



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜLERİ  
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**



**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tülin EKER**

**ZEYTİNLERİN DEPOLANMASINDA GAZ  
UYGULAMALARININ ZEYTİNYAĞININ  
FENOL BİLEŞİKLERİ, YAĞ ASİDİ  
PROFİLİ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**OSMANIYE – 2016**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ZEYTİNLERİN DEPOLANMASINDA GAZ  
UYGULAMALARININ ZEYTİNYAĞININ FENOL  
BİLEŞİKLERİ, YAĞ ASİDİ PROFİLİ VE KALİTESİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Tülin EKER**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ  
ANA BİLİM DALI**

**OSMANİYE  
AĞUSTOS-2016**

## TEZ ONAYI

### ZEYTİNLERİN DEPOLANMASINDA GAZ UYGULAMALARININ ZEYTİNYAĞININ FENOL BİLEŞİKLERİ, YAĞ ASİDİ PROFİLİ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Tülin EKER tarafından Yrd. Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN danışmanlığında  
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği**  
Anabilim Dalı'nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri  
tarafından oy birliği/çokluğu ile **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, OKÜ

.....

**Üye:** Doç. Dr. Kenan Sinan DAYISOYLU  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, KSÜ

.....

**Üye:** Yrd. Doç. Dr. Mustafa DİDİN  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, MKÜ

.....

Yukarıdaki jüri kararı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yönetim Kurulu'nun ...../...../..... tarih ve ..... /..... sayılı kararı ile  
onaylanmıştır.

Prof. Dr. A. Ali GÜRTEN  
Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

.....

Bu Çalışma OKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: OKÜBAP-2015-PT3-011

*Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak  
5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.*

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bu çalışma sonucunda elde edilmeyen her türlü bilgi ve ifade için ilgili kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını ve bu tezin Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlandığını bildiririm.

Tülin EKER



## ÖZET

### ZEYTİNLERİN DEPOLANMASINDA GAZ UYGULAMALARININ ZEYTİNYAĞININ FENOL BİLEŞİKLERİ, YAĞ ASİDİ PROFİLİ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Tülin EKER

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN

Ağustos 2016, 84 sayfa

Bu çalışmada, gaz uygulamalarının ve depolama süresinin zeytinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, yağların kalite özellikleri (serbest asitlik, peroksit değeri,  $K_{270}$ ,  $K_{232}$ ,  $\Delta E$  değerleri), fenol bileşikleri miktarı, yağ asidi dağılımı ve antioksidan aktiviteleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Osmaniye’de yetişen *Gemlik* çeşidi zeytinler  $CO_2$ ,  $N_2$  gazları ve normal atmosfer koşulları altında 0.(Kontrol), 5., 15. ve 25. günler boyunca depolanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, gaz uygulamalarının zeytinlerin fiziksel özelliklerini etkilediği ve meyvelerin fiziksel özelliklerinin en iyi korunduğu uygulamanın  $CO_2$  uygulaması olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların zeytinlerden elde edilen yağlardaki toplam fenol bileşikleri üzerine etkisi önemli bulunmuş iken, antioksidan aktivite değerleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Zeytinlerden elde edilen yağlarda 12 adet yağ asidi (palmitik, palmiteloik, heptadekanoik, heptadesenoik, stearik, oleik, linoleik, linolenik, araşidik, behenik, dekosadienoik ve lignoserik) tanımlanmıştır. Yağ asitleri dağılımı üzerine gaz uygulamalarının etkisinin genellikle önemsiz olduğu belirlenmiştir. Elde edilen yağlarda 7 adet fenol bileşikleri (trizol, syringic asit, vanilin, p-kumarik asit, oleuropein, sinamik asit ve luteolin) tanımlanmış ve en fazla bulunan fenol bileşiğinin luteolin olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin, Zeytinyağı, Yağ asitleri, Fenol bileşikleri,  $CO_2$ ,  $N_2$

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF CO<sub>2</sub> AND N<sub>2</sub> GAS APPLICATIONS FOR THE STORAGE OF OLIVE ON PHENOLIC COMPOUNDS, FATTY ACID COMPOSITIONS AND QUALITY OF OLIVE OIL

Tülin EKER

M.Sc., Department of Food Engineering  
Supervisor: Assist.Prof.Dr Adnan BOZDOĞAN

August 2016, 84 pages

In this study, the effect of gas applications and storage period on physical and chemical properties of olives, specification of oil quality (free acidity, peroxide value and  $K_{270}$ ,  $K_{232}$ ,  $\Delta E$  values), amount of phenolic compounds, fatty acid composition and antioxidant activities were determined. *Gemlik* olives grown in Osmaniye were stored under CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> and atmospheric conditions (control) for 0, 5, 15 and 25 days. According to the obtained results, gas applications effected physical properties of olives and CO<sub>2</sub> is the optimal atmosphere in order to protect physical properties of olives. While the effect of gas application on the total phenolic compounds of oil obtained from stored olives found significant, on antioxidant activity values remained insignificant. 12 fatty acid (palmitic, palmitoleic, heptadecanoic, heptadesenoic, stearic, oleic, linolenic, linoleic, arachidic, behenic, dekosadienoic and lignoseric) were identified from olive oils. The effect of gas application on fatty acid composition were found to be insignificant. 7 phenolic compounds (tyrosol, syringic acid, vanilin, *p*-coumaric acid, oleuropein, cinnamic acid and luteolin) detected from olive oil and luteolin was main phenolic compound in olive oils.

**Key Words:** Olive, Olive oil, Fatty acids, Phenol compounds, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>

Değerli aileme ve sevgili eşime...



## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmamın yürütülmesini üstlenen ve bana yön veren danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN'a teşekkür ederim.

Çalışmada kullandığım zeytin örneklerini temin eden Sayın Recai ALİBEKİROĞLU'na, zeytinlerden zeytinyağı eldesinde bana yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Dilşat BOZDOĞAN KONUŞKAN'a, yağ asitleri ve gaz kromatografisi konusunda bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Prof. Dr. Nesibe Ebru YAŐA KAFKAS'a, laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Zeynep ULUKANLI'ya, Sayın Doç. Dr. Ayőe Tülin ÖZ'e ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Varlıklarından her an güç aldığım, eğitim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen kıymetli aileme ve çok değerli eşim Arş. Gör Mehmet EKER'e en içten şükranlarımı sunarım.



# İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İTHAF SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1 Zeytinlerin Depolanması ve Gaz Uygulamaları.....	3
2.2 Fenol Bileşikleri.....	7
2.3 Yağ Asitleri.....	15
3. MALZEME VE YÖNTEM .....	18
3.1 Malzeme .....	18
3.1.1 Hammadde .....	18
3.1.2 Denemede Kullanılan Araç Gereçler ve Kimyasallar .....	18
3.2 Yöntem .....	19
3.2.1 Zeytin Örneklerinin Toplanması .....	19
3.2.2 Denemelerin Düzenlenmesi.....	19
3.2.3 Zeytinlerden Yağın Çıkarılması .....	20
3.2.4 Analizler.....	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	31
4.1 Zeytinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	31
4.1.1 Ağırlık Kaybı .....	31
4.1.2 Dane ağırlığı.....	32
4.1.3 Meyve eti/ÇekirdekOranı.....	32
4.1.4 Meyve Eti Sertliği .....	33
4.1.5 Renk Değerleri .....	33
4.1.6 Nem Miktarı.....	34
4.1.7 Yağ İçeriği.....	35
4.2 Zeytinyağı Örneklerinin Serbest Asitlik, Peroksit ve Özgül Soğurma Değerleri .....	38
4.2.1 Serbest Asitlik .....	39

4.2.2	Peroksit Sayısı.....	40
4.2.3	Özgül Soğurma Değerleri .....	41
4.3	Zeytinyağı Örneklerinin Toplam Fenol Bileşikleri ve Antioksidan Aktivite Değerleri.....	44
4.3.1	Toplam Fenol Bileşikleri.....	44
4.3.2	Nitrik Oksit (NO) Giderme Aktivitesi .....	46
4.3.3	İndirgeme Gücü Kapasitesi .....	46
4.3.4	Demir (III) iyonu indirgeme gücü (FRAP) .....	47
4.3.5	DPPH Giderme Aktivitesi .....	47
4.4	Zeytinyağlarının Fenol Bileşikleri Dağılımları.....	50
4.5	Zeytinyağlarına Ait Yağ Asitleri Bileşimi .....	55
4.6	Gaz Uygulamaları ve Depolama Süresinin Zeytinin ve Zeytinyağlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Yağ Asitleri Bileşimi ve Fenol Bileşikleri Üzerine Etkileri .....	59
4.6.1	Uygulama ve Sürenin Zeytinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi .....	59
4.6.2	Uygulama ve Sürenin Zeytinyağlarının Serbest Yağ Asitliği, Peroksit ve Özgül Soğurma Değerleri Üzerine Etkisi.....	61
4.6.3	Uygulama ve Sürenin Zeytinyağlarının Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi.....	61
4.6.4	Uygulama ve Sürenin Zeytinyağlarının Fenol Bileşikleri Üzerine Etkisi .....	62
4.6.5	Uygulama ve Sürenin Zeytinyağlarının Yağ Asidi Dağılımları Üzerine Etkisi .....	62
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	68
	KAYNAKLAR .....	71
	ÖZGEÇMİŞ .....	83

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Zeytinyağında bulunan fenolik bileşik sınıfları (Servili ve Montedoro, 2002).....	9
Çizelge 2.2. Naturel zeytinyağı yağ asidi dağılımı (TGK, 2010) .....	16
Çizelge 4.1. Zeytinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	36
Çizelge 4.2. Zeytinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	37
Çizelge 4.3. Zeytinyağı örneklerinin serbest asitlik, peroksit ve özgül soğurma değerleri.....	42
Çizelge 4.5. Zeytinyağının toplam fenol bileşikleri ve antioksidan aktivite değerleri .....	48
Çizelge 4.6. Zeytinyağına ait fenolik bileşenlere ilişkin değerler.....	54
Çizelge 4.7. Zeytinyağlarına ait yağ asitleri bileşimi.....	58
Çizelge 4.8. Uygulama ve sürenin zeytinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi .....	60
Çizelge 4.9. Uygulama ve sürenin zeytinyağlarının serbest yağ asitliği, peroksit ve özgül soğurma değerleri üzerine etkisi.....	64
Çizelge 4.10. Uygulama ve sürenin zeytinyağlarının antioksidan aktivitesi üzerine etkisi .....	65
Çizelge 4.11. Uygulama ve sürenin zeytinyağlarının fenolik bileşenleri üzerine etkisi .....	66
Çizelge 4.12. Uygulama ve sürenin zeytinyağlarının yağ asidi dağılımları üzerine etkisi .....	67

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Toplanan <i>Gemlik</i> çeşidi zeytinler.....	19
Şekil 3.2. Zeytinlere ait gaz uygulaması .....	20
Şekil 3.3. Laboratuvar ölçekli kırıcı, malaksör ve santrifüj.....	21
Şekil 3.4. Fenolik bileşik standartlarına ait kromatogram .....	27
Şekil 4.1. Zeytinyağlarına ait, serbest asitlik, peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri.....	43
Şekil 4.2. Zeytinyağı fenolik ekstraktlarının antioksidan aktivitesi.....	49
Şekil 4.3. Zeytinyağı örneğine ait fenolik bileşik kromatogramı.....	53



## SİMGELER ve KISALTMALAR

<b>HPLC</b>	:Yüksek Performans Sıvı Kromatografi
<b>GC</b>	:Gaz Kromatografisi
<b>TSE</b>	:Türk Standartları Enstitüsü
<b>TGK</b>	:Türk Gıda Kodeksi
<b>TÜİK</b>	:Türkiye İstatistik Kurumu
<b>DPPH</b>	:2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl
<b>BHT</b>	:Bütillenmiş Hidroksi Toluen
<b>AOCS</b>	:Amerikan Yağ Kimyacıları Derneği
<b>K<sub>232</sub></b>	:232 nm’de Ultraviyole Işıktaki Özgül Soğurma Sabiti
<b>K<sub>272</sub></b>	:272 nm’de Ultraviyole Işıktaki Özgül Soğurma Sabiti
<b>ΔE</b>	:Özgül Soğurma Değeri
<b>UV</b>	:Ultraviyole
<b>MUFA</b>	:Tekli Doymamış Yağ Asidi
<b>PUFA</b>	:Çoklu Doymamış Yağ Asidi

## 1. GİRİŞ

Zeytin (*Olea europaea* L.) ve zeytinyağı eski zamanlardan beri Akdeniz uygarlığının ve diyetinin sembolüdür. Zeytin özellikle Akdeniz ülkelerinin tarımında önemli bir yeri olan meyvedir. Dünya zeytin ağacı varlığının ve üretiminin yaklaşık % 98'si Akdeniz ülkelerinde bulunur. Zeytin üreten başlıca ülkeler; İspanya, İtalya, Yunanistan, Portekiz Tunus, Türkiye ve Fas gelmektedir. Türkiye toplam 171.992 (yağlık ve sofralık) milyon adet ağaç sayısı ve 1 700 000 ton zeytin üretimi ile dünya zeytin üreticisi ülkeleri arasında yer almaktadır (TUİK, 2015).

Osmaniye zeytin dikili alanlarının hızla geliştiği ildir. Toplam tarım alanlarının %10'u zeytin dikili alanlardır. Meyve ürünleri üretim değerleri açısından zeytin en büyük paya (%66,7) sahiptir (Saydam, 2015). Osmaniye ilinde üretilen zeytinin yaklaşık %95'lik bölümü zeytinyağına işlenmektedir (Anonim, 2014).

Osmaniye'de yetiştirilen zeytinin önemli bir bölümünü *Gemlik* çeşidi oluşturmaktadır. Üretimi son yıllarda artarak desteklenmektedir (Anonim, 2105b). *Gemlik* zeytini ince kabuklu, küçük çekirdekli, et/çekirdek oranı yüksek, üstü pürüzsüz ve yuvarlaktır, ayrıca aromatik bir çeşittir. Yağ oranı %25-28 aralığındadır. Hem sofralık hem yağlık olarak işlenebilmektedir (Gökçe, 1991; Aktan ve Kalkan, 1999).

Sızma zeytinyağı, zeytinden mekanik yöntemlerle elde edilen ve bu haliyle insan tüketimine sunulabilen bitkisel bir yağdır. Sızma zeytinyağının önemi hem tekli doymamış yağ asidi olan oleik asidi hem de fenolik bileşiklerini fazla miktarda içermesinden kaynaklanır. Zeytinyağının tarımı ve üretimi ile ilgili birçok faktör fenol bileşiklerinin varlığını, miktarını ve yağ asidi dağılımını etkilemektedir (Bendini, vd., 2007).

Zeytinyağının kimyasal bileşiminde major ve minör bileşikler bulunur. En fazla bulunan gliserollerdir ve toplam yağ ağırlığının %98'ini oluşturur. Minör bileşenlerin ağırlığı ise yaklaşık % 2'dir. Minör bileşikler alifatik ve triterpenik alkoller, steroller, hidrokarbonlar, uçucu bileşenler ve antioksidanlar gibi 230'dan fazla bileşenden

oluşur. Sızma zeytinyağında karotenler, lipofilik ve hidrofilik fenol bileşikleri en fazla bulunan antioksidanlardır. Zeytin meyvesinde bulunan fenol bileşikleri fenol asitleri, fenol alkoller ve flavonoidlerden oluşmaktadır. Sızma zeytinyağının duyu ve besinsel kalitesi içerdiği hidrofolik bileşikler ile yakından ilişkilidir. Farklı araştırmacıların belirttiği üzere toplam fenol bileşiklerinin konsantrasyonu arttıkça zeytinyağının raf ömrü artmaktadır. Bu sebeple zeytinyağının raf ömrü diğer bitkisel yağlardan daha uzundur (Servilli, 2002; Bendini, vd., 2007).

Zeytin mevsime bağlı olarak çok kısa bir zaman aralığında işlenmek zorundadır ve buna bağlı olarak zeytin kalitesinde meydana gelen ürün ve kalite kayıpları zeytinyağı kalitesini etkilemektedir. Hasat sonrası ürüne yapılan yanlış uygulamalar, ürünün uygun olmayan şartlarda bekletilmesi ya da muamele edilmesi, mikrobiyolojik ve enzimatik aktiviteler nedeniyle zeytinyağının temel duyu özelliklerinde kalitenin düşmesine sebep olmaktadır.

Son yıllarda meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak amacıyla gaz uygulamaları önem kazanmaya başlamıştır (Dourtoglou, vd., 2006; Clodoveo, vd., 2007; Arroyo-Lopez, 2008; Sanchez, 2013; Jabeur, vd., 2015). Zeytinlerin hasat sonrası depolama koşullarını iyileştirmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Kiritsakis, 1998; Nanos, vd., 2002; Dourtoglou, vd., 2006; Özer, 2006; Arroyo-Lopez, 2008; Antonia, 2013). Ancak, yapılan çalışmalar gaz uygulamalarının zeytinin kimyasal bileşimi üzerindeki etkisi ile sınırlı kalmıştır. Depolamada gaz uygulamasının zeytinyağının kimyasal bileşimi, yağ asidi ve fenolik bileşik kompozisyonu üzerindeki etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, *Gemlik* zeytinlerinin depolanması sırasında CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> gazı uygulamasının zeytinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve bu zeytinlerden elde edilen yağların fenol bileşikleri ve yağ asidi dağılımı ile antioksidan özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır ve gaz uygulamalarının zeytinyağı kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1 Zeytinlerin Depolanması ve Gaz Uygulamaları

Zeytinden mekanik yollarla elde edilen zeytinyağı, mükemmel besleyici ve duyuşal özelliği olan bitkisel yağdır. Zeytinyağının olumlu özelliklerini yitirmeden korumak zeytinyağı üreticisinin en büyük kaygısıdır (Bıyıklı, 2009).

Bitkisel gıdaların besleyici değerini ve içerdiği biyolojik olarak aktif polifenol içeriğini korumak ve arttırmak için son zamanlarda hasat sonrası uygulamalar önem kazanmıştır. Zeytinyağı içinde bulunan uçucu bileşenlerin, fenol bileşiklerinin ve yağ asitlerinin kompozisyonu zeytin meyvesinin genetik faktörlerine, olgunluk düzeyine, depolama ve proses koşullarına bağlıdır (Koprivnjak, vd., 2002).

Birçok zeytin üreticisi, sınırlı üretim hacimlerinden dolayı, zeytinleri hasadın hemen ardından işleyememekte, zeytinleri hasattan sonra, yığınlar halinde ortam sıcaklığında depolayabilmektedir. Hasattan itibaren işleme sürecine kadar geçen sürede zeytinde oluşun kalite kayıpları yağa yansımaktadır. Üst üste yığınlar halinde depolanan zeytinler içindeki basınç ile meyve ezilip hasar görmekte, ezilmiş zeytinler maya, küf ve bakteri gelişimine elverişli ortam olmaktadır. Ayrıca, ortam sıcaklığında depolanan zeytin meyvesinin bozulmasına yol açmaktadır. Bu meyvelerden elde edilen yağlar serbest asitlik ve peroksit değeri bakımından yüksek, polifenol içeriğinde yaşanan kayıplarla oksidasyona karşı kararlılığı düşük olmakta ve duyuşal kaliteyi etkileyen uçucu asitleri yüksek oranda içermektedirler (Garcia ve Streif, 1991; Gutierrez, vd., 1992; Olias ve Garcia, 1997; Bıyıklı, 2009).

Zeytinin olgunlaşma sürecinde, içeriğinde bulunan bileşiklerin yapısını değiştiren birçok metabolik reaksiyon meydana gelmektedir. Fenol bileşikleri, yağ asitleri ve sterol kompozisyonu yanında tokoferoller, klorofilik pigmentler ve karotenoidler bu değişikliklerin meydana geldiği bileşiklerdir. Bu değişimler, zeytinyağının duyuşal kalitesini, beslenme değerini ve oksidasyona olan kararlılığını etkiler (Matos, vd., 2007).



Zeytin işlenmeden önce zeytindeki hasarı en aza indirmek için düşük sıcaklıklarda depolama çalışmaları yapılmıştır. Zeytinlerin +5 den düşük sıcaklıklara hassas olduğu ve zeytin meyve kabuğu veya iç kısmında kahverengileşmelerin olduğu bildirilmiştir. Ortam atmosferindeki oksijenin azaltılması veya karbondioksit oranının artırılması ile birlikte soğukta depolama meyve sebzelerin hasarlanma oranını azaltmaktadır. Özellikle düşük sıcaklıkta depolamada soğuk zararlanmalarına hassas gıdalarda bu uygulamalar önemlidir (Ağar, vd., 1998).

Garcia, vd. (1996), zeytinyağı üretiminde kullanılan *Blanqueta* ve *Villalonga* zeytinlerini endüstriyel ölçekte (her çeşitte 130 000 kg olacak şekilde) iki farklı koşulda (ortam sıcaklığı ve 5 °C) depolamış, soğuk ortamda depolanan zeytinlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerindeki bozulma ertelenmiş, 30 günlük depolama süresi sonunda elde edilen zeytinyağı ilk kalitesini korumuştur.

Ağar, vd. (1998), siyah olgun zeytin çeşitlerini (*Ascolano*, *Manzanillo*, *Mission* ve *Sevillano*) 5 °C'de 6-8 hafta boyunca depolayarak depolama boyunca zeytinlerin fiziksel ve kalite değişimlerini incelemiştir. *Mission* ve *Sevillano* çeşitleri ve bunlardan elde edilen yağlar kalitesini koruyarak iyi bir hava akımı altında 5 °C'de 6 ve 8 hafta boyunca depolanırken, *Manzanillo* ve *Ascolano* çeşitleri 5 °C'de sırasıyla 2 ve 4 hafta boyunca ilk kalitesini koruyarak depolanabilmiştir.

Kiritsakis, vd. (1998), *Koroneiki* zeytin çeşidini 5 farklı (0°C, hava; 5°C, hava; 5°C, 2% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub>; 7.5°C, hava; 7.5°C, 2% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub>) koşulda 30 ve 60 gün boyunca depolamış ve depolanan zeytinlerden zeytinyağı elde etmişlerdir. 5°C'de normal atmosfer koşullarında depolanan zeytinlerde 30 günlük depolamada küf gelişimi gözlenmiş ve bunlardan elde edilen zeytinyağı yüksek asitlik, peroksit ve absorbans değerleri göstermiştir. 0°C'de depolanan zeytinler soğuma zararından etkilenmiş, zeytin meyvesinde doğal olarak bulunan antioksidan bileşikleri zarar görmüştür. *Koroneiki* zeytinleri için en iyi depolama şekli 5°C'de 30 gün olmuştur.

Ağar, vd. (1999), siyah olgun *Manzanillo* çeşit zeytinlerinin 0-5 °C'de 2 kPa O<sub>2</sub> basıncı altında meyve ve yağ kalitesini koruyarak 4 hafta boyunca depolanabildiğini bildirmişlerdir.

Nanos, vd. (2002), *Conservolea* çeşit zeytinleri 5 °C'de 2 kPa O<sub>2</sub>+ 2 kPa CO<sub>2</sub> ve 2 kPa O<sub>2</sub> +5 kPa CO<sub>2</sub> kontrollü atmosfer koşulları altında depolamanın soğuk zararına karşı duyarlılığın azalmasına ve depolama boyunca meyve yeşil renginin korunmasına yardımcı olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, *Conservolea* yeşil zeytinleri, 5 °C de 37 güne kadar, 7.5 °C de 2 kPa O<sub>2</sub> +5 kPa CO<sub>2</sub> kontrollü atmosferi altında 22 güne kadar başarılı bir şekilde depolanabildiğini belirtmişlerdir.

Koprivnjak, vd. (2002), tarafından yapılan bir çalışmada zeytinler kapalı ve delikli olmak üzere iki ayrı plastik kaptaki 18 °C'de depolanmış, depolamanın 5., 10. ve 15. günlerinde elde edilen zeytinyağlarının kalitesi incelenmiştir. Kapalı plastik kaplarda muhafaza edilen zeytinlerden elde edilen yağlardaki kalite değişiminin, delikli plastik kaplarda depolanana göre daha belirgin olduğu bildirilmiştir.

Dourtoglou, vd. (2006), yeşil ve henüz olgunlaşmamış zeytinleri CO<sub>2</sub> atmosferi altında 12 gün boyunca depolamış, uygulama boyunca zeytinlerin, toplam polifenol, toplam flavanoid, toplam antosiyanin içeriklerini ve duyuşal karakteristiklerini belirlemişlerdir. CO<sub>2</sub> atmosferi altında depolanan zeytinlerin toplam polifenol ve toplam flavonoid içerikleri özellikle ilk 3-5 gün içinde artış göstermiştir. Ayrıca, CO<sub>2</sub> atmosferi zeytinin meyvemsi özelliğini geliştirmiş ve acılığını azaltarak aromanın gelişmesini sağlamıştır. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında CO<sub>2</sub> atmosferi altında depolanan meyvelerin antioksidan özelliklerinde önemli bir artış görülmüştür.

Özer, vd. (2006), *Gemlik* çeşidi zeytinleri plastik hücreler içinde 5 °C'de (%90-95 bağıl nem) farklı atmosfer koşulları altında 9 hafta boyunca depolamış ve uygulama boyunca üç haftada bir meyvelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, meyvelerin (%2) CO<sub>2</sub> + (%2) O<sub>2</sub>; %96 N<sub>2</sub> atmosferik ortamda 6 hafta boyunca yasal kalite sınırları içinde başarı ile depolandığını bildirmişlerdir.

Clodoveo, vd. (2007), 30 gün boyunca farklı sıcaklıklarda ve farklı atmosfer koşulları altında (ortam sıcaklığı; 5 °C nemlendirilmiş hava akımı altında; 5 °C, (3%) O<sub>2</sub> + (%5) CO<sub>2</sub>) depolanan zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının hidrolitik ve oksidatif bozulmalarını incelemişlerdir. 5 °C'de nemlendirilmiş hava akımı altında ve 5 °C de (%3) O<sub>2</sub> + (%5) CO<sub>2</sub> gaz bileşimine sahip hava akımı altında 30 gün

depolanan zeytinlerden 0. gün, 15. gün ve 30. günlerde elde edilen zeytinyağları deneme boyunca ilk kalitesini korumuştur. Oda sıcaklığında muhafaza edilen zeytinlerin 15 günden sonra kalitesinde kayıplar yaşanmıştır.

Kalua, vd. (2008), tarafından *Frantoio* zeytin meyvelerini  $4\pm 2$  °C de 3 hafta boyunca depolanmış ve hasat sonrası depolanan meyvenin zeytinyağı üzerine etkisi araştırılmıştır. Zeytinyağı kalite parametreleri yanında (serbest asitlik, peroksit değeri, özgül soğurma değerleri), zeytinyağının duyu kalitesini açıklamada yardımcı olan uçucu bileşen ve fenolik bileşen analizleri gerçekleştirilmiştir. Zeytinlerin düşük sıcaklıklarda depolanmasının avantajlı olduğu ve düşük sıcaklıkta depolanan zeytinlerin duyu kalitesinde çok az değişimin yaşandığı bildirilmiştir.

Yousfi, vd. (2008), tarafından yapılan bir çalışmada, yeşil olgun zeytinler (*Manzanilla*, *Picual* ve *Verdial*), 5 °C'de sırasıyla 4, 6 ve 8 hafta boyunca depolanmış, depolama sonunda elde edilen zeytinyağı duyu olarak değerlendirilmiştir. Zeytinyağlarının duyu değerlendirmede orta yoğunlukta bir değer gösterdiğini, elde edilen zeytinyağı kalitesinin meyvelerin hasat sonrası depolama sürecinden etkilenmediğini, depolama süreci arttıkça toplam fenol bileşiği ve toplam yağ miktarının arttığı bildirilmiştir. Yeşil olgunlukta zeytinlerin fiziksel zararlanmalara ve küf gelişimine daha dayanıklı olduğu için hasat sonrası depolamaya daha uygun olduğu belirtilmiştir.

Antonio, vd. (2010), farklı kalınlıklarda yığılmış (tek yığın 60 cm kalınlıkta) zeytinleri iki farklı sıcaklıkta 5 ve 8 hafta boyunca depolamışlar, depolanan zeytinlerden elde edilen sızma zeytinyağının kalitesini, uçucu ve fenol bileşenlerini incelemişlerdir. Çok katmanlı yığınlar halinde depolanan zeytinlerden elde edilen zeytinyağı kalitesini, ancak 20 °C'de 5 gün veya 10 °C'de 8 gün korurken, tek tabaka halinde yığılan ve 10 °C'de iki hafta depolanan zeytinlerden elde edilen yağ ilk günkü kalitesini korumuştur.

