

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatma Begüm GÖKKAYA

**ADANA’NIN ÇUKUROVA İLÇESİ’NDE ÜRETİLEN ZEYTİNYAĞLARININ
KALİTE KRİTERLERİ VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ İLE OKSİDASYON
VE TERMAL STABİLİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2016

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ADANA'NIN ÇUKUROVA İLÇESİ'NDE ÜRETİLEN
ZEYTİNYAĞLARININ KALİTE KRİTERLERİ VE DUYUSAL
ÖZELLİKLERİ İLE OKSİDASYON VE TERMAL STABİLİTELERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Fatma Begüm GÖKKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 15/06/2016 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ MUTLU
DANIŞMAN

Prof. Dr. Serkan SELLİ
ÜYE

Yrd. Doç. Dr. Sinan ÇOLAKOĞLU
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No :

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından
Desteklenmiştir.**

Proje No: FYL-2014-2839

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ADANA'NIN ÇUKUROVA İLÇESİ'NDE ÜRETİLEN
ZEYTİNYAĞLARININ KALİTE KRİTERLERİ VE DUYUSAL
ÖZELLİKLERİ İLE OKSİDASYON VE TERMAL STABİLİTELERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Fatma Begüm GÖKKAYA

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ MUTLU
Yıl : 2016 Sayfa : 51
Jüri : Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ MUTLU
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Yrd. Doç. Dr. Sinan ÇOLAKOĞLU

Hasat zamanı, zeytinyağında kalite ve oksidatif stabiliteyi etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Bu çalışmada, Adana'nın Çukurova ilçesinde faaliyet gösteren İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄ işletmesinden 20 Eylül, 20 Ekim, 20 Kasım 2014 tarihlerinde olmak üzere eylül, ekim ve kasım hasat döneminde ürettiği zeytinyağlarının kimyasal ve duyusal kalite kriterleri (TGK, 2014) ile oksidatif ve termal stabiliteyi araştırılmıştır. Kalite kriterleri bakımından İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄ işletmelerinin ürettiği zeytinyağlarının ham zeytinyağı kalitesinde olduğu bulunmuştur. Zeytinyağlarının tokoferol, fenol içeriklerinin, renk (L*, a*, b*, klorofil, karetonoid) değerlerinin hasat zamanına bağlı olarak azaldığı bulunmuştur. Duyusal kriterler bakımından farklı işletmelerin ürettiği yağların natürel birinci zeytinyağı sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Yağların oksidasyon direncinin sıcaklığa (63⁰C ve 98⁰C) ve hasat zamanına bağlı olarak azaldığı bulunmuştur. Kızartma işlemi ile zeytinyağlarının termal stabilitesinin önemli ölçüde azaldığı, polar madde artışında hasat zamanının önemli rol oynadığı bulunmuştur. İ₃ ve İ₁ işletmelerinin iyi kaliteli, oksidatif ve termal stabilitesi yüksek yağları ekim ayında ürettiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Adana'nın Çukurova ilçesinde hasadın ekim ayında yapılması ile kaliteli zeytinyağlarının üretimi sağlanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Hasat zamanı, Zeytinyağı, Kalite, Oksidasyon, Kızartma

ABSTRACT

MSc THESIS

QUALITY CRITERIA, SENSORY PROPERTIES, OXIDATIVE AND THERMAL STABILITY OF OLIVE OILS PRODUCED IN CUKUROVA REGION OF ADANA

Fatma Begüm GÖKKAYA

**CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING**

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Türkan KEÇELİ MUTLU
Year : 2016, Pages : 51
Jury : Asst. Prof. Dr. Türkan KEÇELİ MUTLU
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Asst. Prof. Dr. Sinan ÇOLAKOĞLU

Harvest time plays a key role in the quality and oxidative stability of olive oils. Olive oils were collected from olive oil mills (İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄) in Adana, Cukurova region, Turkey in september, october and november at 2014. The chemical and sensory quality criteria of olive oils were established by Turkish Food Codex, Regulations for Olive and Olive Pomace oil (TFC, 2014). According to quality criteria values the oils obtained from 4 different plants at 3 different harvest time were were fell in the category of raw olive oil quality. It was found that harvest time decreased the chlorophyl, carotenoid, L*, a*, b* and tocopherol contents of virgin olive oils. Olive oils produced by different plants were fell in the category of virgin olive oil quality according to sensory quality. Oxidative stability of olive oils produced by different olive oil plants were decreased depending on harvest time. The thermal stability of olive oils were reduced by frying process and harvest time and plants played and important role on the increase of total polar compounds and fried olive oil quality. İ₃ and İ₁ olive oil plants seemed to be producing good quality olive oils which have high quality, with good sensory properties, and good oxidative and termal stability in October. It was concluded harvest should be completed by October in Cukurova region of Adana in order to produce olive oils with high quality.

Keywords: Harvest Time, Olive oil, Quality, Oxidation, Frying

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitiminin boyunca, çalışmanın düzenlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesinde katkılarıyla beni yönlendiren, bana yol gösteren ve destekleyen, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ MUTLU' ya teşekkürlerimi sunarım.

Tezimi jüri üyesi olarak değerlendiren değerli hocalarım, sayın Prof. Dr. Serkan SELLİ ve Yrd. Doç. Dr. Sinan ÇOLAKOĞLU'na teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında yardımını benden esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ'a ve değerli arkadaşlarım Buket ERDİNÇ ve Yıldız ERDİNÇ' e teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerinden dolayı Ç.Ü Araştırma Fonu ve Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1. Zeytinyağının Kalite Kriterleri.....	3
2.2. Zeytinyağının Duyusal Kalite Kriterleri	8
2.3. Kızartma İşleminin Zeytinyağı Kalitesine Etkisi	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal	13
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Serbest Yağ Asitliği Tayini	13
3.2.2. Peroksit Değeri Tayini	14
3.2.3. UV Işığında Özgül Soğurma Değerleri Tayini	14
3.2.4. Malonaldehit Değeri Tayini	15
3.2.5. Toplam Tokoferol Miktarı Tayini	15
3.2.6. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini.....	16
3.2.7. Antioksidan Aktivite Tayini.....	16
3.2.8. Toplam Klorofil ve Karotenoid Miktarı Tayini	17
3.2.9. Renk Profili Tayini (L*,a*,b*).....	17
3.2.10. Duyusal Kalite Kriterleri.....	17
3.2.11. Zeytinyağında Schall Fırın Yöntemi İle Oksidatif Direnç Testi	20
3.2.12. Zeytinyağında Kızartma Yöntemiyle Termal Direnç Testi.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1. Zeytinyağlarının Kalite Kriterleri.....	21

