

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BAZI ZEYTİN ÇEŞİTLERİNDEN ELDE EDİLEN YAĞLARIN OKSİDASYON  
STABİLİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Muhammet KARAKUŞ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Ankara  
2008**

**Her Hakkı Saklıdır**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### BAZI ZEYTİN ÇEŞİTLERİNDEN ELDE EDİLEN YAĞLARIN OKSİDASYON STABİLİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Muhammet KARAKUŞ

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali BAYRAK

Bu çalışma, on iki farklı lokasyonda yetişen Edremit ve Memecik zeytin çeşitlerinden elde edilen sızma zeytin yağlarının oksidasyon stabiliteği üzerinde yapılmıştır. Bu amaçla araştırmada kullanılan sızma zeytin yağı örnekleri, çeşitler ve lokasyonlar dikkate alınarak seçilmiş ve 1'er litrelik ambalajlar halinde Tarih Genel Müdürlüğü'nün ilgili birimlerinden, 2007-2008 ürünü olarak temin edilmiştir.

Sızma zeytin yağı örneklerinin oksidasyon stabiliteği için fırın testi uygulanmış ve bunun için örnekler belirli aralıklarla analiz edilmişlerdir. Bu test, peroksit sayısı ve konjuge dien-trien analiz değerleri ile takip edilmiştir. Hızlandırılmış oksidasyon deneylerinden olan fırın testi ve aktif oksijen yönteminden yararlanılarak zeytin yağı örneklerinin oksidasyon stabiliteği belirlenmiştir. Genel olarak bazı oksidasyon ürünlerinin oluşmasıyla peroksit sayısı değeri, konjuge dien ve trien değerleri artış göstermiştir. Bu artışlar ölçülerek zeytin yağı örneklerinin oksidasyon stabiliteği belirlenmiştir. Zeytin yağının oksidasyon stabiliteği üzerine yağın bileşiminin yanında çeşitlerin ve lokasyonların da etkili olduğu anlaşılmıştır.

Sonuç olarak bazı çeşit ve lokasyonlardan elde edilen sızma zeytin yağlarının oksidasyon stabiliteği düşük (Ezine, Küçükkuyu Organik-Edremit) çıkarken (birkaç haftada bozulurken), bazılarının oksidasyon stabiliteği yüksek (Ortaklar-Memecik, Ayvalık-Edremit) bulunmuştur.

**Ağustos 2008, 50 sayfa**

**Anahtar Kelimeler :** sızma zeytin yağı, oksidasyon stabiliteği, lokasyon, çeşit

## ABSTRACT

Master Thesis

### DETERMINATION OF OXIDATION STABILITY OF OLIVE OILS FROM VARIOUS CULTIVARS

Muhammet KARAKUŞ

Ankara University  
Graduate School of Natural and Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Ali BAYRAK

This study, was carried out on oxidation stability of natural virgin olive oil samples that obtained Edremit and Memecik cultivars which grown twelve various location. Olive oil samples used in this research, were selected considering with cultivars and locations and obtained in 1 liter packages of 2007-2008 products, from relevant units of Tariş.

Oxidation stability of virgin olive oil samples was investigated with oven test and for this reason, samples were analysed at specific intervals. This test was followed with peroxide value and specific absorption coefficients at 232 nm and 270 nm,  $\Delta K$  values. Oxidation stability of virgin olive oil samples was determined with oven test and active oxygen method which accelerated oxidation tests. Generally, peroxide value,  $K_{232}$  and  $K_{270}$  values increased with forming some oxidation products. Oxidation stability of virgin olive oil samples was determined with measuring these oxidation products. Cultivar, location and composition of olive oil affected on oxidation stability of virgin olive oil.

Consequently, oxidation stabilities of virgin olive oil samples obtained from some locations were low (Ezine, Küçükkuyu Organic Edremit), (spoilt in several weeks) while oxidation stabilities of the others were high (Ortaklar-Memecik, Ayvalık-Edremit).

**August 2008, 50 pages**

**Key words:** virgin olive oil, oxidation stability, location, cultivar.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana her tŒrlŒ kolaylığı, hoőgŒrŒyŒ gŒsterip, beni yŒnlendiren ve zamanlarını bana ayıran Sayın hocam Prof. Dr. ALİ BAYRAK ve Prof. Dr. AZİZ TEKİN' e, ayrıca, gerek laboratuvar gerekse diğer çalıőmalarımda bana her tŒrlŒ kolaylığı sağlayan, değerli arkadaőım Arő. Grv. Mustafa KIRALAN'a ve benden yardımını esirgemeyen aileme iten teőekkŒrŒ bir borç bilirim.

Muhammet KARAKUŞ

Ankara, Ağustos 2008

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	2
2.1 Oksidasyon Mekanizması.....	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1 Materyal.....	10
3.2 Yöntem.....	11
3.2.1 Yağ örnekleri üzerinde yapılan ilk deneyler.....	11
3.2.1.1 Serbest yağ asitliği.....	11
3.2.1.2 Peroksit sayısı.....	11
3.2.1.3 Özgül soğurma değerleri.....	11
3.2.1.4 Yağ asitleri bileşimi.....	12
3.2.2 Hızlandırılmış oksidasyon deneyleri.....	12
3.2.2.1 Fırın testi (Schaal Oven).....	12
3.2.2.2 Aktif oksijen yöntemi ( AOY).....	13
3.2.3 Serbest radikal yakalama yöntemi (DPPH).....	14
3.2.4 Toplam fenol tayini.....	14
3.2.5 Orto-difenol tayini.....	14
3.2.6 İstatistik değerlendirme.....	15
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	16
4.1 Yağ Örnekleri Üzerinde Yapılan İlk Deneyler.....	16
4.1.1 Serbest yağ asitliğine ilişkin bulgular.....	16
4.1.2 Peroksit sayısına ilişkin bulgular .....	17
4.1.3 Özgül soğurma değerlerine ilişkin bulgular.....	19
4.1.4 Yağ asitleri bileşimine ilişkin bulgular.....	22
4.2 Hızlandırılmış Oksidasyon Deneyleri.....	25
4.2.1 Fırın testine (Schaal Oven) ilişkin bulgular.....	25
4.2.1.1 Peroksit sayısına ilişkin bulgular.....	25
4.2.1.2 Özgül soğurma değerlerine ilişkin bulgular.....	27
4.2.2 Aktif oksijen yöntemine ( AOY) ilişkin bulgular.....	30
4.3 Serbest Radikal Yakalama Yöntemine (DPPH) İlişkin Bulgular.....	32
4.4 Toplam Fenol Yöntemine İlişkin Bulgular.....	34
4.5 Orto-difenol Tayinine İlişkin Bulgular.....	36
4.6 Toplam Fenol, Orto-difenol, Ransimat ve DPPH Bulguları Arasındaki İlişki.....	38
4.7 Toplam fenol, Orto-difenol, DPPH ve Fırın Testi (Peroksit Sayısı ve Özgül Soğurma Değerleri) Bulguları Arasındaki İlişki.....	39
5. SONUÇ.....	42
KAYNAKLAR.....	44
EK 1 .....	47
ÖZGEÇMİŞ.....	50

## SİMGELER DİZİNİ

PS	Peroksit Sayısı
AOY	Aktif Oksijen Yöntemi
R*	Aktif Radikal
ROO*	Peroksi Radikalleri
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil Testi
LOX	Lipoksigenez Enzim Yolu
Meq	miliekivalen ( milieşdeğer)
μ	mikro

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 Zeytin yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıktaki peroksit değerleri .....	26
Şekil 4.2 Zeytin yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıkta ve 232 nm'deki özgül soğurma (K <sub>232</sub> ) değerleri .....	28
Şekil 4.3 Zeytin yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıkta ve 270 nm'deki özgül soğurma (K <sub>270</sub> ) değerleri.....	30

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Zeytin yağı örneklerinin lokasyonlara göre kod ve çeşitleri.....	10
Çizelge 4.1 Zeytinlerden elde edilen yağların oleik asit cinsinden serbest asitlik değerleri.....	16
Çizelge 4.2 Zeytin yağı örneklerinin peroksit değerleri.....	18
Çizelge 4.3 Çizelge 4.3 Zeytinyağı örneklerinde kontrol amaçlı yapılan ilk konjuge dien (232 nm), trien (270 nm) değerleriyle delta K(274 nm, 270 nm, 266 nm) değerleri .....	20
Çizelge 4.4 Zeytin yağı örneklerinin yağ asidi bileşimi .....	23
Çizelge 4.5 Zeytin yağı örneklerinin 120 °C sıcaklıktaki indüksiyon periyotları .....	31
Çizelge 4.6 Zeytin yağı örneklerinin serbest radikal yakalama kapasitesi (DPPH-% antioksidan aktivite) .....	33
Çizelge 4.7 Zeytin yağı örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri (mg kafeik asit/kg yağ).....	35
Çizelge 4.8 Zeytin yağı örneklerinin orto-difenol madde içerikleri (mg kafeik asit/kg yağ) .....	37
Çizelge 4.9 Zeytin yağı örneklerinin ransimat testi ile orto-difenol, toplam fenol ve DPPH testleri arasındaki ilişki.....	39
Çizelge 4.10 Zeytin yağı örneklerinin fırın testi ile orto-difenol, toplam fenol ve DPPH testleri arasındaki ilişki.....	40



## 1.GİRİŞ

*Oleaceae* familyasından *Olea europea* L. türüne ait olan zeytinin, orijininin Anadolu olduğu, Anadolu'dan Kuzey Afrika ve Avrupa ülkelerine iki koldan yayıldığı, daha sonra diğer bölgelere taşındığı ileri sürülmektedir. Tüm kutsal kitaplarda yer alan ve binlerce yıldan beri varolan zeytin ağacı Akdeniz ülkelerinin ve uygarlığının simgesi olmuştur (Cronquist 1981). Zeytin ekolojik açıdan dünyanın belirli bölgelerinde ve genellikle de Akdeniz ülkelerinde kendine uygun yaşam alanları bulmuştur.

Zeytin ağacı, genellikle rakımı düşük coğrafyalarda yetişir. Ancak denizden 1000 metre yükseklikte de, zeytin tarımı yapılabilmektedir. Zeytin, özellikle 400 metrenin altındaki rakımlarda daha verimli olur. Zeytin için uygun iklim; yazları sıcak, kışları ılıman geçen iklimlerdir, suyu sever, fakat susuzluğa da dirençlidir.

Zeytin yağı, yüzyıllardır Akdeniz havzası ve civarında zeytin meyvesinden sadece fiziksel yöntemler kullanılmak suretiyle elde edilen bitkisel bir yağdır. Kendine has lezzeti ve sağlık üzerine birçok olumlu etkisinin olması, bu ürünü diğer bitkisel yağlardan ayırır (Boskou 1996, Kiritsakis 2002).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde natürel zeytin yağı, zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısıl ortamda, sadece yıkama, sızdırma, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen, berrak, yeşilden sarıya değişebilen renkte, kendine özgü tat ve kokuda olan, doğal haliyle gıda olarak tüketilebilen yağ olarak tanımlanmaktadır (Anonim 1998).

Bu çalışma ile ülkemizde zeytincilik ve zeytin yağı üretimi açısından önemli bölgelerde üretilen sızma zeytin yağlarının oksidasyon stabiliteleri araştırılmıştır. Bu amaçla Edremit ve Memecik çeşitlerinden oluşan toplam 12 adet zeytin yağı örneklerinin oksidasyon stabiliteleri incelenmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

Zeytin, çeşidine göre şekli ve rengi değişen, besin değeri açısından oldukça zengin bir üründür. Zeytinin yapısında önemli miktarda su ve yağ bulunurken protein, selüloz, şeker, mineral maddeler, hidrokarbonlar, fenolik bileşikler ve tokoferoller de bulunmaktadır. Bunlar arasında zeytinde eser miktarda bulunduğu halde özellikle yağ oksidasyona karşı koruyarak antioksidan özellik gösteren fenolik bileşikler, yağın rengi, lezzeti, oksidatif stabilitesi ve besin değeri açısından önemli rol oynamaktadır. Zeytin, bir enerji deposu olmanın yanı sıra, bir çeşit yapısal malzeme gibi görev yapan lipoproteinler, fosfolipitler ve galaktolipitler içerir. Proteini az olsa bile, aminoasitler yönünden zengindir. Gözün görmesinde A, doğurganlıkta E, kanın pıhtılaşmasında K, C ve raşitizmi önleyen D vitaminlerini içermektedir. Bileşimde, su % 50-60, yağ % 18-25, protein % 1.5-2.0, şeker % 18, selüloz % 5, mineral madde % 1.5, hidrokarbonlar % 0.8-1.0, polifenoller % 0.5-0.8, tokoferoller % 0.3-0.8 oranında bulunmaktadır (Kritsakis 1998).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre natürel zeytin yağları, serbest yağ asitliklerine göre ekstra natürel sızma, natürel birinci ve natürel ikinci olmak üzere üç grupta sınıflandırılır. Ekstra natürel sızma zeytin yağı, yağın her 100 gramında oleik asit cinsinden bulunan serbest yağ asitliğinin 1.1 gramdan fazla olmayan yağlar olarak tanımlanır. Serbest yağ asitliği, oleik asit cinsinden her 100 gramda 2.0 gramdan fazla olmayan yağlar natürel birinci zeytin yağı; serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 3.3 gramdan fazla olmayan yağlar ise natürel ikinci zeytin yağı olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim 1998).

Zeytin yağı, sevilerek tüketilen ve kendine has lezzeti ve duyuşal özellikleriyle tanınır (Aparicio et al. 1996, Aparicio et al. 1997). Besleyici oluşu ve duyuşal özellikleri, son yıllarda zeytin yağı tüketimindeki artışın ana sebeplerindendir (Anonymous 2003). Yüksek kaliteli zeytin yağları, duyuşal olarak çimsi (yeni biçilmiş çim kokusu) ve meyvemsi gibi aroma bileşenleriyle dengelenmiş bir yapıdadır. Bu yapı, başlıca aldehitler, esterler, alkoller ve ketonları içeren uçucu bileşenlerden oluşur (Aparicio and Morales 1998). Bu bileşenlerin bazıları lipoksigenaz enzim yolu gibi (LOX) biyosentetik yollar tarafından oluşturulur.

Ancak birçok proses, zeytin yağında bulunan başlangıçtaki güzel aromayı, hoşla gitmeyen veya istenmeyen kötü kokulu bileşenlere dönüştürebilir.

