oranında sabunlaşmayan minör bileşenlerden (fenolikler, steroller, hidrokarbonlar, alkoller, uçucu bileşenler, antioksidanlar) oluşmaktadır. Zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu, başta oleik asit (C18:1) olmak üzere palmitik asit (C16:0), linoleik asit (C18:2) ve linolenik asit (C18:3) gibi temel bileşenlerden oluşur. Oleik asit, zeytinyağında baskın olan tekli doymamış yağ asidi olup genellikle %55–85 aralığında bulunur (IOC, 2025) ve oksidatif stabiliteyi artırarak raf ömrünü uzatır (Kayahan ve Tekin, 2006). Palmitik ve linoleik asit oranları ise sırasıyla %7,0–20 ve %2,5–21 arasında değişmektedir (IOC, 2025). Bu oranlar; zeytin çeşidi, yetiştirme bölgesi, iklimsel koşullar, meyve olgunluk derecesi ve işleme teknikleri gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Di Giovacchino et al., 2002; Köseoğlu et al., 2019). Yağ asidi kompozisyonu; çeşit, rakım, iklim ve olgunluk düzeyine göre

değişmekte olup, yüksek oleik asit ve düşük linoleik/linolenik asit içeriği ile oksidasyona karşı dayanıklılık göstermektedir (Papadimitriou et al., 2006). Akkuzu ve ark. (2015), Memecik çeşidinde uygulanan farklı sulama programlarının verim ve kaliteyi olumlu etkilediğini, kısıtlı sulama ile su tasarrufu sağlanabileceğini göstermiştir. Bozdoğan Konuşkan (2008), oleik asidin yüksek rakım ve soğuk iklimlerde arttığını belirtmiştir. İklimsel faktörlerin yağ asidi kompozisyonu üzerindeki etkisi, son yıllarda yapılan çalışmalarla daha net ortaya konmuştur. Özellikle yüksek sıcaklık ve düşük yağış gibi çevresel stres koşulları, oleik asit oranında azalmaya ve linoleik asit oranında artışa neden olabilmektedir (Lombardo et al., 2008; Rodrigues et al., 2021).

Sterol kompozisyonu ise zeytinyağının saflık ve otantiklik değerlendirmelerinde kritik bir rol oynamaktadır. Zeytinyağında en yaygın bulunan sterol  $\beta$ -sitosterol olup, genellikle toplam sterol miktarının %75–90'ını oluşturur. Kampesterol (%1–4), stigmasterol (%0,5–2) ve delta-7-stigmastenol gibi bileşenler ise hem genetik hem de çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Rivera del Álamo et al., 2004; Yorulmaz, 2009). Özellikle delta-7-stigmastenol, yüksek oleik asitli tohum yağlarıyla yapılan tağışların tespitinde önemli bir gösterge olarak kullanılmakta olup, Türk Gıda Kodeksi'ne göre delta-7-stigmastenol oranı %0,5'in altında olmalıdır (TGK, 2017). Sterol profili, zeytin çeşidi ve yetiştirme koşullarına duyarlıdır. İlyasoğlu (2009), Ayvalık ve Memecik çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarında sterol kompozisyonunun hem çeşide hem de hasat yılına göre anlamlı farklılıklar gösterdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Yorulmaz ve Bozdoğan Konuşkan (2017), Doğu Akdeniz bölgesinde yetiştirilen zeytinlerden elde edilen yağlarda, sterol bileşiminin olgunluk derecesi ve çevresel koşullara bağlı olarak değiştiğini ortaya koymuştur. Tunus'ta yapılan çalışmalar, yabani zeytinlerin oleik asit ve  $\beta$ -sitosterol açısından yüksek değerlere sahip olduğunu ve potansiyel yemeklik yağ kaynağı olabileceğini göstermiştir (Hannachi ve ark., 2013; Ben Temime ve ark., 2008).

Yorulmaz ve Bozdoğan Konuşkan (2017), Sarı Hasebi, Gemlik ve Halhalı çeşitlerinde yağ asidi ve sterol kompozisyonunun olgunlukla değiştiğini;



Gemlik çeşidinde oleik asidin arttığını, palmitik asidin azaldığını ve sterol bileşenlerinin anlamlı düzeyde etkilendiğini göstermiştir. Koutsaftakis ve ark. (1999), işleme koşullarının kampesterol/stigmasterol oranını etkilediğini; Bıyıklı (2009), bazı Türk zeytinyağlarının serbest asitlik ve sterol kompozisyonu açısından mevzuata uygun olmadığını bildirmiştir. Gümüşkesen ve Yemişcioğlu (2007) ile Zengin (2006), bölgesel farklılıkların sterol miktarını etkilediğini ortaya koymuştur. Fernández-Cuesta ve ark. (2013) ile Boulfane ve ark. (2021), olgunlaşma sürecinde sterol içeriğinin arttığını,  $\beta$ -sitosterol oranının ise azaldığını bildirmiştir. Lukić ve ark. (2013), depolama süresi ve sıcaklığın sterol kompozisyonunu değiştirdiğini rapor etmiştir.

Bu bağlamda, yağ asidi ve sterol kompozisyonunun birlikte değerlendirilmesi, zeytinyağının kalite kontrolü, coğrafi işaretleme ve tağşiş tespiti açısından büyük önem taşımaktadır. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalar, iklimsel ve çevresel faktörlerin bu parametreler üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Özellikle iklim değişikliği bağlamında, sıcaklık artışı ve yağış rejimindeki değişikliklerin zeytinyağı bileşimini etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Sonuç olarak, zeytinyağının kimyasal karakterizasyonunda yağ asidi ve sterol profili, hem kalite hem de otantiklik açısından önemli değerler olup bu parametrelerin detaylı analizi, hem üretici hem de tüketici açısından güvenilir ve sürdürülebilir bir zeytinyağı üretim sürecinin temelini oluşturmaktadır. İklim değişikliğinin etkilerinin izlenmesi, bölgesel adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesi ve çeşit seçiminin iklimsel uyum doğrultusunda yapılması, sürdürülebilir ve kaliteli zeytin üretimi için temel gereklilikler arasında yer almaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'de zeytinyağı üretiminin yoğun olarak gerçekleştirildiği dört ana bölge—Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu—temsil edilmek üzere toplam 13 farklı ilden Gemlik, Ayvalık, Memecik, Kilis Yağlık ve Nizip Yağlık çeşitlerine ait zeytin örnekleri (toplam 39 örnek) temin edilmiştir. Söz konusu örneklerden zeytinyağları, Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarında elde edilmiş; ardından bu yağlarda saflık kriterleri kapsamında

yağ asidi ve sterol kompozisyonu analizleri gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Araştırma kapsamında, Türkiye'nin zeytinyağı üretiminde öne çıkan bölgeleri olan Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'dan seçilen 13 farklı ilden (3 farklı bahçe olmak üzere) toplam 39 bahçeden zeytin örnekleri temin edilmiştir. Bu iller arasında Bursa (Gemlik), Çanakkale (Ayvalık), Balıkesir (Ayvalık), İzmir (Memecik), Manisa (Gemlik), Aydın (Memecik), Muğla (Memecik), Antalya (Gemlik), Mersin (Ayvalık), Hatay (Gemlik), Kilis (Kilis Yağlık), Gaziantep (Nizip Yağlık) ve Şanlıurfa (Gemlik) yer almaktadır. Her bahçeden yaklaşık 10 kg zeytin meyvesi hasat edilmiştir. Zeytinyağı üretimi, Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarında, küçük ölçekli üretim sistemlerinden biri olan Abencor sistemi (MC2 Ingenieria y Sistemas, Sevilla, İspanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Zeytin meyveleri önce yapraklarından ayrılmış ve yıkanmış, ardından kırıcıda kırılarak 25 °C sıcaklıkta 30 dakika süreyle malaksasyon işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlemin ardından, zeytin hamurundan yağ fazı santrifüj yöntemiyle ayrıştırılmıştır. Elde edilen zeytinyağları, filtrelendikten sonra analizler yapılana kadar +4 °C sıcaklıkta, ışık geçirmeyen kahverengi renkli şişelerde muhafaza edilmiştir.

## Zeytinlerin Olgunluk İndeksi

Bu çalışmada olgunlaşma indeksinin belirlenmesi İspanya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Jaen İstasyonu tarafından önerilen yönteme göre yapılmıştır (UZK, 1991).

## Yağ Asitleri Kompozisyonu Analizi

Zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu analizi Uluslararası Zeytin Konseyi yöntemi – COI/T.20/ Doc. No.33 2017e (Modifiye) göre alev iyonizasyon dedektörlü (FID) HP 6890 gaz kromatografi sistemi (Agilent Technologies, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (IOC, 2017). Analiz için 0.1 g zeytinyağı örneği, n-hekzan ve metanollü potasyum hidroksit ile metil estere dönüştürülmüştür. DB-23 kapiler kolon (30 m × 0.25 mm × 0.25 µm) kullanılmış, enjeksiyon hacmi 1 µL olarak belirlenmiştir. Dedektör ve enjeksiyon



sıcaklığı 250 °C, fırın sıcaklığı ise 170 °C'den 210 °C'ye 2 °C/dk artışla programlanmış ve 210 °C'de 10 dakika sabit tutulmuştur. Supelco FAME karışımı referans olarak kullanılmış, yağ asidi pik alanları HP Chemstation yazılımı ile yüzde alan olarak hesaplanmıştır.

### Sterol Kompozisyonu Analizi

Zeytinyağı örneklerinin TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Analiz Metodları Tebliğine (2014/53) göre yapılmıştır (TGK, 2014). Zeytinyağının sabunlaşmayan fraksiyonu dietil eter ile ekstrakte edilmiş, ince tabaka kromatografisiyle sterol fraksiyonu ayrıştırılmıştır. Analizler, alev iyonizasyon dedektörlü (FID) Agilent Technologies 6850 gaz kromatografi cihazı ve Supelco 24034 kapiler kolon (30 m × 0.25 mm × 0.25 µm) kullanılarak yapılmıştır. Numuneler, BSTFA+TMCS ve piridin ile silillenmiş; 5α-cholestan-3β-ol iç standart olarak eklenmiştir. Enjeksiyon hacmi 1 µL, dedektör sıcaklığı 290 °C, enjeksiyon sıcaklığı 280 °C, fırın sıcaklığı başlangıçta 260 °C olarak programlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak hidrojen kullanılmış, akış hızı 0.7–0.8 mL/dk ve split oranı 1:50 olarak ayarlanmıştır. Sonuçlar hem yüzde (%) hem de mg/kg cinsinden raporlanmıştır.

### İstatistiksel Analiz

Çalışmada, deneme tesadüf parselleri düzenine göre yıllık tekrarlar dikkate alınarak istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Zeytinyağı örneklerinin ortalama değerleri arasındaki farklılıkların anlamlılığı, varyans analizi (ANOVA) yöntemiyle değerlendirilmiş; anlamlı bulunan sonuçlar, p<0.0001 düzeyinde Fisher'ın En Az Önemli Fark (LSD) testi ile karşılaştırılmıştır. Analizler üçer tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### İklim Verileri

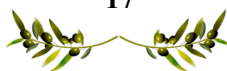
Aylık minimum sıcaklık değerlerine bakıldığında; 2017 yılında aylık maksimum sıcaklık 25,7 °C ile Mersin'de minimum sıcaklık ise -0,7 °C ile

Çanakkale'de, 2018 yılında maksimum sıcaklık 21,2 °C ile Kilis'te, minimum sıcaklık ise -4,5 °C ile Çanakkale'de, 2019 yılında maksimum sıcaklık 22,0 °C ile Mersin'de minimum sıcaklık ise -6,2 °C ile Çanakkale'de, 2020 yılında maksimum sıcaklık 25,1 °C ile Gaziantep'de, minimum sıcaklık ise -6,9 °C ile Hatay'da belirlenmiştir (Çizelge 1).

Aylık maksimum sıcaklık değerlerine göre (Çizelge 2); 2017 yılında maksimum sıcaklık 41,5 °C ile Gaziantep'de minimum sıcaklık ise 6,8 °C ile Çanakkale'de, 2018 yılında maksimum sıcaklık 43,5 °C ile Gaziantep'de, minimum sıcaklık ise 15,7 °C ile Hatay'da, 2019 yılında maksimum sıcaklık 45,6 °C ile Gaziantep'de minimum sıcaklık ise 15,0 °C ile Kilis'de, 2020 yılında maksimum sıcaklık 42,6 °C ile Gaziantep'de, minimum sıcaklık ise 14,0 °C ile Aydın'da tespit edilmiştir.

Aylık ortalama nispi nem değerleri Çizelge 3'de görülmektedir. 2017 yılında maksimum nem %82,3 ile Çanakkale'de minimum nem ise %20,0 ile Gaziantep'de, 2018 yılında maksimum nem % 91,6 ile Hatay'da, minimum nem ise % 32,2 ile Şanlıurfa'da, 2019 yılında maksimum nem % 93 ile Hatay'da minimum nem ise %30,8 ile Şanlıurfa'da, 2020 yılında maksimum nem %89,6 ile Şanlıurfa'da, minimum nem ise %44,0 ile Antalya'da belirlenmiştir.

2017 yılında maksimum ortalama yağış 7,7 mm=kg÷m<sup>2</sup> ile Muğla'da minimum yağış ise 0 mm=kg÷m<sup>2</sup> ile Bursa hariç tüm bölgelerde saptanmıştır. 2018 yılında maksimum toplam yağış 264,8 mm=kg÷m<sup>2</sup> ile Antalya'da, minimum toplam yağış ise 0 mm=kg÷m<sup>2</sup> ile Balıkesir, Hatay, Kilis ve Gaziantep'de, 2019 yılında maksimum toplam yağış 527,1 mm=kg÷m<sup>2</sup> ile Antalya'da minimum ortalama yağış ise 0 mm=kg÷m<sup>2</sup> ile Aydın, Kilis, Gaziantep ve Şanlıurfa'da, 2020 yılında maksimum toplam yağış 94,9 mm=kg÷m<sup>2</sup> ile Bursa'da, minimum toplam yağış ise 0 mm=kg÷m<sup>2</sup> ile Bursa, Muğla, Antalya, Mersin, Hatay, Kilis, Gaziantep ve Şanlıurfa'da saptanmıştır (Çizelge 4).



Çizelge 1. Yıllara ve bölgelere göre aylık minimum sıcaklıklar verilerinin minimum ve maksimum değerleri (°C)

Yıllar		Bursa	Çanakkale	Balıkesir	Aydın	Muğla	Antalya	Mersin	Hatay	Kilis	Gaziantep	Şanlıurfa
2017	Mak.	20,0	19,9	23,3	20,9	21,4	23,7	25,7	23,2	24,3	25,1	25,3
	Min.	0,7	-0,7	2,1	2,2	2,0	5,3	0,8	1,6	2,0	0,9	0,6
2018	Mak.	15,5	14,4	19,7	17,4	17,8	19,9	20,2	18,5	21,2	20,3	19,0
	Min.	-2,6	-4,5	-0,1	-2,0	-1,3	2,6	-1,5	-0,9	2,6	-0,1	-1,1
2019	Mak.	14,8	13,2	19,6	17,3	18,3	19,8	22,0	20,7	19,1	18,4	19,2
	Min.	-4,8	-6,2	-3,8	-2,9	-3,2	0,5	-3,5	-1,4	-0,6	-2,1	-2,8
2020	Mak.	16,1	16,2	20,3	17,4	18,0	20,8	20,4	18,8	24,3	25,1	21,6
	Min.	-3,9	-5,9	-5,6	-5,9	-2,8	-2,5	-3,4	-6,9	-3,9	-3,6	-7,7

Çizelge 2. Yıllara ve bölgelere göre aylık maksimum sıcaklık verilerinin minimum ve maksimum değerleri (°C)

Yıllar		Bursa	Çanakkale	Balıkesir	Aydın	Muğla	Antalya	Mersin	Hatay	Kilis	Gaziantep	Şanlıurfa
2017	Mak.	31,0	32,4	33,9	37,7	38,2	37,3	38,9	33,3	38,3	41,5	41,1
	Min.	7,4	6,8	9,4	11,2	12,0	13,8	8,6	8,6	8,6	9,5	9,4
2018	Mak.	35,7	34,7	37,3	40,1	40,5	42,4	40,2	36,0	39,0	43,5	42,8
	Min.	16,3	17,2	17,6	17,0	18,2	19,8	17,2	15,7	17,6	17,5	16,8
2019	Mak.	35,1	36,4	37,3	41,3	41,7	42,3	41,5	37,7	41,6	45,6	44,6
	Min.	17,4	16,1	17,5	17,5	16,7	17,6	16,7	15,1	15,0	17,3	16,5
2020	Mak.	36,2	36,6	37,0	37,4	38,1	37,7	37,9	39,6	41,0	42,6	42,4
	Min.	15,5	14,5	14,3	14,0	17,1	17,1	17,1	17,5	17,3	17,2	17,2

Çizelge 3. Yıllara ve bölgelere göre aylık ortalama nispi nem minimum ve maksimum değerleri (%)

Yıllar		Bursa	Çanakkale	Balıkesir	Aydın	Muğla	Antalya	Mersin	Hatay	Kilis	Gaziantep	Şanlıurfa
2017	Mak.	78,3	82,3	71,4	79,7	76,3	69,2	66,2	82,2	64,1	73,8	65,1
	Min.	64,8	49,8	47,3	45,3	39,9	56,6	28,6	54,9	31,5	20,0	22,7
2018	Mak.	83,3	86,1	75,6	86,0	81,3	75,4	71,0	91,6	67,6	78,7	88,0
	Min.	60,9	51,2	51,6	52,2	45,7	54,2	35,8	64,0	37,6	33,9	32,2
2019	Mak.	76,1	81,1	76,9	86,1	84,9	78,9	74,5	93,0	75,9	88,7	81,7
	Min.	62,1	63,1	47,9	46,6	43,6	56,2	36,2	60,4	33,8	35,6	30,8
2020	Mak.	80,1	82,6	83,8	83,8	74,9	66,8	73,4	73,5	76,3	75,7	89,6
	Min.	59,8	63,5	63,7	63,7	50,7	44,0	49,1	48,7	48,6	49,3	46,2

Çizelge 4. Yıllara ve bölgelere göre aylık 2017 yılında ortalama, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında toplam yağış miktarı (mm=kg÷m<sup>2</sup>) minimum ve maksimum değerleri (mm=kg÷m<sup>2</sup>)

Yıllar		Bursa	Çanakkale	Balıkesir	Aydın	Muğla	Antalya	Mersin	Hatay	Kilis	Gaziantep	Şanlıurfa
2017	Mak.	2,2	4,8	0,0	5,9	7,7	5,6	3,1	4,1	0,0	1,2	2,7
	Min.	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	Mak.	116,2	130,2	169,0	123,5	162,6	264,8	84,9	211,3	119,8	96,6	205,9
	Min.	2,3	0,3	0,0	6,7	2,4	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,2
2019	Mak.	65,0	135,0	153,0	183,4	214,8	527,1	194,6	265,3	149,0	119,1	186,8
	Min.	15,4	1,2	0,7	0,0	0,1	0,3	1,4	0,8	0,0	0,0	0,0
2020	Mak.	94,9	85,4	88,1	94,2	76,5	82,8	80,3	68,0	72,9	79,9	94,5
	Min.	0,0	0,5	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Çalışmada incelenen dört yıllık dönemde (2017–2020), Türkiye'nin farklı zeytin yetiştiriciliği bölgelerinde aylık minimum ve maksimum sıcaklıklar, ortalama nispi nem ve toplam yağış miktarlarında belirgin bölgesel ve yıllık dalgalanmalar gözlenmiştir.

Aylık minimum sıcaklık değerleri incelendiğinde, en düşük sıcaklıkların genellikle Çanakkale ve Hatay gibi kuzey ve doğu bölgelerinde kaydedildiği, en yüksek minimum sıcaklıkların ise Mersin ve Gaziantep gibi daha güneyde ve iç kesimlerde

yer alan illerde gözlemlendiği belirlenmiştir. Örneğin, 2017 yılında minimum sıcaklık -0,7°C ile Çanakkale'de, 2020 yılında ise -6,9°C ile Hatay'da ölçülmüştür. Bu durum, özellikle kış aylarında zeytin ağaçlarının soğuk stresine maruz kalabileceğini ve bu stresin bölgesel olarak farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Aylık maksimum sıcaklık değerleri açısından, Gaziantep ili her yıl en yüksek sıcaklıkların kaydedildiği bölge olarak öne çıkmaktadır (2019'da 45,6°C). Bu, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin yaz aylarında aşırı sıcaklık



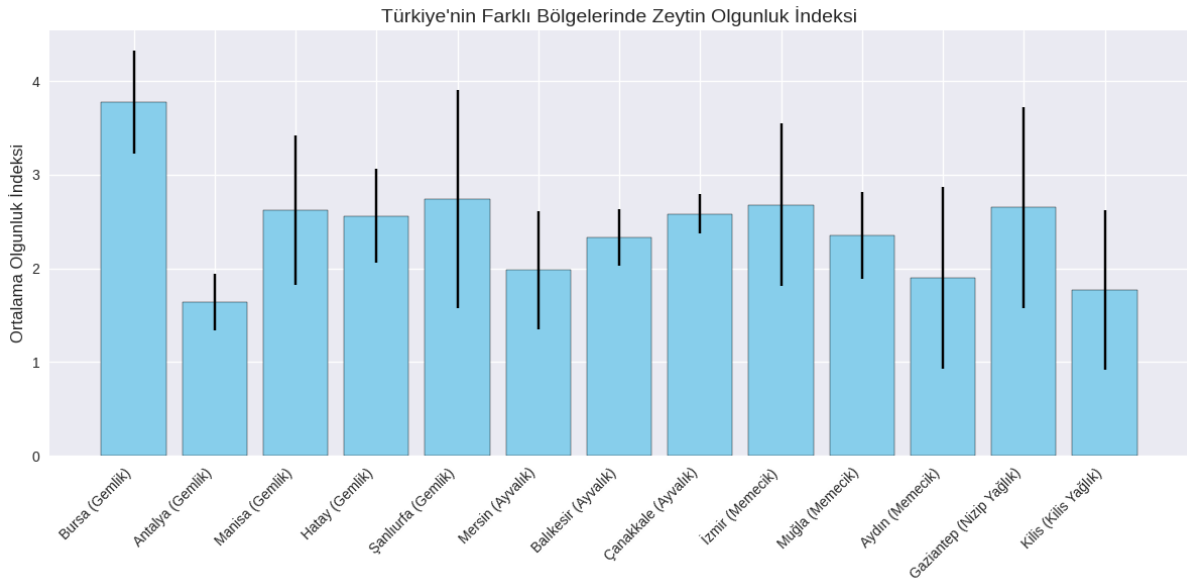
stresine açık olduğunu göstermektedir. Minimum maksimum sıcaklıklar ise genellikle Çanakkale, Kilis ve Aydın gibi bölgelerde daha düşük seviyelerde seyretmiştir. Bu farklılıklar, zeytin meyvesinin gelişimi ve yağ asidi kompozisyonu üzerinde önemli etkilere sahip olabilir. Ortalama nispi nem değerleri incelendiğinde, en yüksek nem oranlarının Hatay'da, en düşük nem oranlarının ise Gaziantep ve Şanlıurfa'da kaydedildiği görülmektedir. Özellikle 2018 ve 2019 yıllarında Hatay'da %91,6 ve %93 gibi oldukça yüksek maksimum nem değerleri ölçülmüştür. Düşük nem oranları ise özellikle Gaziantep ve Şanlıurfa'da %20–32 aralığında gerçekleşmiştir. Bu durum, özellikle yaz aylarında su stresinin ve buharlaşmanın artmasına, dolayısıyla meyve gelişimi ve yağ kalitesini etkisini etkileyebilir. Yağış miktarları açısından ise yıllar ve bölgeler arasında büyük farklılıklar gözlenmiştir. 2017 yılında Muğla'da aylık ortalama yağış 7,7 mm ile en yüksek seviyede kaydedilirken, aynı yıl Bursa hariç tüm bölgelerde yağışsız dönemler yaşanmıştır. 2018 ve 2019 yıllarında Antalya'da sırasıyla 264,8 mm ve 527,1 mm ile rekor düzeyde yağışlar ölçülmüş, buna karşılık bazı bölgelerde (ör. Balıkesir, Hatay, Kilis, Gaziantep, Aydın, Şanlıurfa) yağışsız aylar yaşanmıştır. 2020 yılında ise Bursa'da 94,9 mm ile en yüksek yağış

kaydedilmiş, birçok bölgede ise yağış miktarı sıfır olarak belirlenmiştir. Bulgular, zeytin yetiştiriciliğinde su kaynaklarının yıllık ve bölgesel olarak büyük değişkenlik gösterdiğini ve özellikle kurak yıllarda sulama ihtiyacının kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Elde edilen iklimsel veriler, Türkiye'de zeytin yetiştiriciliği yapılan bölgelerde sıcaklık, nem ve yağış parametrelerinin hem yıllık hem de bölgesel olarak önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu değişkenlik, zeytin ağaçlarının fenolojik gelişimi, meyve tutumu, verim ve zeytinyağı kalitesi üzerinde doğrudan etkili olabileceğinden, bölgesel iklim koşullarının dikkate alınması ve uygun tarımsal yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

### Olgunluk İndeksi, Yağ Asidi ve Sterol Kompozisyonu Değerleri

Araştırmada örneklerin alındığı 13 farklı bölgeye ait meyvelerin olgunluk indeksi değerlerini gösteren bar grafik ( $\pm$ ) standart sapmaları ile birlikte Şekil 1'de görülmektedir. Bursa ili,  $3,77 \pm 0,55$  değeriyle en yüksek olgunluk indeksine sahipken; Antalya, Aydın ve Kilis illeri 1,64–1,90 aralığında en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1 İllere göre örneklerin olgunluk indeksi değerleri



İllere göre zeytinyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonu ortalama değerleri Çizelge 5’de görülmektedir. Zeytinyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonu ortalama değerleri istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.0001$ ). İllere göre en düşük palmitik asit değeri %13,12 ile Bursa-Gemlik zeytinyağında, en yüksek %16,08 ile Gaziantep-Nizip Yağlık zeytinyağında tespit edilmiştir. İllere göre en düşük stearik asit değeri %2,15, %2,21, %2,24, %2,30, %2,31 ve %2,32 ile İzmir-Memecik, Muğla-Memecik, Çanakkale-Ayvalık, Aydın-Memecik, Balıkesir-Ayvalık ve Mersin-Ayvalık zeytinyağlarında, en yüksek %3,66 ile Gaziantep-Nizip Yağlık zeytinyağında tespit edilmiştir. İllere göre en düşük oleik asit değeri %67,26 ile Muğla-Memecik zeytinyağında, en yüksek %73,77 ile Manisa-Gemlik zeytinyağında tespit edilmiştir. İllere göre en düşük linoleik asit değeri %6,14, %6,20, %6,76 ve %7,07 ile Şanlıurfa, Manisa, Antalya ve Hatay illeri Gemlik zeytinyağlarında, en yüksek %12,83 ile Muğla-Memecik zeytinyağında tespit edilmiştir. İllere göre en düşük linolenik asit değeri %0,52 ile Çanakkale-Ayvalık zeytinyağında, en yüksek %0,81 ve %0,80 ile Şanlıurfa-Gemlik ve İzmir-Memecik zeytinyağlarında tespit edilmiştir. Çalışmamızda illere göre tüm zeytinyağı örneklerinin yağ asidi değerleri Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde belirtilen limit değerinin içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu; zeytin çeşidi, hasat zamanı, iklimsel koşullar ve üretim yılı gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir. İlyasoğlu (2009), Ayvalık ve Memecik çeşitlerinde 2006/07 ve 2007/08 hasat yıllarında yapılan analizlerde, kimyasal bileşimdeki değişimlerin sıcaklık ve yağış miktarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceğini belirtmiştir. 2006 yılında ortalama sıcaklıkların daha düşük, yağış miktarlarının ise daha yüksek olduğu; buna karşılık 2007 yılına ait örneklerde palmitoleik ve linoleik asit oranlarının daha yüksek bulunduğu rapor edilmiştir. Yorulmaz ve Bozdoğan Konuşkan (2017), Sarı Hasebi, Gemlik ve Halhalı çeşitlerinde olgunluk dönemine göre yağ asidi bileşiminde anlamlı değişimler olduğunu; Gemlik çeşidinde olgunlaşma ile birlikte oleik asit oranının arttığını, palmitik asit oranının ise azaldığını göstermiştir. Bıyıklı (2009), 2007–2008 üretim yıllarında piyasadan toplanan zeytinyağı örneklerinde yağ

asidi ve sterol kompozisyonunu değerlendirmiş; yalnızca bir natürel sızma örneğinde behenik asit değerinin mevzuata aykırı olduğunu, riviera örneklerinin ise tebliğe uygun bulunduğunu bildirmiştir. Uluslararası çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. İspanya, İtalya, Yunanistan, Tunus, Arjantin, Cezayir ve Türkiye’de yapılan araştırmalarda oleik asit oranlarının genellikle %53–82, linoleik asit oranlarının %3,5–22, linolenik asit oranlarının ise %0,5–1,45 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Aparicio ve Luna, 2002). Rodrigues ve ark. (2021), Portekiz’de 2013–2017 yılları arasında farklı yerel çeşitlerden elde edilen zeytinyağlarında palmitik asit oranlarının %9,1–16,7; oleik asit oranlarının %68,3–82,1; linoleik asit oranlarının %1,77–14,0; linolenik asit oranlarının ise %0,65–1,41 arasında değiştiğini belirtmiştir. Aynı çalışmada, yıllara göre sıcaklık ve yağış verileri değerlendirilmiş; 2017 yılının aşırı kuraklık yılı olduğu, özellikle Ağustos–Ekim döneminde yağış miktarlarının 30 mm’nin altına düştüğü, sıcaklıkların ise diğer yıllara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu çevresel koşulların, özellikle oleik ve palmitik asit oranları üzerinde belirleyici etkiler yarattığı ifade edilmiştir. Genel olarak, yağ asidi kompozisyonunun öncelikle zeytin çeşidine bağlı olduğu, ancak iklimsel değişkenlerin –özellikle sıcaklık ve yağış– bu bileşimi anlamlı şekilde etkileyebildiği çeşitli çalışmalarla doğrulanmıştır.

İllere göre zeytinyağı örneklerinin kolesterol, brassikasterol, kampesterol, stigmasterol, delta-7-stigmastenol ve toplam beta-sitosterol ortalama değerleri Çizelge 6’da görülmektedir. Zeytinyağı örneklerinin kolesterol, kampesterol, stigmasterol, delta-7-stigmastenol ve toplam beta-sitosterol ortalama değerleri istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.0001$ ). İllere göre en düşük toplam beta-sitosterol değeri %94,38 ile Antalya-Gemlik zeytinyağında, en yüksek %96,07 ile Çanakkale-Ayvalık zeytinyağında tespit edilmiştir. İllere göre tüm zeytinyağı örneklerinin toplam beta-sitosterol değerleri Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğine uygun olarak  $\% \geq 93$  limit değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. İllere göre en düşük delta-7-stigmastenol değeri %0,34, %0,37 ve %0,37 ile Balıkesir-Ayvalık, Muğla-Memecik ve Çanakkale-Ayvalık zeytinyağlarında, en yüksek %0,65 ile Antalya-Gemlik zeytinyağında tespit edilmiştir.



Çizelge 5 illere göre zeytinyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonu ortalama değerleri

Bölge (İl)	Mirisitik Asit (C14:0)	Palmitik Asit (C 16:0)	Palmitoleik Asit (C 16:1)	Margarik Asit (C 17:0)	Margoleik Asit (C 17:1)	Stearik Asit (C 18:0)	Oleik Asit (C 18:1)	Linoleik Asit (C 18:2)	Linolenik Asit (C 18:3)	Araşidik Asit (C 20:0)	Gadoleik Asit (C 20:1)	Behenik Asit (C 22:0)	Lignoserik Asit (C 24:0)
Bursa (Gemlik)	0,010±0,00 e	13,12±0,66 g	1,11±0,22 b	0,10±0,01 e	0,191±0,01 bcde	2,88±0,37 c	72,33±2,50 ab	8,71±2,25 c	0,57±0,07 fg	0,34±0,04 g	0,199±0,02 e	0,087±0,01 h	0,044±0,01 g
Antalya (Gemlik)	0,010±0,00 e	15,34±0,64 bcd	1,36±0,19 a	0,11±0,01 cd	0,192±0,02 bcd	2,65±0,11 de	71,71±1,60 bc	6,76±1,02 d	0,72±0,10 bc	0,42±0,03 cd	0,214±0,02 d	0,112±0,01 ef	0,074±0,01 bc
Manisa (Gemlik)	0,010±0,00 e	14,11±0,49 f	1,33±0,04 a	0,10±0,01 e	0,211±0,03 ab	2,58±0,18 e	73,77±0,48 a	6,20±0,32 d	0,65±0,05 de	0,38±0,02 f	0,226±0,02 cd	0,104±0,00 fg	0,063±0,00 f
Hatay (Gemlik)	0,011±0,00 de	15,42±0,44 bc	1,32±0,11 a	0,11±0,01 cd	0,171±0,03 ef	2,68±0,13 de	71,50±0,76 bcd	7,07±0,85 d	0,60±0,12 ef	0,40±0,03 def	0,214±0,02 d	0,096±0,01 gh	0,065±0,00 ef
Şanlıurfa (Gemlik)	0,013±0,00 cd	14,87±0,88 cde	1,33±0,34 a	0,13±0,03 ab	0,231±0,06 a	2,79±0,33 cd	72,58±2,47 ab	6,14±2,73 d	0,81±0,08 a	0,43±0,04 c	0,225±0,02 cd	0,112±0,01 ef	0,078±0,00 b
Mersin (Ayyvalık)	0,018±0,00 a	15,28±0,82 cd	1,01±0,06 bc	0,12±0,01 bc	0,188±0,03 cdef	2,32±0,19 f	68,54±1,80 fgh	10,91±0,95 b	0,59±0,06 ef	0,38±0,03 f	0,249±0,02 b	0,101±0,01 g	0,068±0,01 def
Balıkesir (Ayyvalık)	0,017±0,00 ab	14,17±0,68 f	0,78±0,11 de	0,12±0,01 bc	0,199±0,01 bc	2,31±0,12 f	69,97±1,80 def	10,81±1,29 b	0,56±0,06 fg	0,40±0,03 def	0,258±0,02 ab	0,125±0,01 cd	0,068±0,01 def
Çanakkale (Ayyvalık)	0,015±0,00 bc	13,83±0,71 f	0,75±0,10 e	0,11±0,01 cd	0,186±0,02 cdef	2,24±0,18 f	70,55±1,46 cde	10,72±1,15 b	0,52±0,07 g	0,39±0,02 ef	0,262±0,02 a	0,125±0,01 cd	0,064±0,01 f
İzmir (Memecik)	0,018±0,00 a	14,28±1,33 ef	0,81±0,14 de	0,03±0,01 g	0,058±0,00 h	2,15±0,39 f	69,52±2,98 ef	11,23±1,99 b	0,80±0,06 a	0,38±0,03 f	0,269±0,03 a	0,116±0,01 de	0,065±0,01 ef
Muşla (Memecik)	0,018±0,00 a	14,80±1,47 de	0,90±0,18 cd	0,05±0,02 f	0,087±0,03 g	2,21±0,24 f	67,26±3,01 h	12,83±1,98 a	0,77±0,09 ab	0,38±0,03 f	0,249±0,04 b	0,117±0,01 de	0,070±0,01 cde
Aydın (Memecik)	0,019±0,00 a	14,39±1,86 ef	0,85±0,20 de	0,04±0,01 fg	0,063±0,01 h	2,30±0,44 f	69,61±3,27 ef	10,82±2,00 b	0,74±0,04 abc	0,41±0,05 cde	0,268±0,04 a	0,129±0,02 c	0,072±0,01 bcd
Gaziantep (Nizip Yağlık)	0,017±0,00 ab	16,08±1,72 a	1,02±0,19 b	0,14±0,02 a	0,174±0,01 def	3,66±0,61 a	67,47±1,97 gh	9,48±1,33 c	0,68±0,11 cd	0,56±0,04 a	0,221±0,02 cd	0,154±0,01 a	0,099±0,01 a
Kilis (Kilis Yağlık)	0,017±0,00 ab	15,90±1,06 ab	1,10±0,14 b	0,12±0,02 bc	0,169±0,02 f	3,19±0,59 b	69,03±0,90 efg	8,46±1,24 c	0,73±0,12 bc	0,52±0,06 b	0,248±0,03 c	0,142±0,01 b	0,104±0,01 a

Not: a-h: Aynı sütündeki tüm örneklerde anlamlı derecede farklı değerlere sahip farklı harfler (p &lt; 0.0001)



Antalya, Hatay ve Bursa illeri Gemlik zeytinyağları, Gaziantep-Nizip Yağlık zeytinyağının ve Mersin-Ayvalık zeytinyağının delta-7-stigmastenol değerinin Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde limit değer olan  $\% \leq 0,5$ 'in üzerinde olduğu çalışmamızda belirlenmiştir. İllere göre en düşük kampesterol değeri  $\%1,79$  ile Bursa-Gemlik zeytinyağında, en yüksek  $\%3,52$  ile Mersin-Ayvalık zeytinyağında tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde kampesterol limit değeri  $\% \leq 4$  olarak belirtilmektedir. Çalışmamızda zeytinyağlarının kampesterol değerleri Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde limit değeri  $\% \leq 4$ 'ün altında tespit edilmiştir. İllere göre en düşük stigmasterol değeri  $\%0,49$  ile Çanakkale ve Balıkesir illeri Ayvalık zeytinyağında, en yüksek  $\%2,04$  ile Antalya-Gemlik zeytinyağında tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde stigmasterol limit değeri  $\% \leq$  kampesterol olarak belirtilmektedir. Çalışmamızda zeytinyağlarının stigmasterol değeri Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde belirtildiği üzere kampesterol değerinin altında tespit edilmiştir. İllere göre en düşük kolesterol değeri  $\%0,08$  ve  $\%0,10$  ile Balıkesir ve Çanakkale illeri Ayvalık zeytinyağında, en yüksek  $\%0,56$  ile Bursa-Gemlik zeytinyağında tespit edilmiştir. Çalışmada Bursa-Gemlik zeytinyağı kolesterol değeri Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde belirtilen limit değer olan  $\% \leq 0,5$ 'in üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bunun dışındaki tüm örneklerimiz limit değerler içerisinde yer almıştır.