4.2. Zeytinyağlarının Renk Profili.....	23
4.3. Zeytinyağlarının Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Aktivite Değerleri.....	25
4.4. Zeytinyağlarının Duyusal Kalite Kriterleri	27
4.5. Zeytinyağlarının Oksidasyon Direnci	31
4.6. Kızartılmış Zeytinyağlarının Toplam Polar Madde Miktarı	33
4.7. Kızartılmış Zeytinyağlarının Kalite Kriterleri.....	34
4.8. Kızartılmımlmış Zeytinyağlarının Renk Profili	36
4.9. Kızartılmış Zeytinyağlarının Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Aktivite Değerleri.....	37
5. SONUÇLAR	41
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 4.1. Zeytinyağlarının kalite kriterleri	21
Çizelge 4.2. Zeytinyağlarının renk profili	23
Çizelge 4.3. Zeytinyağlarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivite değerleri	25
Çizelge 4.4. Zeytinyağlarının duyu kalite kriterleri	28
Çizelge 4.5. Zeytinyağlarının oksidasyon direnci	32
Çizelge 4.6. Kızartılmış zeytinyağlarının polar madde miktarları	34
Çizelge 4.7. Kızartılmış zeytinyağlarının kalite kriterleri	35
Çizelge 4.8. Kızartılmış zeytinyağlarının renk profili	36
Çizelge 4.9. Kızartılmış zeytinyağlarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivite değerleri	38



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Zeytinyağlarının duyuşal değerlendirme formu	19
Şekil 4.1. Zeytinyağlarının eylül ayı örümcek ağı profili	29
Şekil 4.2. Zeytinyağlarının ekim ayı örümcek ağı profili	30
Şekil 4.3. Zeytinyağlarının kasım ayı örümcek ağı profili	30





1. GİRİŞ

Natürel zeytinyağı, zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısı ortamında, sadece yıkama, dekantasyon, santrüfuj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen, kendi kategorisindeki ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini taşıyan yağları ifade eder (TGK, 2010).

Zeytinyağı doğal olarak tüketilebilen ve bileşiminde bulundurduğu insan sağlığı için faydalı ve fonksiyonel bileşenler (yağ asitleri, fenolik maddeler, antioksidan maddeler, v.b.) açısından diğer bitkisel yağlardan üstün rafine edilmeden kullanılabilen bir yağdır. İyi kalitede bir zeytinyağı elde edilmesinde zeytin ağacının yetiştirildiği bölge, zeytin çeşidi, iklim ve yıllık seyri, meyvelerin hasat edildiği dönem, hasat şekli, meyvelerin işlenecek oldukları yere taşınması, yağ işleme yöntemi, uygulanan yöntemin parametreleri gibi birçok faktör etkilidir. Hasat zamanının, çeşidin ve bölgenin zeytinyağı kalitesine etkisi daha çok minör bileşenler üzerinden olmaktadır. Yağ asitleri, fenolik maddeler, steroller, uçucu bileşenler, hidrokarbonlar, tokoferoller, renk maddeleri gibi zeytinyağı yapısındaki bütün bileşenler yağın elde edildiği çeşit, meyvenin yetiştiği bölge ve meyvenin hasat edildiği dönemden olumlu ya da olumsuz etkilenmektedir (Yavuz, 2008).

Hasat zamanı öncelikle meyvedeki yağ oranını etkilemektedir (Salvador ve ark., 2002). Zeytin tanesinin en uygun hasat zamanını belirlemek için geliştirilen yöntemlerden en çok kullanılan ve en pratik olanı olgunluk derecesi yöntemidir. Elde edilen olgunluk derecesi; zeytin cinsine, coğrafik şartlara ve iklim koşullarına bağlı olup 4 ile 6 civarında olduğu zamanın en uygun hasat zamanı olduğu kabul edilmektedir. Ancak her bölgede yapılacak laboratuvar deneyleri ile hem yağ miktarı hem de yağ kalitesi dikkate alınarak doğru olgunluk derecesinin belirlenmesi gerekmektedir (Göğüş ve ark., 2009). Son yıllarda doğru zamanda hasat edilmiş yağ asitliği ve peroksit değerleri düşük, raf ömrü daha uzun yüksek kalitede zeytinyağlarına ilgi artmıştır ve bu zeytinyağlarının pazar değerleri daha yüksektir. Çeşidin yağlık işlemeye uygunluğu, meyvelerin doğru zamanda ve doğru yöntemlerle hasat edilmesi kalite ile yakından ilgilidir. Kaliteye etki eden bu

özellikler, kriterlerine uygun belirlenmediği takdirde, sağlık açısından oldukça fonksiyonel olduğu düşünülen zeytinyağının natürel haliyle tüketilebilme özelliğini yitirmesi söz konusudur (Yavuz, 2008).

Kaliteli zeytinyağına olan talep; hem yağın sağlık yönünden hem de yağın kendine özgü duyuşal özelliklerinden dolayı gittikçe artmaktadır. Zeytinyağının kalitesine etki eden birçok teknik, ekonomik ve ekolojik şartların olduğu bilinmektedir. Tarımsal üretim aşamasında toprak yapısı, arazi konumu, iklim, sulama, ilaçlama, özellikle hasat zamanı ve tekniğı gibi konular başta olmak üzere, ürünün depolanması, taşınması ve uygulanan işlem teknolojisi ve hatta ambalajlama ve tüketim aşamalarına kadar uzanan zincirdeki mevcut koşullar farklı düzeylerde kaliteyi etkilemektedir (Skevin ve ark., 2003).

Zeytinyağı sektöründe büyük çoğunluğunu klasik sistemle üretim yapan, küçük ölçekli ve dağınik olarak yaklaşık 745 adet zeytinyağı üretimi yapan (yağhaneler hariç) işletme bulunmaktadır. Adana ilinde 15 adet zeytinyağı işletmesi faaliyet göstermektedir (Anonim, 2016).