Zeytin yağı kimyasal bileşim ve lezzetinden dolayı beslenmede tercih edilen bir yağdır. Beslenme konusunda yapılan çalışmalarda, iyi huylu kolesterol olarak bilinen yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) sentezini artırıcı etkisinin anlaşılmasından sonra beslenmedeki önemi daha da artmıştır. Tekli doymamış yağ asitlerinin metabolizmada HDL düzeyini yükselttiği ve böylece kalp damar rahatsızlıklarını azaltıcı ve koruyucu bir etki yarattığı bilinmektedir. Bunun yanında içeriğinde yüksek oranda bulunan antioksidan ve fenolik maddeler nedeniyle zeytin yağı oksidasyona karşı oldukça kararlıdır. Gerek ısı işlemler sırasında ve gerekse beslenmede düşük düzeyde serbest radikal oluşturma mekanizmasına sahip bir yağdır.

Dünyada 30-40 derece enlemler arasında zeytin yetiştirilmektedir. Ağaç varlığının % 98'i, 13 milyon ton olan dünya dane zeytin üretiminin büyük bir kısmı Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde gerçekleştirilmektedir. Dünya dane zeytin üretiminde İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Tunus ilk beş sırada yer alırken, zeytin yağı üretiminde Türkiye, Tunus'un gerisinde kalmaktadır. Dünya zeytinciliğindeki büyük üretici ülkeler AB üyesi ülkelerdir. Bunlardan sonra Türkiye, Tunus, Fas, Cezayir, Libya, Mısır, Ürdün, Suriye gelir. Amerika kıtasında ise ABD ve Arjantin'de zeytin ağacı mevcuttur. AB'de ortak tarım politikası çerçevesinde 1966 yılından bu yana uygulanan zeytin yağı piyasa organizasyonu, İtalya ile başlayan oluşumuna 1981 yılında Yunanistan, 1986 yılında İspanya ve Portekiz'in tam üyeliğe geçmesi ile daha da güçlenmiş ve kendi kendine yeterli duruma gelmiştir. Bugün dünyada yaklaşık 8 milyon hektar alanda ve 15 milyon tona yaklaşan miktarda zeytin üretimi yapılmaktadır. Zeytin üretiminin yaklaşık  $\frac{3}{4}$ 'ünün zeytin yağına işlenmesi nedeniyle zeytincilik sektörünün büyük bir kısmını zeytin yağı sektörü teşkil etmektedir (Öztürk 2006).

Dünyada 35 ülkede ekonomik anlamda üretimi yapılan zeytinin, % 95'i kuzeyde Akdeniz bölgesinde (9.8 milyon hektar) yer almaktadır. Üretiminin % 80'i AB ülkelerinde yapılmakta olup, İspanya % 41.6'lık oranla zeytin yağı üretiminde birinci sırada, bunu % 24.0'lük payla İtalya, % 13.3'lük payla Yunanistan, % 8'lik payla

Amerika Birleşik Devletleri, % 4.8'lik payla Suriye, % 4.4'lük payla Tunus ve % 4.1'lik payla Türkiye, % 4'lük payla Fransa izlemektedir (Anonymous 2005).

Türkiye'de zeytin özellikle Ege, Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu (Nizip, Gaziantep) Bölgelerinde yetiştirilmektedir. Marmara Bölgesi daha çok salamura çeşitlerinin yetiştirildiği bir bölge olup üretiminin % 80'ini Gemlik çeşidi oluşturur. Ege Bölgesi ise üretiminin yaklaşık % 70'ini karşılar ve bu bölgede yağlık çeşitler yaygındır. En yaygın çeşitler ise Ayvalık ve Memecik'tir. Akdeniz Bölgesi'nde ise daha çok yağlık çeşit yetiştirilir fakat üretim oldukça düşüktür. Güney Anadolu'nun Gaziantep-Nizip bölgesinde bazı yağlık çeşitler yetiştirilmektedir. Ancak son yıllarda bu bölge zeytin yağlarının bileşiminde kodeksin belirlediği orandan daha yüksek  $\Delta$ -7-stigmastenol bulunması özellikle ihracatta büyük sorun yaratmaktadır (Tekin 2004).

Türkiye'de 81 ilin %45'inde (36 il) zeytin üretimine rastlanmaktadır. 595.000 hektar olan zeytin alanları, toplam tarım alanlarının % 2'sini ve bağ-bahçe alanlarının ise %22'sini oluşturmaktadır. Zeytinliklerin yaklaşık % 75'i dağlık arazilerde olup bunların ancak %8'i sulanmaktadır. Sulanan zeytinliklerin çoğunda sofralık üretim hakimdir. Aydın 256 bin 929 ton üretimle (% 21 lik pay) ilk sırada, Balıkesir 139 bin 980 ton (% 11 lik pay) ile ikinci sırada ve İzmir 137 bin ton (% 10.9 lik pay) ile üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim 2006a).

TUIK verilerine göre, Türkiye'de üretilen zeytinlerin 68'i yağ üretimine, 28'i de sofralık tüketimde kullanılmak üzere yetiştirilir. Türkiye'de çeşitli ölçeklerde olmak üzere 850 civarında zeytin yağı fabrikasının bulunduğu, üretim kapasitesinin 270.000 tonu aştığı tahmin edilmektedir. Zeytin üretimindeki periyodisite nedeniyle "çok ürün" yıllarında kapasite yetersizliği, "az ürün" yıllarında ise atıl kapasite ortaya çıkmaktadır. Genelde kapasite kullanımı % 50 civarındadır (Anonim 2006a).

Türkiye'de zeytin yağının toplam sıvı yağ pazarı içindeki payının % 10 olduğu belirtilmektedir. Zeytin yağının % 90'ı kentsel nüfus tarafından tüketilirken bunu en çok tüketen bölgenin % 40 payla Marmara Bölgesi ve % 30 payla Ege Bölgesi olduğu bildirilmektedir (Gümüşkesen 1999).

Türkiye mevcut tüketim ve ticaret dengesine göre gerek zeytin yağı gerekse sofralık zeytin üretiminde kendine yeterli durumdadır. Ancak ülkemizde kişi başına zeytin yağı tüketimi 1970-79 yıllarında 2,2 kg, 1980-89 yıllarında 1,3 kg iken, bugün 1 kg'a düşmüştür. Bu durum, Yunanistan'da 23 kg, İspanya'da 13 kg ve İtalya'da 12 kg olup, AB ortalaması 4,5 kg'dır (Anonim 2006a).

Gıdalar çok sayıda bileşen içerirler. Bu bileşenler hem kendi aralarında birbirleriyle ve hem de diğer bileşenlerle reaksiyona girerek veya basitçe bir parçalanma sonucu kötü kokulu ürünlere indirgenirler. Gıda endüstrisinde tüketici şikayetlerinin hemen hemen tümünün nedeni, kötü kokulardan ileri gelmektedir. Kötü koku, gıdanın doğal halinde olmayan, sonradan değişik faktörler nedeniyle oluşan herhangi bir kokudur ve oksidasyon bu oluşumdaki yollardan biridir (Bayrak 2006).

Bitkisel, hayvansal yağlar ve bu yağları içeren ürünler, çeşitli parçalanma reaksiyonları ile kısa sürede bozulabilirler. Bu reaksiyonlardan en önemlisi lipit oksidasyonudur. Lipit oksidasyonu, başta lezzet olmak üzere tekstür, renk gibi birçok kalite parametresini etkiler ve bu nedenle büyük ekonomik kayıplara neden olur.

Lipit oksidasyonu, bitkisel ve hayvansal yağlarda oluşan, insan sağlığı açısından olumsuz etkileri olan ve serbest radikal oluşumunu teşvik eden reaksiyon zinciridir. Bu reaksiyon gıdaların depolanması sırasında başlar ve gıdada kötü koku oluşumu ile sona erer. Yağlarda herhangi bir yağ asidindeki çift bağın sayısı ve tipi, lipit oksidasyonu üzerinde büyük etkiye sahiptir. Bazı yağ asitleri iki, üç veya daha fazla sayıda çift bağ içerirler ve oksidasyona aşırı derecede duyarlıdırlar. Bu nedenle oksidasyonun önlenmesi son derece önemlidir.

Lipitlerde oluşan oksidatif tepkimeler oluşum şekil ve koşullarına göre kimyasal veya enzimatik olabildiği gibi, otokatalitik, termik oksidasyon, oksi-polimerizasyon veya bunların her ikisi birlikte ortaya çıkabilmektedir. Lipit oksidasyonu için, kimyasal yapıda bulunan doymamış bileşenlerin oranı ile oksijen miktarı, tepkimelerin başlamasında temel faktördür. Bunların yanında yine ortamda ışık, dalga boyu, çok değerlikli metallerin bulunması, su aktivitesi ve ortamın sıcaklık derecesi tepkimelerin başlaması ve hızlanmasını etkileyen diğer faktörlerdir (Kayahan 2003, Bayrak 2006).

Yapılan çalışmalara göre, lipit oksidasyonundaki tepkime hızı, kısmi oksijen basıncı, yağın oksidasyonla temas ettiği yüzey genişliği, yağın bileşimindeki yağ asitlerinin çeşit ve miktarı, sıcaklık, nem, depolama koşulları, içerdiği pro- ve antioksidanların etkinliğine ve miktarına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Oksidasyon tepkimelerinin hızlanması, spesifik bir evre olan ‘İndüksiyon Periyodu’ nun aşılmasından sonra gerçekleşmektedir. Bununla birlikte yapılarında prooksidan maddeleri içeren gıdalardaki lipitler, indüksiyon periyodunu geçirmeksizin, doğrudan ve hızlı bir oksidasyon tepkimesi gösterirler (Kayahan 2003).

Lipit oksidasyonu oda sıcaklığında yavaş bir Şekilde gerçekleşir. Ancak, bu zeytin yağđ kalitesinin bozulmasının ana sebebidir ve bu reaksiyon oranı zeytin yağđının raf ömrünü belirler.

Lipolizis ve oksidasyon zeytin yağđının bozulmasına yol açan en ciddi proseslerdir. Oksidasyon, meyveden yağ elde edildikten sonra başlar ve depolama süresince devam eder. Lipolizis, yağ meyvede bulunduğu zaman başlar. Her iki proses de yağın bileşimine ve duyuasal özelliklerine olumsuz etki eder (Morales et al. 1997). Zeytin yağđında duyuasal kusurların ana nedenlerinden biri, yağ ekstraksiyonundan önce zeytin meyvelerinin yđınlar halinde depolanmasıdır. Bu Őekildeki depolamada zeytinler, sıcaklık artışı nedeniyle mikroorganizmaların gelişmesine uygun ortam hazırlarlar ve depolama sırasında terlerler. Zeytinler, yđınlar halinde yüksek rutubetli Őartlarda uzun süre depolanırlarsa, ortamda fungus ve mayalar gelişir ve mikroflora, uçucu bileşenlerin kimyasal bileşiminde değişiklikler meydana getirir.

Zeytin yağđı, ağırlıklı olarak yağ asitlerini bulundurmasına karşın fenoller, tokoferoller, steroller, pigmentler, skualen gibi bazı sabunlaşmayan maddeleri ve lezzet bileşenleri gibi minör bileşenleri de içermektedir. Bunların miktarı her ne kadar az olsa da oksidasyon stabilitesi üzerine önemli etkileri vardır (Boskou 1996, Cinquanta et al. 1997, Kiritsakis 2002, Kayahan ve Tekin 2006).

Natürel zeytin yağđını diğer bitkisel yağlardan ayıran en önemli özelliği, karakteristik rengi, tadı ve aroması yanında en az işlemlerle elde edilir olmasıdır.

Günümüzde tüketicilerin doğal ürünlere yönelmiş olduğu göz önünde bulundurulursa, natürel zeytin yağının mükemmel organoleptik ve besleyici kalitesi ile gittikçe artan bir şekilde tercih edildiği bilinen bir gerçektir (Salvador et al. 2003).

Zeytin yağının bileşiminde birçok fonksiyonel gruba sahip bileşikler bulunmaktadır. Bu gruplardan fenolik bileşikler zeytin yağında minör bileşikler olup, natürel zeytin yağının kalitesini tayin ederken göz önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerdendir. Çünkü bu bileşikler yağın oksidatif bozulmasından ve duyuşsal algılanmasından kısmen sorumludurlar. Fenolik bileşikler ve miktarı, zeytin çeşidine, meyve olgunluğuna, zeytinin depolanma koşullarına, yağ elde etme sistemleri ve yağın depolama koşulları gibi birçok faktöre bağılıdır.

Acılık bazı tüketiciler için zeytin yağının duyuşsal olarak arzu edilen bir karakteristiğı olmakla beraber yüksek yoğunluktaki acılık, bazı tüketiciler için bir problem olabilir. Bu nedenle en uygun fenol içeriğı ve en iyi yağ kalitesine karşılık gelen uygun hasat zamanını belirleme oldukça önemlidir (Skevin et al. 2003).

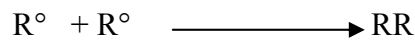
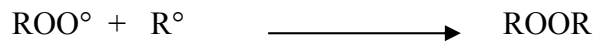
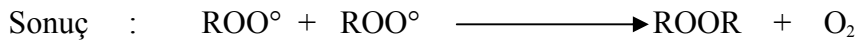
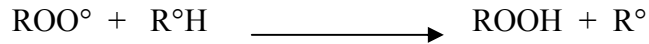
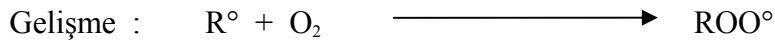
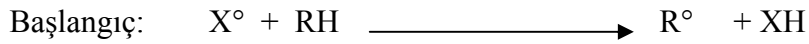
İtalya'da farklı bölge, çeşit, yağ elde etme sistemi, ve olgunlaşma zamanına göre zeytin yağı stabilitesi ile toplam fenoller arasındaki ilişkinin belirlenmesi için yapılan çalışmada, zeytin yağının stabilitesi ile toplam fenoller arasında bir korelasyon olduğu bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre natürel zeytin yağının toplam fenol içeriğı yağın stabilitesini etkilemektedir. Dolayısıyla fenol içeriğı natürel zeytin yağının stabilite indeksi olarak kullanılabilir bulunmuştur (Monteleone et al.1998).

Yağlarda oluşan oksidatif bozulmaların başlangıcındaki en önemli aşama, aktif serbest radikallerin oluşmasıdır. Genelde bazı atomların özel koşullar altında kendi başına hareket etme yeteneğı kazanmasından sonra, sahip oldukları çiftleşmemiş elektron nedeniyle kimyasal açıdan çok aktif olan bu serbest radikaller, hücre ve dokularda tahribat yapabilmektedir. Örneğın bu şekilde çeşitli doku bozukluklarına bağılı olarak katarakt, parkinson, pankreatit gibi hastalıkların ortaya çıkması yanında, kanser oluşumu da artış gösterebilmektedir (Kayahan 2003).