Hazem, vd. (2015), kapalı ve delikli plastik kaplarda muhafaza edilen zeytinlerle yaptıkları bir çalışmada, delikli plastik kasaların hava akımına olanak sağlayarak

meyve fermantasyonuna izin vermemesi açısından uzun süreli depolamaya daha uygun olduğu bildirmiştir.

Sanchez, vd. (2013), İspanyol usulü yeşil sofralık zeytin üretiminde kullanılan *Manzanilla* çeşidi ile gerçekleştirdikleri çalışmada inert gaz uygulamasının zeytin meyvesi üzerine koruyucu etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla argon ve SO<sub>2</sub> ilave edilmiş (%0.01-0.005) nitrojen gazları kullanılmıştır. Ayrıca, meyveler nitrojen içinde depolama öncesi ve sonrasında kimyasal çözeltiler ( % 0.5 askorbik asit, %0.3 NaOH, %0.05 SO<sub>2</sub> ve %1 gliserol) içerisine daldırılmıştır. Çalışma sonucunda bu çözeltilerden kaplama tabakası olarak gliserol uygulamasının iyi sonuç verdiği vurgulanmıştır.

Jabeur, vd. (2014), tarafından zeytinler yağını çıkarmadan önce plastik kapalı kutularda ve delikli plastik kutularda olmak üzere iki ayrı koşulda depolanmıştır. Bu şekilde zeytinin muhafaza edildiği kutunun zeytinyağına etkisi araştırılmış ve kapalı kaplarda hava almayacak şekilde saklanan zeytinlerin depolama süresince bozulmaya daha yatkın olduğu bildirilmiştir.

Hbaieb, vd. (2015), zeytinleri 20 ve 4 °C'de bir ay boyunca depolamışlar, depolama sonunda elde edilen zeytinyağlarının fenolik profilini belirlemişlerdir. 4 °C'de depolanan zeytinlerden elde edilen yağın fenolik profili, yeni hasat edilmiş zeytinden elde edilen yağ örneklerinin fenolik profiline benzerlik göstermiştir. Ancak, 20 °C'de depolanan zeytinlerden elde edilen yağlar, fenolik içerik bakımından düşük miktarda çıkmıştır. Enzimatik aktivite ile ilgili olarak, zeytinyağında fenolik bileşen profilinde anahtar rol üstlenen *b*-glukozidaz enziminin 20 °C'de depolamada üçüncü haftadan itibaren azalmasıyla beraber fenolik bileşen miktarında da belirgin bir azalış gözlenmiştir.

## 2.2 Fenol Bileşikleri

Zeytin şekil ve renk olarak çeşide göre değişen ve besin içeriği bakımından oldukça değerli bir meyvedir. Su ve yağ zeytinin kimyasal bileşiminin büyük kısmını oluşturur. Bununla birlikte selüloz, protein, şeker, mineral maddeler, fenol bileşikleri, hidrokarbonlar, ve tokoferoller de zeytin bileşiminde bulunurlar (Vinha, vd., 2005).

Zeytinyağının en önemli antioksidan bileşiklerinin başında karotenoidler ve fenolik bileşikler gelir. Bunlar hem lipofilik hem hidrofilitir. Tokoferoller lipofilik özellik gösterirken flavanoidler, fenolik alkoller ve asitlerle, sekoiridoidler ile onların metabolitleri ve lignanlar hidrofilik özellik gösterir (Tripoli, vd., 2005).

Fenol bileşikleri, benzen halkasına bir veya daha fazla sayıda hidroksil (-OH) grubunun bağlandığı bileşiklerdir (Harborne ve Dey, 1989; Yorulmaz, 2009). Bir hidroksil (-OH) grubu içeren benzen en basit fenolik bileşiktir (Canbaş, 1983). Bitki metabolizmalarında bulunan fenolik bileşiklerin, bitkilerin bazı zararlılara karşı kendini savunmada işlevleri vardır. Bitkiler için temel yaşamsal işlevleri olan bileşikler kadar önemlidir (Nizamlioğlu ve Nas, 2010; Saldamlı, 2007).

Zeytinyağından MeOH (metanol) veya MeOH-su ekstraksiyonu ile elde edilen bileşiklerin karışımını ifade etmek için *polifenol* terimi kullanılmaktadır (Yorulmaz, 2009). Polifenoller; basit ve kompleks polifenoller olmak üzere iki gruba ayrılır (Tripoli, vd., 2005).

Sızma zeytinyağında bulunan polifenoller, fenolik asitler, basit fenoller, kompleks oleuropein türevleri, flavonoidler, lignanlar ve hidroksi-izokromanlar olmak üzere beş grup altında toplanır. Metanol-su ekstraksiyonu ile elde edilen ekstraktın daha polar kısmı serbest fenoller ve fenolik asitleri içerir. Kafeik, vanilik, syringik, protokateşik, *p*-kumarik, *o*-kumarik ve 4-hidroksibenzoik asit ilk gruptaki fenolik asitlerdir. Tirizol ve hidroksitirizol baskın basit fenolik bileşenlerdir. Daha az polar olan kısmı ise daha karmaşık fenolik bileşenleri içerir. Sekoroitlerden, oleuropein, demetileuropein, trosid ve nüzhenid zeytinyağındaki başlıca kompleks fenollerdir (Boskou, vd., 2006). Zeytinyağında bulunan flavonoidler ise apigenin ve luteolin bileşiklerinden oluşmaktadır (Ryan, vd., 2002; Konuşkan, 2008).

Sızma zeytinyağı, besleyici değeri ve duyuşsal karakteri sayesinde Akdeniz diyetinin eşsiz bir bileşenidir. Zeytinyağının önemi, her biri doğal bir antioksidan olan ve insanları hastalıklardan koruyan fenol bileşikleri bakımından zengin olmasından kaynaklanmaktadır (Cioffi, vd., 2010). Zeytin, meyve etinde (%1-3) yüksek miktarda

fenol bileşikleri içerir ve genellikle zeytinin mekanik ekstraksiyonu ile fenol bileşikleri yağa geçer (Yorulmaz, 2009).

Zeytinyağı en az 30 farklı fenol bileşiği içermektedir. Miktar olarak en fazla bulunan fenol bileşikleri; oleuropein, hidrokstitirozol ve tirozoldur. Son yıllarda, bu bileşiklerin biyolojik aktiviteleri ile ilgili çalışmalara ağırlık verilmiştir. Zeytinyağında bulunan bu bileşikler güçlü antioksidan ve radikal süpürücü etki göstermektedir (Tuck ve Hayball, 2002).

Çizelge 2.1. Zeytinyağında bulunan fenolik bileşik sınıfları (Servili ve Montedoro, 2002)

<b>Fenolik Asit ve Türevleri</b>	<b>Fenolik Alkoller</b>
Vanilik asit	Tirozol
Syringic asit	Hidrokstitirozol
p-Kumarik asit	<b>Sekoroidler</b>
o-Kumarik asit	3,4-DHPEA (3,4-DHPEA-EDA) ile ilişkili Diyaldehitik formda elenoik asit
Gallik asit	p-HPEA (p-HPEA-EDA) ile ilişkili Diyaldehitik formda elenoik asit
Kafeik asit	Oleuropein aglikon (3,4-DHPEA-EA)
Protokateşik asit	Ligstroside aglikon
p-Hidroksibenzoik asit	Oleuropein
Ferulik asit	p-HPEA-türevleri
Sinamik asit	<b>Lignanlar</b>
4-(asetoksietil)-1, 2-Dihidroksibenzen	(+)-1-Asetoksipinoresinol
Benzoik asit	(+)-Pinoresinol
<b>Flavonlar</b>	(+)-1-Hidroksipinoresinol
Apigenin	
Lüteolin	

Çoğunlukla yeni sıkılmış yağlar tirozol ve hidrokstitirozol içerikleri bakımından düşüktür. Ancak depolama ile yağdaki sekoiridoidler hidrolize olur ve tirozol ve hidrokstitirozol gibi türevlerine dönüşür. Bu bileşenlerin miktarında artış gözlenir. (Bianco, vd., 1998; Konuşkan, 2008).

Zeytin ürünlerinde bulunan biyofenolik bileşiklerin varlığı ve bunların antioksidan aktivitelerinin fark edilmesi, bu ürünleri Akdeniz diyetinde fonksiyonel bir değer haline getirmiştir. Zeytinde bulunan biyofenolik bileşiklerin miktarı meyvenin

tekstürü ve zeytin ürünlerinin duyuşal karakteri ile yakından ilişkilidir (Bianco ve Ucella, 2000).

Zeytinyağının toplam fenol bileşikleri miktarı birçok faktörden etkilenmektedir.. Zeytinyağındaki fenolik bileşikleri Folin Ciocalteu reaktifi kullanılarak ölçüldüğünde elde edilen değerler geniş bir aralıkta değişim gösterir (1-800 mg/kg) (Montedoro, vd., 1992; Baldioli, vd., 1996; Kellie ve Hayball, 2002).

Ekstra sızma zeytinyağının, antioksidan aktivitesinden dolayı insan sağlığı üzerine birçok faydası vardır. Düzenli olarak fenol bileşiklerince zengin sızma zeytinyağı tüketen sağlıklı bireyler üzerinde yapılan çalışmada, zeytinyağının, bireylerin antioksidan konumlarını desteklediği ve geliştirdiği bildirilmiştir (Lopez, vd., 2014). Zeytinyağında bulunan fenolik maddelerin tüm sınıfları antioksidan özellik göstermektedir (Owen, vd., 2000).

Fenolik bileşikler, karotenoidler, yağ asitleri ve tokoferoller zeytinyağının stabilitesinde önemlidir. Yapılan çalışmalar zeytinyağında doğal olarak bulunan antioksidan bileşiklerin (özellikle hidroksitrirol ve türevleri) zeytinyağının raf ömrünü uzattığını ve okidasyondan koruduğunu göstermiştir (Gennaro, vd., 1998). Fenolik ve ortodifenolik bileşiklerin zeytinyağı stabilitesine olan katkısı %51, yağ asidi kompozisyonunun %24,  $\alpha$ -tokoferol, karotenoid ve klorofillerin katkısı ise %16 olarak bildirilmiştir (Aparicio, vd, 1999).

Gutierre, vd. (1999), yağda bulunan fenolik madde, tokoferol, klorofil, karotenoid ve sterol gibi bileşenlerin miktarı ile yağın oksidasyona karşı dayanıklılığı arasında çok sıkı bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir. Olgunlaşmanın artması ile bu bileşenlerin oranının azaldığı ve yağın oksidasyona karşı duyarlılığının da arttığı bildirilmiştir.

Fenol bileşiklerinin antioksidan aktivitesine ilave olarak biyolojik aktiviteleri de vardır. Zeytinyağında bulunan oleuropein ve hidroksitirozol vücutta çeşitli rahatsızlıklara yol açan serbest radikalleri yakalayabilmekte ve vücudun savunma sistemine katkıda bulunmaktadır. Fenolik bileşikler oksidasyonu birkaç farklı yol ile

önleyebilir. En çok bilinenleri radikal süpürücülük, hidrojen/elektron atom transferi ve metal şelatlama mekanizmalarıdır (Covas, 2009; Bayrak, 2010).

Zeytinyağı fenollerini başta hidroksitirizol olmak üzere yüksek antioksidan aktivitesinden dolayı kardiyovasküler hastalıklara ve kansere karşı koruyuculuğu son yıllarda araştırılmaktadır. Fakat zeytinyağı fenollerinin biyolojik etkisi onların antioksidan özellikleri ile sınırlı değildir. Yapılan çalışmalar hidroksitirizolün kimyasalların zararlı etkilerini önleyici aktivitesini ortaya koymuştur (Covas, 2009).

Fenolik bileşikler, zeytinin zeytinyağına işlenene dek geçen süre boyunca birçok faktörden etkilenir. Tarımsal uygulamalar, yetiştiği bölge, çeşit, zeytinlerin fenolik bileşik kompozisyonunu etkilemektedir. Zeytin hamurunun yoğurma sırasındaki sıcaklığı, temas ettiği atmosfer bileşimi, ürünün sağlık ve duyuşsal karakterinden sorumlu bileşiklerin varlığını etkilediği bildirilmiştir. Yoğurmanın inert bir gaz atmosferi altında yapılmasının zeytinyağında bulunan fenolik bileşiklerin oksidatif bozulmasını önlediği bildirilmiştir (Clodoveo, 2012). Yine fenolik bileşikler üzerine hasatın ve ekstraksiyon yöntemlerinin (iki fazlı ve üç fazlı) etkisi araştırılmış, fenolik bileşikler iki fazlı ayırma yönteminde daha çok korunmuştur (Gimeno, vd., 2007).

Farklı çeşit zeytinlerde gerçekleştirilen araştırmalarda fenol bileşiklerinin bazılarının tek bir çeşitte bulunabileceği gibi bazılarının konsantrasyonu çeşide göre değişiklik gösterebileceği bildirilmiştir (Aktan ve Kalkan, 1999).

Nakbi, vd. (2010), iki farklı zeytinyağının antioksidan özelliklerini farklı radikal süpürücü metotları kullanarak saptamışlar ve fenolik ekstraktların LDL'ye (Low Density Lipoprotein) karşı koruyucu özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, zeytinyağında bulunan fenolik ekstraktların miktarı ve kalitelerindeki değişimin bireylerin biyolojik aktivitelerini etkilediğini ve kardiyovasküler hastalıklarda LDL kolesterolün oksidasyonunu inhibe etmesi açısından yararlı etkileri olduğunu saptamışlardır.



Zeytinyağının olumlu duyuşsal özelliği olan acı tat toplam fenolik bileşik miktarı ile ilgilidir. Yapılan çalışmalarda oleorupeinin zeytinyağı acılığına sebep olduğu bildirilmektedir (Covas, 2009).

Zeytinde bulunan başlıca flavonoidler antosiyanin, siyanidin, luteolin-5-glikozit, luteolin-7-glikozit, rutin, delfinidin ve bu bileşiklerin glikozitleridir. Zeytinde yaygın olarak bulunan antosiyaninler, siyanidin ve delfinidin glikozitleridir. Bu bileşiklerin konsantrasyonu olgunlaşmaya bağlı olarak artmaktadır (Ryan, vd., 2002; Medina, 2006). Zeytinyağında bulunan flavonoidler ise apigenin ve luteolin'dir (Servili, vd., 1999). Bazı ispanyol zeytinyağlarında luteolin seviyeleri 10 mg/kg olarak bulunmuştur (Brenes, vd.,1999). Murkovic, vd. (2004), Yunan zeytinyağlarında 0.2–7 mg/kg arasında değiştini bildirmiştir (Harwoord ve Aparicio, 2000).

Zeytinyağında bulunan ve önemli olan diğer minör bileşen grubu da karotenoidler ve klorofillerdir. Klorofiller ve karotenoidler, zeytinyağı renginden sorumludur. Bu pigmentlerin çeşit ve konsantrasyonu, zeytinyağı kalitesinde önemlidir. Pigmentler aynı zamanda oksidasyon reaksiyonlarında önemli rol oynarlar (Bayrak, vd., 2010). Zeytinyağındaki genetik faktörler ve zeytinyağı elde etme yöntemi klorofil ve karotenoid içeriğini etkiler. Bu maddelerin konsantrasyonu olgunlaşma ile birlikte azalır (Tsimidou, vd., 2003). En çok bulunan karotenoid bileşenler lutein ve  $\beta$ -karotendir. Yapılan bir çalışmada zeytinyağında bulunan karotenoid miktarının 1.8-4.2 mg/kg arasında değiştini bildirilmiştir (Sarolic, vd., 2014). İspanyol ve Yunan çeşitleri üzerinde yapılan bir çalışmada tüm çeşitlerde karotenoid düzeyinin 1 ile 2.9 mg/kg arasında değiştini bildirilmiştir (Allalout, vd., 2009).

Bianco, vd. (1998), tarafından yapılan bir çalışmada zeytinyağında emülsiyon halinde mikro düzeyde bulunan glikozitlerin zeytinyağının antioksidan ve organoleptik özellikleri ile ilgili olduğu bildirilmiştir.

Caponio, vd. (1999), hamur hazırlama tekniklerinin zeytinyağındaki fenol bileşikleri üzerine etkisini araştırmışlar, toplam fenol bileşiklerinin Hammer kırıcılar ile üretilen yağlarda, taş değirmenle üretilen yağlara kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Marsilio, vd. (2001), zeytinyağındaki baskın fenol bileşiklerinin; hidroksitrozol, tirozol, oleuropein, oleuropein aglukonları, oleodide-11-metil esterleri olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, fenol bileşiklerinden yalnızca hidroksitirozol'un zeytinin kararma periyodu süresince önemli düzeyde azaldığını ve bu bileşenin zeytinin kahverengileşmesi ile direk ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

*Chemlali* çeşidi üzerinde yapılan çalışmada elde edilen fenolik ekstraktların DPPH serbest kökünü süpürme aktivitesi belirlenmesinde EC<sub>50</sub> değeri 3.2 to 1.5 µg/ml arasında değişmiştir. Antioksidan aktivite olgunlukla birlikte artmış ve fenolik bileşik seviyeleri ile ilişkilendirilmiştir (Bouaziz, vd., 2004).

Vinha, vd. (2005), tarafından 29 farklı zeytin örneği üzerinde çalışmış ve bütün örneklerin benzer fenol bileşiği profili gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca, miktar olarak en fazla bulunan fenol bileşiklerinin hidroksitirozol, luteolin 7-o-glikozit, oleuropein, rutin, apijenin, 7-o-glikozit ve luteolin olduğunu belirtilmiştir.

Konuşkan (2008), *Gemlik*, *Halhalı* ve *Sarıhaşebi* çeşit zeytinlerden elde ettiği yağlarda hidroksitirozol tirozol, verbaskozit, lutein, rutin ve oleuropein olmak üzere 6 farklı fenolik bileşik tanımlamıştır.

Yorulmaz (2009), yaptığı çalışmada Türk zeytinyağlarında, 2,4-hidroksifeniletanol (tirozol), syringik asit, p-kumarik asit, luteolin-7- glikozit, trans-sinamik asit, luteolin ve apigenin varlığını tespit etmiş ve Türk zeytinyağlarının baskın fenolik bileşenin luteolin olduğunu bildirmiştir.

Allalout, vd. (2009), İspanyol ve Yunan çeşitleri üzerine yaptıkları çalışmada HPLC ile 14 farklı fenol bileşiği saptamışlardır. Araştırmacılar, tirozol ve hidroksitirozol ile bağlantılı elenolik asitin dialdehidik formu, oleuropein ve ligstroside aglukonları bütün örneklerde ana bileşikler olarak belirlemişlerdir. Fenol bileşiklerinin, alfa tokoferollerin ve o-difenollerin oksidatif stabilite ile direk ilgili olduğunu bildirmişlerdir.

Arslan, vd. (2012), tarafından Hatay ilinde yetişen zeytin çeşitlerinin (*Eğriburun, Karamani, Halhalı ve Saurani*) antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. *Saurani* çeşidine ait yağın toplam fenolik madde, sekoroit a-glukonlar ve antioksidan aktivite bakımından en yüksek değere sahip olduğu bildirilmiştir.

Arslan, vd. (2013), Antalya, Mersin ve Karaman bölgelerinden yetiştirilen *Sarıulak* zeytin çeşidinden elde edilen zeytinyağının fenolik bileşimini ve yağ asidi kompozisyonunu incelemişlerdir. Ayrıca, yağların peroksit değerleri, serbest asitliği, klorofil ve karoten içeriği, renk değerleri, yağ asidi kompozisyonu ve fenolik madde bileşimi belirlenmişlerdir. Basit fenollerden tirozol ve hidroksitirozol ve asetatları, oleuropein, ligstroside ve lignanları saptamışlardır. Araştırmacılar, farklı bölgelerden elde edilen yağların birçok parametreleri arasında önemli farklılıkların olduğunu vurgulamışlardır.

Jimenez, vd. (2013), *Picudo* zeytin çeşidini dokuz farklı olgunluk döneminde hasat etmişler, olgunluk döneminin zeytinin duyuşal özellikleri ve fenol bileşikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Erken dönemde hasat edilen zeytinlerde fenol bileşikleri miktarının yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Meyve rengi yeşilden pembeye döndüğü dönemde hasat edilen zeytinlerden elde edilen yağlar duyuşal olarak değerlendirildiğinde çimensi ve meyvemsi tat özelliklerinin baskın olduğu bulmuşlardır. Çalışma sonucunda ideal olgunlaşma indeksinin 1,85 ve 2,0 olduğu belirtilmiştir.

Cecchi, vd. (2013), tarafından yapılan bir çalışmada, yüksek verimde yağ eldesi için ideal hasat zamanını belirlemek amacıyla zeytinin olgunlaşma periyodu süresince fenol bileşikleri profili, yağ miktarı ve şeker içeriği belirlenmiştir. Zeytinin yağ miktarının, şeker içeriği ile ters orantılı ancak, iki minör fenol bileşiği olan klorojenik asit ve tirozol içeriği ile doğru orantılı olduğunu belirtmişlerdir.

Farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen *Gemlik, Domat ve Ayvalık* zeytin çeşitlerinin fenolik bileşimleri HPLC (yüksek performanslı sıvı kromatografisi) ile belirlenmiş *Ayvalık ve Domat* çeşitlerinde gallik asit ve p-kumarik asit varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca, *Gemlik* çeşidinde sinapinik ve apijenin asitler saptanmıştır.

Ayvalık zeytin çeşidinin tüm olgunluk dönemlerinde hidroksitirozol, rutin, oleuropein, luteolin, tirozol, vanilik asit ve gallik asit belirlenmiştir. Çeşitlerdeki tirozol içeriğinin 0.12-2.28 mg/kg, vanilik asit içeriği ise 0.08 ile 2.38 mg/kg aralığında olduğu bildirilmiştir (Dağdelen, vd., 2013).

Franco, vd. (2014), yedi ayrı çeşit zeytinden elde edilen yağların fenol bileşikleri ve antioksidan aktiviteleri üzerine yaptıkları çalışmada tirozol, hidroksitirozol, vanilik asit, p-kumarik asit, luteolin ve apigenin seviyelerinin ve antioksidan değerlerinin erken hasat edilen çeşitlerden elde edilen yağlarda daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

### **2.3 Yağ Asitleri**

Yağlar, insan beslenmesinde önemli yer tutan temel bileşendir. Genel olarak suda çözünmez, ancak eter, benzen, kloroform gibi organik çözücülerde çözünebilirler. (Özdemir ve Denkbaş, 2003; Karaca ve Aytac, 2007). Yağ asitleri yağların ana yapı elemanlarıdır. Binin üzerinde yağ asidi bilinmektedir ancak yağlarda yirmi tanesi bulunur (Scrimgeour, 2005). Doğal yağlarda bulunan yağ asitleri doymuş (saturated fatty acids) ve doymamış (unsaturated fatty acids) yağ asitleri olmak üzere sınıflandırılır.

Zeytinyağlarının temel yağ asitlerini, oleik, linoleik, palmitik ve stearik asitler oluşturmaktadır. Bunların yanında miristik, palmitoleik, heptadekanoik, heptadesenoik, linolenik, gadoleik, behenik ve lignoserik asitler daha düşük oranlarda bulunmaktadır (Kayahan, vd., 2006, Yorulmaz, vd., 2009).

Zeytinyağında tekli doymamış yağ asidi olarak oleik asidin hakim olması onu diğer bitkisel yağlardan ayırır. Oleik asit (C18:1) miktarı toplam yağ asitlerinin %55-83 ünü oluşturur. Linoleik asit (C18:2) %3,5-21, palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0) %0.5-5, palmitoleik asit (C16:1) %0.3-3,5 aralığında bulunur (Murkovic, vd., 2004).

Çizelge 2.2. Naturel zeytinyağı yağ asidi dağılımı (TGK, 2010)

<b>Yağ Asidi</b>	<b>% Dağılımı</b>
<b>Miristik</b>	<0.05
<b>Palmitik</b>	7,5-20
<b>Palmiteloik</b>	0.3-3.5
<b>Heptadekanoik</b>	<0.3
<b>Heptadesenoik</b>	<0.3
<b>Stearik</b>	0.5-5
<b>Oleik</b>	55-83
<b>Linoleik</b>	3,5-21.0
<b>Linolenik</b>	<0.1
<b>Araşidik</b>	<0.6
<b>Gadoleik</b>	<0.4
<b>Behenik</b>	<0.2
<b>Lignoserik</b>	<0.2

Shahat, vd. (2013), yaptıkları çalışmada zeytinyağında hakim olan yağ asidinin oleik asit (C18:1) olduğunu, oleik asitten sonra en fazla linoleik ve palmitik asitin bulunduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan, zeytinyağı örneklerinde 13 ayrı fenol bileşiği saptamışlar ve bunlardan hakim olanlarının tirozol ve hidroksitrozol olduğunu bildirmişlerdir.

Mendez ve Falque (2007), depolama süresinin ve zeytinyağı ambalajının zeytinyağı kalitesi üzerine etkisini belirlemek için ticari olarak satılan dört farklı zeytinyağını 3 ve 6 ay boyunca depolayarak kalite parametrelerini incelemiştir. Çalışmada farklı ambalaj tipleri (PET şişe, Alüminyum folyo ile sarılmış PET şişe, cam şişe, teneke ve Tetra-brik®) kullanılmış ve tüm denemeler oda sıcaklığında aynı koşullarda gerçekleştirilmiştir. Depolama süresi boyunca serbest asitlik değeri ve oksidasyon düzeyinin arttığı belirlenmiştir.. İlk üç ay boyunca yağ asidi dağılımı sabit kalırken, altı aylık depolama sonunda oksidasyona bağlı olarak, oleik asitte azalma gerçekleştiğini ve Tetra-brik® ambalaj içinde muhafaza edilen yağın diğer ambalajlara kıyasla ilk kalitesini en çok koruyan ambalaj tipi olduğu bildirmiştir.

Arslan, vd. (2013), üç farklı bölgeden (Antalya, Karaman ve Mersin) topladıkları zeytinden elde ettikleri yağda palmitik, oleik ve linoleik asitlerini başlıca yağ asitleri olarak saptamışlardır. Palmitik ve stearik asit düzeyleri sırasıyla %12.17–15.30 ile %1.59–3.26 arasında değişiklik göstermiştir. Daha serin bölgelerden toplanan zeytinlerden elde edilen yağlar, kuru ve sıcak bölgelerden elde edilenlere göre daha fazla doymamış yağ konsantrasyonuna sahip olduğu bildirilmiştir.

Matthaus ve Özcan (2011), Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan 4 farklı çeşidin (*Edremit, Gemlik, Domat ve Sarıulak*) yağ asitleri kompozisyonunu belirlemiştir. Tüm çeşitlerdeki baskın asitin oleik asit olduğunu ve konsantrasyonunun %61.09 - 72.78 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Shahat, vd. (2013), *Libyan* çeşidi zeytinlerden elde ettikleri zeytinyağı üzerinde yaptıkları çalışmada oleik asidin baskın asit olduğunu (%60.68-64.44 düzeylerinde) ve onu linoleik ve palmitik asidin izlediğini bildirmişlerdir.

Rosati, vd. (2014), tarımsal faaliyetlerin (organik uygulamalar ve geleneksel uygulamalar) zeytin ve zeytinyağı kalitesi ve yağın duyuşsal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, organik uygulamalarda polifenol içeriğinin arttığını ancak yağın kimyasal karakterinde başka farklılık gözlenmediğini ve ayrıca, yağda baskın olan oleik asidin, tarımsal uygulamalardan etkilenmediğini bildirmişlerdir.

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1 Malzeme

##### 3.1.1 Hammadde

Denemelerde kullanılan *Gemlik* zeytinleri, Osmaniye ili sınırları içerisinde yetiştiricilik yapan bir çiftçinin bahçesinden sağlanmıştır.

##### 3.1.2 Denemede Kullanılan Araç Gereçler ve Kimyasallar

Gaz uygulamalarında kullanılan CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> gazları Linde Gaz'dan sağlanmıştır. Zeytinlerden zeytinyağı eldesinde "Hakkıustaoğulları" marka laboratuvar tipi zeytin kırma, hamur yoğurma ve santrifüj üniteleri kullanılmıştır. Çalışmada tekstür cihazı (Brookfield Texture Analyzer), renk ölçer (Konica Minolta Chromameter CR-400 ) pH ölçer (Star pH Benchtop), spektrofotometre (UV 1800 Shimadzu), etüv (ON-O2G Oven), soksalet (Behr E4) santrifüj (Hettich Zentrifügen Tuttlingen) kullanılmıştır. Fenol bileşikleri analizleri, "Termo Scientific Ultimate 3000 Dionex" marka HPLC cihazında, yağ asidi analizleri "Agilent" marka gaz kromatografisinde yapılmıştır. Analizlerde kullanılan kimyasal maddeler (Folin Ciocalteus reagent, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O, NaOH, HCl, Na<sub>2</sub>[Fe(CN)<sub>5</sub>NO]2H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, TCA (Trikloraasetik asit), p-aminobenzene sülfanilamid, FeCl<sub>3</sub>, KOH, hekzan, izooktan, metanol, etanol, aseton,) analitik saflıkta olup "Sigma-Aldrich", "Merck" ve "Fluka" firmalarından temin edilmiştir. Ayrıca, fenolik bileşenlerin tespiti için ferulik asit (European Pharmacopoeia), o-kumarik, sinamik asit, syringik asit, kafeik asit (Alfa Aesar), p-kumarik asit, tirozol, oleuropein, hidroksitirozol, luteolin, vanilin, vanilik asit (Sigma) standartları satın alınmıştır.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Zeytin Örneklerinin Toplanması

*Gemlik* çeşitlerine ait zeytin örnekleri, olgunluk döneminde (Aralık, 2014) rastgele 5 ağacın farklı kısımlarından el ile hasat edilmiş ve plastik kasalara konulmuştur (Şekil 3.1).