Zeytinyağının sterol kompozisyonu; zeytin çeşidi, olgunluk derecesi, coğrafi köken, iklimsel koşullar ve üretim süreçleri gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Yorulmaz ve Bozdoğan Konuşkan (2017), Sarı Hasebi, Gemlik ve Halhalı çeşitlerinde yapılan analizlerde, özellikle Gemlik zeytinyağında olgunluk ilerledikçe kolesterol, kampesterol ve  $\beta$ -sitosterol oranlarının azaldığını; delta-7-stigmastenol ve brassikasterol oranlarının ise değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Çeşit ve olgunluk derecesi,  $\beta$ -sitosterol ve delta-5-avenasterol içeriklerini anlamlı düzeyde etkilemiştir. Tibet (2019) tarafından farklı bölgelerde (Kuzey, Orta, Güney Ege ve Doğu Akdeniz) üretilen 226 natürel sızma

ve 616 ham zeytinyağında sterol kompozisyonunu analiz edilmiş; kolesterol, kampesterol, stigmasterol ve delta-7-stigmastenol değerlerinin bölgesel ve yıllık değişkenlik gösterdiğini, bazı örneklerde mevzuat sınırlarının aşıldığını rapor edilmiştir. Özellikle delta-7-stigmastenol oranı, saflık ve özgünlük açısından kritik bir parametre olarak değerlendirilmiştir. İlyasoğlu (2009), Memecik ve Ayvalık çeşitlerinde iklimsel farklılıkların (sıcaklık ve yağış) hasat sezonları boyunca kimyasal kompozisyonu etkilediğini; ancak en belirleyici faktörün zeytin çeşidi olduğunu vurgulamıştır. Bıyıklı (2009), piyasadan toplanan zeytinyağı örneklerinde yalnızca bir natürel sızma örneğinin sterol fraksiyonu açısından tebliğe uygun olduğunu,  $\beta$ -sitosterol açısından ise birçok örneğin sınır değerleri aşabildiğini belirtmiştir. Zengin (2006) tarafından 2005/06 hasat yılında gerçekleştirilen çalışmada, Ayvalık çeşidine ait zeytinyağlarında toplam sterol miktarının 1850–2430 mg/kg, toplam  $\beta$ -sitosterol oranının  $\%94,45$ – $95,11$  ve kampesterol oranının  $\%3,02$ – $3,37$  arasında değiştiği; Memecik çeşidine ait zeytinyağlarında ise toplam sterol miktarının 1145–1360 mg/kg, toplam  $\beta$ -sitosterol oranının  $\%94,31$ – $94,74$  ve kampesterol oranının  $\%2,92$ – $3,36$  aralığında olduğu bildirilmiştir. Ben Temime ve ark. (2008), Tunus'ta yetiştirilen Chétoui çeşidinde sterol bileşenlerinin coğrafi kökene ve çevresel koşullara bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Gutiérrez ve ark. (1999), olgunlaşma sürecinde  $\beta$ -sitosterol miktarının azaldığını, delta-5-avenasterol miktarının ise arttığını bildirmiştir. Bu durum, optimum hasat zamanının sterol kompozisyonu açısından kritik olduğunu göstermektedir. Hannachi ve ark. (2013), Chétoui ve Chemlali çeşitlerinde kampesterol, stigmasterol,  $\beta$ -sitosterol ve delta-7-stigmastenol oranlarının çeşit bazında farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Fernández-Cuesta ve ark. (2013), Picual ve Arbequina çeşitlerinde olgunlaşma süresince sterol içeriğinin Eylül'den Aralık'a artış gösterdiğini;  $\beta$ -sitosterol oranının ise azaldığını ifade etmiştir. Çeşitler arasında sterol miktarları ve dağılımında belirgin farklar gözlemlenmiştir. Çalışmalar, zeytinyağının sterol kompozisyonunun hem genetik hem de çevresel faktörlere duyarlı olduğunu ve kalite ile özgünlük değerlendirmelerinde önemli bir biyokimyasal göstergesi olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.



**Çizelge 6.** İllere göre zeytinyağı örneklerinin kolesterol, kampesterol, stigmasterol, delta-7-stigmastenol ve toplam beta-sitosterol ortalama değerleri

Bölge (İl-Çeşit)	Kolesterol (≤0,5)	Kampesterol (≤4,0)	Stigmasterol (<kampesterol)	Delta-7-stigmastenol (≤0,5)	Toplam Beta-sitosterol ≥93
Bursa (Gemlik)	0,56±0,80 <sup>a</sup>	1,79±0,21 <sup>l</sup>	0,92±0,23 <sup>de</sup>	0,57±0,09 <sup>abcd</sup>	95,97±0,99 <sup>ab</sup>
Antalya (Gemlik)	0,30±0,45 <sup>b</sup>	2,63±0,40 <sup>ef</sup>	2,04±0,24 <sup>a</sup>	0,65±0,31 <sup>a</sup>	94,38±0,69 <sup>f</sup>
Manisa (Gemlik)	0,14±0,19 <sup>de</sup>	2,14±0,37 <sup>h</sup>	1,35±0,16 <sup>bc</sup>	0,47±0,15 <sup>bcde</sup>	96,00±0,33 <sup>ab</sup>
Hatay (Gemlik)	0,14±0,17 <sup>de</sup>	2,22±0,25 <sup>gh</sup>	1,27±0,36 <sup>bc</sup>	0,63±0,27 <sup>ab</sup>	95,73±0,79 <sup>ab</sup>
Şanlıurfa (Gemlik)	0,12±0,13 <sup>de</sup>	2,40±0,25 <sup>fg</sup>	1,46±0,37 <sup>b</sup>	0,48±0,15 <sup>abcde</sup>	95,55±0,44 <sup>bc</sup>
Mersin (Ayvalık)	0,10±0,15 <sup>e</sup>	3,52±0,13 <sup>a</sup>	0,71±0,29 <sup>ef</sup>	0,58±0,07 <sup>abc</sup>	95,09±0,37 <sup>de</sup>
Balıkesir (Ayvalık)	0,08±0,06 <sup>e</sup>	3,05±0,20 <sup>c</sup>	0,49±0,10 <sup>f</sup>	0,34±0,03 <sup>e</sup>	95,94±0,36 <sup>ab</sup>
Çanakkale (Ayvalık)	0,10±0,08 <sup>e</sup>	2,79±0,28 <sup>de</sup>	0,49±0,16 <sup>f</sup>	0,37±0,09 <sup>e</sup>	96,07±0,42 <sup>a</sup>
İzmir (Memecik)	0,19±0,17 <sup>cd</sup>	3,11±0,22 <sup>bc</sup>	1,31±0,50 <sup>bc</sup>	0,49±0,45 <sup>abcde</sup>	94,84±0,60 <sup>de</sup>
Muğla (Memecik)	0,13±0,11 <sup>de</sup>	2,96±0,38 <sup>cd</sup>	1,40±0,41 <sup>bc</sup>	0,37±0,15 <sup>e</sup>	95,15±0,36 <sup>cd</sup>
Aydın (Memecik)	0,12±0,09 <sup>de</sup>	3,16±0,54 <sup>bc</sup>	1,22±0,51 <sup>bc</sup>	0,40±0,11 <sup>de</sup>	95,12±0,51 <sup>cd</sup>
Gaziantep (Nizip Yağlık)	0,13±0,10 <sup>de</sup>	3,34±0,30 <sup>ab</sup>	1,20±0,30 <sup>bcd</sup>	0,61±0,17 <sup>ab</sup>	94,65±0,51 <sup>ef</sup>
Kilis (Kilis Yağlık)	0,24±0,26 <sup>bc</sup>	3,42±0,14 <sup>a</sup>	1,13±0,27 <sup>cd</sup>	0,42±0,09 <sup>cde</sup>	94,75±0,65 <sup>def</sup>

Not: a–f: Aynı sütündeki tüm örneklerde anlamlı derecede farklı değerlere sahip farklı harfler (p < 0.0001)

## SONUÇ

Bu çalışma, Türkiye'nin zeytinyağı üretiminde öne çıkan dört bölgesinde (Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu) yetiştirilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının saflık parametrelerinin (yağ asidi ve sterol kompozisyonları) iklimsel değişkenlikler bağlamında değerlendirilmesini amaçlamakta olup elde edilen bulgular, iklim değişikliğinin zeytin yetiştiriciliği üzerinde çok yönlü etkiler yarattığını ve bu etkilerin zeytinyağı üretim süreçlerine doğrudan yansımalarını ortaya koymuştur.

Yıllık sıcaklık, nem ve yağış verileri değerlendirildiğinde, özellikle ekstrem sıcaklıklar ve düşük nem oranlarının meyve gelişimi ve yağ kalitesi üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu görülmüştür. Minimum sıcaklıkların -7 °C'nin altına düştüğü bölgelerde soğuk stresine bağlı fizyolojik zararlar gözlenmiş; maksimum sıcaklıkların 40 °C'yi aştığı dönemlerde ise sulama yapılmadığı takdirde meyve buruşması ve yağ veriminde düşüşler yaşanmıştır. Ayrıca, bazı bölgelerde yağış miktarının sifıra yakın olması, zeytin ağaçlarının su ihtiyacının karşılanamaması nedeniyle kalite parametrelerinde bozulmalara yol açmıştır.

Yağ asidi analizleri, özellikle oleik asit oranlarının bölgesel sıcaklık farklılıklarına bağlı olarak değiştiğini göstermiş; sterol kompozisyonu ise hem

çeşide hem de çevresel koşullara göre farklılık göstermiştir. Bu durum, zeytinyağının otantikliğinin ve ticari sınıflandırmasının iklimsel değişkenlikten doğrudan etkilendiğini göstermektedir. Sterol kompozisyonu analizleri, zeytinyağının saflık derecesi ve taşıyıcı riskinin belirlenmesinde önemli bir araç olarak öne çıkmış; bazı örneklerde delta-7-stigmastenol oranının Türk Gıda Kodeksi sınır değerini aşması, iklimsel stres ve işleme kaynaklı kalite sapmalarına işaret etmiştir.

Sonuç olarak, zeytinyağı üretiminde kalite ve saflık parametrelerinin sürdürülebilir biçimde korunabilmesi için bölgesel iklim verilerinin dikkate alınması, iklime uygun çeşit seçimi ve uygun tarımsal uygulamaların benimsenmesi gerekmektedir. İklim değişikliğinin etkilerinin giderek belirginleştiği günümüzde, zeytin tarımında adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesi ve iklim duyarlı üretim modellerinin yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, zeytin çeşitlerinin iklimsel stres faktörlerine karşı gösterdiği fizyolojik ve morfolojik tepkilerin detaylı biçimde incelenmesi, ileriye dönük uyum stratejilerinin geliştirilmesi açısından kritik bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Yeni zeytin çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik ıslah çalışmalarında; yüksek sıcaklık ve kuraklık



koşullarına adaptasyon yeteneği, hastalık ve zararlılara karşı direnç düzeyi, sofralık ve yağlık kullanım amacına uygun kalite kriterleri ile antioksidan kapasite gibi özelliklerin bütüncül biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu kriterler doğrultusunda yapılacak çeşit seçimi ve adaptasyon projeleri, hem iklim değişikliğine karşı dirençli üretim sistemlerinin kurulmasına katkı sağlayacak hem de zeytinyağı sektörünün kalite güvencesini sürdürülebilir kılacaktır.

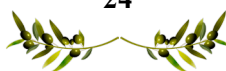
### Teşekkür

Bu yayından kullanılan veriler Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar

Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir. Projenin yürütülmesinde Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Gıda İşletmeleri ve Kodeks Daire Başkanlığı ve Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü ile işbirliği ile yapılan “ Ülkemizde Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Zeytinlerden Elde Edilen Zeytinyağlarının İklimsel Koşullara Göre Değişen Kalite Ve Sağlık Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı projeden elde edilmiştir. Projeye verdiği destekten dolayı T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Ve Politikalar Genel Müdürlüğü’ne, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Gıda İşletmeleri ve Kodeks Daire Başkanlığı ve Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü’ne teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Akkuzu, E., Kaya, Ü., Köseoğlu, O., Sevim, D., Pamuk Mengü, G., Öztürk Güngör, F., Gürbüz Veral, M., Kaptan, S., (2015). Zeytin Yetiştiriciliğinde Kısıtlı Sulama Stratejilerinin Zeytin Verimine, Fizyolojik Parametrelerine, Zeytin ve Zeytinyağının Minör ve Antioksidan Özellik Gösteren Bileşikleri Üzerine Etkisi (Tubitak 102O317 No’lu proje),
- Aygün, M. (2019). 2019 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu. T.C. Ticaret Bakanlığı, Esnaf, Sanatkârlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü.
- Algataa, B., (2020). Analysis of the impact of climate change and storage methods on the quality of olive oil in Libya, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 10, Issue 5, 968-972.DOI: 10.29322/IJSRP.10.05.2020.p101115,
- Aparicio, R., Luna, G., (2002). Characterisation of monovarietal virgin olive oils. Eur. J. Lipid Sci. Technol, 104: 614-627.
- Ben Temime, S., Manai, H., Methenni, K., Baccouri, B., Abaza, L., Daoud, D., Sánchez Casas, J., Osorio Bueno, E. Ve Zarrouk, M., (2008). Sterolic composition of Chétoui virgin olive oil: Influence of geographical origin, Food Chem., 110(2):368-374, doi: 10.1016/j.foodchem.2008.02.012.
- Ben Zaid, Y., Zouabi, O., (2016). Impacts of climate change on Tunisian olive oil output, Climatic Change, DOI 10.1007/s10584-016-1801-3
- Bıyıklı, K., 2009, Türk Zeytinyağlarının Sağlık Derecelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, FBE, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Boulfane, S., Anouar, A., Maata, N., Hilali, S., (2021). Evolution of the sterolic and lipid composition of olive oils during the maturity of olives, Mater. Environ. Sci., 12(6), pp. 757-765
- Bozdoğan Konuşkan, D., (2008). Hatay’da Yetiştirilen Halhalı, Sarı Haşebi Ve Gemlik Zeytin Çeşitlerinden Çözücü Ekstraksiyonuyla Elde Edilen Yağların Bazı Niteliklerinin Belirlenmesi Ve Mekanik Yöntemle Elde Edilen Zeytinyağları İle Karşılaştırılması, Doktora Tezi, FBE, Adana
- Çolakoğlu, C., A., Tunalioglu, R., (2010). Aydın İlinde Zeytin Üretimi ile İklim Verileri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi, ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 71, 71-77.
- Fernández-Cuesta, A., León, L., Velasco, L., De La Rosa, R., (2013). Changes in squalene and sterols associated with olive maturation, Food Research International (54) 1885–1889.
- Fraga, H., (2021). Olive orchards under climate change, Agriculture, Dairy & Animal Science, <https://encyclopedia.pub/7210>
- Gümüşkesen, A., Yemişcioglu, F., (2007). Türkiye’deki Zeytin Çeşitlerinin Ve Zeytinyağlarının Bölgesel Karakterizasyonu, İzmir.
- Gutiérrez, F., Jiménez, B., Ruiz, A., Albi, M. A., (1999). Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties Picual and Hojiblanca and different components involved, J. Agric. Food Chem., 47: 121-127pp.
- Hannachi, H., Nasri, N., Elfalleh, W., Thli, N., Ferchichi, A., Msallem, M., (2013). Fatty Acids, Sterols, Polyphenols, and Chlorophylls of Olive Oils Obtained from Tunisian Wild Olive Trees (*Olea europaea* L. Var. *Sylvestris*), International Journal of Food Properties, 16:6, 1271-1283, DOI: 10.1080/10942912.2011.584201



- IOC, (2017). Determination of Fatty Acids Methyl Esters by Gas Chromatography COI/T.20/Doc.No.33. (modifiye)
- İlyasoğlu, H., (2009). Ayvalık Ve Memecik Zeytinyağlarının Coğrafi İsaletleme Amacıyla Karakterizasyonu, İTÜ, Doktora Tezi, FBE, İstanbul
- Köseoğlu O., Sevim D., Kadiroğlu P., (2019). Effects of Filtration on the Quality Properties of Extra Virgin Olive Oils during Storage, Journal Of Americal Oil Chemsts' Society, 96, 291-301, Doi: <https://doi.org/10.1002/aocs.12168>
- Koutsaftakis, A., Kotsifaki, F., Stefanoudaki, E., (1999). Effect of extraction system, stage of ripeness, and kneading temperature on the sterol composition of virgin olive oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, 76, 1477–1481.
- Lombardo N, Marone E, Alessandrino M, Godino G, Madeo A, Fiorino P., (2008). Influence of growing season temperatures in the fatty acids (FAs) of triacilglycerols (TAGs) composition in Italian cultivars of *Olea europaea*. Advances in Horticultural Science. 22(1):49–53.
- Orlandi, F., Rojo, J., Picornell, A., Jose, O., Pérez-Badía, R., Fornaciari, M., (2020). Impact Of Climate Change On Olive Crop Production In Italy, Atmosphere, 11, 595; Doi:10.3390/Atmos11060595
- Özaltaş, M., Savran, M.K., Ulaş, M., Kaptan, S., Köktürk, H., Kalanlar, Ş., Konsoloğlu, B., Tıbet, Ü., Yağcıoğlu, M., Aksarı, E., Tatlı, A., Soyuer, H., Pekcan, T., Dursun, Ö., Karadeniz, C., Kılıcı, M., Balkan, A., Sevilmiş, G., (2016). Türkiye Zeytincilik Sektör Raporu, ISBN: 978-605-9175-57-9, İzmir
- Papadimitriou, V., Sotrioudis, T.G., Xenakis, A., Sofikiti, N., Stavriannoudaki, V., Chaniotakis, N.A., (2006). Oxidative Stability and Radical Scavenging Activity of Extra Virgin Olive Oils: An Electron Paramagnetic Resonance Spectroscopy Study, Analytica Chimica Acta 573–574, 453–458.
- Rodrigues, N., Casal, S., Pinho, T., Cruz, R., Peres, A.M., Baptista, P., Pereira, J.A., (2021). Fatty Acids Composition from Olive Oils of Portuguese Centenarian Trees Is Highly Dependent of Olive Cultivar and Crop Year. Foods 2021, 10, 496. <https://doi.org/10.3390/foods10030496>
- Sevim, D., Varol, N. ve Köseoğlu, O. 2022. Küresel İklim Değişikliğinin Zeytin Yetiştiriciliği ve Zeytinyağı Üzerine Etkileri. Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg., 36(2), 415-432. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1018517>
- Servili, M., Montedoro, G., (2002). Contribution of Phenolic Compounds to Virgin Olive Oil Quality, Eur. J. Lipid Sci. Technol., 104, 602-613.
- TGK, (2014). Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Analiz Metotları Tebliği. (Tebliğ No: 2014/53) (20 Kasım 2014, Sayı: 29181)
- TGK, (2017). Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Ve Pirina Yağı (Tebliğ No: 2017/26)
- Tıbet, Ü., (2019). Türk Zeytinyağlarında Sterol Kompozisyonunda Bazı Limit Dışı Parametreler İçin Karar Ağaçları Oluşturarak Özgünlüğün Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, FBE, Ege Üniversitesi, İzmir
- UZK, (1991). Zeytinyağı Kalitesinin İyileştirilmesi, Yağ Teknolojisi Deneme Enstitüsü, İtalya
- Vossen, P., (2007). Olive Oil: History, Production, and Characteristics of the World's Classic Oils, Hort Science, 42(5): 1093-1100pp.
- Yorulmaz, H.O., Bozdoğan Konuskan, D., (2017). Antioxidant activity, sterol and fatty acid compositions of Turkish olive oils as an indicator of variety and ripening degree, J Food Sci Technol 54(12):4067–4077, DOI 10.1007/s13197-017-2879-y
- Yousfi K, Cert Rm Ve Garcia Jm, (2006). Changes in quality and phenolic compounds of virgin olive oils during objectively described fruit maturation. Eur Food Res Technol 223: 117–124.
- Zengin, M., (2006). Zeytinyağlarının bölgesel karakterizasyonu. Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Sempozyum ve Sergisi Kitabı, 317-325, İzmir, 15-17 Eylül 2026.



# Kadınlarla Agroekolojik Dönüşüm: Zeytin Kokan Şehrin Kadınları Projesi Üzerinden Kırsalda Güçlenme ve İklim Dayanıklılığı

## *Agroecological Transformation with Women: Rural Empowerment and Climate Resilience Through the Women of the Olive-Scented City Project and Climate Resilience*

Dr. Ayça AKÇA UÇKUN\* 

Dr. Tülin PEKCAN 

Nursel MERAL 

Canan YILDIZ 

Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, İzmir İl Tarım Müdürlüğü

Başvuru Tarihi / Received: 13.06.2025

/ Kabul Tarihi / Accepted: 30.10.2025

### ÖZET

Bu çalışma, İzmir'in Seferihisar, Urla ve Çeşme ilçelerinde uygulanan "Zeytin Kokan Kadınlar Şehrin Kadınları" projesini kadın odaklı agroekoloji perspektifiyle incelemektedir. Proje kapsamında kadın çiftçilere yönelik olarak zeytin yetiştiriciliği, iklim değişikliğine uyum, organik gübreleme, bokashi kompostu, sabun üretimi ve lavanta ile ara ziraat gibi temalarda uygulamalı eğitimler düzenlenmiştir. Katılımcı gözlem, yerinde eğitim, teknik gezi ve yarı yapılandırılmış mülakatlarla desteklenen bu süreç, kadınların teknik bilgi, çevresel farkındalık ve sosyal dayanışma becerilerini geliştirmelerini sağlamıştır. Bulgular, katılımcıların %90'ının tarımsal karar alma süreçlerinde daha etkin hale geldiğini ve yerel ağlara katılımında anlamlı bir artış yaşandığını göstermektedir. Bu sonuçlar, agroekolojinin yalnızca ekolojik değil, aynı zamanda sosyal bir dönüşüm aracı olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, kırsal kadınların bilgi üreticisi, çevresel lider ve topluluk inşa edici aktörler olarak güçlendirilmesinde kadın odaklı agroekoloji temelli projelerin önemine dikkat çekmektedir. Benzer uygulamaların Akdeniz ve Ege havzası başta olmak üzere yaygınlaştırılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Agroekoloji, kadınların güçlenmesi, kırsal kalkınma, iklim değişikliği, katılımcı eğitim, zeytin tarımı

### ABSTRACT

This study examines the "Women Scented with Olives: Women of the City" project implemented in the Seferihisar, Urla, and Çeşme districts of İzmir through women focus on agroecology perspective. Within the project, hands-on training programs were organized for women farmers on topics such as olive cultivation, climate change adaptation, organic fertilization, bokashi composting, soap production, and intercropping with lavender. Supported by participant observation, on-site training, technical visits, and semi-structured interviews, the process enabled women to enhance their technical knowledge, environmental awareness, and social solidarity skills. Findings show that 90% of the participants became more active in agricultural decision-making processes and demonstrated a significant increase in participation in local networks. These results reveal that agroecology serves not only as an ecological but also as a social transformation tool. The study highlights the importance of feminist agroecology-based projects in empowering rural women as knowledge producers, environmental leaders, and community builders. It is recommended that similar initiatives be expanded, particularly across the Mediterranean and Aegean regions.

**Keywords:** Agroecology, women's empowerment, rural development, climate change, participatory training, olive cultivation

\* Sorumlu Yazar (Corresponding author) Dr. Ayça AKÇA UÇKUN / E-posta: ayca.akca@tarimorman.gov.tr



## GİRİŞ

Kadınlar, dünya genelinde tarımsal üretimin temel aktörlerinden biri olmalarına rağmen, bilgiye erişim, kaynakların kontrolü ve karar alma süreçlerinde sıklıkla ikincil konumda yer almaktadırlar (FAO, 2011). Özellikle Akdeniz Havzası gibi geleneksel tarım alanlarında, toplumsal cinsiyete dayalı eşitsizlikler, kadınların üretimden elde ettikleri faydayı sınırlamakta ve kırsal kalkınma süreçlerinde geri planda kalmalarına neden olmaktadır (Bee & Tribelli, 2020). Oysa, yapılan çalışmalar kadınların bilgi, beceri ve sosyal ağlarla donatıldığında kırsal alanlarda ekolojik sürdürülebilirlik ve toplumsal dayanışmanın anahtarı haline gelebildiklerini göstermektedir (Rocheleau et al., 1996; Sachs, 2019).

Agroekoloji, sadece çevresel sürdürülebilirliği değil, aynı zamanda toplumsal adaleti de merkeze alan bir çerçeve olarak, kadınların güçlenmesine yönelik potansiyel sunmaktadır. Kadın odaklı agroekoloji yaklaşımı, üretim sistemlerinin yeniden yapılandırılmasında kadınların yerel bilgilerini, emeğini ve bir araya gelme biçimlerini görünür kılmayı hedeflemektedir (Bell, 2016; Anderson et al., 2019). Bu yaklaşım, ekosistemlerle ilişkili emek süreçlerinin toplumsal cinsiyet temelli analizini yaparak, kadının doğayla kurduğu çok yönlü ilişkiyi teorik olarak görünür kılmaktadır. Kadın odaklı agroekoloji yaklaşımı, yalnızca kadının tarımsal bilgi üretiminde değil, aynı zamanda bakımını, tohum saklama, topluluk sağlığı gibi alanlardaki rolünü de ön plana çıkarmaktadır (Shiva, 2005; Mies ve Bennholdt-Thomsen, 1999).

Bu bağlamda geliştirilen topluluk temelli agroekolojik projeleri, hem ekolojik dönüşümü hem de toplumsal cinsiyet eşitliğini birlikte hedeflemektedir (Bezner Kerr et al., 2021).

Bu çalışma, İzmir'in Seferihisar, Urla ve Çeşme ilçelerinde 2024 yılında uygulanan "Zeytin Kokan Şehrin Kadınları" projesini Kadın odaklı agroekoloji yaklaşımı çerçevesinde ele almaktadır. Proje kapsamında kadın çiftçilere yönelik olarak zeytin yetiştiriciliği, iklim değişikliğine uyum, kompost yapımı, sabun üretimi ve tıbbi aromatik bitkilerle ara ziraat gibi temalarda uygulamalı eğitimler gerçekleştirilmiştir. Katılımcı kadınların yerel bilgiyle bilimsel bilginin kesiştiği bu eğitimler

aracılığıyla güçlendirilmeleri ve yerel gıda sistemlerine daha etkin katılımlarının desteklenmesi hedeflenmiştir. Çalışma, hem eğitim uygulamalarını hem de kadınların bu süreçte geliştirdiği sosyal ağlar, bilgi pratikleri ve dönüşüm kapasitelerini analiz ederek, agroekolojinin toplumsal boyutlarına ışık tutmayı amaçlamaktadır.

## YÖNTEM

"Zeytin Kokan Kadınlar Şehrin Kadınları" projesinde programın temel bileşenleri; **katılımcı gözlem, yerinde eğitim, teknik gezi, uygulamalı atölyeler ve ürün bazlı öğrenme modüllerinden** oluşmuştur. Bu yöntemler, kadınların birebir deneyim kazanmasını ve yerel bağlamda öğrenmeyi kolaylaştıran pedagojik yaklaşımları yansıtmaktadır (Pretty et al., 1995; Bell & Bell, 2020).

Bu kapsamda projenin metodolojik çerçevesi, katılımcı öğrenme ve yerel bilgi paylaşımını merkeze alan bir araştırma yaklaşımıyla yapılandırılmıştır.

### 2.1. Araştırma Tasarımı

"Zeytin Kokan Kadınlar" projesi, feminist agroekoloji yaklaşımı temelinde, bilgi üretimi ve toplumsal dönüşüm süreçlerini birlikte ele alan, katılımcı, uygulamalı ve yerel bağlamda köklenen bir öğrenme programı olarak tasarlanmıştır (Sachs, 2019; Mulyoutami et al., 2021).

### Katılımcılar ve Ortam

Araştırma, kırsal bölgede zeytin üretimiyle uğraşan kadın üreticilerle yürütülmüştür. Katılımcı seçimi, gönüllülük esasına dayalıdır ve yerel üretici ağları üzerinden gerçekleştirilmiştir. Eğitim ortamı, üretim alanları ve yerel atölyelerden oluşmaktadır.

### Veri Toplama Teknikleri

Çoklu veri toplama araçları kullanılmıştır:

- Katılımcı gözlem: Eğitim sürecinde araştırmacıların aktif gözlemleri.
- Yarı yapılandırılmış mülakatlar: Katılımcıların deneyim, algı ve bilgi düzeylerini anlamaya yönelik.
- Sözlü anlatımlar: Yerel bilgi aktarımı ve deneyim paylaşımı için.
- Anketler: Eğitim öncesi ve sonrası bilgi düzeyi ve öz yeterlilik algısını ölçmek amacıyla.



## Eğitim Modülleri ve Uygulamalar

Program, aşağıdaki tematik modüller üzerinden yürütülmüştür:

- Zeytin yetiştiriciliği
- İklim değişikliği ile uyum
- Organik gübreleme ve bokashi kompostu üretimi
- Sabun yapımı
- Lavanta ile ara ziraat uygulamaları

Her modül, uygulamalı atölye, yerinde eğitim ve teknik gezi bileşenleriyle desteklenmiştir (Cornwall, 2003; Arora-Jonsson, 2011).

## Veri Analizi

Toplanan niteliksel veriler, tematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Kodlama sürecinde kadınların güçlenme algıları, yerel bilgiye katkıları ve sosyal dayanışma pratikleri ön plana çıkarılmıştır. Araştırmacılar, kendi konularının farkında olarak toplumsal cinsiyet duyarlılığına uygun etik bir yaklaşım benimsemişlerdir (England, 1994; Nightingale, 2003).

## Etik İlkeler

Çalışma sürecinde katılımcı onamı alınmış, veri gizliliği ve gönüllülük esasları gözetilmiştir. Kadın odaklı agroekolojik yaklaşımı metodolojiye uygun olarak, katılımcıların bilgi üretim sürecine aktif katılımı teşvik edilmiştir (England, 1994; Nightingale, 2003).

## BULGULAR

### Eğitim İçerikleri

Proje kapsamında uygulanan eğitim modülleri; agroekolojiye giriş, zeytin yetiştiriciliği, organik gübreleme yöntemleri, iklim değişikliğine uyum stratejileri ve doğal ürün üretimine odaklanmıştır. Katılımcılar, **bokashi kompostu** ve **doğal sabun yapımı** gibi çevresel döngüyü temel alan teknikler aracılığıyla tarımsal üretimle birlikte ekolojik farkındalık da kazanmıştır. Ayrıca lavanta gibi aromatik bitkilerin zeytinliklerde **ara ziraat** yöntemiyle entegre edilmesi, hem ekosistem hizmetlerini artırmış hem de kadınların alternatif gelir modelleriyle tanışmasını sağlamıştır.

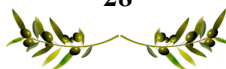


Resim 1. Katılımcı öğrenme sürecinden sahadan görsel yansımalar (orijinal)

Bu tür uygulamalı eğitimler, kadınların yalnızca bilgi edinmesini değil aynı zamanda o bilgiyi pratikle içselleştirmesini mümkün kılarak “**öğrenirken dönüşme**” (transformative learning) etkisi yaratmaktadır (Mezirow, 2000; Lieblein et al., 2004). Ayrıca, tarımsal bilgi sistemlerinde kadınların deneyimsel öğrenme yoluyla üretici konumuna geçmeleri, literatürde topluluk temelli agroekolojik geçişin önemli bir parçası olarak vurgulanmaktadır (Altieri ve Toledo, 2011; Pimbert, 2015).

### Yerel Etkileşimler ve Alan Gezileri

Eğitimler, yalnızca sınıf temelli oturumlarla sınırlı kalmamış; **Çeşme Gastronomi Akademisi**, **Seferihisar üretici grupları** ve **Köstem Zeytinyağı Müzesi** gibi yerel paydaşlarla yerinde etkileşimler gerçekleştirilmiştir. Bu alan gezileri, kadınların örnek uygulamaları sahada görmelerine, diğer üreticilerle bilgi alışverişinde bulunmalarına ve **yerel bilgi sistemleriyle doğrudan temas** kurmalarına olanak tanımıştır.





**Resim 2.** Katılımcı öğrenme sürecinden sahadan görsel yansımalar (orijinal)

Yerel bilgi paylaşımı ve yerinde öğrenme, kadın odaklı agroekoloji yaklaşımı kırsal kalkınma modellerinde “bilgiyi kolektif olarak yeniden üretme” süreciyle özdeşleştirilmektedir (Rocheleau et al., 1996; Cornwall, 2003). Bu bağlamda, kadınların başka üreticilerle buluşması, sadece teknik becerileri değil aynı zamanda özgüven, karar alma ve topluluk aidiyet duygusunu da güçlendirmiştir (Rocheleau & Edmunds, 1997).

### Kadınların Güçlenmesi

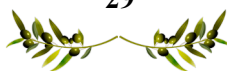
Projenin en belirgin çıktılarında biri, katılımcı kadınların tarımsal karar alma süreçlerinde daha

aktif hale gelmeleridir. Eğitim sonrası yapılan değerlendirme anketlerinde kadınların %90’ı, kendi tarımsal faaliyetlerine ilişkin daha bağımsız kararlar aldıklarını ve aile içi iş bölümünde daha görünür hale geldiklerini ifade etmiştir. Aynı zamanda kadınlar arası dayanışma, deneyim paylaşımı ve kolektif hareket etme isteğinde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir.

Bu bulgu, kadın odaklı agroekoloji yaklaşımı agroekoloji literatüründeki “**agency and autonomy**” (özerklik ve özneleşme) temalarıyla örtüşmektedir (Bezner Kerr et al., 2019). Kadınların yalnızca üretim bilgisi değil, aynı zamanda toplumsal rollerine dair farkındalık kazanması; agroekolojik eğitimlerin sosyo-politik bir dönüşüm alanı olduğuna işaret eder (Anderson et al., 2021). Ayrıca kadınlar arası ağların oluşması, kırsalda sosyal sermayeyi artıran, iklim değişikliğine karşı dayanıklılığı güçlendiren temel bir etmendir (Jerneck, 2018).

### Eğitim Etkilerinin Nicel Analizi

Eğitim programlarının etkililiği, katılımcılara uygulanan **ön-test** ve **son-test** anketleri ile belirlenmiştir. Anketler, katılımcıların teknik bilgi düzeylerini, iklim adaptasyonuna ilişkin farkındalıklarını ve tarımsal karar alma süreçlerine katılım konusundaki öz yeterlilik algılarını ölçmeyi hedeflemiştir. Zeytin yetiştiriciliği, organik gübreleme ve kompost teknikleri konularında temel bilgiye sahip olduğunu belirten katılımcı oranı, eğitim öncesinde %35 iken, eğitim sonrasında %92’ye yükselmiştir. İklim değişikliğine uyum teknikleri hakkında bilgi sahibi olduğunu ifade eden katılımcı oranı, eğitim öncesinde %18 iken, program sonunda %88’e ulaşmıştır. Tarımsal karar alma süreçlerine katılım konusundaki özgüven düzeyi, eğitim sonrasında %90 oranında artış göstermiştir (Çizelge 1). Bu bulgular, programın yalnızca teknik bilgi aktarımı değil, aynı zamanda kadınların öz yeterlilik algısını ve karar alma süreçlerine katılımını güçlendirme yönünde anlamlı bir etki yarattığını göstermektedir. Değerlendirme süreci, Kadın odaklı agroekoloji yaklaşımının pedagojik ve sosyal boyutlarını destekleyen bir izleme ve öğrenme çerçevesi içinde yürütülmüştür.



**Çizelge 1.** Çalışmada kullanılan nicel göstergelerin eğitim öncesi ve sonrası oranları (%)

Göstergeler	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası
Zeytin Yetiştiriciliği Bilgisi	35	92
Kompost ve Gübreleme Bilgisi	28	89
İklim Uyum Teknikleri Bilgisi	18	88
Tarımsal Karar Alma Özgüveni	22	90
Sosyal Dayanışma ve Ağ Katılımı	26	85

### **Kadın Girişimciliği ve Ürün Bazlı Ekonomik Katkı**

"Zeytin Kokan Şehrin Kadınları" projesi, yalnızca bilgi aktarımını değil aynı zamanda kadınların ürün temelli girişimcilik becerilerinin gelişimini de desteklemiştir. Özellikle sabun üretimi, lavanta yağı distilasyonu, bokashi kompost satışı ve yerel pazar için zeytinyağı aromatisasyonu gibi uygulamalar, katılımcı kadınların gelir getirici faaliyetlere yönelmesini sağlamıştır. Kadınlar eğitim sonrası kendi evlerinde küçük ölçekli üretim yaparak yerel pazarlara açılma imkânı bulmuş ve bazıları kadın kooperatiflerine dâhil olmuştur.

Özellikle sabun üretim atölyeleri, kadınların hem estetik hem de fonksiyonel bir ürün geliştirmesini sağlamış, ürünlerin pazarlanabilirliği üzerine yapılan modüllerle satış stratejileri konusunda da farkındalık artmıştır. Bazı katılımcılar sosyal medya üzerinden satışa başlarken, bazıları yerel üretici pazarlarında stant açarak doğrudan tüketiciyle temas kurmuştur.