## 2.1 Oksidasyon Mekanizması

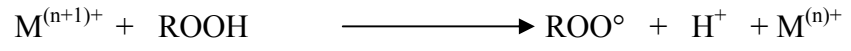
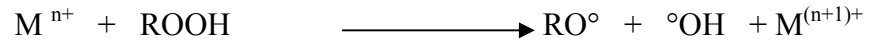
Otooksidasyon üç aşamada gerçekleşen bir zincir reaksiyonudur. Reaksiyon sıcaklığa, ışığa, metal iyonlarına ve oksijene maruz kalan yağ asidinden (RH) hidrojen atomunun ayrılması ile başlar. Bu reaksiyon zincirleme bir reaksiyondur. Reaksiyon bir kez başladığında o reaksiyon kendi kendine devam eder. Yağ asidinden bir hidrojen atomunun ayrılması ile aktif radikal (R\*) oluşur. Reaksiyon daha sonra oluşan bu aktif radikallerin ortamda bulunan oksijen ile bağlanması sonucu aktif peroksi radikallerinin (ROO\*) oluşması ile gelişir. Oluşan aktif peroksi radikallerinin nötr yapıya geçebilmeleri için ortamda bulunan hidrojenlerden veya yağ asidi üzerindeki labil yapıdaki hidrojenlerden birini kendine çekerek bağlar ve böylece ilk oksidasyon ürünleri hidroperoksitler oluşur. Oluşan bu hidroperoksitler kararlı yapıda değildir, dolayısıyla ikinci derecedeki oksidasyon ürünlerine ve karbonilli bileşiklere parçalanırlar. Bunlar aldehit, keton, asit, hidrokarbon ve epoksi asitlerdir. Bunlardan doymamış aldehit ve ketonlar en düşük duyum eşliğine sahiptir ve bu nedenle oksidasyonla oluşan uçucu aromalardan sorumludurlar (Bayrak 2006).

Tüm bu parçalanma ürünleri, yağlara özgü ransit veya acılaştırılmış kokuyu oluşturur. Bu mekanizmanın temel basamakları aşağıda gösterilmiştir.





Metallerce katalizlenen başlangıç:



- RH : Yağ asidi  
ROOH : Hidroperoksit  
ROOR : Eter  
ROO<sup>°</sup> : Peroksi radikali  
RO<sup>°</sup> : Alkoksi radikali  
HO<sup>°</sup> : Hidroksi radikali  
R<sup>°</sup> : Lipit radikali  
R R : Dimerler

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Materyal olarak farklı lokasyonlardan alınmış olan Memecik ve Edremit çeşitlerinden elde edilen zeytin yağları kullanılmıştır. Bu amaçla Tariş Genel Müdürlüğü'ne bağlı farklı 12 lokasyondan örnekler temin edilmiştir. Bu zeytin yağları analizlere kadar uygun koşullarda (+ 4 °C'da) muhafaza edilmiştir.

Materyal olarak kullanılan zeytin yağlarının lokasyonlara göre kodlanması ve çeşitler Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Zeytin yağı örneklerinin lokasyonlara göre kod ve çeşitleri

<b>Kod</b>	<b>Zeytin yağlarının lokasyonu</b>	<b>Çeşit</b>
T-1	Bayındır	Memecik
T-2	Germencik	Memecik
T-3	Edremit	Edremit
T-4	Ortaklar	Memecik
T-5	Burhaniye	Edremit
T-6	Ezine	Edremit
T-7	Tire	Memecik
T-8	Havran	Edremit
T-9	Küçükkuyu	Edremit
T-10	Ayvalık	Edremit
T-11	Altınoluk	Edremit
T-12	Küçükkuyu Organik	Edremit

## **3.2 Yöntem**

### **3.2.1 Yağ örnekleri üzerinde yapılan deneyler**

#### **3.2.1.1 Serbest yağ asitliği**

Yağların sınıflandırılmasında ve kalite açısından değerlendirilmesinde kullanılan bir değerdir. Elde edilen yağların serbest yağ asitliği AOCS Official Method Ca 5a-40'a göre yapılmış ve sonuç % oleik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonymous 2006b).

#### **3.2.1.2 Peroksit sayısı**

Peroksit sayısı yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsüdür. Lipit oksidasyonunun birincil ürünleri hidroperoksitlerdir. Peroksit sayısı değeri, lipit oksidasyonunun başlangıç aşamasında oluşan bu birincil ürünlerin miktarının ölçülmesidir.

Örneklerin peroksit sayıları, AOCS Official Method Cd 8-53'e göre yapılmış (Anonymous 2006b), sonuç 1 kg yağda bulunan peroksit oksijenin milieşdeğer oksijen cinsinden hesaplanarak verilmiştir.

#### **3.2.1.3 Özgül soğurma değerleri**

Çoklu doymamış yağ asitlerinden hareketle oluşan hidroperoksitler konjugasyonun oluşmasına yol açar. Bu oluşum UV spektrumunda kolaylıkla belirlenir. Oluşan birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri 232 nm ve 270 nm'de okunur. Konjuge dien oluşumu arttıkça 232 nm' deki özgül soğuma değeri artar. 270 nm'de özgül soğurma değeri ise aldehit ve ketonların oluşumuna (acılık, istenmeyen uçucu aroma bileşenleri) paralel olarak artış gösterir.

Yağların önemli kalite parametrelerinden olan bu değerler, 60 °C' da oksidasyona tabi tutulan yağlarda oluşabilecek konjugasyonlar UV-VIS spektrofotometrede AOCS

Official Method Ch 5-91'e göre yapılmıştır ve sonuçlar K (E) değerleri olarak verilmiştir (Anonymous 2006b).

### 3.2.1.4 Yağ asitleri bileşimi

Yağ örnekleri aşağıda anlatılan yöntemle göre esterleştirildikten sonra gaz kromatografisine enjekte edilmiş yağ asitleri ve oranları belirlenmiştir (Anonymous 1990). Bunun için örnekler 4 mL isooktan ile çözülmüş ve 0.2 mL metanollü potasyum hidroksit ile muamele edilerek karanlık bir yerde altı dakika bekletilmiştir. Sonra 1-2 damla metil oranj belirteci ve 0.45 mL hidroklorik asit ilave edilerek (oluşan reaksiyon sonucu) esterleştirme gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan numune esterleri, aşağıda çalışma koşulları verilen gaz kromatografi cihazına enjekte edilmiş ve yağ asitlerine ait dağılımın sonuçları % olarak gösterilmiştir.

Gaz kromatografi cihazı	: Shimadzu GC-2010
Detektör	: FID (Flame İonization Detector)
Kolon	: TR-CN100, kapiler (60m, 0.25mm iç çap, 0.2 µm film kalınlığı)
Taşıyıcı gaz	: He, (1mL/dakika)
Split oranı	: 1:50
Enjeksiyon bloğu sıcaklığı	: 250 °C
Kolon sıcaklığı	: sıcaklık programlı, 200 °C
Detektör sıcaklığı	: 250 °C
Enjeksiyon miktarı	: 1 µL

### 3.2.2 Hızlandırılmış oksidasyon deneyleri

#### 3.2.2.1 Fırın testi (Schaal Oven)

Oksidasyonu hızlandırarak zeytin yağının raf ömrünü saptamanın yollarından biri de fırın testidir. Fırın testi ile yağlar 60 °C sıcaklıkta tutulur ve belirli zaman dilimlerinde örnekler alınarak oksidasyon reaksiyonları takip edilir.

Bu durumu izlemek için en çok başvurulan iki yöntem peroksit sayısı değeri (Anonymous 1989a) ile konjuge dien, trien değerlerinin (Anonymous 1989b) belirlenmesidir.

Bu amaçla hazırlanan örnekler 60 °C'da etüvde tutulmuş (Frankel 1993), oksidasyon, peroksit sayısı ve oluşacak konjugasyonlar yukarıda Madde 1.2 ve Madde 1.3'te verilen deneylerle izlenmiştir.

Absorbans ölçümleri 232 ve 270 nm'de Hitachi U-2800A UV/VIS spektrofotometre ile yapılmıştır.

### **3.2.2.2 Aktif oksijen yöntemi (AOY)**

Yağların oksidasyonu sırasında tepkimelerin otokatalitik karakter kazanmasına kadar geçen indüksiyon süresinin saptanmasında yararlanılan ransimat testi, yağın oksidatif stabilitesini belirlemede kolay ve güvenilir bir yöntem olup, diğer yöntemlere alternatif olarak geliştirilmiştir. İndüksiyon periyodu, yağın yağ asitleri bileşimi kadar, içerdiği doğal antioksidan potansiyeline bağlı olarak da oldukça geniş sınırlar arasında değişim gösterir.

Ransimat yöntemi belirli sıcaklık ve hava akışında okside yağlardan oluşan uçucu ana ürünlerin artışına karşı, belirli bir kırılma noktasının diğer bir ifadeyle indüksiyon periyodunun belirlenmesi esasına dayanan bir yöntemdir. İndüksiyon periyodu, parçalanma ürünlerinin damıtık suya transfer olması sonucu suyun iletkenliğinde oluşan değişimle ölçülür. İndüksiyon periyodu ne kadar uzun ise yağın oksidasyon stabilitesi o kadar yüksektir.

Bu yöntem, örneklerle 120 °C'da Ransimat 743 cihazı (Metrohm AG, Herisau, İsviçre) kullanılarak yapılmıştır ve indüksiyon periyotları saat olarak verilmiştir (Anonymous 2006b).

### 3.2.3 Serbest radikal yakalama (DPPH) yöntemi

Örneklerin serbest radikal yakalama kapasiteleri DPPH yöntemi ile belirlenmiştir.  $10^{-4}$  M konsantrasyonda metanol ile hazırlanmış DPPH çözeltisinden 3 mL alınarak tüplere ilave edilir. Üzerine metanol ekstraktından 0.5 mL ilave edilerek karıştırılır. Karanlık ve oda koşullarında 30 dakika bekletilir ve herhangi bir ilave yapılmamış DPPH çözeltisi kör (şahit) olarak kullanılarak 515 nm'de okuma yapılır (Kalantzakis et al. 2006). Antioksidan aktivite (AA), aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır ve sonuçlar %'de olarak verilir.

$$AA (\%) = [(Abs_{Kontrol} - Abs_{Örnek}) / Abs_{Kontrol}] \times 100$$

### 3.2.4 Toplam fenol tayini

Yağ örneğinden yaklaşık 5 g tartılır. Üzerine yağı çözmek amacıyla 10 mL hekzan ilave edilir. Bunun üzerine 10 mL metanol:su (60:40 v/v) çözeltisi ilave edilerek manyetik karıştırıcıda balık kullanılarak 2 dakika ekstraksiyon yapılır. Karışım santrifüj tüplerinde 3500 rpm hızda 10 dakika santrifüjlenir ve fazların ayrılması sağlanır. Santrifüjden sonra üstte kalan faz uzaklaştırılır ve berrak faz (metanolik faz) ayrılır. Metanolik fazdan 0.2 mL bir tüpe alınarak saf su ile 5 mL'ye tamamlanır, daha sonra 0.5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilir. Üç dakika sonra 1 mL sodyum karbonat çözeltisi (%35, kütle/hacim) ilave edilerek, karışım saf su ile 10 mL'ye seyreltilir. Çözeltinin absorbansı bir saat sonra şahit çözeltiliye karşı 725 nm dalga boyunda spektrofotometre ile ölçülür (Kalantzakis et al. 2006). Bulunan sonuçlar kafeik asit cinsinden verilmiştir.

### 3.2.5 Orto-difenol tayini

Metanollü ekstraktan 4.0 mL alınır ve üzerine 1.0 mL % 10'luk sodyum molibdat ( $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ ) çözeltisi (% 5'lik sodyum molibdat dihidratın etanol:su (1:1, v/v)'da hazırlanması ile elde edilen) ilave edilir. Karışım 15 dakika bekletildikten sonra köre karşı 370 nm'de absorbans değeri ölçülür (Cerretani et al. 2005).

### 3.2.6 İstatistik değerlendirme

Araştırmada elde edilen sonuçların istatistik değerlendirilmesi SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır (SPSS 2002). Grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı Varyans Analiz Tekniği (ANOVA) uygulanarak hesaplanmıştır. ANOVA sonucunda gerekli olduğu zaman hangi grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olduğu Duncan testi uygulanarak hesaplanmıştır ( $p < 0,05$ ). Yapılan analizler arasındaki korelasyonlar Pearson's Korelasyon Faktör ( PCF) kullanılarak hesaplanmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Yağ Örnekleri Üzerinde Yapılan İlk Deneyler

#### 4.1.1 Serbest yağ asitliğine ilişkin bulgular

Elde edilen yağların serbest yağ asitliğine ait bulgular cinsinden Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Zeytinlerden elde edilen yağların oleik asit cinsinden serbest asitlik değerleri

Örnek	Serbest asitlik (%)
T-1	0,80 ± 0,04
T-2	0,78 ± 0,01
T-3	0,76 ± 0,01
T-4	0,70 ± 0,01
T-5	0,70 ± 0,01
T-6	0,77 ± 0,02
T-7	0,70 ± 0,02
T-8	0,79 ± 0,01
T-9	0,61 ± 0,01
T-10	0,73 ± 0,00
T-11	0,69 ± 0,00
T-12	0,68 ± 0,02

\* Ortalama ± Standart Hata



T-1 örneğinin asitliği oleik asit cinsinden % 0.80, T-2 örneğinin asitliği % 0.78, T-3 örneğinin % 0.76, T-4 örneğinin % 0.70, T-5 örneğinin % 0.70, T-6 örneğinin % 0.77, T-7 örneğinin % 0.70, T-8 örneğinin % 0.79, T-9 örneğinin % 0.61, T-10 örneğinin % 0.73, T-11 örneğinin % 0.69 ve T-12 kodlu sızma zeytin yağının serbest asitliği de % 0.68 olarak tespit edilmiştir.

Gutierrez et al.(2001) iki farklı zeytin çeşidinden (Hojiblanca ve Picual) elde edilen natürel zeytinyağlarının oksidatif stabilitesi üzerinde polifenollerin etkisini araştırmak amacıyla yapmış oldukları bir çalışmada bu zeytin yağlarının serbest asitliklerini oleik asit cinsinden sırasıyla % 0.43, % 0.47 olarak tespit etmişlerdir.