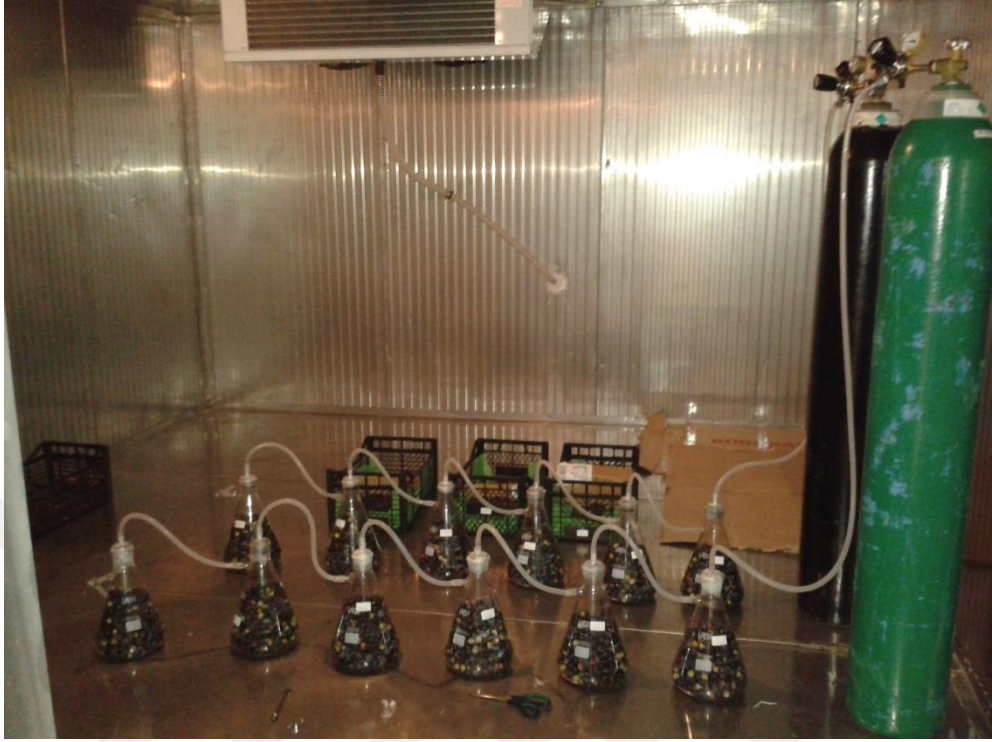
Şekil 3.1. Toplanan *Gemlik* çeşidi zeytinler

### 3.2.2 Denemelerin Düzenlenmesi

Uygun olgunlukta hasat edilen zeytinler, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarına delikli plastik kasalar içerisinde taşınmıştır. Aynı gün zeytin meyveleri 3 litrelik gaz sızdırmaz erlenlere alınmış, her bir erlene 1.7 kg zeytin konulmuştur. Zeytinler; CO<sub>2</sub> gazı N<sub>2</sub> gazı uygulaması ve kontrol örneği olarak üç gruba ayrılmış, örnekler 25 gün boyunca 20 kPa (0.2 Bar) basınçta, +5±1 °C' de CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> gazı altında depolanmıştır (Resim 3.2). Kontrol örneğine herhangi bir işlem yapılmadan +5±1°C'de delikli plastik kasalar içinde depolanmıştır. Zeytinlerden depolamanın 0., 5., 15. ve 25. günlerinde örnekler alınarak, laboratuvar tipi zeytinyağı sıkma makinesinde sıkılmış sızma zeytinyağı elde edilmiştir. Denemeler 2 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Elde edilen zeytinyağları üzerinde



fenol bileşikleri, antioksidan aktivite tayinleri, yağ asidi ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiş, analizler iki paralelli olarak yürütülmüştür.



Şekil 3.2. Zeytinlere ait gaz uygulaması

### 3.2.3 Zeytinlerden Yağın Çıkarılması

Zeytinler depolamanın ardından 0., 5., 15. ve 25. günlerde aynı gün Mustafa Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Araştırma laboratuvarında bulunan “Hakkıustaoğulları” marka laboratuvar tipi zeytin kırma makinesinde kırılmış, elde edilen zeytin hamuru malaksörde 30 °C’de 1 saat boyunca yoğrulmuştur. Ardından 4000 devirde 10 dakika santrifüj edilen hamurdan yağ ayrılarak sızma zeytinyağı elde edilmiştir. Elde edilen yağlar kaba filtre kağıdı ile filtre edilmiş, koyu renkli cam şişeler içerisinde analizler yapılan dek - 20 °C’de depolanmıştır.



Şekil 3.3. Laboratuvar ölçekli kırıcı, malaksör ve santrifüj

### 3.2.4 Analizler

#### 3.2.4.1 Zeytin Analizleri

##### 3.2.4.1.(1) Ağırlık Kaybı

Hasattan sonra, denemeye alınan tüm meyvelerde ağırlık kayıpları tartımlar sonunda belirlenmiştir. Ağırlık kaybı, meyvelerin başlangıç ağırlığından son ağırlığının çıkarılıp ilk ağırlığına oranlanması ile hesaplanmış, yüzde olarak verilmiştir.

##### 3.2.4.1.(2) Dane ağırlığı

Toplanan zeytinlerden rastgele 10 adet alınıp ayrı ayrı tartılmış, elde edilen toplam ağırlık 10'a bölünüp, bir meyvenin ortalama ağırlığı bulunmuştur (Yorulmaz, vd., 2013).

##### 3.2.4.1.(3) Et/çekirdek oranı

Örnekler arasından rastgele seçilen 10 adet zeytin meyvelerinin et kısmı çıkarılıp, kalan çekirdekler de tartılarak meyve ağırlığına oranlanmıştır (Yorulmaz, vd., 2013).

#### **3.2.4.1.(4) Meyve Eti Sertliği**

Meyve eti sertliği, 10 adet meyvenin ekvator bölgesine 2 mm/s hızla ilerleyen silindirik probun (2 mm çap) meyve etini delip basınca dayanıklılığı ölçülerek gerçekleştirilmiş, sonuçlar Newton (N) olarak ifade edilmiştir (Garcia, vd., 2008).

#### **3.2.4.1.(5) Meyve Eti Renk Değişimi**

Depolama suresince meyve renginin belirlenmesinde 10 meyvenin meyve kabuğu yüzeyindeki 1cm' lik bölgeden renk ölçer ile L (parlaklık), a (+kırmızı-yeşil), b (+sarı-mavi) modunda renk ölçümleri yapılmıştır. Böylece a ve b değerleri incelenerek meyve etinde meydana gelen renk değişimleri saptanmıştır (Lopez, vd., 2008).

#### **3.2.4.1.(6) Nem Miktarının Belirlenmesi**

Zeytinler çekirdeklerinden ayrılmış ve bir havanda ezilerek homojen hale getirilmiştir. Darası alınmış bir petri kutusuna yaklaşık 5g tartılan ( $m_1$ ) zeytinler,  $105\pm 1^\circ\text{C}$ ' deki etüvde sabit ağırlığa gelene kadar (3-4 saat) bekletilmiştir. Etüvden ıkarılan petriker desikatörde sabit tartıma getirilmiş ve ardından son tartım ( $m_2$ ) alınmış aşağıdaki formül kullanılarak % nem içeriği hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\% \text{ Nem içeriği} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

#### **3.2.4.1.(7) Yağ içeriği tayini**

Yağ miktarı tayini yarı otomatik soksalet cihazında yapılmıştır. Ekstraksiyonda kullanılan cam haznelere  $105\pm 1^\circ\text{C}$ 'deki etüvde 1 saat süre ile bekletilmiş, desikatörde soğutulup darası ( $m_1$ ) alınmıştır. Suyu uzaklaştırılan yaklaşık 2 g kuru örnek, selüloz kartuş içine yerleştirilmiş ve bu kartuşlarda cihaza takılmıştır. Her bir cam hazne içine yaklaşık 75 ml n-hekzan konularak ekstraksiyon programı oluşturulmuştur. Yağ ekstraksiyonunda, kaynama, yıkama, geri kazanım ve kalan çözücünün etüvde

buharlaştırılması olmak üzere 4 aşama mevcuttur. Ön denemelerle oluşturulmuş ekstraksiyon sürelerine ait parametreler aşağıda verilmiştir. Ekstraksiyon tamamlandığında cam hazneler 105±1 °C’ deki etüvde kalan çözücünün uzaklaşması için 1 saat bekletilmiş ve desikatörde oda sıcaklığına getirilmiştir. Cam haznelerin son ağırlığı ( $m_2$ ) tartılmış ve aşağıdaki formül kullanılarak kuru örnekte toplam yağ miktarı hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

<b>Ekstraksiyon Aşamaları</b>	<b>Kaynama</b>	<b>Yıkama</b>	<b>Geri Kazanım</b>	<b>Kurutma</b>
<b>Süre (dakika)</b>	60	60	30	60

$$\% \text{ Toplam Yağ Miktarı} = \frac{m_2 - m_1}{\text{kuru örnek miktarı}} \times 100$$

### 3.4.2.2 Zeytinyağında Yapılan Analizler

#### 3.4.2.2.(1) Serbest Asitliğin Belirlenmesi

Yaklaşık 3 g yağ örneği, bir erlen içinde 75 ml etil alkol (%95’lik) ilave edilerek iyice çözülmüştür. Üzerine 3-4 damla fenolfitalein damlatılarak, 0.01 N KOH çözeltisi ile renk pembe oluncaya kadar (30 saniye bu renk kalmalı) titrasyona devam edilmiştir. Aşağıdaki formül kullanılarak serbest asitlik oleik asit cinsinden hesaplanmıştır (AOCS, 1989).

$$\% \text{ Serbest Asitlik} = \frac{V \times N \times 28.2}{M}$$

**N:** KOH çözeltisinin normalitesi,

**V:** Titrasyonda harcanan KOH çözeltisi, ml.

**M:** Tartılan örnek miktarı, g.

**28.2:** 282 (Oleik asidin molekül ağırlığı)x100/1000’ dir.

#### 3.4.2.2.(2) Peroksit Değerinin Belirlenmesi

Peroksit değeri tayini “TS 342” ye göre yapılmıştır. Bir erlene yaklaşık 2 g yağ (m) tartılarak 10 ml kloroform içinde iyice çalkalanarak çözülmüş, üzerine 15 ml asetik

asit ilave edilmiştir. 1 ml doymuş potasyum iyodür (KI) ilave ettikten sonra erlen ağzı kapatılarak bir dakika boyunca çalkalanmış ve beş dakika karanlıkta bekletilmiştir. Ardından üzerine 75 ml saf su ve birkaç damla nişasta çözeltisi (5g/L) ilave edildikten sonra mavi renk nerdeyse kaybolana dek 0.01 N Sodyum tiyosülfat ile titre edilmiş, sarfiyat (V) not edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmış, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijen miktarının, milieşdeğer gram cinsinden ifadesi olarak belirlenmiştir.

$$\text{Peroksit Sayısı} \left( \frac{\text{meg } O_2}{\text{kg}} \right) = \frac{V}{m} \times 10$$

**V:** Titrasyonda harcanan 0.01 N Sodyum tiyosülfatın hacmi, ml.

**m:** Örnek miktarı, g.

#### 3.4.2.2.(3) Özgül Soğurma Değerleri

Yaklaşık 0.25 g numune 25 ml' lik balona tartılmış, analitik saflıktaki izooktan ile hacim çizgisine kadar tamamlanmış, 30 saniye boyunca hızlıca çalkalanarak yağ çözülmüştür. Elde edilen çözelti vakit kaybetmeden saf çözücüye karşı 232, 270, 268( $E_m$ ), 264 ve 272 dalga boylarında okunmuştur Farklı dalga boylarında alınan absorbans değerleri ile aşağıdaki formüller kullanılarak  $K_{232}$ ,  $K_{270}$  ve  $\Delta E$  değerleri hesaplanmıştır (TGK, 2010).

$$K_\lambda = \frac{E_\lambda}{c \times s}$$

Burada;

$K_\lambda = \lambda$  dalga boyundaki özgül soğurma

$E_\lambda = \lambda$  dalga boyunda ölçülen absorbans

$c =$  Yağ çözeltisinin konsantrasyonu (g/100 ml)

$s =$  Küvetin kalınlığı (cm)

$\Delta E$  aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$\Delta E = E_m - \frac{E_{m-4} - E_{m+4}}{2}$$

Burada;  $E_m$ : m dalga boyunda özgül soğurma

#### **3.4.2.2.(4) Fenolik Ekstraktlarının Hazırlanması, Toplam Fenol Bileşiği Miktarının ve Fenol Bileşikleri Dağılımının Belirlenmesi**

Fenolik bileşenlerin yağ matrisinden ekstrakte edilmesi için sıvı-sıvı ekstraksiyonu (LLE) en çok kullanılan ekstraksiyon yöntemidir. Düşük miktardaki örnekten metanol veya metanol-su yardımıyla (80:20 veya 60:40, v/v) fenolik bileşikler ekstrakte edilir ve hekzan ilavesi ile lipidler ve pigmentler yıkanır (Harwood ve Aparicio, 2013).

Fenolik ekstraktların hazırlanması için öncelikle zeytinyağından fenolik bileşikler ekstrakte edilmiştir. Deney tüpüne 2.5 g zeytinyağı tartılmış ve üzerine 2.5 ml metanol ilave edilmiş vortekste 2 dakika süre ile karıştırılmıştır. Daha sonra 5000 devir/dk' da 2 dk santrifüj edilmiş, metanolik faz ayrı bir tüpe alınarak fenolik ekstratlar toplam fenolik madde miktarı ve bileşimi analizi ve antioksidan aktivite tayininde kullanılmıştır (Murkovic, vd., 2004).

##### **➤ Toplam Fenol Bileşiği Miktarı**

Toplam fenolik bileşik tayini Folin–Ciocalteu reaktifi kullanılarak yapılmıştır (Singleton ve Rossi, 1965). Gıdaların antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde Folin Ciocalteu metodu sıklıkla kullanılır. Basit, tekrarlanabilir ve güvenilir bir yöntemdir. Bu yöntem Singleton, vd. (1965), tarafından şaraptaki toplam fenollerini ölçmek için tasarlanmıştır. Folin-Ciocalteu reaktifine (FCR) dayalı yöntem toplam fenolik (ya da fenol) yöntem olarak bilinip uygulansa da gerçekte örneğin indirgeyici kapasitesini ölçer. Yöntem sulu fazda gerçekleştiğinden lipofilik bileşiklerde gerçekleştirilemez. Ancak bu çalışmada da kolaylık olması açısından toplam fenolik bileşik terimi kullanılmıştır.

Zeytinyağının toplam fenolik bileşik miktarını saptamak için metanolik ekstraktan 0.2 ml alınarak üzerine 0.25 ml Folin reaktifi eklenmiş hacmi saf su ile 2,5 ml' ye tamamlanmıştır. Tüp vortekste iyice karıştırılıp üç dakika bekledikten sonra üzerine

0.5 ml sodyum karbonat (%35 w/v) eklenmiş ve hacmi 5 ml'ye tamamlanmıştır. Kör çözelti ise ekstrak yerine tüpe aynı miktarda metanol ilave edilerek, diğer işlemler aynı olacak şekilde hazırlanmıştır. İki saat oda koşullarında, karanlıkta bekletilen örnekler 725 nm'de spektrofotometrede köre karşı okunmuştur. Sonuçlar oluşturulan standart eğri kullanılarak galik asit cinsinden (mg/kg yağ) ifade edilmiştir.

➤ **Fenol Bileşikleri Dağılımının Belirlenmesi**

Zeytinyağı örneklerinin fenolik bileşen dağılımını "Thermo Dionex" marka HPLC'de gerçekleştirilmiştir. HPLC sistem özellikleri ve fenolik dağılımının tespitinde kullanılan çalışma koşulları aşağıdaki gibidir.

Gradient pompa :Ultimate 3000 Pump

Dedektör :Dionex Ultimate 3000 Diode Array Dedector

Kolon fırını :Ultimate 3000 Column Compartment

Kolon :Inertsil (250×4.6 mm, ODS-3, 5µm partikül büyüklüğü, Tokyo, Japonya)

Akış hızı :1.0 ml/dk

Dalga boyu :280 ve 320 nm

Enjeksiyon :20 µl

Kolon sıcaklığı :35 °C

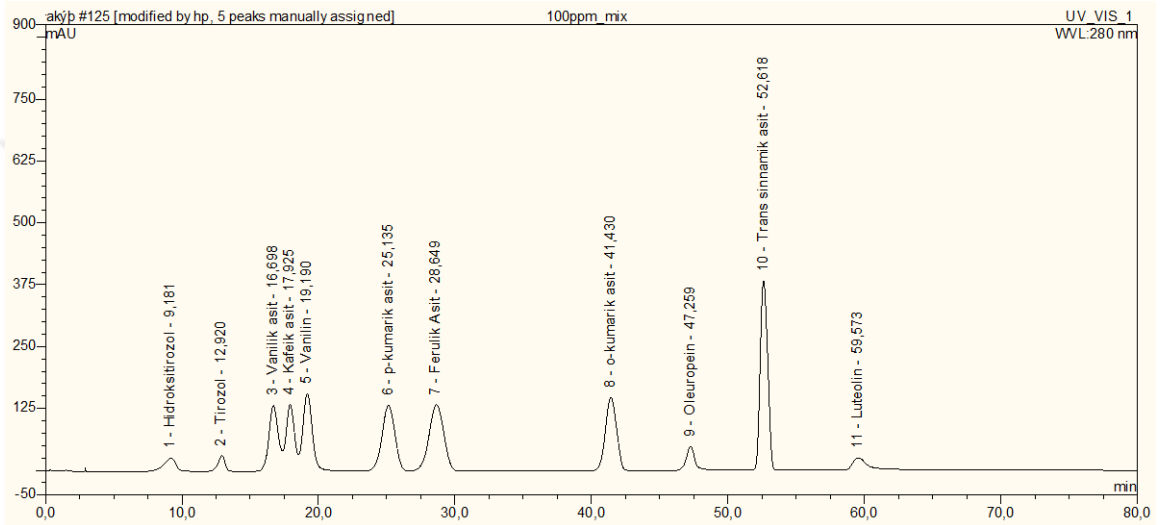
Mobil faz :Metanol (A, %10), Su (B, %90, pH = 3.1)

Kullanılan elüsyon sistemi

<b>Süre (dakika)</b>	<b>A (%)</b>	<b>B (%)</b>
0	10	90
10	30	70
30	30	70
40	40	60
45	50	50
80	50	50

### ➤ Fenol Bileşiklerinin Tanısı

Fenolik maddeler, standart maddelerin alıkonma zamanları ve spektrumları kıyaslanarak tanımlanmıştır. Beş farklı konsantrasyonda hazırlanan standart çözelti HPLC'ye enjekte edilmiş ve her bir standart için kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Kalibrasyon eğrisi yardımıyla örneklerdeki fenolik bileşiklerin miktarı saptanmıştır. Standart maddelere ait kromatogram aşağıda verilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.4. Fenolik bileşik standartlarına ait kromatogram

### 3.4.2.2.(5) Yağ Asitleri Dağılımının Belirlenmesi

100 mg yağ örneği santrifüj tüpüne tartılmış üzerine 2 ml n-hekzan ilave edilip iyice karıştırılmıştır. Daha sonra üzerine 0.2 ml 0.2 N metanol içinde hazırlanmış KOH çözeltisi ilave edilerek örnekler karıştırılmış ardından 5000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjün ardından üst faz viallere alınarak GC'ye enjekte edilmiştir.

### ➤ GC Çalışma Koşulları

Yağ asitleri analizi GC Clarous 500 cihazında (Perkin-Elmer, USA), alev iyonizasyon detektörü ve asit silisit tuzu tüpü SGE (30 m 0.32 mm ID 0.25 l m BP20 0.25 UM, USA) kullanılarak yapılmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırası ile önce 220°C dereceye sonra 280°C dereceye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 5



1 dakika 140°C derecede tutulmuş, sonrasında her dakika 4°C derece artırılarak 200°C dereceye kadar, 200°C dereceden 220°C dereceye de her dakika 1°C derece artırılarak getirilmiştir. Numune ölçüsü 1ml ve taşıyıcı gaz da 16 ps'de kontrol edilmiştir. Ayıraç 1:100 oranında kullanılmıştır.

#### ➤ *Yağ Asitlerinin Tanısı*

Yağ asitlerinin teşhisinde, standart olarak içerisinde trans yağ asitlerinin de bulunduğu 37 yağ asidi metil esterleri karışımı (Sigma-Aldrich) kullanılmıştır. Metil esterleri karışımında piklerin gelme zamanları standart kromatogram ile karşılaştırılmış, sonuçlar yüzde (%) olarak verilmiştir.

#### **3.4.2.2.(6) İndirgeme Gücü Kapasitesi Tayini**

Zeytinyağı metanolik ekstraktlarının  $Fe^{3+}$  iyonlarını indirgeme gücü kapasitesi Oyaizu metodu kullanılarak belirlenmiştir (Oyaizu, 1986). Ortamdaki indirgen madde  $Fe^{3+}$  iyonlarını  $Fe^{2+}$  iyonlarına indirger ve  $FeCl_3$  ilavesiyle oluşan Prusya mavisi rengindeki kompleksin absorbanı ölçülür. Yüksek absorban değeri yüksek indirgeme kapasitesinin göstergesidir. Metanolik ekstraktın 1 ml'sine, 2.5 ml fosfat tamponu (0.2 M, pH=6,6) ve 2.5 ml % 1'lik  $K_3Fe(CN)_6$  eklenmiş, karışımlar 50 °C'de 20 dakika bekletildikten sonra, oda sıcaklığına gelmesi beklenerek üzerine 2.5 ml % 10'luk TCA eklenmiştir. Ardından örnekler 4500 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst fazdan 2.5 ml alınarak üzerine 2,5 ml saf su ve 0.5 ml % 0.1'lik  $FeCl_3$  çözeltisi ilave edilmiştir. Tüpler 10 dakika karanlıkta bekletildikten sonra absorbanları 700 nm'de spektrofotometrede, köre karşı okunmuştur. Kör çözelti, ekstrakt yerine aynı hacimde metanol eklenerek, diğer işlemler aynı olacak şekilde hazırlanmıştır.

#### **3.4.2.2.(7) Nitrik Oksit Giderme Aktivitesi Tayini**

Zeytinyağı metanolik ekstraktlarının nitrik oksit giderme aktivitesi Griess Illosvoy reaksiyonuna göre yapılmıştır (Garrat, 1964). 0.5 ml zeytinyağı metanolik

ekstraktına, 0.1 M fosfat tamponu (pH 7.4, 0.5 ml) ve fosfat tamponu ile hazırlanmış sodyum nitroprussid çözeltisi (10 mM, 2 ml) ilave edilmiştir. Kontrol örneği ise örnek yerine aynı miktarda saf su ilave edilerek hazırlanmıştır. Oda sıcaklığında, karanlıkta 150 dakika bekletilen örneklerden 1.25 ml alınarak üzerine 1.25 ml Greiss reaktifi ilave edilmiştir. Reaktif ilavesinden sonra 30 dakika oda sıcaklığında karanlıkta bekletilen örneklerin absorbansları saf suya karşı 548 nm’de okunmuştur. Nitrik oksit giderme aktivitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Greiss reaktifi; greiss reaktifi (a) (%5’lik fosforik asit içinde hazırlanmış %1’lik sülfanilamid) ve greiss reaktifi (b) (N-(1-Naftil)-etilendiamin dihidroklorür’ ün saf su ile hazırlanmış % 0.1’lik çözeltisi) nin kullanmadan önce 1:1 oranında karıştırılması ile hazırlanmıştır.

$$\% \text{ NO Giderme Aktivitesi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100$$

#### **3.4.2.2.(8) DPPH Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini**

Fenolik ekstraktan 0.1 ml alınmış, üzerine, metanol içinde hazırlanmış 60 mM’lık DPPH (0.02365 mg/L) (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) çözeltisinden 3,9 ml ilave edilerek karanlıkta oda koşullarında 1 saat bekletilmiştir. Örneklerin absorbansı 517 nm’de metanole karşı okunmuştur. Zeytinyağının DPPH serbest radikalini süpürme aktivitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Yorulmaz, vd., 2013).

$$\% \text{ DPPH Giderme Aktivitesi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100$$

#### **3.4.2.2.(9) Demir İyonu İndirgeme Gücü (FRAP)**

Fe<sup>+3</sup>’ün Fe<sup>+2</sup>’ye düşük pH’da indirgenmesi renkli ferrous-tripyridyltriazine kompleksinin oluşmasına neden olur. Düşük pH’da ortamda antioksidan var ise ferric-tripyridyltriazine kompleksi Fe<sup>+2</sup>’ye indirgenir. İndirgenme sonucu mavi renkli çözelti 595 nm’de artışa sebep olur ve absorbans verir (Albayrak, vd., 2010). Zeytinyağlarının antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde FRAP metodu Benzie ve

Strain'in (1999) önerdiği şekilde uygulanmıştır. [1:1:10, v/v/v] oranında 40 mmol/L HCl içinde hazırlanmış 10 mM TPTZ (2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine), 20 mM FeCl<sub>3</sub> ve 0.1 M asetat tamponu (pH:3.6) içeren FRAP reaktifi deneyden hemen önce hazırlanarak 37 °C'de 10 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra 0.3 ml örnek üzerine 2 ml FRAP reaktifi ilave edilerek hacmi saf su ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen mavi renkli çözelti oda sıcaklığında 10 dakika bekletildikten sonra absorbansı 593 nm'de tanık çözeltiye karşı okutulmuştur. Kör çözelti 2 ml FRAP reaktifi ve 8 ml saf su içermektedir. Standart kurve 0.2-2 mmol/L konsantrasyon aralığındaki demir sülfat (FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) ile çizilmiş sonuçlar Fe<sup>+2</sup> mmol/L cinsinden ifade edilmiştir.

#### **3.4.2.2.(10) İstatistiksel Analiz**

Elde edilen analiz sonuçları iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmiştir. Bu amaçla SPSS istatistik paket programı kullanılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1 Zeytinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma kapsamında üç farklı gaz atmosferi (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ve normal atmosfer koşulları) altında, soğuk depoda (5 ±1 °C) depolanmış *Gemlik* zeytinlerinin 0., 5., 15. ve 25. günlerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelgelerde gösterilmiştir.

#### 4.1.1 Ağırlık Kaybı

Çizelge 4.1 incelendiğinde depolamayla birlikte örneklerin ağırlık kaybının arttığı görülmektedir. 25. günün sonunda kontrol grubu, ağırlığının %2.89'unu kaybederken bu oran, CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> grupları için sırasıyla %0.31 ve %0.32 olmuştur. Depolama sonunda kontrol grubu meyvelerindeki ağırlık kaybı kontrollü atmosfer altında depolanan örneklerle kıyasla dokuz kat fazladır. Depolama boyunca, CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> grupları arasında ağırlık kaybı istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. Depolama sonunda kontrol örneklerinde ağırlık kaybının yüksek olması fungal bozulma sonucu hücre sıvılarının dışarı sızması sonucu olabilir (Ağar, vd., 1999).

Zeytinlerin depolanmasında literatürde düşük sıcaklık ve kontrollü atmosfer uygulamaları vardır (Garcia and Strein, 1991; Castellano, vd., 1993; Garcia, vd., 1996; Ağar, vd., 1998; Kiritsakis, vd., 1998; Ağar, vd., 1999; Dourtoglou, vd., 2006; Clodoveo, vd., 2007; Antonio, vd., 2013). Araştırmacılar depolama süresi ve depolama sıcaklığı arttıkça ağırlık kaybının arttığını bildirmiş ve ağırlık kaybı bakımından uygulamaları 18-20 °C, normal atmosfer koşulları >5-8°C, normal atmosfer koşulları >5-8 °C, kontrollü atmosfer uygulaması şeklinde sıralamıştır. Ağar, vd. (1999), *Manzanillo* çeşit zeytinleri kontrollü atmosfer altında depolamış (2 kPa O<sub>2</sub>), normal atmosfer koşulları altında depolanan zeytinlerdeki ağırlık kaybının 2kPa O<sub>2</sub>'ye göre 2 kat fazla olduğunu bildirmiştir. Ağar, vd. (1998), *Ascolano*, *Manzanillo*, *Mission*, ve *Sevillano* çeşit zeytinleri 5 (8 hafta) ve 20 °C'de (2 hafta) boyunca depoladığı zeytinlerdeki ağırlık kaybının sırasıyla %0.6-1.5 ve %2.3-3 arasında değiştiğini bildirmiştir.