Bu araştırmanın amacı, Adana'nın Çukurova ilçesinde zeytinyağı üretimi yapan 4 farklı işletmeden (İ₁, İ₂, İ₃, İ₄) eylül, ekim, kasım aylarında ürettiğı zeytinyağlarının kimyasal ve duyuşal kalite kriterleri ile oksidatif ve termal dirençlerini belirleyerek kalite özelliklerinin Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliğı'nde belirtilen kriterlere uygunluğunun saptanmasıdır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Zeytinyağının Kalite Kriterleri

Olgunluk, hasat zamanının belirlenmesinde en önemli parametredir. Hasat zamanı öncelikle meyvedeki yağ oranını etkilemektedir. Genellikle hasat zamanı ilerledikçe meyve uygun olgunluğa erişinceye kadar yapıdaki yağ sentezi reaksiyonları devam etmektedir ve yağ miktarı artmakta ve tokoferol gibi antioksidanlar azalmaktadır (Gimeno ve ark., 2002; Salvador ve ark., 2002).

Olgunlaşma derecesinin Arbequina, Farga ve Morrut çeşitlerinde meyve ve yağdaki fenolik madde bileşenleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Arbequina çeşidi toplam fenolik madde miktarı bakımından düzensizlik gösterdiği bulunmuş, başlangıç miktarı göz önüne alındığında olgunlaşmayla birlikte azaldığı, α -tokoferol miktarı ve oksidatif stabilite de olgunlaşmayla birlikte miktarı azaldığı bulunmuştur. Farga çeşidi için toplam fenolik, α -tokoferol ve oksidatif stabilite olgunlaşmayla birlikte azalırken, Morrut çeşidinde ise Arbequina çeşidinde olduğu gibi toplam fenolik madde miktarı bazı dönemlerde artış bazı dönemlerde azalış göstermiştir. Araştırmacılar, olgunlaşmanın ileriki safhalarında yağ verimi artarken, yağların antioksidan özelliklerini oluşturan α -tokoferol ve fenolik madde miktarlarının azaldığını belirtmişlerdir (Morello ve ark., 2004).

Zeytin meyvesinin olgunlaşma derecesinin Nostrana di Brisighella çeşidinden elde edilen yağlarda oksidatif stabilite, DPPH radikal süpürme testi, fenolik bileşiklerin kalitatif ve kantitatif analizleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir yapılan çalışmada, İtalya'nın Emilia-Romagna bölgesinde yetişen Nostrana di Brisighella zeytin çeşidi dört farklı zamanda hasat edilmiş ve zeytinlerin olgunlaşma derecesinin 2,5 ve 3,5 aralığında en yüksek yağ verimine sahip olduğu, yağların kimyasal ve fiziksel özelliklerinde standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaşma derecesi ile serbest asitlik, K₂₃₂, K₂₇₀, Δ -E ve peroksit değerleri arasında pozitif korelasyon, toplam fenolik madde, o-difenol içeriği, oksidatif stabilite indeksi, antiradikal aktivite, oleik asit/linoleik asit oranı arasında negatif korelasyon olduğu bildirilmiştir (Rotondi ve ark., 2004).

Kalua ve ark. (2005), 6 farklı zeytin çeşidini, dört ayrı olgunlaşma periyodunda toplayarak meyve ve yağ özelliklerinin uçucu ve fenolik bileşenleri bakımından ayrımını gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, çeşit ile olgunlaşma derecesinin uçucu ve fenolik bileşenlerin değişkenliği üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Meyve olgunlaşma sürecinin Hojiblanca çeşidine ait natürel sızma zeytinyağlarındaki doğal antioksidan içeriği üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, 3 hasat yılında meydana gelen mevsimsel değişimler incelenmiştir. Antioksidanlar ve bununla ilişkili parametrelerin meyve olgunlaştıkça azaldığı bildirilmiştir. Toplam tokoferol olgunlaşma boyunca azalmasına rağmen γ -tokoferol artmıştır. Klorofil içeriği olgunlaşma boyunca azalmıştır. Karotenoid içeriği de yıllara göre önemli derecede farklılık göstermiştir. Yağışın az olduğu yıllarda pigmentlerin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yağın oksidatif stabilitesi üzerinde yıllar arasındaki farklılıkların önemli derecede olduğu ve kurak yıllarda daha yüksek değerler elde edildiği bildirilmiştir. Üç hasat sezonunda da olgunlaşma derecesi arttıkça toplam fenolik madde içeriğinin azaldığı bulunmuş, toplam fenolik madde içeriğindeki başlıca varyasyon kaynağının olgunlaşma derecesi olduğu tespit edilmiştir (Beltran ve ark., 2005).

Cobrançosa, Madural ve Verdeal Transmontana zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarında tokoferol, sterol ve yağ asidi bileşimi üzerine olgunlaşma derecesinin etkilerini belirleyerek, çeşitlerin bu özelliklerine göre ayrımları gerçekleştirilmiştir. Tüm çeşitlerde toplam tokoferol ve sterol miktarının olgunlaşma ile birlikte azaldığını, yağ asidi bileşiminin her çeşitte farklı olduğunu, örneğin, Cobrançosa, Madural çeşitlerinde MUFA/PUFA oranının azalırken Verdeal Transmontana çeşidinde arttığı belirtilmiştir (Matos ve ark., 2007).

Corregiolla, Mission ve Paragon zeytin çeşitlerini 6 farklı olgunluk derecesinde ardı ardına 3 yıl hasat ederek, hasat zamanının ve sulamanın yağın kalitesi ve oksidatif stabilitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Toplam polifenol içeriği çeşide göre farklılık göstermesine karşın, tüm çeşitlerde olgunlaşmayla birlikte azalırken, indüksiyon periyodu da buna paralel olarak önemli derecede azalmıştır. Yağ asidi bileşiminin de yetiştirme sezonundan etkilendiği belirlenmiştir.

Oleik asit miktarı ise olgunlaşmaya karşı sabit kalırken, yıllara göre önemli derecede farklılık göstermiş, ancak sulamadan etkilenmemiştir. Linoleik asit miktarı olgunlaşmayla birlikte artmış, linolenik asit miktarı ise azalmıştır. Sulamanın etkisi görülmezken, hasat zamanı ve yıl etkisi önemli derecede etkili bulunmuştur. Klorofil miktarının da olgunlaşmayla birlikte azaldığı belirlenmiştir (Ayton ve ark., 2007).

Meyve olgunluk derecesi ve hasat yılının 7 adet yabancı zeytinden elde edilen sızma zeytinyağının kimyasal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Hasat yılının yağın kalite özellikleri üzerine etkisinin düşük, olgunluk derecesinin ise çok etkili olduğu bildirilmiştir. Olgunlaşma arttıkça % yağ miktarı ve asitlik doğru orantılı olarak artarken; peroksit değeri, toplam klorofil ve karotenoid, UV özgül absorbans, toplam fenolik madde, o-difenol ve oksidatif stabilite değerlerinin azaldığı belirtilmiştir (Baccouri ve ark., 2007).