Türk Gıda Kodeksi Zeytin Yağı Tebliği (2007)'ne göre sızma zeytin yağlarının olması gereken en yüksek serbest asitliği oleik asit cinsinden % 0.80'dir. Buna göre, çalışmada bulunan sızma zeytin yağlarının serbest asitlikleri Kodekse uygun bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre zeytin yağı örneklerinin serbest asitlikleri % oleik asit cinsinden hesaplandığında en yüksek olan T-1 iken, en düşük olan T-9 olmuştur. Diğer örneklerin asitlikleri ise normal değerler arasındadır. Bu sonuçlara göre örneklerin serbest asitlikleri T-1>T-8>T-2>T-3=T-6>T-10>T-5>T-4=T-7>T-11>T-12>T-9 şeklinde sıralanmaktadır.

#### **4.1.2 Peroksit sayısına ilişkin bulgular**

Kontrol amaçlı yapılan bu analizin sonuçları Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Zeytin yağı örneklerinin peroksit değerleri

Örnek	Peroksit sayısı (milyeşdeğer O <sub>2</sub> /kg)
T-1	13,86 ± 0,80
T-2	18,36 ± 0,02
T-3	15,05 ± 0,60
T-4	15,83 ± 0,70
T-5	10,80 ± 0,50
T-6	12,05 ± 0,70
T-7	12,09 ± 0,80
T-8	8,65 ± 0,07
T-9	9,68 ± 0,01
T-10	7,24 ± 0,70
T-11	7,77 ± 0,09
T-12	11,57 ± 0,10

\* Ortalama ± Standart Hata

Çizelge 4.2’de de görüldüğü gibi elde edilen zeytin yağlarının peroksit sayısı değerleri Türk Gıda Kodeksi Zeytin Yağı Tebliği (2007)’ndeki kalite kriteri olarak belirlenen değerler arasındadır. Bu değer en çok 20 meq O<sub>2</sub>/kg olarak belirlenmiştir. Buna göre T-1 örneğinin peroksit sayısı 13.86, T-2 örneğinin 18.36, T-3 örneğinin 15.05, T-4 örneğinin 15.83, T-5 örneğinin 10.80, T-6 örneğinin 12.05, T-7 örneğinin 12.09, T-8 örneğinin 8.65, T-9 örneğinin 9.68, T-10 örneğinin 7.24, T-11 örneğinin 7.77, T-12 örneğinin peroksit sayısı da 11.57 meq O<sub>2</sub>/kg olarak bulunmuştur.

Bozdoğan (2002), natürel zeytinyağlarının fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini konu alan bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, ortalama peroksit sayısı değeri 17.89 meq O<sub>2</sub>/kg bulunmuştur.

Taşdemir vd. (2000), Nizip yağlı zeytinlerden elde ettiği yağlarda bir çalışmada yapmışlardır. Bu çalışmada, peroksit sayısı değeri 8.2 meq O<sub>2</sub>/kg olarak tespit etmişlerdir.

Elde edilen sonuçlara göre Ayvalık (T-10) sızma zeytin yağının peroksit sayısı değeri 7.24 meq O<sub>2</sub>/kg olarak saptanmış ve ilk analizlere göre peroksit sayısı değeri en uygun çıkan Edremit çeşidi zeytin yağının Ayvalık yöresi lokasyonu olmuştur. Bu, ham yağ elde etme sırasında uygulanan işlemlerin daha dikkatli yapıldığını ve elde edilen yağın uzun süre oksijene maruz kalmadığını gösterir. Buna karşılık, Memecik çeşidi zeytin yağının Germencik (T-2) lokasyonu örneğinin peroksit sayısı değeri 18.36 meq O<sub>2</sub>/kg olarak bulunmuştur. Bu sonuç da Germencik yöresinden elde edilen zeytin yağının daha uzun süre oksijene maruz kaldığını ve okside olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir.

#### **4.1.3 Özgöl soğurma değerlerine ilişkin bulgular**

Özgöl soğurma yağların taşışında ve oksidasyonunda kullanılan yaygın yöntemdir (Kamal-Eldin and Pokorny 2005). Oluşan birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri 232 nm ve 270 nm'de okunmuştur. Konjuge dien oluşumu arttıkça 232 nm'deki özgöl soğurma değeri artış gösterir. 270 nm'de özgöl soğurma değeri ise aldehit ve ketonların oluşumuna ( acılık, istenmeyen lezzet bileşenleri) paralel olarak artış göstermektedir.

Yağların önemli kalite parametrelerinden olan bu değerler Çizelge 4.3'de verilmiştir. Trien değerleri de 270 nm'de ve 274 nm, 270 nm ve 266 nm dalga boylarında okunan değerler ile hesaplanan Delta K olarak Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Ayrıca yukarıda bahsedildiği gibi özgöl soğurma değerlerinden konjuge trien K<sub>274</sub>, K<sub>270</sub>, K<sub>266</sub> değerleri kullanılarak hesaplanan Delta K değerleri de Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Zeytin yağı örneklerinde kontrol amaçlı yapılan ilk konjuge dien (232 nm), trien (270 nm) değerleriyle delta K (274 nm, 270 nm, 266 nm) değerleri

Örnek	Dien değerleri (K <sub>232</sub> )	Trien değerleri (K <sub>270</sub> )	Delta K değerleri (K <sub>274</sub> , K <sub>270</sub> , K <sub>266</sub> )
T-1	2,18 ± 0,08	0,12 ± 0,00	0,0017 ± 0,000
T-2	1,97 ± 0,01	0,16 ± 0,00	0,0069 ± 0,000
T-3	2,14 ± 0,02	0,06 ± 0,00	0,0027 ± 0,001
T-4	2,11 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,0067 ± 0,005
T-5	2,36 ± 0,01	0,11 ± 0,01	- 0,0014 ± 0,000
T-6	2,18 ± 0,01	0,10 ± 0,00	- 0,0014 ± 0,000
T-7	1,96 ± 0,03	0,10 ± 0,01	0,0003 ± 0,000
T-8	2,17 ± 0,01	0,11 ± 0,00	- 0,0001 ± 0,000
T-9	1,28 ± 0,03	0,10 ± 0,01	- 0,0020 ± 0,000
T-10	1,22 ± 0,01	0,11 ± 0,00	- 0,0022 ± 0,000
T-11	1,43 ± 0,03	0,12 ± 0,01	- 0,0020 ± 0,000
T-12	1,91 ± 0,01	0,09 ± 0,00	- 0,0004 ± 0,000

\* Ortalama ± Standart Hata

Çizelge 4.3'de de görüldüğü gibi spektrofotometrede okunan dien değerleri 1.22 ile 2.36 arasında değişmektedir. T-5 ve T-6 örnekleri en yüksek dien değerlerine sahipken, T-10 örneği 1.22 ile en düşük değere sahiptir. Diğer örnekler de T-2 örneği 1.97, T-3 2.14, T-4 2.11, T-7 1.96, T-8 2.17, T-9 1.28, T-10 1.22, T-11 1.43 ve T-12 1.91 olarak bulunmuştur.

Taşdemir vd. (2000), Nizip yağlı zeytinlerden elde ettiği yağlarda yaptıkları çalışmada, özgül soğurma değerlerini 232 nm’de  $K_{232}$  1.081 olarak tespit etmişlerdir.

Gutierrez et al. (2001) iki farklı zeytin çeşidinden (Hojiblanca ve Picual) elde edilen natürel zeytin yağlarının oksidatif stabilitesi üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada bu zeytin yağlarının özgül soğurma değerlerinin 232 nm’deki  $K_{232}$  değerlerini 1.69 ve 0.30 olarak tespit etmişlerdir.

Türk Gıda Kodeksi Zeytin Yağı Tebliği (2007)’ndeki kalite kriterlerine göre sızma zeytin yağlarında olması gereken özgül soğurma değeri konjuge dien  $K_{232}$ , en çok 2.50’dir. Bu sonuçlara göre örnekler ilgili tebliğe uygun bulunmuştur.

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi trien değerleri 0.06 ile 0.21 arasında değişmektedir. T-4 örneği 0.21 ile en yüksek trien değerine sahipken, T-3 örneği 0.06 ile en düşük değere sahiptir. Diğer örnekler bakılırsa, T-1 0.12, T-2 0.16, T-5 0.11, T-6 0.10, T-7 0.10, T-8 0.11, T-9 0.10, T-10 0.11, T-11 0.12 ve T-12 0.09 olarak bulunmuştur.

Taşdemir vd. (2000), Nizip yağlı zeytinlerden elde ettiği yağlarda yaptıkları çalışmada, özgül soğurma değerlerini 270 nm’de  $K_{270}$  0.108 olarak tespit etmişlerdir.

Yine Gutierrez et al. (2001) yaptıkları bu çalışmada trien değerlerini de 0.12 ve 0.03 olarak bulmuşlardır.

Bu konuda ilgili tebliğdeki kalite kriterlerine göre sızma zeytin yağlarında olması gereken özgül soğurma değeri konjuge trien  $K_{270}$ , en çok 0.25’dir. Bu sonuçlara göre çalışılan örneklerin değerleri Kodeks değerlerine uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.3’den de anlaşılacağı gibi değerleri kullanılarak hesaplanan Delta K değerleri -0.0022 ile 0.0069 arasında değişmektedir. T-10 örneği -0.0022 ile en düşük delta K değerine sahiptir. T-2 örneği 0.0069 ile en yüksek değere sahiptir. Diğer örnekler, T-1 0.0017, T-3 örneği 0.0027, T-4 örneği 0.0067, T-5 örneği -0.0014, T-6 örneği -0.0014, T-7 örneği 0.0003, T-8 örneği -0.0001, T-9 örneği -0.0020, T-11 örneği -0.0020 ve T-12 örneği -0.0004 olarak bulunmuştur.

Tebliğdeki kalite kriterlerine göre sızma zeytin yağlarında olması gereken özgül soğurma değerleri olan konjuge trien K<sub>274</sub>, K<sub>270</sub> ve K<sub>266</sub> değerleri ile hesaplanan Delta K değeri, en çok 0.01'dir. Bu sonuçlara göre örnekler, Türk Gıda Kodeksi Zeytin Yağı Tebliği (2007)'ne uygun bulunmuştur.

#### **4.1.4 Yağ asitleri bileşimine ilişkin bulgular**

Yağ asitleri, enjekte edilen µL örnekte % derişim cinsinden hesaplanmıştır. Zeytin yağı örneklerinin yağ asidi bileşimi Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Zeytin yağı örneklerinin yağ asidi bileşimi

Yağ asitleri	Örnekler ( % bileşim)											
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12
Miristik asit (C14:0)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Palmitik asit (C16:0)	12,27	12,01	12,51	12,55	12,95	12,44	11,61	12,04	11,56	13,18	11,53	11,92
Palmitoleik asit (C16:1)	0,85	0,83	0,81	0,88	0,78	0,80	0,83	0,87	0,90	0,90	0,99	1,05
Margarik asit (C17:0)	0,06	0,05	0,09	0,05	0,16	0,17	0,07	0,19	0,18	0,25	0,23	0,24
Margaroleik asit (C17:1)	0,07	0,06	0,12	0,06	0,21	0,21	0,05	0,17	0,14	0,15	0,15	0,15
Stearik asit (C18:0)	2,37	2,41	2,53	2,13	2,56	2,65	2,01	2,58	2,56	2,14	2,45	2,33
Oleik asit (C:181)	74,94	75,02	73,47	74,38	71,50	72,94	76,65	72,77	74,27	72,42	73,65	73,73
Linoleik asit (C18:2)	7,81	8,11	9,02	7,87	10,47	9,32	7,48	10,17	9,30	9,87	9,81	9,52
Araşidik asit (C20:0)	0,40	0,37	0,38	0,40	0,39	0,38	0,29	0,29	0,25	0,22	0,26	0,21
Linolenik asit (C18:3)	0,66	0,60	0,55	0,66	0,50	0,57	0,58	0,48	0,45	0,46	0,48	0,41
Gadoleik asit (C20:1)	0,36	0,35	0,31	0,33	0,34	0,35	0,33	0,32	0,29	0,31	0,32	0,35
Behenik asit (C22:0)	0,13	0,12	0,13	0,11	0,12	0,12	0,08	0,11	0,06	0,07	0,10	0,07
Lignoserik asit (C24:0)	0,07	0,05	0,08	0,56	0,02	0,02	0,00	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01

Bu çalışmada zeytin yağı örneklerinin yağ asidi bileşimi de tespit edilmiştir. Buna göre, T-7 örneği % 76.65 ile en yüksek oleik asit değerine sahiptir. Buna karşın T-5 örneği % 71.50 oleik asit ile en düşük değere sahiptir. Diğer örnekler, T-1 % 74.94, T-2 % 75.02, T-3 % 73.47, T-4 % 74.38, T-6 % 72.94, T-8 % 72.77, T-9 % 74.27, T-10 % 72.42, T-11 % 73.65 ve T-12 de % 73.73 olarak belirlenmiştir.

Oktar ve olakoğlu (1998), zeytin yağlarındaki oleik asit miktarını % 70.46-73.40 olarak, Panelli et al. (1993) oleik asit oranlarını % 74.44-81.94 olarak ve Ağar vd. (1995) ise oleik asit miktarlarını % 53.96-71.33 olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmada elde edilen bulgular % 71.50-76.65 aralığındadır ve Oktar ve olakoğlu (1998) ve Ağar vd. (1995)'in bulgularından yüksektir ve Panelli et al. (1993)'nın bulguları ile uyum içindedir.

Türk Gıda Kodeksi Zeytin Yağı Tebliği (2007)'ndeki kalite kriterlerine göre sızma zeytinyağlarında olması gereken oleik asit değeri, 55.0-83.0 aralığındadır.

Örneklerin yağ asidi dağılımında palmitik asit T-10 örneği % 13.18 ile en yüksek değerine sahiptir. Buna karşın T-11 örneği % 11.53 ile en düşük değere sahiptir. Diğer örnekler de T-1 % 12.27, T-2 % 12.01, T-3 % 12.51, T-4 % 12.55, T-5 % 12.95, T-6 % 12.44, T-7 % 11.61, T-8 % 12.04, T-9 % 11.56 ve T-12 örneği de % 11.92 olarak belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Zeytin Yağı Tebliği (2007)'ndeki kalite kriterlerine göre sızma zeytin yağlarında olması gereken palmitik asit değeri, 7.5-20.0 aralığındadır.