#### 4.1.2 Dane ağırlığı

Depolanan meyvelerin dane ağırlığı ortalamasına ait bulgular Çizelge 4.1'de verilmiştir. Zeytinlerin dane ağırlıkları 3,57-4,54 g arasında değişim göstermiştir. Depolamanın 5. ve 15. gününde en yüksek dane ağırlığı CO<sub>2</sub> uygulamasında bulunmuş iken, depolama sonunda (25. gün) uygulamalar arasındaki farkının önemsiz olduğu tespit edilmiştir. N<sub>2</sub> gazı altında depolanan zeytinlerin depolama boyunca dane ağırlıklarındaki değişim önemsiz bulunmuştur.

Tanılgan, vd. (2007), *Gemlik* zeytinin ortalama ağırlığını 2,751 g olarak bildirmiştir. Yavuz (2008), yaptığı çalışmada Ege ve Akdeniz bölgelerinden topladığı *Gemlik* zeytin çeşidine ait ortalama dane ağırlıklarını 2,52-3,72 g, Keçeli (2013), ise 4.5-5.9 g olarak bulmuştur. Örneklerin dane ağırlıklarına ait bulgular araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

#### 4.1.3 Meyve eti/Çekirdek Oranı

Örneklerin Meyve eti/çekirdek oranlarına bakıldığında değerler 3,15-5,05 aralığında değişim göstermektedir. Kontrol grubunda depolama süresi ile birlikte meyve eti/çekirdek oranı düşmüştür. N<sub>2</sub> gazı altında depolanan örneklerin depolama boyunca meyve eti/çekirdek oranları arasındaki fark önemsizdir. Uygulamalar arasında CO<sub>2</sub> uygulamasının 5. ve 15. günlerinde en yüksek meyve eti/çekirdek oranına sahip olduğu ve oranların sırasıyla 5,05 ve 4,93 olarak tespit edildiği belirlenmiştir. Depolamanın son gününde uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Yavuz (2008), yaptığı çalışmada Ege ve Akdeniz bölgelerinden topladığı *Gemlik* zeytin çeşidine ait meyve eti/çekirdek oranlarını 3.12-6.07, Yorulmaz, vd. (2013), *Memecik* ve *Edremit* çeşit zeytinlerde 2.82-4.55 aralığında bulmuştur. Bu çalışmada elde edilen meyve eti/çekirdek değerleri araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermektedir.

#### 4.1.4 Meyve Eti Sertliği

Örneğlerin meyve eti sertliği depolama boyunca 3,2-4.25 N aralığında değişkenlik göstermiştir. Kontrol grubunda, sertlik depolamanın 5. gününde artmış, daha sonra düşmüştür. Depolama sonunda, meyve eti sertliği kontrol, CO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> grubunda sırasıyla 3,48, 4,03 ve 3,91 N olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda CO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> grubunun meyve eti sertlik değerleri arasında fark yok iken, bu değerler kontrol grubundan yüksek çıkmıştır. 3.2 N olan başlangıç sertliği CO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> uygulamalarında sırasıyla 4.03 ve 3.91 N olarak tespit edilmiştir.

Ağar, vd. (1999), *Manzanillo* çeşit zeytinleri zeytinyağına işlemeden önce, 0, 2.2 ve 5°C normal atmosfer koşullarında ve 2 kPa O<sub>2</sub> (N<sub>2</sub> ile dengelenmiş) gazı altında depolamışlardır. Zeytinler 6 hafta boyunca depolanmış ve meyve sertlikleri depolama boyunca artış göstermiştir. Nanos, vd. (2002), ilk hasat ve son hasat zamanında topladıkları *Conservolea* ve *Chondrolia* çeşit sofralık zeytinlerini işlemeden önce, 5 ve 7,5 °C'de normal atmosfer koşulları altında ve yine bu sıcaklıklarda farklı gaz atmosferleri altında (2 kPa O<sub>2</sub>+ 2 kPa CO<sub>2</sub> veya 2 kPa O<sub>2</sub> +5 kPa CO<sub>2</sub>) 50 gün boyunca depolamışlardır. Meyvelerde yapılan tekstür analizi sonucu elde edilen sertlik değerleri 4-8.4 N aralığında değişmiş ve depolama süresine paralel olarak meyve eti sertliği artmıştır.

Nanos, vd. (2002) ve Ağar, vd. (1999), depolama veya olgunlaşmayla birlikte artan ağırlık kaybıyla birlikte meyve eti sertliğinin arttığını bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgular araştırmacıları destekler niteliktedir.

#### 4.1.5 Renk Değerleri

Renk ve renkteki farklılıkların CIE tarafından geliştirilen üç nokta ölçüm yöntemine göre enstrümental olarak belirlenmesi en yaygın kullanılan metottur. Bu yöntemde göre *L* ışık geçirgenlik değerini verir, 0 (geçirgenlik yok)-100 (tamamen geçirgen) arasında değerler alır, *a/-a* kırmızılık/yeşillik, *b/-b* sarılık/mavilik değerlerini belirtir (Batu, vd., 1997).

Örneklerin renk değerleri,  $L$ ,  $a$  ve  $b$  parametreleri cinsinden belirlenmiş ve sırasıyla 33.8-42.67, 2.73-8.44, -4.81-1.74 aralığında değişim göstermiştir. Kontrol ve  $N_2$  grubunda süreler arasında  $L$  değerleri bakımından fark önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar arasında  $L$  değerleri bakımından 25. günde fark görülmemiştir. 5., 15. ve 25. gün  $CO_2$  uygulamasının  $L$  değerleri kontrol ve  $N_2$  uygulamalarından düşük (daha koyu) olduğu tespit edilmiştir. Holcroft, vd. (1999), çilekte, Dourtoglou, vd. (2006), zeytinde  $CO_2$  uygulanan meyvelerin kabuk renklerinin daha koyu olduğunu bildirmiştir.

Kontrol grubunun ve  $CO_2$  uygulamasının günleri arasında örneklerin  $a$  değerleri bakımından farklılık önemli ( $p < 0.05$ ) iken,  $N_2$  uygulamasının günleri arasındaki  $a$  değerlerindeki değişim önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar arasında 15. günde kontrol grubu  $a$  değeri bakımından en yüksek (8.4) değere ulaşmıştır.  $b$  değerleri bakımından kontrol grubunun ve  $CO_2$  uygulamasının günleri arasında fark görülmezken,  $N_2$  uygulamasının  $b$  değerleri depolama ile birlikte azalmıştır.

Esti, vd. (1998), zeytin çeşitlerini (*Gentile*, *Coratina* ve *Leccino*) farklı zamanlarda hasat etmişler ve renk değerlerini  $L$ ,  $a$  ve  $b$  cinsinden ifade etmişlerdir. Zeytinlerin  $L$  değerleri 31-53.6 arasında değişim göstermiş, çeşitlerin hasat edilme süresi uzadıkça  $L$  değerleri zeytinlerin kararmasına bağlı olarak düşmüştür. Örneklerin  $a$  ve  $b$  değerleri sırasıyla -19.5-1.0 ve -0.1-27.6 aralığında değişmiştir.

#### **4.1.6 Nem Miktarı**

Kontrol,  $CO_2$  ve  $N_2$  grubunun günlere göre nem içerikleri sırasıyla %50.60-58.8, %52.94-61.7 ve %52.65-58.8 aralığında değişmiştir. Kontrol grubunda 15. gün nem içeriği en düşük (%50.60) değere ulaşmıştır.  $N_2$  ve  $CO_2$  grubunda günler arası nem içeriği değişimi önemsiz bulunmuş ve ayrıca, uygulamalar arasında 5., 15. ve 25. günlerde fark tespit edilememiştir.

Kara (2011), Yorulmaz (2009), Konuşkan (2008), Tanılğan, vd. (2007), Keçeli (2013), *Gemlik* çeşidi zeytinlerdeki nem içeriğini sırasıyla %57.35-62.23, %53.82, %40.53-69.62, %59,21, 57.3-74.3 olarak bildirmişlerdir. Esti, vd. (1998), *Gentile*, *Coratino* ve *Leccinio* çeşit zeytinlerde nem içeriklerini %43,1-54,8 aralığında belirlemişlerdir. Jimenez, vd. (2013), *Picudo* çeşit zeytinlerin nem içeriğini %48,87-54,02 olarak belirlemişlerdir. Ağar, vd. (1998), farklı çeşit (*Ascolano*, *Manzanillo*, *Mission*, ve *Sevillano*) zeytinlerin nem içeriklerini sırasıyla, %67.9, 60.5, 52.5, ve 61.2 olarak bulmuşlar ve örneklerin depolama süresi ve farklı depolama koşulları ile nem içeriklerinin değişmediğini bildirmişlerdir.

#### 4.1.7 Yağ İçeriği

Örneklerin yağ içerikleri kuru madde üzerinden hesaplanmış ve %47.03-66.84 arasında değişim göstermiştir. Kontrol grubu ve N<sub>2</sub> uygulamasında günler arasında yağ içerikleri bakımından fark bulunmaz iken, CO<sub>2</sub> uygulamasında fark belirlenmiştir. CO<sub>2</sub> uygulamasında yağ içeriği 5. gün en yüksek (%62.74) değerde iken, 25. gün en düşük değerde (%47.71) bulunmuştur.

Yorulmaz, vd. (2013), *Memecik* ve *Edremit* çeşidinin nem içeriklerinin %43.83-53.57 aralığında olduğunu bildirmiştir. Ağar, vd., (1998), farklı gaz atmosferi ve sıcaklık altında depoladıkları *Manzalinio* çeşiti zeytinlerdeki yağ içeriğini %36.0-38.7 arasında bulmuşlar ve araştırmacılar depolama uygulamaları ve süreleri arasında yağ içeriği bakımından fark olmadığını bildirmişlerdir.

Esti, vd. (1998), üç farklı çeşit zeytinin (*Gentile*, *Coratino* ve *Leccinio*) yağ içeriklerinin %36,9-46,3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ağar, vd. (1999), farklı çeşit (*Ascolano*, *Manzanillo*, *Mission*, ve *Sevillano*) zeytinlerin yağ içeriklerini %28.5, 28.8, 33.3 ve 37.7 olarak saptamışlar ve 5 °C'de 6-8 hafta depolanan çeşitlerde depolama boyunca yağ içeriklerinde değişim olmadığını vurgulamışlardır. Jimenez, vd. (2013), *Picudo* çeşiti zeytinleri 9 farklı olgunluk döneminde hasat etmişler, zeytinlerin yağ içeriklerini %37,02-44,21 arasında belirlemişlerdir.



Çizelge 4.1. Zeytinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analiz	Uygulama	0. Gün	5.Gün	15.Gün	25. Gün
Ağırlık Kaybı (%)	<i>Kontrol</i>	0.00 <sup>cA</sup> ±0.0	0.77 <sup>bA</sup> ±0.10	2.35 <sup>aA</sup> ±0.46	2.89 <sup>aA</sup> ±0.20
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.00 <sup>bA</sup> ±0.0	0.00 <sup>bB</sup> ±0.00	0.10 <sup>abB</sup> ±0.15	0.31 <sup>aB</sup> ±0.02
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.00 <sup>cA</sup> ±0.0	0.18 <sup>bB</sup> ±0.04	0.28 <sup>aB</sup> ±0.02	0.32 <sup>aB</sup> ±0.04
Dane Ağırlığı (g)	<i>Kontrol</i>	3.6 <sup>bA</sup> ±0.1	3.85 <sup>abB</sup> ± 0.014	3.76 <sup>abB</sup> ±0.06	3.99 <sup>aB</sup> ±0.014
	<i>CO<sub>2</sub></i>	3.6 <sup>bA</sup> ±0.9	4.16 <sup>aA</sup> ±0.05	4.54 <sup>aA</sup> ±0.20	3.69 <sup>bA</sup> ±0.03
	<i>N<sub>2</sub></i>	3.6 <sup>aA</sup> ±0.6	3.57 <sup>aC</sup> ±0.07	3.74 <sup>aB</sup> ±0.20	3.81 <sup>aA</sup> ±0.44
Meyve Eti/Çekirdek (g/g)	<i>Kontrol</i>	3.74 <sup>abA</sup> ±0.4	4.32 <sup>aAB</sup> ±0.08	3.15 <sup>bB</sup> ±0.12	3.73 <sup>abA</sup> ±0.39
	<i>CO<sub>2</sub></i>	3.7 <sup>bcA</sup> ±0.5	5.05 <sup>aB</sup> ±0.19	4.93 <sup>abA</sup> ±0.75	3.59 <sup>cA</sup> ±0.05
	<i>N<sub>2</sub></i>	3.7 <sup>aA</sup> ±0.5	4.07 <sup>aB</sup> ±0.49	3.55 <sup>aAB</sup> ±0.01	4.02 <sup>aA</sup> ±0.65
Meyve Eti Sertliği (N)	<i>Kontrol</i>	3.2 <sup>bA</sup> ±0.1	3.96 <sup>aA</sup> ±0.39	3.54 <sup>abA</sup> ±0.18	3.48 <sup>bB</sup> ±0.08
	<i>CO<sub>2</sub></i>	3.2 <sup>aA</sup> ±0.1	4.25 <sup>aA</sup> ±0.26	4.11 <sup>aA</sup> ±0.75	4.03 <sup>aA</sup> ±0.03
	<i>N<sub>2</sub></i>	3.2 <sup>bA</sup> ±0.1	4.16 <sup>aA</sup> ±0.40	3.63 <sup>abA</sup> ±0.11	3.91 <sup>aA</sup> ±0.08

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. İstatistiksel açıdan p<0.05 ve: p<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 4.2. Zeytinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analiz	Uygulama	0. Gün	5.Gün	15.Gün	25. Gün
<b>Renk Değerleri</b> <i>L</i>	<i>Kontrol</i>	36.27 <sup>aA</sup> ±0.2	38.86 <sup>aA</sup> ±9.06	36.93 <sup>aA</sup> ±4.50	35.31 <sup>aA</sup> ±0.23
	<i>CO<sub>2</sub></i>	36.27 <sup>abA</sup> ±0.3	41.69 <sup>aA</sup> ±3.13	33.8 <sup>bA</sup> ±1.81	35.69 <sup>bA</sup> ±1.44
	<i>N<sub>2</sub></i>	36.27 <sup>aA</sup> ±0.3	42.67 <sup>aA</sup> ±0.86	40.63 <sup>aA</sup> ±4.20	38.80 <sup>aA</sup> ±3.64
<i>a</i>	<i>Kontrol</i>	4.96 <sup>bA</sup> ±0.7	3.02 <sup>cA</sup> ±0.79	8.44 <sup>aA</sup> ±0.65	5.62 <sup>bA</sup> ±0.97
	<i>CO<sub>2</sub></i>	4.96 <sup>bA</sup> ±0.9	2.73 <sup>bA</sup> ±0.48	3.67 <sup>abB</sup> ±0.60	5.39 <sup>aA</sup> ±0.48
	<i>N<sub>2</sub></i>	4.96 <sup>aA</sup> ±0.9	3.35 <sup>aA</sup> ±0.72	5.69 <sup>aB</sup> ±0.85	3.45 <sup>aA</sup> ±0.95
<i>b</i>	<i>Kontrol</i>	-1.14 <sup>aA</sup> ±0.5	-0.17 <sup>aA</sup> ±7.19	0.55 <sup>aA</sup> ±1.75	-4.81 <sup>aA</sup> ±0.93
	<i>CO<sub>2</sub></i>	-1.14 <sup>abA</sup> ±0.6	0.02 <sup>aA</sup> ±2.31	-4.31 <sup>bB</sup> ±1.53	-3.13 <sup>abA</sup> ±0.51
	<i>N<sub>2</sub></i>	-1.14 <sup>aA</sup> ±0.6	1.74 <sup>aA</sup> ±0.67	0.10 <sup>aA</sup> ±0.51	-2.80 <sup>aA</sup> ±4.09
<b>Nem Miktarı</b> (%)	<i>Kontrol</i>	58.8 <sup>aA</sup> ±1.6	57.5 <sup>aA</sup> ±1.00	50.60 <sup>cA</sup> ±0.87	54.13 <sup>bA</sup> ±0.64
	<i>CO<sub>2</sub></i>	58.8 <sup>aA</sup> ±2.00	61.7 <sup>aA</sup> ±3.07	58.53 <sup>aA</sup> ±9.10	52.94 <sup>aA</sup> ±15.19
	<i>N<sub>2</sub></i>	58.8 <sup>aA</sup> ±2.0	55.8 <sup>aA</sup> ±3.07	55.62 <sup>aA</sup> ±9.10	52.65 <sup>aA</sup> ±15.19
<b>Yağ İçeriği</b> (KM) (%)	<i>Kontrol</i>	53.03 <sup>aA</sup> ±0.1	60.30 <sup>aA</sup> ±4.95	66.84 <sup>aA</sup> ±12.32	49.12 <sup>aA</sup> ±2.71
	<i>CO<sub>2</sub></i>	53.03 <sup>abA</sup> ±8.7	62.74 <sup>aA</sup> ±0.75	50.64 <sup>abA</sup> ±0.20	47.71 <sup>bA</sup> ±1.74
	<i>N<sub>2</sub></i>	53.03 <sup>aA</sup> ±8.7	59.84 <sup>aA</sup> ±7.66	53.28 <sup>aA</sup> ±3.49	47.03 <sup>aA</sup> ±0.73

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. İstatistiksel açıdan  $p < 0.05$  ve:  $p < 0.01$  seviyesinde önemli.

## 4.2 Zeytinyağı Örneklerinin Serbest Asitlik, Peroksit ve Özgül Soğurma Değerleri

Lipitler canlı hücrelerde önemli rolleri olan (metabolizmada hücrelerin enerji ihtiyacını karşılama, esansiyel serbest asitleri için havuz olma gibi...) önemli yapısal bileşenlerdir. Gıda lipitleri genellikle karmaşık bileşenlerdir ve kimyasal kompozisyonundaki değişimler duysal ve besinsel kalite kaybı ile sonuçlanır. Lipitlerin bozulmasına neden olan başlıca süreçler hidrolitik bozulma (lipoliz) ve oksidatif bozulmadır (oksidasyon) (Aparicio ve Harwood, 2013).

Lipit oksidasyonu yenilebilir yağların kimyasal, duysal ve besinsel özelliklerinde değişikliklere sebep olan en önemli problemdir. Otooksidasyon ve fotooksidasyon havadaki oksijen varlığında neredeyse kaçınılmazdır. Lipitler okside olduğunda hidroperoksitler oluşur ve hidroperoksitler oksidasyonun ilerlemesiyle ikincil ürünlere (aldehitler, ketonlar, asitler ve alkoller ) kolayca parçalanır (Aparicio ve Harwood, 2013). Zeytinyağının lipolizi genellikle yağ henüz meyve içinde başlarken, oksidasyon çoğunlukla yağ çıkarımı ve yağın depolanması esnasında gerçekleşir. Hasat sonrası uygun olmayan koşullarda depolama ve ortamda su bulunması halinde lipoliz ile bitkisel ham yağlarda serbest yağ asitleri oluşumuna sebep olabilir (Konuşkan, 2008).

Serbest yağ asitleri, trigliseritlerin hidrolitik parçalanması sonucu oluşan ürünlerdir. Bitkisel yağlardaki serbest yağ asidi miktarı önemli bir kalite göstergesidir ve yağın çeşidine ve ticari sınıfına göre otoritelerce sınırlandırılmıştır (Paradiso, vd., 2010). Türk Gıda Kodeksine (2010) göre; naturel zeytinyağları serbest asitlik içeriğine göre naturel sızma (<=0.8), naturel birinci (<=0.2) ve ham zeytin yağı/rafınlık (>0.2) olmak üzere sınıflandırılmıştır.

Araştırmacılar zeytinyağında kalite kaybına neden olacak etmenleri, yağ çıkarımı öncesinde (zeytin çeşidi, iklim, toprak, ağaç yaşı, olgunluk indeksi, depolama...), yağ çıkarımı esnasında (kıırma, hamur hazırlama, ekstraksiyon sistemi, filtrasyon )

ve yağ çıkarılıp depolanması (ticari ambalaj, sıcaklık, ışık, metal kontaminasyonu) esnasında rol oynayan etmenler olarak sınıflandırmışlardır. Zeytinyağında serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri yağın oksidasyon seviyesini ve genel kalitesini belirlemede temel analizlerdir.

#### 4.2.1 Serbest Asitlik

Çizelge 4.3'de görülebileceği gibi serbest asitlik değerleri her üç uygulamada depolama süresine bağlı olarak artış göstermiştir. Her üç uygulamada da 0. gün serbest asitlik değeri %0.19'dan 25. günde kontrol, CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarında sırasıyla %0.58, 0.50 ve 0.75 değerlerine ulaşmıştır. 25. günde uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Depolama boyunca tüm uygulamalardaki serbest asitlik değerlerinin, Türk Gıda Kodeksi natürel sızma zeytinyağı sınır değerinin (%0.8) altında olduğu görülmektedir (TGK, 2010).

Konuşkan (2008), yaptığı çalışmada *Gemlik* çeşidi zeytinden çözücü ve mekanik ekstraksiyon yöntemi ile elde ettiği yağların serbest asitlik değerini, sırasıyla %0.76 ve 0.82 olarak bildirmiştir. Keçeli (2013), üç farklı zamanda hasat edilmiş *Gemlik* çeşidi zeytinlerin serbest yağ içeriklerini sırasıyla %0.63, 0.65 ve 0.81 olarak bildirmiştir. Olgunlukla beraber serbest asitliğin yükseldiğini rapor etmiştir.

Dıraman ve Dibeklioğlu (2009), 7 sezon boyunca (2001-2007) Türkiye'nin farklı bölgelerinden topladıkları Türk zeytin çeşitlerinin (*Ayvalık, Memecik, Gemlik, Erkence, Nizip Yağlık* ve *Uslu*) serbest asitlik değerlerinin %0.25 ve 2.90 arasında değiştiğini vurgulamışlardır.

Shahat, vd. (2013), yaptıkları çalışmada *Gargashi, Nab-Elgamal* ve *Oscolana* çeşitlerinden elde ettikleri zeytinyağlarının serbest asitlik içeriğini %0.525-0.735 arasında bulmuşlardır.

Antonio, vd. (2010), zeytinleri 10 ve 20 °C'de tek tabaka halinde ve 10, 20 ve 60 cm tabaka kalınlığında olacak şekilde depolamışlar ve tabaka kalınlığı arttıkça serbest

asitliğin hızla yükseldiğini bildirmişlerdir. 20 °C'de 15 gün depolamanın ardından tek katman, 10 ve 20 cm kalınlığında katmanlar halinde depolanan zeytinlerden elde edilen yağların asitliği ilk duruma göre sırasıyla 2.5, 13 ve 20 kat daha yüksek çıkmıştır. 10 °C de ise yine tek 10 ve 20 cm katmanlar halinde 20 gün depolanan zeytinlerin asitlik değerleri %0.18'den sırasıyla %0.56, %1.52 ve %3.67'ye yükselmiştir. Düşük sıcaklıkta depolanan zeytinlerden elde edilen yağlar, serbest asitlik değerleri bakımından sızma zeytinyağı özelliğini korumuştur. Çalışmada elde edilen bulgular önceki çalışmalarla uyum içerisindedir.

#### 4.2.2 Peroksit Sayısı

Peroksit sayısı yağların oksitlenme derecelerini saptamak için kullanılan en yaygın analiz yöntemidir (Yavuz, 2008). Çizelge 4.3'de görüleceği gibi depolama boyunca zeytinlerin peroksit değeri genellikle artmıştır. CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarında süreye bağlı olarak peroksit değerleri arasında fark bulunamamıştır. Ancak, kontrol grubunda peroksit değeri bakımından fark gözlenmiş ve depolamanın 15. gününde peroksit değeri en yüksek noktaya ulaşmıştır. Depolama sonunda kontrol, CO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> grubunun peroksit değerleri sırasıyla, 7.4, 6,65 ve 7.05 meq O<sub>2</sub>/kg olarak tespit edilmiş ve aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur..

*Gemlik* zeytin çeşidi üzerinde yapılan çalışmalarda; Ocakoğlu, vd. (2009), peroksit değerini 7,37-22,30 meq/kg arasında, Konuşkan (2008), çözücü ve mekanik ekstraksiyon yöntemi ile elde ettiği yağların peroksit değerini sırasıyla 5.66 ve 3.83 meq/kg olarak, Keçeli (2013), üç farklı zamanda hasat edilmiş zeytinlerin peroksit değerini sırasıyla 35.65, 26.10 ve 18.75 meq/kg olarak bildirmişlerdir. Hbaieb, vd. (2016), *Chetoui* ve *Arbequina* çeşitlerini 4 ve 25 °C'de 4 hafta boyunca depolamışlar, bu çeşitlerden elde edilen yağların peroksit değerlerini sırasıyla 4.34-8.08 meq/kg (4 °C); 4.34-13.88 (25 °C) meq/kg ve 3.19-5.59 (4 °C) meq/kg; 3.19-9.70 (25 °C) meq/kg olarak bildirilmişlerdir. Gimeno, vd. (2002), *Arbequina* çeşit zeytinlerin peroksit değerini 9,05-10.10 meq/kg aralığında, Fuentes, vd. (2013), *Morisca* ve *Carrasquena* çeşitlerinde 5,71-7,57 meq/kg aralığında bulmuşlardır. Çalışmada elde edilen bulgular depolama boyunca Türk Gıda Kodeksinin naturel

sızma zeytinyağı için belirlediği peroksit değeri (20 meq/kg) sınırları içinde kalmıştır (TGK, 2010).

### 4.2.3 Özgül Soğurma Değerleri

Zeytinyağında ultraviyole bölgede özgül absorbans değerlerinin belirlenmesi oksidasyonun hangi aşamada olduğunu tahmin etmede önemlidir. Zeytinyağında konjugedien ve konjugetrien oluşumu oksidasyon veya rafinasyonla ilgilidir. Ultraviyole bölgede özgül dalga boylarında elde edilen absorbans değerleri ile konjuge dien ( $K_{232}$ ) ve oksidasyonun ikincil ürünleri olan trien (aldehit, keton, alkoller, asitler)( $K_{270}$ ) oluşumları saptanır (Kiritsakisa, vd. 2002). Türk Gıda Kodeksi (2007) natürel sızma zeytinyağı için  $K_{232}$  ( $\leq 2.5$ ),  $K_{270}$  ( $\leq 0.22$ ) ve Delta E ( $\leq 0.01$ ) değerlerinin üst limitlerini belirlenmiştir (TGK, 2010).