Bu ekonomik açılım, agroekolojinin yalnızca üretimsel değil, aynı zamanda topluluk ekonomilerini güçlendiren sosyal bir boyut taşıdığını göstermektedir. Kadınların ekonomik özgüven kazanması, ev içi karar alma süreçlerine de olumlu yansımış ve aile gelirine katkıları daha görünür hale gelmiştir. Ayrıca, ürün bazlı katma değer yaratımı, kırsal kadınların üretici kimliğini destekleyerek, sürdürülebilir geçim modelleri geliştirmelerine olanak tanımıştır.

### **Yerel Kurumlarla İş Birliği ve Katılımcı Yönetişim**

Projenin başarıya ulaşmasında yerel kurumlarla kurulan iş birlikleri belirleyici rol oynamıştır. Çeşme Belediyesi, ilçe tarım müdürlükleri, kadın kooperatifleri ve yerel sivil toplum kuruluşları

(STK) ile gerçekleştirilen ortaklıklar, eğitimlerin sahaya taşınmasını ve kaynakların etkin kullanımını mümkün kılmıştır.

Kurumlar arası bu etkileşim, katılımcı yönetim ilkeleri doğrultusunda kadınların karar süreçlerine dâhil edilmesini de desteklemiştir. Kadınlar belediyelerin açtığı üretici pazarlarında yer almış, bazıları yerel karar alma toplantılarına katılmış ve agroekoloji ile ilgili fikirlerini paylaşma imkânı bulmuştur. Bu durum Kadın odaklı agroekoloji yaklaşımı kırsal kalkınma yaklaşımlarında vurgulanan "**kadının yalnızca yararlanıcı değil, karar verici aktör**" konumuna yerleştirilmesi ilkesiyle biebir örtüşmektedir.

Ayrıca yerel kurumlarla geliştirilen iş birliği modelleri, eğitimlerin sürdürülebilirliği açısından da stratejik değer taşımaktadır. Kurumların lojistik destek sunması, eğitim materyallerini çoğaltması ve kadınlara sahada eşlik etmesi, proje çıktılarını güçlendirmiştir. Bu deneyim, yerel ölçekli agroekolojik projelerde çok aktörlü iş birliklerinin önemini vurgulayan uygulamalı bir örnek oluşturmaktadır.

### **TARTIŞMA**

Bu çalışmanın bulguları, kadınların tarımsal üretimdeki bilgi, beceri ve sosyal etkileşimlerinin agroekolojik uygulamalar aracılığıyla nasıl güçlendirilebileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Proje kapsamında uygulanan katılımcı ve uygulamalı eğitimler, yalnızca teknik bilgi aktarımı ile sınırlı kalmamış; aynı zamanda kadınların yerel bilgi sistemlerine katılımını, toplumsal dayanışma pratiklerini ve çevresel farkındalıklarını da artırmıştır.

Agroekoloji, geleneksel bilgi sistemlerini ve topluluk temelli üretim ilişkilerini görünür kılarken, özellikle kadınların bilgi üreticisi ve sürdürülebilirliğin taşıyıcısı olarak güçlenmesini desteklemek-



tedir (González de Molina et al., 2019; Anderson et al., 2020). Bu bağlamda “Zeytin Kokan Şehrin Kadınları” projesi, agroekolojinin yalnızca çevresel değil aynı zamanda sosyal ve kültürel bir dönüşüm aracı olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktadır.



**Resim 3.** Katılımcı öğrenme sürecinden sahadan görsel yansımalar (orijinal)

Kadınların iklim değişikliğiyle mücadelede liderlik rollerini üstlenmeleri, yerel bilgiye dayalı çözümlerin geliştirilmesi açısından da kritik öneme sahiptir. Literatürde, kadınların yerel çevre bilgisi, üretim deneyimi ve toplumsal örgütlenme becerileri sayesinde **iklim direncinin anahtarı** oldukları vurgulanmaktadır (Jerneck, 2018; Alston, 2014). Bu proje kapsamında da katılımcı kadınların, iklim değişikliğiyle mücadelede doğal döngülere duyarlı teknikleri (örneğin bokashi kompostu, tıbbi aromatik bitkilerle ara ziraat, yerel çeşitlerin kullanımı) benimsemeleri, bu dönüşümün toplumsal boyutunu güçlendirmiştir.



**Resim 4.** Katılımcı öğrenme sürecinden sahadan görsel yansımalar (orijinal)

Ayrıca, kadınlar arası bilgi paylaşımı, birlikte üretme deneyimi ve karar alma pratiklerinin gelişmesi, kırsal topluluklarda **kollektif özneleşme** süreçlerine zemin hazırlamaktadır (Pimbert, 2015; Rocheleau & Edmunds, 1997). Katılımcıların hem tarımsal kararlarda daha etkin rol almaya başlamaları hem de yerel ağlar kurarak birlikte öğrenmeye devam etmeleri, agroekolojinin dayanışma ve karşılıklı öğrenme ilkeleriyle birebir örtüşmektedir.

Sonuç olarak bu proje, kırsal kadınların sadece üretim süreçlerine değil, aynı zamanda bilgi üretimi, çevresel farkındalık ve sosyal dayanışma gibi çok katmanlı alanlara da katılımını teşvik etmiş ve kadınların tarımsal sistemlerdeki görünürlüğünü artırmıştır. Bu durum, feminist agroekoloji anlayışı içinde değerlendirildiğinde, cinsiyet eşitliğine dayalı, yerinden yönetilen ve iklimle uyumlu bir kırsal dönüşümün mümkün olduğunu göstermektedir.



## Uluslararası Deneyimlerle Karşılaştırma

"Zeytin Kokan Şehrin Kadınları" projesinin feminist agroekoloji temelinde kurgulanması, dünya genelindeki benzer uygulamalarla karşılaştırıldığında önemli ortaklıklar ve ayrışmalar göstermektedir. Özellikle Latin Amerika'da agroekoloji hareketi, kadınların bilgi üretimindeki rolünü öne çıkaran topluluk temelli modellerle dikkat çekmektedir. Brezilya'da MST (Topraksız İşçiler Hareketi) kadınların agroekoloji eğitimlerinde liderlik üstlendiği ve tohum ağları kurduğu örneklerle ön plana çıkmaktadır (Altieri & Toledo, 2011).

Benzer şekilde, Afrika'da Malavi ve Uganda'da yürütülen katılımcı agroekoloji projeleri, kadınların iklim değişikliğine karşı bilgi üretimi ve dayanıklılık kapasitelerinin artırılmasında etkili olmuş; özellikle beslenme çeşitliliği ve tohum egemenliği alanlarında başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Bezner Kerr et al., 2021).

Avrupa'da ise Fransa, İtalya ve İspanya'da kadın çiftçilerin agroekolojik dönüşümdeki rolleri, kırsal alanda sosyal girişimcilik ve çevreci kooperatifleşme örnekleriyle desteklenmektedir (Anderson et al., 2020). Türkiye'deki uygulama ise, hem yerel bilgi sistemlerinin kullanımı hem de belediye destekli eğitimlerin entegrasyonu açısından farklı bir bağlam sunmaktadır.

Bu karşılaştırmalar, "Zeytin Kokan Şehrin Kadınları" projesinin hem küresel agroekoloji hareketiyle uyumlu olduğunu hem de yerel koşullara özgü dinamiklerle katkı sunduğunu göstermektedir. Proje, kadın odaklı agroekolojinin uluslararası düzeyde uygulanabilirliğine dair güçlü bir saha örneği oluşturmaktadır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

"Zeytin Kokan Şehrin Kadınları" projesi, agroekolojik dönüşüm ile toplumsal cinsiyet eşitliği arasındaki ilişkiyi somutlaştırarak, kırsal alanlarda sürdürülebilirlik ve sosyal adaletin birlikte nasıl inşa edilebileceğine dair etkili bir örnek sunmaktadır. Projede uygulanan katılımcı, uygulamalı ve yerel bilgiye dayalı eğitim modelleri, kadınların teknik kapasitelerini güçlendirmenin ötesinde, onların topluluk içindeki konumlarını ve özneleşme süreçlerini de desteklemiştir.

Çalışma bulguları, **kadın odaklı agroekoloji** anlayışının sahada uygulanabilirliğini ve etkisini göstermesi açısından önemlidir. Agroekoloji, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik değil, aynı zamanda toplumsal eşitlik ve yerel özerklik için de bir yol haritası sunar (Anderson et al., 2019; Bezner Kerr et al., 2021). Kadınların agroekolojik bilgiye doğrudan erişimi, bu bilginin yeniden üretimi ve topluluk içinde paylaşımı, kırsal dönüşüm süreçlerinde belirleyici bir rol oynamaktadır.



Resim 5. Katılımcı öğrenme sürecinden sahadan görsel yansımalar (orijinal)



Çalışmanın bulguları doğrultusunda, dört ana başlık altında şu öneriler sunulmaktadır:

### 1. Politika ve Kurumsal Destek

- Kadın çiftçileri merkeze alan agroekolojik eğitim programları, tarım politikalarına entegre edilmelidir.
- Yerel yönetimler ve bakanlık düzeyinde, kadınların bilgiye erişimini ve örgütlenmesini destekleyen bütçeli ve sürekli programlar oluşturulmalıdır (FAO, 2022).
- Kırsal kalkınma stratejileri yalnızca ekonomik değil; ekolojik, kültürel ve toplumsal boyutları da içeren çok katmanlı yapılarla ele alınmalıdır (Altieri & Nicholls, 2020).

### 2. Yaygınlaştırma ve Ölçekleme

- “Zeytin Kokan Şehrin Kadınları” benzeri projeler, özellikle **Akdeniz ve Ege havzası gibi kuraklık riski taşıyan zeytinlik alanlarda** yaygınlaştırılmalı; lavanta gibi aromatik bitkilerle yapılan ara ziraat uygulamaları teşvik edilmelidir.
- Kadınların katıldığı agroekolojik uygulamalar için **kooperatifleşme, sosyal girişimcilik ve katma değerli ürün üretimi** desteklenerek topluluk ekonomileri güçlendirilmelidir (Rosset ve Altieri, 2017).

### 3. Eğitim ve Katılımcı Öğrenme

- Yerel bilgi sistemlerini tanıyan ve kadınların deneyimlerini dikkate alan katılımcı öğrenme modelleri kırsal kalkınma politikalarının temeline yerleştirilmelidir (Lieblein et al., 2004).
- Sertifikalı agroekoloji eğitimleri ile kadınların hem teknik hem de sosyal liderlik kapasiteleri geliştirilmelidir.
- Eğitim öncesi ve sonrası etki değerlendirmeleri sürekli hale getirilerek programların başarılı uzun vadeli olarak izlenmelidir.

### 4. Gelecek Araştırmalar ve İzleme

- Kadınların katıldığı agroekolojik projelerin, **iklim değişikliğine uyum, toplumsal dayanıklılık ve gıda güvencesi** üzerindeki etkileri izlenmeli ve veriye dayalı analizlerle desteklenmelidir (Jerneck, 2018).
- Kadın odaklı araştırma yöntemleriyle yürütülen saha çalışmaları artırılarak, kadınların öznel deneyimlerinin bilimsel alanda daha fazla yer bulması sağlanmalıdır.

“Zeytin Kokan Şehrin Kadınları” projesi, pilot niteliğiyle sınırlı kalmamalı; sürekliliği olan, genişletilmiş bir kırsal dönüşüm modeline evrilmelidir. Bu bağlamda aşağıdaki gelecek adımlar önerilmektedir:

- ✓ Katılımcı kadınlar için 12 aylık mentorluk ve mikro girişim danışmanlığı programı oluşturulmalıdır.
- ✓ Eğitim modüllerinin dijital hale getirilerek çevrim içi erişime açılması sağlanmalıdır.
- ✓ Kadınların ürünlerini birlikte markalaştırabilecekleri bir kooperatif destek platformu kurulmalıdır.
- ✓ İzleme ve değerlendirme sistemi, yılda iki kez olmak üzere bilgi, sosyal etki ve ekonomik katkı düzeylerini takip edecek şekilde yapılandırılmalıdır.

Bu öneriler, projenin hem nicel hem de nitel olarak uzun vadede kırsal kadınların güçlenmesi ve agroekolojik geçişin yaygınlaştırılması açısından etkili bir model haline gelmesini sağlayacaktır.

**“Toprağa dokunan kadın, yalnızca ürünü değil, geleceği yeşertir.”**

### Kaynaklar

- Alston, M. (2014). Gender mainstreaming and climate change. Women's Studies International Forum, 47, 287–294.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology: Scientific principles and the social movements. CRC Press.
- Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. Journal of Peasant Studies, 38(3), 587–612.



- Anderson, C. R., Bruil, J., Chappell, M. J., Kiss, C., & Pimbert, M. P. (2021). Agroecology now: Connecting the dots to enable agroecology transformations. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 45(4), 537–540.
- Anderson, C. R., Maughan, C., & Pimbert, M. P. (2019). Transformative agroecology learning in Europe: Building consciousness, skills and collective capacity. *Agriculture and Human Values*, 36, 531–547.
- Anderson, C. R., Maughan, C., & Pimbert, M. P. (2019). *Agroecology Now! Transformations Towards More Just and Sustainable Food Systems*. Palgrave Macmillan.
- Anderson, C. R., Maughan, C., & Pimbert, M. P. (2020). Transformative agroecology learning in Europe: Building consciousness, skills and collective capacity for food sovereignty. *Agriculture and Human Values*, 37(2), 547–562.
- Arora-Jonsson, S. (2011). Virtue and vulnerability: Discourses on women, gender and climate change. *Global Environmental Change*, 21(2), 744–751.
- Bee, B. A., & Tribelli, P. (2020). Gendered geographies of climate change: The case of olive producers in Southern Europe. *Gender, Place & Culture*, 27(4), 513–532.
- Bell, M. M. (2016). Feminist agroecology and the struggle for food sovereignty. *Journal of Peasant Studies*, 43(5), 970–981.
- Bell, M. M., & Bell, S. (2020). *An Invitation to Environmental Sociology* (6th ed.). SAGE.
- Bezner Kerr, R., Lupafya, E., Shumba, L., Msachi, R., & Dakishoni, L. (2019). Participatory agroecological research on climate change adaptation improves food security and dietary diversity in Malawi. *Agriculture and Human Values*, 36, 231–245.
- Bezner Kerr, R., Shumba, L., Dakishoni, L., & Lupafya, E. (2021). Participatory agroecological research improves smallholder food security in climate-stressed regions. *Agriculture and Human Values*, 38(1), 115–131.
- Cornwall, A. (2003). Whose voices? Whose choices? Reflections on gender and participatory development. *World Development*, 31(8), 1325–1342.
- England, K. V. (1994). Getting personal: Reflexivity, positionality, and feminist research. *Professional Geographer*, 46(1), 80–89.
- FAO. (2011). *The State of Food and Agriculture 2010–2011: Women in Agriculture – Closing the Gender Gap for Development*. Rome: Food and Agriculture Organization.
- FAO. (2022). *The Status of Women in Agrifood Systems*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- González de Molina, M., López-García, D., & Sevilla Guzmán, E. (2019). Agroecology and the reconstruction of a post-industrial peasantry. *Journal of Rural Studies*, 65, 81–90.
- Jerneck, A. (2018). Taking gender seriously in climate change adaptation and sustainability science research: Views from feminist debates and sub-Saharan small-scale agriculture. *Sustainability Science*, 13, 403–416.
- Lieblein, G., Francis, C. A., & Salomonsson, L. (2004). Educational perspectives in agroecology: Steps on a dual learning ladder toward responsible action. *NORDIC Studies in Education*, 24(1), 17–32.
- Mezirow, J. (2000). *Learning as Transformation: Critical Perspectives on a Theory in Progress*. Jossey-Bass.
- Mulyoutami, E., van Noordwijk, M., & Joshi, L. (2021). Engaging local knowledge through participatory action research in agroecology: Insights from gender-inclusive learning landscapes. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 45(9), 1345–1366.
- Nightingale, A. J. (2003). A feminist in the forest: Situated knowledges and mixing methods in natural resource management. *ACME: An International E-Journal for Critical Geographies*, 2(1), 77–90.
- Pimbert, M. (2015). Agroecology as a practice, movement and science for social transformation. *Development*, 58(2–3), 201–202.
- Pretty, J. N., Guijt, I., Thompson, J., & Scoones, I. (1995). *A trainer's guide for participatory learning and action*. IIED Participatory Methodologies Series.
- Rocheleau, D., & Edmunds, D. (1997). Women, men and trees: Gender, power and property in forest and agrarian landscapes. *World Development*, 25(8), 1351–1371.
- Rocheleau, D., Thomas-Slayter, B., & Wangari, E. (1996). *Feminist Political Ecology: Global Issues and Local Experiences*. Routledge.
- Sachs, C. (2019). *Gendered Fields: Rural Women, Agriculture, and Environment*. Routledge.
- Shiva, V. (2005). *Earth Democracy: Justice, Sustainability, and Peace*. South End Press.
- Mies, M., & Bennholdt-Thomsen, V. (1999). *The Subsistence Perspective: Beyond the Globalised Economy*. Zed Books.



# Gemlik Zeytin Anacı Üzerine Aşıl原因an Farklı Zeytin Çeşitlerinde Aşı Kaynaşmasının Histolojik İncelenmesi

## *Histological Examination of Graft Fusion in Different Olive Varieties Grafted on Gemlik Olive Rootstock*

İsmail YAMAN<sup>1\*</sup>  Celil TOPLU<sup>2</sup> Sevdener YILDIZ<sup>1</sup> Yazgan TUNÇ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü -MERSİN

<sup>2</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü HATAY

<sup>3</sup>Zeytincilik Araştırma Enstitüsü-HATAY

Başvuru Tarihi / Received: 27.03.2025

/ Kabul Tarihi / Accepted: 20.11.2025

### ÖZET

Çalışmada Halhalı (Hatay), Sarı Haşebi, Saurani ve Kilis Yağlık zeytin çeşitleri yama aşı yöntemiyle Gemlik anacına aşılanmıştır. Aşılamadan itibaren 3, 6, 9 ve 12. aylarda aşı noktasından örnekler alınmıştır. Örneklerden parçalanma durumları dikkate alınarak mikrotom yardımıyla 25-40 mikron kalınlığında enine kesitler alınmıştır. Bu kesitler safraninle boyanmış ve daimi preparatlar hazırlanmıştır. Ardından kesitler mikroskopta incelenmiştir Yapılan mikroskopik incelemelerde 3. aydan itibaren aşı elemanları arasında yeterli düzeyde kallus oluştuğu, kambiyum dokusunun oluşmaya başladığı ve kallus hücreleri arasında nekrotik alanların bulunduğu görülmüştür. Vasküler bağlantının sağlandığı, yeni ksilemin oluşmaya başladığı belirlenmiştir. Altıncı aydan sonra aşı bağlantısının kurulduğu ve vasküler bağlantının geliştiği gözlemlenmiştir. Nekrotik alanların 9. aydan itibaren dağılarak alan olarak küçüldüğü ve nokta haline geldiği, nekrotik alanların parçalanarak azalması ile birlikte 12. aydan itibaren tüm kombinasyonlarda aşı birliği kurulduğu belirlenmiştir. Aşı kombinasyonlarında yapılan makroskopik gözlemler neticesinde kombinasyonların uyşur olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin, Aşı kaynaşması, Kallus, Histoloji.

### ABSTRACT

In the study, Halhalı (Hatay), Sarı Haşebi, Saurani and Kilis Yağlık olive varieties were grafted onto Gemlik rootstock by patch grafting method. Sections were taken from the grafting site using a microtome at 3, 6, 9 and 12 months after grafting. Cross sections of 25-40 microns thick were taken from the samples, taking into account their fragmentation status. These sections were stained with safranin and permanent preparations were prepared. Then, the sections were observed with the help of a microscope. In microscopic observations, it was observed that a sufficient level of callus had formed between the graft elements starting from the 3rd month, cambium tissue had begun to form, and there were necrotic areas between the callus cells. It was determined that vascular connection was established and new xylem began to form. In the samples examined, it was observed that the graft connection was established and the vascular connection developed after the 6th month. It was observed that the necrotic areas dispersed and became smaller in area and became dots starting from the 9th month, and as the necrotic areas fragmented and decreased, graft unity was established in all combinations from the 12th month. As a result of macroscopic observations made on graft combinations, it was concluded that the combinations were compatible.

**Keywords:** Olive, Graft union, Callus, Histology.

\* Sorumlu Yazar (Corresponding author) Dr. İsmail YAMAN / E-posta: ismailyaman29@gmail.com



## GİRİŞ

Zeytin (*Olea europaea* L.) insanlar tarafından kültüre alınan ilk meyve türlerinden biridir. Yüzyıllardır insanlar için beslenme ve sağlıkta önemli yeri olan tarımsal bir ürün olarak değerlendirilmiştir. Akdeniz medeniyetinin bir sembolü olmuştur (Çavuşoğlu ve Çakır, 1988; Zohary ve Hopf, 1994; Besnard vd., 2001). Dünyada zeytin yetiştiriciliği 10.9 milyon ha alanda yapılmakta olup, 23.054.310-ton ürün elde edilmektedir. Bu üretimin, %97'si Akdeniz havzasında yer alan ülkelerde (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Fas, Tunus, Mısır, Suriye vb.) gerçekleşmekte ve bu ülkelerde önemli bir tarımsal faaliyet olarak değerlendirilmektedir.

Zeytin çelikle ve tohumla çoğaltılabilen bir meyve türüdür. Tohumla yapılan çoğaltımda çimlenmeyle ilgili problemler bulunmakta ve tohumun heterozigot yapısından dolayı elde edilen çöğür bitkiler genetik olarak birbirinden farklılık göstermektedir. Tohumla çoğaltma anaç elde etmek ve ıslah amacıyla kullanılmak üzere genetik materyal eldesinde değerlendirilmektedir (Hartmann vd., 2002; Fabbri vd., 2004; İsfendiyaroğlu ve Özeker, 2011). Zeytinin çoğaltılmasında, yaprak ve kök aksami haricinde kalan tüm organları (dip sürgünleri, yumruları, yumrulara yakın kök aksami ve çelikleri) kullanılmaktadır. Vejetatif çoğaltmada kullanılan odunsu ve yarı odunsu çeliklerin örtü altında köklendirilmesi diğer metotlara kıyasla daha ekonomik ve kısa sürede tüplü fidan elde edilmesine olanak verdiğiinden sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Dağ, 1985; Hartmann vd., 2002; Fabbri vd., 2004).

Zeytin çeşitlerinin çeliklerinde köklenme oranları arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Canözer ve Özahçı, (1991) 83 zeytin çeşidinde köklenme oranlarının % 0.25 ile % 90 oranında değiştiğini, Khabou vd., (1999), 7 zeytin çeşidinde köklenme oranlarının % 15.5 ile % 40.8 arasında değiştiğini, Ayanoğlu vd. (2000), 15 yerli ve 4 yabancı zeytin çeşidinin köklenme oranlarının % 4.73 ile % 70.66 arasında çok geniş bir varyasyon gösterdiğini bildirmektedir.

Aşılama bahçe bitkilerinin çoğaltılmasında kullanılan ve pek çok avantajı beraberinde getiren bir eşeysiz çoğaltma tekniğidir. Kullanıldığı bitkilerde,

gençlik kısırlığı, gelişme kuvveti, biyotik ve abiyotik streslere karşı tolerans gibi bir çok özelliği etkilemektedir. Heterozigotik yapıları (elma, armut, kiraz, erik, zeytin vb.) ve rejenerasyon sürelerinin uzunluğu dolayısıyla bir çok meyve türünde çoğaltma için aşılama yaygınlık kazanmıştır. Bitkilerde aşılamanın cinsler, türler ve çeşitler arasında sınırlamaları söz konusudur. Bu yüzden, bazı durumlarda çeşitli aşı kombinasyonlarında anaçla kalem arasında başarılı bir aşı uyuşması kurulamamakta ve sonuçta uyuşmazlık ortaya çıkmaktadır. Genetik kaynaklı sorunlar (Ernell vd., 1999; Koyuncu vd., 2007; Hartmann vd., 2011; Zenginbal ve Bostan, 2019; Serttaş ve Öztürk, 2020), aşı elemanları arasında iletim dokularında sürekliliğin sağlanamaması (Azimi vd., 2015; Canas vd., 2015; Pina vd., 2017; Gökteş vd., 2022; Balta ve Şen, 2023) veya kambiyal devamlılığın sağlanmaması (Pina ve Errea, 2005; Melnyk, 2016) bunun sebepleri arasında kabul edilmektedir.

Başarılı bir aşı birleşmesinin meydana gelmesi karmaşık bir süreci içermektedir ve hücresele düzeyde tanıma bu sürecin ilk adımını oluşturmaktadır. Kallus hücreleri uyuşur aşı elemanları arasında hücre sürekliliğini, uyuşmaz aşı elemanları arasında ise nekrozu başlatmaktadır (Pina ve Errea, 2005). Aşı birleşmesi sırasında meydana gelen biyolojik adımlar; kalem ve anaç arasındaki vasküler kambiyum dokusunun hizalanması, kallus köprüsünün kurulması, kambiyum dokusunun farklılaşması, yeni vasküler kambiyum dokularından ikincil ksilem ve floemin oluşması şeklinde sıralanmaktadır (Hartmann vd., 2011).

Çalışmada, Hatay'da yoğun olarak üretilen, pazarda talep gören, ancak çoğaltılmak istendiğinde köklenme oranları zayıf olan Halhalı (Hatay), Sarı Haşebi, Saurani ve Kilis Yağlık yerel zeytin çeşitlerinin Gemlik anacı üzerine aşılama ile oluşturulan aşı kombinasyonlarında anaç ile kalem arasındaki kallus oluşumu, kallus dokusu içerisindeki nekrotik tabakaların yoğunluğu, kambiyum dokusunun farklılaşması ve kambiyal farklılaşma ve yeni vasküler dokuların oluşumu ve gelişimi incelenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Araştırma, 2020-2021 yıllarında Hatay'da yürütülmüştür. Anaç olarak sisleme ünitesinde örtü altında

çeliklerden elde edilen 1 yaşındaki Gemlik zeytini fidanları ve Halhalı (Hatay), Saurani, Kilis Yağlık, Sarı Haşebi ve Gemlik zeytin çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada yama aşı tekniği kullanılmıştır. 3 tekerrürlü olarak ve her tekerrürde 40 adet aşılama yapılarak deneme tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Aşılama 2020 yılı Ağustos ayında kontrollü koşullarda yapılmıştır. Aşılamadan sonra fidanların bakımı gölgelik altında sürdürülmüştür. Aşı noktasından alınan kesitler Formalin Aceto Acohol (90 cc %70'lik etil alkol + 5 cc glacial asetik asit + 5 cc formaldehit) solüsyonuna fikse edilmiştir.

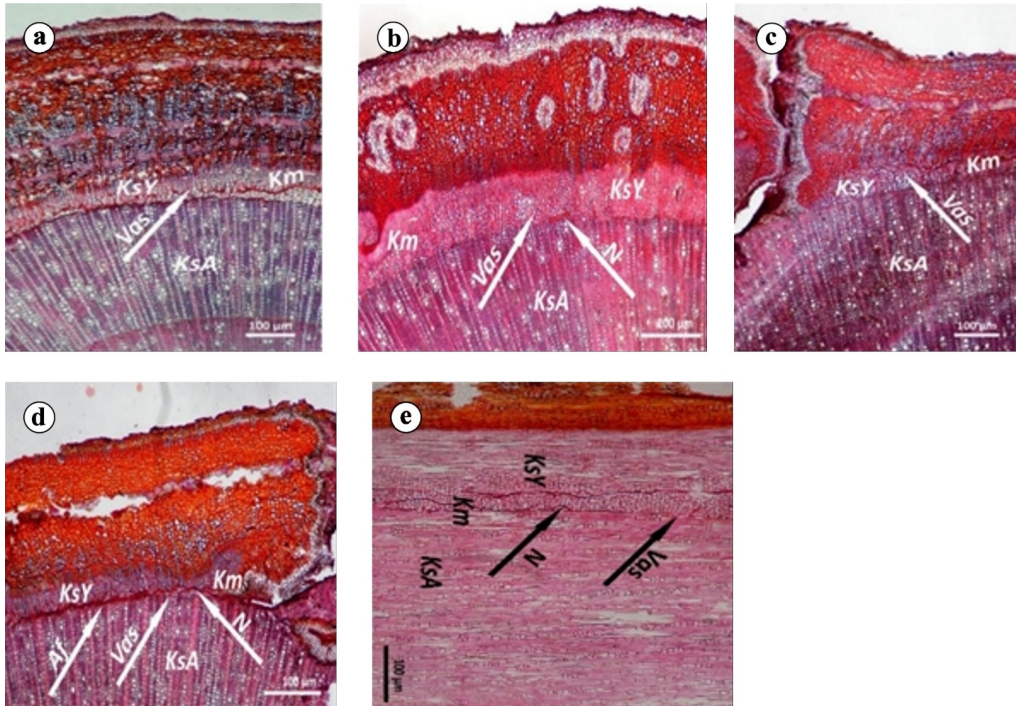
Histolojik incelemelerde aşılamadan 3, 6, 9 ve 12 ay sonra aşı noktasından mikrotom yardımı ile örnekleme yapılmıştır. Her dönemde örneklerden parçalanma durumları dikkate alınarak 25-40 mikron kalınlığında 25'er adet enine kesitler alınmıştır. Bu kesitler safraninle boyanmış ve daimi preparatlar hazırlanmıştır. Mikroskop vasıtasıyla aşı elemanları arasındaki kallus dokusu, kallus dokusu içindeki nekrotik tabakaların

durumu, kambiyum dokusunun oluşumu ve kambiyal devamlılık ve vasküler dokuların oluşumu ve gelişimi gözlemlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Aşılamadan 3 ay sonra yapılan histolojik incelemeler

Aşı kombinasyonlarının 3 aylık kesitlerinin incelenmesi sonucu anaç ve kalem arasında yüksek düzeyde kallus oluştuğu görülmüştür. Kallus hücrelerinin oluşması, bitkide açılan yaraya tepki olarak gelişmektedir. Çok yıllık bitkilerde, aşılama sonrası anaç ile kalem arasında vasküler bağlantının tesis edilmesi, bazı türlerde erken zamanda gerçekleşmekle beraber (Espen vd., 2005), aşı kombinasyonlarına göre değişebilmektedir. İncelenen aşılamalarda kallus hücreleri yoluyla aşı elemanları arasında bağlantının oluştuğu izlenmiştir. Kambiyal dokunun oluşarak farklılaştığı ve doku içerisinden yeni ksilem dokusunun farklılaştığı görülmüştür (Şekil 1).



KsY: Yeni ksilem, Km: Kambiyum, Vas: Vasküler bağlantı, KsA: Ksilem Anaç, N: Nekrotik alan, Ka: Kallus.

**Şekil 1.** Aşı kombinasyonlarının aşı noktasından alınan 3 aylık kesitlerinin genel görünümü; (a) Gemlik/Gemlik aşı kombinasyonu, (b) Halhalı/Gemlik aşı kombinasyonu, (c) Sarı Haşebi/Gemlik aşı kombinasyonu, (d) Saurani/Gemlik aşı kombinasyonu, (e) Kilis Yağlık/Gemlik aşı kombinasyonu

**Figure 1.** General view of 3-month sections taken from the grafting point of graft combinations; (a) Gemlik/Gemlik graft combination, (b) Halhalı/Gemlik graft combination, (c) Sarı Haşebi/Gemlik graft combination, (d) Saurani/Gemlik graft combination, (e) Kilis Yağlık/Gemlik graft combination.



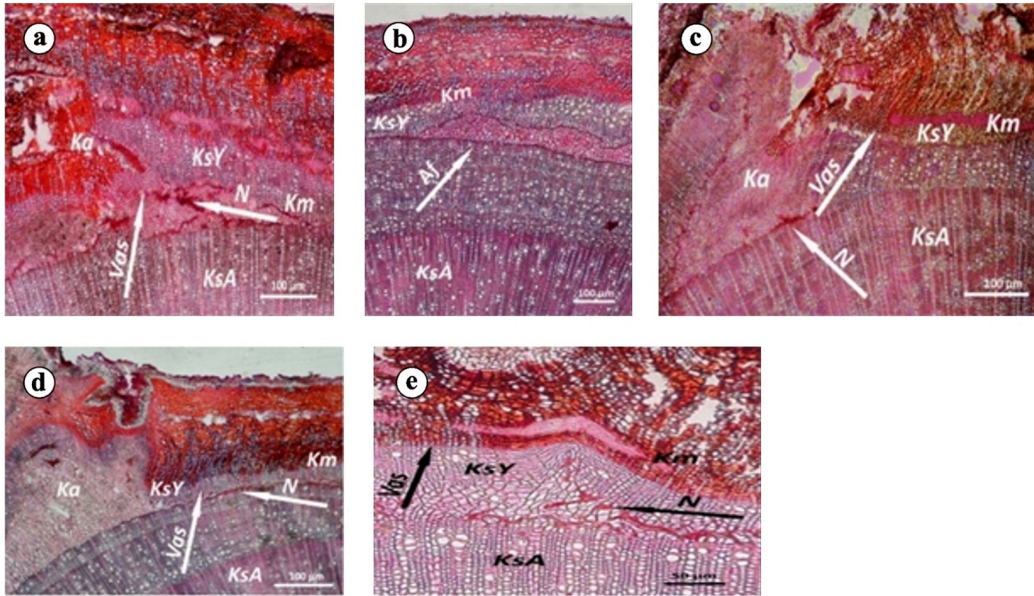
Kallus dokusu içerisinde parçalı şekilde nekrotik alanlar izlenmiştir. Saurani/Gemlik kombinasyonunda aşı elemanları arasında gelişen kallus miktarının diğer aşı kombinasyonlarına göre daha az olmuştur. Bu kombinasyonda kallus farklılaşmasının da diğer kombinasyonlara göre daha yavaş geliştiği görülmüştür. Tüm kombinasyonlarda anaç ve kalem arasında kambiyum dokusunun oluştuğu ve farklılaşmaya devam ettiği, farklılaşan kambiyum dokusundan yeni ksilemin oluşmaya başladığı, vasküler bağlantının kurulmuş olduğu görülmüştür. İncelenen tüm örneklerde kallus dokusu içinde parçalı şekilde nekrotik bölgeler görülmüştür. Fenolik bileşiklerden kaynaklandığı düşünülen nekrotik alanların Saurani/Gemlik kombinasyonunda diğer kombinasyonlara oranla daha yoğun olduğu belirlenmiştir.

#### Aşılamadan 6 ay sonra yapılan histolojik incelemeler

İncelenen kombinasyonlardan alınan 6 aylık kesitlerin incelenmesinde anaç ve kalem arasındaki kallus hücrelerinin farklılaşarak özelleştiği, aşı elemanları arasında vasküler bağlantının geliştiği ve nekrotik bölgelerin küçüldüğü gözlemlenmiştir. Aşı bölgesindeki dokuların süreklilik gösterdiği ve

iletim demetlerinin geliştiği görülmüştür. Gemlik/Gemlik kombinasyonunun 6 aylık örneklerinin incelenmesinde; hava ceplerinin farklılaşmadan kalan kallus hücreleri ile dolu olduğu, anaç ve kalem arasındaki kallus hücreleri farklılaştığı halde hava ceplerindeki kallus hücrelerinde gelişmenin geciktiği görülmüştür (Şekil 2).

Bu durumun aşı bölgesindeki nekrotik alanlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Fakat incelenen kesitlerde iletim demetlerinin genel olarak gelişmeye devam ettiği görülmüştür. Saurani/Gemlik ve Kilis Yağlık/Gemlik aşı kombinasyonlarından alınan 6 aylık örneklerinde, aşı elemanları arasında nekrotik alanların bulunduğu fakat bu alanların yer yer kırılmaya başladığı, hava cebinde kısmen farklılaşmış kallus hücreleri olduğu tespit edilmiştir. Farklılaşmamış kallus hücreleri arasında nekrotik alanların daha yoğun olduğu görülmüştür. Nekrotik bölgelerin kırılarak azalmaya başladığı alanlardan anaç ve kalem arasındaki vasküler bağlantının gelişmeye devam ettiği belirlenmiştir. Kallus oluşumu, kambiyum oluşumu ve vasküler farklılaşmanın aşıdan sonraki ilk dört ay içerisinde gerçekleşmesinin kombinasyonların uyşur olduğuna işaret ettiği bildirilmektedir (Demirsoy ve Bilgener 2006).



KsY: Yeni ksilem, Km: Kambiyum, Vas: Vasküler bağlantı, KsA: Ksilem Anaç, N: Nekrotik alan, Ka: Kallus.

**Şekil 2.** Aşı kombinasyonlarının aşı noktasından alınan 6 aylık kesitlerinin genel görünümü; (a) Gemlik/Gemlik aşı kombinasyonu, (b) Halhalı/Gemlik aşı kombinasyonu, (c) Sarı Haşebi/Gemlik aşı kombinasyonu, (d) Saurani/Gemlik aşı kombinasyonu, (e) Kilis Yağlık/Gemlik aşı kombinasyonu.

**Figure 2.** General view of 6-month sections taken from the grafting point of graft combinations; (a) Gemlik/Gemlik graft combination, (b) Halhalı/Gemlik graft combination, (c) Sarı Haşebi/Gemlik graft combination, (d) Saurani/Gemlik graft combination, (e) Kilis Yağlık/Gemlik graft combination.