Stearik asit değerlendirildiğinde örneklerin yağ asidi dağılımında T-6 örneği % 2.65 ile en yüksek değerine sahipken, T-7 örneği % 2.01 ile en düşük değere sahiptir. Ayrıca, T-1 örneği % 2.37, T-2 örneği % 2.41, T-3 örneği % 2.53, T-4 örneği % 2.13, T-5 örneği % 2.56, T-8 örneği % 2.58, T-9 örneği % 2.56, T-10 örneği % 2.14, T-11 örneği % 2.45 ve T-12 örneği de % 2.33 olarak belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Zeytin Yağı Tebliği (2007)'ndeki kalite kriterlerine göre sızma zeytinyağlarında olması gereken stearik asit değeri, 0.5-5.0 aralığındadır. Bu sonuçlara göre örneklerin oleik, palmitik ve stearik asitleri Türk Gıda Kodeksi Zeytin Yağı Tebliği'ne uygun olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca izelge 4.4'de verilen örneklerin yağ asitleri dağılımına bakıldığında Türk Gıda Kodeksi Zeytin Yağı Tebliği'nde belirtilen değerler arasında olduğu görülmektedir (Anonim 2007) .



Linoleik asit oranları Fontanazza et al. (1993) % 4.70-10.32, Pandolfi et al. (1993) % 3.78-8.54, Taşan (1995) % 4.85-6.90 aralıklarında saptamışlardır. Çalışmada elde edilen linoleik asit oranları ise % 7.48-10.17 aralığındadır ve buna göre de bu bulgularla benzerlik göstermektedir.

Thakur and Chadha (1991), Hindistan'daki üç ayrı bölgeden elde edilen natürel zeytin yağlarının yağ asitleri kompozisyonunu incelemiş ve sırasıyla oleik asit oranlarını % 70.2-75.1, palmitik asit oranlarını % 12.3, linoleik asit oranlarını % 7.5-12.2, stearik asit oranlarını % 1.5-1.7, palmitoleik asit oranlarını % 1.0-2.2, ve linolenik asit oranlarını % 0.7-0.8 olarak tespit etmişlerdir.

## **4.2 Hızlandırılmış Oksidasyon Deneyleri**

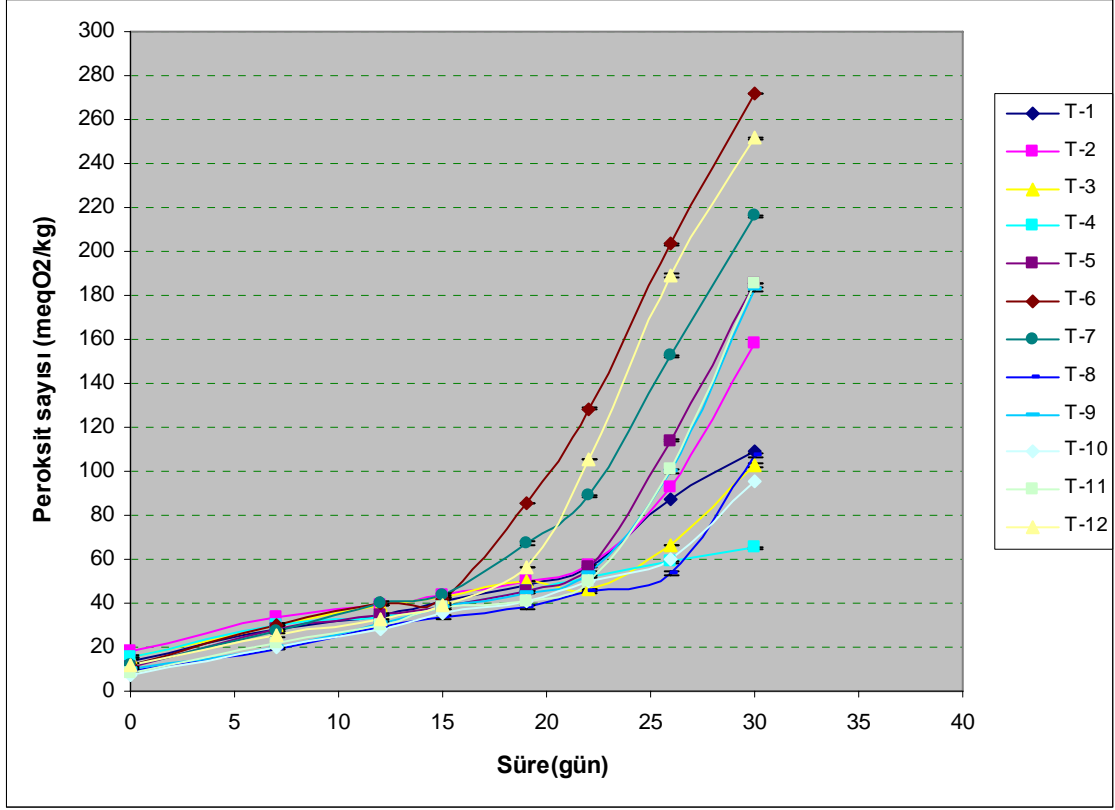
### **4.2.1 Fırın testine (Schaal Oven) ilişkin bulgular**

Hızlandırılmış oksidasyon testleri uygulanarak oksidasyon stabilitesini belirlemek mümkündür. Böylece yağların raf ömürleri tahmin edilebilir. Fırın test de bunlardan biridir. Bu test ile yağlar, 60 °C gibi sabit bir sıcaklıkta tutularak yağların oksidatif değişimi izlenmiştir. Bu test peroksit sayısı ve özgül soğurma değerleri (dien-trien) ile izlenmiştir.

#### **4.2.1.1 Peroksit sayısına ilişkin bulgular**

Fırın testinde yağların peroksit sayısı analizleri belirli aralıklarla yapılmıştır. Bu analizlerin sonuçları Ek 1' de verilmiştir. Yaptığımız ilk analizlerde T-1 örneğinin peroksit sayısı 13.86, T-2 örneği 18.36, T-3 örneği 15.05, T-4 örneği 15.83, T-5 örneği 10.80, T-6 örneği 12.05, T-7 örneği 12.09, T-8 örneği 8.65, T-9 örneği 9.68, T-10 örneği 7.24, T-11 örneği 7.77, T-12 örneği 11.57 meq O<sub>2</sub>/kg olarak tespit edilmiştir.

60 °C 'da örneklerin peroksit sayılarındaki değişim Şekil 4.1 ' de verilmiştir.



Şekil 4.1 Zeytin yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıktaki peroksit değerleri

Örneklerin peroksit sayıları meq O<sub>2</sub>/kg olarak ifade edilmiştir. Buna göre T-1 örneğinin ilk peroksit sayısı değeri 13.86 iken, yapılan analizler sonucunda peroksit sayısı değeri 109.84 , T-2 örneği 18.36'dan 157.93'e, T-3 örneği 15.05'den 102.61'e, T-4 örneği 15.83'den 65.08'e, T-5 örneği 10.80'den 185.11'e, T-6 örneği 12.05'den 271.48'e, T-7 örneği 12.09'dan 216.11'e, T-8 örneği 8.65'den 107.21'e, T-9 örneği 9.68'den 182.96'ya, T-10 örneği 7.24'den 95.50'ye, T-11 örneği 7.77'den 185.68'e ve son olarak da T-12 örneği de 11.57'den 251.53 meq O<sub>2</sub>/kg değerine ulaşmıştır.

Nissiotis and Tasioula (2002), 60 °C ve 100 °C'da çeşitli örneklerle yaptığı çalışmada 70 meq O<sub>2</sub>/kg peroksit değerine 30-35 günde ulaşmışlardır. 60 °C 'da örneklerin antioksidan aktivitelerinin daha yüksek olduklarını tespit etmişlerdir.

Campobasso (1997), zeytin yağlarının oksidatif stabilitesi ile ilgili yaptığı çalışmada 60 °C 'da örneklerin peroksit sayısı değerlerini ölçmüştür. Bu çalışmada, örneklerin peroksit değerlerinin 80.16-95.22 meq O<sub>2</sub>/kg değerlerine ulaştığını tespit etmiştir.

Şekil 4.1'den de anlaşılacağı gibi T-1 örneğinin peroksit sayısı ilk günlerde normal bir artış gösterirken, 26.günün sonunda 86.84 değerine ulaşmıştır. T-2 örneği 26.günde 92.92, T-3 örneği 30.günde 102.11, T-4 30.günden sonra 65.08, T-5 26.günde 113.82, T-6 19.günde 85.32, T-7 26.günde 152.42, T-8 30.günde 107.21, T-9 26.günde 99.61, T-10 30.günde 95.50, T-11 26.günde 101.35, T-12 örneğinin peroksit sayısı değeri de 22.günde 105,48 meq O<sub>2</sub>/kg değerlerine ulaşmışlardır. Bu durumda örnekler belirtilen günlerden sonra bozulma eğilimine girmişlerdir.

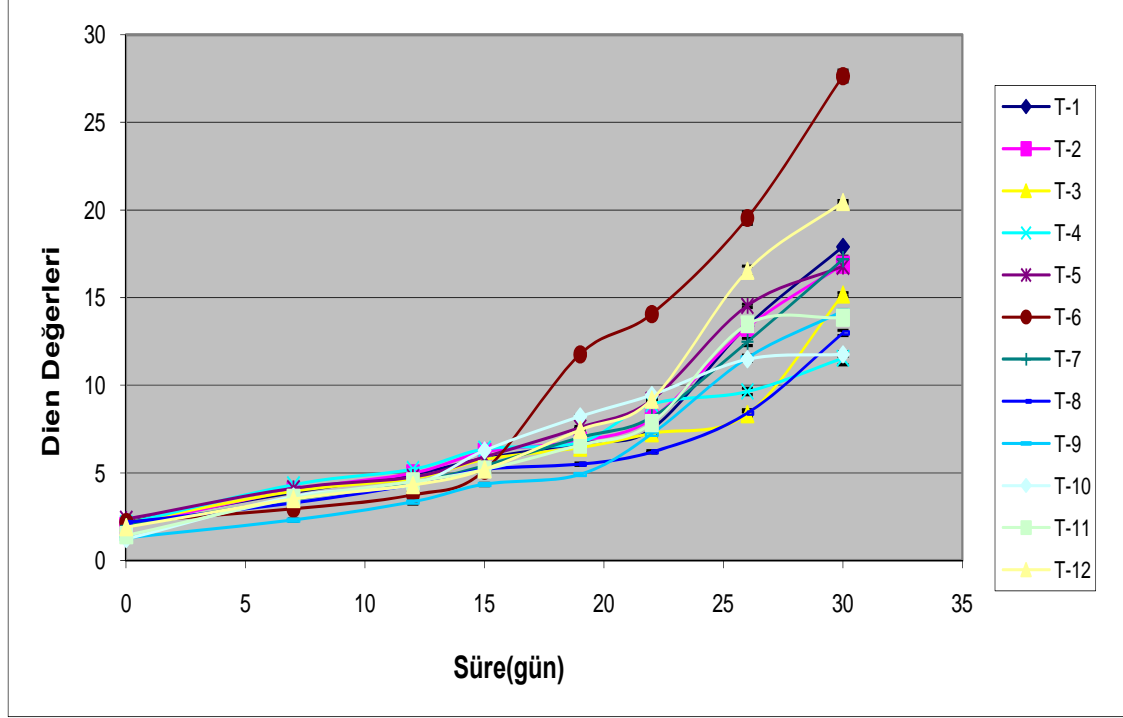
Örneklerin peroksit sayılarında meydana gelen ilk önemli artış T-6 örneğinde gerçekleşirken, en son gerçekleşen artış ise T-4 örneğinde olmuştur. Bu durumda peroksit sayısı değerlerine göre örnekler arasında oksidatif stabilite açısından en uygun olanı T-4 kodlu Memecik çeşidi olan Ortaklar yöresi sızma zeytin yağı iken, oksidatif stabilitesi en zayıf olan örneğin ise T-6 kodlu Edremit çeşidi olan Ezine yöresi sızma zeytin yağı olduğu anlaşılmıştır.

Peroksit sayısı değerlerine göre örneklerin oksidasyon stabiliteleri azalan şekilde T-4>T-10>T-3>T-8>T-1>T-2>T-9>T-5>T-11>T-7>T-12>T-6 olmuştur. Bu sonuçlara göre oksidasyon stabilitesi en iyi olan örnek T-4 örneğidir.

#### **4.2.1.2 Özgül soğurma değerlerine ilişkin bulgular**

Yağların oksidatif stabilitelerinin araştırılmasına uygulanan testlerden biri olan fırın testinin bir diğer takip etme yolu da özgül soğurma yöntemidir.

Bu amaçla peroksit sayısı analizi ile paralel olarak belirli aralıklarla konjuge dien-trien analizleri yapılmıştır ve sonuçlar Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’ de verilmiştir.



Şekil 4.2 Zeytin yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıkta ve 232 nm’deki özgül soğurma ( $K_{232}$ ) değerleri

T-1 örneğinin ilk dien değeri 2.18 iken, 30.günün sonunda 17.90 olarak bulunmuştur. T-2 1.97 iken 16.88 olarak, T-3 2.14 iken 15.18 olarak, T-4 2.11 iken 11.54 olarak, T-5 2.36 iken 16.78 olarak, T-6 2.18 iken 27.64 olarak, T-7 1.96 iken 17.19 olarak, T-8 2.17 iken 12.98 olarak, T-9 1.28 iken 14.22 olarak, T-10 1.22 iken 11.75 olarak, T-11 1.43 iken 13.85 olarak, T-12 örneğinin ilk dien değeri 1.91 iken, 30.günde 20.44 olarak tespit edilmiştir.

Marrison (1975), yağlardaki oksidatif bozulma düzeyinin belirlenmesinde 232 nm’deki UV absorbans değerindeki değişimler dolayısıyla da dien değerlerini ölçmüştür. Yağların oksidasyonu sırasında oluşan ilk bozulma ürünleri hidroperoksitler 232 nm’deki dien değerlerini yükseltmektedir. Hidroperoksitlerin parçalanması sonucu oluşan ürünler ise yağın 270 nm’deki trien değerlerini arttırmıştır.