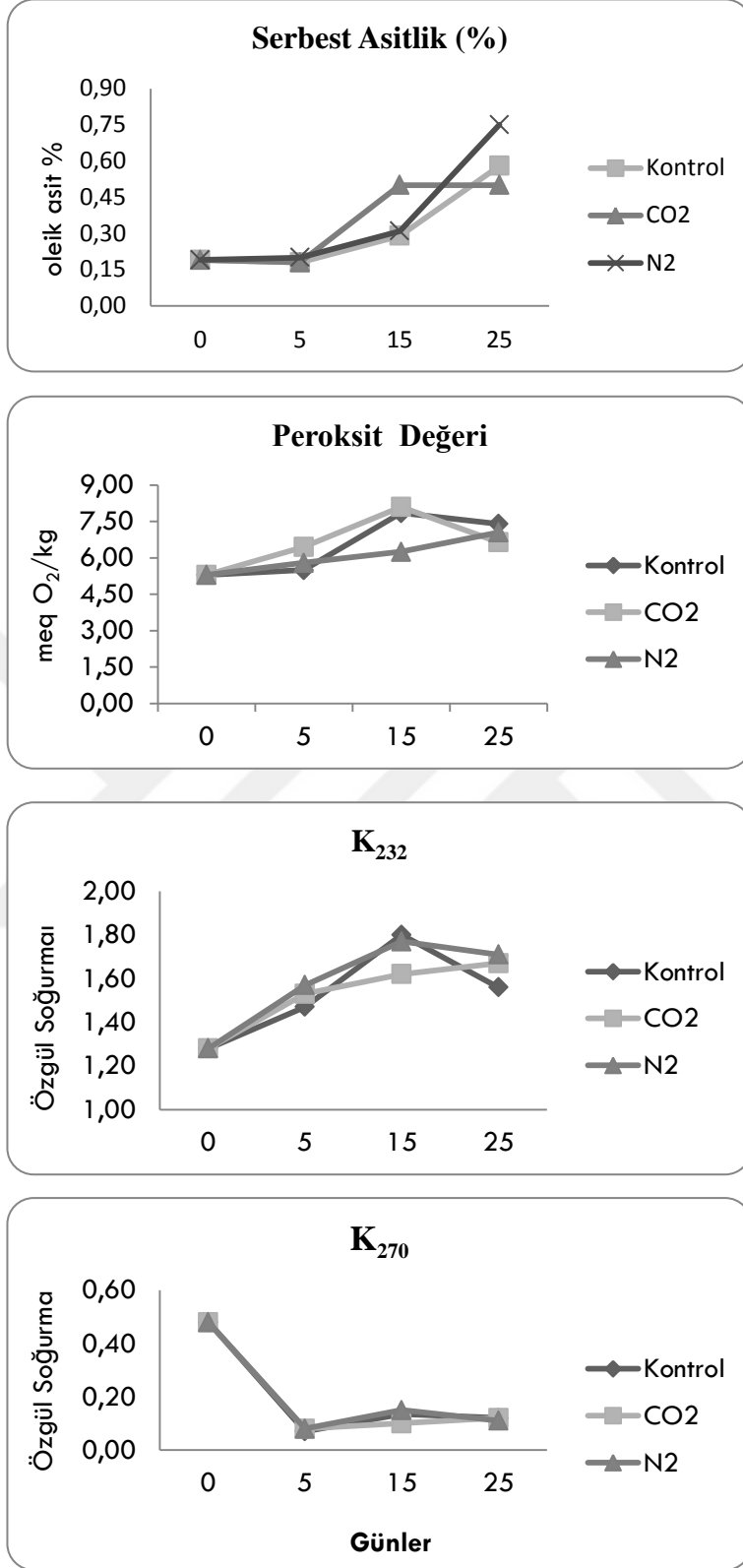
Kontrol, CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarında depolama boyunca  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri sırasıyla 1.28-1.80 ve 0.48-0.07 aralığında değişmiştir.  $K_{232}$  değerleri depolama süresi arttıkça artış göstermiş, ancak değerler yasal üst limiti aşmamıştır.  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerlerinde uygulamalar arasında ve günler arasında fark gözlenmemiştir. Örneklerin tümü  $\Delta E$  değeri bakımından 0.01'den küçüktür ve Türk Gıda Kodeksine aykırı bir sonuç elde edilmemiştir.

Dıraman ve Dibeklioğlu (2009), *Gemlik* çeşidinden elde ettikleri yağlarda  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerlerini sırasıyla 1.31-3.02 ve 0.09-0.27 aralığında bulmuşlardır. Kiritsakis, vd. (1998), *Koroneiki* çeşit zeytinleri 0, 5 ve 7.5 °C'de iki farklı gaz atmosferi (normal atmosfer koşulları, %2 O<sub>2</sub> + %5 CO<sub>2</sub>) altında 30 ve 60 gün boyunca depolamışlardır. 0 ve 5 °C'de depolanan zeytinlerin  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri depolama boyunca değişmez iken 7.5 °C'de  $K_{232}$  değeri konjuge dienlerin oluşumuna bağlı olarak artmıştır. Nakbi, vd. (2010), *Chetoui* ve *Chemlali* çeşitlerinde  $K_{232}$  değerlerini 1.74 ve 1.56,  $K_{270}$  değerlerini 0.16 olarak saptamışlardır.

Çizelge 4. 3. Zeytinyağı örneklerinin serbest asitlik, peroksit ve özgül soğurma değerleri

Analiz	Uygulama	0. Gün	5.Gün	15.Gün	25. Gün
<b>Serbest Yağ Asitliği</b> (% oleik asit)	<i>Kontrol</i>	0.19 <sup>cA</sup> ±0.01	0.18 <sup>cAB</sup> ±0.01	0.29 <sup>bA</sup> ±0.06	0.58 <sup>aA</sup> ±0.016
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.19 <sup>bA</sup> ±0.01	0.18 <sup>bB</sup> ±0.00	0.50 <sup>aA</sup> ±0.20	0.50 <sup>aA</sup> ±0.00
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.19 <sup>bA</sup> ±0.01	0.20 <sup>bA</sup> ±0.01	0.31 <sup>bA</sup> ±0.00	0.75 <sup>aA</sup> ±0.31
<b>Peroksit Değeri</b> (meq O <sub>2</sub> /kg)	<i>Kontrol</i>	5.3 <sup>bA</sup> ±0.35	5.05 <sup>bA</sup> ±0.64	7.85 <sup>aA</sup> ±1.77	7.4 <sup>abA</sup> ±1.70
	<i>CO<sub>2</sub></i>	5.3 <sup>aA</sup> ±0.42	6.45 <sup>aA</sup> ±0.92	8.10 <sup>aA</sup> ±2.54	6.65 <sup>aA</sup> ±0.77
	<i>N<sub>2</sub></i>	5.3 <sup>aA</sup> ±0.42	5.80 <sup>aA</sup> ±4.10	6.25 <sup>aA</sup> ±1.06	7.05 <sup>aA</sup> ±1.48
<b>K<sub>232</sub></b>	<i>Kontrol</i>	1.28 <sup>aA</sup> ±0.45	1.47 <sup>aA</sup> ±0.08	1.80 <sup>aA</sup> ±0.12	1.56 <sup>aA</sup> ±0.17
	<i>CO<sub>2</sub></i>	1.28 <sup>aA</sup> ±0.55	1.53 <sup>aA</sup> ±0.04	1.62 <sup>aA</sup> ±0.02	1.67 <sup>aA</sup> ±0.07
	<i>N<sub>2</sub></i>	1.28 <sup>aA</sup> ±0.55	1.57 <sup>aA</sup> ±10.16	1.77 <sup>aA</sup> ±0.18	1.71 <sup>aA</sup> ±0.03
<b>K<sub>270</sub></b>	<i>Kontrol</i>	0.48 <sup>aA</sup> ±0.46	0.07 <sup>aA</sup> ±0.3	0.135 <sup>aA</sup> ±0.0	0.12 <sup>aA</sup> ±0.0
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.48 <sup>aA</sup> ±0.08	0.08 <sup>aA</sup> ±0.0	0.10 <sup>aA</sup> ±0.0	0.12 <sup>aA</sup> ±0.0
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.48 <sup>aA</sup> ±0.55	0.08 <sup>aA</sup> ±0.0	0.15 <sup>aA</sup> ±0.0	0.11 <sup>aA</sup> ±0.0

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. İstatistiksel açıdan p<0.05 ve: p<0.01 seviyesinde önemli.



Şekil 4.1. Zeytinyağlarına ait, serbest asitlik, peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri



### **4.3 Zeytinyağı Örneklerinin Toplam Fenol Bileşikleri ve Antioksidan Aktivite Değerleri**

Antioksidan kapasiteyi ölçmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler hidrojen atom transferi (HAT) ve tek elektron transferine dayalı (SET) yöntemler olmak üzere ikiye ayrılır.

SET temelli yöntemler (DPPH, FRAP, ABTS, FC, Troloks, TEAC, CUPRAC, DPPH) oksidanın antioksidan tarafından indirgenmesini renk değişimi ile ölçer. Renk değişimi örneklerin antioksidan özellikleri ile ilişkilidir. FRAP, TEAC ve Folin yöntemleri antioksidan bileşenlerin indirgeme kapasitesini sırasıyla asidik, bazik ve nötr ortamlarda ölçmek için kullanılan yöntemlerdir. Antioksidan kapasite reaksiyon çözeltilerinin pH'sından etkilenir. Birden çok SET temelli yöntemlerin birlikte kullanılması sonuçlar arasında doğrusal bir ilişki doğuracaktır (Albayrak, vd., 2010).

Radikal giderme ya da indirgeme metotlarının temeli SET veya HAT'a dayansa da her bir deneyin reaksiyon mekanizmasının özellikleri farklıdır ve bu farklılıklar tepkime ortamına, ortam pH'ına, antioksidan bileşenlerin yapısına ve etkileşimlerine ve diğer faktörlere bağlıdır (Smolskaite, vd., 2015). Ayrıca, antioksidan bileşenlerin reaksiyon çözeltileri içindeki çözünürlüğü de antioksidan kapasite ölçümünde önemli rol oynar. Bu sebeplerden dolayı gıdalarda antioksidan kapasitenin ölçülmesinde birden fazla antioksidan metot aynı anda kullanılmalıdır (Anusha, vd., 2011). Bu çalışmada toplam fenolik bileşik, demir iyonu indirgeme gücü (FRAP), DPPH giderme aktivitesi (%), indirgeme gücü kapasitesi ve NO (nitrik oksit) giderme (%) metotları birlikte uygulanmıştır.

#### **4.3.1 Toplam Fenol Bileşikleri**

Çizelge 4.4 incelendiğinde zeytinyağlarının toplam fenol bileşik içeriğinin 106.16-52.52 mg/kg arasında değiştiği görülmektedir. Kontrol uygulamasında fenol bileşikleri 15. günden itibaren artmış ve depolama sonunda en yüksek seviyeye ulaşmıştır. CO<sub>2</sub> uygulamasında toplam fenol bileşikleri depolama ile değişiklik göstermemiştir. N<sub>2</sub> uygulaması depolama boyunca toplam fenol bileşik içeriği

bakımından dalgalı değerler göstermiştir. Depolamanın son günde uygulamalar arasında fark belirlenmiş, diğer günde fark gözlenmemiştir. Depolamanın sonunda toplam fenol bileşikleri bakımından uygulamalar sıralanacak olursa; kontrol > N<sub>2</sub> > CO<sub>2</sub> şeklinde dir. Mateos, vd. (1993), marul yapraklarını normal atmosfer koşulları altında veya normal atmosferik ortama ilave olarak %5, %10, ve %20 CO<sub>2</sub> gazı altında 10 ve 20 gün boyunca 2.5°C’de depolanmış, örnekler 20°C’de normal atmosferik ortama transfer edilerek 12 saat boyunca bekletilmiştir. Örneklerin toplam fenol içeriği ve çoğu fenol bileşiklerinin sentezlenmesini katalizleyen fenilalanin amonyum liyaz (PAL) enziminin aktivitesi belirlenmiştir. %20 CO<sub>2</sub> gazı altında depolanan marullarda PAL aktivitesinin azalmasına paralel olarak toplam fenol içeriği düşmüştür. Araştırcılar yüksek CO<sub>2</sub> atmosferinin örneklerin sitoplazmik pH’sını düşürdüğünü buna bağlı olarak da PAL aktivitesinin düştüğünü bildirmişlerdir. Örnekler normal atmosferik koşullara alındığında, sitoplazmik pH’nın normal düzeye çıkmasıyla birlikte PAL aktivitesi artmıştır. Bu çalışmada da, gaz uygulamalarının benzer etki gösterdiği söylenebilir.

Kiritsakis, vd. (1998), *Koroneiki* çeşit zeytinleri 0, 5 ve 7.5 °C’de iki farklı gaz atmosferi (normal atmosfer koşulları, % 2 O<sub>2</sub> + % 5 CO<sub>2</sub>) altında 30 ve 60 gün boyunca depolamışlar, 0 °C’de 30 gün ve 5 °C’de %2 O<sub>2</sub> + %5 CO<sub>2</sub> bileşimli atmosfer altında 60 gün boyunca depolanan zeytinlerin toplam fenol bileşiklerinin düşük çıktığını bildirmişlerdir. 7.5 °C’de normal atmosfer koşulları altında depolanan zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam fenol bileşikleri miktarı depolama ile birlikte artış göstermiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde 5 °C’de normal atmosfer koşullarında depolanan zeytinlerin yağlarındaki fenol bileşikleri artış göstermiştir.

Koprivnjak, vd. (2002), *Leccione* çeşit zeytinleri delikli ve kapalı plastik kaplarda 5, 10 ve 15 gün boyunca 18 ± 0.5 °C’de depolamışlardır. Araştırmacılar depolama öncesi 192.6 mg/kg olan fenol bileşikleri miktarının iki haftalık depolamanın ardından delikli kaplarda depolanan zeytinlerden elde edilen yağlarda 66.0 mg/kg’a ve kapalı plastik kaplarda depolanan zeytinlerden elde edilen yağlarda 40.1 mg/kg’a düştüğünü bildirmişlerdir.

Tanılgan, vd. (2007), *Gemlik* çeşidinin gallik asit cinsinden toplam fenol bileşikleri miktarının ortalama 63,3 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen fenol bileşikleri miktarları Tanılgan, vd. (2007)'nin sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

#### 4.3.2 Nitrik Oksit (NO) Giderme Aktivitesi

Zeytinyağı fenolik ekstraktlarının NO giderme aktivite değerleri %57.22-68.9 arasında değişmektedir (Çizelge 4.4). Uygulamalar arasında 15. gün hariç, NO giderme aktiviteler aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur. Örnekler aynı konsantrasyonda hazırlanmış BHT (%55) ile karşılaştırıldığında tüm örneklerin BHT'den daha iyi süpürme gösterdiği belirlenmiştir.

Franco, vd. (2014), farklı çeşit zeytinlerden (*Arbequina*, *Carrasquena*, *Corniche*, *Manzanilla*, *Cacerena*, *Morisca*, *Picual*, *Verdial de Badajoz*) elde ettiği yağların fenolik ekstraktlarında NO giderme aktivitesini % 24.1-42.2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen süpürme değerleri Franco, vd. (2014)'nin bulgularından daha yüksektir.

#### 4.3.3 İndirgeme Gücü Kapasitesi

Çizelge 4.4'de görülebileceği gibi örneklerin indirgeme gücü kapasitesi (Absorbans) 0.27-0.56 aralığında değişmektedir. Örneklerin indirgeme gücü BHT (0.47) ile kıyaslanmıştır. Kontrol ve N<sub>2</sub> uygulamalarında indirgeme gücü kapasitesi depolama ile birlikte azalmış ve bu azalma önemli (p<0.05) bulunmuştur. Ancak, CO<sub>2</sub> uygulamasında bu değerler arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Depolama boyunca uygulamalar arasında indirgeme gücü değişimi önemsiz bulunmuştur.

Zeytinyağı örneklerinin indirgeme gücü kapasitesi hidrojen verme yetenekleri ile ilgili olabilir ve absorbans değerlerinin farklı olması ortamdaki serbest radikallerle reaksiyona giren ve onları kararlı hale getiren indirgeyicilerin miktarı ile ilgili olabilir (Ferreira, vd., 2007).

#### 4.3.4 Demir (III) iyonu indirgeme gücü (FRAP)

Fenolik ekstraktların FRAP değerleri 0.13-0.50 Fe<sup>+2</sup> mmol/L aralığında değişmiştir (Çizelge 4.4). Kontrol, CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarına ait örneklerin indirgeme gücü kapasitesi depolama ile birlikte düşmüş ve depolama sonunda sırasıyla 0.13, 0.19 ve 0.19 Fe<sup>+2</sup> mmol/L olmuştur. N<sub>2</sub> uygulamasına ait FRAP değerlerinin günler arasındaki değişimi önemsiz bulunmuştur. Depolama boyunca, uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Bayram, vd. (2012), 55 adet farklı zeytinyağında yaptıkları çalışmada örneklerin FRAP değerlerini askorbik asit eşdeğeri olarak 0.18-0.83 mg/kg aralığında bulmuşlardır.

#### 4.3.5 DPPH Giderme Aktivitesi

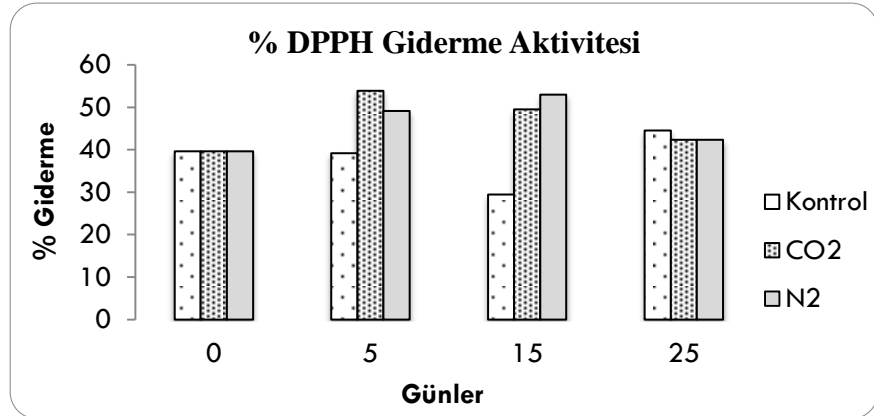
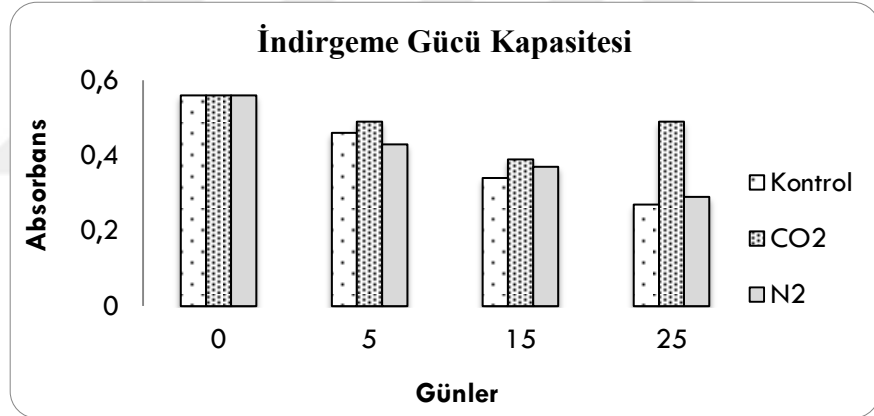
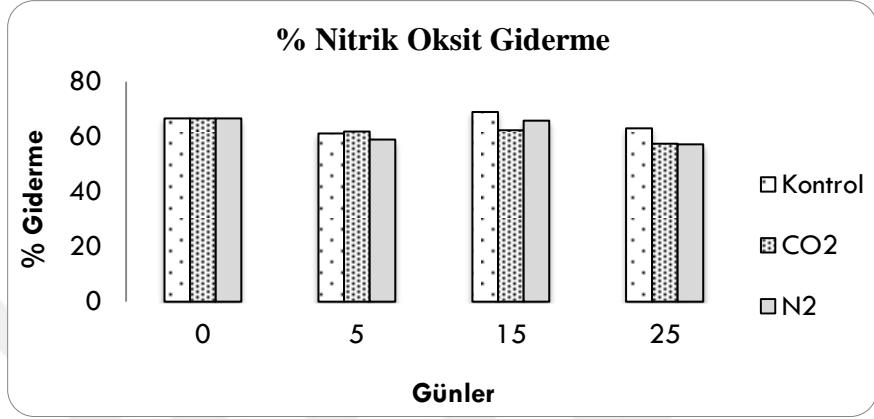
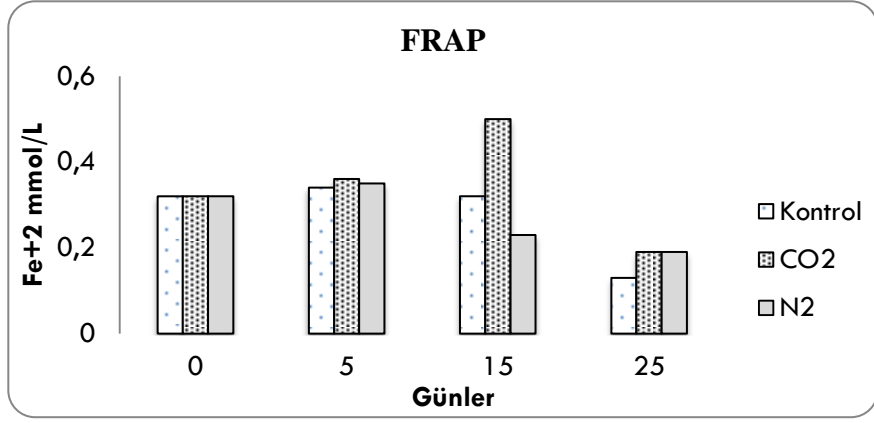
Örneklerin DPPH giderme aktivitesi inişli çıkışlı bir eğilim göstermiş ve değerler %29.49-53.92 aralığında değişmiştir. Uygulamaların depolama süresine bağlı olarak DPPH giderme aktiviteleri bakımından kontrol uygulamasında 15. gün hariç diğer günler arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. 0., 5., 15. ve 25. günlerde uygulamalar arasındaki farklılık 5. gün hariç önemsiz bulunmuştur.

Yorulmaz, vd. (2013), *Memecik* ve *Edremit* çeşiti zeytinyağlarının antioksidan aktivitesini aynı metotla belirlemişler ve sırasıyla %14.72-85.72 ve %51.17-90.20 olarak bildirmişlerdir. Keçeli (2013a), üç hasat döneminde toplanmış *Gemlik* çeşidi zeytinlerin DPPH süpürme aktivitesini sırayla %18.1, 30.09 ve 20.7 olarak bulmuştur. 2. hasat döneminde artan DPPH giderme aktivitesini, artan fenolik bileşik miktarı ile ilişkili bulmuştur. Keçeli (2013b), *Haşebi*, *Ayvalık*, *Nizip*, *Halhalı* ve *Ödemiş* çeşiti sızma yağlarının radikal süpürme aktivitesinin %68.5-80 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmada elde edilen DPPH giderme aktivitesine ait değerler Yorulmaz, vd. (2013)'in bulgularına benzer, Keçeli (2013b)'den düşüktür.

Çizelge 4.4. Zeytinyağının toplam fenol bileşikleri ve antioksidan aktivite değerleri

Analiz	Uygulama	0. Gün	5.Gün	15.Gün	25. Gün
<b>Toplam Fenolik</b>	<i>Kontrol</i>	72.64 <sup>abA</sup> ±7.60	52.52 <sup>bA</sup> ±21.05	82.18 <sup>abA</sup> ±28.92	106.16 <sup>aA</sup> ±17.83
<b>Bileşik</b>	<i>CO<sub>2</sub></i>	72.64 <sup>aA</sup> ±9.31	57.40 <sup>aA</sup> ±7.71	72.18 <sup>aA</sup> ±0.32	72.18 <sup>aAB</sup> ±0.32
<b>(mg/kg)</b>	<i>N<sub>2</sub></i>	72.64 <sup>aA</sup> ±9.31	47.18 <sup>bA</sup> ±6.42	53.32 <sup>abA</sup> ±6.74	64.11 <sup>abB</sup> ±5.62
	<i>Kontrol</i>	66.66 <sup>abA</sup> ±3.5	61.11 <sup>bA</sup> ±1.80	68.9 <sup>aA</sup> ±1.11	63.01 <sup>abA</sup> ±4.50
<b>% NO Giderme</b>	<i>CO<sub>2</sub></i>	66.66 <sup>aA</sup> ±4.3	61.82 <sup>abA</sup> ±0.78	62.30 <sup>abC</sup> ±0.11	57.46 <sup>bA</sup> ±2.02
	<i>N<sub>2</sub></i>	66.66 <sup>aA</sup> ±4.3	58.89 <sup>aA</sup> ±4.70	65.79 <sup>abB</sup> ±1.23	57.22 <sup>aA</sup> ±1.45
	<i>Kontrol</i>	0.56 <sup>aA</sup> ±0.08	0.46 <sup>bA</sup> ±0.07	0.34 <sup>cA</sup> ±0.01	0.27 <sup>cA</sup> ±0.01
<b>İndirgeme Gücü</b>	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.56 <sup>aA</sup> ±0.02	0.49 <sup>aA</sup> ±0.03	0.39 <sup>aA</sup> ±0.11	0.49 <sup>aA</sup> ±0.35
<b>Kapasitesi (Abs.)</b>	<i>N<sub>2</sub></i>	0.56 <sup>aA</sup> ±0.021	0.43 <sup>bA</sup> ±0.03	0.37 <sup>bcA</sup> ±0.04	0.29 <sup>cA</sup> ±0.02
	<i>Kontrol</i>	0.32 <sup>aA</sup> ±0.04	0.34 <sup>aA</sup> ±0.06	0.32 <sup>aA</sup> ±0.03	0.13 <sup>bA</sup> ±0.01
<b>FRAP</b>	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.32 <sup>abA</sup> ±0.05	0.36 <sup>abA</sup> ±0.04	0.50 <sup>aA</sup> ±0.13	0.19 <sup>bA</sup> ±0.01
<b>(Fe<sup>+2</sup> mmol/L)</b>	<i>N<sub>2</sub></i>	0.32 <sup>aA</sup> ±0.05	0.35 <sup>aA</sup> ±0.03	0.23 <sup>aA</sup> ±0.09	0.19 <sup>aA</sup> ±0.03
	<i>Kontrol</i>	39.64 <sup>aA</sup> ±0.88	39.22 <sup>aC</sup> ±0.06	29.49 <sup>bA</sup> ±5.18	44.58 <sup>aA</sup> ±1.46
<b>% DPPH Giderme</b>	<i>CO<sub>2</sub></i>	39.64 <sup>aA</sup> ±0.88	53.92 <sup>aA</sup> ±1.63	49.49 <sup>aA</sup> ±9.50	42.33 <sup>aA</sup> ±2.79
<b>Aktivitesi</b>	<i>N<sub>2</sub></i>	39.64 <sup>aA</sup> ±0.88	49.13 <sup>abB</sup> ±1.91	52.98 <sup>aA</sup> ±10.92	42.37 <sup>aA</sup> ±3.56

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. İstatistiksel açıdan p<0.05 ve: p<0.01 seviyesinde önemli.



Şekil 4.2. Zeytinyağı fenolik ekstraktlarının antioksidan aktivitesi

#### 4.4 Zeytinyağlarının Fenol Bileşikleri Dağılımları

Çalışmada elde edilen zeytinyağlarına ait fenolik dağılımlar; Çizelge 4.5’de verilmiştir. Yapılan fenolik madde analizinde, en iyi absorbans verdiği bölgede toplam 7 pik belirlenmiştir. Gaz uygulamaları altında depolanan *Gemlik* çeşidi zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarında tanımlanan fenol bileşikleri tirozol, syringik asit, vanilin, p-kumarik asit, oleuropein, sinamik asit ve luteolindir. Zeytinyağı örneklerinin fenolik madde dağılımlarına ilişkin kromatogram Şekil 4.3’de verilmiştir.

Luteolin zeytinyağı örneklerinde en fazla bulunan bileşen olmuştur ve 11.48-28.55 ppm aralığında değişim göstermiştir. Luteolin düzeyleri bakımından uygulamalar arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Yorulmaz (2009), Türk zeytinyağlarının fenolik dağılımlarını incelediği çalışmada en fazla bulunan fenolik bileşenin luteolin olduğunu ve luteolinin Türk zeytinyağlarının temel bileşeni olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmadaki luteolin düzeyleri de Yorulmaz (2009)’ın bulgularını desteklemektedir.

Luteolinden sonra, trizol miktar olarak en fazla bulunan fenolik bileşen olmuştur ve 4.18-32.06 ppm aralığında değişim göstermiştir. Kontrol uygulamasından elde edilen yağların trizol içeriği 12.94-32.06 ppm aralığında değişim göstermiş ve günler arasındaki trizol düzeylerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarına ait örneklerin trizol düzeylerinde dalgalanmalar olmuş, depolama ile önce azalmış sonra yeniden artmıştır. Uygulamalar arasında trizol düzeyleri bakımından 15. gün hariç diğer günlerde fark çıkmamıştır.

Konuşkan (2008), *Gemlik* çeşidi zeytinlerden mekanik yolla ve çözücü ekstraksiyonu ile elde ettiği zeytinyağlarının trizol düzeylerinin 3.90 ve 0.7 ppm olduğunu bildirmiştir. Ocakoğlu vd. (2009), yaptığı çalışmada *Gemlik* çeşidine ait yağların trizol içeriklerini 9.42 ve 4.02 ppm olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmadaki Trizol düzeyleri Konuşkan (2008), ve Ocakoğlu, vd. (2009)’ nin bulgularından yüksektir. Servili, vd. (2002), trizol düzeyinin zeytinyağının depolanması ile arttığını bildirmiştir.