Balikesir ili Edremit Körfezi'nde yetiştirilen Ayvalık, Domat ve Gemlik zeytin çeşitlerinin meyve yağları ile ilgili araştırmada, çeşitlerin olgunlaşma süresinde meyve örneklerinde toplam 20 adet, zeytinyağlarında ise toplam 11 adet fenolik bileşik tespit edilmiştir. Olgunlaşmayla birlikte meyvelerde yağ oranının arttığını, yağlarda oleik asit miktarının azaldığını ve linoleik asit miktarının arttığını bildirmiştir. Tokoferol bileşenlerinden ise α -tokoferol miktarı olgunlaşma boyunca Ayvalık çeşidinde düzenli bir şekilde azaldığını, Domat ve Gemlik çeşidinde ise değişkenlik olduğu saptanmıştır. Yağ asidi bileşimi bakımından olgunlaşmayla birlikte fazlaca bir değişme olmadığını, oleik asidin linoleik asitle ters orantılı olarak azaldığını bildirmişlerdir (Dağdelen ve ark., 2008).

Ayvalık, Domat ve Gemlik zeytin çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının bazı fiziksel özellikleri ile pigment miktarları üzerine hasat zamanının etkisi araştırılmıştır. Araştırmacılar, genellikle tüm çeşitlerde olgunlaşma arttıkça K_{232} , K_{270} , toplam karotenoid, toplam klorofil ve feofitin a değerlerinin azaldığını, fakat kırılma indisi değerlerinin değişmediğini belirtmişlerdir. Hasat zamanı ile K_{270} , toplam karotenoid, toplam klorofil ve feofitin a değerleri arasındaki negatif korelasyonun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Özkan ve ark., 2008).

Tunus'a ait zeytin çeşitleri beş farklı olgunluk periyodunda hasat edilmiş ve elde edilen zeytinyağlarında kalite kriterlerin, major ve diğer bileşenler ile oksidatif direncin olgunlaşma sürecinden nasıl etkilendiği belirlenmiştir. Tüm çeşitler için de olgunlaşma indeksi arttıkça serbest asitliğin arttığı, klorofil ve karotenoid miktarı, peroksit değeri ve 232 ve 270 nm'de UV absorbans değerlerinin ise azaldığı bulunmuştur. Palmitik ve oleik asit miktarları olgunlaşmayla birlikte azaldığı, linoleik asit miktarının arttığı, dolayısıyla MUFA/PUFA oranının da azaldığı bildirilmiştir. Tüm çeşitlerde α -tokoferol miktarının olgunlaşma boyunca belirgin şekilde azaldığı fakat β ve γ - tokoferol miktarının aynı durumu göstermediği belirtilmiştir. Oksidatif stabilite ve toplam fenolik konsantrasyonu arasında pozitif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir. Fenolik madde miktarı, olgunlaşma derecesinin 3. ve 4. dönemine kadar artmış, daha sonra azalmıştır. Oksidatif stabilite değerleri ise olgunlaşma derecesinin 3,5- 4,1 olduğu döneme kadar artmış sonrasında azalmıştır (Baccouri ve ark., 2008).

Tunus'un üç farklı bölgesinden toplanan Chemlali zeytin çeşidinin olgunlaşma arttıkça toplam klorofil miktarının giderek azaldığını ve bölgenin de bunda etkili olduğu belirtilmiştir. Toplam tokoferol içeriğinin de olgunlaşmadan etkilenerek düzenli şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Olgunlaşma boyunca toplam alifatik alkol miktarında azalma olduğu bulunmuş, toplam sterol miktarı hem olgunluk derecesine hem de bölgeye göre değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Lazzez ve ark., 2008).

Tunus'a ait Dhokar zeytin çeşidinin oleuropein içeriğinin olgunlaşma boyunca azaldığı hidrokstitirozolün ise arttığı, fenolik bileşimin ve miktarının özellikle de oleuropeinin enzimatik aktivitelerle (glukozidaz ve esteraz) etkileşim içinde olduğu tespit edilmiştir (Jemai ve ark., 2009).

Zeytin meyvesinin olgunlaşması sırasında Raman bantları ile zeytinyağının karotenoid ve fenolik miktarında meydana gelen azalma görüntülenmiştir (Lopez-Sanchez ve ark., 2010).

Yunanistan'ın güneyinde farklı bölgelerden elde edilen Koroneiki zeytin çeşidinin olgunlaşmamış ve olgunlaşmış meyvelerinden elde edilen yağlarda oksidatif direncin olgunlaşmadan etkilenmediği bulunmuştur. Toplam fenolik madde,

o-difenol, basit fenoller (hidroksitirozol ve tirozol) miktarında artış olduğu tespit edilmiştir (Varzakas ve ark., 2010).

Hasat zamanı ve olgunluk indeksinin zeytinyağı üzerindeki kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Saorini ve Barnea çeşitlerinin hasat zamanı ne olursa olsun olgunlaşma indeksiyle toplam fenolik bileşik miktarı arasında negatif bir korelasyon olduğu bulunmuştur. Sauri çeşidinden üretilen zeytinyağlarının serbest yağ asidi miktarı olgunluk indeksi ile doğru orantılı olarak arttığı bulunmuştur (Dag ve ark., 2011).

Türkiye Hatay Bölgesindeki yağ çeşitlerinin toplam fenolik bileşik miktarının 64,09 ve 320,66 mg gallik asid/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yağlarda toplam fenolik bileşikler genellikle hasat zamanı boyunca azalırken, Saurani ve Haşebi çeşitleri ikinci hasat zamanında toplam fenolik bileşikleri miktarı en fazla olduğu bulunmuştur. Yağlardaki fenolik maddeler ikinci hasat zamanında en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Saurani ve Haşebi çeşidi zeytinyağlarında antioksidan aktivitesinde üç farklı hasat boyunca değişiklik olmadığı bulunmuştur. Diğer çeşitlerde antioksidan aktivitesi değişimi en son hasat zamanında yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Arslan ve Schreiner, 2012).