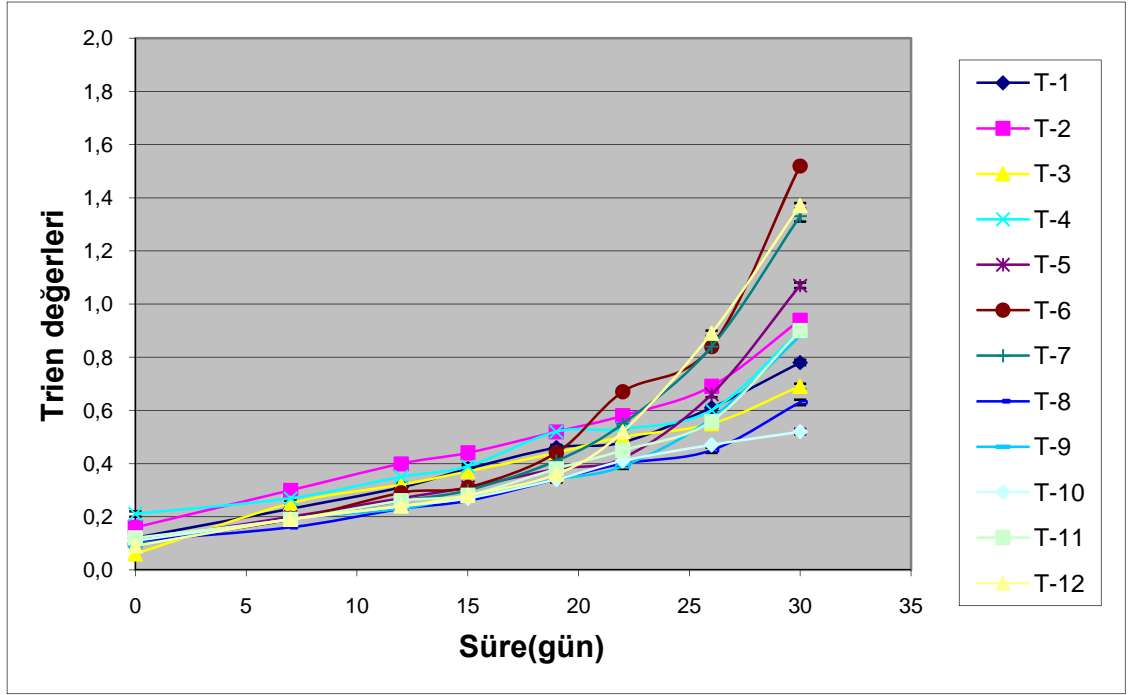
Ek-1'de yer alan Çizelge 2'den de anlaşılacağı gibi T-6 örneği 19.günde 11.76' ya ve T-12 örneği de 26.günde 16.52' ye ulaşmıştır. Bu belirgin artışlar bu örneklerin oksidatif stabilitelerinin zayıf olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda dien değerleri ve peroksit değerleri birbirine paralellik göstermektedir. Buna karşın T-4 ve T-10 zeytin yağlarında belirtilen günlerde önemli bir artış olmamıştır. Ayrıca, diğer örneklerde dien değerleri normal bir artış göstermiştir.

Bu sonuçlara göre oksidasyon stabiliteleri şu şekilde sıralanır: T-4>T-10>T-8>T-11>T-9>T-3>T-5>T-2>T-7>T-1>T-12>T-6. Bu sonuçlara göre en iyi oksidasyon stabilitesi gösteren örnek T-4 örneğidir.

Sonuçları 270 nm' de ve Şekil 4.3'de ve Ek-1' deki Çizelge 3'de verilen örneklerden T-1' in trien değeri 0.12'den 30.günün sonunda 0.78'e çıkmıştır. T-2 0.16'dan 0.94'e, T-3 0.06'dan 0.69'a, T-4 0.21'den 0.90'a, T-5 0.11'den 1.07'ye, T-6 0.10'dan 1.52'ye, T-7 0.10'dan 1.33'e, T-8 0.11'den 0.63'e, T-9 0.09'dan 0.88'e, T-10 0.11'den 0.52'ye, T-11 0.12'den 0.90'a, T-12 0.09'dan 1.37'ye çıkmıştır.

Bu sonuçlara göre de T-6 örneği 30.günde 1.52' ye ve T-12 örneği 30.günde 1.37' ye T-5 örneği de 1.07 değerlerine ulaşmışlardır. Oksidatif stabilite açısından T-6 ve T-12 örnekleri trien analiz sonuçlarına göre zayıflık göstermektedir. Bu kapsamda dien değerleri ve trien değerleri birbirine paralellik göstermektedir. Buna karşın yine T-4 ve T-10 örneklerinde belirtilen günlerde önemli bir artış olmaması nedeniyle bu değerler içinde trien sonuçlarına göre de en iyi yağ örnekleri olmaktadır. Ayrıca, diğer örneklerin trien değerleri normal bir artış göstermiştir.

Bu sonuçlara göre oksidasyon stabiliteleri şu şekilde sıralanabilir; T-10>T-8>T-3>T-1>T-9>T-11=T-4>T-2>T-5>T-7>T-12>T-6



Şekil 4.3 Zeytin yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıkta ve 270 nm'deki özgül soğurma ( $K_{270}$ ) değerleri

#### 4.2.2 Aktif oksijen yöntemine (AOY) ilişkin bulgular

Hızlandırılmış oksidasyon deneylerinden biri olan aktif oksijen yöntemi ile yağlara yüksek sıcaklık uygulanarak oksidasyona karşı olan dirençleri belirlenmektedir. Zeytin yağı örneklerinin indüksiyon periyotları saat olarak Çizelge 4.5' de verilmiştir (Anonymous 2006b).

Çizelge 4.5 Zeytin yağı örneklerinin 120 °C sıcaklıktaki indüksiyon periyotları \*

Örnek	İndüksiyon periyodu (saat)
T-1	6,48 ± 0,01 <sup>a</sup>
T-2	5,32 ± 0,08 <sup>b</sup>
T-3	5,63 ± 0,02 <sup>c</sup>
T-4	7,98 ± 0,1 <sup>d</sup>
T-5	5,38 ± 0,09 <sup>b</sup>
T-6	4,46 ± 0,20 <sup>e</sup>
T-7	5,97 ± 0,01 <sup>f</sup>
T-8	7,43 ± 0,04 <sup>g</sup>
T-9	7,55 ± 0,10 <sup>g</sup>
T-10	9,08 ± 0,10 <sup>h</sup>
T-11	8,34 ± 0,10 <sup>1</sup>
T-12	4,34 ± 0,20 <sup>e</sup>

\* Aynı sütun içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortamlar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

Analiz edilen örneklerden T-1 örneğinin indüksiyon periyodu 6.48 saat, T-2 örneğinin indüksiyon periyodu 5.32 , T-3 örneğinin 5.63, T-4 örneğinin 7.98, T-5 örneğinin 5.38, T-6 örneğinin 4.46, T-7 örneğinin 5.97, T-8 örneğinin 7.43, T-9 örneğinin 7.55, T-10 örneğinin 9.08, T-11 örneğinin 8.34 ve T-12 örneğinin indüksiyon periyodu 4.34 saat olarak bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre, en yüksek ransimat değerine sahip lokasyon 9.08 saat ile T-10 kodlu sızma zeytin yağıdır. İndüksiyon periyodunun yüksek olması onun oksidasyon stabilitesinin yüksek olması demektir. En düşük ransimat değerleri ise 4.34 saat ile T-12 numaralı örnek ve 4.46 saat ile T-6 örneğidir. Bu örneklerin oksidasyon stabiliteyi oldukça zayıftır.

Bu sonuçlara göre oksidasyon stabiliteyi T-10>T-11>T-4>T-9>T-8>T-1>T-7>T-3>T-5>T-2>T-6>T-12 şeklinde sıralanabilir. En yüksek oksidasyon stabilitesine sahip örnek T-10 örneği (Ayvalık-Edremit) olmuştur.

Ayrıca buradan hareketle elde edilen sonuçlar hangi örneklerin daha çabuk, hangi örneklerin daha geç bozulacağını göstermektedir. Yani ransimat değeri, örneklerin oksidasyon stabiliteyi hakkında oldukça önemli bilgiler sunmaktadır.

#### **4.3 Serbest radikal yakalama (DPPH) yöntemine ilişkin bulgular**

Serbest radikal yakalama kapasiteyi DPPH yöntemi ile yapılmıştır. Sonuçlar % antioksidan aktivitesi olarak Çizelge 4.6'da verilmiştir.



Çizelge 4.6 Zeytin yağı örneklerinin serbest radikal yakalama kapasitesi ( DPPH - % antioksidan aktivite) \*

Örnek	Serbest radikal yakalama kapasitesi (DPPH-% AA)
T-1	55.00 ± 0,00 <sup>a</sup>
T-2	67,75 ± 0,21 <sup>b</sup>
T-3	72,00 ± 0,00 <sup>c</sup>
T-4	88,40 ± 0,00 <sup>d</sup>
T-5	59,55 ± 0,07 <sup>e</sup>
T-6	41,90 ± 0,14 <sup>f</sup>
T-7	38,55 ± 0,07 <sup>g</sup>
T-8	59,85 ± 0,07 <sup>h</sup>
T-9	59,45 ± 0,07 <sup>e</sup>
T-10	78,70 ± 0,14 <sup>i</sup>
T-11	61,75 ± 0,07 <sup>j</sup>
T-12	40,85 ± 0,07 <sup>k</sup>

\* Aynı sütun içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortamlar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

Analizlerde T-1 örneğinin serbest radikal yakalama kapasitesi % 55.00, T-2 örneğinin % 67.75, T-3 örneğinin % 72.00, T-4 örneğinin % 88.40, T-5 örneğinin % 59.55, T-6 örneğinin % 41.90, T-7 örneğinin % 38.55, T-8 örneğinin % 59.85, T-9 örneğinin % 59.45, T-10 örneğinin % 78.70, T-11 örneğinin % 61.75 ve son olarak da T-12 örneğinin serbest radikal yakalama kapasitesi % 40.85 bulunmuştur.

Buna göre en iyi antioksidan aktivite gösteren örnek T-4 olurken, bunu T-10 örneği izlemiştir. Bu örneklerin antioksidan aktiviteleri oldukça yüksek çıkmıştır.

Bu da örneklerin serbest radikal yakalama kapasitelerinin yüksek olduğunu ve dolayısıyla da oksidatif stabilitelelerinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. T-12 ve T-6 örnekleri ise en düşük antioksidan aktiviteye sahiptirler. Dolayısıyla serbest radikal yakalama kapasiteleri düşüktür ve bunların oksidasyon stabiliteleleri de zayıftır.

Örneklerin serbest radikal yakalama kapasiteleri peroksit değerleri ile paralellik göstermektedir. Yani peroksit değeri yüksek olan örneğin oksidatif stabilitesi düşük olduğu için serbest radikal yakalama kapasitesi de düşük olmaktadır. Dolayısıyla antioksidan aktivitesi düşük seyretmektedir. Burada, peroksit sayısı değeri ve antioksidan aktivitesi olan serbest radikal yakalama kapasitesi arasında bir ilişki mevcuttur.

Bu sonuçlara göre oksidasyon stabiliteleleri T-4>T-10>T-3>T-2>T-11>T-8>T-5>T-9>T-1>T-6>T-12>T-7 şeklinde sıralanmaktadır. En yüksek oksidasyon stabilitesine sahip örnek T-4 (Ortaklar-Memecik) olmuştur.

#### **4.4 Toplam Fenol Tayinine İlişkin Bulgular**

Zeytin yağı örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri materyal ve yöntemde verilen yöntemle yapılmıştır. Sonuçlar kg yağda mg kafeik asit olarak Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Zeytin yağı örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri (mg kafeik asit/kg yağ) \*

Örnek	Toplam fenolik madde içeriği
T-1	121,13 ± 0,70 <sup>a</sup>
T-2	130,00 ± 0,00 <sup>b</sup>
T-3	119,92 ± 0,70 <sup>c</sup>
T-4	151,71 ± 0,70 <sup>d</sup>
T-5	90,59 ± 0,70 <sup>e</sup>
T-6	61,88 ± 0,70 <sup>f</sup>
T-7	65,49 ± 0,00 <sup>g</sup>
T-8	100,74 ± 0,07 <sup>h</sup>
T-9	75,15 ± 0,07 <sup>i</sup>
T-10	124,55 ± 0,00 <sup>j</sup>
T-11	79,65 ± 0,00 <sup>k</sup>
T-12	51,22 ± 0,00 <sup>l</sup>

\* Aynı sütun içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortamlar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ).

Örneğin fenolik madde içeriği ne kadar düşükse oksidasyon stabilitesi de o kadar düşük olur. Buna karşın fenolik madde içeriği ne kadar yüksekse, örneklerin oksidasyon stabiliteleleri o kadar yüksek demektir.

Zeytin yağı örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri T-1 örneğinde 121.13, T-2 örneğinde 130.00, T-3 örneğinde 119.92, T-4 örneğinde 151.71, T-5 örneğinde 90.59, T-6 örneğinde 61.88, T-7 örneğinde 65.49, T-8 örneğinde 100.74, T-9 örneğinde 75.15, T-10 örneğinde 124.55, T-11 örneğinde 79.65, T-12 örneğinde 51.22 mg kafeik asit/kg olarak bulunmuştur.

Gutierrez et al.(2001) iki farklı zeytin çeşidinden (Hojiblanca ve Picual) elde edilen natürel zeytin yağlarının oksidatif stabilitesi üzerinde polifenollerin etkisini araştırmak amacıyla yapmış oldukları bir çalışmada bu zeytinyağlarının polifenol içeriklerini sırasıyla 180.70, 109.68 mg/kg kafeik asit olarak tespit etmişlerdir.

En yüksek fenolik madde T-4 örneğinde bulunmuştur. Bunu T-10 örneği izlemektedir. T-6 ve T-12 örneklerinin fenolik madde içerikleri ise oldukça düşüktür. Bu nedenle bu iki örneğin antioksidan aktiviteleri ve dolayısıyla da oksidasyon stabilitesi düşüktür. Tüm örneklerin fenolik madde içerikleri ise peroksit sayıları ile paralellik göstermektedir. Buna göre en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olan T-4 örneği aynı zamanda en yüksek oksidasyon stabilitesine de sahiptir.

Bu sonuçlara göre oksidasyon stabilitesi T-4>T-2>T-10>T-1>T-3>T-8>T-5>T-11>T-9>T-7>T-6>T-12 şeklinde sıralanmaktadır. En yüksek oksidasyon stabilitesine sahip örnek yine T-4 örneği olmuştur.