Çalışmada yüksek düzeyde bulunan bir diğer fenolik bileşik syringik asit olmuştur ve 5.67-6.36 ppm aralığında değişmiştir. CO<sub>2</sub> grubunda, 5 ve 15. günlerinde elde edilen yağlarda saptanamamıştır. Depolama sonunda syringik asit değerleri bakımından CO<sub>2</sub> uygulaması en yüksek bulunurken diğer gruplar arasında fark belirlenmemiştir. Dağdelen, vd. (2013), farklı dönemlerde hasat edilen *Gemlik* çeşidinden elde edilen yağlardaki syringik asit içeriğinin 0-3.28 ppm aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Nakbi, vd. (2010), Tunus çeşitlerinde (*Chetoui* ve *Chemlali*) yaptıkları bir çalışmada zeytinyağında syringik asit içeriğinin *Chetoui* için 0.12 olduğunu bildirmişlerdir.

Vanilin 0.18-1 ppm aralığında değişmiş ve kontrol uygulamasına ait örneklerin vanilin bakımından günler arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Dağdelen, vd. (2013), farklı zamanlarda hasat edilen *Gemlik* çeşidinde vanilin düzeylerini 0.24-2.96 ppm aralığında bulmuşlardır. Ocakoğlu, vd. (2009), 2005 ve 2006 yıllarında hasat ettiği *Gemlik* çeşidindeki vanilin miktarlarını sırasıyla 0.41-0.46 ve 0.38-0.86 ppm olarak bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen vanilin değerleri araştırmacıların bildirdiği aralıktadır.

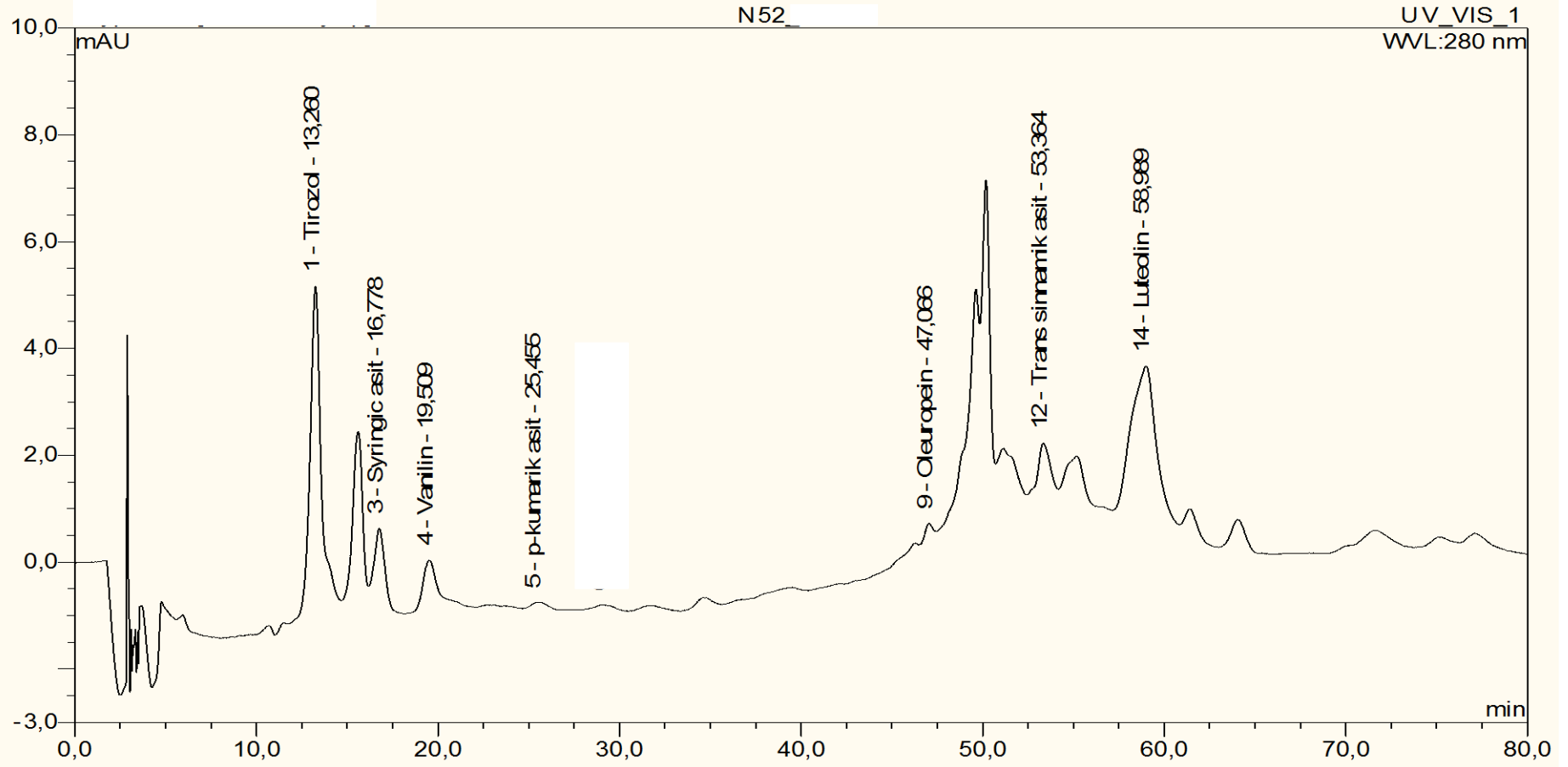
Çizelge 4.5’de örneklere ait *p*-kumarik düzeyleri 0.93-1.69 ppm aralığında değişmektedir. N<sub>2</sub> uygulamasının 15. gün örneklerinde *p*-kumarik asit saptanamamıştır. Depolama sonunda *p*-kumarik asit miktarı bakımından uygulamalar arasında fark çıkmamıştır. Nakbi, vd. (2010), *Chetou* ve *Chemlali* çeşit zeytinyağlarında *p*-kumarik asit miktarlarını sırasıyla 0.40 ve 0.81 ppm olarak Ocakoğlu, vd. (2009), *Gemlik* çeşidi zeytinlerin yağlarında bulunan *p*-kumarik asit miktarlarını 0.01-0.08 ppm aralığında, Yorulmaz, vd. (2013), *Memecik* ve *Edremit* çeşitlerinden elde edilen yağlarda sırasıyla 1.23-2.74 ppm ve 0.38-0.88 aralığında olduğunu bildirmişlerdir

Oleuropein zeytinde bulunan temel fenol bileşiktir ve olgunlaşmamış zeytindeki miktarı kuru ağırlığının %14’üne kadar ulaşabilir. Ancak bu düzey farklı çeşitlere göre değişiklik gösterir. Olgunlaşma ile birlikte hidrolize olur ve hidroksitrizol, elenolik asit ve demetiloleuropein gibi türevlerine dönüşür. Zeytinde acılıktan sorumlu bir bileşik olan oleuropein zeytinde, dolayısıyla posasında, yağında ve zeytinyağı üretimi sırasında ortaya çıkan atıklarda bulunur (Yorulmaz, vd. 2013;



Yıldız ve Uylaşer, 2011). Çalışmada elde edilen oleuropein bulguları 0.24-12.21 ppm aralığında değişmektedir (Çizelge 4.5). N<sub>2</sub> uygulamasında oleuropein saptanamamıştır. CO<sub>2</sub> uygulamasında depolama ile birlikte oleuropein miktarı kontrol grubuna kıyasla daha hızlı azalmıştır. Bu durum CO<sub>2</sub>'nin meyvelerdeki olgunlaşmayı hızlandırması ve olgunlaşmayla birlikte acılık bileşeni olan oleuropeinin metabolize olarak miktarının azalması ile açıklanabilir (Dourtoglou, vd. 2006).

Sinamik asit gibi fenolik asitler zeytinyağında acı tattan sorumludur (Favati vd., 2013). Çalışmada elde edilen bulgular 0.10-1.61 ppm aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.5). Sinamik asit içeriği bakımından kontrol uygulamasında günler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. N<sub>2</sub> grubunda sinamik asit içeriği depolama ile artmış ve önemli (p<0.05) bulunmuştur. Sinamik asit miktarı bakımından en yüksek değerler N<sub>2</sub> uygulamasına ait örneklerde elde edilmiştir. Tokatlı, vd. (2007), iki hasat yılında (2005/2006) elde ettikleri *Gemlik* çeşidine ait yağlarda sinamik asit miktarını 0.04-0.67 ppm, Arslan, vd. (2013), *Sarıulak* çeşidinden elde ettiği yağlarda 0.12-0.64 ppm, Capona, vd. (2001), üç farklı hasat döneminde topladıkları iki farklı çeşit zeytinden elde ettikleri yağlarda sinamik asit miktarını sırasıyla 0.26, 0.27 ve 0.25 ppm olarak bildirmişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği bulgular 1 mg/kg altındadır, bu çalışmada elde edilen sinamik asit düzeyleri bazı örneklerde araştırmacıların bulgularından yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.3. Zeytinyağı örneğine ait fenolik bileşik kromatogramı

Çizelge 4.5. Zeytinyağına ait fenolik bileşenlere ilişkin değerler

(mg/kg)	Uygulama	0. Gün	5.Gün	15.Gün	25. Gün
<b>Trizol</b>	<i>Kontrol</i>	13.42 <sup>aA</sup> ±1.43	32.06 <sup>aA</sup> ±38.43	12.94 <sup>aA</sup> ±2.11	15.81 <sup>aA</sup> ±8.70
	<i>CO<sub>2</sub></i>	13.42 <sup>bA</sup> ±1.43	6.91 <sup>cA</sup> ±1.71	6.58 <sup>cB</sup> ±2.00	20.26 <sup>aA</sup> ±0.06
	<i>N<sub>2</sub></i>	13.32 <sup>aA</sup> ±1.43	7.76 <sup>bA</sup> ±0.35	4.18 <sup>cB</sup> ±1.51	11.23 <sup>aA</sup> ±1.44
<b>Syringik asit</b>	<i>Kontrol</i>	6.05 <sup>aA</sup> ±0.00	5.67 <sup>b</sup> ±0.00	5.67 <sup>b</sup> ±0.00	5.70 <sup>bB</sup> ±0.01
	<i>CO<sub>2</sub></i>	6.05 <sup>A</sup> ±0.00	-	-	6.16 <sup>A</sup> ±0.16
	<i>N<sub>2</sub></i>	6.05 <sup>aA</sup> ±0.00	6.36 <sup>a</sup> ±0.88	5.72 <sup>a</sup> ±0.08	5.85 <sup>aB</sup> ±0.04
<b>Vanilin</b>	<i>Kontrol</i>	0.57 <sup>aA</sup> ±0.06	1.00 <sup>aA</sup> ±0.33	0.56 <sup>aA</sup> ±0.02	0.52 <sup>aAB</sup> ±0.00
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.57 <sup>aA</sup> ±0.06	0.18 <sup>cB</sup> ±0.04	0.35 <sup>bA</sup> ±0.00	0.43 <sup>bB</sup> ±0.00
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.57 <sup>abA</sup> ±0.06	0.40 <sup>bAB</sup> ±0.04	0.97 <sup>aA</sup> ±0.28	0.73 <sup>abA</sup> ±0.00
<b>p-kumarik asit</b>	<i>Kontrol</i>	0.96 <sup>aA</sup> ±0.00	0.93 <sup>aB</sup> ±0.00	0.96 <sup>a</sup> ±0.01	0.92 <sup>aA</sup> ±0.06
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.96 <sup>aA</sup> ±0.00	1.10 <sup>aB</sup> ±0.15	1.20 <sup>a</sup> ±0.10	0.97 <sup>aA</sup> ±0.00
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.96 <sup>A</sup> ±0.00	1.69 <sup>A</sup> ±0.01	-	0.93 <sup>A</sup> ±0.00
<b>Oleuropein</b>	<i>Kontrol</i>	0.24 <sup>A</sup> ±0.00	0.30±0.26	0.24±0.00	-
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.24 <sup>A</sup> ±0.00	12.21±0.00	1.20±0.10	-
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.24 <sup>A</sup> ±0.00	-	-	-
<b>Sinamik asit</b>	<i>Kontrol</i>	0.10 <sup>aA</sup> ±0.00	0.10 <sup>aA</sup> ±0.10	0.17 <sup>aB</sup> ±0.01	0.54 <sup>aA</sup> ±0.02
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.10 <sup>aA</sup> ±0.00	1.61 <sup>aA</sup> ±2.04	0.35 <sup>aB</sup> ±0.01	0.26 <sup>aA</sup> ±0.04
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.10 <sup>bA</sup> ±0.00	0.10 <sup>bA</sup> ±0.02	1.53 <sup>aA</sup> ±0.34	1.43 <sup>aA</sup> ±0.53
<b>Luteolin</b>	<i>Kontrol</i>	13.99 <sup>aA</sup> ±0.00	28.55 <sup>aA</sup> ±7.55	14.53 <sup>aA</sup> ±0.76	19.15 <sup>aA</sup> ±8.41
	<i>CO<sub>2</sub></i>	13.99 <sup>aA</sup> ±0.00	11.48 <sup>aA</sup> ±1.62	16.12 <sup>aA</sup> ±1.38	14.25 <sup>aA</sup> ±0.35
	<i>N<sub>2</sub></i>	13.99 <sup>aA</sup> ±0.00	14.86 <sup>aA</sup> ±1.61	17.98 <sup>aA</sup> ±3.05	14.86 <sup>aA</sup> ±0.72

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. İstatistiksel açıdan p<0.05 ve: p<0.01 seviyesinde önemli.

#### 4.5 Zeytinyağlarına Ait Yağ Asitleri Bileşimi

Gaz uygulamalarına ait örneklerde 12 adet yağ asidi tanımlanmıştır. Tanımlanan yağ asitleri, gaz kromatografisinde gelme sürelerine göre sırasıyla; palmitik, palmiteloik, heptadekanoik, heptadesenoik, stearik, oleik, linoleik, linolenik, araşidik, behenik, dekosadienoik ve lignoserik asittir. En fazla bulunan yağ asitleri sırasıyla; oleik asit (%65.31-70.74), palmitik asit (%12.77-14.59), linoleik asit (%6.72-8.32), stearik asit (%2.90-3.29), dekasadienoik asit (%0.94-1.17), palmiteloik asit (%0.91-1.08), araşidik asit (%0.49-0.60) ve linolenik yağ asitleri (%0.40-0.60) olmuştur. Bunları miktar olarak sırasıyla heptadesenoik asit (%0.20-0.22) heptadekanoik asit (%0.11-0.12), behenik asit (%0.10-0.12), lignoserik asitler (0.05-0.15) takip etmiştir.

Miristik, palmitik, heptadekanoik, stearik, araşidik, behenik ve lignoserik doymuş yağ asitleri; oleik, palmitoleik ve heptadesenoik tekli doymamış (MUFA); linoleik, linolenik ve dekosadienoik yağ asitleri çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA) oluşturur. Yağ asidi bulguları incelendiğinde tanımlanan yağ asitlerinden linolenik asit hariç diğer tüm yağ asitlerinin yüzde dağılımı tüm günlerde ve uygulamalarda Türk Gıda Kodeksi'nin (2010) bildirdiği değerler arasındadır. Depolama boyunca uygulamalar ve uygulamaların süreleri arasında palmiteloik, heptadekanoik ve heptadesenoik yağ asidi dağılımları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Palmitik asit içeriği CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarında depolama ile artış göstermiş ve bu artış önemli (p<0.05) bulunmuştur. Depolama sonunda CO<sub>2</sub> uygulamasında en yüksek (%14.59) çıkmıştır. Kontrol uygulamasında günler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Elde edilen bulgular Türk Gıda Kodeksi'nin bildirdiği değerler (%7.5-20) arasında bulunmuştur (TGK, 2010).

Stearik asit içerikleri tüm gruplarda depolamaya paralel olarak artmış, depolama sonunda örnekler içinde en yüksek (%3.29) stearik asit içeriği kontrol uygulamasına ait örnekte belirlenmiştir. CO<sub>2</sub> uygulamasında stearik asit miktarı en düşük değerde (%2.97) bulunmuştur. Stearik asit bakımında depolamanın 15. günü hariç, uygulamalar arasındaki değişim önemsiz bulunmuştur.

Oleik asit zeytinyağının temel tekli doymamış yağ asididir ve zeytinyağının yüksek besin değerinden ve oksidasyona karşı kararlılığından sorumludur. Oleik asit miktarı kontrol uygulamasında 0., 5. ve 15. günlerde değişiklik göstermemiş, ancak 25. gün sonunda artmıştır. CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarında oleik asit miktarı depolama boyunca dalgalanma göstermiş ve 25. günde en yüksek düzeye ulaşmıştır.

Zeytinyağının raf ömrü ve oksidasyona karşı kararlılığı yapısındaki çoklu doymamış yağ asitleri (linoleik ve linolenik asit) ile yakından ilgilidir. Örneklerin linoleik asit içerikleri depolama ile tüm uygulamalarda genellikle artmıştır. Depolamanın 25. gününde kontrol ve CO<sub>2</sub> uygulaması değerleri en yüksek çıkmış iken, N<sub>2</sub> uygulamasına ait örneğin değeri en düşük bulunmuştur, en yüksek değerler ile en düşük değer arasındaki fark önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Farklı çeşit zeytinlerde (*Nabali, Chetoui, Memecik, Domat, Gemlik*) yapılan çalışmalarda olgunlaşmaya bağlı olarak linoleik asit içeriklerinin arttığı bildirilmiştir (Nergiz, vd., 2000; Freihat, vd., 2008; Youssef, vd., 2010; Dag, vd., 2011; Aktaş, vd., 2014). CO<sub>2</sub> uygulamasına ait örneklerin linoleik asit içeriklerindeki artış diğer uygulamalara kıyasla daha yüksektir. Bu durum CO<sub>2</sub>'in zeytin meyvelerinin olgunlaşmasını hızlandırması ve olgunlaşmaya paralel olarak linoleik asit içeriğini artırması sonucu olabilir (Dortuoglu, vd., 2006).

Örneklerin linolenik asit miktarları %0.40-0.60 aralığında değişim göstermiş, her üç uygulamada da depolama boyunca dalgalanmalar göstermiştir. Depolamanın son gününde elde edilen yağlarda linolenik asit içeriği kontrol, CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarında başlangıç miktarı %0.54'ten, 25. günde sırasıyla %0.42, %0.40 ve %0.40'a düşmüştür. Uygulamalar arasında linolenik asit miktarlarındaki değişim tüm günlerde önemsiz bulunmuştur. Ağar, vd. (1998), 6 hafta boyunca 20 ve 5 °C'de depoladığı 4 farklı çeşit (*Ascolano, Manzanillo, Mission, ve Sevillano*) zeytinden elde ettiği yağların yağ asidi bileşimini incelemiştir. Araştırmacılar, 20 °C'de iki hafta depoladıkları zeytinlerin yağ asidi bileşimleri arasındaki farkı önemsiz bulmuşlardır. 5 °C'de 6 hafta depolanan zeytinlerden elde edilen yağlardaki linolenik asit miktarının tüm çeşitlerdeki değişimini önemli bulmuşlar ve depolama ile linolenik asit miktarının (%0.2-1.3) azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmadaki bulgular Ağar, vd. (1998)'nin bulguları ile benzerlik göstermektedir. Dıraman, vd.

(2015), farklı bölgelerden toplanan *Gemlik* çeşidi zeytinyağlarının linoleik ve linolenik asit miktarlarını sırasıyla %6.81-9.49 ve %0.54-0.87 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarına ait örneklerin araşidik asit düzeyleri arasındaki değişim önemsiz bulunmuştur.

Örneklerin dekosadienoik içerikleri N<sub>2</sub> uygulamasında günler arasındaki değişimi önemsizken, CO<sub>2</sub> ve kontrol grubunda depolama ile artmıştır. Depolama boyunca uygulamalar arasındaki dekosadienoik değişimi önemsiz bulunmuştur.

Lignoserik içerikleri depolama ile birlikte tüm örneklerde artmıştır ancak uygulamalar arasındaki değişimi tüm günlerde önemsizdir.

Aktaş, vd. (2014), iki hasat yılında topladıkları *Gemlik* zeytin çeşidinden elde ettikleri yağların yağ asidi bileşimini tanımlamışlar ve araşidik asit miktarının %0.33-0.40 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Uylaser, vd. (2009), Türkiye'nin 4 farklı bölgesinden topladıkları *Gemlik* çeşidi zeytinyağlarının yağ asidi bileşimini incelemişler, örneklerde oleik (%71.7), palmitik (%12.8), linoleik (%11.7), palmiteloik (%0.7) ve stearik asit (%2.3) olmak üzere 5 adet yağ asidi tanımlamışlardır. Arslan, vd. (2013), üç farklı bölgeden (Antalya, Karaman, Mersin) topladıkları *Sarılak* çeşidi zeytinlerden elde ettikleri yağlarda oleik (%66.42-70.69), palmitik (%12.17-15.30), linoleik (%8.64-16.01), stearik (%1.59-3.26), palmiteloik (%0.64-1.24), linolenik (%0.84-0.90) ve araşidik asiti (%0.51-0.60) tanımlamışlardır.

Çizelge 4.6. Zeytinyağlarına ait yağ asitleri bileşimi

Yağ Asidi Dağılımı (%)	Uygulama	0. Gün	5.Gün	15.Gün	25. Gün
<b>C16:0</b> Palmitik asit	<i>Kontrol</i>	12.77 <sup>aA</sup> ±0.09	12.94 <sup>aA</sup> ±0.26	12.84 <sup>aA</sup> ±0.12	13.13 <sup>aA</sup> ±0.01
	<i>CO<sub>2</sub></i>	12.77 <sup>bA</sup> ±0.09	13.68 <sup>abA</sup> ±0.90	13.00 <sup>abA</sup> ±0.25	14.59 <sup>aA</sup> ±0.77
	<i>N<sub>2</sub></i>	12.77 <sup>bA</sup> ±0.09	12.82 <sup>bA</sup> ±0.16	13.63 <sup>abA</sup> ±0.60	14.25 <sup>aA</sup> ±0.44
<b>C16:1</b> Palmitoleik asit	<i>Kontrol</i>	1.05 <sup>aA</sup> ±0.11	1.04 <sup>aA</sup> ±0.12	0.91 <sup>aA</sup> ±0.10	1.08 <sup>aA</sup> ±0.01
	<i>CO<sub>2</sub></i>	1.05 <sup>aA</sup> ±0.11	1.09 <sup>aA</sup> ±0.04	0.97 <sup>aA</sup> ±0.04	1.07 <sup>aA</sup> ±0.07
	<i>N<sub>2</sub></i>	1.05 <sup>aA</sup> ±0.11	0.98 <sup>aA</sup> ±0.04	1.06 <sup>aA</sup> ±0.11	1.11 <sup>aA</sup> ±0.01
<b>C17:0</b> Heptadekanoik asit	<i>Kontrol</i>	0.11 <sup>aA</sup> ±0.01	0.11 <sup>aA</sup> ±0.00	0.12 <sup>aA</sup> ±0.00	0.12 <sup>aA</sup> ±0.00
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.11 <sup>aA</sup> ±0.01	0.11 <sup>aA</sup> ±0.00	0.12 <sup>aA</sup> ±0.01	0.12 <sup>aA</sup> ±0.00
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.11 <sup>aA</sup> ±0.01	0.11 <sup>aA</sup> ±0.00	0.12 <sup>aA</sup> ±0.00	0.12 <sup>aA</sup> ±0.00
<b>C17:1</b> Heptadesenoik asit	<i>Kontrol</i>	0.21 <sup>aA</sup> ±0.00	0.20 <sup>aA</sup> ±0.00	0.21 <sup>aA</sup> ±0.00	0.22 <sup>aA</sup> ±0.00
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.21 <sup>aA</sup> ±0.00	0.20 <sup>aA</sup> ±0.00	0.20 <sup>aA</sup> ±0.00	0.21 <sup>aA</sup> ±0.00
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.21 <sup>aA</sup> ±0.00	0.20 <sup>aA</sup> ±0.00	0.21 <sup>aA</sup> ±0.00	0.22 <sup>aA</sup> ±0.00
<b>C18:0</b> Stearik asit	<i>Kontrol</i>	2.90 <sup>bA</sup> ±0.08	2.86 <sup>bA</sup> ±0.13	3.21 <sup>aA</sup> ±0.08	3.29 <sup>aA</sup> ±0.06
	<i>CO<sub>2</sub></i>	2.90 <sup>abA</sup> ±0.08	2.93 <sup>bA</sup> ±0.13	2.97 <sup>abB</sup> ±0.00	3.18 <sup>aA</sup> ±0.08
	<i>N<sub>2</sub></i>	2.90 <sup>bA</sup> ±0.08	3.01 <sup>abA</sup> ±0.04	3.17 <sup>aA</sup> ±0.01	3.15 <sup>aA</sup> ±0.08
<b>C18:1</b> Oleik asit	<i>Kontrol</i>	66.89 <sup>bA</sup> ±0.49	65.31 <sup>bc</sup> ±0.47	66.53 <sup>bA</sup> ±0.27	70.74 <sup>aA</sup> ±0.01
	<i>CO<sub>2</sub></i>	66.89 <sup>bA</sup> ±0.49	65.49 <sup>cA</sup> ±0.23	65.60 <sup>cA</sup> ±0.22	69.20 <sup>abB</sup> ±0.63
	<i>N<sub>2</sub></i>	66.89 <sup>abA</sup> ±0.49	65.47 <sup>bA</sup> ±0.57	68.39 <sup>abA</sup> ±2.86	70.34 <sup>aAB</sup> ±0.40
<b>C18:2</b> Linoleik asit	<i>Kontrol</i>	6.72 <sup>A</sup> ±0.02	7.60 <sup>A</sup> ±0.36	7.89 <sup>AB</sup> ±0.03	7.98 <sup>A</sup> ±0.05
	<i>CO<sub>2</sub></i>	6.72 <sup>bA</sup> ±0.02	7.09 <sup>bA</sup> ±0.06	8.32 <sup>aA</sup> ±0.40	8.16 <sup>aA</sup> ±0.11
	<i>N<sub>2</sub></i>	6.72 <sup>A</sup> ±0.02	7.79 <sup>A</sup> ±0.48	6.97 <sup>B</sup> ±0.58	7.39 <sup>B</sup> ±0.13
<b>C18:3</b> Linolenik asit	<i>Kontrol</i>	0.54 <sup>abA</sup> ±0.06	0.60 <sup>aA</sup> ±0.04	0.54 <sup>abA</sup> ±0.06	0.42 <sup>bA</sup> ±0.01
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.54 <sup>aA</sup> ±0.06	0.56 <sup>cA</sup> ±0.02	0.58 <sup>aA</sup> ±0.04	0.40 <sup>bA</sup> ±0.01
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.54 <sup>abA</sup> ±0.06	0.58 <sup>abA</sup> ±0.06	0.44 <sup>abA</sup> ±0.06	0.40 <sup>bA</sup> ±0.01
<b>C20:0</b> Araşidik asit	<i>Kontrol</i>	0.51 <sup>cA</sup> ±0.00	0.53 <sup>bA</sup> ±0.00	0.50 <sup>dA</sup> ±0.00	0.56 <sup>aA</sup> ±0.08
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.51 <sup>aA</sup> ±0.00	0.49 <sup>aA</sup> ±0.01	0.57 <sup>aA</sup> ±0.11	0.60 <sup>aA</sup> ±0.11
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.51 <sup>aA</sup> ±0.00	0.53 <sup>aA</sup> ±0.05	0.52 <sup>aA</sup> ±0.04	0.53 <sup>aA</sup> ±0.01
<b>C22:0</b> Behenik asit	<i>Kontrol</i>	0.11 <sup>bA</sup> ±0.01	0.10 <sup>bA</sup> ±0.00	0.12 <sup>aA</sup> ±0.00	0.12 <sup>aA</sup> ±0.00
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.11 <sup>aA</sup> ±0.01	0.10 <sup>aA</sup> ±0.00	0.10 <sup>ab</sup> ±0.00	0.11 <sup>aA</sup> ±0.00
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.11 <sup>aA</sup> ±0.01	0.11 <sup>aA</sup> ±0.01	0.12 <sup>aA</sup> ±0.01	0.11 <sup>aA</sup> ±0.00
<b>C22:2</b> Dekosadienoik asit	<i>Kontrol</i>	0.97 <sup>bA</sup> ±0.02	0.97 <sup>bA</sup> ±0.01	0.97 <sup>bA</sup> ±0.01	1.17 <sup>aA</sup> ±0.01
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.97 <sup>bA</sup> ±0.02	0.95 <sup>bA</sup> ±0.01	0.99 <sup>bA</sup> ±0.03	1.14 <sup>aA</sup> ±0.01
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.97 <sup>aA</sup> ±0.02	0.94 <sup>aA</sup> ±0.00	1.07 <sup>aA</sup> ±0.16	1.17 <sup>aA</sup> ±0.06
<b>C24:0</b> Lignoserik asit	<i>Kontrol</i>	0.06 <sup>bA</sup> ±0.01	0.05 <sup>bA</sup> ±0.00	0.06 <sup>bA</sup> ±0.01	0.12 <sup>aA</sup> ±0.01
	<i>CO<sub>2</sub></i>	0.06 <sup>bA</sup> ±0.01	0.05 <sup>bA</sup> ±0.00	0.06 <sup>bA</sup> ±0.01	0.15 <sup>aA</sup> ±0.04
	<i>N<sub>2</sub></i>	0.06 <sup>bA</sup> ±0.01	0.05 <sup>bA</sup> ±0.00	0.09 <sup>abA</sup> ±0.04	0.14 <sup>aA</sup> ±0.03

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. İstatistiksel açıdan p<0.05 ve: p<0.01 seviyesinde önemli.