Farklı olgunlaşma dönemlerinde Ayvalık, Domat ve Gemlik zeytinlerinin yağlarının fenolik bileşikleri araştırılmıştır. Gemlik zeytininde her olgunlaşma döneminde gallik asit, p-kumarik asit, sinapinik ve apigenin asitler saptanmıştır. Ayvalık zeytininde hidroksitirozol, rutin, oleuropein, luteolin, tirozol, vanilik asit ve gallik asit içeriği tüm olgunlaşma sürelerinde belirlenmiştir. Zeytinyağlarındaki luteolin içerikleri 0,12-2,28 mg/kg arasındaki değişmektedir. Yağlarda siringik, p-kumarik, klorojenik ve ferulik asit içeriğinin düşük olduğu bulunmuştur. Yağların vanilik asit içerikleri 0,08-2,38 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Dağdelen ve ark., 2013).

Beş farklı hasat zamanı boyunca Memecik ve Edremit çeşitleri üzerinde zeytin özelliklerinin ve zeytinyağında oksidatif stabilite, fenolik ve kimyasal değişimlerinin değişimi üzerinde yapılan çalışmada, oleik asit, triolein, β -sitosterol, oleuropein, hydroxytrosol ve tyrosol'un, pigmentler, tokoferoller, MUFA/PUFA oranı, trigliserit ve sterollerin zeytin ve zeytinyağındaki miktarlarının hasat zamanı

boyunca farklılıklar gösterdiğini bulmuşlardır. Zeytinyağının serbest yağ asitliği çeşide ve olgunluğa bağlı bulunurken, hasat zamanı boyunca peroksit değeri, konjuge dien ve trien miktarları arasında çok küçük farklılıklar bulunmuştur (Yorulmaz ve ark., 2013).

Olgunlaşma aşamasının ve malaksiyon zamanının Hojiblanca and Picual cinsi zeytinyağlarının kalite kriterleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri olgunlaşma aşamasına ve malaksiyon zamanına göre istatistiksel olarak fark olmadığı bulunmuştur. Her iki çeşidin oksidasyon direnci olgunlaşma boyunca azalmıştır. Tokoferol miktarı meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte % 40 oranında azalmıştır. Malaksiyon zamanı arttıkça serbest yağ asitliği ve tokoferol miktarları artarken, oksidatif direnç ve fenol bileşikleri konsantrasyonuna negatif etkisinin olduğu bulunmuştur (Jiménez ve ark.,2014).

2.2. Zeytinyağının Duyusal Kalite Kriterleri

2001-2003 yıllarında hasat edilen Leccino ve Frantoio çeşitlerinden elde edilen organik ve konveksiyonel tarımla elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının besinsel değerlerini, kalite parametrelerini ve uçucu bileşikleri belirlenmiştir. Konveksiyonel tarım ile elde edilen Leccino çeşidinde yağ daha fazla; çiçeksi, meyvemsi ve çimensi aromalarca zengin olduğu bulunmuştur. Konveksiyonel tarım ile elde edilen Leccino çeşidinde yağın tadında organik yağın tadından az miktarda fazla acımsılık ve yakıcılık olduğu bulunmuştur. Organik Frantoio çeşidinde yağda konveksiyonel yağa göre daha az yakıcı olduğu tespit edilmiştir (Ninfali ve ark. , 2008).

Buzo ve Cerra çeşitlerinden filtre edilerek ve filtre edilmeden elde edilen zeytinyağlarının duyusal özelliklerin incelendiği bir çalışmada, filtre edilmiş Cerra zeytinyağında filtre edilmemiş Cerra zeytinyağına göre toplam aldehit konsantrasyonu arttığından, elma ve çimensilik özelliği küçük miktarda da olsa arttığı bulunmuştur. Filtre edilmiş Buzo zeytinyağında tat özelliğine etki eden alkol bileşiklerinden hekzanol, Z-2-penten-1-ol ve Z-3-hekzen-1-ol yüksek olduğundan, elma ve çimensilik tadının arttığı belirtilmiştir (Bubola ve ark., 2012).

Chemlai ve Cıratina çeşidinin, ekstraksiyon sisteminin, depolama koşullarının, ambalajın cinsinin ve sıcaklığın kalite kriterlerine ve duyuşal özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, depolama süresi arttıka olumlu duyuşal özelliklerin (meyvemsilik,yalıcılık ve keskin tad) azaldığı, negatif duyuşal özelliklerin ise arttığı bulunmuştur. Metalik ambalajlarda depolanan zeytinyağı yakıcılık özelliğini muhafaza ederken, cam kavanozlarda daha fazla ransit özellik olduğu bulunmuştur. Küflü özelliğin siyah depolanan şişelere göre, metalik ve beyaz şişelerde depolanan zeytinyağlarında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, küflü özelliğin baskılı preslerde sıkılan zeytinyağlarında daha fazla olduğu bulunmuştur. K_{232} ve K_{270} değerlerinin depolama süresine ve ambalaja göre değiştiği, serbest asitliğin ve peroksit değerinin ekstraksiyon sistemine göre değiştiği, α - tokoferolün ambalaj metaryalinden, β -tokoferolün ise depolama süresinden etkilendiği bulunmuştur (Ben-Hassine ve ark., 2013)

2.3. Kızartma İşleminin Zeytinyağı Kalitesine Etkisi

Kızartma işleminin natürel 1. zeytinyağının antioksidan kapasitesi ve fenolik kompozisyondaki değişimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ilk altı kızartma işleminin sonunda yağın DPPH radikalini süpürme gücünü hızlı bir şekilde düştüğünü belirtmişlerdir. Diğer bir yandan, fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri düştüğü zaman, oksitlenmiş triağilgliserol monomerleri, dimerik TG'lar, ve polimerize olmuş TG'ların altıncı kızartma işleminin sonunda hızlı yükseldiği tespit etmişlerdir (Gomez-Alonso ve ark., 2003).

Picial ve Arbequia cinsi natürel sızma zeytinyağının sıcaklık dayanımı üzerine yapılan bir çalışmada, her iki zeytinyağın K_{232} ve K_{270} ölçümleri sıcaklık boyunca arttığını, bu artışın Arbequia cinsi zeytinyağında daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Peroksit değerinde 2 saat sonra düşüş olurken, K_{270} değeri önemli bir şekilde yükselmiştir. Bunun sebebi peroksitlerin, aldehit ve ketonlara dönüşmesi şeklinde açıklanmıştır. 180°C sıcaklıkta, her iki yağ için antioksidan sistemi yok olması beklenildiğinden oksidatif direncin düşüşü, Arbequia cinsi yağda daha fazla

olmuştur. Toplam fenol bileşik miktarındaki düşüşün ise Picual cinsi zeytinyağında daha fazla olduğu belirtilmiştir (Allouche ve ark., 2007).