#### **4.5 Orto-difenol Tayinine İlişkin Bulgular**

Zeytin yağı örneklerinin orto-difenol madde içerikleri analiz edilmiş ve sonuçlar kg yağda mg kafeik asit olarak Çizelge 4.8' de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Zeytin yağı örneklerinin orto-difenol madde içerikleri (mg kafeik asit/kg yağ) \*

Örnek	Orto-difenol madde içeriği
T-1	9.63 ± 0,02 <sup>a</sup>
T-2	10.51 ± 0,02 <sup>b</sup>
T-3	10.51 ± 0,02 <sup>b</sup>
T-4	12.63 ± 0,02 <sup>c</sup>
T-5	8.18 ± 0,02 <sup>d</sup>
T-6	6.89 ± 0,57 <sup>e</sup>
T-7	8.27 ± 0,02 <sup>fj</sup>
T-8	8.52 ± 0,78 <sup>g</sup>
T-9	7.28 ± 0,02 <sup>h</sup>
T-10	11.58 ± 0,02 <sup>i</sup>
T-11	8.31 ± 0,06 <sup>j</sup>
T-12	5.45 ± 0,11 <sup>k</sup>

\* Aynı sütun içindeki örnekler arasında farklı harfleri taşıyan ortamlar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

Zeytin yağı örneklerinin orto-difenol madde içerikleri T-1 örneğinde 9.63, T-2 örneğinde 10.51, T-3 örneğinde 10.51, T-4 örneğinde 12.63, T-5 örneğinde 8.18, T-6 örneğinde 6.89, T-7 örneğinde 8.27, T-8 örneğinde 8.52, T-9 örneğinde 7.28, T-10 örneğinde 11.58, T-11 örneğinde 8.31, T-12 örneğinde 5.45 mg kafeik asit/kg yağ olarak bulunmuştur.

McDonald et al. (2001)'e göre fenolik bileşiklerin hidrojen iyonu vermeye yatkınlığı aromatik halkadaki hidroksil gruplarının sayı ve derecesine bağlı olarak artmaktadır. Diğer taraftan ortodifenol yapısının bulunuşu (örneğin kafeik asitteki gibi) fenolik maddenin antioksidan rol oynamasında çok etkilidir ve iyi bir metal şelatlayıcısı olarak da aktive görmesini sağlar. Yapıda bir metoksi grubunun bulunuşu (örneğin parahidroksi benzoik asitteki gibi) fenoksi radikalının stabilizasyonu nedeni ile antioksidan aktiviteyi yükseltir. Oksidasyonu önleme ve hidrojen iyonu verme yatkınlığı ve oksidasyonu önleme etkinliği üzerine oldukça etkilidir (Brand-Williams et al. 1995).

En yüksek orto-difenol madde içeriğine 12.63 mg kafeik asit ile T-4 örneği sahipken, sonra 11.58 ile T-10 örneği gelmektedir. T-6 örneğinin orto-difenol madde içeriği 6.89 iken, T-12 örneğinin 5.45 ile en düşük düzeydedir. Bu nedenle bu iki örneğin antioksidan aktiviteleri ve dolayısıyla da oksidasyon stabilitesi düşüktür. Toplam fenolik madde içerikleri ile orto-difenol madde içerikleri birbirleri ile paralellik göstermektedir. Buna göre en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olan T-4 örneğinin oksidasyon stabilitesi en yüksek iken, orto-difenol madde içeriği en düşük olan T-12 örneğinin oksidasyon stabilitesi en düşüktür.

Bu sonuçlara göre oksidasyon stabilitesi T-4>T-10>T-2=T-3>T-1>T-8>T-11>T-7>T-5>T-9>T-6>T-12 şeklinde sıralanmaktadır. En yüksek oksidasyon stabilitesine sahip örnek burada da T-4 örneği olmuştur.

#### **4.6 Toplam Fenol, Orto-difenol, DPPH ve Ransimat Bulguları Arasındaki İlişki**

Yapılan çalışmada örnekler arasında ransimat testi (indüksiyon periyodu), toplam fenol, orto-difenol ve serbest radikal yakalama kapasitesi (DPPH) arasında belirli bir ilişki saptanmıştır. Buna ilişkin veriler Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Zeytin yağı örneklerinin ransimat testi ile orto-difenol, toplam fenol ve DPPH testleri arasındaki ilişki

Test	Ransimat testi	Orto-difenol	Toplam fenol	DPPH
Ransimat testi	1	0,528**	0,432*	0,626**
Orto-difenol	0,528**	1	0,947**	0,871**
Toplam fenol	0,432*	0,947**	1	0,875**
DPPH	0,626**	0,871**	0,875**	1

\* Korelasyonun önem derecesi 0.05'dir.

\*\* Korelasyonun önem derecesi 0.01'dir.

Yapılan ilk analizler sonucunda ransimat testi ile orto-difenol testi arasındaki ilişki önemli düzeyde bulunmuştur. İndüksiyon periyodu ile orto-difenol arasında belirli bir korelasyonun olduğunu gösterir ( $r^2=0.528$ ,  $p<0.01$ ). Ransimat testi ile toplam fenolik madde miktarı arasında düşük bir korelasyon vardır ( $r^2=0.432$ ,  $p<0.05$ ). Yine ransimat testi ile serbest radikal yakalama kapasitesi yani antioksidan aktivitesi arasında da güzel bir korelasyon vardır ( $r^2=0.626$ ,  $p<0.01$ ).

Orto-difenol ile toplam fenolik madde içeriği arasında istatistiksel açıdan oldukça kuvvetli bir korelasyon tespit edilmiştir ( $r^2=0.947$ ,  $p<0.01$ ). Yine orto-difenol ile antioksidan aktivitesi arasında da yüksek bir korelasyon mevcuttur ( $r^2=0.871$ ,  $p<0.01$ ).

Toplam fenolik madde içeriği ile serbest radikal yakalama kapasitesi arasındaki ilişki de istatistiksel açıdan oldukça yüksektir ( $r^2=0.875$ ,  $p<0.01$ ).

#### **4.7 Toplam Fenol, Orto-difenol, DPPH ve Fırın Testi (Peroksit Sayısı ve Özgül Soğurma Değerleri) Bulguları Arasındaki İlişki**

Yapılan çalışmada örnekler arasında fırın testi (peroksit sayısı ve özgül soğurma), toplam fenol, orto-difenol ve serbest radikal yakalama kapasitesi (DPPH) arasında belirli bir ilişki saptanmıştır. Buna ilişkin veriler Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Zeytin yağı örneklerinin fırın testi ile orto-difenol, toplam fenol ve DPPH testleri arasındaki ilişki

Test	Peroksit Sayısı	K <sub>232</sub>	K <sub>270</sub>	Orto-difenol	Toplam fenol	DPPH
Peroksit Sayısı	1	0.782**	0.882**	0.861**	0.902**	0.847**
K <sub>232</sub>	0.782**	1	0.806**	0.613**	0.580**	0.734**
K <sub>270</sub>	0.882**	0.806**	1	0.654**	0.705**	0.743**
Orto-difenol	0.861**	0.613**	0.654**	1	0.947**	0.871**
Toplam fenol	0.902**	0.580**	0.705**	0.947**	1	0.875**
DPPH	0.847**	0.734**	0.743**	0.871**	0.875**	1

\* Korelasyonun önem derecesi 0.05'dir.

\*\* Korelasyonun önem derecesi 0.01'dir.

Fırın testi sonucunda peroksit sayısı ile K<sub>232</sub> değerleri arasında istatistiksel iyi bir korelasyon vardır ( $r^2=0.782$ ,  $p<0.01$ ). Yine peroksit sayısı ile K<sub>270</sub> değerleri arasında da güçlü bir korelasyon mevcuttur ( $r^2=0.882$ ,  $p<0.01$ ). Peroksit sayısı ile o-difenol madde içerikleri arasında kuvvetli bir korelasyon göze çarpmaktadır ( $r^2=0.861$ ,  $p<0.01$ ).

Peroksit sayısı ile toplam fenol madde içerikleri arasında da oldukça kuvvetli bir korelasyon mevcuttur ( $r^2=0.902$ ,  $p<0.01$ ). Yine peroksit sayısı ile serbest radikal yakalama kapasitesi olan DPPH arasında da kuvvetli bir korelasyon meydana gelmiştir ( $r^2=0.847$ ,  $p<0.01$ ).

Özgül soğurma değerlerinden K<sub>232</sub> ve K<sub>270</sub> değerleri arasında da iyi bir ilişki vardır ( $r^2=0.806$ ,  $p<0.01$ ). K<sub>232</sub> ile o-difenol madde içerikleri arasındaki ilişki de normal düzeydedir ( $r^2=0.613$ ,  $p<0.01$ ). K<sub>232</sub> ve toplam fenolik madde içerikleri arasındaki korelasyon da düşük düzeydedir ( $r^2=0.580$ ,  $p<0.01$ ). K<sub>232</sub> ile DPPH arasındaki korelasyon ise istatistiksel olarak önemlidir ( $r^2=0.734$ ,  $p<0.01$ ).



Özgül soğurma değerlerinden  $K_{270}$  ve o-difenol madde içerikleri arasındaki ilişki kuvvetli değidir ( $r^2=0.654$ ,  $p<0.01$ ).  $K_{270}$  ve toplam fenolik madde içerikleri arasında da bir korelasyon mevcuttur ( $r^2=0.705$ ,  $p<0.01$ ).  $K_{270}$  ile DPPH arasındaki korelasyon ise istatistiksel olarak önemlidir ( $r^2=0.743$ ,  $p<0.01$ ).

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada farklı lokasyonlardan temin edilen değişik çeşit zeytin yağlarının oksidatif stabiliteleri araştırılmıştır. Bu amaçla zeytin yağlarının serbest asitlikleri, peroksit sayıları, antioksidan aktiviteleri, dien-trien analizleri, toplam fenol ve orto-difenol madde içerikleri, serbest radikal yakalama kapasiteleri ve ransimat analizleri ilk deneyler ve hızlandırılmış oksidasyon deneyleri ikinci deneyler olmak üzere iki başlıkta incelenmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına genel olarak bakıldığında yapılan analizlerin birbirini doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Örnekler içinde T-4 örneği en iyi oksidatif stabiliteye sahipken, T-6 ve T-12 örnekleri en zayıf oksidatif stabiliteye sahip örnekler olarak dikkati çekmiştir.

Memecik çeşidinin lokasyonları kendi içinde kıyaslandığında T-1 ve T-2 örneklerinin benzer özellikler gösterdiği anlaşılmaktadır. T-4 örneği Memecik çeşidinin diğer lokasyonlarından daha iyi özelliklere sahiptir. Bu sonuçtan işleme koşullarının daha uygun şekilde uygulandığı sonucunu çıkarmak mümkün olabilir. Bunlardan farklı olarak T-7 örneğinin peroksit sayısı hızla artmıştır. Bu durumda Memecik çeşidinin lokasyonları arasında oksidatif stabilitesi en iyi olanı T-4 örneği olmuştur.

Edremit çeşidinin lokasyonlarında ise T-6 ve T-12 örneklerinin çok hızlı bozuldukları yani oksidatif stabilitelerinin çok zayıf oldukları hemen göze çarpmaktadır. T-8 ve T-10 Edremit çeşidi içinde oksidatif stabilitesi en güçlü olan lokasyonlardır. T-3, T-5, T-9 ve T-11 örnekleri ise zayıf oksidatif stabiliteye sahiptirler.

Bu iki çeşit kendi arasında kıyaslandığında oksidatif stabilitesi iyi olan zeytin yağı lokasyonlarından bir tanesinin Edremit çeşidi zeytin yağı olduğu, diğerinin ise Memecik çeşidi zeytin yağı olduğu göze çarpmaktadır.

Bu duruma, işleme koşulları, her kooperatif farklı teknoloji uyguladığı için uygulanan teknoloji ve çevresel faktörlerin etkili olduğu düşünölmektedir.

Sonuç olarak zeytin yağı örneklerinin oksidasyon stabilitesi üzerine zeytin yağının bileşiminin yanında çeşidi ve lokasyonu da etkili olmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Ağar, İ., T., Garcia, J.M., Zahran, A., Kafkas, S.ve Kaşka, N. 1995. Adana ekolojik koşullarda yetiştirilen bazı zeytin (*Olea europea L.*) çeşitlerini yağ asitleri karakteristikleri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 3-6 Ekim 1995, 1:741-745 s., Adana.
- Anonymous. 1989a. Peroxide volue. AOCS Official Method. Cd 8-53
- Anonymous. 1989b. Determination of specififc extincion of oils and fats, ultraviolet absorption. AOCS Official Method. Ch 5-91.
- Anonymous. 1990. Fatty acids in oil and fats. In: AOAC Official Methods of Analysis, 15th Edn, Vol.2, Helrich, K. Ed. Pp 963-964, Virginia.
- Anonim. 1998. TGKY, 1998 ([www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/98-7.html](http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/98-7.html))
- Anonymous. 2003. International Olive Oil Council activities: World Olive Oil Consumption.
- Anonymous. 2005. Annual Data. International Olive Oil Council, Madrid, <http://www.international-oliveoil.org/> (Erişim Tarihi: Şubat 2005).
- Anonim. 2006a. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Ekonomi İstatistik Şubesi Kayıtları. ([www.zae.gov.tr](http://www.zae.gov.tr))
- Anonymous. 2006b. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' society, Fourth Edition, Methods: Ca5a-40, Cd8-53, Ch5-91 and Cd 12b-92.
- Anonim. 2007. TGKY, 2007 ([rega.basbakanlik.gov.tr/eskiler/2007/08/20070803-7.htm](http://rega.basbakanlik.gov.tr/eskiler/2007/08/20070803-7.htm))
- Aparicio, R., Morales, M.T. and Alonso, M.V. 1996. Relationship between volatile, compounds and sensory attributes of olive oils by the sensory wheel. *Journal American Oil Chemists Society* 73, pp. 1253–1264.
- Aparicio, R., Morales, M.T. and Alonso, M.V. 1997. Authentication of European extra-virgin olive oils by their chemical compounds, sensory descriptors and consumers' attitudes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45, pp. 1076–1083.
- Aparicio, R. and Morales, M.T. 1998. Characterization of olives ripeness by green aroma compounds of virgins olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46, pp.1116–1122.
- Bayrak, A. 2006. Gıda aromaları. Gıda Teknolojisi yayın no:32. 497 s., Ankara
- Boskou, D. 1996. Olive oil chemistry and technology. AOCS Press, Champaign, IL, 161 p., USA.
- Bozdoğan, D. 2002 . Hatay' da üretilen natürel zeytin yağlarının bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinin incelenmesi., Yüksek Lisans. 41 s., Antakya
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 28, 25–30.
- Cerretani, L., Bendini, A., Carrasco-Pacorbo, A., Segura-Carretero, A., Del Carlo, M., Gallina-Toschi, T., Lercker, G., Compagnone, D. and Guitierrez, F. 2005. Evaluation of the antioxidant capacity of individual phenolic compounds in virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem.*, 53, p:8918-8925.
- Cinquanta, L., Esti, M., La Notte, E. 1997. Evolution of phenolic compounds in virgin olive oil during storage. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 74, 1259-1264.