## 4.6 Gaz Uygulamaları ve Depolama Süresinin Zeytinin ve Zeytinyağlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Yağ Asitleri Bileşimi ve Fenol Bileşikleri Üzerine Etkileri

### 4.6.1 Uygulama ve Sürenin Zeytinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Çizelge 4.7' den de görülebileceği gibi uygulamanın ve sürenin ağırlık kaybı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Kontrol uygulamasında ağırlık kaybı gaz uygulamalarından daha fazla bulunmuştur. CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamaları arasındaki ağırlık kaybı değişimi önemsiz bulunmuştur. Ağırlık kaybı süreye paralel olarak artmış ve ağırlık kaybı bakımından depolama süreleri arasındaki fark önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur.

Uygulama ve sürenin örneklerin nem içerikleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Yağ içerikleri bakımından uygulamalar arası fark önemsiz iken, depolama süresinin etkisi önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek yağ içeriği 5. gün elde edilmiş ve bu günden itibaren örneklerin yağ içerikleri azalmıştır.

Uygulamalar arasında  $L$  ve  $b$  değerleri arasındaki fark önemsiz bulunurken, depolama süresinin etkisi önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuş ve süreye bağlı olarak bu değerler dalgalanma göstermiştir.  $a$  değerleri üzerine uygulama ve sürenin etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuş ve uygulamalar arasında,  $a$  değeri bakımından en yüksek değer kontrol uygulamasında olmuştur.

Uygulama ve sürenin meyve eti/çekirdek oranı, dane ağırlığı ve tekstür üzerine etkisi önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuş ve en yüksek değerler CO<sub>2</sub> uygulamasına ait örneklerde tespit edilmiştir. Meyve eti/çekirdek oranı, dane ağırlığı ve tekstür değerleri depolama boyunca dalgalanma göstermiştir.



Çizelge 4.7. Uygulama ve sürenin zeytinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi

		Ağırlık Kaybı (%)	Dane Ağırlığı (g)	Meyve eti/Çekirdek Oranı (g/g)	Meyve Eti Sertliği (N)	Renk Değerleri			Nem Miktarı (%)	Yağ İçeriği (%) (KM)
						L	a	b		
Uygulama	<b>Kontrol</b>	1.50 <sup>a</sup> ±1.26	3.80 <sup>b</sup> ±0.2	3.74 <sup>b</sup> ±0.5	3.55 <sup>b</sup> ±0.3	36.8 <sup>a</sup> ±4.1	5.51 <sup>a</sup> ±2.2	-1.39 <sup>a</sup> ±3.6	55.25 <sup>a</sup> ±3.5	57.32 <sup>a</sup> ±9.5
	<b>CO<sub>2</sub></b>	0.10 <sup>b</sup> ±0.14	4.00 <sup>a</sup> ±0.4	4.33 <sup>a</sup> ±0.8	3.90 <sup>a</sup> ±0.5	36.9 <sup>a</sup> ±3.5	4.19 <sup>b</sup> ±1.2	-2.14 <sup>a</sup> ±2.1	57.98 <sup>a</sup> ±7.6	53.53 <sup>a</sup> ±6.9
	<b>N<sub>2</sub></b>	0.19 <sup>b</sup> ±0.13	3.69 <sup>b</sup> ±0.22	3.84 <sup>b</sup> ±0.42	3.73 <sup>ab</sup> ±0.4	39.6 <sup>a</sup> ±3.3	4.36 <sup>b</sup> ±1.25	-0.52 <sup>a</sup> ±2.39	55.71 <sup>a</sup> ±3.5	53.30 <sup>a</sup> ±6.7
Günler	<b>0. Gün</b>	0.00 <sup>d</sup> ±0.00	3.63 <sup>b</sup> ±0.14	3.74 <sup>b</sup> ±0.37	3.23 <sup>b</sup> ±0.1	36.3 <sup>b</sup> ±0.21	4.96 <sup>b</sup> ±0.67	-1.14 <sup>ab</sup> ±0.46	58.76 <sup>a</sup> ±1.6	53.03 <sup>ab</sup> ±6.7
	<b>5. Gün</b>	0.31 <sup>c</sup> ±0.36	3.86 <sup>b</sup> ±0.27	4.48 <sup>a</sup> ±0.51	4.12 <sup>a</sup> ±0.3	41.1 <sup>a</sup> ±4.66	3.03 <sup>c</sup> ±0.59	0.53 <sup>a</sup> ±3.52	58.34 <sup>a</sup> ±3.5	60.96 <sup>a</sup> ±4.3
	<b>15. Gün</b>	0.91 <sup>b</sup> ±1.14	4.01 <sup>a</sup> ±0.43	3.87 <sup>b</sup> ±0.90	3.76 <sup>a</sup> ±0.4	37.1 <sup>ab</sup> ±4.19	5.94 <sup>a</sup> ±2.21	-1.21 <sup>ab</sup> ±2.63	54.92 <sup>a</sup> ±5.8	56.92 <sup>a</sup> ±9.6
	<b>25. Gün</b>	1.17 <sup>a</sup> ±1.33	3.83 <sup>ab</sup> ±0.24	3.97 <sup>b</sup> ±0.62	3.81 <sup>a</sup> ±0.3	36.6 <sup>ab</sup> ±2.45	4.82 <sup>b</sup> ±1.24	-3.58 <sup>b</sup> ±2.12	56.31 <sup>a</sup> ±5.7	47.95 <sup>b</sup> ±1.8

Uygulama ve günler arasında aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. İstatistiksel açıdan p<0.05 ve: p<0.01 seviyesinde önemli.

#### **4.6.2 Uygulama ve Sürenin Zeytinyağlarının Serbest Yağ Asitliği, Peroksit ve Özgül Soğurma Değerleri Üzerine Etkisi**

Uygulamalar arasında serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri farklılıkları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak, depolama süresinin etkisi önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Depolama süresine paralel olarak serbest asitlik, peroksit ve özgül soğurma değerleri genellikle artmış göstermiştir.

Serbest asitlik depolamanın son gününde %0.19'dan 0.61'e ulaşmıştır. Örneklere ait serbest asitlik değerleri Türk Gıda Kodeksinin natürel sızma zeytinyağı için bildirdiği sınırı (20 meq O<sub>2</sub>/kg) aşmamıştır. Peroksit değeri depolama süresi ile genellikle artmış ancak günler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. K<sub>232</sub> değerleri de depolama süresine bağlı olarak artmış sırasıyla 1.28'den 1.64'e yükselmiştir. K<sub>270</sub> değerleri günler arasında inişli çıkışlı değerler göstermiş, değerler 5. gün azalmış daha sonra yeniden artmıştır.

#### **4.6.3 Uygulama ve Sürenin Zeytinyağlarının Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi**

Zeytinlerden elde edilen yağların antioksidan aktiviteleri üzerine, uygulama ve sürenin etkilerine ait veriler Çizelge 4.9' da verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi uygulamaların toplam fenol bileşikleri ve DPPH giderme aktivitesi üzerine etkisi önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek toplam fenol bileşikleri kontrol uygulamasında elde edilmiş ve en yüksek DPPH giderme aktivitesi değerleri CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> gazı uygulamasına ait örneklerde belirlenmiştir. Öte yandan, NO giderme, indirgeme gücü ve FRAP değerleri üzerine uygulamanın etkisi önemsiz bulunmuştur.

Toplam fenol bileşikleri üzerine sürenin etkisi önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuş, depolama süresine göre toplam fenol bileşikleri miktarı inişli çıkışlı değerler göstermiştir. Depolamanın 5. gününde azalan toplam fenol bileşik miktarı, depolama sonunda en yüksek değere (80.82 mg/kg) ulaşmıştır. NO giderme aktivitesi ve indirgeme gücü aktivitesi üzerine sürenin etkisi önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuş ve sonuçlar dalgalanma göstermiştir. Ancak, depolamanın son günü değerler en düşük seviyeye düşmüştür.

FRAP değerleri üzerine sürenin etkisi önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuş ve 25. gün FRAP değerleri bakımından en düşük iken, diğer günler arasındaki değişim önemsiz bulunmuştur.

#### **4.6.4 Uygulama ve Sürenin Zeytinyağlarının Fenol Bileşikleri Üzerine Etkisi**

Çizelge 4.8' de gaz uygulamaları ve sürenin zeytinyağlarının fenol bileşikleri üzerine etkisi verilmiştir. Çizelgedeki veriler incelendiğinde, gaz uygulamalarının *p*-kumarik asit, luteolin ve vanilin hariç diğer fenol bileşikleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Vanilin içeriği bakımından kontrol ve N<sub>2</sub> uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş iken, bu uygulamalar ile CO<sub>2</sub> uygulaması arasındaki fark önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Luteolin miktarı bakımından en yüksek değer kontrol uygulamasında ve en düşük değer de CO<sub>2</sub> uygulamasında elde edilmiştir. *p*-kumarik asit miktarı bakımından en yüksek değer N<sub>2</sub> uygulamasında elde edilmiş iken, en düşük değer kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Depolama süresinin *p*-kumarik asit hariç yağ asitleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. *p*-kumarik asit miktarı 5. gün en yüksek düzeye çıkmış, bu günden sonra azalma göstermiştir.

#### **4.6.5 Uygulama ve Sürenin Zeytinyağlarının Yağ Asidi Dağılımları Üzerine Etkisi**

Çizelge 4.11'de uygulama ve sürenin zeytinyağlarının yağ asidi dağılımları üzerine etkisi verilmiştir. Palmitik, linoleik, heptadesenoik ve behenik asit hariç diğer yağ asitleri üzerine uygulamanın etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Genel olarak sürenin yağ asitleri dağılımı üzerine etkisi palmiteloik ve araşidik asitler hariç istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0.05$ ).

Palmitik asit miktarı CO<sub>2</sub> uygulamasında en yüksek iken, kontrol uygulamasında en düşük değere sahip olmuştur. Palmitik asit miktarı, depolama sonunda en yüksek düzeye çıkmıştır.

Heptadesenoik asit miktarı en düşük CO<sub>2</sub> uygulamasında belirlenmiş ancak, en yüksek değerler N<sub>2</sub> ve kontrol uygulamalarında tespit edilmiştir. Depolama süresinin heptadesenoik asit miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuş ve örneklerin depolamanın farklı günlerdeki heptadesenoik asit miktarları inişli çıkışlı değerler göstermiştir. Heptadesenoik asit içeriği depolama sonunda en yüksek değerine ulaşmış ve genel olarak depolama ile birlikte artmıştır.

Heptadekanoik asit içeriği 5. gün örneklerinde düşmüş diğer günler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Stearik asit miktarı depolama süresinden etkilenmiş ve depolama ile birlikte artmıştır. Zeytinyağında baskın yağ asidi olan oleik asit miktarı üzerine sürenin etkisi önemli bulunmuş ve depolama boyunca değerler dalgalanma göstermiş ve depolama sonunda oleik asit içeriği en yüksek düzeye ulaşmıştır. Linoleik asit miktarı bakımından N<sub>2</sub> uygulamasına ait örnekler en düşük değere sahip iken, CO<sub>2</sub> ve kontrol uygulamalarına ait örnekler en düşük değere sahip olmuşlar ve düşük değer sahip iki uygulama arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Linoleik asit ve linolenik asit miktarları üzerine depolamanın etkisi önemli bulunmuştur. Linoleik asit içeriği 0. gün örneklerinden elde edilen yağlarda en düşük değerde iken, diğer günlerde yüksek değerdedir ve diğer günler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Linolenik asit içeriği bakımından en düşük değer depolamanın son gününde elde edilen yağlarda belirlenmiş, diğer günler arasında Linolenik asit içerik bakımından fark önemsiz bulunmuştur.

Behenik asit zeytinyağlarında düşük miktarda saptanan yağ asitlerinden biridir ve behenik asit içeriği bakımından uygulamalar ve günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Dekosadienoik ve lignoserik asit içeriği üzerine depolamanın etkisi önemli bulunmuş iken, depolama ile birlikte bu yağ asitlerinin içerikleri artmıştır.

Çizelge 4.8. Uygulama ve sürenin zeytinyağlarının serbest yağ asitliği, peroksit ve özgül soğurma değerleri üzerine etkisi

		Serbest Yağ Asitliği (%)	Peroksit Değeri (meq/kg)	K <sub>232</sub>	K <sub>270</sub>
Uygulama	Kontrol	0.31 <sup>a</sup> +0.17	6,4 <sup>a</sup> +1,64	1,52 <sup>a</sup> +0.3	0.20 <sup>a</sup> +0.3
	CO <sub>2</sub>	0.35 <sup>a</sup> +0.18	6,6 <sup>a</sup> +1,51	1,52 <sup>a</sup> +0.3	0.20 <sup>a</sup> +0.3
	N <sub>2</sub>	0.36 <sup>a</sup> +0.27	6,1 <sup>a</sup> +1,84	1,58 <sup>a</sup> +0.3	0.21 <sup>a</sup> +0.3
Günler	0. Gün	0.19 <sup>c</sup> +0.01	5,3 <sup>a</sup> +0.33	1,28 <sup>b</sup> +0.4	0.48 <sup>a</sup> +0.43
	5. Gün	0.19 <sup>c</sup> +0.16	5,8 <sup>a</sup> +2,00	1,52 <sup>ab</sup> +0.1	0.08 <sup>b</sup> +0.14
	15. Gün	0.37 <sup>b</sup> +0.14	7,4 <sup>a</sup> +1,72	1,73 <sup>a</sup> +0.1	0.13 <sup>ab</sup> +0.03
	25. Gün	0.61 <sup>a</sup> +0.18	7,0 <sup>a</sup> +1,12	1,64 <sup>ab</sup> +0.1	0.12 <sup>ab</sup> +0.01

Uygulama ve günler arasında aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. İstatistiksel açıdan p<0.05 ve: p<0.01 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4. 9. Uygulama ve sürenin zeytinyağlarının antioksidan aktivitesi üzerine etkisi

		<b>Toplam Fenolik Bileşik Miktarı (mg/kg)</b>	<b>NO Giderme Aktivitesi (%)</b>	<b>İndirgeme Gücü Kapasitesi (Abs.)</b>	<b>FRAP (Fe<sup>+2</sup> mmol/L)</b>	<b>DPPH Giderme Aktivitesi (%)</b>
<b>Uygulama</b>	<b>Kontrol</b>	78.37 <sup>a</sup> +25,8	64.92 <sup>a</sup> +4,1	0.41 <sup>a</sup> +0.1	0.28 <sup>a</sup> +0.1	38.24 <sup>b</sup> ±6.20
	<b>CO<sub>2</sub></b>	68.60 <sup>ab</sup> +8,3	62.06 <sup>a</sup> +3,9	0.48 <sup>a</sup> +0.2	0.34 <sup>a</sup> +0.1	46.34 <sup>a</sup> ±7.15
	<b>N<sub>2</sub></b>	59.31 <sup>b</sup> +11,8	62.14 <sup>a</sup> +5,1	0.41 <sup>a</sup> +0.1	0.28 <sup>a</sup> +0.1	46.02 <sup>a</sup> ±7.18
<b>Günler</b>	<b>0. Gün</b>	72.64 <sup>a</sup> +7,2	66.66 <sup>a</sup> +3,3	0.56 <sup>a</sup> +0.1	0.32 <sup>a</sup> +0.04	39.65 <sup>b</sup> ±0.68
	<b>5. Gün</b>	52.37 <sup>b</sup> +11,4	60.60 <sup>b</sup> +2,7	0.46 <sup>ab</sup> +0.1	0.35 <sup>a</sup> +0.04	47.42 <sup>a</sup> ±6.80
	<b>15. Gün</b>	69.22 <sup>a</sup> +18,7	65.66 <sup>a</sup> +3,0	0.37 <sup>b</sup> +0.1	0.35 <sup>a</sup> +0.14	43.98 <sup>ab</sup> ±13.26
	<b>25. Gün</b>	80.82 <sup>a</sup> +21,6	59.23 <sup>b</sup> +3,7	0.35 <sup>b</sup> +0.2	0.17 <sup>b</sup> +0.03	43.09 <sup>ab</sup> ±2.41

Uygulama ve günler arasında aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. İstatistiksel açıdan p<0.05 ve: p<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 4. 10. Uygulama ve sürenin zeytinyağlarının fenolik bileşenleri üzerine etkisi

	Analizler	Trizol	Syringik asit	Vanilin	<i>p</i> -kumarik asit	Oleuropein	Sinamik asit	Luteolin
Uygulama	<b>Kontrol</b>	18.56 <sup>a</sup> ±17.13	5.76 <sup>a</sup> ±0.16	0.65 <sup>a</sup> ±0.26	0.94 <sup>c</sup> ±0.03	0.24 <sup>a</sup> ±0.15	0.23 <sup>a</sup> ±0.30	19.78 <sup>a</sup> ±7.87
	<b>CO<sub>2</sub></b>	11.79 <sup>a</sup> ±6.08	6.12 <sup>a</sup> ±0.13	0.39 <sup>b</sup> ±0.17	1.07 <sup>b</sup> ±0.13	0.20 <sup>a</sup> ±5.74	0.58 <sup>a</sup> ±1.00	13.96 <sup>b</sup> ±3.18
	<b>N<sub>2</sub></b>	9.12 <sup>a</sup> ±3.83	5.98 <sup>a</sup> ±0.46	0.67 <sup>a</sup> ±0.01	1.32 <sup>a</sup> ±0.43	0.18 <sup>a</sup> ±0.08	0.76 <sup>a</sup> ±0.80	15.63 <sup>ab</sup> ±2.18
Süre	<b>0. Gün</b>	13.39 <sup>a</sup> ±1.07	6.05 <sup>a</sup> ±0.00	0.58 <sup>a</sup> ±0.05	0.97 <sup>ab</sup> ±0.00	0.24 <sup>a</sup> ±0.00	0.07 <sup>a</sup> ±0.05	13.99 <sup>a</sup> ±0.00
	<b>5. Gün</b>	15.58 <sup>a</sup> ±21.43	6.13 <sup>a</sup> ±0.74	0.53 <sup>a</sup> ±0.41	1.30 <sup>a</sup> ±0.37	0.21 <sup>a</sup> ±6.88	0.60 <sup>a</sup> ±1.20	18.30 <sup>a</sup> ±9.20
	<b>15. Gün</b>	7.90 <sup>a</sup> ±4.31	5.70 <sup>a</sup> ±0.07	0.66 <sup>a</sup> ±0.32	1.08 <sup>b</sup> ±0.15	0.15 <sup>a</sup> ±3.23	0.68 <sup>a</sup> ±0.68	16.21 <sup>a</sup> ±2.18
	<b>25. Gün</b>	15.77 <sup>a</sup> ±5.64	5.90 <sup>a</sup> ±0.22	0.56 <sup>a</sup> ±0.15	0.94 <sup>c</sup> ±0.04	0.12 <sup>a</sup> ±0.00	0.74 <sup>a</sup> ±0.65	16.09 <sup>a</sup> ±4.47

Uygulama ve günler arasında aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. İstatistiksel açıdan  $p < 0.05$  ve:  $p < 0.01$  seviyesinde önemli

Çizelge 4.11. Uygulama ve sürenin zeytinyağlarının yağ asidi dağılımları üzerine etkisi

Yağ Asitleri (%)	Palmitik	Palmiteloik	Hepta dekanolik	Hepta desenoik	Steraik	Oleik asit	Linoleik	Linolenik	Araşidik	Behenik	Dekaso dienoik	Libnoseric	
Uygulama	<b>Kontrol</b>	12.92 <sup>c</sup> ±0.19	1.02 <sup>a</sup> ±0.10	0.12 <sup>a</sup> ±0.01	0.21 <sup>a</sup> ±0.00	3.07 <sup>a</sup> ±0.21	67.37 <sup>a</sup> ±2.19	7.54 <sup>a</sup> ±0.55	0.53 <sup>a</sup> ±0.08	0.52 <sup>a</sup> ±0.02	0.11 <sup>a</sup> ±0.01	1.02a±0.09	0.07a±0.03
	<b>CO<sub>2</sub></b>	13.51 <sup>a</sup> ±0.88	1.04 <sup>a</sup> ±0.07	0.12 <sup>a</sup> ±0.01	0.20 <sup>b</sup> ±0.00	3.00 <sup>a</sup> ±0.13	66.79 <sup>a</sup> ±1.63	7.57 <sup>a</sup> ±0.75	0.52 <sup>a</sup> ±0.08	0.54 <sup>a</sup> ±0.07	0.10 <sup>b</sup> ±0.01	1.01a±0.08	0.08a±0.04
	<b>N<sub>2</sub></b>	13.37 <sup>ab</sup> ±0.72	1.04 <sup>a</sup> ±0.08	0.12 <sup>a</sup> ±0.01	0.21 <sup>a</sup> ±0.01	3.06 <sup>a</sup> ±0.13	67.77 <sup>a</sup> ±2.24	7.22 <sup>b</sup> ±0.52	0.49 <sup>a</sup> ±0.09	0.52 <sup>a</sup> ±0.03	0.11 <sup>a</sup> ±0.01	1.03a±0.12	0.09a±0.04
Günler	<b>0. Gün</b>	12.77 <sup>b</sup> ±0.07	1.04 <sup>a</sup> ±0.08	0.12 <sup>a</sup> ±0.01	0.21 <sup>b</sup> ±0.00	2.90 <sup>b</sup> ±0.07	66.89 <sup>b</sup> ±0.38	6.72 <sup>b</sup> ±0.02	0.54 <sup>a</sup> ±0.04	0.51 <sup>a</sup> ±0.00	0.11 <sup>b</sup> ±0.01	0.97b±0.02	0.06b±0.01
	<b>5. Gün</b>	13.15 <sup>b</sup> ±0.59	1.03 <sup>a</sup> ±0.08	0.11 <sup>b</sup> ±0.00	0.20 <sup>c</sup> ±0.00	2.94 <sup>b</sup> ±0.11	65.42 <sup>c</sup> ±0.36	7.49 <sup>a</sup> ±0.42	0.58 <sup>a</sup> ±0.04	0.51 <sup>a</sup> ±0.03	0.10 <sup>b</sup> ±0.00	0.96b±0.02	0.05b±0.00
	<b>15. Gün</b>	13.15 <sup>b</sup> ±0.48	0.98 <sup>a</sup> ±0.09	0.12 <sup>a</sup> ±0.00	0.21 <sup>b</sup> ±0.01	3.11 <sup>a</sup> ±0.12	66.84 <sup>b</sup> ±1.81	7.72 <sup>a</sup> ±0.70	0.52 <sup>a</sup> ±0.08	0.53 <sup>a</sup> ±0.06	0.11 <sup>a</sup> ±0.01	1.01b±0.09	0.07b±0.03
	<b>25. Gün</b>	13.99 <sup>a</sup> ±0.79	1.09 <sup>a</sup> ±0.04	0.12 <sup>a</sup> ±0.00	0.22 <sup>a</sup> ±0.01	3.21 <sup>a</sup> ±0.08	70.10 <sup>a</sup> ±0.79	7.84 <sup>a</sup> ±0.37	0.40 <sup>b</sup> ±0.02	0.56 <sup>a</sup> ±0.05	0.11 <sup>a</sup> ±0.01	1.16a±0.09	0.13a±0.03

Uygulama ve günler arasında aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. İstatistiksel açıdan p<0.05 ve: p<0.01 seviyesinde önemli.



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Osmaniye'den toplanan *Gemlik* çeşidi zeytinler, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> gazı ve normal atmosfer koşulları altında 5±1 °C' de 25 gün boyunca depolanmıştır. 0., 5., 15. ve 25. günlerde alınan zeytin örneklerinde fiziksel analizler yapılmış ve bu zeytinlerden aynı koşullarda elde edilen yağların fenol bileşikleri ve yağ asidi dağılımları incelenmiştir. Zeytinyağlarından elde edilen fenolik ekstraktların antioksidan aktiviteleri belirlenmiş, aynı konsantrasyondaki sentetik bir antioksidan olan BHT ile karşılaştırılmıştır.

Zeytinlerin ağırlık kaybı her üç uygulamada da depolama süresine bağlı olarak artmıştır. Kontrol uygulamasına ait örnekler depolama sonunda ağırlıklarının yaklaşık %3'ünü kaybederken, CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamasına ait örneklerde ağırlık kaybı daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Örneklerin yağ miktarı üzerine uygulamanın etkisi önemsiz bulunmuştur. *L* değerleri üzerine uygulamanın etkisi önemsiz bulunurken, CO<sub>2</sub> uygulanan meyvelerde depolama sonunda zeytinlerin daha çok kararmasına bağlı olarak *L* değeri düşük çıkmıştır. *a* değerleri bakımından kontrol örneği yüksek çıkmış, CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> uygulaması arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.. Ayrıca, uygulama farklılıklarının *L*, *a* ve *b* değerleri üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olmadığı ancak depolama ile olgunlaşan zeytinlerin renk değişimlerine bağlı olarak bu değerler arasında farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir. Meyve eti/çekirdek oranı, dane ağırlığı ve meyve eti sertliği üzerine uygulamanın etkisi önemli bulunmuş, CO<sub>2</sub> uygulamasına ait örneklerde diğer gruplara kıyasla bu değerler daha yüksek çıkmıştır.

Yağ örneklerine ait serbest asitlik, peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri üzerine uygulamanın etkisi önemsiz bulunmuş iken, depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur. Bu değerler (K<sub>270</sub> hariç) depolama süresine paralel olarak artış göstermiştir.

Ugulamanın, zeytinyağı fenolik ekstraktlarının toplam fenolik bileşikleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek toplam fenol bileşikleri kontrol uygulamasında

belirlenmiştir. Gaz uygulamalarında kontrol grubuna kıyasla düşük fenol içeriği gaz uygulamalarının, fenol bileşiklerinin sentezinde rol alan fenilalanin amonyum liyaz (PAL) enzim aktivitesini azaltmasına bağlı olabilir. Antioksidan aktivite değerleri genellikle depolamanın sonuna doğru azalmıştır.

Örneklere 7 adet fenol bileşiği (trizol, syringic asit, vanilin *p*-kumarik asit, oleuropein, sinamik asit ve luteolin) tanımlanmış ve en fazla bulunan fenol bileşiğinin luteolin olduğu tespit edilmiştir. Uygulamanın fenolik madde bileşimi (vanilin, *p*-kumarik asit ve luteolin hariç) üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Sürenin *p*-kumarik asit hariç fenolik bileşikler üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Örneklere *p*-kumarik asit içeriği 5. gün artmış daha sonra düşmüştür.

Zeytinlerden elde edilen yağlarda 12 adet yağ asidi (palmitik, palmitoleik, heptadekanoik, heptadesenoik, stearik, oleik, linoleik, linolenik, araşidik, behenik, dekosadienoik ve lignoserik asit) tanımlanmıştır. Genel olarak yağ asitleri dağılımı üzerine uygulamanın etkisi önemsiz iken, depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur. Genel olarak yağ asitleri miktarı depolama sonunda artış göstermiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgular yardımıyla gaz uygulamalarına yönelik aşağıdaki sonuç ve önerileri söylemek mümkündür.

- Hasat sonrası meyvenin fiziksel özelliklerini (meyve eti/çekirdek, dane ağırlığı ve meyve eti sertliği) en iyi koruduğu uygulama CO<sub>2</sub> uygulaması olmuştur. Gaz uygulamaları meyvelerdeki ağırlık kaybını büyük ölçüde azaltmıştır. Kontrol uygulamasına ait meyvelerde 25. günde kısmen bozulma görülürken, gaz uygulaması yapılan meyveler ilk günkü kalitesini korumuştur.
- Örneklere peroksit değeri, serbest yağ asitliği ve özgül soğurma değerleri üzerine uygulamanın etkisi önemsiz iken, bu değerler depolama ile birlikte artmış, ancak depolama boyunca TGK natürel sızma zeytinyağı limitlerini (K<sub>270</sub> hariç) aşmamıştır.

- Toplam fenol bileşikleri miktarı bakımından kontrol uygulamasına ait örnekler daha yüksek çıkarken gaz uygulamaları yapılan örneklerde daha düşük çıkmıştır. Gaz uygulamaları örneklerin toplam fenol bileşikleri içeriğini baskılamıştır.
- Örneklerin fenol bileşikleri ve yağ asidi dağılımları üzerine gaz uygulamalarının önemli bir etkisi olmamıştır.
- Zeytinlerin depolanmasında kontrollü atmosfer kullanılması, normal atmosfer koşullarına göre meyvelerin fiziksel özelliklerini korumuştur. Ancak, zeytinlerden elde edilen yağların bileşimi üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Zeytinlerin muhafazasında gaz uygulamaları konusunda yeni çalışmalara gereksinim vardır.