Zeytinyağına %5 oranında aromatik bitkileri ilave ederek yağların sıcaklığa dayanıklılıklarını ve fizikokimyasal özellikler üzerindeki etkilerin incelendiği bir çalışmada, tüketicilerin aromatik bitkiyle tatlandırılmış zeytinyağlarını natürel sızma zeytinyağına göre daha çok beğendikleri tespit edilmiştir. Aromatik bitki eklenmesinin, serbest yağ asitliği ve yağın viskozitesini az miktarda yükselttiği saptanmıştır. L*, a*, b* değerine, kekik baharatı eklenmiş zeytinyağında daha olumlu etki ettiği bulunmuştur. Sıcaklık etkisiyle oksidasyona karşı sırasıyla biberiye, kekik ve limon eklenmiş zeytinyağlarının etkili olduğu bulunmuştur. Reyhan eklenmiş zeytinyağının termal oksidasyon davranışlarının ise natürel sızma zeytinyağı ile aynı olduğu bulunmuştur (Ayadi ve ark., 2009).

Abruzzo bölgesinden elde edilen 15 adet natürel birinci kalitedeki zeytinyağlarının karakteristik tat ve kokusuna neden olan uçucu bileşiklerin oranlarının ve her bir yağın 60 dakika kızartıldıktan sonraki değişimleri belirlenmiştir. Kızartma boyunca oleik asit içeriği ve akrolein ve krotonal gibi toksik uçucu bileşikler arasında ters korelasyon olduğu bulunmuştur. Hatta bu bileşenlerin klorofil, karotenoid ve feofitin gibi pigmentlerin bazı aldehitlerin oluşmasını engellediği bulunmuştur (Procida ve ark. 2009).

Natürel sızma zeytinyağı, aynı monokültürden farklı yıllarda elde edilen natürel birinci zeytinyağları, natürel birinci zeytinyağı ile rafine zeytinyağın karışımından oluşan ticari zeytinyağı ve rafine edilmiş ayçiçek yağlarının toplam polar bileşik değerlerinin yasal sınırı olan % 25'e kadar kızartıldıktan sonra yağların stabiliteyi üzerine yaptığı etkinin araştırıldığı bir çalışmada, natürel sızma zeytinyağının daha dayanıklı olduğu bulunmuştur. Bitkisel yağlarda çok miktarda E vitamini bulunmasına karşın fenolik bileşikler gibi önemli biyoaktif bileşiklerin az olması oksidasyonun hızının artmasına neden olduğunu belirtmişlerdir (Casal ve ark., 2010).

Farhoosh ve ark. (2012), 16 çeşit yağın 180°C ve 16 saat kızartma işlemi sonrası polar, konjuge dien ve karbonil değerleri incelenmiş; polar madde % 6,8, konjuge dien ölçümü 7 mmol/L ve karbonil değeri 11,7 µmol/g'dan 16 saat süre

sonunda sırasıyla % 30,1, 29,3 mmol/L ve 58,1 $\mu\text{mol/g}$ 'a yükselmiştir. Polar madde limit değeri olan % 24 ve % 27'de ölçülen konjuge dien değeri 24,5 ve 27,4 mmol/L, karbonil bileşik değeri 45,1 ve 51,0 $\mu\text{mol/g}$ 'dır.

İspanya, Brazilya, Portekiz'den elde edilen naturel sızma zeytinyağları ile rafine edilmiş soya yağı ve ayçiçek yağında 180 °C ve 75 dakika kızartma sonunda oksidatif direnç, yağ asidi ve tokoferol kompozisyonlarındaki değişimi araştırdıkları çalışmalarında, kızartılan natürel sızma zeytinyağlarında oleik ve linoleik asit miktarlarının azaldığı, serbest yağ asitlik değeri ve karbonil bileşiklerin oluşumunun düşük olduğu bulunmuştur. Natürel sızma zeytinyağlarının kızartma boyunca çok kararlı olduğu belirtilmiştir (Akil ve ark., 2015).

Fas'ın Picholine çeşidinden elde edilen rafine ve natürel sızma zeytinyağlarının sıcaklığın kimyasal parametreler ve oksidatif direnç üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, serbest yağ asitliği değerinin natürel sızma zeytinyağında % 0,64'ten 0,82'ye, rafine zeytinyağında % 0,07'den 0,24'e yükseldiğini bildirmişlerdir. Peroksit değeri naturel sızma zeytinyağında 2,3'ten 32,4 meq O₂/ kg'a, rafine zeytinyağında 0,6'dan 375,1 meq O₂/ kg'a yükselmiştir. Her iki yağın K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri artmıştır. Rafine zeytinyağının K₂₇₀ değerlerindeki artışın natürel sızma zeytinyağına göre fazla olmasının sebebi trien ve tetraenlerin artışından kaynaklanmaktadır. Her iki yağda toplam tokoferol miktarlarının azaldığı bulunmuştur (Gharby ve ark., 2015).

Kızartma yağında toplam polar madde miktarlarında 16. saatten sonra hızlı bir şekilde artış olduğu, toplam polar madde miktarı ile asit, karbonil, peroksit, p-anisidine değerleri ve elektrik iletkenliği arasında pozitif ilişki olduğunu bulmuşlardır (Li ve ark. 2016).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu projede araştırma materyali olarak Adana ili Çukurova ilçesinde faaliyet gösteren 4 farklı işletmeden (İ₁, İ₂, İ₃, İ₄) 20 Eylül, 20 Ekim, 20 Kasım 2014 tarihlerinde olmak üzere üç farklı hasat döneminde ürettiği zeytinyağları kullanılmıştır. Numuneler 1 L, 2 paralel olarak alınmış ve Ç.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü Yağ Teknolojisi Laboratuvarı'na getirilmiştir. Zeytinyağları duysal ve kimyasal kalite kriterleri belirleninceye kadar koyu renkli cam şişelerde, içinde hava kalmayacak şekilde, -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Serbest Yağ Asitliği Tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinde serbest yağ asitliği tayini, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Analiz Metodları'na göre yapılmıştır (TGK, 2014). Çözücü karışımı içinde numunenin çözündürülmesi ile çözücü ortamına geçen serbest yağ asitlerinin etanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile titre edilmesidir. Sonuçlar % oleik asit ($M_A=282$ g/mol) cinsinden aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır:

$$\text{Serbest Yağ Asitliği (\% Oleik asit)} = \frac{282 \times V \times C}{1000 \times m} \times 100$$

Burada;

V = Analiz için harcanan etanollü potasyum hidroksit çözeltisinin hacmi (mL)