### Aşılamadan 9 ay sonra yapılan histolojik incelemeler

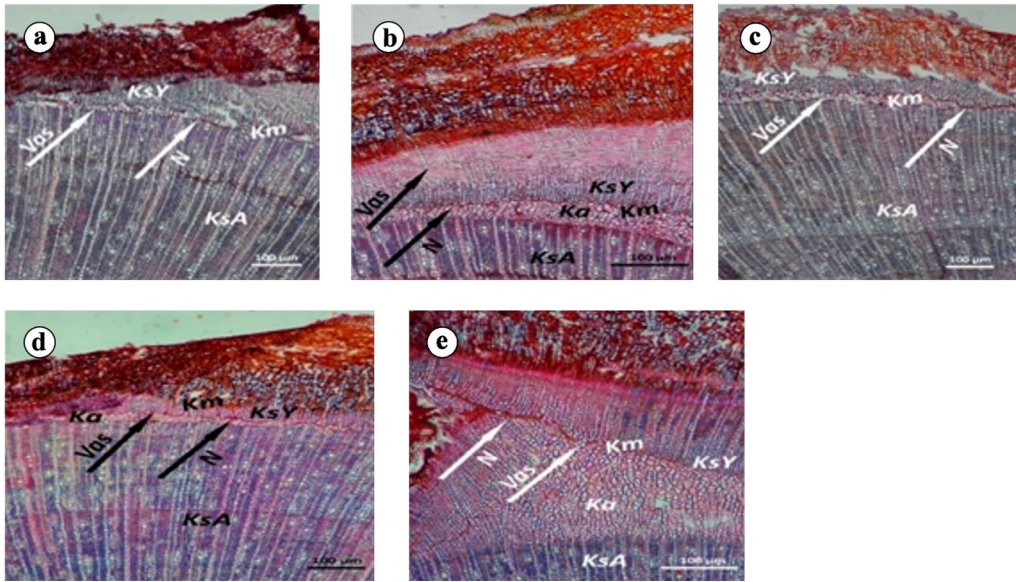
İncelenen kombinasyonlara ait 9 aylık örneklerde, doku sürekliliğinin geliştiği, aşı elemanları arasındaki kallus hücrelerinin yüksek oranda farklılaştığı, nekrotik bölgelerin hala varlığını koruduğu, fakat nekrotik alanların yüzey olarak daraldığı ve kambiyal aktiviteye bir engel teşkil etmediği görülmüştür. Aşı kaynamasının oluştuğu ve aşı elemanları arasındaki vasküler bağlantının kurulduğu belirlenmiştir (Şekil 3).

Saurani/Gemlik (Şekil 3.d) ve Kilis Yağlık/Gemlik (Şekil 3.e) kombinasyonlarının 9 aylık örneklerinde; aşı bölgesinde yüksek miktarda görülen kallus hücrelerinde farklılaşmanın diğer kombinasyonlardan daha sonra gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu gecikmenin anaç ve kalem bağlantı noktasında yoğun olarak izlenen nekrotik alanlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kambiyal gelişimin de yavaş ilerlediği bu iki kombinasyonda vasküler dokuların geliştiği fakat diğer kombinasyonlara göre yavaş olduğu gözlemlenmiştir.

### Aşılamadan 12 ay sonra yapılan histolojik incelemeler

Bir yaşındaki aşılarından alınan örneklerin incelenmesinde; nekrotik bölgelerin daralarak alan olarak küçüldüğü, aşı elemanları arasındaki kallus üretiminin yeterli seviyede olduğu görülmüş ve aşı elemanları arasında sürekliliğe engel olabilecek bir sorun bulunmamıştır. Aşı elemanları arasında aşı bağlantısı oluşmuş, kambiyal dokudaki değişimin ilerlediği ve yeterli seviyede olduğu görülmüştür (Şekil 4).

Anaç ve kalem arasında yeterli bir aşı bağlantısı kurulmuştur. Saurani/Gemlik kombinasyonuna ait bir yaşındaki fidanlardan alınan örneklerde; vasküler gelişimin diğer kombinasyonlara göre daha yavaş olduğu belirlenmiştir. Kilis Yağlık/Gemlik ve Saurani/Gemlik kombinasyonlarında nekrotik bölgelerin parçalanması diğer kombinasyonlara göre daha yavaş olmuştur.

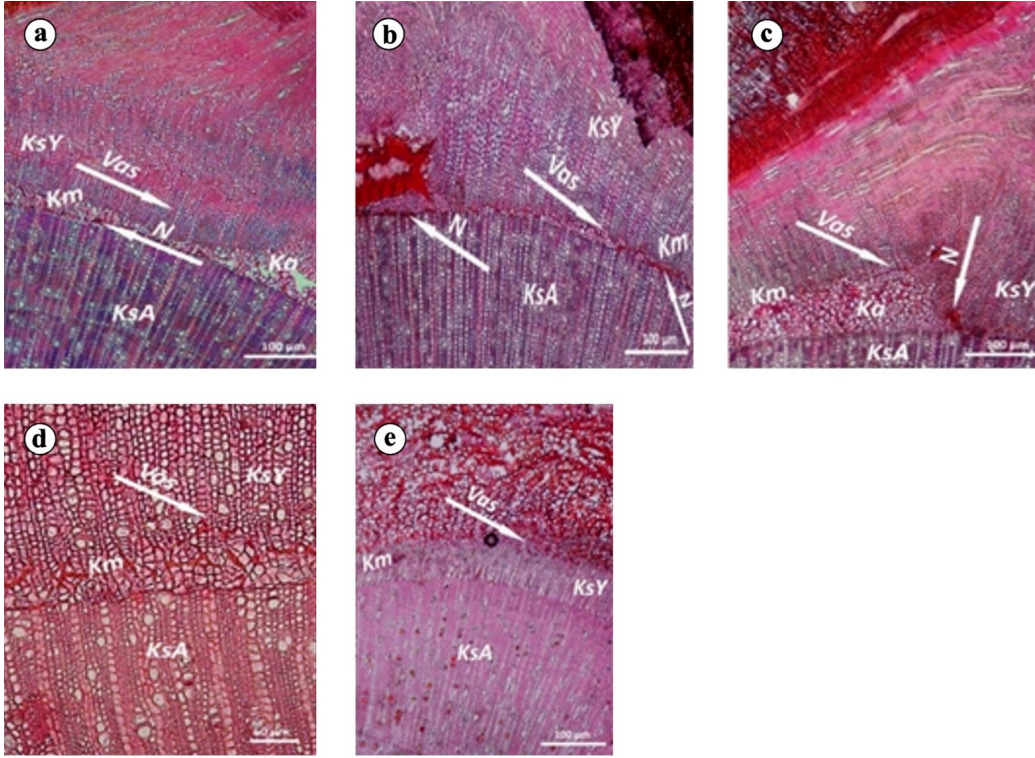


KsY: Yeni ksilem, Km: Kambiyum, Vas: Vasküler bağlantı, KsA: Ksilem Anaç, N: Nekrotik alan, Ka: Kallus.

**Şekil 3.** Aşı kombinasyonlarının aşı noktasından alınan 9 aylık kesitlerinin genel görünümü; (a) Gemlik/Gemlik aşı kombinasyonu, (b) Halhalı/Gemlik aşı kombinasyonu, (c) Sarı Haşebi/Gemlik aşı kombinasyonu, (d) Saurani/Gemlik aşı kombinasyonu, (e) Kilis Yağlık/Gemlik aşı kombinasyonu.

**Figure 3.** General view of 9-month sections taken from the grafting point of graft combinations; (a) Gemlik/Gemlik graft combination, (b) Halhalı/Gemlik graft combination, (c) Sarı Haşebi/Gemlik graft combination, (d) Saurani/Gemlik graft combination, (e) Kilis Yağlık/Gemlik graft combination.





KsY: Yeni ksilem, Km: Kambiyum, Vas: Vasküler bağlantı, KsA: Ksilem Anaç, N: Nekrotik alan, Ka: Kallus.

**Şekil 4.** Aşı kombinasyonlarının aşı noktasından alınan 12 aylık kesitlerinin genel görünümü; (a) Gemlik/Gemlik aşı kombinasyonu, (b) Halhalı/Gemlik aşı kombinasyonu, (c) Sarı Haşebi/Gemlik aşı kombinasyonu, (d) Saurani/Gemlik aşı kombinasyonu, (e) Kilis Yağlık/Gemlik aşı kombinasyonu.

**Figure 4.** General view of 12-month sections taken from the grafting point of graft combinations; (a) Gemlik/Gemlik graft combination, (b) Halhalı/Gemlik graft combination, (c) Sarı Haşebi/Gemlik graft combination, (d) Saurani/Gemlik graft combination, (e) Kilis Yağlık/Gemlik graft combination.

## SONUÇ

Halhalı (Hatay), Sarı Haşebi, Saurani ve Kilis Yağlık zeytin çeşitlerinin yama aşı yöntemiyle Gemlik anacına aşılmasından elde edilen fidanların aşı aşı noktasından dört dönem (3, 6, 9 ve 12. aylar) halinde alınan aşı kesitleri mikroskopik olarak incelenmiştir. İlk dönemde (3 ay) alınan kesitlerde anaç ve aşı kalemi arasında yoğun miktarda kallus hücresi olduğu gözlemlenmiştir. Nekrotik bölgelerin bulunduğu gözlemlenmiş ancak vasküler bağlantının kurulduğu ve yeni ksilem dokularının geliştiği görülmüştür. İkinci dönem (6 aylık) alınan kesitlerin incelenmesinde; aşı bağlantısının sağlanmış olduğu ve iletim demetlerinin geliştiği belirlenmiştir. Nekrotik alanlar aşılardan 9 ay sonra dağılmış ve alan olarak küçülmüştür. Saurani/Gemlik ve Kilis Yağlık/Gemlik kombinasyonlarında nekrotik bölgelerin diğer kombinasyonlara nazaran daha yoğun olduğu

görülmüştür. Bu durum vasküler doku farklılaşması ve gelişiminin yavaşlamasına ve bu kombinasyonlara ait zeytin fidanlarında başlangıçta bir gelişme geriliğine sebep olmuştur. Aşı bölgesinden 1 yıl sonra alınan kesitlerde bütün aşı kombinasyonlarında nekrotik alanların dağıldığı, aşı kaynaşmasının tüm aşamalarının gerçekleştiği, anaç ile kalem arasında aşı birlikteliğinin kurulduğu ve böylece çalışılan kombinasyonların uyuşur olduğu görülmüştür. Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştiriciliği yapılan bu çeşitlerin fidan temininde güçlükler yaşanmaktadır ve anaç olarak Gemlik çeşidinin kullanılması kitlesel fidan üretimine önemli bir katkı sağlayacaktır.

## Yazar katkısı (Author contribution)

YAMAN, İ.: Fikir ve kavram, Tasarım ve dizayn, Finansal kaynak araştırması, Malzeme tedarik, Veri toplama, Veri işleme, Literatür taraması, Yazım,



Proje hazırlama. TOPLU, C.: Yazım, Eleştirel inceleme. YILDIZ, S.: Literatür taraması.

### Finansman beyanı

Bu çalışma TAGEM/BBAD/B/21/A1/P5/3845 numaralı TAGEM projesi kapsamında desteklenmiştir.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### Etik standartlar

Bu çalışma için Etik Kurul Kararı gerekmektedir.

### Kaynaklar

- Ana Pina, Pilar Errea, A review of new advances in mechanism of graft compatibility–incompatibility, *Scientia Horticulturae*, 2005 106(1):1-11, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.04.003>
- Azimi, M., Zeytinde Aşı Uyuşmazlığının Histolojik ve Biyokimyasal Olarak Belirlenmesi, 2014. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Azimi, M., Çölgeçen, H., Özkaya, M. T., Büyükkartal, H. N., 2015. Gemlik zeytin çeşidi üzerine farklı aşı kombinasyonlarında besin maddesi alımı. *Zeytin Bilimi*. 5 (1): 1-8.
- Balta, F., Şen, S. M., 2023. Fındıkta (*Corylus avellana* L.) Aşı kaynaşmasının anatomik ve histolojik gelişimi. *Akademik Ziraat Dergisi* 12 (özel sayı): 11-28. <https://doi.org/10.29278/azd.1265025>
- Besnard, G., Baradat, P., and Bervillé, A. (2001). Genetic relationships in the olive (*Olea europaea* L.) reflect multilocal selection of cultivars. *Theoretical and Applied Genetics* 102: 251-258. <https://doi.org/10.1007/s001220051642>
- Canas, S., Assuncao, M., Brazao, J., Zanol, G., Eiras-Dias, J.E., 2015. Phenolic compounds involved in grafting incompatibility of vitis spp: development and validation of an analytical method for their quantification. *Phytochemical Analysis* 26 (1): 1–7. <https://doi.org/10.1002/pca.2526>
- Canözer, Ö., & Özahçı, E. (1992). Zeytin çeliklerinin belli hormon konsantrasyonlarında köklenme nispetlerinin tesbiti. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt 1, 13-16 Ekim, 1992, İzmir, 165-169.
- Cirillo, C., Russo, R., Famiani, F., & DiVaio, C. (2017). Investigation on rooting ability of twenty olive cultivars from southern Italy. *Advances in Horticultural Science*, 31 (4), 311-317. <https://doi.org/10.13128/ahs-21031>
- Çavuşoğlu, A. & Çakır, M. (1988). Modern Zeytincilik. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Mesleki Yayınlar No.1, 303 s. Ankara.
- Dağ, O. (1985). Zeytin Üretim Metodları. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, No:33, Ankara, 18s.
- Demirsoy, H., Bilgener, Ş., 2006. Bazı uyşur ve uyşmaz şeftali/erik aşı kombinasyonlarında aşı yerinin anatomik olarak incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 21 (1), 89-94.
- Ermel FF, Kervella J, Catesson AM, Poëssel JL. Localized graft incompatibility in pear/quince (*Pyrus communis*/Cydonia oblonga) combinations: multivariate analysis of histological data from 5-month-old grafts. *Tree Physiology*, 1999 Aug;19(10):645-654. <https://doi.org/10.1093/treephys/19.10.645>. PMID: 12651320.
- Espen. L, Cocucci. M, Sacchi. G. A, 2005. Differentiation and functional connection of vascular elements in compatible and incompatible pear/quince internode micro- grafts. *Tree Physiology*, 25 (11), 1419–1425. <https://doi.org/10.1093/treephys/25.11.1419>
- Fabbri, A., Bartolini, G., Lambardi, M., & Kailis, S. (2004). Olive Propagation Manual, Landlinks Press, Collingwood, 141 pp.
- Göktaş H., Yıldırım, A.N., Çelik, C., Kaçal, E., 2022. Şeftali anacı üzerine aşılınmış bazı seçilmiş badem genotipleri ve Ferragnes badem çeşidinin uyşma durumlarının belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12 (1): 21-29. <https://doi.org/10.21597/jist.985457>.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., & Geneve, R.L. (2002). Plant Propagation, Principles and Practices, 7th Edition, Prentice Hall Inc., New Jersey, 880p.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies Jr., F.T. and Geneve, R.L. (2011) Plant Propagation: Principles and Practices. 8th Edition, Prentice Hall, New Jersey, 915.
- Hosseini, S. M., Sadeghi, H., Esmati, A., Nourmohammadi, Z., Keshavarz, M. A., & Hosseinimaziani, M. (2004). Effect of media on rooting cuttings of four olive cultivars. In 5th International Symposium on Olive Growing (Vol. 27, pp. 2-9).
- İsfendiyaroğlu, M., & Özeker, E. (2011). Zeytinde çoğaltma tekniklerine genel bir bakış, Ulusal Zeytin Kongresi, Akhisar/Türkiye, 283-294 s.



- Khabou, W., Trigui, A., & Metzidakis, I.T. (1999). Optimisation of the hardwood-cutting as a method of olive tree multiplication. *Acta Horticulturae*, No.474,55-58.
- Koyuncu, F., Kaçal, E., Yıldırım, A. N., 2007. Red Globe şeftali ve Fantasia nektarin çeşitleri ile St. Julien A anacının uyuşma durumlarının belirlenmesi. V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Eylül Erzurum, s:286-289.
- Melnyk., C. W., 2016. Plant grafting: insights into tissue regeneration. *Regeneration (Oxf.)* 4(1): 3-14. <https://doi.org/10.1002/reg2.71>.
- Pina, A, Errea, P, 2005. A review of new advances in mechanism of graft compatibility-incompatibility. *Scientia Horticulturae*. 106 (1), 1-11.
- Pina, A., Cookson, S. J., Calatayud, A., Trinchera, A., Errea, P., 2017. Physiological and molecular mechanisms underlying graft compatibility. *CABI*, (132-154). <https://doi.org/10.1079/9781780648972.0132>.
- Saraçoğlu, N., & Toplu, C. (2023). Hatay ili yerel zeytin çeşitlerinde çeliklerin köklenme durumlarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (3), 737-748. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1354391>
- Serttaş, S., Öztürk, A., 2020. Bazı armut klon anaçları üzerine aşılı armut çeşitlerinin fidan gelişim performanslarının belirlenmesi. *KSU Journal of Agriculture Nature* 23 (4): 842-850, 2020. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.693431>
- Zenginbal, E., Bostan, S. Z., 2019. Bolu koşullarına açıkta ve örtü altında tüplü armut fidanı üretimi. *Bahçe* (48)2: 57-64. ISSN 1300-8943.



# Memecik X Uslu Zeytin Melez Popülasyonunda Linkage Haritalama ve Meyve Olgunlaşmasına Yönelik QTL Analizi

## *Linkage Mapping and QTL Analysis on Fruit Ripening in Memecik X Uslu Olive Hybrid Population*

Nurengin METE<sup>1</sup>  Öznur ÇETİN<sup>1</sup> Hilal Betül KAYA<sup>2</sup>  
Adalet MISIRLI<sup>3</sup> M. Bahattin TANYOLAÇ<sup>4</sup> Hülya Temel YILMAZ<sup>4</sup>

Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, İzmir İl Tarım Müdürlüğü

Başvuru Tarihi / Received: 16.06.2025

/ Kabul Tarihi / Accepted: 02.12.2025

<sup>1</sup>Zeytincilik Araştırma Enstitüsü

<sup>2</sup>Manisa Celal Bayar Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü

<sup>3</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,

<sup>4</sup>Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü

### ÖZET

Zeytin (*Olea europaea* L.), ekonomik açıdan büyük öneme sahip olup Akdeniz Havzası'nda yetiştirilen en eski meyve türlerinden biridir. Zeytinde genetik çeşitlilik, bugüne kadar çeşitli moleküler teknikler kullanılarak araştırılmıştır. Ancak moleküler markörlerin sağladığı birçok avantaja rağmen, zeytinde önemli karakterleri kontrol eden genlere ilişkin bilgiler hâlâ yeterli düzeyde değildir. Çalışma ile zeytinde yüksek yoğunlukta linkage (bağlantı) gruplarının oluşturulması ve meyve olgunluğuna etki eden kantitatif özellik lokuslarının (QTL) belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla MemecikXUslu melez popülasyonundan seçilen 92 genotipte SSR ve DaRT-SNP markör analizleri yapılmıştır. Linkage haritasının oluşturulmasında JOINMAP 4.0 (Kyasma, NL) yazılımı kullanılmış ve double pseudo-testcross haritalama stratejisi esas alınmıştır. Bu stratejiye göre yapılan linkage haritalamada, anne ve baba için ayrı ayrı linkage grupları oluşturulmuştur. İki markör arasındaki genetik bağılılığı belirlemede LOD = 5 skoru kabul edilmiştir. Çalışmada, her iki çeşit içinde zeytinin haploid kromozom sayısı olan 23 adet linkage grubu elde edilmiştir. Bu grupların toplam uzunluğu Memecik çeşidinde 2921.9 cM, Uslu çeşidinde ise 2543.2 cM olarak saptanmıştır. Linkage gruplarının içerdiği toplam markör sayısı ve iki markör arası ortalama mesafe sırasıyla Memecik çeşidinde 2071 markör, 1.41 cM; Uslu çeşidinde ise 1836 markör ve 1.38 cM olarak belirlenmiştir.

QTL analiz sonuçlarına göre zeytinde meyve olgunlaşmasına etkili olduğu düşünülen 3 aday QTL belirlenmiştir (LOD $\geq$ 3). Bunların 3'ünde Memecik çeşidinde LG2'de saptanmıştır. Sonuç olarak her iki genom haritasında toplam 3903 markör tespit edilmiş ve gelecekte yapılacak markör destekli seleksiyon (MAS) çalışmalarına önemli bir kaynak oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin, genom haritalama, linkage, QTL.

### ABSTRACT

Olive (*Olea europaea* L.) is one of the oldest fruit species cultivated in the Mediterranean Basin and holds significant economic importance. The genetic diversity of olive has been investigated to date using various molecular techniques. However, despite the many advantages offered by molecular markers, current knowledge regarding the genes controlling agronomic traits in olive still remains limited. The aim of this study was to create high density linkage groups in olives and to determine quantitative trait loci (QTL) affecting fruit maturity. For this purpose, SSR and DaRT-SNP marker analyses were performed on 92 genotypes selected from the MemecikXUslu hybrid population. JOINMAP 4.0 (Kyasma, NL) software was used to create the linkage map and double pseudo-testcross mapping strategy was adopted. In the linkage mapping performed according to this strategy, separate linkage groups were created for mother and father. LOD = 5 score was accepted in determining the genetic relationship between

\* Sorumlu Yazar (Corresponding author) Dr. Nurengin METE / E-posta: nurenginmete@gmail.com.tr



two markers. In the study, 23 linkage groups, which are the haploid chromosome number of olives, were obtained for both varieties. The total length of these groups was determined as 2921.9 cM in Memecik variety and 2543.2 cM in Uslu variety. The total number of markers in the linkage groups and the average distance between two markers were determined as 2071 markers and 1.41 cM in Memecik variety and 1836 markers and 1.38 cM in Uslu variety, respectively.

According to the QTL analysis results, 3 candidate QTLs thought to be effective in fruit ripening in olives were determined ( $LOD \geq 3$ ). All 3 of these were detected in LG2 in the Memecik variety. As a result, a total of 3903 markers were detected in both genome maps, creating an important resource for future marker-assisted selection (MAS) studies.

**Keywords:** Olive, genome mapping, linkage, QTL.

## GİRİŞ

Zeytin (*Olea europaea* L.) ilk olarak Doğu Akdeniz’de kültüre alınmış ve bu bölgeden zamanla tüm Akdeniz havzasına yayılmış durumdadır. Paleobotanik kanıtlar zeytinyağının bronz çağından beri üretildiğini göstermiştir (Unver ve ark., 2017). Tarih öncesinden günümüze genellikle sofralık zeytin ve zeytinyağı şeklinde değerlendirilen zeytin ürünleri Akdeniz Havzasının en önemli tarımsal ürünlerinden birisi olarak görülmektedir (Bracci ve ark., 2011). Yüzyıllar içerisinde insan göçleri ve kuşlar tarafından zeytin tohumlarının taşınması ile Akdeniz havzasında yüksek bir genetik varyasyon oluşmuştur. Zeytindeki bu genetik varyasyon günümüze kadar farklı moleküler tekniklerle araştırılmıştır. Moleküler biyolojinin gelişmesiyle geleneksel ıslah metodlarıyla birlikte genetik haritalama çalışmaları da hız kazanmıştır. Bu bağlamda linkage haritaları oluşturulmaya başlanmış ve QTL (Quantitative Trait Loci) bölgelerinin belirlenmesiyle ıslah sürecinin hızlandırılması amaçlanmıştır.

Linkage haritalarının oluşturulmasında ideal olan; türün haploid kromozom sayısı kadar bağlantı grubunun elde edilmesi, tüm genomu kapsaması ve markör yoğunluğunun yüksek olmasıdır. Zeytinde literatüre geçen ilk linkage haritalama Baldoni ve ark. (1999), QTL çalışması ise Ben Sadok ve ark. (2013), tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu ilk QTL çalışmasında verime etki eden lokuslar incelenmiş ve 35 aday QTL saptayan araştırmacılar, zeytinde verimliliğin karışık bir genetik ve çevresel şartların kontrolü altında olduğunu belirtmişlerdir. Zeytinde QTL’lerin belirlenmesine yönelik yapılan bir diğer çalışma Atienza ve ark. (2014) tarafından yürütülmüştür. Ağaç kuvveti ve bazı meyve özelliklerinin incelendiği bu çalışma ile Arbequina için 22, Picual için ise 5 aday QTL bölgesi tanımlanmıştır. Araştırmacılar yağ içeriği, nem oranı, meyve et oranı,

meyve ağırlığı ve gövde çapına ilişkin belirledikleri bu kantitatif özellik lokusları için açıklanan fenotipik varyasyonun %12.70 ile % 30.40 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Ülkemizde Gemlik çeşidinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada meyve çekirdek ağırlığı için 3, meyve ağırlığı için 1 ve yağ asitlerinin miktarını etkileyen 7 aday QTL belirlendiği açıklanmıştır ( $LOD > 2$ ) (İpek ve ark., 2008). Hernández ve ark. (2017) zeytinyağında oleik ve linoleik asit sentezi ile ilişkili 32 aday QTL’in tanımlandığını belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada association mapping ile yaprak uzunluğu, meyve ağırlığı, çekirdek ağırlığı ve et çekirdek oranı açısından toplam 52 anlamlı ilişki tespit edildiği belirtilmiştir (Kaya ve ark., 2019). Mariotti ve ark. (2020) ise zeytinde ilk kez kendine uyumsuzlukla ilgili fonksiyonel markör geliştirildiğini açıklamıştır. Kaya ve ark. (2024) zeytinyağının majör bileşeni olan oleik asit için, ilk yılda 11 QTL ve ikinci yılda 12 QTL belirlemişlerdir. Çetin ve ark. (2025) Memecik çeşidinde don toleransı ile ilişkili  $LOD \geq 3$  olan iki aday QTL bölgesi tanımlamıştır. Bu QTL’lerin açıkladığı fenotipik varyasyon %14.20 olduğunu belirten araştırmacılar MAS için kullanılabilir olanaklarının araştırılmasının faydalı olacağını açıklamışlardır. Aqbouch ve ark. (2025) zeytinde çiçeklenme tarihinin karmaşık bir poligenik etki altında olduğunu ifade etmişlerdir. Son yıllarda yapılan başka bir çalışmada ağaç gelişme kuvveti ile ilişkili önemli QTL aday bölgeleri belirlenmiştir (Granata ve ark., 2025).

Zeytin meyvelerinin olgunlaşma süresi çeşit özelliği ve çevresel şartların kontrolü altındadır (Tubieleh ve ark., 2004). Özellikle yağlık olarak değerlendirilen zeytin çeşitlerinde olgunlaşmanın gecikmesi ile zeytin hasadının koşulların elverişsiz olduğu yağışlı geç dönemlere sarkması verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle erken olgunlaşma zeytin yetiştiriciliğinde önemli

avantajlar sağlamaktadır. Çalışmada bu konu moleküler düzeyde ele alınmıştır. Meyve olgunluğuna etki eden genlerin saptanması ve markör destekli seleksiyon (MAS) çalışmalarına zemin hazırlanması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Çalışma Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Kemalpaşa / İzmir, 38°27'49.94"K, 27°22'33.64"D) sahasında bulunan yaklaşık 26 yaşındaki Memecik X Uslu F1 melez popülasyonunda yürütülmüştür. Proje materyali olarak ebeveynlerle birlikte toplam 94 genotip kullanılmıştır. Memecik çeşidi geç olgunlaşmakta, Uslu çeşidi ise erken olgunlaşmaktadır (Mete, 2009; Kaya ve ark., 2015).

**Fenotipik verilerin elde edilmesi (meyve olgunlaşma süresinin saptanması):** Meyve olgunlaşma süresinin belirlenmesinde tam çiçeklenmeden (ağaçtaki toplam çiçeğin yaklaşık %80'ninin açtığı dönem, Arsel ve ark., 2001) meyve olgunluk indeksi değerinin 4 olduğu döneme kadar geçen gün sayısı temel alınmıştır. Zeytin meyvelerinin olgunlaşma dönemi meyve olgunluk indeksi yönteminde belirtilen gruplara göre yapılmıştır (Boskou, 1996).

**DNA izolasyonu:** SSR markör analizleri için toplanan yapraklar sıvı azot içerisinde havanda öğütülerek toz haline getirilmiştir. Daha sonra Macherey-Nagel (NucleoSpin Plant II, Düren/Germany) bitki DNA izolasyon kiti kullanılarak bitki materyallerinin DNA'ları izole edilmiştir. DArT-SNP analizi için ise DNA izolasyonu <https://www.diversityarrays.com> sitesinden alınan DNA izolasyon protokolüne göre yapılmıştır. DNA'lar 50 ng/µl konsantrasyonda olacak şekilde Diversity Arrays Technology şirketine (Avustralya) gönderilmiş ve analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan SSR markör analizleri literatürden (Khadari ve ark., 2010; Harbi ve ark., 2012; Delgado-Martinez ve ark., 2012; Alba ve

ark., 2009) tespit edilen 57 adet primerde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, forward primerlere ligaz enzimi sayesinde universal M13 primer baz dizisi (5'-CACGACGTTGTAAAACGAC-3') 5'-3' yönünde eklenmiş ve 700-800 nm işaretli M13 primerleri kullanılarak, poliakrilamid jel elektrofezinde her iki dalga boyunda görüntüleme yapılmıştır. Amplifikasyon ürünleri, Li-Cor 4300s DNA Analyzer cihazı kullanılarak bilgisayarda eş zamanlı olarak görüntülenmiştir.

**Verilerin değerlendirilmesi:** SSR ve DArT-SNP markör analizleri neticesinde elde edilen veriler için uygun segregasyon (Cross Pollinator-CP) gösteren markörler SSR analizinde 5, DArT-SNP analizinde 2 farklı biçimde değerlendirilmiştir. Allellerin skorlanması Çizelge 1'de verilen açılıma göre gerçekleştirilmiştir. Buna göre SSR için ab x cd (1:1:1:1), ef x eg (1:1:1:1), hk x hk (1:2:1), lm x ll (1:1) ve nn x np (1:1); DArT-SNP için ise lm x ll (1:1) ve nn x np (1:1) açılımı gösteren markörler haritalamada kullanılmıştır.

**Linkage gruplarının oluşturulması ve QTL haritalama:** Linkage haritasının oluşturulmasında JOINMAP 4.0 (Kyasma, NL) yazılımı kullanılmış ve double pseudo-testcross haritalama stratejisi esas alınmıştır. Herhangi iki markör arasındaki genetik bağılılığı (linkage) belirlemede LOD = 5 skoru kabul edilmiştir. Bağlantı haritasında markörlerin genom boyunca kapladıkları alan ve birbirine olan uzaklıkları santi-Morgan (cM) olarak belirlenmiştir. Bu linkage gruplarında bulunan kantitatif karakter lokusları (Quantitative Trait Loci; QTL) MapQTL 6 programına göre belirlenmiştir. LOD değeri 3 ve üzerinde olan lokuslar QTL olarak değerlendirilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

**SSR Markör Analizi:** DNA'ların miktar ve kalitesi NanoDrop'da ölçülmüş ve sonuçlar Çizelge 2'deki gibi belirlenmiştir. Bu sonuçlar dikkate alınarak SSR markör analizinde kullanılacak DNA'lar 20 ng/µl olacak şekilde seyreltilmiştir.



**Çizelge 1.** Cross Pollinator (CP) populasyonunda beklenen açılımlar

Açıklama	Beklenen açılım	Toplam allel	Yöntem
Ebeveynlerin her ikisi heterozigot (Farklı allellere sahip)	ab x cd ac, ad, bc, bd (1:1:1:1)	4	SSR
Ebeveynlerin her ikisi heterozigot (Bir allel ortak)	ef x eg ee, eg, fg (1:1:1:1)	3	
Ebeveynlerin her ikisi heterozigot (Her iki allel de ortak)	hk x hk hh, hk, kk (1:2:1)	2	
Ebeveynlerden biri heterozigot (Bir allel ortak)	lm x ll lm, ll (1:1)	2	
Ebeveynlerden biri heterozigot (Bir allel ortak)	nn x np nn, np (1:1)	2	
Sadece ana ebeveynde açılım	lm x ll lm, ll (1:1)	2	DArT (SNP)
Sadece baba ebeveynde açılım	nn x np nn,np (1:1)	2	

**Çizelge 2.** Genotiplere ait NanoDrop sonuçları

Sample	DNA (ng/µL)	260/280 ratio	Sample	DNA (ng/µL)	260/280 ratio	Sample	DNA (ng/µL)	260/280 ratio
P1	1222	1,88	F31	1271	1,86	F62	1487	1,91
P2	2215	1,81	F32	1353	1,64	F63	890	1,78
F1	1255	1,87	F33	2073	1,87	F64	1791	1,85
F2	1978	1,79	F34	2121	1,90	F65	1870	1,75
F3	1865	1,86	F35	1310	1,84	F66	809	1,71
F4	1752	1,85	F36	3248	1,93	F67	1166	1,81
F5	2457	1,88	F37	2243	1,77	F68	2120	1,81
F6	1980	1,88	F38	2533	1,96	F69	1568	1,76
F7	2326	1,83	F39	2094	1,78	F70	1619	1,85
F8	1170	1,83	F40	2311	1,79	F71	1867	1,82
F9	2292	1,93	F41	1144	1,86	F72	2113	1,93
F10	1816	1,84	F42	908	1,75	F73	1842	1,89
F11	1975	1,82	F43	2015	1,89	F74	1765	1,88
F12	1071	1,64	F44	1829	1,89	F75	1682	1,52
F13	1060	1,74	F45	2149	1,75	F76	1454	1,85
F14	1923	1,92	F46	1811	1,84	F77	1495	1,72
F15	1898	1,71	F47	1669	1,65	F78	1906	1,86
F16	958	1,77	F48	2289	1,89	F79	1576	1,70
F17	1608	1,79	F49	1691	1,94	F80	2161	1,86
F18	2618	1,90	F50	1338	1,87	F81	1162	1,82
F19	2244	1,95	F51	1208	1,83	F82	1425	1,87
F20	1900	1,83	F52	1008	1,75	F83	2214	1,86
F21	1470	1,86	F53	1610	1,73	F84	930	1,82
F22	2120	1,75	F54	819	1,60	F85	1674	1,73
F23	2026	1,90	F55	1635	1,87	F86	1839	1,73
F24	850	1,68	F56	2085	1,84	F87	1579	1,66
F25	1276	1,87	F57	1260	1,78	F88	1533	1,87
F26	1848	1,77	F58	1151	1,78	F89	812	1,63
F27	2009	1,87	F59	2251	1,81	F90	1573	1,83
F28	2354	1,96	F60	899	1,83	F91	2030	1,86
F29	2386	1,97	F61	1413	1,85	F92	3424	1,74
F30	2049	1,76						



Çalışmada 57 SSR primeri kullanılmıştır. Bunlardan 5'i her iki ebeveynde de amplifikasyon göstermemiştir. 14 primer ise her iki ebeveynde ve F<sub>1</sub> melez bireylerde aynı bant desenini oluşturmuş yani polimorfizm bulunamamıştır. Açılım popülasyonunda toplamda 38 primer polimorfik bant oluşturmuştur. Haritalama için uygun segregasyon (Cross Pollinator-CP) gösteren primer sayısı ise 17 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Örnek olarak verilen Gapu89 primerine ait jel görüntüsü Şekil 1'de verilmiştir.

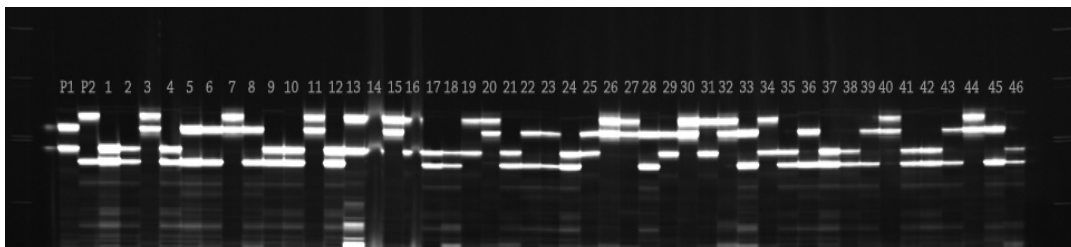
**DArT-SNP Markör Analizi:** DArT-SNP markör analizleri neticesinde açılım popülasyonunda 22032 SNP belirlenmiştir. Veriler öncelikle 0 ve 1 olarak skorlanmıştır (Şekil 2). Belirlenen SNP bölgelerinin 14370'i eksik veri (missing data) ve açılım popülasyonunda polimorfizm göstermediği için haritalamadan çıkarılmıştır.

**QTL haritalama için meyve olgunlaşma sürelerinin belirlenmesi:** Genotiplerin tam çiçeklenme-

den meyve olgunluk indeksi değerinin 4 olduğu döneme kadar geçen süre temel alınarak belirlenmiştir. Bu sürelerle ilişkin veriler Çizelge 4'de izlenmektedir. Çizelgede görüldüğü gibi 1. ve 2. yılda Memecik ile Uslu çeşitleri arasındaki meyve olgunlaşma süreleri bakımından yaklaşık 40 günlük bir fark oluşmuştur. Ayrıca, bazı melez bireylerin ebeveynlerden farklı davranarak daha erken ya da daha geç olgunlaşmaya başladığı tespit edilmiştir. Çalışmanın 1. yılında 5, 2. yılında ise 4 F<sub>1</sub> birey geç olgunlaşan Memecik (P1) çeşidinden biraz daha uzun zamanda olgunluk indeksi 4 dönemine ulaşmışlardır. Erken olgunlaşma bakımından ise 1. yıl 11, 2. yıl 12 F<sub>1</sub> birey erken olgunlaşan Uslu (P2) çeşidinden daha önce olgunluk indeksi 4 dönemine girmişlerdir. F8 nolu melez birey her iki yılda da en erken meyve olgunluğuna giren genotip olmuştur. F26 nolu melez birey ise her iki yılda da en geç meyve olgunluğuna giren genotip olarak saptanmıştır.

Çizelge 3. CP açılımı gösteren SSR primerlerine ait örnek skorlama şekli.