## KAYNAKLAR

- Ağar, I., T., Garcia, J., M., Zahran, A., Kafkas, S., Kaşka, N. Adana ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı zeytin (*Olea europaea* L.) çeşitlerinin yağ asitleri karakteristikleri, Türkiye II.Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Adana-Türkiye, 3-6 Ekim 1995.
- Ağar, I., T., Hess-Pierce, B., Sourour, M., S., Kader, A., D. Quality of fruits and oil of black ripe olives is influenced by cultivar and storage period, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 3415-3421, 1998.
- Aktan, N., Kalkan, H. Sofralık Zeytin Teknolojisi. İzmir: Ege Üniversitesi, Türkiye, 1999.
- Aktaş, A. B., Özen, B., Tokatli, F., Şen, I. Comparison of some chemical parameters of a naturally debittered olive (*Olea europaea* L.) type with regular olive varieties, *Food Chemistry*, 161, 104–11, 2014.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., Aksoy, A. Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4), 401-409, 2010.
- Allalout, A., Daoud, D., Krichene, D., Methenni, K., Taamalli, A., Oueslati, I., Zarrouk, M. Characterization of virgin olive oil from Super Intensive Spanish and Greek varieties grown in northern Tunisia, *Scientia Horticulturae*, 120, 77–83, 2009.
- Anonim, (2014). Osmaniye İli Tarım Stratejisi ve Eylem Planı. OTSEP, Osmaniye.
- AOCS, 1989. Official Method Ca 5a-40.
- Aparicio, R., Roda, L., Albi, M., A., Gutiérrez, F. Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by Rancimat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 4150-4155, 1999.
- Arslan, D., Karabekir, Y., Schreiner, M. Variations of phenolic compounds, fatty acids and some qualitative characteristics of Sarıulak olive oil as induced by growing area, *Food Research International*, 54, 1897–1906, 2013.
- Arslan, D., Schreiner, M. Chemical characteristics and antioxidant activity of olive oils from Turkish varieties grown in Hatay province, *Scientia Horticulturae*, 144,141–152, 2012. Bakanlığ. Yayın Dairesi Başkanlığı: Ankara, 107, 1991.

- Baldioli, M., Servilli, M., Perretti, G., Montedoro, G. Antioxidant activity of tocopherols and phenolic compounds of virgin olive oil, *Journal of The American Oil Chemists Society*, 73, 1589–1593, 1996.
- Batu, A., Thompson, A., K., Ghafir, S., A., M., Rahman, A., A. Minolta ve hunter renk ölçüm aletleri ile domates, elma ve muzun renk değerlerinin karşılaştırılması, *Gıda*, 22:4, 1997.
- Bayrak, A., Özkaya, T., M., Kralan, M., Kara, H., H. Farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytin yağlarının uçucu bileşenleri ve kalite ile ilişkilerinin belirlenmesi, *Tübitak Projesi*, Ankara, 163, 2010.
- Bayram, B., Esatbeyoglu, T., Schulze, N., Ozcelik, B., Frank, J., Rimbach, G. Comprehensive analysis of polyphenols in 55 extra virgin olive oils by HPLC-ECD and their correlation with antioxidant activities. *Plant Foods for Human Nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 67(4), 326–36, 2012.
- Bendini, A., L., C., Pancorbo, A., Caravaca, A., M., Carretero A., Gutiérrez, A., Lercker, G. Phenolic molecules in virgin olive oils: a survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods. an overview of the last decade alessandra, *Molecules*, 12(8), 1679-1719, 2007.
- Bıyıklı, K. Türk zeytinyağlarının saflık derecelerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 75, 2009.
- Bianco, A., Melchioni, C., Romeo, G., Scarpati, M., L., Uccella, N. Microcomponents of olive oil: Glucosides of 2 (3,4-dihydroxy-phenyl) ethanol, *Food Chemistry*, 63(4), 461-464, 1998.
- Bianco, A., Uccella, N. Biophenolic components of olives, *Food Research International*, 33(6), 475-485, 2000.
- Boskou, D., Tsimidou, M., Blekas, G. Polar phenolic compounds. Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, University Campus, Thessaloniki, 2006.
- Bouaziz, M., Chamkha, M., & Sayadi, S. (2004). Comparative study on phenolic content and antioxidant activity during maturation of the olive cultivar Chemlali from Tunisia. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 52(17), 5476-5481.

- Brenes, M., Garcia, A., Garcia, P., Rios, J., J., Garrido, A. Phenolic compounds in Spanish olive oils, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43 (9), 3535-3540, 1999.
- Canbaş, A. Şaraplarda fenol bileşikleri ve bunların analiz yöntemleri, Tekel Enstitüleri, Türkiye, 1983.
- Caponio, F., Alloggio, V., Gomes, T., Valle, J. Phenolic compounds of virgin olive oil : influence of paste preparation techniques, *Food Chemistry*, 64, 203-209, 1999.
- Caponio, F., Gomes, T., Pasqualone, A. Phenolic compounds in virgin olive oils: influence of the degree of olive ripeness on organoleptic characteristics and shelf-life, *European Food Research and Technology*, 212(3), 329–333, 2001.
- Cecchi, L., Migliorini, M., Cherubini, C., Giusti, M., Zanoni, B., Innocenti, M., Mulinacci, N. Phenolic profiles, oil amount and sugar content during olive ripening of three typical Tuscan cultivars to detect the best harvesting time for oil production, *Food Research International*, 54, 1876–1884. 2013.
- Cemeroğlu, B. Gıda Analizleri Kitabı(2. Baskı), Gıda Teknolojisi Yayınları, Ankara, 2010.
- Cioffi, G., Pesca, M., S., De Caprariis, P., Braca, A., Severino, L., De Tommasi, N. Phenolic compounds in olive oil and olive pomace from Cilento (Campania, Italy) and their antioxidant activity, *Food Chemistry*, 121, 105–111, 2010.
- Clodoveo, M., Delcuratolo, D., Gomes, T., Colelli, G. Effect of different temperatures and storage atmospheres on Coratina olive oil quality, *Food Chemistry*, 102(3), 571–576, 2007.
- Covas, M., I., Khymentis, O., Fitó, M., Torre, R., Bioavailability and antioxidant effect of olive oil phenolic compounds in humans, (Editör: Boskou, D.), *Minor Constituents and Health*, CRC Press, U.S., 109-128, 2009.
- Dag, A., Kerem, Z., Yogev, N., Zipori, I. Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 127, 358-366, 2011.
- Dağdelen, A., Tümen, G., Özcan, M., M., Dündar, E. Phenolics profiles of olive fruits (*Olea europaea* L.) and oils from Ayvalık, Domat and Gemlik varieties at different ripening stages, *Food Chemistry*, 136(1), 41–5, 2013.

- Diraman, H., Dibeklioglu, H. Characterization of Turkish virgin olive oils produced from early harvest olives. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86:663–674, 2009.
- Dourtoglou, V. G., Mamalos, A., Makris, D. P. Storage of olives (*Olea europaea*) under CO<sub>2</sub> atmosphere: Effect on anthocyanins, phenolics, sensory attributes and in vitro antioxidant properties, *Food Chemistry*, 99(2), 342–349, 2006.
- Esti, M., Cinquanta, L., La Notte E. Phenolic Compounds in Different Olive Varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(1), 32–35, 1998.
- Favati, F., Condelli, N., Galgano, F., Caruso, M., C. Extra virgin olive oil bitterness evaluation by sensory and chemical analyses, *Food Chemistry*, 139(1-4), 949–54, 2013.
- Ferreira, I., C., F., R., Baptista, P., Vilas-Boas, M., Barros, L. Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: Individual cap and stipe activity. *Food Chemistry*, 100(4), 1511–1516, 2007.
- Franco, M., N., Galeano-Diaz, T., Lopez, O., Fernandez-Bolanos, J., Sanchez, J., De Miguel, C., Gil, M., V., Martín-Vertedor, D. Phenolic compounds and antioxidant capacity of virgin olive oil, *Food Chemistry*, 163, 289–298, 2014.
- Freihat, N. M., Al-Shannag, A. K., El Assi, N., Qualitative responses of "Nabali" olive oil to harvesting time and altitudes at sub-humid Mediterranean. *Int J Food Prop* 2008, 11, 561-570.
- Fuentes de Mendoza, M., De Miguel Gordillo, C., Marín Expósito, J., Sanchez Casas, J., Martínez Cano, M., Martín Vertedor, D., Franco Baltasar, M., N. Chemical composition of virgin olive oils according to the ripening in olives, *Food Chemistry*, 141(3), 2575–81, 2013.
- Garcia, J., M., Sella, S., Perez-Camino, M., C. Influence of fruit ripening on olive oil quality, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 3516-3520, 1996.
- Garcia, J. M., Streif, J. The effect of controlled atmosphere storage on fruit quality of 'Gordal' olives. *Gartenbauwissenschaft*, 56, 233–238, 1991.
- Garcia-Garcia, P., Lopez-Lopez, A., Garrido-Fernandez, Study of the shelf life of ripe olives using an accelerated test approach, *Journal of Food Engineering*, 84(4), 569–575, 2008.

- Garratt, D., C. The quantitative analysis of drugs (Vol. 3). Japan: Chapman and Hall Limited, 456–458, 1964.
- Gennaro, L., Bocca, A., P., Modesti, D., Masella, R., Coni, E. Effect of biophenols on olive oil stability evaluated by thermogravimetric analysis, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(11), 4465-4469, 1998.
- Gil, M., I., Holcroft, D., M., Kader, A., A. Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments keywords : (Model 10450), 1662–1667, 1997.
- Gimeno, E., Castellote, A., I., Lamuela-Raventos, R., M., De la Torre, M., C., Lopez-Sabater, M., C., The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, alpha-tocopherol, and beta-carotene) in virgin olive oil, *Food Chemistry*, 78(2), 207–211, 2002.
- Gökçe, H., Standard Zeytin Çeşitleri Katalogu. Yayın No 334. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Gönenç, S. Hatay, Kahramanmaraş ve Osmaniye Zeytincilik Sektör Raporu Fizibilite Çalışması, Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı, 2011.
- Gutierrez, F., Jimenez, B., Ruiz, A., Albi, M., A. Effects of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties Picual and Hojiblanca and on the different components involved, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 121-127, 1999.
- Gutierrez, F., R., Perdiguero, S., Garcia, J., M., Castellano, J., M. Quality of oils from olives stored under controlled atmosphere, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69, 1215-1218, 1992.
- Harborne, J., B., Dey, P., M. *Methods in plant biochemistry*, Academic Press, London, 1989.
- Harwood, J., Aparicio, R. *Handbook of Olive Oil*. (R. Aparicio & J. Harwood, Eds.). Boston, MA: Springer US, 2013.
- Hbaieb, R., H., Kotti, F., García-Rodríguez, R., Gargouri, M., Sanz, C., Perez, A., G.. Monitoring endogenous enzymes during olive fruit ripening and storage: Correlation with virgin olive oil phenolic profiles, *Food Chemistry*, 174, 240-247, 2015.
- Inarejos-Garcia, A., M., Gomez-Rico, A., Desamparados Salvador, M., Fregapane, G. Effect of preprocessing olive storage conditions on virgin olive oil quality



- and composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(8), 4858–4865, 2010.
- Inarejos-Garcia, A., M., Androulaki, A., Salvador, M., D., Fregapane, G., Tsimidou, M., Z., Discussion on the objective evaluation of virgin olive oil bitterness, *Food Research International*, 42(2), 279–284, 2009.
- Inarejos-Garcia, A., M., Goomez-Rico, A., Desamparados Salvador, M., Fregapane, G. Effect of preprocessing olive storage conditions on virgin olive oil quality and composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(8), 4858–4865, 2010.
- Jabeur, H., Zribi, A., Abdelhedi, R., Bouaziz, M. Effect of olive storage conditions on Chemlali olive oil quality and the effective role of fatty acids alkyl esters in checking olive oils authenticity. *Food Chemistry*, 169, 289–96, 2015.
- Jimenez, B., Sanchez-Ortiz, A., Lorenzo, M., L., Rivas, A. Influence of fruit ripening on agronomic parameters, quality indices, sensory attributes and phenolic compounds of Picudo olive oils, *Food Research International*, 54,1860–1867, 2013.
- Kader, A., A., Nanos, G., D., Kerbel, E., L. Storage potential of fresh Manzanillo olives, *California Agriculture*, 44:23–24, 1990.
- Kalua, C., M., Bedgood Jr., D., R., Bishop, A., G., Prenzler, P., D. Changes in virgin olive oil quality during low-temperature fruit storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(7), 2415-2422, 2008.
- Kara, H., H. Farklı hasat dönemlerinde ve günün belli saatlerinde toplanan zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların uçucu aroma bileşenleri değişiminin araştırılması, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 218, 2011.
- Karaca, E., Aytaç, S. Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 123-131, 2007.
- Kayahan, M., Tekin, A. Zeytinyağı üretim teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi:15, Filiz Matbaacılık San. Tic. Ltd., Ankara. 2006.
- Keçeli, T. M. Some properties and antioxidant potential of olives and their corresponding extra virgin olive oils in Turkey, *Asian Journal of Chemistry*, 25(16), 9401-9406, 2013a.

- Keçeli, T. M. Influence of time of harvest on “ Adana Topagi ”, “ Gemlik ” olives, olive oil properties and oxidative stability, *Journal of Food and Nutrition Research*, 1(4), 52–58, 2013b.
- Kiritsakis A. Flavor components of olive oils. A review, *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 75, 673-681, 1998.
- Kiritsakis, A., Nanos, G. D., Polymenopoulos, Z., Thomai, T., Sfakiotakis, E. M. Effect of fruit storage conditions on olive oil quality, *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 75(6), 721–724. 1998.
- Kiritsakis, A., Kanavouras, A., Kiritsakis K. Chemical analysis, quality control and packaging issues of olive oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104, 628–638, 2002.
- Konuşkan, B., D. Hatay’da yetiştirilen Halhalı, Sarı Haşebi ve Gemlik zeytin çeşitlerinden çözücü ekstraksiyonuyla elde edilen yağların bazı niteliklerinin belirlenmesi ve mekanik yöntemle elde edilen zeytinyağları ile karşılaştırılması, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 232, 2008.
- Koprivnjak, O., Conte, L., Totis, N. Influence of olive fruit storage in bags on oil quality and composition of volatile compounds, *Food Technology and Biotechnology*, 40(2), 129–134, 2002.
- Lopez, A., F., N., Querol, A., Bautista-Gallego, J., Garrido-Fernandez, A. Role of yeasts in table olive production, *International Journal of Food Microbiology*, 128(2), 189–96, 2008.
- Marsilio, V., Campestre, C., Lanza, B. Phenolic compounds change during California-style ripe olive processing, *Food Chemistry*, 74,55-60, 2001.
- Martínez Cano, M., Martín Vertedor, D., Franco Baltasar, M., N. Chemical composition of virgin olive oils according to the ripening in olives, *Food Chemistry*, 141, 2575–2581, 2013.
- Mateos, M., Ke, D., Cantwell, M., Kader, A.A. Phenolic metabolism and ethanolic fermentation of intact and cut lettuce exposed to CO<sub>2</sub>-enriched atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*, 1;3(3), 225-33, 1993.

- Mateos, R., Cert, A., Perez-camino, M., C., García, J., M. Evaluation of virgin olive oil bitterness by quantification of secoiridoid derivatives, Instituto de La Grasa (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Journal of the American Oil Chemists' Society, 81(1), 71-75, 2004.
- Matos, L., C., Cunha, S., C., Amaral J., S., Pereira J., A., Andrade, P., B., Seabra, R.M., Oliveira, B., P., P. Chemometric characterization of three varietal olive oils (Cvs. Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana) extracted from olives with different maturation indices, Food Chemistry, 102, 406-414, 2007.
- Matthaus, B., Özcan, M, M. Determination of fatty acid, tocopherol sterol contents and 1,2-and 1,3-diacylglycerols in four different virgin olive oil, Journal of Food Processing & Technology, 02(04), 2–5, 2011.
- Medina, L., S., A. Phenolic compounds: their role during olive oil extraction and in flaxseed –transfer and antioxidant function, University of Lleida Agronomical, Forestal and Food Systems, Doktora Tezi, Spain, 2006.
- Mendez, A., I., Falque, E. Effect of storage time and container type on the quality of extra-virgin olive oil, Food Control, 18, 521–529, 2007.
- Montedoro, G., Servili, M., Baldioli, M., Miniati, E. Simple and hydrolyzable phenolic compounds in virgin olive oil. 2. Initial characterization of the hydrolyzable fraction. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 1577–1580, 1992.
- Murkovic, M., Sonja, L., Pietzkaa, A., Bratacosb, M., Katzogiannosb E. Analysis of minor components in olive oil, Journal of Biochemical and Biophysical Methods, 61, 155-160, 2004.
- Nakbi, A., Issaoui, M., Dabbou, S., Koubaa, N., Echbili, A., Hammami, M., Attia, N. Evaluation of antioxidant activities of phenolic compounds from two extra virgin olive oils, Journal of Food Composition and Analysis, 23(7), 711–715, 2010.
- Nanos, G., D., Kiritsakis, A., K., Sfakiotakis, E., M. Preprocessing storage conditions for green “*Conservolea*” and “*Chondrolia*” table olives, Postharvest Biology and Technology, 25, 109–115, 2002.
- Nergiz, C., Engez, Y., Compositional variation of olive fruit during ripening, Food Chemistry, 69, 55-59, 2000.

- Nizamlioğlu, N., M., Nas, S. Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 20-35, 2010.
- Ocakoglu, D., Tokatlı, F., Özen, B., Korel, F. Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years, *Food Chemistry*, 113(2), 401–410, 2009.
- Olias, J., M., Garcia, J., M. Postharvest Physiology and storage of tropical and subtropical fruits. CAB International, Wallingford, UK, 1997.
- Oliveras-Lopez, M., J., Berna, G., Ruiz, Jurado, E., Lopez., H., Martin, F. Consumption of extra-virgin olive oil rich in phenolic compounds has beneficial antioxidant effects in healthy human adults, *Journal of Functional Foods*, 10, 475–484, 2014.
- Owen, R., W., Mier, W., Giacosa, A., Hull, W., E., Spiegelhalder, B., Bartsch, H. Phenolic compounds and squalene in olive oils: the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene, *Food Chem Toxicol*, 38(8), 647-59, 2000.
- Oyaizu, M., Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine, *Japanese Journal of Nutrition*, 44, 307–315, 1986.
- Özer, M., H., Akbudak, B., Çetin, B. Controlled atmosphere storage of fresh black 'Gemlik' olives, *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 75(1), 85-90, 2006.
- Özkan, G., Şan, B., Akçay, U., Ç., Dağdelen, A., Dolgun, O., Gülsoy, S., Konuşkan, D., Gülsoy, S. Marmara, Ege, Batı ve Doğu Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen gemlik zeytin çeşitlerinin meyve, yağ ve moleküler özelliklerinin karşılaştırılması, TUBİTAK, Ankara, 2011.
- Rosati, A., Cafiero, C., Paoletti, A., Alfei, B., Caporali, S., Casciani, L., Valentini, M. Effect of agronomical practices on carpology, fruit and oil composition, and oil sensory properties, in olive (*Olea europaea* L.). *Food Chemistry*, 159, 236–43, 2014.
- Ryan, D., Antolovich, M., Prenzler, P., Robards, K., Shimon L. Biotransformations of phenolic compounds in *Olea Europaea* L., *Scientia Horticulturae*, 92, 147-176, 2002.
- Saldamlı, İ. *Gıda Kimyası*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 2007.

- Sanchez, A., H., Romero, C., Ramirez, E., Brenes, M. Storage of mechanically harvested Manzanilla olives under controlled atmospheres, *Postharvest Biology and Technology*, 81, 60–65, 2013.
- Saydam, İ., B. TR 63 Zeytincilik Sektör Raporu. DOĞAKA, 2015.
- Scrimgeour, C. Chemistry of fatty acids, Scottish Crop Research Institute Dundee, Scotland, 1–44, 2005.
- Servili, M., Baldioli, M., Selvaggini, R., Macchioni, A., Montedoro, G., F., Phenolic compounds of olive fruit: one- and two-dimensional nuclear magnetic resonance characterization of nuzhenide and its distribution in the constitutive parts of fruit, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 12-18, 1999.
- Servili, M., Mondetero, G. F. Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104, 602-613, 2002.
- Shahat, M, Salama, A., Abul-Fadl, M., M., Akasha, M., M. Quality evaluation of some Libyan olive oil varieties. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(2), 1147-1160, 2013.
- Singleton, V., L., Rossi, J., A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158. 1965.
- Smolskaite, L., Venskutonis, P., R., Talou, T. Comprehensive evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of different mushroom species. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1), 462–471, 2015.
- Tanılgan, K., Özcan, M., M., Ünver, A. Physical and chemical characteristics of five Turkish olive (*Olea europea* L.) varieties and their oils. *Grasas Aceites*, 58, 142-147, 2007.
- Tekin, A., Özcan, M., Poyrazoğlu, E., S., Yorulmaz, A., Yavuz, H. Türk zeytinyağlarının fenolik yapılarının ve bazı önemli kriterlerinin belirlenmesi, TUBİTAK Projesi, Ankara, 2009.
- TGK, 2010. Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Tokatlı, F., Korel, F., Özen, B. Ekonomik değeri yüksek zeytinlerden üretilen türk zeytinyağlarının sınıflandırılması ve zeytinyağlarında tağşişin belirlenmesi, TUBİTAK Projesi, Ankara, 2007.

- Tripoli, E., Giammanco, M., Tabacchi, G., Di Majo, D., Giammanco, S., La Guardia, M. The phenolic compounds of olive oil: structure, biological activity and beneficial effects on human health, *Nutrition Research Reviews*,18(01), 98-112, 2005.
- Tuck, K., L., Hayball, P., J. Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects, *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13(11), 636–644, 2002.
- TUİK, 2015. 2015 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu.
- Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Aralık- 2010.
- Türk Standartları Enstitüsü, TS 342 Yemeklik Zeytinyağı Muayene ve Deney Yöntemleri, Ankara, 2003.
- Uylaşer, V., İncedayı, B., Tamer, C. E., Yılmaz, N., Copur, O. U. Physico-chemical properties and fatty acid composition of Gemlik variety olives, *Asian Journal of Chemistry*, 21, 2861-2868, 2009.
- Vinha, A. F., Ferreres, F., Silva, B., M., Valentao, P., Gonçaves, A., Pereira, J., Andrade, P. B. Phenolic profiles of Portuguese olive fruits (*Olea europaea L.*): Influences of cultivar and geographical origin, *Food Chemistry*, 89(4), 561–568, 2005.
- Williams, M., Morales, M., T., Aparicio, R., Harwood, L., J. Analysis of volatiles from callus cultures of olive *Olea europaea*. *Phytochemistry*, 47(7), 1253-1259, 1997.
- Yavuz, H. Türk Zeytinyağlarının Bazı Kalite ve Saflık Kriterlerinin Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87, 2008,
- Yıldız, G., Uylaşer, V. Doğal bir antimikrobiyel :Oleuropein, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1), 131-142, 2011.
- Yorulmaz, A. Türk zeytinyağlarının fenolik, sterol ve trigliserit yapılarının belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 148, 2009.
- Yorulmaz, A., Erinc, H., Tekin, A. Changes in olive and olive oil characteristics during maturation, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90(5), 647–658, 2013.

Yousfi, K., Cayuela, J., A., Garcia, J., M. Reduction of virgin olive oil bitterness by fruit cold storage, *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(21), 10085-10091, 2008.

Youssef, N. B., Zarrouk, W., Carrasco-Pancorbo, A., Ouni, Y., et al., Effect of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of chétoui virgin olive oil. *J Sci Food Agr* 2010, 90, 199-204.

Zhou, X., Yan, L., Yin, P., Shi, L., Zhang, J., Liu, Y. Structural characterisation and antioxidant activity evaluation of phenolic compounds from cold-pressed *Perilla frutescens* var. *arguta* seed flour, *Food Chemistry*, 164, 150–157, 2014.



## ÖZGEÇMİŞ

- 1. Adı Soyadı:** Tülin EKER (ŞAHİN)
- 2. Doğum Tarihi:** 05.06.1989
- 3. Unvanı:** Arş. Gör.
- 4. Öğrenim Durumu**

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Gıda Mühendisliği	Ankara Üniversitesi	2007-2012
Y.Lisans	Gıda Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2013-

### 5. Akademik Ünvanlar

Görevi	Bölümü	Kurumu	Yıl
Araştırma Görevlisi	Gıda Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2013-

### 6. Yayınlar

#### 6.1. Uluslararası diğer hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

- Öz, A., T., Kafkas, E., Zarifikhosroshahi, M, **Şahin, T.** “‘Hicaznar’ Çeşidinde Farklı Uygulamaların Soğukta Depolama Süresince Fitokimyasal ve Uçucu Aroma Bileşimine Etkileri.” *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(5): 235-241, 2015.
- Bozok, F., **Eker, T.**, Sezer, G., Bozdoğan, A., Doğan H.,H., Büyükalaca, S. “Ganoderma lucidum Metanolik Ekstraktının Fitotoksik Etkilerinin ve Antioksidant Potansiyelinin Araştırılması. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3): 163-170, 2016.

#### 6.2. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler

- Şahin, T.**, Süfer, Ö., A Flavor of Antakya, Mahluta”, The 2nd International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, 24-26 October 2013, Macedonia, Ohrid (Poster).
- Dizlek, H., **Şahin, T.**, A Traditional Delicious Belongs To Antakya Region: Peppery Bread, The 2nd International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus”, 24-26 October 2013, Macedonia, Ohrid (Poster).
- Süfer, Ö., Çelebi Sezer, Y., **Şahin, T.**, An Immigrant Taste: Curd Cheese Dessert with Black Mulberry, The 3rd International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus”, 1-4 October 2015, Sarajevo / Bosnia and Herzegovina (Poster).



4. **Şahin, T.**, Süfer, Ö., Çelebi Sezer, Y., Katırcı Halva – Disappering Flavour, The 3rd International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus”, 1-4 October 2015, Sarajevo / Bosnia and Herzegovina (Poster).
5. **Şahin, T.**, Süfer, Ö., Çelebi Sezer, Y., The Most Chill Drink of Çukurova: Aşlama, The 3rd International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus”, 1-4 October 2015, Sarajevo / Bosnia and Herzegovina (Poster).
6. Süfer, Ö., **Eker, T.** A New Sponge Cake With Dried Pomegranate: Physical and Sensory Properties, 15. International Cereal and Bread Congress, 18-21 April 2016, İstanbul, Turkey. (Poster)
7. Gamlı, Ö. F., **Eker, T.**, Süfer, Ö., “Convective Drying Kinetics and Phenolic Contents of Olive Leaves”, XIIth International Conference of Food Physicists, 6-8 July 2016, University of Debrecen, Hungary (Oral Presentation).
8. Gamlı, Ö. F., Süfer, Ö., **Eker, T.**, “Diffusion Coefficients of Gemlik Olives and the Effect of Salt Concentrations on Lactic Acid and Reducing Sugar Content”, XIIth International Conference of Food Physicists, 6-8 July 2016, University of Debrecen, Hungary (Poster).
9. Gamlı, Ö. F., Süfer, Ö., **Eker, T.** “Microwave Drying Kinetics and Infusion Characteristics of Olive Leaves”, 3rd Global Congress on Microwave Energy Application, 25-29 July 2016, Cartagena, Spain (Accepted as Oral Presentation).
10. Öz, A., T., Kafkas, E., **Eker, T.** “Effects of Active Modified Atmosphere Packaging with Argon and Nitrogen on Postharvest Quality of Loquat.” III International Symposium on Horticulture in Europe - SHE2016, 17-21 October 2016, Chania, Crete (Greece) (Accepted as Oral Presentation).

### 6.3. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

1. Öz, A. T., **Şahin, T.**, “Bir Mersin Yöresi Lezzeti: Batırık”, 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan 2014, Türkiye, Adana (Poster Bildiri).
2. Bozok, F., **Eker, T.**, Sezer, G., Bozdoğan, A., Doğan H.,H., Büyükalaca, S. “Ganoderma lucidum Metanolik Ekstraktının Fitotoksik Etkilerinin ve Antioksidan Potansiyelinin Araştırılması.”10. Yemeklik Mantar Kongresi, 20-23 Ekim 2015, Türkiye, Adana (Sözlü Bildiri).

### 7. Bilimsel ve Mesleki Kuruluşlara Üyelikler

Gıda Mühendisleri Odası