C = Etanollü potasyum hidroksit çözeltisinin derişimi (mol/L)

m = Örnek miktarı (g)

3.2.2. Peroksit Değeri Tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin peroksit değerleri, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Analiz Metodlarınınca belirlenmiştir (TGK, 2014) Peroksit değeri: tanımlanan analiz şartları altında potasyum iyodürü okside eden bir kilogram yağdaki aktif oksijenin milieşdeğer ağırlığıdır. Asetik asit-kloroform çözücü karışımı içinde çözünen numunenin potasyum iyodür çözeltisi ile muameleye tabi tutulması ve açığa çıkan serbest iyotun, ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmesidir. Sonuçlar, 1 kg yağda bulunan peroksit olarak bağlı miliekivalent oksijenin miktarı cinsinden aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır:

$$\text{Peroksit Değeri (meq O}_2\text{/kg yağ)} = \frac{1000 \times (V_K - V_T) \times C}{m}$$

Burada;

V_K = Kör deneme için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL)

V_T = Analiz için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL)

C = Sodyum tiyosülfat çözeltisinin derişimi (mol/L)

m = Örnek miktarı (g)

3.2.3. Ultraviyole ışığında özgül soğurma tayini

Zeytinyağı ve pirina yağının ultraviyole ışıkta spektrofotometrik olarak incelenmesi yöntemini tanımlamaktadır. Elde edilen sonuçlar saklama ve işleme sırasında yağda meydana gelebilecek kalite değışimlerinin göstergesidir. Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin ultraviyole ışığında özgül soğurma değerleri, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Analiz Metoduna göre, sikloheksan kullanılarak UV spektrofotometrede (UV1800, Shimadzu, Japonya) belirlenmiştir (TGK, 2014) 232 ve 270 nm dalga boylarındaki özgül soğurma (K_λ) ve 270 nm dalga boyunda aşağıda verilen formül ile belirlenmiştir:

$$K_{\lambda} = \frac{E_{\lambda}}{C \times L}$$

Burada;

K_{λ} = λ dalga boyundaki özgül soğurma

E_{λ} = λ dalga boyunda ölçülen soğurma

C = Yağ çözeltisinin konsantrasyonu (g/100 mL)

L = Kuvartz küvetin genişliği (cm)

3.2.4. Malonaldehit Değerinin Belirlenmesi

Lipit oksidasyonu; 2-Tiyobarbitürik asidin (TBA) MAD ile kalorimetrik tepkimesinin ölçme esasına dayanarak belirlenmiştir (Cengiz, 2015). Tanık çözeltiye karşı örneğin 538 nm'deki absorbansı okunmuştur. MAD standart eğrisini hazırlamak üzere 1×10^{-3} M Malonaldehit bis (diethyl asetal, % 97) standart çözeltisinden 1×10^{-8} mol/ml derişimlerinde MAD çözeltileri hazırlanmış ve bu dilüsyonların TBA ile reaksiyona girmeleri sağlanarak 538 nm'de absorbansları okunarak kalibrasyon eğrisi hazırlanmıştır. Absorbans 538 nm Schimadzu Model UV 1200 marka spektrofotometrede okunmuştur.

Hesaplamalar aşağıda verilen formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Malonaldehit (mg/kg)} = \frac{(A_{538} - 0,0088) \times 1000}{\text{örnek ağırlığı (g)}}$$

3.2.5. Toplam Tokoferol Miktarı Tayini

Tokoferolün etanol-benzen karışımında çözülen yağda FeCl_3 ve 2-2' bipiridin reaktifi ile meydana gelen reğin Schimadzu Model UV 1200 marka spektrofotometrede 520 nm dalga boyunda ölçülmesi ile belirlenmiştir (Cengiz, 2015). Hesaplamalar aşağıda verilen formüle göre yapılmıştır.

Tokoferol miktarı (mg/kg)= (E₁-E₂ / E₃-E₄) x 200

E₁: FeCl₃ ve biperidin çözeltisi katılmış,

E₂: FeCl₃ ve biperidin çözeltisi katılmamış

E₃: FeCl₃ ve biperidin çözeltisi katılmış Tokoferol standart çözeltisi

E₄: FeCl₃ve biperidin çözeltisi katılmamış Tokoferol standart çözeltisi'nin optik yoğunluğu

3.2.6. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Fenolik maddelerin zeytinyağında ekstraksiyonu metanol kullanılması ve ekstraktlar çözeltinin santrifüjlenerek ayrılması yoluyla elde edilmiştir (Murkoviç ve ark., 2004) Folin-Ciocalteu yöntemine göre spektrofotometrik olarak bu yöntem 0.2 ml zeytinyağında bulunan çözeltinin absorbansı, 1,5 saat sonra şahit çözeltiliye karşı 725 nm dalga boyunda (UV1800, Shimadzu, Japonya) ölçülmesiyle yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı, kafeik asit standardının farklı konsantrasyonları (0-100 mg/L) ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar, kafeik asit eşdeğeri olarak (mg kafeik asit/kg yağ) verilmiştir (Keçeli, 2013; Köseoğlu ve ark., 2006).

3.2.7. Antioksidan Aktivite Tayini

Zeytinyağı ekstrakte edilen örneklerinden elde edilen metanolik fenolik ekstraktların antioksidan kapasiteleri, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil radikali (DPPH*) kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir (Keçeli ve Harp, 2014). 0.1 mL metanolik ekstrakt, 3.9 mL DPPH çözeltisine (6x10⁻⁵ mol/L, metanolde) eklendikten sonra vortekste karıştırılmış ve 30 dak karanlıkta bekletilmiş ve 515 nm'de (UV1800, Shimadzu, Japonya) ölçümü yoluyla yapılmıştır. Zeytinyağlarının antioksidan aktivitesi, % DDPH* inhibisyonu olarak aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır:

$$\%DDPH^* \text{ İnhibisyonu} = \frac{(ABS_{\text{Kontrol}} - ABS_{\text{Örnek}})}{ABS_{\text{Kontrol}}} \times 100$$

3.2.8. Toplam Klorofil ve Karotenoid Miktarı Tayini

Schimadzu Model UV 1200 marka spektrofotometrede zeytinyağı içeren siklohegzan çözeltilinin klorofil içeriği 470, karotenoid içeriği de 670 nm'de ölçülmesiyle belirlenmiştir (Karabagias ve ark.,2013). Klorofil rengi feofitin mg/kg olarak, karotenoid rengi lutein mg/kg olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil (Feofitin a mg/kg)} = \frac{(A_{670} \times 106)}{(613 \times 100 \times d)}$$

$$\text{Karotenoid (Lutein mg/kg)} = \frac{(A_{470} \times 106)}{(613 \times 100 \times d)}$$