- Campobasso, A., 1997. Department of Chemical and Food Engineering, University of Salerno. 84084 Fisciano.
- Cronquist, A., 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Pres., New York, p:1262.
- Fontonazza, G., Patumi, Solinas, M., Serraiocco, A., 1993, Influence of cultivars on the composition and quality of olive oil. Proceedings of the The second International Symposium on Olive Growing, 06-10 September 1993,:358-361, Jerusalem-Israel.
- Frankel, E. N. 1993. In search of beter methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. Trends in Food Science and Technology, 4; 220-225.
- Gutierrez, F., Arnaud, T. and Garrido, A., 2001. Contribution of polyphenols to the oxidative stability of virgin olive oil. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81. pp. 1463-1470.
- Gümüşkesen, A.S. 1999. Bitkisel yağ teknolojisi. Asya Tıp Yayıncılık Ltd., 182 s., İzmir.
- Kalantzakis, G., Blekas, G., Pepklidou, K. and Boskou, D. 2006. Stability and radical-scavenging activity of heated olive oil and other vegetables oils. Eur-J. Lipid Sci Tecnology.108 pp.329-335.
- Kayahan, M., 2003. Yağ kimyası. ODTÜ Geliştirme Vakfı, Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları, 220 s., Ankara.
- Kamal-Eldin, A. and Pokorny, J.2005. Analysis of lipid oxidation. AOCS pres, USA.
- Kayahan, M. ve Tekin A. 2006. Zeytin yağı üretim teknolojisi. Filiz Matbaacılık San. Ve Tic.Ltd. Şti. 198 s., Ankara.
- Kristakis, A. K., 1998. Olive oil from tree to the table. 2nd Edition. Food and Nutrition Pres., Inc., 347 p.
- Kiritsakis, A. K. 2002. Virgin olive oil composition and its effect on human health. Health and Nutrition. 13, 237-241.
- Mcdonald, S., Prenzler, P. D., Antolovich, M. and Robards, K., 2001. Phenolic content and antioxidant avtivity of olive extracts. Food Chemistry, 73(1), s.73-74
- Monteleone, E., Caporale, G., Carlucci, A., And Pagliarini, E.1998. Optimisation of extra virgin olive oil quality. Journal of the Science of Food and Agric., 77, p.31.
- Morales, M.T., Aparicio, R. and Rios, J.J. 1997. Changes in the volatile composition of virgin olive oil during oxidation. Flavors and off-flavors, Journal of Agricultural and Food Chemistry 45, pp. 2666–2673.
- Marrison, W.H., 1975. Effect of refining and bleaching on oxidative stability of sunflowerseed oil. J.Amer.Oil Chem., Soc., 52, pp.522-525.
- Nissiotis, M. and Tasioula M. 2002, Changes in antioxidant concentration of virgin olive oil During thermal oxidation, Food Chemistry Volume 77, Issue 3, June 2002, pp. 371-376.
- Oktar, A. ve Çolakoğlu, A., 1998. Argonomik faktörlerin zeytin yağı kalitesi üzerine etkileri. Bursa I. Uluslar arası Gıda Sempozyumu, 4-6 Nisan, s. 477-485, Bursa.
- Öztürk, F., 2006. “Türkiye zeytincilik sektörünün genel durumu” Zeytin Yetiştiriciliği, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Bornova İzmir Yay. No: 61, s.137.

- Pandolfi, S., Tombesi, A., Pilli, M. and Presiosi, P., 1993. Fruit characteristics of olive cultivars of different origin grown in Umbria. Proceedings of the The second International Symposium on Olive Growing. 06-10 September 1993, pp.362-366, Jerusalem-Israel.
- Panelli, G., Volpe, D., Preziosi, P. and Famiani, F., 1993. Comparison of the vegetative and reproductive characteristics of traditional olive cultivars and selected low vigorous accessions in central Italy. Proceedings of the The second International Symposium on Olive Growing. 06-10 September 1993, pp. 123-126 Jerusalem-Israel.
- Salvador, M.D., Aranda, F., Gomez-Alonso, S. and Fregapane, G., 2003. Influence of extraction system, production year and area on Cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons. Food Chemistry 80, pp. 359-366.
- Skevin, D., Rade D., Strucelj, D., Mokrovcak Z., Nederal, S. and Bencic, D., 2003. The influence of variety and harvest time on the bitterness and phenolic compounds of olive oil. Eur.J.Lipid Sci. Technol.105 , pp. 536-541.
- SPSS 2002. Release 9.05. Chicago, IL, USA:SPSS Inc.
- Taşan, M., 1995, Tekirdağ ili Şarköy yöresinin natürel zeytin yağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi,Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 45 s., Tekirdağ.
- Taşdemir, S., İbanoğlu, E. ve Fadiloğlu, S., 2000. Enzim muamelesi ile zeytin yağı veriminin artırılması ve kalitenin iyileştirilmesi. Türkiye Zeytincilik Sempozyonu, 6-9 . Haziran Uludağ Üniversitesi Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri ve Gıda Mühendisliği Bölümleri, s. 486-492, Bursa.
- Tekin, A. 2004. Zeytin yağı teknolojisi ders notları, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, (yayınlanmamış), Ankara.
- Thakur, B.S. and Chadha, T.R. 1991. Comparative studies on the fatty acid composition of olive oil extracted from pulp and kernel, Gartenbauwissenschaft 56 (1) pp. 31-33.

## EK 1

### Farklı Lokasyondaki Zeytin yağlarının Oksidasyon Stabilitelerinin Araştırılmasında Kullanılan Analiz Sonuçlarına Ait Çizelgeler

Çizelge 1 Zeytin yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıkta 30 gün boyunca peroksit sayılarındaki değişimi

Peroksit sayısı (meqO <sub>2</sub> /kg yağ)								
Örnek	0. gün	7. gün	12. gün	15. gün	19. gün	22. gün	26. gün	30. gün
T-1	13,86 ± 0,80	28,23 ± 0,69	34,95 ± 0,30	40,60 ± 0,11	47,85 ± 0,08	56,19 ± 0,30	86,84 ± 0,71	109,34 ± 0,42
T-2	18,36 ± 0,02	33,27 ± 0,33	39,29 ± 0,18	43,22 ± 0,09	50,09 ± 0,37	57,55 ± 0,25	92,92 ± 0,19	157,93 ± 0,76
T-3	15,05 ± 0,60	30,04 ± 1,01	39,24 ± 0,27	42,85 ± 0,33	49,94 ± 0,04	56,09 ± 0,33	66,36 ± 0,37	102,61 ± 0,74
T-4	15,83 ± 0,70	29,63 ± 0,33	33,98 ± 0,18	38,11 ± 0,76	45,14 ± 0,57	51,39 ± 0,57	58,66 ± 0,03	65,08 ± 0,08
T-5	10,80 ± 0,50	27,94 ± 0,24	34,90 ± 0,28	38,31 ± 0,54	45,83 ± 0,06	56,80 ± 0,57	113,82 ± 0,54	185,11 ± 0,07
T-6	12,05 ± 0,70	30,38 ± 0,56	39,58 ± 0,22	41,90 ± 0,33	85,32 ± 0,05	128,44 ± 0,25	203,28 ± 0,33	271,48 ± 0,06
T-7	12,09 ± 0,80	27,69 ± 0,50	40,00 ± 1,09	43,77 ± 0,54	67,34 ± 0,86	88,90 ± 0,49	152,42 ± 0,50	216,11 ± 0,48
T-8	8,65 ± 0,07	19,24 ± 0,58	29,10 ± 0,01	33,35 ± 0,81	38,13 ± 0,85	45,24 ± 0,73	53,81 ± 0,87	107,21 ± 0,68
T-9	9,68 ± 0,01	19,78 ± 0,52	30,78 ± 0,14	37,96 ± 0,39	44,98 ± 0,34	53,36 ± 0,85	99,61 ± 0,85	182,96 ± 0,75
T-10	7,24 ± 0,70	19,58 ± 0,60	27,83 ± 0,07	35,47 ± 0,24	40,87 ± 0,09	49,69 ± 0,46	60,27 ± 0,28	95,50 ± 0,01
T-11	7,77 ± 0,09	22,20 ± 1,05	29,66 ± 0,86	37,95 ± 0,40	41,07 ± 0,42	49,56 ± 0,59	101,35 ± 0,66	185,68 ± 0,95
T-12	11,57 ± 0,10	25,22 ± 0,70	32,30 ± 0,59	39,53 ± 0,26	56,42 ± 0,42	105,48 ± 0,33	189,21 ± 0,10	251,53 ± 0,35

Çizelge 2 Zeytin yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıkta 30 gün boyunca 232 nm'deki özgül soğurma değerleri

Dien değerleri (K <sub>232</sub> )								
Örnek	0. gün	7. gün	12. gün	15. gün	19. gün	22. gün	26. gün	30. gün
T-1	2,18 ± 0,08	3,87 ± 0,15	4,91 ± 0,03	5,81 ± 0,04	6,69 ± 0,04	7,50 ± 0,08	13,37 ± 0,28	17,90 ± 0,01
T-2	1,97 ± 0,01	4,00 ± 0,04	4,98 ± 0,02	6,19 ± 0,11	6,83 ± 0,08	8,10 ± 0,13	13,29 ± 0,10	16,88 ± 0,27
T-3	2,14 ± 0,02	3,95 ± 0,07	4,67 ± 0,05	5,76 ± 0,02	6,44 ± 0,13	7,26 ± 0,13	8,35 ± 0,12	15,18 ± 0,09
T-4	2,11 ± 0,01	4,33 ± 0,04	5,21 ± 0,08	6,36 ± 0,03	6,75 ± 0,07	8,93 ± 0,07	9,64 ± 0,19	11,54 ± 0,37
T-5	2,36 ± 0,01	4,12 ± 0,10	4,75 ± 0,02	5,90 ± 0,02	7,58 ± 0,06	9,15 ± 0,06	14,53 ± 0,10	16,78 ± 0,14
T-6	2,18 ± 0,01	2,94 ± 0,06	3,73 ± 0,01	5,12 ± 0,04	11,76 ± 0,09	14,06 ± 0,08	19,54 ± 0,37	27,64 ± 0,33
T-7	1,96 ± 0,03	3,47 ± 0,11	4,44 ± 0,02	5,40 ± 0,03	7,01 ± 0,04	8,17 ± 0,04	12,47 ± 0,21	17,19 ± 0,16
T-8	2,17 ± 0,01	3,28 ± 0,00	4,33 ± 0,04	5,20 ± 0,06	5,50 ± 0,07	6,29 ± 0,06	8,40 ± 0,21	12,98 ± 0,16
T-9	1,28 ± 0,03	2,30 ± 0,06	3,35 ± 0,11	4,34 ± 0,07	5,90 ± 0,00	7,21 ± 0,23	11,55 ± 0,17	14,22 ± 0,09
T-10	1,22 ± 0,01	3,65 ± 0,10	4,32 ± 0,09	6,27 ± 0,06	8,21 ± 0,06	9,43 ± 0,06	11,47 ± 0,10	11,75 ± 0,11
T-11	1,43 ± 0,03	3,55 ± 0,07	4,50 ± 0,11	5,19 ± 0,02	6,59 ± 0,14	7,83 ± 0,10	13,46 ± 0,06	13,85 ± 0,07
T-12	1,91 ± 0,01	3,51 ± 0,13	4,31 ± 0,13	5,20 ± 0,04	7,45 ± 0,07	9,18 ± 0,04	16,52 ± 0,28	20,44 ± 0,09



Çizelge 3 Zeytin yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıkta 30 gün boyunca 270 nm'deki özgül soğurma değerleri

Trien değerleri (K <sub>270</sub> )								
Örnek	0. gün	7. gün	12. gün	15. gün	19. gün	22. gün	26. gün	30. gün
T-1	0,12 ± 0,00	0,23 ± 0,00	0,31 ± 0,02	0,38 ± 0,01	0,46 ± 0,01	0,48 ± 0,00	0,61 ± 0,01	0,78 ± 0,01
T-2	0,16 ± 0,00	0,30 ± 0,00	0,40 ± 0,01	0,44 ± 0,01	0,52 ± 0,01	0,58 ± 0,01	0,69 ± 0,01	0,94 ± 0,02
T-3	0,06 ± 0,00	0,25 ± 0,01	0,32 ± 0,00	0,37 ± 0,00	0,44 ± 0,01	0,50 ± 0,01	0,55 ± 0,01	0,69 ± 0,01
T-4	0,21 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,35 ± 0,00	0,39 ± 0,01	0,52 ± 0,00	0,53 ± 0,00	0,60 ± 0,01	0,90 ± 0,01
T-5	0,11 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,31 ± 0,01	0,38 ± 0,01	0,42 ± 0,00	0,66 ± 0,01	1,07 ± 0,01
T-6	0,10 ± 0,00	0,19 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,31 ± 0,00	0,44 ± 0,00	0,67 ± 0,01	0,84 ± 0,01	1,52 ± 0,00
T-7	0,10 ± 0,01	0,19 ± 0,00	0,26 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,55 ± 0,01	0,84 ± 0,01	1,33 ± 0,02
T-8	0,11 ± 0,00	0,16 ± 0,00	0,23 ± 0,00	0,26 ± 0,00	0,34 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,45 ± 0,01	0,63 ± 0,01
T-9	0,09 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,28 ± 0,00	0,34 ± 0,01	0,39 ± 0,01	0,57 ± 0,01	0,88 ± 0,01
T-10	0,11 ± 0,00	0,19 ± 0,00	0,24 ± 0,01	0,27 ± 0,00	0,34 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,47 ± 0,00	0,52 ± 0,01
T-11	0,12 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,26 ± 0,01	0,28 ± 0,00	0,38 ± 0,00	0,45 ± 0,00	0,59 ± 0,01	0,90 ± 0,01
T-12	0,09 ± 0,00	0,19 ± 0,00	0,24 ± 0,01	0,28 ± 0,00	0,36 ± 0,00	0,52 ± 0,01	0,89 ± 0,01	1,37 ± 0,01

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muhammet KARAKUŞ  
Doğum Yeri : Çubuk/ANKARA  
Doğum Tarihi : 09.09.1981  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu(Kurum ve Yıl)

Lise : Çankırı Fen Lisesi (2000)  
Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği  
Bölümü (2005)  
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği  
Ana Bilim Dalı (2006-2008).

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Wendy`s International Inc. Bamco LLC. in Phillipsburg / New Jersey/  
AMERİKA (Haziran 2004-Eylül 2004).

WAL-MART Trexlertown Supercenter Inc. (Food Market) in Allentown  
Pennsylvania / AMERİKA (Haziran 2004-Eylül 2004).

Uzungil Şekerleme ve Gıda San. Ltd. Şti.(2005-2006).

Çatak Gıda Nak. Dağ. Taah. San.Tic. Ltd. Şti.(2007-2008).