Primer	P1	P2	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Gapu89	ab	cd	bd	bd	ac	bd	ad	ad	ac
Gapu101	ab	cd	bd	bc	ad	bc	bc	bd	ac
Gapu103A	ab	cd	ad	ac	bd	bc	bc	ad	bc
PA (ATT) 2	ab	cd	bd	bd	ac	ac	ad	bd	ad
DCA8	ef	eg	fg	ef	eg	ef	ee	fg	ef
DCA18	ef	eg	fg	ef	ef	ee	ef	fg	ef
Gapu59	ef	eg	fg	ee	ef	ef	eg	fg	fg
Gapu71B	ef	eg	eg	fg	ee	ef	ef	ee	ef
UDO99-008	ef	eg	fg	ee	ee	ee	ee	fg	eg
UDO99-011	ef	eg	fg	ee	eg	eg	ee	ee	eg
EMO 90	ef	eg	fg	ef	fg	ef	ef	fg	ee
IAS -oli 17	ef	eg	ee	ee	ee	eg	eg	fg	ef
IAS -oli 23	ef	eg	fg	fg	eg	fg	eg	eg	ee
DCA15	hk	hk	hk	hh	hk	hk	hk	hk	hh
UDO99-009	hk	hk	hk	hk	hh	hk	hk	hk	hh
UDO99-012	nn	np	np	nn	np	nn	nn	np	nn
Gapu71A	nn	np	nn	np	nn	np	np	np	np



Şekil 1. Ebeveynlerin her ikisi de heterozigot (abxcd), Gapu89.



*	*	*	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	
*	*	*	1	1	1	1	1	1	1	
AlleleID	CloneIDnew	refseq	TrimmedSequr	genotype1	genotype2	genotype3	genotype4	genotype5	genotype6	genotype7
10026738	5E+06	TGCAGATTG	CTGCAG	1	0	1	1	1	0	1
10026738	5E+06	TGCAGATTG	CTGCAG	1	1	1	1	1	1	1
10026187	5E+06	TGCAGCTTG	CTGCAG	1	1	1	1	1	1	1
10026187	5E+06	TGCAGTGAG	CTGCAG	1	1	0	1	1	0	1
10027110	5E+06	TGCAGTCTC	CTGCAG	1	1	0	1	1	1	1
10027110	5E+06	TGCAGTCTC	CTGCAG	1	1	1	1	1	1	1
10026260	5E+06	TGCAGTATT	CTGCAG	1	1	1	1	1	0	1
10026260	5E+06	TGCAGTATT	CTGCAG	1	1	1	1	0	1	1
10023301	5E+06	TGCAGGGCA	CTGCAG	0	1	0	0	0	1	1
10023301	5E+06	TGCAGGGCA	CTGCAG	1	0	1	1	1	0	1

Şekil 2. DarT-SNP analizinden gelen 1 ve 0 olarak skorlanan veriler.

Çizelge 4. Genotiplerin meyve olgunlaşma süreleri (Gün)

No	1. yıl	2.yıl	No	1. yıl	2.yıl	No	1. yıl	2.yıl	No	1. yıl	2.yıl
P1	181	188	F23	148	159	F47	147	158	F71	169	169
P2	141	150	F24	136	140	F48	169	174	F72	163	164
F1	162	168	F25	150	158	F49	150	156	F73	132	138
F2	166	171	F26	186	193	F50	165	164	F74	169	176
F3	134	138	F27	179	188	F51	140	144	F75	169	178
F4	157	157	F28	137	148	F52	186	192	F76	163	170
F5	183	191	F29	178	186	F53	145	151	F77	169	174
F6	178	179	F30	140	143	F54	172	174	F78	162	161
F7	163	169	F31	147	158	F55	176	176	F79	169	170
F8	130	135	F32	169	174	F56	177	183	F80	145	153
F9	150	155	F33	177	184	F57	156	160	F81	162	162
F10	166	170	F34	166	172	F58	148	149	F82	152	153
F11	158	160	F35	162	162	F59	175	185	F83	179	185
F12	154	153	F36	156	162	F60	163	163	F84	176	178
F13	167	174	F37	162	171	F61	180	178	F85	163	169
F14	162	171	F38	169	172	F62	137	137	F86	143	148
F15	150	158	F39	163	169	F63	187	185	F87	169	170
F16	156	156	F40	156	165	F64	169	175	F88	169	178
F17	173	175	F41	162	164	F65	174	178	F89	168	174
F18	171	176	F42	138	139	F66	169	168	F90	179	184
F19	169	168	F43	156	158	F67	140	143	F91	191	194
F20	140	150	F44	155	160	F68	156	156	F92	162	163
F21	151	150	F45	157	156	F69	162	163			
F22	165	171	F46	174	178	F70	164	171			

**Linkage (Bağlantı) Gruplarının Oluşturulması:** Haritalamada 7700 markör kullanılmış olup bunların 2522'si beklenen açılıma uygun olmayarak distortion göstermişlerdir. Linkage haritalarının oluşturulmasında toplam 5178 markör kullanılmıştır. Ebeveynlerde haritalanan markör sayısı ise 3903 olmuştur. 1275 markör ise hiçbir bağlantı grubunda yer almamıştır (Çizelge 5).

Uygun açılım segregasyonu (Cross Pollinator-CP) gösteren 17 SSR marköründen 13'ü linkage gruplarında belirlenmiştir. Dört SSR primeri (Gapu71B, Gapu103A, ssrOeUA-DCA18, PA-ATT-2) ise iki ebeveyne ait haritada markör olarak yer almıştır.

Çizelge 5. Haritalama çalışmasında kullanılan markör sayıları.

Markör yöntemi	Polimorfik markör sayısı	Distortion gösteren markör sayısı	Haritalamada kullanılan markör sayısı	Bağlanmayan markör sayısı	Haritalanan markör sayısı
SNP	7.662	2.501	5.161	1.271	3.890
SSR	38	21	17	4	13
Toplam	7.700	2.522	5.178	1.275	3.903



**Memecik (P1) çeşidinin linkage gruplarının oluşturulması:** Memecik çeşidine ait linkage gruplarından elde edilen veriler Çizelge 6 ve Şekil 3’de verilmiştir. İlgili çizelgede görüldüğü gibi zeytinin haploid kromozom sayısı olan 23 adet linkage grubu (LG) elde edilmiştir. Linkage grupları 2063 SNP ve 8 SSR markörü olmak üzere toplam 2071 markör içermektedir. LG harita uzunluğu 2921.9 cM olarak belirlenmiş ve iki markör arası ortalama mesafe 1.41 cM olmuştur. Tüm gruplar arasında iki markör arası ortalama en küçük uzunluk 0.95 cM ile LG1’de belirlenmiştir. LG5 68.0 cM uzunluğu ile en kısa grup olmuştur. LG10, 23 linkage grubu içerisinde 240.0 cM mesafe ile en uzun grup olup genomun % 8.21’lik kısmını oluşturmuştur. Ayrıca 164 markör ile en yüksek markör içeren gruptur. LG11 en fazla SSR markörüne sahip gruptur. Dört SSR markörü ile (Emo90, Gapu101, ssrOeUA-DCA8 ve Gapu103A) toplam 140 markör içermektedir. LG23 ise en az markör sayısına sahip grup olmuştur (26 SNP). Tüm markörler arasındaki en uzun mesafe 22.4 cM

ile SNPoli5661/SNPoli6556 markörleri arasında bu grupta yer almıştır.

**Uslu (P2) çeşidinin linkage gruplarının oluşturulması:** Uslu çeşidinde de zeytinin haploid kromozom sayısı olan 23 adet linkage grubu elde edilmiştir (Çizelge 6, Şekil 4). Linkage grupları 1827 SNP ve 9 SSR markörü olmak üzere toplam 1836 markör içermektedir. Uslu çeşidinde toplam LG harita uzunluğu 2543.2 cM olarak belirlenmiş ve iki markör arası ortalama uzunluk 1.38 cM saptanmıştır. Tüm markörler arasındaki en uzun mesafe 22.6 cM ile SNPoli321 / SNPoli2528 markörleri arasında bulunmuştur. LG9, 38.1 cM uzunluğu ile en küçük grup olmuştur. Ayrıca 12 SNP markörü ile en az sayıda markör içeren ve iki markör arası uzaklığı en yüksek olan gruptur (3.17 cM). LG10, 3 SSR markörü (Gapu59, Gapu103A, UDO99-012) ile en fazla SSR markörüne sahip olan grup olmuştur. LG12, 214.3 cM uzunluğu ile en uzun ve 156 markör ile en fazla markör içeren gruptur.

**Çizelge 6.** Memecik (P1) ve Uslu (P2) çeşitlerine ait linkage grupları ve markör sayıları.

Linkage grubu	SNP Markör		SSR Markör		Total Markör sayısı		Uzunluk (cM)		İki markör arası ortalama mesafe (cM)		Genomda kapladığı alan (%)	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
LG1	138	144	-	-	138	144	132,30	180,10	0,95	1,25	4,53	7,08
LG2	142	92	-	2	142	94	162,60	119,40	1,14	1,27	5,56	4,69
LG3	119	97	-	-	119	97	117,50	104,70	0,99	1,08	4,02	4,12
LG4	88	89	-	-	88	89	96,10	126,70	1,09	1,42	3,29	4,98
LG5	60	59	1	1	61	60	68,00	108,90	1,11	1,81	2,33	4,28
LG6	113	92	-	-	113	92	140,20	145,80	1,24	1,58	4,80	5,73
LG7	102	105	1	-	103	105	131,50	160,20	1,28	1,52	4,50	6,30
LG8	73	60	-	1	73	61	112,10	112,70	1,53	1,85	3,84	4,43
LG9	64	12	-	-	64	12	133,60	38,10	2,08	3,17	4,57	1,50
LG10	163	125	1	3	164	128	240,00	166,60	1,46	1,3	8,21	6,55
LG11	136	69	4	1	140	70	196,30	56,70	1,4	0,81	6,72	2,23
LG12	137	155	-	1	137	156	208,90	214,30	1,52	1,37	7,15	8,43
LG13	87	91	-	-	87	91	158,50	85,90	1,82	0,94	5,42	3,38
LG14	58	74	-	-	58	74	94,00	145,80	1,62	1,97	3,22	5,73
LG15	98	116	-	-	98	116	143,60	164,60	1,46	1,42	4,91	6,47
LG16	60	75	-	-	60	75	98,20	118,90	1,64	1,58	3,36	4,68
LG17	70	104	-	-	70	104	118,70	111,30	1,69	1,07	4,06	4,38
LG18	105	40	-	-	105	40	141,80	68,80	1,35	1,72	4,85	2,71
LG19	45	44	-	-	45	44	77,80	63,70	1,73	1,45	2,66	2,50
LG20	41	28	1	-	42	28	89,20	48,80	2,12	1,74	3,05	1,92
LG21	72	48	-	-	72	48	91,60	66,90	1,27	1,39	3,13	2,63
LG22	66	49	-	-	66	49	96,60	65,50	1,46	1,34	3,31	2,58
LG23	26	59	-	-	26	59	72,80	68,80	2,8	1,17	2,49	2,71
<b>Toplam</b>	<b>2063</b>	<b>1827</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>2071</b>	<b>1836</b>	<b>2921,90</b>	<b>2543,20</b>	<b>1,41</b>	<b>1,38</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>



**QTL Analizi:** QTL analizinden elde edilen bulgulara göre zeytinde meyve olgunlaşması üzerine etkili olduğu düşünülen birbirine yakın 3 aday QTL bölgesi belirlenmiştir (LOD $\geq$ 3) (Çizelge 7). Bunların tamamı anne ebeveyn olan Memecik çeşidinde (LG2) saptanmıştır (Şekil 3). Erken olgunlaşan baba çeşit Uslu'da ise LOD $\geq$ 3 değerinde bir QTL belirlenmemiştir.

SNPOLi5491 markörünün LOD değeri ilk yıl 3.64, ikinci yıl ise 3.19 olarak saptanmıştır. Bu markörün yıllar itibari ile açıkladığı fenotipik varyasyon sırasıyla %16.60 ve %14.80 hesaplanmıştır. SNPOLi5217 markörünün LOD değeri ilk yıl 3.49, ikinci yıl ise 2.6 olarak belirlenmiştir, fenotipik varyasyon sırasıyla % 16.0 ve %12.2 hesaplanmıştır. SNPOLi3941 markörünün LOD değeri ilk yıl 3.11, ikinci yıl ise 2.53 olmuştur, açıkladığı fenotipik

varyasyon sırasıyla % 14.4 ve %11.9 olarak hesaplanmıştır. Üç markörün sıralaması iki yılda da aynı çıkmış ancak SNPOLi5217 ve SNPOLi3941 markörlerinin LOD değerleri 2. yıl verilerine göre LOD 3 ün altında kalmıştır.

Bu markörlere ait DNA dizileri NCBI (National Center for Biotechnology Information) veri tabanında nükleotid BLAST yapılarak kontrol edilmiştir. NCBI veri bankasında *Olea europaea*'da yapılan BLAST analizi sonucunda üç markörde kromozom 2'de görüntülenmiştir (LG2, P1). 70 nükleobazdan oluşan SNPOLi5491 markörünün 69 nükleobazı veri tabanı ile eşleşmiştir (Çizelge 8). SNPOLi3941 markörünün kromozom 2'de tam karşılığı bulunmuştur (Çizelge 9). SNPOLi5217 markörü ise 1 nükleobaz değişiklikle %99 benzerlikle eşleşmiştir (Çizelge 10).

**Çizelge 7.** Memecik çeşidinde belirlenen QTL ler

LG	Yer (cM)	Lokus	LOD		% Açıkladığı fenotipik varyasyon	
			1.yıl	2.yıl	1.yıl	2.yıl
2	147,13	SNPOLi5491	3.64	3.19	16.60	14.80
2	146,79	SNPOLi5217	3.49	2.60	16.00	12.20
2	148,53	SNPOLi3941	3.11	2.53	14.40	11.90

**Çizelge 8.** SNPOLi5491 markörünün BLAST analiz sonuçları

***Olea europaea* var. *sylvestris* chromosome 2, O\_europaea\_v1**  
 Sequence ID: [NC\\_036238.1](#) Length: 31055900 Number of Matches: 1

Range 1: 24743505 to 24743574 [GenBank](#) [Graphics](#) [Next Match](#) [Previous Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
124 bits(67)	1e-27	69/70(99%)	0/70(0%)	Plus/Minus

Features: [uncharacterized protein LOC11367768 isoform X2](#)  
[uncharacterized protein LOC11367768 isoform X1](#)

Query 1 CTGCAGCTACTTATCTAAAGAACTTACACGGCGAAATACGTGCGAGTTGTACAAATT 60  
 Sbjct 24743574 CTGCAGCTACTTATCTAAAGAACTTACACGGCGAAATACGTGCGAATTGTACAAATT 24743515

Query 61 CGTCGACAAG 70  
 Sbjct 24743514 CGTCGACAAG 24743505

**Çizelge 9.** SNPOLi3941 markörünün BLAST analiz sonuçları

***Olea europaea* var. *sylvestris* chromosome 2, O\_europaea\_v1**  
 Sequence ID: [NC\\_036238.1](#) Length: 31055900 Number of Matches: 1

Range 1: 24831773 to 24831823 [GenBank](#) [Graphics](#) [Next Match](#) [Previous Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
95.3 bits(51)	6e-19	51/51(100%)	0/51(0%)	Plus/Minus

Features: [CBL-interacting serine/threonine-protein kinase 1-like](#)

Query 1 CTGCAGAGGTTACCGCAAGGTGGGGCCTAGTTCCTTGCTTCAATTTGTTA 51  
 Sbjct 24831823 CTGCAGAGGTTACCGCAAGGTGGGGCCTAGTTCCTTGCTTCAATTTGTTA 24831773



## Çizelge 10. SNPoli5217 markörünün BLAST analiz sonuçları

## Olea europaea var. sylvestris chromosome 2, O\_europaea\_v1

Sequence ID: [NC\\_036238.1](#) Length: 31055900 Number of Matches: 1Range 1: 24121600 to 24121669 [GenBank](#) [Graphics](#) [Next Match](#) [Previous Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
124 bits(67)	1e-27	69/70(99%)	0/70(0%)	Plus/Minus
Query 1		CTGCAGCTGAGGTTTTAGAGAACCTATAGGCTTCTACTCTTGCTTGCGAGTGGAGAAAA		60
Sbjct 24121669		CTGCAGCTGAGGTTTTAGAGAACCTATAGGCTTCTACTCTTGCTTGCGAGTGGAGAAAA		24121610
Query 61		ATGAGGCTCG 70		
Sbjct 24121609		ATGAGGCTCG 24121600		

Zeytinin kromozom sayısının yüksek olması ( $2n=46$ ), yüksek derecede heterozigot yapı göstermesi ve açılım popülasyonlarındaki gençlik kısırılığı döneminin uzun olması kantitatif özellik lokuslarının belirlenmesini uzunca bir süre güçleştirmiştir (Bracci ve ark., 2011; Atienza ve ark., 2014; Rugini ve ark., 2016). Ayrıca, geçmiş yıllarda oluşturulan melez popülasyonların sadece morfolojik özelliklere göre elde edilmesi ve yeterli genetik varyasyonun oluşmaması (Mete ve Çetin 2017) zeytinde önemli özelliklerle ilgili çok az QTL bilgisi bulunmasına neden olmuştur (Belaj ve ark., 2011; Dominguez-Garcia ve ark., 2012; Ben Sadok ve ark., 2013; Mete ve Çetin, 2017).

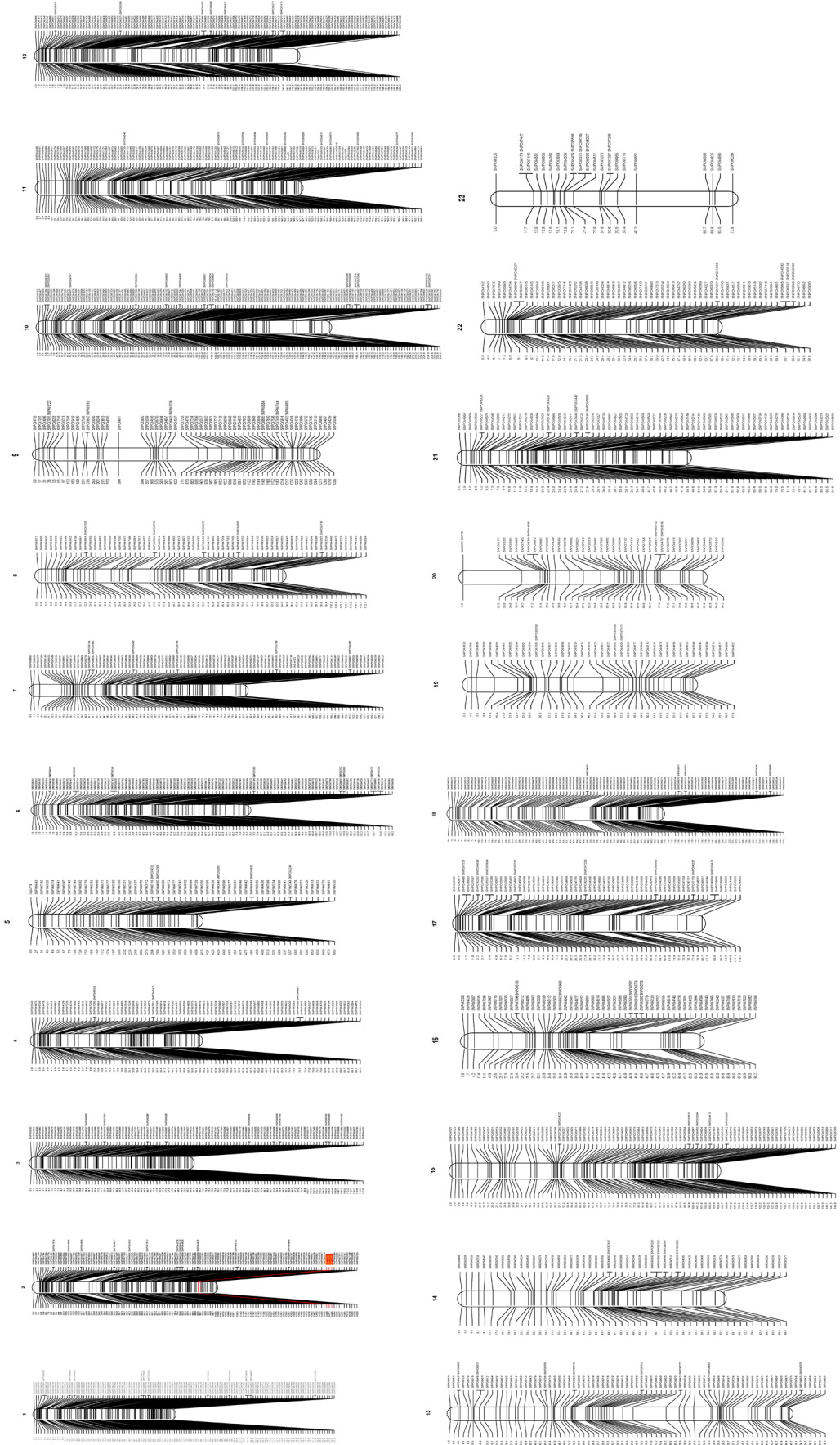
İlk linkage haritalaması Baldoni ve ark. (1999) tarafından yayımlandıktan sonra birçok linkage, QTL ve assosiation haritalamasına yönelik araştırma gerçekleştirilmiştir (De la Rosa ve ark., 2003; Wu ve ark., 2004; El Aabidine ve ark., 2010; Khadari ve ark., 2010; Ben Sadok ve ark., 2013; Atienza ve ark., 2014; İpek ve ark., 2008; İpek ve ark., 2016; Hernández ve ark., 2017; Kaya ve ark., 2019). Genom dizileme teknolojilerinin ilerlemesi (Kersey, 2019), zeytin çeşitleri arasındaki genetik farklılıkların daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamış ve son yıllarda QTL çalışmaları hız kazanmıştır. Buna bağlı olarak Mariotti ve ark. (2020) uyuşmazlık, Kaya ve ark. (2024) oleik asit, Çetin ve ark. (2025) don toleransı, Aqbouch ve ark. (2025) çiçeklenme tarihi ve Granata ve ark. (2025) ağaç gelişme kuvveti ile ilişkili aday QTL bölgelerini tanımlamışlardır.

Zeytinde günümüze kadar iki genom haritası yayınlanmıştır. İlk genom dizilemesi Cruz ve ark. (2016), tarafından yayınlanmıştır. Bu çalışmada

tahmini 1,38 Gb zeytin genomunun 1,31 Gb'lık kısmının sekans bilgileri tamamlanmıştır. Araştırmacılar çeşitli aşamalarda yaprak, kök ve meyve dokularından RNA sekanslaması ile 56.349 farklı protein kodlayan gen olduğunu saptamıştır. Bu çalışmadan bir yıl sonra yabancı zeytin içinde genom haritalaması yayınlanmış ve bezer bir şekilde zeytin genomunda 50.000 den fazla protein kodlayan gen olduğu ifade edilmiştir (Ünver ve ark., 2017).

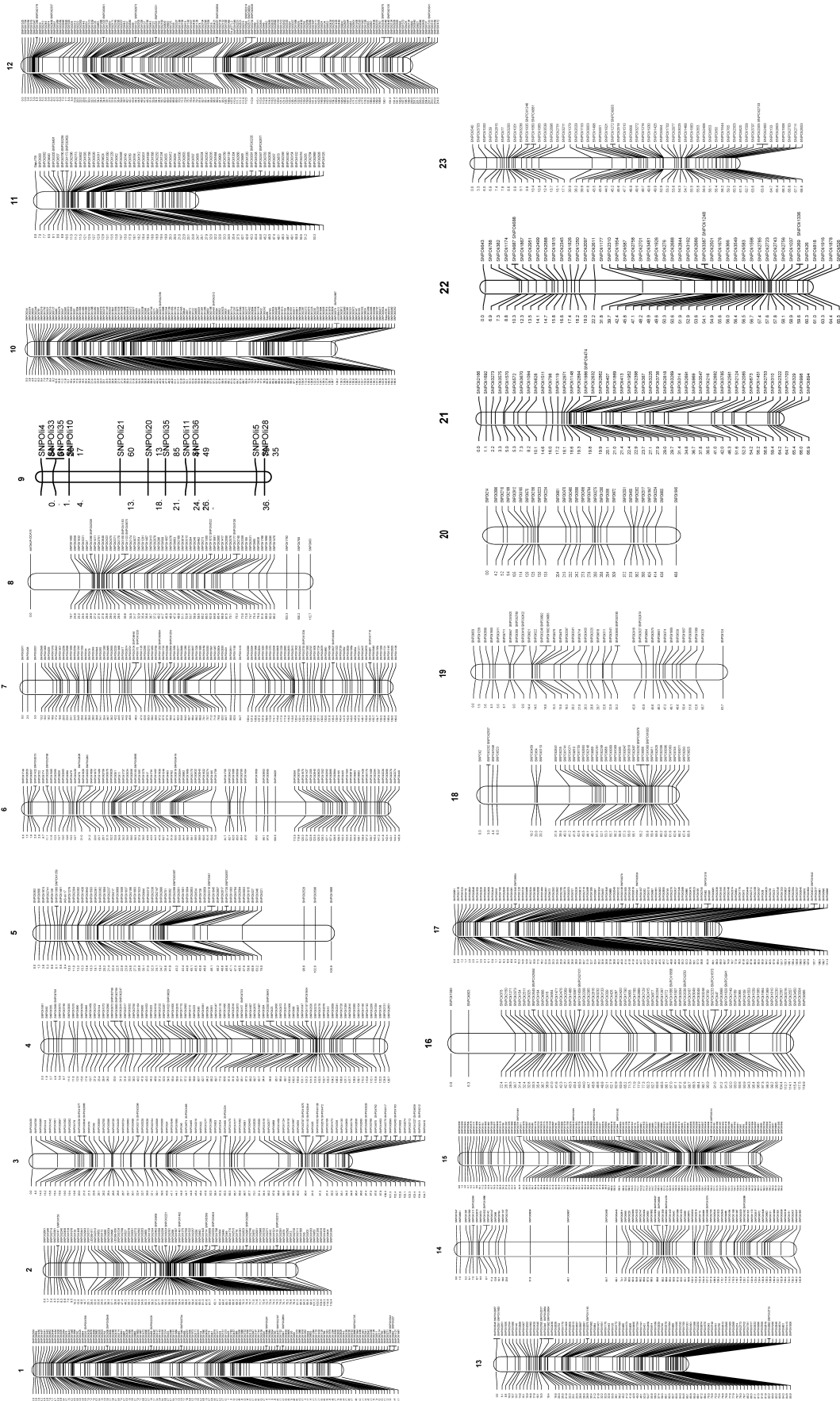
Çalışmada elde edilen QTL'lerin ( $LOD \geq 3$ ) açıkladığı fenotipik varyasyonlar yıllar arasında değişkenlik göstermiştir. Zeytin meyvelerinin olgunlaşma süresi üzerinde genetik ve çevresel faktörlerin etkisi yüksektir (Ripa ve ark., 2008; Inglese ve ark., 2011). Sıcaklık, toprak nemi, ürün miktarı gibi faktörlere bağlı olarak meyve olgunlaşma süresi değişim göstermektedir. Bu çalışmada da, yıllar arasında bazı markörlerin farklı bulunmasının genotip ve çevre interaksiyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Farklı yıllarda elde edilen fenotipik verilerde yapılan çalışmalarda da benzer durumlara rastlanmıştır (Toojinda ve ark., 2003; Linge ve ark., 2015; Yu ve ark., 2018; Rehman ve ark., 2020). Aslında herhangi bir karakter için aynı QTL'lerin farklı yıl ve çevre şartlarında belirlenmesi arzu edilen bir durumdur. Ancak bilindiği gibi kantitatif özellikler çoklu gen etkisinde olup çevresel faktörlerle birlikte fenotipi yansıtmaktadır. Fenotipik varyasyon da çok sayıda açılım gösteren genler ve çevresel faktörlerin etkisi altındadır (Asins, 2002; Khan, 2015).





Şekil 3. Memeçik Linkage Grupları





Şekil 4. Uslu Linkage Grupları



## SONUÇ

Araştırma ile her iki çeşit içinde zeytinin haploid kromozom sayısı olan 23 adet linkage grubu elde edilmiştir. Ayrıca zeytinde meyve olgunlaşmasına etkili olduğu düşünülen 3 aday QTL bölgesi belirlenmiştir ( $LOD \geq 3$ ). Bunların 3'üde Memecik çeşidinde LG2'de saptanmıştır. NCBI veri bankasında *Olea europaea*'da yapılan BLAST analizi sonucu üç markörde kromozom 2'de görüntülenmiştir. Bu markölerin zeytinde meyve olgunlaşması üzerinde major genlerle bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Markölerin popülasyonda genotiplenmesiyle fonksiyonel olup olmadığının

belirlenmesi markör destekli seleskiyon çalışmalarında kullanılmak üzere fayda sağlayacaktır.

## Bilgi notu

Makaleden elde edilen bilgiler "Zeytinde genom haritasının oluşturulması ve meyve olgunlaşmasını kontrol eden genlerle ilişkili DNA markörlerinin saptanması / Construction of genome map in olive and identification of DNA markers related to genes for controlling to fruit ripening" isimli doktora çalışmasından elde edilmiştir (Ege Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı).

## Kaynaklar

- Alba, V., Sabetta, W., Blanco, A., Pasqualone, A. and Montemurro, C., 2009. Microsatellite markers to identify specific alleles in DNA extracted from monovarietal virgin olive oils. *Eur Food Res Technol* 229:375–382.
- Aqbouch, L., Abou-Saaid, O., Sarah, G., Zunino, L., Segura, V., Mournet, P., Bonal, F., Zaher, H., El Bakkali, A., 2025. Philippe Cubry, Evelyne Costes, Bouchaib Khadari, Genome-wide association analysis of flowering date in a collection of cultivated olive tree, *Horticulture Research*, Volume 12, Issue 1, January 2025, uhae265, <https://doi.org/10.1093/hr/uhae265>.
- Arsel, A.H., Özahçı, Efdal., Ersoy, M.N., Özyılmaz, H., Ersoy, B., 2001. Zeytinde Adaptasyon, 14-01-03-1/2 TAGEM.
- Asins, M.J., 2002. Present and Future of Quantitative Trait Locus Analysis in Plant Breeding. *Plant Breeding*, 121: 281-291.
- Atienza, S.G., Rosa, R. de la., Leo'n, L., Marti'n, A. and Belaj, A., 2014. Identification of QTL for agronomic traits of importance for olive breeding. *Mol Breeding* DOI 10.1007/s11032-014-0070-y.
- Baldoni L, Angiolillo A, Pellegrini M, Mencuccini M (1999). A linkage genome map for olive as an important tool for marker-assisted selection. In: III International Symposium on Olive Growing 474: 111-116. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.474.19>
- Belaj, A., Domínguez-García, M.C., Atienza, S.G., Martín-Urdiroz, N., De la Rosa, R., Satovic, Z., Martín, A., Kilian, A., Trujillo, I., Valpuesta, V. and Del Río, C., 2011. Developing a core collection of olive (*Olea europaea* L.) based on molecular markers (DArTs, SSRs, SNPs) and agronomic traits. *Tree Genet. Genomes*. Doi: 10.1007/s11295-011-0447-6.
- Ben Sadok, I., Celton, J-M., Essalouh, L., Zine El Aabidine, A., Garcia, G., Martinez, S., Grati-Kamoun, N., Rebai, A., Costes, E. and Khadari, B., 2013. QTL mapping of flowering and fruiting traits in olive. *PLoS ONE* 8(5):e62831.
- Boskou, D., 1996. Olive oil chemistry and technology. history and characteristics of the olive tree. AOCS Press, Champaign, Illinois: 1 - 6.
- Bracci, T., Busconi, M., Fogher, C. and Sebastiani, L., 2011. Molecular studies in olive (*Olea europaea* L.): overview on DNA markers applications and recent advances in genome analysis. *Plant Cell Reports* April 2011, Volume 30, Issue 4, pp 449-462.
- Cruz, F., Julca, I., Gómez-Garrido, J., Loska, D., Marcet-Houben, M., Cano, E et al., 2016. Genome sequence of the olive tree, *Olea europaea*. *GigaScience* 5(1):s13742–s13016
- Çetin, Ö., Mete, N., Ölmez, H., Gülen, H., 2025. "Zeytin (*Olea europaea* L.)'de don toleransı ile ilişkili QTL'lerin haritalanması", *Türkiye Tarım ve Ormanlık Dergisi : Cilt* 49: Sayı 1, Makale 14. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3257>
- De la Rosa, R., Angiolillo, A., Guerrero, C., Pellegrini, M., Rallo, L., Besnard, G., Bervillé, A., Martin, A. and Baldoni, L., 2003. A first linkage map of olive (*Olea europea* L.) cultivars using RAPD, AFLP, RFLP and SSR markers. *Theor. Appl. Genet*, 106: 1273–1282.
- Delgado-Martinez, J., Amaya, I., Sánchez-Sevilla, J.F., Gomez-Jimenez, M.C., 2012. Microsatellite marker-based identification and genetic relationships of olive cultivars from the Extremadura region of Spain. *Genet. Mol. Res.* 11 (2): 918-932
- Domínguez-García, M.C., Belaj, A., de la Rosa, R., Satovic, Z., Heller-Uzysnska, K., Kilian, A., Martin, A. and Atienza, S.G., 2012. Development of DArT markers in olive (*Olea europaea* L.) and usefulness in variability studies and genome mapping. *Scientia Horticulturae*. 136, 50-60.
- El Aabidine, A.Z.; Charafi, J.; Grout, C.; Doligez, A.; Santoni, S.; Moukhli, A.; Jay-Allemand, C.; El Modafar, C. and Khadari, B., 2010. Construction of a genetic linkage map for the olive based on AFLP and SSR markers, *Crop Science* Vol. 50, No. 6, pp. 2291-2302. ISSN 1435-0645.
- Granata, I., Balan, AS., Di Vaio, C., Ioppolo, A., Caruso, T., Fretto, S., Benny, J., Giovino, A., Sargent, DJ., Marra, FP., Marchese, A., 2025. First note of QTL mapping of low vigor traits using the updated F2 'Koroneiki' linkage map of olive. *Front Plant Sci.* 2025 Jan 31;16:1519402. doi: 10.3389/fpls.2025.1519402. PMID: 39959349; PMCID: PMC11825337.



- Harbi, I., Jaber Al-Awadi, S., Mohammad Moner, A., 2012. Molecular Characterization of Olive Cultivars in Iraq Using SSR Markers and Compare with Phenotypic Characterization. *Journal of Life Sciences* 6 1343-1350.
- Hernández, M.L., Belaj, A., Sicardo, M.D. León, L., de la Rosa, R., Martín, A., Martínez-Rivas, J. M., Atienza, S. G., 2017. "Mapping quantitative trait loci controlling fatty acid composition in olive" *Euphytica*, 213, 7. doi: 10.1007/s10681-016-1802-3
- Inglese, P., Famiani, F., Galvano, F., Servili, M., Esposito, S., Urbani, S., 2011. Factors affecting extra-virgin olive oil composition. In: Janik J. ed. *Horticultural Reviews*. John Wiley & Sons Pubs
- İpek, A., Gülen, H., Barut, E., Yalçinkaya, E., Öz, A.T. ve A.Tangu, N., 2008. Moleküler markörler kullanılarak önemli bazı standart zeytin çeşit ve melezlerinin DNA profillerinin belirlenmesi ve gen haritasının çıkarılması. Proje No: TOVAG-105 O 071. 67s.
- İpek, A., Yılmaz, K., Sıkıcı, P., Tangu, N.A., Öz, A.T., Bayraktar, M., İpek, M., Gülen, H., 2016. SNP Discovery by GBS in Olive and the Construction of a High-Density Genetic Linkage Map. *Biochemical Genetics* June 2016, Volume 54, Issue 3, pp 313-325.
- Khadari, B., El Aabidine, A.Z. and Grout, C., 2010. A Genetic Linkage Map of Olive Based on Amplified Fragment Length Polymorphism, Intersimple Sequence Repeat and Simple Sequence Repeat Markers *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 135(6):548-555.
- Kaya, H., Sefer, F., Mete, N., Çetin, Ö., Hakan, M., Güloğlu, U., Uluçay, N., Gürbüz, M., 2015. Türkiye Zeytin Çeşitleri Kataloğu. Zeytin Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ISBN 978-605-9175-04-3, pp. 197. İzmir, Türkiye.
- Kaya, H. B., Akdemir, D., Lozano, R., Cetin, O., Kaya, H.S., Sahin, M., Smith, J., Tanyolac, B., Jannink, J.L. 2019. Genome wide association study of 5 agronomic traits in olive (*Olea europaea* L.). *Scientific Reports*. 9:18764. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-4271-z>.
- Kaya, A.C., İpek, M., İpek, A., Gündoğdu, M.A., Aktepe Tangu, N., Teoman, Duran, S., Şeker, M., Akbulut, M., 2024. "QTL mapping for fatty acid composition in olive oil using a high-density genetic map based on SNP markers," *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*: Vol. 48: No. 4, Article 2. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3196>
- Kersey, P., 2019. Plant genome sequences: past, present, future, *Current Opinion in Plant Biology*. Volume 48. 2019, Pages 1-8, ISSN 1369-5266, <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2018.11.001>.
- Khadari, B., El Aabidine, A.Z. and Grout, C., 2010. A Genetic Linkage Map of Olive Based on Amplified Fragment Length Polymorphism, Intersimple Sequence Repeat and Simple Sequence Repeat Markers *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 135(6):548-555.
- Khan, S., 2015. QTL mapping: a tool for improvement in crop plants. *Research-Article* 4: 7-12.
- Linge, C.S., Bassi, D., Bianco, L., Pacheco, I., Raul Pirona R et al., 2015. Genetic dissection of fruit weight and size in an F2 peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) progeny. *Molecular Breeding* 35: 71. <https://doi.org/10.1007/s11032-015-0271-z>.
- Mariotti, R., Fornasiero, A., Mousavi, S., Cultrera, N.G.M., Brizioli, F., Pandolfi, S., Passeri, V., Rossi, M., Magris, G., Scalabrin, S., Scaglione, D., Di Gaspero, G., Saumitou-Laprade, P., Vernet, P., Alagna, F., Morgante, M., Baldoni, L. 2020. "Genetic Mapping of the Incompatibility Locus in Olive and Development of a Linked Sequence-Tagged Site Marker", *Front Plant Sci.*, 28(10), 1760. doi: 10.3389/fpls.2019.01760. eCollection 2019.
- Mete, N., 2009. "Bazı Zeytin Çeşitlerinin Döllenme Biyolojisi Üzerinde Araştırmalar". Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi).
- Mete, N., Çetin, Ö., 2017. Zeytinde Genom Haritalama Çalışmaları. *Zeytin Bilimi* 7 (1) 2017, 33-14.
- Rehman, Fazal, Haiguang G, Zhong Li, Shaohua Zeng, Tianshun Yang et al., 2020. Identification of fruit size associated quantitative trait loci featuring SLAF based high-density linkage map of Goji berry (*Lycium* spp.). *BMC Plant Biology* 20: 474. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02567-1>
- Ripa, V., De la Rose, F., Caravita, M.A., Parise, M.R., Perri, E., Rosati, A., Pandolfi, S., Paoletti, A., Pannelli, G., Padula, G., Giordani, E., Bellini, E., Buccoliero, A., Mennone, C., 2008. "Qualitative evaluation of olive oils from new olive selections and effects of genotype and environment on oil quality". *Adv. Hortic. Sci.* 22, 95–103.
- Rugini, E., Cristofori, V., Silvestri, C., 2016. Genetic improvement of olive (*Olea europaea* L.) by conventional and in vitro biotechnology methods. *Biotechnology Advances*. 34, 687–696. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2016.03.004>.
- Toojinda, T., Siangliw, M., Tragoonrung, S., Vanavichit, A., 2003. Molecular genetics of submergence tolerance in rice: QTL analysis of key traits. *Annals of Botany* 91 (2): 243-253. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf072>
- Tubeileh, A., Bruggeman, A., Turkelboom, F., 2004. Growing Olives and Other Tree Species in Marginal Dry Environments. ICARDA, Aleppo, Syria, pp. 106, ISBN: 92-9127-157-1.
- Unver T., Wu Z., Sterck L., Turktas M., Lohaus R., Li Z., Yang M., He L., Deng T., Escalante F.J., et al. 2017. Genome of Wild Olive and the Evolution of Oil Biosynthesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2017;114:E9413–E9422. doi: 10.1073/pnas.1708621114.
- Wu, S-B., Collins, G. and Sedgley, M., 2004. A molecular linkage map of olive (*Olea europaea* L.) based on RAPD, microsatellite, and SCAR markers, *Genome*
- Yu, X., Zhao, Z., Zheng, X., Zhou, J., Kong, W., et al., 2018. A selfish genetic element confers non-Mendelian inheritance in rice. *Science* 360 (6393): 1130-1132. <https://doi.org/10.1126/science.aar4279>



# Natürel Zeytinyağlarında Meyvemsi Özelliklere Etki Eden Uçucu Bileşikler ve Analiz Yöntemleri

## *Volatile Compounds Affecting Fruity Properties in Virgin Olive Oils and Analysis Methods*

Dr. Berna YILDIRIM 

Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, İzmir İl Tarım Müdürlüğü

Başvuru Tarihi / Received: 04.06.2025

/ Kabul Tarihi / Accepted: 20.10.2025

### ÖZET

Natürel zeytinyağı, *Olea europaea* L. meyvelerinden elde edilen rafine edilmeden natürel formda tüketilebilen bir yağdır. Natürel zeytinyağının duyuşal özelliklerinden meyvemsi özellikleri oluşturan çok sayıda uçucu bileşiklerin sorumlu olduğu kanıtlanmıştır. Duyusal değerlendirme, basit bir prosedür olmayıp eğitimli panelistlerin istihdamını gerektirmesi, maliyetli ve zaman alıcı olması gibi handikaplara sahiptir. Bu nedenle uçucu bileşiklerin tespiti, hem zeytinyağlarının tanımlanması ve karakterizasyonu açısından hem de duyuşal değerlendirmeye kromatografik bir alternatif oluşturması açısından önemlidir. Zeytinyağlarında uçucu bileşiklerin analizinde örnek hazırlama teknikleri olarak sıvı-ekstraksiyon, distilasyon-ekstraksiyon, süperkritik-sıvı ekstraksiyon, tepe-boşluğu ekstraksiyonu, katı faz mikroekstraksiyonu ile purge and trap tekniği gibi teknikler kullanılmaktadır. Kromatografik metotlar olarak ise GC-FID, GC-FTIR, GC-MS ve GC-TOFMS kullanılmaktadır. Uçucu bileşiklerin tanımlanması konusunda birçok çalışma mevcuttur. Beş ve altı karbonlu bileşenler ve özellikle altı karbonlu düz zincirli doymuş ve doymamış aldehitlerin zeytinyağlarında önemli olduğu, hekzanal, trans-2-hekzenal, hekzanol, cis-3-hekzenol ve trans-2-hekzenol bileşenlerinin aroma profilini oluşturan başlıca uçucu bileşikler olduğu saptanmıştır. Türkiye’de yetişen çeşitlerde ise çalışmalar hekzanal, trans-2-hekzenal, trans-2-hekzenol, 3-etil-1,5-oktadien gibi uçucu bileşikleri ön plana çıkarmaktadır. Bu çalışma ile, zeytinyağlarının uçucu bileşiklerinin belirlenmesinde kullanılan analitik tekniklerin temel prensipleri ile Türkiye’de ve dünyada yetiştirilen önemli zeytin çeşitlerinde tanımlanan uçucu bileşiklere ilişkin literatür bulguları özetlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Uçucu bileşikler, zeytinyağı, katı faz mikroekstraksiyon, Gaz kromatografisi kütle spektrometresi

### ABSTRACT

Virgin olive oil is an oil obtained from *Olea europaea* L. fruits that can be consumed in its natural form without being refined. It has been proven that many volatile compounds that create the fruity characteristics of virgin olive oil are responsible for its sensory properties. Sensory evaluation is not a simple procedure and has disadvantages such as requiring the employment of trained panelists and being costly and time-consuming. Therefore, the determination of volatile compounds is important both in terms of the identification and characterization of olive oils and as a chromatographic alternative to sensory evaluation. In the analysis of volatile compounds in olive oils, techniques such as liquid-extraction, distillation-extraction, supercritical-fluid extraction, headspace extraction, solid phase microextraction and purge and trap technique are used as sample preparation techniques. GC-FID, GC-FTIR, GC-MS and GC-TOFMS are used as chromatographic methods. There are many studies on the identification of volatile compounds. It has been determined that five and six carbon compounds and especially six carbon straight chain saturated and unsaturated aldehydes are important in olive oils, and hexanal, E-2-hexenal, hexanol, Z-3-hexenol and E-2-hexenol components are the main volatile compounds that form the aroma profile. In the varieties grown in Türkiye, studies have highlighted volatile compounds such as hexanal, E-2-hexenal, E-2-hexenol, 3-ethyl-1,5-octadiene. In this study, the general principles of the techniques used in the determination of volatile compounds of olive oils and the studies on which volatile compounds are found in important olive varieties in Türkiye and in the world are summarized.

**Keywords:** Volatile compounds, olive oil, solid phase microextraction, Gas chromatography mass spectrometry

\* Sorumlu Yazar (*Corresponding author*) Dr. Berna YILDIRIM / E-posta: [berna.yildirim@tarimorman.gov.tr](mailto:berna.yildirim@tarimorman.gov.tr)



## GİRİŞ

Natürel zeytinyağı, duyuşal özellikleri, beslenme özellikleri ve kültürel etkileri nedeniyle Akdeniz diyetinin en önemli bileşenlerinden biridir. Natürel zeytinyağı, meyvenin sahip olduğu biyoaktif bileşenlerin (fenolikler, tokoferoller, steroller, pigmentler, vb.) bozulmadan kalmasını sağlayan mekanik ve fiziksel işlemler (kıırma, malaksasyon ve santrifüjleme) kullanılarak elde edilir. Zeytinyağının sahip olduğu eşsiz zenginliği diğer bitkisel yağlarla karşılaştırıldığında, üretim sürecindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Rodriguez ve ark., 2019).

Akdeniz diyetinin ana bileşenlerinden biri olan natürel zeytinyağı, yağ asidi profili ve fenolik bileşikler gibi minör bileşenlere sahip olması sebebiyle kalp damar hastalıkları ve kansere karşı koruyuculuğu ile ilişkilendirilmektedir. Fakat yüksek kaliteli natürel zeytinyağına artan ilgi onun sadece sağlık üzerine yararlı etkilerinden kaynaklanmayıp aynı zamanda mükemmel duyuşal özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Sánchez-Ortiz ve ark.,2012).

Genel olarak zeytinyağı, duyuşal özelliklerine göre tanımlanmaktadır. Duyuşal analiz metodu bir panel olarak seçilen, eğitilen ve gözlemlenen bir grup tadımcı tarafından yağdaki kusurların şiddetine, aromasına (meyvemsilik) ve diğer pozitif özelliklerine göre natürel zeytinyağlarının, “Natürel sızma, Natürel birinci ve ham yağ(doğrudan tüketime uygun olmayan yağ)” olarak sınıflandırılmasında ya da etiketlenmesinde kullanılan bir metottur (IOC, 2011). Duyuşal değerlendirme metodolojisi (dolayısıyla panel test) basit olmayıp eğitimli panelistlerin istihdamını gerektirmektedir. Panel test, küçük ve orta ölçekli işletmeler ve kooperatiflerin her zaman hizmetinde olmayan, maliyetli ve yavaş bir prosedürdür (Romero ve ark., 2015). Panelistlerin görüşleri değişebileceğinden panel test öznel bir değerlendirme olarak kabul edilebilir. Bu durum yağların yanlış sınıflandırılmasına, ciddi ekonomik kayıplara, ticari sorunlara ve hileye varan sonuçlar doğurabilir (Sales ve ark.,2017). Duyuşal değerlendirmeye alternatif yâda duyuşal analizi tamamlayıcı olabilecek, yasalar çerçevesinde koku algısını tanımlayıcı kimyasal bileşenlere

dayalı yöntemlerin oluşturulması talep edilmektedir (Aparicio-Ruiz ve ark.,2018).

Duyuşal değerlendirmede çeşitli uçucu bileşiklerin negatif ve pozitif özelliklerden sorumlu olduğu kabul edilmektedir. Zeytinyağı kalitesinin belirlenmesinde majör ve minör uçucu bileşikler önemli rol oynamaktadır; bu bileşikler koku eşliğinin altında bulunsalar bile, oluşum ve bozunma mekanizmalarının aydınlatılmasında ve kalite göstergesi olarak değerlendirilmesinde anlamlı veriler sağlamaktadır (Silva,2012).

Zeytinyağının tüketiciler tarafından algılanan duyuşal özellikleri, çeşitli uçucu bileşiklerin yanı sıra fenolik maddeler gibi uçucu olmayan bileşenlerin tat ve koku reseptörlerini etkilemesiyle şekillenmektedir. Çeşitli kimyasal sınıflara ait yaklaşık yüz seksen bileşik, farklı kalitede natürel zeytinyağının uçucu fraksiyonlarından ayrılmıştır (Angerosa, 2002). Bu bileşiklerin varlığı, yeşil, meyvemsilik, acılık ve yakıcılık gibi pozitif duyuşal özellikler ile karakterize edilen natürel zeytinyağının özel lezzetini belirler. Birçok uçucu bileşik natürel zeytinyağının aromasının bileşenleri olarak tanımlanmıştır(Tablo 1)(Garcia-Gonzales ve ark., 2010)

Uçucu bileşikler koku ve tada katkı sağlayan ve sağlıklı, olgun ve olgun olmayan taze meyvelerin yağlarında pozitif meyvemsilik özelliğinden sorumlu temel bileşenlerdir (Inarejos-García ve ark. 2010). Uçucu bileşikler çoklu doymamış yağ asitlerinin enzimatik bir zincir reaksiyonu olan lipoksigenaz iz yolu ile oluşmaktadır (Vichi, 2010). Natürel zeytinyağlarında başlıca uçucu bileşenler, 13-hidroperoksit linoleik ve linolenik asitlerin parçalanmasıyla oluşan C6 ve C5 grubuna ait aldehitler, alkoller ve asetil esterlere ait bileşiklerdir. Bu bileşikler toplam uçucu fraksiyonun yaklaşık %60–80’ini kapsamaktadır (Tena ve ark. 2007; Dhifi ve ark. 2005). Zeytinyağının uçucu fraksiyonu aldehitler, alkoller, esterler, hidrokarbonlar, ketonlar, furanlar ve diğer henüz tanımlanamamış uçucuları içermektedir(Pouliarekou ve ark.. 2011; Ouni ve ark. 2011).

Yüksek kaliteli zeytinyağlarının uçucu bileşiklerini özellikle altı karbonlu düz zincirli doymuş ve doymamış yapıdaki aldehitler başta olmak üzere beş ve altı karbonlu bileşenler oluşturmaktadır. Bu bileşenler, linoleik ve linolenik asitlerin lipoksigenaz aktivitesi sonucu, 13- hidroperoksitlerin oluşmasıyla başlamaktadır. Daha sonra 13-hidroperoksitler, hidroperoksit

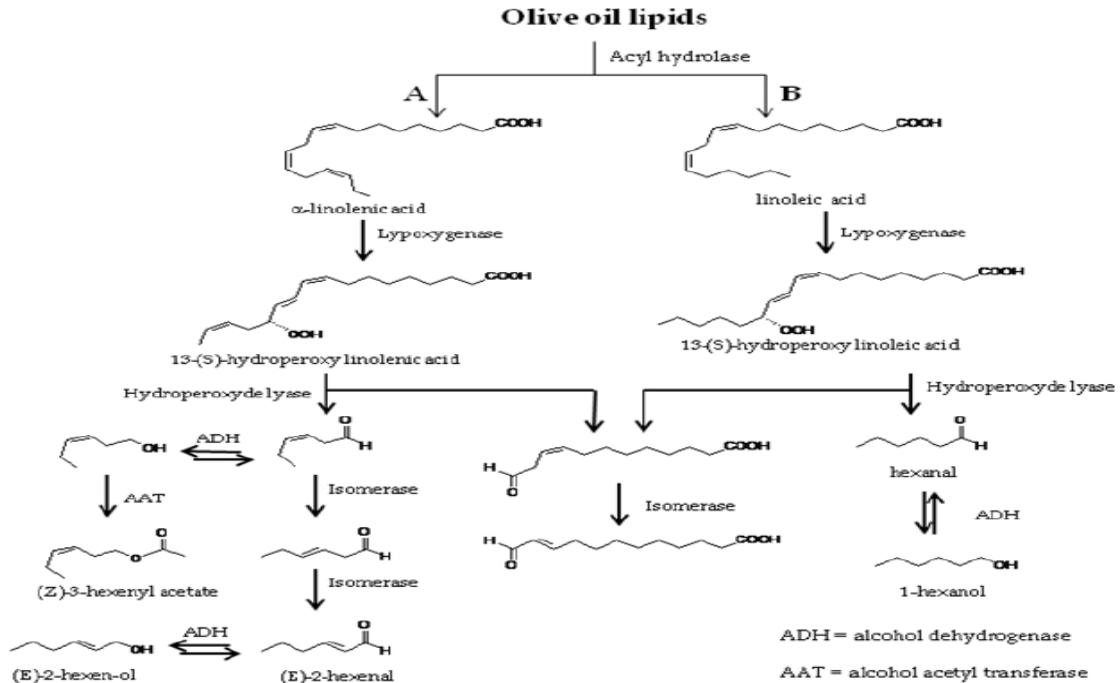


liyaızlar ile altı karbonlu aldehitlere (hekzenal ve trans-2-hekzenal) dönüşmektedir. Cis-3-hekzenalin daha stabil formu olan trans-2-hekzenala dönüşümü izomeraz enzimi ile olmaktadır. Hekzenal, trans-2-hekzenal ve cis-3-hekzenal, alkol dehidrogenaz enzimi ile alkol formlarına (hekzen-1-ol, trans-2-hekzen-1-ol ve cis-3-hekzen-1-ol) indirgenmektedir. Alkol asetil transferaz

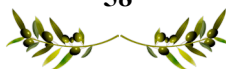
enzimi alkollerden esterler (hekzil asetat, cis-3-hekzenil asetat) oluşturabilmektedir (Şekil 1)(Silva ve ark.,2012). Lipoksigenaz yolu üzerinden oluşan uçucu bileşikler, toplam uçucu fraksiyonun yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır olup, zeytinyağının “yeşil” ve “meyvensilik” olarak tanımlanan duyuşsal özelliklerinden sorumludur (Inarejos-García ve ark, 2010)

**Tablo 1.** Araştırmacılar tarafından farklı sınıflarda bulunan natürel zeytinyağlarında tanımlanmış bazı uçucu bileşikler(Garcia-Gonzales ve ark., 2010)

Aldehydes	Alcohols	Esters	Hydrocarbons	Ketones
Acetaldehyde	Methanol	Methyl acetate	2-methylbutane	2-butanone
2-methylbutanal	Ethanol	Ethyl acetate	2-methylpentane	3-methyl-2-butanone
3-methylbutanal	2-methyl-1-butanol	Butyl acetate	3-methylpentane	3-pentanone
2-methyl-2-butenal	3-methyl-1-butanol	2-methylbutyl acetate	Hexane	4-methyl-2-pentanone
Pentanal	2-methyl-3-butanol	Isopentyl acetate	Hexene	1-penten-3-one
(E)-2-pentenal	2-methyl-1-propanol	Hexyl acetate	Heptane	2-hexanone
(Z)-2-pentenal	1-pentanol	2-hexenyl acetate	Octane	2-heptanone
Hexanal	3-pentanol	3-hexenyl acetate	1-octene	6-methyl-5-hepten-2-one
2-hexenal	1-penten-3-ol	(Z)-3-hexenyl acetate	Nonane	2-octanone
(E)-2-hexenal	(Z)-2-pentenol	Octyl acetate	Tridecene	3-octanone
(Z)-2-hexenal	3-hexen-1-ol	2-ethylphenyl acetate	Pentene dimers	2-nonanone
3-hexenal	(E)-3-hexen-1-ol	Benzyl acetate	Methylbenzene	Acetophenone
(Z)-3-hexenal	(Z)-3-hexen-1-ol	Phenethyl acetate	Styrene	
2,4-hexadienal	2-hexen-1-ol	Ethyl propanoate	Ethyl benzene	Sulfur compounds
Heptanal	(E)-2-hexen-1-ol	Propyl propanoate	Limonene	3-isopropenylthiophene
(E)-2-heptenal	(Z)-2-hexen-1-ol	Ethyl 2-methylpropanoate		2,5-diethylthiophene
(Z)-2-heptenal	4-hexen-1-ol	Propyl 2-methylpropanoate	Phenols	2-ethyl-5-hexylthiophene
2,4-heptadienal	1-hexanol	Methyl butanoate	Anisole	
Octanal	1-heptanol	Ethyl butanoate		Furans
(E)-2-octenal	1-octanol	Methyl 2-methylbutanoate	Ethers	Ethylfuran
Nonanal	1-octen-3-ol	Ethyl 2-methylbutanoate	Diethyl ether	2-propylfuran
(E)-2-nonenal	2-octen-1-ol	Methyl 3-methylbutanoate	1,8-cineole	3-propylfuran
2,4-nonadienal	1-nonanol	Ethyl 3-methylbutanoate		3-methyl-2-pentylfuran
(E)-2-decenal	1-decanol	Butyl 3-methylbutanoate	Acids	2-propylidihydrofuran
Decanal	Lavandulol	Methyl pentanoate	Acetic acid	3,4-methyl-3-pentenyl furan
2,4-decadienal	Linalool	Methyl hexanoate	Butanoic acid	
(E)-2-undecenal	Benzyl alcohol	Ethyl hexanoate	Pentanoic acid	
	2-phenylethanol	Methyl heptanoate	Propanoic acid	
	$\alpha$ -terpineol	Methyl octanoate	Hexanoic acid	
	1,3-Butanediol	3-methyl-2-butenylacetate	Heptanoic acid	



**Şekil 1.** Başlıca uçucu bileşiklerin oluşumu: Lipoksigenaz izyolu(Silva ve ark.,2012).



Natürel zeytinyağının aromasına olumlu katkı sağlayan ve en çok bulunan bileşikler C6 aldehit ve alkoller olup tatlılıkla ilişkilendirilmektedir. C5 aldehit ve alkoller pozitif manada yakıcılık ve acılık algılarıyla, küçük ketonların yine pozitif algılarla, esterlerin meyvemsi algılarıyla ve karboksilik asitlerin çok yakıcı ve negatif algılarla ilişkili olduğu bildirilmiştir (Kalua ve ark., 2007).

Uçucu bileşikler esas olarak aromaya(koku ve tat) katkıda bulunur ve hem olgun hem de olgunlaşmamış, sağlıklı, taze meyvelerden elde edilen yağın karakteristiği olan temel bileşenler pozitif meyvemsi özelliklerinden sorumludur (Fernandez ve ark., 2018). Zeytinyağı aromasının pozitif özelliklerine(meyvemsi, acılık, yakıcılık) katkıda bulunan başlıca uçucu bileşikler arasında hekzenal, trans-2-hekzenal, hekzan-1-ol ve 3-metilbütan-1-ol bulunur. Konsantrasyonları, trans-2-hekzenal hariç, geniş ölçüde değişkenlik gösterirken, genellikle çok düşük ppb seviyelerindedir. Bu nedenle, zeytinyağının birçok duyuşal özelliğinden sorumlu olan uçucu bileşikler, kabul edilebilir yağ kalitesinin belirlenmesi aşamasında önemli bir rol oynamaktadır(Silva ve ark.,2012).

Luna ve ark., (2006) 39 çeşitten elde edilen zeytinyağlarının aroma bileşen karakterizasyonu çalışmalarında farklı coğrafik orijine sahip çeşidin bulunduğu çalışmada birinci grup örneklerde (Arbequina, Coratina, Cima di Bitonto, Chemlali-Kabylie, Frantoio, Manzanilla, Manzanillo Cordobe's, Mastoides, Moraiolo, Morruda, Negro, Nevado, Nisjot, Santa Caterina and Konservalia) yüksek oranda trans-2-hekzenal, orta düzeyde alkol ve ester ve düşük düzeyde hexanal olduğunu tespit etmişlerdir. İkinci grupta ise (Leccino, Lechin, Megaritiki ve Ogghiaredda) yine trans-2-hekzenal yüksek bulunmuş, düşük alkol ve hekzenal içeriği olmakla birlikte yüksek oranda ester konsantrasyonu tespit edilmiştir. Üçüncü grupta yer alan Cornicabra, Empeltre, Hojiblanca, Imperial, Picual, Memecik, Picholine Marocaine ve Sourani çeşitlerinde ise yüksek oranda hexan-1-ol ve Z-3-hexen-1-ol, çok düşük konsantrasyonda trans-2-hekzenal ve esterler ve trans-2-hekzenalden daha yüksek konsantrasyonda hekzenal tespit edilmiştir. Dördüncü grupta ise (Adramytini, Can'ivano, Chami, Chetoui, Chorro, Koroneiki, Nevadillo, Picudo, Redondilla, Tsounati, Verdial de Hue'var ile Zaiti), trans-2-hekzenal ve hekzenal yüksek,

alkoller orta ve esterler düşük konsantrasyonda tespit edilmiştir.

İlyasoğlu ve Özçelik (2011) tarafından yapılan çalışmada, Ayvalık ve Memecik çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağlarında, lipoksigenaz yoluyla oluşan hekzenal, trans-2-hekzenal, hekzenol, cis-3-hekzenol ve trans-2-hekzenol bileşiklerinin zeytinyağının aroma profilini oluşturan temel uçucu bileşikler olduğu belirlenmiştir. Ayvalık tipi zeytinyağlarında terpenlerden limonen ve undekan tespit edilirken Memecik tipi zeytinyağlarında  $\alpha$ -kopaen tespit edilmiştir. Ayvalık ve Memecik tipi zeytinyağlarının, hekzenal, trans-2-hekzenal, trans-2-hekzenol, 3-etil-1,5-oktadien ve linolenik asitten meydana gelen C6 bileşikler toplamı pik alanı yüzdeleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İki hasat sezonundan alınan örnekler ile yapılan çalışmada, hasat sezonları arasında trans-2-hekzenal, cis-3-hekzenol, cis-3-hekzenil asetat, hekzil asetat ve linolenik asitten meydana gelen C6 bileşikler toplamı pik alanı yüzdeleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Memecik tipi zeytinyağlarının C6 bileşiklerinden trans-2-hekzenal, hekzenol ve trans-2-hekzenol pik alanı yüzdelerinin Ayvalık tipi zeytinyağlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kartal (2015), Hatay ili zeytinyağlarının uçucu bileşik profilleri üzerinde çeşit ve olgunluk düzeyinin etkisini araştırdığı çalışmada, zeytinyağı örneklerinde KFME/GK/KS yöntemiyle belirlenen uçucu bileşikler hekzenal, trans-2-hekzenal, 1-hekzenol, 1-heptanal, oktanal, nonanal ve trans-2-undekanal olarak tespit edilmiştir. Hekzenal, 1-heptanal, oktanal ve nonanal bileşenleri (1.hasat) en çok Gemlik çeşidinde; 1-hekzenol (3. hasat) ve trans-2-undekanal (1.hasat) bileşenleri en çok Haşebi çeşidinde ve trans-2-hekzenal (3. hasat) bileşeni ise en çok Halhalı çeşidinde bulunmuştur. Trans-2-hekzenal (3. hasat), 1-heptanal, oktanal ve nonanal (1.hasat) bileşenleri en az Haşebi çeşidinde; hekzenal ve 1-heptanal (3. hasat) bileşenleri en az Gemlik çeşidinde ve trans-2-undekanal (3. hasat) bileşeni ise en az Halhalı çeşidinde belirlenmiştir. Olgunlaşma ile birlikte Karamani çeşidinde artış gösteren bileşenler hekzenal, trans-2-hekzenal, nonanal; Haşebi çeşidinde artış gösteren bileşenler ise 1-heptanal, oktanal ve nonanal'dır. Olgunlaşma



ile birlikte Gemlik çeşidinde azalma gösteren bileşenler hekzanal, trans-2-undekanal, 1-heptanal, oktanal, nonanal; Halhalı çeşidinde azalma gösteren bileşenler ise trans-2-undekanal, oktanal ve nonanal'dır. 1-hekzanol bileşeni sadece Haşebi çeşidinde (3. hasat) tespit edilmiştir. Olgunlaşma ile dalgalanma gösteren bileşenler ise hekzanal (Halhalı), trans-2-hekzenal (Gemlik) ve 1-heptanal (Halhalı)'dır.

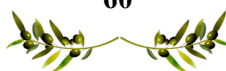
Kara (2011), farklı hasat dönemlerinde ve günün belli saatlerinde toplanan zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların uçucu aroma bileşenleri değişiminin araştırılması çalışmasında zeytinyağı örneklerinde oransal olarak en fazla, hekzanal (% 9.56 (gemlik çeşidi, 2. yıl, 12. ay, sabah örneği) - % 73.21 (ayvalık çeşidi, 1. yıl, 11. ay, öğlen örneği)), trans-2-hekzenal (% 4.85 (ayvalık çeşidi, 1. yıl, 11. ay akşam örneği) - % 64.29 (memecik çeşidi, 1. yıl, 12. ay, akşam örneği)) ve 1-penten-3-one (% 1.98 (memecik çeşidi, 2. yıl, 12 ay, öğlen örneği) - % 13.27 (gemlik çeşidi 1. yıl, 11. ay, akşam örneği)) bileşenleri tespit edilmiştir. Gün içindeki hasat zamanlarına göre sadece lipoksigenaz enzim yolu ile oluşan altı karbonlu, cis-3-hekzenil asetat ile lipoksigenaz enzim yolu dışında oluşan 2-metil bütanal, 2-metil-1-bütanol ve nonanal bileşenlerindeki değişimler önemli bulunmuştur. Ancak bu bileşenlerin tüm örneklerde günün belli zaman dilimlerine göre aynı yönde artış ve düşüş göstermediği saptanmıştır.

Toker (2009) , Ayvalık zeytin çeşidinde Kuzey Ege Agroekolojik şartlarında meyve kalitesi ve aroma bileşenlerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar çalışmasında Natürel zeytinyağı örneklerinin tümünde temel uçucu aroma bileşeni olarak C6 aldehit trans-2-hekzanal (26.56-72.93 ppm) ve bu bileşene ek olarak hekzanal (2.37-6.02 ppm) ve 1-penten-3-on (1.04-4.64 ppm) bileşenleri belirlenmiştir. Zeytinyağı örneklerinin uçucu profilinde trans-2-hekzenol bileşeninin bulunmadığı, hekzil asetat bileşeninin ise renk dönümü ve siyah dönem örneklerinde bulunduğu saptanmıştır. Bu sonuç, çeşit ve yetiştirilen coğrafik bölgeye özgü bir durum olarak değerlendirilerek coğrafik orijin tespitine önemli katkıda bulunacağı düşünülmüştür. Zeytinyağı örneklerinin tamamının uçucu profilinde istenmeyen kalite özelliklerinden sorumlu 2-metilbutanol ve 3-metilbutanol bileşenlerine rastlanmamıştır.

## Uçucu Bileşiklerin Kromatografik Analiz Yöntemleri

Zeytinyağında aromayı oluşturan uçucu bileşiklerin ayrımı, tanımlanması ve miktersal belirlenmesinde birçok analitik yöntem kullanılmaktadır(Konuşkan ve Karayiyen, 2011). Kromatografi cihazı tarafından tespit edilecek her bir bileşikten yeterli miktarda elde edebilmek için genellikle konsantrasyon basamağının olması gerekir. Birçok ekstraksiyon tekniği bulunmaktadır. Uygun bir ekstraksiyon metodunun seçimi matrizen izole edilecek ve ayrılacak bileşiklerin kimyasal yapısına ve miktarına doğrudan bağlıdır. Fakat ideal bir örnekleme metodu bulunmamaktadır ve orijinal örneği çoğaltan bir ekstrakt oluşturacak tek bir izolasyon tekniği yoktur. Günümüze kadar kullanılan yöntemler arasında, sıvı ekstraksiyon yöntemi — tek başına veya ultrason uygulamasıyla birlikte — en yaygın tercih edilen tekniklerden biri olmuştur. Sıvı ekstraksiyonun yanında eşzamanlı distilasyon ekstraksiyonu yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu metotlar çözücü kullanımını, bileşiklerin çözücünden ayrılmasını gerektiren ek hazırlık adımlarını ve ekstraksiyon boyunca uygulanan dilüsyon basamaklarını içerdiğinden, süperkritik sıvı ekstraksiyonu kullanılmaktadır. Tepe boşluğundan ekstraksiyon metodu ise mükemmel bir seçenek olmaktadır. Bu yöntem genellikle “purge and trap” olarak adlandırılır; uçucu bileşikler uygun bir tutucu üzerine adsorbe edilir ve bu tutucu, ya doğrudan ya da bir çözücü yardımıyla — bu da ek bir ekstraksiyon basamağı gerektirir — enjeksiyon bölümüne aktarılır. Diğer bir yöntemde ise doğrudan enjeksiyon yapılabilir (Silva ve ark. 2012).

Stabil İzotop Seyreltme(SIDA) yönteminde, koku maddelerinin deuterium (Ağır Hidrojen) ile etiketlenmiş bileşenleri iç standart olarak analiz edilmektedir. Deuterium (Ağır Hidrojen) ile etiketlenmiş bileşenler ile analitin yapısal benzerliği nedeniyle örnek hazırlama aşamasındaki kayıp, reaktivite ve kromatografik problemler sorun yaratmamaktadır. Ancak bu teknik, pek çok döterlenmiş bileşen hazırlanmasını gerektirdiğinden genellikle, zeytinyağı lezzetine en fazla katkıda bulunan bileşenleri tanımlamada kullanılmaktadır (Angerosa, 2002)



Katı faz mikro-ekstraksiyon(KFME) metodu ise uygun fiberin örneğin bulunduğu ortama daldırılması ile örnek ve sıvı faz arasında ayırım sonucu bileşenlerin fiber tarafından adsorbsiyonuna ve bu bileşenlerin gaz kromatografisinde termal desorbsiyona dayanmaktadır (Kaftan, 2006).

Tepe boşluğu- katı faz mikro ekstraksiyonu, natürel zeytinyağlarının uçucu bileşik analizi için yaygın ve kullanışlı bir örnekleme aracıdır ve GC-MS ile birlikte kullanımı giderek artmaktadır(Fortini ve ark., 2017). KFME'nin zeytinyağı uçucu bileşiklerinin analizindeki temel avantajı, örnek bozulmasını en aza indirmesi ve basit, güvenilir prosedürlerin uygulanabilmesine olanak sağlamasıdır. Yöntemin etkinliğini ve duyarlılığını optimize etmek için, temel olarak, fiber kaplamanın tipini, sıcaklık ve ekstraksiyon zamanını içeren en uygun KFME koşullarını tanımlamak gerekir (Vichi, 2010).

Kromatografik metotlar olarak ise GC-FID, GC-FTIR, GC-MS ve GC-TOFMS kullanılmaktadır. Gaz kromatografisi, uçucu ve yarı uçucu organik bileşenlerin analiz ve ayırımında en çok kullanılan tekniktir(Beesley ve ark., 2001). Duyarlılığı ve geniş lineer dinamik aralığı ile bilinen alev iyonizasyon dedektörü en yaygın kullanılan detektördür. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ve kütle spektroskopisi (MS) ile birleştirildiğinde bileşiklerin tanımlanmasında kullanılabilir. En yaygın kullanılan GC-MS'de elektron iyonizasyon iken zeytinyağı uçucu bileşik analizlerinde sıklıkla quadropole filtre, iyon tutucu ve uçuş zamanı(time of flight) kullanılır (TOFMS) (Smith, 2004).

## Kaynaklar

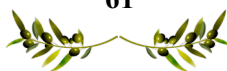
- Angerosa F., (2002). Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104, 639–660.
- Aparicio-Ruiz R., García-González D.L., Morales M.T., Lobo-Prieto A, Romero I., (2018). Comparison of two analytical methods validated for the determination of volatile compounds in virgin olive oil: GC-FID vs GC-MS. *Talanta* 187, 133–141.
- Beesley T.E, Buglio, B., Scott R.P.W., (2001) *Quantitative Chromatographic Analysis*. Marcel Dekker Inc. Newyork, USA.
- Fortini M., Migliorini M., Cherubini C., Cecchi L., Calamai L., (2017). Multiple internal standard normalization for improving HS-SPME-GC-MS quantitation in virgin olive oil volatile organic compounds (VOO-VOCs) profile, *Talanta*. 165, 641–652.
- Garcia-Gonzalez, D. L., Aparicio R., (2010). Coupling MOS sensors and gas chromatography to interpret the sensor responses to complex food aroma: Application to virgin olive oil. *Food Chemistry*, 120, 572-579.
- Inarejos-Garcia, A.M., Gomez-Rico, A., Salvador, M.D., Fregapane, G., (2010). Effect of preprocessing olive storage conditions on virgin olive oil quality and composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 4858-4865

Olfaktometrik yöntemlerle GC kombine edildiğinde (GC-O) kompleks karışımlarda bulunan aroma aktif maddelerinin ayırımında kullanışlı bir yöntemdir. Uçucu bileşik analizinde diğer bir alternatif ise kemosensör ve elektronik burundur. Analizin kolay ve ucuz olması gibi avantajlarının yanında zayıf seçicilik, sinyalde sapma ve neme duyarlı olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Morales ve ark., 2013).

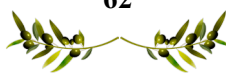
Gelişen analiz teknikleri bileşen ayırımını en üst seviyeye çıkarmayı hedeflemektedir. Çok boyutlu kromatografi ve kapsamlı iki boyutlu kromatografi bu gelişmelere örnek verilebilir. GC x GC teknikleri natürel zeytinyağında çok düşük konsantrasyonlarda bulunan anahtar aromaların tanımlanmasına olanak sağlamaktadır (Adahchour ve ark., 2005).

Ticari spektral kütüphaneler gittikçe daha eksiksiz ve spesifik hale gelmekte ve GC-MS'i rutin tanımlamalar için en çok kullanılan tekniklerden biri haline getirmektedir. Bununla birlikte, birkaç bileşik kütüphane veri tabanlarında henüz tarif edilmemiştir ve daha iyi algoritmik hesaplamalara rağmen, veri tabanları sadece hedef analiz için veya incelenen bileşikler bilindiğinde ve hali hazırda bilinen bir kütle spektrumuyla karakterize edildiğinde güvenilirlerdir (Silva ve ark. 2012).

Kimyasal, duyuşal ve fizyolojik yaklaşımlara dayanan yeni araştırmalar duyuşal değerlendirmeyi bir dereceye kadar vazgeçilmez hale getirecek ve duyuşal bilgilere tutarlılık ve birlik katacak, böylece natürel zeytinyağlarının duyuşal değerlendirmesini etkileyen mevcut karışıklık ve bulanıklığı önleyecektir (Morales ve ark., 2013).



- IOC, (2011). Sensory Analysis of Olive Oil. Method for the Organoleptic Assessment of Virgin Olive Oil. COI/T.20/Doc. no 15/Rev.
- İlyasoğlu H., Özçelik B., (2011). Zeytinyağının aroma bileşenlerine göre kemometrik yöntemlerle tanımlanması, itüdergisi/d Mühendislik Cilt: 10, Sayı: 2, 91-98.
- Kartal L.,(2015). Hatay ili zeytinyağlarının uçucu bileşen profilleri üzerinde çeşit ve olgunluğun etkisinin araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği, Hatay.
- Luna G., Morales M.T., Aparicio R., (2006). Characterization of 39 varietal virgin olive oils by their volatile compositions, Food Chemistry. 98 (2006) 243–252.
- Morales M. , Aparicio-Ruiz R, Aparicio R., (2013). Chromatographic Methodologies: Compounds for Olive Oil Odor Issues. Handbook of Olive oil.Chapter:8, 261-304.
- Rodrigues N. , Casal S., Pinho T., Peresa M. P., Bento A., Baptista P., Pereira J. A., (2019). Ancient olive trees as a source of olive oils rich in phenolic compounds. Food Chemistry 276, 231–239.
- Romero I.,García-González D.L., Aparicio-Ruiz R., Morales M.T.,(2015). Validation of SPME–GCMS method for the analysis of virgin olive oil volatiles responsible for sensory defects, Talanta. 134, 394–401
- Sales C., Cervera M.I., Gil R., Portolés T., Pitarich E., Beltran J., (2017). Quality classification of Spanish olive oils by untargeted gas chromatography coupled to hybrid quadrupole-time of flight mass spectrometry with atmospheric pressure chemical ionization and metabolomics-based statistical approach. Food Chemistry 216, 365–373.
- Sánchez-Ortiz A., Pérez A. G., Sanz C., (2013). Synthesis of aroma compounds of virgin olive oil: Significance of the cleavage of polyunsaturated fatty acid hydroperoxides during the oil extraction process. Food Research International 54, 1972–1978.
- Silva G. D.R. M., Freitas A.M.C., Cabrita M.J.B., Garcia R., (2012). Olive Oil Composition: Volatile Compounds, Olive Oil – Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions. 17-46.
- Smith ,R.M., (2004). Understanding Mass Spectra: A basic Approach. Second edition, Wiley Interscience, John Wiley and Sons, Inc. USA.
- Toker C.,(2009). Ayvalık zeytin çeşidinde Kuzey Ege Agroekolojik şartlarında meyve kalitesi ve aroma bileşenlerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar,(Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği,İzmir.
- Vichi S., (2010). Extraction Techniques for the analysis of Virgin Olive, Olives and Olive Oil Health and Disease Prevention. S: 615-623.
- Tena N, Lazzez A, Aparicio-Ruiz R, García-González DL.,(2007). Volatile compounds characterizing Tunisian Chemlali and Chétoui virgin olive oils, J. Agric. Food Chemistry. 55 (19), 7852–7858.
- Dhifi W., Angerosa F., Serraiocco A., Oumar I., Hamrouni I., Marzouk B., (2005).Virgin olive oil aroma: Characterization of some Tunisian cultivars, Food Chemistry, 93, 697–701.
- Pouliarekou E, Badeka A, Tasioula-Margari M, Kontakos S, Longobardi F, Kontominas MG (2011). Characterization and classification of Western Greek olive oils according to cultivar and geographical origin based on volatile compounds. J Chromatogr A 1218(42):7534–7542
- Ouni Y, Flamini G, Issaoui M, Nabil BY, Cioni PL, Hammami M, Douja D, ZarroukM(2011) Volatile compounds and compositional quality of virgin olive oil from Oueslati variety: influence of geographical origin. Food Chem 124(4):1770–1776.
- Kalua C.M., Allen M.S., Bedgood D.R. , Bishop A.G., Prenzler P.D., Robards K., (2007). Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review. Food Chemistry, 100, 273–286.
- Fernandes G. D., Ellis A. C., Ga' mbaro A., Barrera-Arellano I.D.,(2018). Sensory evaluation of high-quality virgin olive oil: panel analysis versus consumer perception. Current Opinion in Food Science, 21:66–71.
- Kara H.H., (2011). Farklı hasat dönemlerinde ve günün belli saatlerinde toplanan zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların uçucu aroma bileşenleri değişiminin araştırılması, (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Konuşkan D., Karayiyen A., (2011). Natürel zeytinyağındaki uçucu aroma bileşenleri ve duyu kalite üzerine etkileri. Gıda 36 (6): 357-364.
- Kaftan A., (2007). Farklı yöre zeytinlerinden elde edilen Natürel zeytinyağının duyu kalitesini oluşturan lezzet maddelerinden SPME/GC/MS ve lezzet profili analizi teknikleri kullanılarak belirlenmesi, (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Morales M. , Aparicio-Ruiz R, Aparicio R., (2013). Chromatographic Methodologies: Compounds for Olive Oil Odor Issues. Handbook of Olive oil.Chapter:8, 261-304.



## Küresel Zeytin ve Zeytinyağı Piyasasında Pazarlama Trendleri/Eğilimleri ve Türkiye'nin Konumu Üzerine Bir İnceleme

### *An Examination of Marketing Trends in the Global Olive and Olive Oil Market and the Position of Türkiye*

Dr. Gülce OLGUN SUSTA 

Tarım ve Orman Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bornova-İZMİR

Başvuru Tarihi / *Received*: 16.07.2025

/ Kabul Tarihi / *Accepted*: 20.10.2025

#### ÖZET

Bu çalışma, küresel zeytin ve zeytinyağı piyasalarındaki güncel üretim, tüketim ve dış ticaret trendlerini analiz etmektedir. Veri odaklı bu analiz, 2010-2025 dönemini kapsayan istatistikler ve projeksiyonlar ışığında, özellikle Türkiye'nin sektördeki konumunu, karşılaştığı zorlukları ve geleceğe yönelik stratejik potansiyelini incelemektedir. Analizler, Avrupa kıtasının zeytin üretimindeki hakimiyetini ve İspanya'nın lider rolünü teyit ederken, Türkiye'nin hem sofralık zeytin hem de zeytinyağı üretiminde payını istikrarlı bir şekilde artırdığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, küresel ölçekte yaşanan iklimsel sorunlar, jeopolitik krizler ve bunlara bağlı olarak ortaya çıkan rekor fiyat artışları döneminde Türkiye'nin iç dinamiklerini de dikkate alarak izlediği yörüngeyi incelemektedir. Çalışma, Türkiye'nin pazardaki yerini güçlendirmesi için katma değeri yüksek, markalı ürün ihracatına yönelmesi ve stratejik pazar çeşitlendirmesi yapması gerektiği sonucuna varmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytinyağı, Sofralık Zeytin, Pazarlama, Trendler

#### ABSTRACT

This study analyzes the current trends of production, consumption, and international trade in the global olive and olive oil markets. This data-driven analysis, in light of statistics and projections covering the 2010-2025 period, specifically examines Turkey's position in the sector, the challenges it faces, and its strategic potential for the future. While the analyses confirm the dominance of the European continent in olive production and Spain's leading role, they also reveal that Turkey has steadily increased its share in both table olive and olive oil production. However, it also examines the trajectory that Turkey has followed, taking into account its internal dynamics during a period of global climatic challenges, geopolitical crises, and the consequent record price increases. The study concludes that for Turkey to strengthen its market position, it must focus on the export of high value-added, branded products and engage in strategic market diversification.

**Keywords:** Olive Oil, Table Olives, Marketing, Trends

\* Sorumlu Yazar (*Corresponding author*) Dr. Gülce OLGUN SUSTA / E-posta: [gulceolgun@gmail.com](mailto:gulceolgun@gmail.com)



## GİRİŞ

Zeytin ve zeytinyağı, Akdeniz havzası başta olmak üzere dünya genelinde hem ekonomik hem de kültürel açıdan büyük bir öneme sahiptir. Son yıllarda küresel piyasalar, iklim değişikliğine bağlı üretim dalgalanmaları, jeopolitik gerilimler ve değişen tüketici alışkanlıkları nedeniyle önemli bir transformasyon sürecinden geçmektedir. Bu makale, sunulan veriler çerçevesinde, küresel zeytin ve zeytinyağı sektöründeki üretim ve dış ticaret dinamiklerini inceleyerek, bu dinamikler içinde Türkiye'nin rolünü ve performansını analitik bir bakış açısıyla ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Zeytin (*Olea europaea* L.), Akdeniz Havzası'na özgü bir tür olup, dünya genelinde mevcut zeytin ağacı varlığının yaklaşık %97'si bu bölge sınırları içerisinde bulunmaktadır. Türkiye'de Aydın, İzmir, Muğla, Balıkesir, Bursa, Manisa, Çanakkale, Mersin, Gaziantep ve Hatay gibi iller önemli zeytin üretim merkezleri olarak öne çıkmakla birlikte, zeytincilik faaliyetleri ülke genelinde 41 ile yayılmış durumdadır. Ülkemizde 300 binden fazla aile işletmesinin zeytin üretimiyle uğraştığı bilinmektedir. Zeytin ve zeytinyağı üretiminde Türkiye, dünya çapında söz sahibi ülkeler arasında yer almakta ve bu ürünler aynı zamanda önemli ihracat kalemleri arasında bulunmaktadır.

Zeytin, Anadolu coğrafyasında kökeni binlerce yıl öncesine dayanan ve "verimli hilal" bölgesinde tarımsal bir gelenek olarak yerleşmiş bir bitkidir. Kuzeybatı Mezopotamya, zeytinin anavatanı olarak kabul edilmekte olup, zeytin ve zeytinyağı tarih boyunca hem temel bir besin kaynağı hem de değerli bir ticari ürün olarak kullanılmaktadır. Son dönemde sağlıklı yaşam ve dengeli beslenme bilincinin küresel ölçekte artmasıyla birlikte, sofralık zeytin ve zeytinyağı üretimi ve tüketimi giderek daha büyük önem kazanmıştır. Zeytincilik sektörü, tarım ekonomisi içerisindeki yeri itibarıyla tartışılmaz bir öneme sahiptir. Ülkemizde zeytinlikler, toplam tarım alanlarının yaklaşık %3'ünü ve meyve alanlarının ise %25'ini oluşturmaktadır (TÜİK, 2024).

Türkiye, zeytinyağı ve sofralık zeytin üretiminde çifte güç konumundadır ve piyasa büyük ölçüde iç tüketim tarafından yönlendirilmektedir. İç pazarda organik veya coğrafi işaretli olarak farklı şekillerde ayrılan premium ürünlerden ziyade geleneksel zeytin/zeytinyağı ürünleri hakimdir ve zeytinyağı Türk diyetinde temel bir role sahiptir. Ancak ihracat hedefleri hâlâ gelişmekte olan bir aşamadır ve küresel pazarlarda yükselen bir rakip konumundadır.

## KÜRESEL ÜRETİM VE TÜKETİM DİNAMİKLERİ

### Üretim Trendleri

Dünya genelinde yaklaşık 11,5 milyon hektar alanda, başta Akdeniz ülkeleri olmak üzere 50'den fazla ülkede

zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yıllık ortalama üretim, yaklaşık 3,1 milyon ton zeytinyağı ve 2,7 milyon ton sofralık zeytin düzeyindedir. Türkiye'de ise özellikle Ege Bölgesi illeri başta olmak üzere Bursa, Antalya, Adana, Kilis, Hatay, Tekirdağ, Mersin, Gaziantep, Kahramanmaraş ve Osmaniye gibi iller zeytin üretiminin yoğunlaştığı bölgeler olarak dikkat çekmektedir. 2024/2025 üretim sezonu Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Rekolte Tahmin Ulusal Resmi Heyet Raporu'na göre, Türkiye'nin toplam zeytin ağacı varlığı 204 milyonu aşmış olup, yaklaşık 3,6 milyon ton tane (ham) zeytin üretimiyle dünya zeytin üretiminde en önemli aktörler arasında yer almaktadır (EİB, 2024).

Dünyada her yıl ortalama 22 milyon ton ham zeytin ve 3 milyon ton zeytinyağı üretilmektedir. Türkiye ile birlikte, İspanya, İtalya, Yunanistan, Tunus, Mısır, Fas ve Cezayir küresel tane zeytin üretiminde önemli ülkeler arasında bulunmaktadır. Dünya'da zeytin üretimi coğrafi olarak belirli bölgelerde yoğunlaşmıştır. 2013-2023 dönemi ortalamalarına bakıldığında, üretimin büyük bir kısmının Akdeniz havzasında yer alan ülkelerde gerçekleştiği görülmektedir. Avrupa, %60,2'lik pay ile lider konumdadır. Onu sırasıyla Afrika (%20,2), Asya (%15,8) ve Amerika kıtası (%3,5) takip etmektedir.

Toplam tane zeytin üretiminde, 2010-2023 ortalaması dikkate alındığında, İspanya'nın yaklaşık 7 milyon tonluk üretimiyle açık ara liderliğini sürdürdüğü görülmektedir. İspanya'yı sırasıyla Yunanistan, İtalya ve Türkiye izlemektedir (Şekil 1), (Anonim, 2024a).

İklim değişikliği, kuraklık, şiddetli yağışlar, seller, dolu fırtınaları, don olayları, sis, kasırgalar, toprak kaymaları ve orman yangınları gibi aşırı hava olaylarının frekans ve şiddetinde kayda değer artışlara yol açmaktadır. Her ne kadar zeytin ağacı kuraklığa dayanıklı bir tür olarak bilinse de, büyüme periyodunda yaşanan şiddetli kuraklık stresi, ağaçların gelişimini ve verim düzeyini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu durum, bölgedeki zeytin yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği açısından ciddi riskler barındırmaktadır.

Uzun yıllar (1994-2023) küresel zeytin üretim miktarı ile hasat edilen alan arasında korelasyon gösteren bir trend gözlemlense de, özellikle 2018-2023 döneminde üretimdeki dalgalanmaların, verimlilik ve iklim koşullarına bağlı arz şoklarının bir yansıması olduğu anlaşılmaktadır. Toplam tane zeytin üretiminde açık ara farkla lider olan İspanya'nın üretim miktarının 2018 yılında yaklaşık 9,8 milyon ton düzeyinden 2019 yılında yaklaşık 5,9 milyon ton düzeyine gerilemesi, 2021 yılında 8,2 milyon ton düzeyinde olan üretim miktarının ise 2022 yılında yaklaşık 3,9 milyon ton



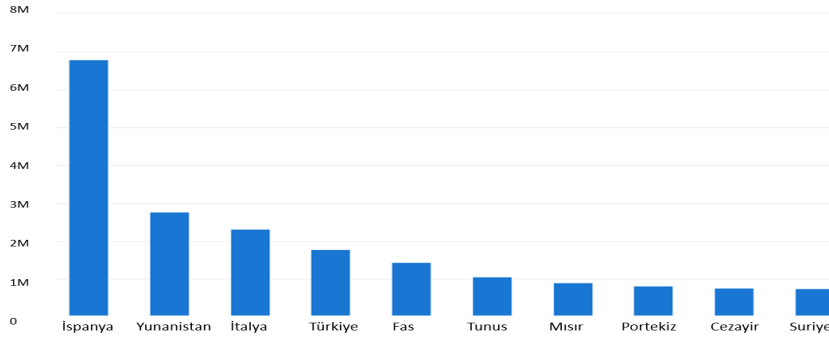
düzyeyine gerilemesi küresel zeytin ve zeytinyağı piyasasında deprem etkisi yaratmış; arz-talep dengesinin bozulması nedeniyle tüm dünyada zeytin yağ fiyatları tarihi rekor seviyelere ulaşmıştır (Şekil 2.), (Anonim, 2024a).

Birincil tarımsal bir ürün olan ham zeytin, zeytinyağı ve sofralık zeytin olmak üzere iki farklı nihai ürün kategorisine dönüştürülerek ekonomik döngüye dahil edilmektedir. Bu temel ayırım, sektördeki üretim ve pazar dinamiklerini analiz

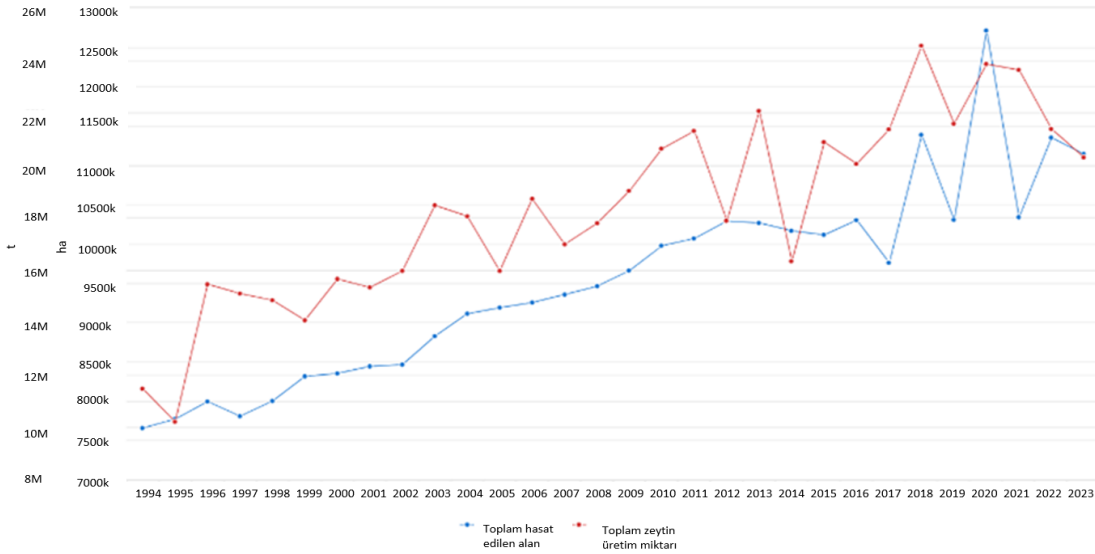
etmek için standart bir yaklaşımdır. Nitekim, Uluslararası Zeytin Konseyi (IOC) gibi küresel otoriteler de dünya genelindeki üretim, tüketim ve ticaret verilerini bu iki ana kategori üzerinden derleyip raporlamaktadır.

### Sofralık Zeytin Üretimi

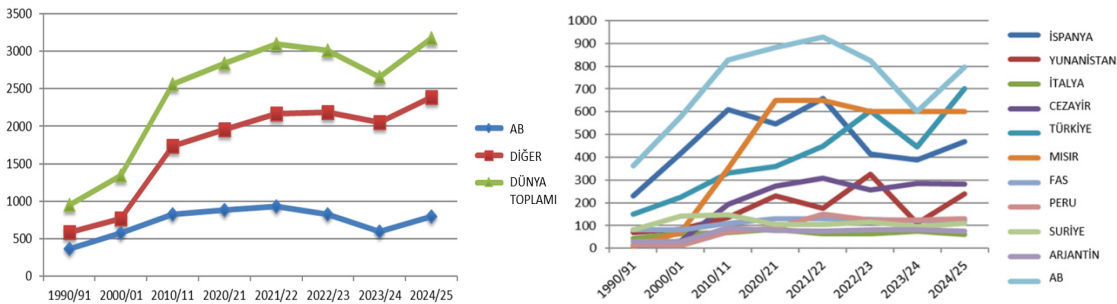
Türkiye küresel sofralık zeytin üretimindeki payını son 35 yıl içinde %16 seviyesinden %22 seviyesine çıkarmıştır.



Şekil 1. Toplam Tane Zeytin Üretim Miktarı (2010-2023 ortalaması)



Şekil 2. Dünya tane zeytin üretimi (ton) ve hasat edilen alan (ha)



Şekil 3. Küresel Sofralık Zeytin Üretimi (1000 ton)



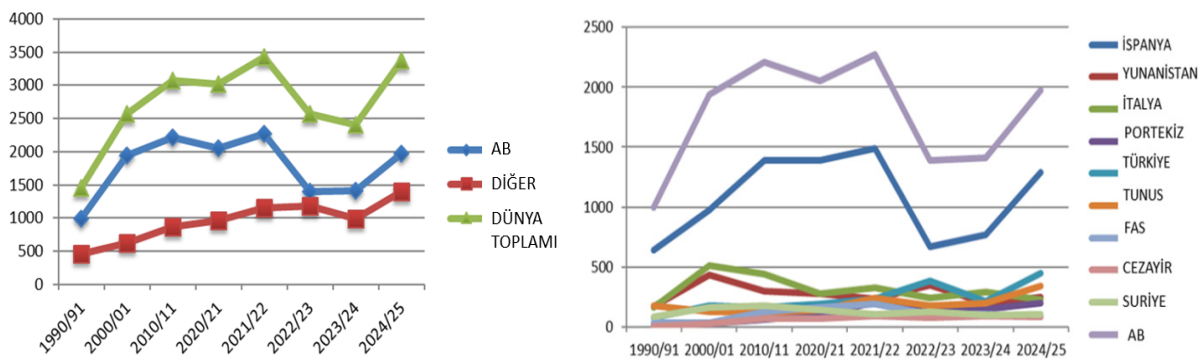
Küresel sofralık zeytin üretiminde, 1990-2025 dönemini kapsayan veriler detaylı incelendiğinde, kayda değer yapısal dönüşümler yaşandığı gözlemlenmektedir (Şekil 3). Dünya toplam sofralık zeytin üretimi bu 35 yıllık süreçte yaklaşık 1 milyon tondan 3,2 milyon tona yükselerek üç kattan fazla bir artış sergilemiş ve bu büyümenin temel itici gücünü AB dışındaki üretici ülkeler oluşturmuştur. Avrupa Birliği'nin üretimi 1990'daki 300 bin ton seviyesinden 2010 yılına kadar istikrarlı bir artış göstererek 800 bin tona ulaştıktan sonra, 2010-2025 döneminde 800-900 bin ton bandında görece durağan bir seyir izlemiştir. Buna karşılık, AB dışındaki üretici ülkelerin toplam üretimi aynı dönemde 600 bin tondan 2,4 milyon tona yükselerek yaklaşık dört kat artış kaydetmiş ve 2025 itibarıyla küresel üretimin %75'ine yakın payına sahip olmuştur. Bu gelişmeler, küresel sofralık zeytin üretiminde coğrafi dağılımın AB lehinden AB dışı ülkelere lehine önemli ölçüde değiştiğini ve sektörün büyüme dinamiğinin öncelikle Akdeniz havzasındaki geleneksel AB dışı üretici ülkeler ile yeni pazara giren ülkelerin üretim kapasitesi artışlarından kaynaklandığını ortaya koymaktadır.

Ülke bazında sofralık zeytin üretimi verileri analiz edildiğinde, sektörde belirgin bir liderlik değişimi ve üretimde dalgalanmanın yüksek olduğu görülmektedir. Türkiye 1990-1991 sezonunda %16 seviyesinde olan küresel sofralık zeytin üretimindeki payını, 2024-2025 sezonuna gelindiğinde %22'ye yükseltmeyi başarmıştır. Öte yandan

Mısır, Cezayir gibi üretici ülkelerin kapasitelerini geliştirmesi ile İspanya aynı dönemde üretimdeki payını %24'den %15'e düşürmüştür. Türkiye, 1990'lardaki 150 bin ton seviyesinden başlayarak 2010'lu yıllarda 850-950 bin ton bandına ulaşarak sektörün en büyük üreticisi konumuna yükselmiş, ancak 2023'te 600 bin tona gerilemiş ve 2024-2025'te tekrar 800 bin ton seviyesine çıkmıştır. İspanya, geleneksel olarak istikrarlı bir üretim profili sergileyerek 1990'daki 200 bin tondan 2025'te 700 bin tona yükselmiş ve sektörün en tutarlı performans gösteren üreticisi olarak öne çıkmıştır. Mısır, 2000'li yılların ortasından itibaren kayda değer bir büyüme trendi yakalayıp 2020'lerden sonra 600-650 bin ton kapasiteye ulaşmış ve küresel üretimde üçüncü sıraya yerleşmiştir. Yunanistan'ın üretimi 100-300 bin ton bandında dalgalanırken, İtalya, Cezayir, Fas, Peru, Suriye ve Arjantin'in üretimleri 50-150 bin ton aralığında seyretmiştir. Bu durum, sofralık zeytin üretiminin coğrafi olarak Akdeniz havzası ve Kuzey Afrika ülkelerinde yoğunlaştığını, üretim miktarlarının iklimsel faktörlerden önemli ölçüde etkilendiğini ve sektörde Türkiye'nin volatil ancak öncül, İspanya'nın ise istikrarlı bir büyüme modeli izlediğini ortaya koymaktadır (Anonim 2024b).

### Zeytinyağı Üretimi

Türkiye küresel zeytinyağı üretimindeki payını son 35 yıl içinde %5,5 seviyesinden %13 seviyesine çıkarmıştır.



Şekil 4. Küresel Zeytinyağı Üretimi (1000 ton)



Zeytinyağı üretimi verilerinin 1990-2025 dönemindeki seyri incelendiğinde, küresel üretimde kayda değer bir büyüme trendi ve bölgesel üretim dengelerinde önemli değişimler yaşandığı tespit edilmektedir (Şekil 4). Dünya toplam zeytinyağı üretimi 1990'da 1,4 milyon ton seviyesinden başlayarak 2021'de 3,5 milyon ton zirvesine ulaşmış, sonrasında 2023'te 2,5 milyon tona gerilemiş ve 2024-2025'te tekrar 3,4 milyon ton seviyesine yükselmiştir. Avrupa Birliği'nin üretimi 1990'daki 1 milyon tondan 2010'da 2,25 milyon tona yükseldikten sonra, 2021'de 2,3 milyon ton zirvesini yakalamış, ancak 2023'te 1,4 milyon tona düşerek 2024-2025'te 2 milyon ton seviyesinde seyretmiştir. AB dışı ülkelerin toplam üretimi ise 1990'daki 400 bin tondan istikrarlı bir artış göstererek 2024-2025'te 1,4 milyon tona ulaşmıştır. Bu veriler, zeytinyağı sektöründe AB'nin hâlen baskın konumunu sürdürdüğünü ancak üretim miktarında belirgin değişkenlikler yaşadığını, AB dışı ülkelerin ise daha istikrarlı bir büyüme trendi sergilediğini ve küresel zeytinyağı üretiminin sofralık zeytin üretimine göre daha volatil olduğunu göstermektedir.

Ülkeler bazında zeytinyağı üretim verileri incelendiğinde, sektörde belirgin bir coğrafi yoğunlaşma ve üretim liderliğinde net bir hiyerarşi bulunduğu görülmektedir. Öte yandan zeytinyağı üretiminde dünya devi olan İspanya, miktar olarak açık ara lider konumunu korumasına rağmen oransal olarak üretimdeki payını 35 yıllık süreç içinde %44 seviyesinden %38'ü düşürmüştür. İspanya 1990'daki 600 bin ton seviyesinden 2020'li yıllarda 1,4-1,5 milyon ton kapasiteye ulaşarak dünya üretiminin yaklaşık %40-45'ini karşılamakta, ancak 2022-2023 döneminde 600-700 bin tona gerilemiş ve 2024-2025'te 1,3 milyon ton seviyesine toparlanmıştır. İtalya, 1990'lardan itibaren 300-500 bin ton bandında istikrarlı bir üretim profili sergileyerek küresel üretimde ikinci sırada yer almış ve AB içerisinde İspanya'dan sonraki en önemli üretici konumunu sürdürmüştür. Yunanistan'ın üretimi 200-400 bin ton aralığında dalgalanırken, Türkiye 200-400 bin ton kapasiteyle AB dışında en büyük üretici olarak öne çıkmıştır. Portekiz, Tunus, Fas, Cezayir ve Suriye'nin üretimleri 100-300 bin ton bandında seyretmiş ve bu ülkeler küresel zeytinyağı arzında tamamlayıcı roller üstlenmişlerdir. Bu bulgular, zeytinyağı üretiminin coğrafi olarak

Akdeniz havzasında merkezileştiğini ve pazarın geleneksel üreticiler arasında paylaşıldığını göstermektedir. Bu yapı içerisinde İspanya, sektöre yön veren ana aktör konumundadır. Ayrıca, üretim miktarlarının iklimsel şoklara karşı gösterdiği yüksek hassasiyet, sektörün genel kırılganlığına işaret etmektedir (Anonim 2024b).

### Küresel Tüketim ve Dış Ticaret Dinamikleri

Uzun yıllar grafiği ele alındığında küresel zeytinyağı tüketimi, üretimin belirgin şekilde düşüş kaydettiği sezonlar haricinde, sürekli artan bir trendi izlemektedir. Zeytinyağı tüketimi basit bir beslenme davranışından ziyade, kültürel gastronomi sistemlerinin karmaşık bir bileşkesi olarak değerlendirilmelidir. Yüksek tüketime sahip ülkeler, zeytinyağını sadece bir besin/enerji kaynağı olarak değil, kültürel kimliklerinin ayrılmaz bir parçası olarak görmektedirler.

Küresel zeytinyağı tüketiminin yaklaşık %43'ü Avrupa Birliği ülkeleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu durum, önde gelen üretici ülkelerden olmaları dışında, Akdeniz diyetinin AB ülkelerindeki yaygınlığı ve zeytinyağının bu bölgelerdeki geleneksel mutfak kültürünün ayrılmaz bir parçası olmasıyla açıklanabilmektedir. Bu ülkelerde zeytinyağı, yalnızca bir pişirme malzemesi değil, "sıvı altın" olarak adlandırılan ve kültürde kutsal bir yere sahip olan bir unsurdur. ABD %14'lük pay ile ikinci sırada yer alırken, bu oran Amerika'da artan sağlık bilincinin ve Akdeniz diyetine olan ilginin bir yansıması olarak değerlendirilebilmektedir. Amerika'da toplam tüketim miktarının yüksek olması, büyük nüfus ve artan sağlık bilincinin sonucuyken, kişi başına düşük tüketim miktarı (1,17 kg/yıl) geleneksel Amerikan mutfağında zeytinyağının periferik konumunu yansıtmaktadır. Türkiye ise küresel zeytinyağı üretim miktarından yaklaşık %5 kadar bir pay almaktadır. Kişi başı tüketim miktarı ise 2,30 kg/yıl ile geleneksel üretici ülkeler içinde görece düşük kalmaktadır (Yunanistan:10,58 kg, İspanya:9,37 kg ve İtalya:6,68 kg).

Dünya zeytinyağı ithalatının yaklaşık %80'i yedi ana pazar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu pazarlar arasında ABD %35'lik pay ile liderdir ve onu AB (%17), Brezilya (%8), Japonya (%6),



Kanada (%5), Çin (%4) ve Avustralya (%3) izlemektedir. ABD 1990 yılında %29 olan küresel ithalattaki payını 2025 yılı itibariyle %33'e çıkarmıştır. 2023-2024 sezonunda ithalata konu olan zeytinyağları (yaklaşık 849,8 bin ton) kalite bazında ele alındığında yaklaşık %76'sının sızma kategorisinde yer aldığı, ikinci kalite yağlar ve pirina yağının ise sırasıyla yaklaşık %17 ve %7'lik bir paya sahip olduğu görülmektedir. Dolaşımdaki yağın yaklaşık %30'u (yaklaşık 240,9 bin ton) İspanya tarafından ihraç edilmiştir. İspanya'nın ihraç ettiği yağın yaklaşık %61'i sızma kategorisinde yer almaktadır. Türkiye ise aynı dönemde yaklaşık 64,4 bin ton zeytinyağı ihraç etmiştir. Bu miktarın yaklaşık %66'sı sızma yağ kategorisinde yer almaktadır (Anonim 2024b).

Zeytinyağı ticaret akışında net ithalatçı ülkeler ele alındığında ABD açık ara fark ile öne çıkmaktadır. ABD'nin 2023/2024 sezonunda zeytinyağı ihracatı yaklaşık 362,6 bin ton olup, önceki yıla göre %1,2 artış kaydetmiştir (Çizelge 1). İspanya, İtalya, Türkiye, Tunus, Arjantin ABD'nin toplam ithalatının yaklaşık %91'ini karşılamaktadır. Türkiye

İspanya ve İtalya'dan sonra pazardaki %11,4'lük payı ile üçüncü sırada yer almaktadır. ABD'nin zeytinyağı ithalatının yaklaşık %70'i sızma zeytinyağı, %24'ü ikinci kalite zeytinyağı ve %6'sı pirina yağından oluşmaktadır. Fakat Türkiye'den ABD'ye ithal edilen yağın büyük bir çoğunluğu (yaklaşık %69) ikinci kalite yağlar kategorisinde yer almakta, bunun da neredeyse tamamı 18 kg ve üzeri variller ile dökme olarak gönderilmektedir (Anonim 2024b).

Çizelge 2'de zeytinyağı ihracatında önde gelen AB ülkelerinin AB dışı ülkelere yaptıkları ihracatın hacim ve toplam değerini göstermektedir. Bu tablodan hareketle ihracat birim fiyatları hesaplandığında yıllar itibariyle birim fiyatların tüm ülkelerde arttığı görülmektedir. Birim fiyatlar açısından 2018-2019 sezonu incelendiğinde, en düşük fiyatın 3314€/ton ile İspanya'da, en yüksek fiyatın ise 4527€/ton ile İtalya'da olduğu kaydedilmiştir. İhraç birim fiyatları 2024-2025 sezonu itibarıyla değerlendirildiğinde, en düşük fiyatın 7821€/ton ile Portekiz'e, en yüksek fiyatın ise 9341€/ton ile İtalya'ya ait olduğu görülmektedir.

**Çizelge 1.** Küresel Zeytinyağı Ticaretinde İthalatçı Ülkeler ve İthalat Miktarları (ton)

	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024	Ort.	Değişim (%)
AVUSTRALYA	31263	31898	36203	35877	33884	27531	28945	31817	↑5.1
BREZİLYA	76433	86089	103903	106357	103297	91020	81194	88484	↓-10.8
KANADA	46924	46502	57402	57912	53612	47955	50105	49986	↑4.5
ÇİN	37870	45871	50641	45505	49467	34137	19144	40246	↓-43.9
JAPONYA	55462	68980	69753	59166	62340	52120	45556	58500	↓-12.6
ABD	310769	346744	391117	379538	399153	358456	362618	356662	↑1.2
AB-DIŞI	182162	147147	252475	167643	150652	176148	204779	171673	↑16.3
TOPLAM	740881	773231	961493	851998	852405	787368	792342	797368	↑0.6

**Çizelge 2.** Yıllar itibarıyla AB dışına zeytinyağı ihracat hacim (ton) ve değeri (milyon €)

	2018/2019		2019/2020		2020/2021		2021/2022		2022/2023		2023/2024		2024/2025 *	
	Hacim	Değer	Hacim	Değer	Hacim	Değer	Hacim	Değer	Hacim	Değer	Hacim	Değer	Hacim	Değer
İspanya	400 231	1 327.0	475 922	1 359.1	464 555	1 452.9	467 642	1 870.6	316 517	1 753.6	332 487	2 893.5	74 062	585.0
İtalya	210 590	953.5	231 002	909.7	222 481	943.9	234 797	1 158.9	186 600	1 221.0	189 605	1 839.1	46 099	430.7
Portekiz	65 005	263.5	80 359	280.7	76 069	284.9	72 677	329.1	59 036	373.6	55 122	524.6	13 873	108.5
Yunanistan	22 218	95.1	23 166	92.0	24 551	102.5	24 541	122.4	23 290	144.6	19 643	175.4	5 416	42.6
Diğer	10 843	56.6	10 590	53.3	16 189	71.4	20 466	97.7	16 774	100.8	11 543	103.7	3 036	28.4
Toplam	708 887	2 695.7	821 038	2 694.7	803 845	2 855.5	820 122	3 578.6	602 217	3 593.6	608 400	5 536.4	142 486	1 195.3

\*2024/2025 yılı verileri ekim-aralık ayı arası dönemi esas almaktadır.



Çizelge 3. Yıllar itibarıyla AB içine zeytinyağı ihracat miktar (ton) ve değeri (milyon €)

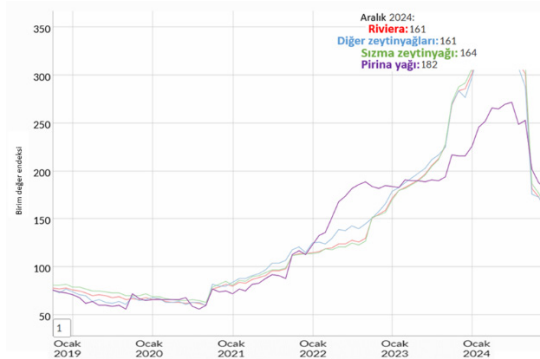
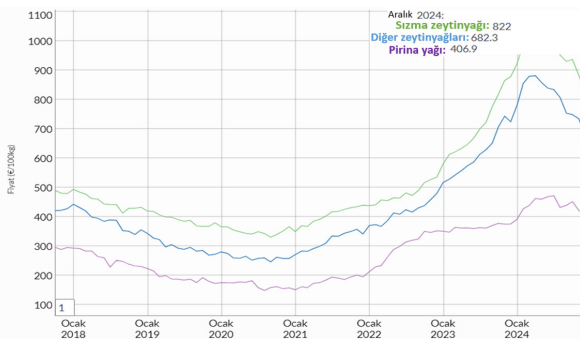
	2018/2019		2019/2020		2020/2021		2021/2022		2022/2023		2023/2024		2024/2025 *	
	Hacim	Değer	Hacim	Değer	Hacim	Değer	Hacim	Değer	Hacim	Değer	Hacim	Değer	Hacim	Değer
İspanya	631 942	1672.0	645 919	1446.3	644 003	1742.9	622 710	2 110.3	422 334	2 155.6	418 495	3 146.6	113 646	681.4
İtalya	90 965	289.3	138 383	360.4	148 876	484.8	112 768	450.2	223 415	1 207.0	80 425	669.2	35 350	232.6
Portekiz	94 030	261.9	128 163	306.0	114 255	301.3	183 054	585.6	120 473	537.8	163 206	1 056.1	71 295	379.2
Yunanistan	96 509	413.9	125 092	459.1	126 586	499.2	123 899	574.8	111 028	678.3	105 982	1 001.2	15 260	142.3
Diğer	22 923	110.4	23 842	109.4	23 606	110.1	22 424	110.7	25 094	151.7	25 145	219.0	3 532	32.5
Toplam	936 369	2747.5	1 061 398	2 681.1	1 057 327	3 138.3	1 064 855	3 831.6	902 344	4 730.4	793 254	6 092.0	239 083	1 467.9

\*2024/2025 yılı verileri ekim-aralık ayı arası dönemi esas almaktadır.

Çizelge 3’de ise söz konusu ülkelerin AB içindeki diğer ülkelere olan ihracat hacim ve toplam değeri yer almaktadır. AB içi ihracat verilerine göre 2018-2019 sezonunda, en düşük birim fiyat 2645€/ton ile İspanya’da görülürken, en yüksek birim fiyat 4288€/ton ile İtalya tarafından kaydedilmiştir. AB içi pazarda 2024-2025 sezonu itibarıyla en düşük ihraç birim fiyatının 5319€/ton ile Portekiz’e, en yüksek fiyatın ise 9325€/ton ile İtalya’ya ait olduğu tespit edilmiştir. İki tablo karşılaştırıldığında ortaya çıkan dikkat çekici sonuçlardan biri; İtalya’nın zeytinyağı birim satış fiyatının diğer ülkeler ile kıyaslandığında belirgin bir şekilde yüksek olması, bir diğeri ise AB içine satış fiyatlarının AB dışı ile kıyaslandığında görece düşük olmasıdır. Ancak AB dışı/AB içi fiyat paritesi arasındaki makas ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Örneğin İspanya ve Yunanistan için bu parite sırası ile 1,25 ve 1,27 iken, İtalya için bu oran yaklaşık 1 seviyesindedir. Başka bir deyişle İtalya sahip olduğu marka değeri ve pazardaki avantajlı konumu sayesinde birlik içinde dahi, birim fiyatını aşağı çekmek durumunda

kalmamakta, “İtalyan zeytinyağı” küresel piyasalarda belirli bir fiyat seviyesine tutunmuş ve bu değeri korumaktadır (Anonim 2024b).

Sol üstteki şekilde Ocak-2018 ile Aralık-2024 döneminde küresel piyasalarda kalite kategorisine göre zeytinyağı fiyatları yer almaktadır. Beklenildiği üzere zeytinyağı kalite sınıflarında en yüksek mertebeye yer alan sızma zeytinyağı tüm yıllar için diğer ikinci kalite yağlara ve pirina yağına göre yüksek seyretmiştir (Şekil 5). Piyasalarda 2018-2020 döneminde gözlemlenen düşüş trendinin, 2020 yılının ortalarından itibaren yerini sürekli bir artış eğilimine bıraktığı görülmüştür. Her üç kalite kategorisi için de fiyat artışının başlangıç noktasının 2020 yılının ikinci yarısı olduğu belirlenmiştir. Özellikle 2022-2023 döneminde gözlenen hızlı artış, küresel arz-talep dengesizliklerini yansıtmaktadır. Küresel rekoltenin 2024-2025 sezonunda, özellikle İspanya’daki yüksek zeytin rekoltesi nedeniyle bir arz fazlası oluşturduğu ve bu durumun fiyatlarda aşağı yönlü bir ivmelenmeye yol açtığı anlaşılmaktadır.

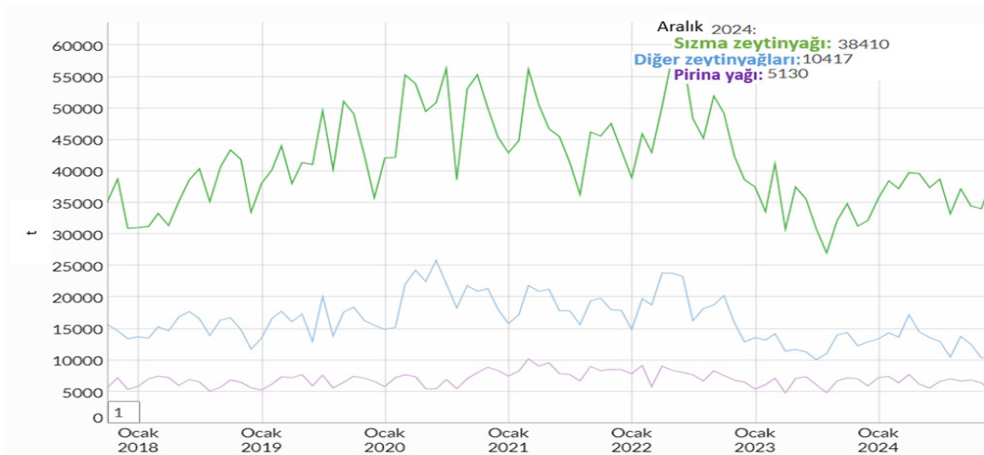


Şekil 5. Kalite sınıflarına göre küresel piyasada zeytinyağı fiyatları ve birim fiyat endeksi



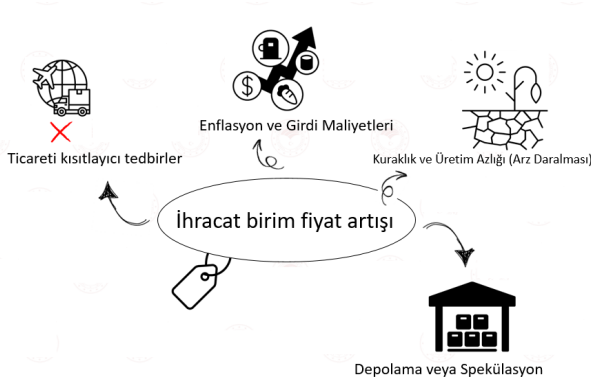
Sağ üstteki şekilde Ocak-2019 ile Aralık 2024 yılları arasında zeytinyağı kalite kategorilerine göre 2018 yılı ortalaması referans alınarak oluşturulmuş birim fiyat endeks grafiği görülmektedir. Fiyatların, 2018-2020 arası "bolluk yılları" olarak adlandırılan dönemde İspanya ve İtalya'daki iyi rekolte koşulları sayesinde düşük seviyelerde tutulduğu, ancak 2020 sonrası dönemde COVID-19 pandemisinin yarattığı talep artışı, evde kalma süreçleri ve sağlıklı beslenme trendleri ile bir yükselişin tetiklendiği görülmektedir. Agresif fiyat artışının yaşandığı 2021-2023 döneminde ise pek çok faktörün etkili olduğu anlaşılmaktadır: Akdeniz bölgesindeki iklim krizi, aşırı sıcaklık dalgaları, kuraklık, don olayları ve "Xylella Fastidiosa" bakterisinin yol açtığı hastalıklar küresel arzı daraltmış, Ukrayna-Rusya savaşı sonrası artan enerji ve gübre maliyetleri ise durumu daha da ağırlaştırmıştır. Özellikle pirina yağı fiyatının 2022-2023'te diğer zeytinyağlarından daha hızlı yükselmesi, Ukrayna-Rusya ayçiçeği krizinin yarattığı ikame talebini yansıtmaktadır; ayçiçeği yağı arzının çökmesiyle gıda endüstrisi acil alternatiflere yönelirken pirina yağı bu boşluğu doldurmuştur. Fiyatların 2024 sonu itibarıyla dengelenmeye başlamasının, spekülasyonların azalması ve yeni hasat sezonunda küresel rekoltenin görece iyi olmasıyla ilişkili olduğu ve bu durumun hafif bir düşüşü beraberinde getirdiği görülmektedir (Anonim 2024b).

Şekil 6'da yine aynı dönem için dış ticarete konu olan zeytinyağı hacmi, yağ kalitesi ayırımında görülmektedir. Ticaret hacminde 2020-2021 döneminde gözlemlenen zirvenin, pandemi sürecinde artan sağlık bilinci ve gıda güvenliği kaygılarının zeytinyağı talebini önemli ölçüde artırdığı dönemle örtüştüğü anlaşılmaktadır. Küresel zeytinyağı üretiminde 2023 yılında yaşanan dramatik düşüşün, Akdeniz havzasında meydana gelen kuraklık, don ve diğer iklimsel faktörlerin üretimi ciddi oranda etkilediği kritik bir dönüm noktası olduğu belirtilmektedir. Bu düşüş, yalnızca arz tarafındaki kısıtlamaların değil, aynı zamanda fiyat artışlarının neden olduğu talep erozyonunun da bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Piyasada 2024 yılında gözlemlenen toparlanmanın bir dengelenme çabasının yansıttığı, ancak ticaret hacmi seviyesinin hala önceki zirvelerden önemli ölçüde düşük kalmasının, küresel zeytinyağı piyasasının henüz tam bir normalleşme sürecine girmediğini gösterdiği ifade edilmektedir. Sızma kategorisinin baskın payı, küresel tüketici tercihlerinin premium kalite yönündeki evrimini yansıtırken, toplam dolaşım hacmindeki dalgalanma, iklim değişikliğinin Akdeniz tarımsal sistemleri üzerindeki artan baskısını ve küresel gıda güvenliğindeki yapısal kırılanlıkları ortaya koymaktadır. Öte yandan Türkiye'de 2021, 2022, 2023 ve 2024 yıllarını kapsayan süreç içinde dönemsel olarak dökme varilli zeytinyağına ihracat yasak tedbirleri uygulandığına da dikkat çekmek gerekmektedir.



Şekil 6. Kalite sınıflarına göre küresel piyasalarda ticarete konu olan zeytinyağı miktarı (ton)





Şekil 7. Küresel zeytinyağı piyasasında fiyatı etkileyen unsurlar

Küresel piyasalarda zeytinyağı fiyat artışlarının arkasında hem doğal (iklim), hem ekonomik (maliyet, spekülasyon hareket), hem de politik (ticaret kısıtlamaları) faktörler mevcuttur. Bu çok katmanlı etki mekanizması, piyasanın denge noktasını oluşturmaktadır. Türkiye’de işçilik ve yakıt başta olmak üzere ilaç, gübre vd. üretim girdileri fiyatları sürekli artış eğilimindedir. Yalnızca Türkiye’de değil İspanya’da işçilik giderleri çiftçilerin belini bükten bir maliyet unsuru olarak görülmektedir. Zeytin hasadı hâlâ büyük ölçüde emek-yoğun bir süreç ve kalifiye işçi bulmak giderek zorlaşmaktadır. Bu sadece hasat döneminde değil, yıl boyunca süren (budama vb. kültürel işlemler) yapısal bir problem olarak karşımızda durmaktadır. Tarım sektöründe ortalama yaşın 60 yaşa yaklaştığı gerçeği ile birleştiğinde işçi bulamamak, bulunan işçilere yüksek ücret ödemek zorunda kalmak anlamına gelmektedir. Bu durum zeytin çiftçisini artan maliyetlerin bedelini fiyatlara yansıtması anlamına gelmektedir. Öte yandan sadece bahçede üretim aşamasında değil, fabrikada yağ sıkım aşamasında da işçilik ve elektrik maliyet artışları fiyatları yukarı yönlü tetikleyen önemli etkenlerdendir.

Bir diğer önemli faktör küresel üretimin %30’undan fazlasını karşılayan İspanya’da kuraklığa bağlı, İtalya’da ise yine iklim değişikliği ile bağlantılı olduğu bilinen “Xylella fastidiosa” salgınları nedeniyle yaşanan üretim düşüklüğüne bağlı arz şoklarıdır. Bu faktörün uluslararası fiyatlara etki eden diğer faktörler arasında etki gücü en yüksek faktör olduğu değerlendirilmektedir.

Öte yandan depolama ve spekülasyon hareketleri de piyasada fiyat oluşumundaki dengeleri bozucu etki etmektedir. Avrupa’da üretim daralmasının olduğu yıllarda, iç piyasada rekoltenin beklenenin çok

üzerinde gelmesi; öyle ki 2022-2023 ardından 2024-2025 sezonunda zeytin üretiminde rekor üzerine rekor kırılmış olması, uluslararası fiyatların da agresif bir şekilde yukarı ivmelenmesi ile bazı çiftçilerin fiyatların daha yükseleceği beklentisi ile ürününü stoklama davranışı içine girmesine sebep olmuştur.

Fiyatlar üzerinde rol oynayan bir diğer faktörün de ticareti kısıtlayıcı tedbirler özellikle de dökme/varillli zeytinyağı ihracatına getirilen yasaklar olduğu değerlendirilmektedir. Türkiye uluslararası piyasada önemli bir aktördür ve ihracatın çok büyük kısmını da dökme olarak gerçekleştirmektedir. Söz konusu yasaklar (Mart-Ekim 2021, Mart-Temmuz 2022, Ağustos-Ekim 2023, Şubat-Eylül 2024) özellikle de İspanya ve İtalya’daki arzın oldukça düştüğü dönemler ile de çakışmaktadır. Doğal olarak bu durum küresel piyasalarda arz-talep dengesini, dolayısıyla da uluslararası fiyatları etkilemektedir (Şekil 7.).

Aralık 2024 itibarıyla, AB dışı ithalatçı ülkeler arasında en ucuz sızma zeytinyağı 619 euro/100 kg ile Çin’e satılırken, en pahalı yağ 815,6 euro/100 ile Rusya’ya satılmaktadır. AB içi ithalatçı ülkelere bakıldığında en ucuz sızma zeytinyağı 501 euro/100 kg ile İtalya’ya satılırken, en pahalı yağ 600,4 euro/100 ile Fransa’ya satılmaktadır. Görüldüğü üzere AB dışı ihrac fiyatları AB içi ülkelere göre yaklaşık %25-35 daha yüksektir.

Zeytinyağı üretiminin küresel merkezleri arasında yer alan İspanya, İtalya, Yunanistan ve Portekiz, sadece üretim miktarlarıyla değil, aynı zamanda ürünün fiyatlandırılması, kalite sınıflandırması ve dış ticaret stratejileri açısından da belirleyici ülkeler konumundadır. Bu ülkelerde zeytinyağı ticareti, büyük ölçüde organize borsalar ve kooperatif birlikleri aracılığıyla yürütülmektedir. Örneğin İspanya, Jaén borsası için 2011-2012 ve 2023-2024 yıllarını kapsayan dönem ele alındığında fiyatların €174,3 / 100 kg ile €902,5 / 100 kg arasında değiştiği görülmektedir. İtalya, Bari borsası için aynı dönemde fiyatlar €230 / 100 kg ile Maksimum fiyat: €968 / 100 kg arasında değişmektedir. Burada dikkati çeken nokta Jaén’de güncel fiyat €400 / 100 kg bandında iken, Bari’de güncel fiyatlar €900 / 100 kg bandında seyretmekte, Jaén için fiyat önceki yılın aynı dönemine göre yaklaşık %54 düşüş göstermişken, Bari için fiyat önceki yılın aynı dönemine göre yaklaşık %4 düşüş kay-

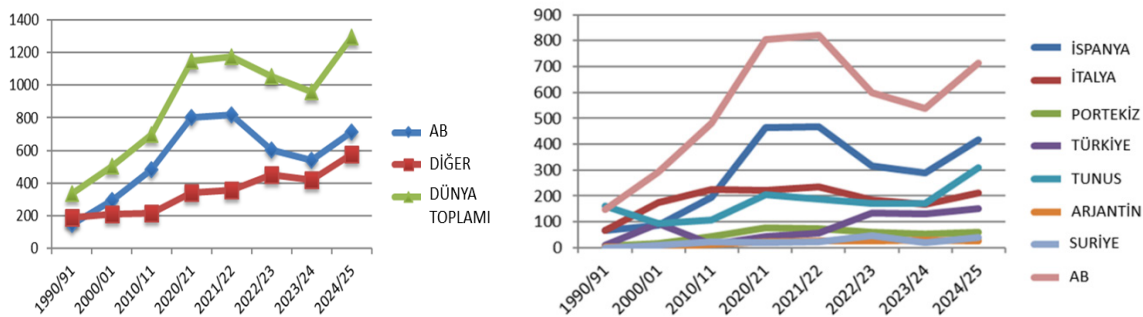


detmiştir. Bu durum İtalya'nın zeytinyağı sektöründe sahip olduğu marka değeri ve kalite imajının piyasa dinamiklerine olan etkisini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Öyle ki İtalya özellikle sızma yağ kategorisinde, tüketici nezdinde yüksek kalite ile özdeşleşen bir imaja sahiptir. İspanya, İtalya ve diğer önde gelen üretici ülkeler ile kıyaslandığında tüm kalite sınıfları ve ülkeler içinde sadece İtalyan "sızma zeytinyağının" fiyat dalgalanmalarına karşı daha fazla değerini koruyabildiği anlaşılmaktadır. İtalyan sızma zeytinyağının marka değeri, fiyat şoklarına karşı daha dirençli bir yapı sergilemektedir. Bu durum İtalyan zeytinyağının "premium pazar konumlandırma" stratejisinin başarısını göstermektedir.

Dünya toplam zeytinyağı ihracatı 1990/91 sezonunda 350 bin tondan başlayarak 2024/25 sezonunda 1.300 bin tona ulaşmış, yaklaşık %270'lik bir büyüme gerçekleşmiştir (Şekil 8). Bu genişleme, zeytinyağı tüketiminin küreselleşmesi, sağlık bilinçliliği artışı ve uluslararası ticaret liberalizasyonu ile açıklanabilmektedir. AB üyesi ülkeler (İspanya, İtalya, Yunanistan başta olmak üzere) dönem boyunca ihracatta lider konumunu sürdürmüştür. AB ülkelerinin ihracatının 2000'li yıllarda 200 bin tondan başladığı, 2020/21 sezonunda 800 bin ton seviyesine ulaştığı ve ardından 2024/25 sezonunda 700 bin ton seviyesine gerilediği görülmektedir. Bu durum, AB'nin küresel zeytinyağı ihracatındaki payının %60-70 aralığında istikrarlı bir şekilde devam ettiğini göstermektedir. "Diğer" kategorisindeki üreticiler (Türkiye, Tunus, Fas, Arjantin gibi) 1990'larda 200 bin ton seviyesindeki ihracatlarını 2024/25 sezonunda 550 bin tona çıkarmışlardır. Bu gelişme, AB dışı ülkelerin üretim kapasitelerini artırması, teknolojik gelişmeler ve yeni pazarlara açılma stratejileri ile ilişkilidir. AB ihracatında 2021-2023 döneminde gözlenen düşüşün,

kuraklık, üretim sorunları ve maliyet artışlarının bir yansıması olduğu anlaşılmaktadır. Bu süreçte "diğer" ülkeler kategorisindeki artış, küresel arz zincirinde çeşitlenme eğilimini ve rekabet yapısının değişimini işaret etmektedir.

Türkiye 1990-1991 sezonunda %3 olan küresel zeytinyağı ihracatındaki pazar payını, 2024-2025 sezonuna gelindiğinde %12'ye çıkarma başarısını göstermiştir. İtalya, 1990/91 sezonunda 80 bin tondan başlayarak 2020/21 sezonunda 800 bin ton seviyesine ulaşmış, küresel zeytinyağı ihracatının lider ülkesi konumundadır. İtalya'nın ihracatının 2022/23 sezonunda 580 bin tona gerilediği, ardından 2024/25 sezonunda ise tekrar 700 bin ton seviyesine yükseldiği kaydedilmiştir. Bu dalgalı seyir, İtalya'nın hem yerli üretimini hem de ithal ettiği zeytinyağını işleyerek re-eksport yapma stratejisini yansıtmaktadır. İspanya, 2000'li yıllarda 50 bin tondan başlayıp 2020/21 sezonunda 480 bin tona ulaşan bir performans sergilemiştir. İspanya'nın ihracatının 2022/23 sezonunda 280 bin tona gerilediği, 2024/25 sezonunda ise 400 bin ton seviyesine çıktığı görülmektedir. İspanya'nın nispeten daha istikrarlı seyri, üretim kapasitesine dayalı ihracat stratejisini göstermektedir. Türkiye ve Tunus, 2000'li yıllarda başlayan sürekli artış trendini sürdürmüştür. Türkiye, 2024/25 sezonunda 150 bin ton seviyesine ulaşırken, Tunus 300 bin ton seviyesinde ihracatı ile önemli bir konuma gelmiştir. Bu durum, Akdeniz havzasında üretim kapasitesinin coğrafi olarak çeşitlenmesini göstermektedir. Suriye'deki 2011 sonrası siyasi istikrarsızlığın ihracata olan negatif etkisi görülürken, Arjantin'in 2000'li yıllarda 80 bin ton seviyesinde istikrarlı ihracatı Latin Amerika'nın bu sektöre entegrasyonunu göstermektedir. Portekiz'in 50 bin ton seviyesindeki istikrarlı performansı, AB içindeki çeşitlenmeyi ifade etmektedir (Anonim 2024b).



Şekil 8. Dünya zeytinyağı ihracatı (1000 ton)



## SONUÇ VE ÇIKARIMLAR

Türkiye 2000’li yılların başından itibaren zeytin-cilik sektöründe küresel arenada önemli bir oyuncu olma gayesi ile nicel hedefler belirlemiştir. Buna göre; Türkiye’nin zeytin ve zeytinyağı üretiminde öncelikle altıncı sırada yer alan konumu, İspanya’nın ardından ikinciliğe, daha sonrasında ise liderliğe taşımak için adımlar atılmaya başlanmıştır. Bu hedefe 2022-2023 sezonu ile ulaşılmış olduğu, 2024-2025 sezonunda ise üretimde yeni bir rekora imza atıldığı görülmektedir. Üretimdeki bu başarıya katkıda bulunan en önemli etmenlerden biri; özellikle 2005 yılından itibaren zeytin bahçesi tesisine yönelik tarımsal desteklemeler ve orman vasfını yitiren arazilerin zeytin tarımına açılmasına olanak sağlanması ile birlikte toplam ağaç varlığının iki katının da üzerine çıkmış olmasıdır. Yeni alanlara zeytin fidanı dikimi teşvik edilse de, bu fidanların ekonomik değere dönüşmesi yıllar alacağından, halihazırdaki verimli zeytinliklerin korunması stratejik bir önceliklidir. Zeytinlikler yalnızca tarım alanı değil, aynı zamanda biyoçeşitlilik ve yerel iklim için de kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, planlama süreçlerinde çok yönlü değerlendirme yapılması gereklidir.

Türkiye’de üretilen zeytinyağı, yüksek kalite ve değer açısından uluslararası düzeyde dikkat çeken bir üründür. Diğer üretici ülkeler tarafından, pazar paylarını koruma amacıyla bu ürünün çoğunlukla dökme olarak Türkiye’den tedarik edildiği bilinmektedir. Ancak Türkiye, yalnızca tedarikçi konumunda kalmak yerine, doğrudan pazar sahibi bir ülke konumuna yükselmeyi hedeflemelidir. Bu doğrultuda, zeytinyağının dökme yağ ihracatına yönelik çeşitli kısıtlamalar daha önce uygulanmış, bu yolla hem iç piyasadaki fiyat artışlarının belli bir dengede tutulması hedeflenmiş hem de markalı ve ambalajlı ürünlerin ihracatı teşvik edilmeye çalışılmıştır.

Dünya’da üretilen zeytinyağının yaklaşık %95’i Akdeniz havzasındaki 10 ülke tarafından üretilmekte, üretilen yağın da yaklaşık %75’i yine bu ülkeler tarafından tüketilmektedir. Bir başka deyişle üçüncü ülkelerin payına 1-1,5 milyon ton arasında değişen miktarda yağ düşmektedir. Dolayısıyla zeytinyağı diğer bitkisel yağlar arasında görece kıt bir üretim miktarına sahip kıymetli bir besin maddesidir. Küresel ölçekte sağlıklı yaşam ve beslenme eğilimlerinin giderek güçlenmesiyle

birlikte, bu trendin temel bileşenlerinden biri olan zeytinyağına yönelik talep, özellikle COVID-19 pandemisi sürecinde belirgin biçimde artış göstermiştir. Zaten arz fazlası bulunmayan zeytinyağına olan talep artışı, uluslararası piyasalarda fiyatların döviz bazında yaklaşık üç katına çıkmasına neden olmuştur. Yaşanan bu gelişmelerin bir diğer önemli sonucu, zeytin ve zeytinyağı ürünlerinde kalite boyutuna ilişkin toplumsal farkındalığın artması olmuştur. Bu eğilim, Türkiye’de iki yönlü bir gelişmeyi tetiklemiştir: Bir yanda, uluslararası normlarla uyumlu, ileri teknolojiye sahip kalite analiz laboratuvarları kurulmuş; diğer yanda ise tüketicilerin ürün kalitesine yönelik bilgi düzeyi ve duyarlılığı belirgin şekilde yükselmiştir. Türkiye zeytinciliğinde artan arazi, ağaç ve işletme sayıları niceliksel bir büyümeye işaret etmektedir. Buna karşılık, üretim sürecinde kaliteye odaklanması ve yüksek katma değerli pazarlama stratejilerinin benimsenmesi ise niteliksel bir gelişimi temsil etmektedir. (Tunalıoğlu, 2010). Sektörün bu olumlu ivmeyi sürdürebilmesi için Türk üreticilerin, uluslararası standartlara uyum sağlamanın ötesinde, uluslararası yarışmalarda varlık göstermesi ve üretim süreçlerini teknolojik olarak modernize etmesi gerekmektedir. Bu çabaları, yüksek kaliteli zeytinyağının benzersiz özelliklerini öne çıkaran ve hem iç hem de dış pazarlarda tüketici eğitimini merkeze alan pazarlama stratejileriyle desteklemek de büyük önem arz etmektedir. Türkiye, hem sofralık zeytin hem de zeytinyağı üretiminde istikrarlı bir artış trendi sergilemektedir. Veriler Türkiye’nin sofralık zeytin üretiminde İspanya’yı geride bırakarak liderliğe oynadığını göstermektedir. Üretimdeki artışa paralel olarak Türkiye’nin ihracat performansında da önemli bir gelişim gözlenmektedir. Küresel zeytinyağı fiyatlarında 2022 yılından itibaren tarihi bir artış yaşandığı gözlemlenmiştir. Bu artışın arkasında çok faktörlü bir yapı bulunmaktadır. Özellikle İspanya gibi ana üretici bölgelerde yaşanan şiddetli kuraklık, üretimi düşürerek küresel bir arz daralmasına yol açmıştır. Enerji, gübre ve işçilik gibi tarımsal girdi maliyetlerindeki artış, üretim maliyetlerini ve dolayısıyla son ürün fiyatlarını yukarı çekmiştir. Arz daralması ve artan talep, tüm zeytinyağı kalite sınıflarında birim ihracat fiyatlarının rekor seviyelere ulaşmasına neden olmuştur. Küresel fiyatların rekor kırdığı bu konjonktür, Türkiye gibi üretici ülkeler için önemli bir gelir fırsatı sunmuştur. Ancak



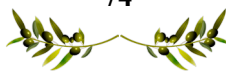
Türkiye'de belirli dönemlerde uygulanan dökme ve varilli zeytinyağı ihracatına yönelik yasak ve kotalar, bu fırsatın tam anlamıyla değerlendirilmesini engellemiştir. Türkiye, artan fiyatlardan doğan gelir potansiyelini, düşen ihracat hacmi nedeniyle sınırlı bir şekilde kullanabilmiştir. Türkiye, AB pazarında İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi köklü rakiplerin gerisinde kalmaktadır. Bununla birlikte, ABD, Suudi Arabistan ve Japonya gibi AB dışı pazarlarda daha aktif bir rol oynamaktadır. Ancak üretimde üstünlüğe sahip olduğu Tunus ve Portekiz gibi ülkelere karşı ihracatta geri planda kalması, pazar stratejilerinin gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Türkiye'nin ihracatının önemli bir kısmı hala dökme veya düşük katma değerli ürünlerden oluşmaktadır. Bu durum, marka değeri yüksek, ambalajlı ürün ihracatının sınırlı olduğunu ve karlılık potansiyelinin tam olarak kullanılmadığını ortaya koymaktadır. Zeytin ağaç varlığının ve buna bağlı olarak zeytin üretiminin artması ile farklı alanlarda ihtiyaca yönelik girişim fırsatları ortaya çıkmıştır. Özellikle ihracatta katma değeri arttıracak olan markalaşma, tedarikte sürekliliği sağlamak için depolama ve tüketici odaklı gelişen kalite girişimleri hızla gelişmektedir. Türkiye, üretim ölçeğinden yararlanarak premium segmentlerin yanı sıra orta kademeli pazarları hedefleyerek ihracat potansiyelini maksimize etmelidir. Asya ve Kuzey Amerika pazarlarındaki fırsatlar değerlendirilmelidir. Dikey entegrasyonun artırılması; yani üreticilerin zeytin yetiştirmeden başlayarak kendi markalarıyla yağı işleyip satmaları, değer zincirinden daha fazla pay almalarını sağlayacaktır.

Küresel zeytin ve zeytinyağı piyasası, arz şokları ve fiyat dalgalanmaları ile karakterize edilen dinamik bir dönemden geçmektedir. Türkiye, artan üretim kapasitesi ile bu piyasada giderek daha önemli bir aktör haline gelmektedir. Üretimdeki payını ve temel ihracat rakamlarını artırmayı başarmış olsa da, stratejik zorluklar varlığını sürdürmektedir. Geleceğe yönelik olarak Türkiye'nin, dökme ihracattan ziyade, uluslararası pazarlarda rekabet edebilecek, katma değeri yüksek, ambalajlı ve markalı ürünlere odaklanan bir ihracat stratejisi benimsemesi Türk zeytinyağının uluslararası Pazarlarda kimlik kaybına uğramaması açısından kritik bir önem arz etmektedir. Piyasada düşük fiyatlı, sıklıkla sahte zeytinyağlarının bulunması, tüketici farkındalığının eksikliği ve ödeme isteksizliği üreticilerin karşılaştığı diğer önemli sorunlardır. Türkiye üretim hacminde yakaladığı ivmeyi, ihracattaki değer artışı ve iç talepteki büyümeye aynı oranda yansıtamamıştır. Nitekim Türkiye üretim hacmi bakımından benzer olan rakip ülkeler ile kıyaslandığında kişi başı zeytinyağı tüketimi en düşük ülke olarak dikkati çekmektedir. Bu durum, arz fazlasının iç taleple dengelenemediği bir "üretim-tüketim paradoksu" ortaya çıkarmaktadır. Söz konusu paradoks, ihracat kanallarının tıkanıdığı dönemlerde hem üretici hem de sanayici için yıkıcı sonuçlar doğurma potansiyeli taşımaktadır; zira biriken stoklar, hem birincil üretici gelirlerini eritmekte hem de işleme ve depolama maliyetlerini artırarak sanayicinin kârlılığını tehdit etmektedir. Kişi başına düşen iç tüketimin artırılması ve AB dışındaki stratejik pazarlardaki etkinliğin güçlendirilmesi, sektörün sürdürülebilir büyümesi için temel gerekliliklerdir.

## Kaynaklar

- Anonim, 2024a. FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. (Erişim Tarihi: Eylül 2024).
- Anonim, 2024b. IOC International Olive Council. <https://www.internationaloliveoil.org/what-we-do/statistics/>. (Erişim Tarihi: Ekim 2024).
- EİB. 2024-2025 Üretim Sezonu Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Rekoltesi Ulusal Resmi Tahmin Heyeti Raporu. 3 Ekim 2024, İzmir.
- Tunalıoğlu, R. (2010). Türkiye Zeytinciliğinde Tarihsel ve Ekonomik Gelişmeler. Zeytin Bilimi, 1(1), 15-22. <https://upload.eib.org.tr/07D1DD701B314307D1DD701B314307D1DD701B314307D1DD70.pdf>.
- TÜİK, 2024. Türkiye İstatistik Kurumu, Tarım, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (Erişim Tarihi: Aralık, 2024).



# ZEYTİN BİLİMİ DERGİSİ YAZIM KURALLARI

1. Dosyalar word formatını Farklı kaydet ile "word 97-2003 doc" olarak kaydedilip gönderilmelidir.
2. Dergi yayın dili Türkçe'dir. Sadece Abstract ve Key Words kısımları İngilizce olmalıdır.
3. Abstract ve Özet 150, Key Words ve Anahtar Kelimeler 5 kelimeyi geçmemelidir.
4. Yazım sırası **Türkçe Başlık, Yazar(lar)ın Ad(lar)ı ve Kurum(lar)ı, Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce Başlık, Abstract, Key Words, Sorumlu Yazar, Email Adresi, Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular ve Tartışma, Sonuç, Kaynaklar** kısmından oluşmalıdır. **Teşekkür** kısmı bulunması durumunda Kaynaklar kısmından önce ve 9 punto olarak yazılmalıdır. Derleme makalelerde Abstract, Özet ve Kaynaklar dışındaki kısımlar olmamalıdır.
5. Makale Word 6.0 veya daha üzeri bir versiyonda ve en fazla 6 sayfa olarak yazılmalıdır.
6. Sayfa yapısı (200x280 mm) boyutunda olmalı, sağ ve sol 1,7 cm, üst ve alt kısımlar 2,5 cm kenar boşluğu içermelidir. Metnin hiçbir yerinde paragraf girintisi kullanılmamalı, ancak paragraflar sonrası 8 nk aralık boşluk bulunmalıdır.
7. Türkçe Başlık sola dayalı, koyu, sadece baş harfleri büyük harflerle ve 14 punto olarak yazılmalıdır. Başlıktan sonra 12 nk boşluk bırakılarak yazar(lar)ın ad(lar)ı açık bir şekilde yazılmalıdır. Yazar(lar)ın kurum(lar)ı isimlerinin önüne konulan rakamlar yardımıyla isimlerin altında bırakılacak 3 nk boşluk sonrasında alt alta ortalınmış şekilde yazılmalıdır. Yazar adları 11, kurum ad(lar)ı ise 10 punto olmalıdır. Makale 11 punto olmalıdır.
8. Türkçe Özet ve Anahtar Kelimeler ile İngilizce Başlık, Abstract, Keywords, Sorumlu yazar ve e-mail adresi 9 punto yazılmalı ve bölümler arasında 6 nk boşluk bırakılmalıdır. Abstract, yazım alanının sağ ve sol kısmından 1 cm içeriden ve iki tarafa yaslı bir şekilde yazılmalıdır. İngilizce başlık koyu, ortalınmış ve sadece baş harfleri büyük harf olmalıdır. Sorumlu yazar ve e-mail adresi abstracttan sonra sağa yaslı olarak ayarlanmalıdır.
9. Abstract kısmından bir aralık boşluk bırakıldıktan sonra ana metin, Times New Roman fontunda tek aralıklı ve 9 punto olarak yazılmalı, bölümler arasında 6 nk aralık boşluk bırakılmalıdır. Ana bölüm başlıkları sola yaslanmış, baş harfleri büyük ve koyu olarak yazılmalıdır. Ara bölüm başlıkları sola yaslanmış ve baş harfleri büyük olarak yazılmalıdır. Ana bölüm başlıklarından önce bir aralık, sonra ise 6 nk boşluk, ara bölüm başlıklarından önce 6 nk, sonra ise 3 nk boşluk bırakılmalıdır.
10. Çizelge başlıkları üst, şekil başlıkları alt kısımda bulunmalıdır. Çizelge ve şekil isimleri küçük harflerle yazılmalıdır. Ayrıca çizelge ve şekiller siyah-beyaz olmalıdır.
11. Kısaltmalarda Uluslararası Birimler Sistemine (SI) uyulacaktır. Standart kısaltmalarda (cm, g, TAPGEM, vb) nokta kullanılmamalı, % işareti ile rakamlar arasında boşluk bulunmamalıdır.
12. Kaynaklar metin içerisinde yazarın soyadı ve yıl esasına göre verilmelidir. Soyadın ilk harfi büyük ve yıl ile arasında virgül olmalıdır. İki yazara ait kaynak kullanıldığında soyadlar arasında ve bağlacı, ikiden fazla olması durumunda birinci yazarın soyadından sonra **ve ark.** İfadesi kullanılmalıdır. Kaynaklar kısmında ise soyad ve yıl sırasına göre alfabetik sırayla yazılmalıdır. Birinci satır normal, alt satırlar 1.25 cm içeriden başlamalıdır. Kaynak yazımı aşağıdaki genel kalıba uygun olmalıdır. Yazarın soyadı-**virgül**- ad(lar)ının baş harfi-**nokta-virgül**- yayım yılı- **nokta**-eserin başlığı-**nokta**- yayımlandığı yer (yayın organı veya yayınevi)-**virgül**-yayımlandığı şehir veya ülke-**virgül**-cilt no-**virgül**-sayı no -**virgül**- sayfa no -**nokta**

## a) Kaynak bir kitap ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, kitabın adı, basımevi, basım yeri ve sayfa sayısı

McGregor, S. E., 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. USDA, Washington. 411.

## b) Editörlü bir kitaptan alıntı ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, eserin başlığı, editörün adının baş harfi, soyadı, kitabın adı, basımevi, basım yeri ve çalışmanın başlangıç ve bitiş sayfaları

Carpenter, F. L., 1983. Pollination Energetics in Avian Communities: Simple Concepts and Complex Realities. Insect Foraging Energetics. (C. E. JONES ve R. J.

LITTLE, editörler) Handbook of Experimental Pollination Biology. Van Nostrand Reinhold Company Limited. Wokingham, Berkshire, England. 215-234.

## c) Bir dergide yayınlanan makale ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, makale başlığı, derginin adı, derginin cilt ve sayısı (sayı parantez içinde verilmelidir) ile çalışmanın başlangıç ve bitiş sayfaları

Dreller, C., Tarpay, D. R., 2000. Perception of the Pollen Need by Foragers in a Honeybee Colony. Animal Behaviour. 59(1): 91-96.

## d) Bir yazarın çok sayıda yayını incelenmiş ise ismini tekrarlamaya gerek yoktur. Bir yazarın aynı yılda yayınlanmış birden fazla yayını varsa a ve b gibi harflerle gösterilmelidir.

## f) Yazarı bilinmeyen ancak bir kurum tarafından yayınlanmış yayınlarda kurum adı verilmeli, uluslararası kısaltması varsa açık adıyla yazılmalı ve yayım yılı verilmelidir.

## g) Yazarı ve kurumu bilinmeyen Türkçe yayınlarda **Anonim** terimi kullanılmalıdır.

## h) Kaynak yayınlanmamış bir rapor, tez veya ders notu ise bilgiler olağan düzende verildikten sonra parantez içinde "**yayınlanmamış**" sözcüğü eklenmelidir.