Burada;

A = 670 veya 470 nm dalga boyunda ölçülen soğurma

L =Kuvartz küvetin genişliği (cm)

3.2.9. Renk Profili Tayini (L*,a*,b*)

Zeytinyağlarının renk ölçümleri kolorimetre CIE renk ölçer cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Değerler L*, a* ve b* CIE renk sistem profili kullanılarak belirlenmiştir. L*, 0 ile 100 arasında değişen değerler (0=siyah 100=beyaz) olup yağın aydınlık değerini, a* kırmızı ve yeşilliği (+a*=kırmızı, -a*=yeşil), b* ise sarı ve maviliği (+b*=sarı, -b*=mavi) ifade etmektedir (Maskan, 2003).

3.2.10. Duyusal Kalite Kriterleri

Natürel Zeytinyağlarına Ait Duyusal Özelliklerin Tespiti, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Analiz Metotları Tebliği (TGK, 2014/53)' ne göre yapılmıştır. Duyusal değerlendirme için dört basamaklı farklı numaralarla kodlanmış

cam kaplara 15 ml 28 ± 2 °C'deki zeytinyağı örneği konularak duyuşal değerlendirmeler yapılmıştır. Zeytinyağlarının kalite kriterleri Çukurova Üniwerstesini personeli ve öğrencilerimizden oluşan 8 kişilik tadımcılar grubunca yapılmıştır. Paneldeki her bir tadımcı, tadım bardağındaki yağı, önce koklamış, daha sonra tadarak, negatif ve pozitif özelliklerin her biri için algıladığı yoğunluğu profil kağıdındaki 10 cm'lik skalaya işaretlemiştir. Meyvemsilik özelliğini ise yeşil veya olgun olarak algıladığında ilgili kutucuğu işaretlemiştir (TGK, 2014/53). Tadımcılar tarafından kullanılan duyuşal değerlendirme formu Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Duyusal Değerlendirme Formu**KUSURLARIN ALGILANMA YOĞUNLUĞU:****Kızışma/Çamurumsu tortu ***

Küflü/rutubetli /Topraksı *

Şarabımsı/sirkemsi/asidik-ekşimsi *

Islak odun (Don vuruğu)

Ransid

Diğer Negatif Özellikler**Tanımlar**Metalik Samansı/odunsu Kurtlu Kaba Salamura Isıtılmış/yanmış Kara su Hasırımsı Salatalık Makine yağı

(*) seçilmeyen kusurun üzerini çiziniz

POZİTİF ÖZELLİKLERİN ALGILANMA YOĞUNLUĞU:**Meyvemsi**yeşil olgun **Acılık**

Yakıcılık

Tadımcının adı:**tadımcının kodu:****Numune kodu:****Tarih/İmza:****Yorumlar:**

Şekil 3.1. Zeytinyağının duyuşal değerlendirme formu

3.2.11. Zeytinyağı'nda Schall Fırın Yöntemi İle Oksidatif Direnç Testi

İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄ işletmelerinin eylül, ekim ve kasım aylarında ürettiği zeytinyağlarından 50 ml alınarak etüve konulmuş ve yüksek sıcaklığa (63⁰C ve 98⁰C) maruz bırakarak yağın oksidasyona karşı direncinin tespiti peroksit değerinin ölçülmesi yoluyla yapılmıştır (Velasco ve Dobargane, 2002; Dıraman, 2007)

3.2.12. Zeytinyağında Kızartma Yöntemiyle Termal Direnç Testi

İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄ işletmelerinin eylül, ekim ve kasım aylarında üretmiş olduğu zeytinyağlarından 500 mL örnek alınarak Arçelik K2110 marka fritözde, (180 ⁰C'de) 50 gr patatesin 5 dk süre ile kızartıldığı tekrarlanan kızartma işlemine tabi tutulmuştur. Kızartma sonunda kızartılmış zeytinyağlarının kalite kriterleri belirlenmiştir.

3.2.13. Kızartılmış Zeytinyağlarının Toplam Polar Madde Miktarının Tayini

Yağdaki polar materyallerin oluşumunun tespit edilmesi amacıyla, kızartma yağlarında dielektrik sabiti değerindeki değişikliklerin ölçülmesi esasına dayanan (Testo 270, İstanbul) cihazından yararlanılmıştır. Ölçümler 100⁰C'nin üzerindeki sıcaklıklarda gerçekleştirilmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir..

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Zeytinyağlarının Kalite Kriterleri

Adana'nın Çukurova İlçesi'nde faaliyet gösteren İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄ işletmelerine ait zeytinyağlarının kimyasal, duyu kalite kriterleri ile oksidasyon ve termal dirençlerinin araştırıldığı bu çalışmada, dört farklı işletmenin eylül, ekim ve kasım aylarında ürettiği zeytinyağlarının kalite kriterleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Zeytinyağlarının kalite kriterleri

Ay	İşletme	Serbest Yağ Asitliği (%)	Peroksit		Sınıflandırma	
			Değeri (meq O ₂ / kg)	K232 K270		
Eylül	İ ₁	6,4±0,2	45,6±0,9	3,1±0,1	0,04±0,0	Ham Yağ
	İ ₂	1,8±0,0	45,7±3,3	1,7±0,1	0,15±0,1	Ham Yağ
	İ ₃	1,0±0,0	19,8±3,4	1,9±0,0	0,08±0,0	Natürel birinci
	İ ₄	5,1±0,0	26,7±2,4	1,4±0,1	0,17±0,0	Ham Yağ
Ekim	İ ₁	1,9±0,0	23,8±1,2	1,8±0,1	0,13±0,0	Ham Yağ
	İ ₂	2,7±0,0	26,4±1,3	2,9±0,1	0,55±0,0	Ham Yağ
	İ ₃	1,5±0,1	58,1±0,1	1,4±0,0	0,58±0,0	Ham Yağ
	İ ₄	2,8±0,2	17,5±2,4	0,6±0,0	0,65±0,1	Ham Yağ
Kasım	İ ₁	2,6±0,7	38,3±0,9	1,2±0,0	0,68±0,1	Ham Yağ
	İ ₂	1,6±0,0	34,5±3,5	0,8±0,8	0,53±0,1	Ham Yağ
	İ ₃	1,8±0,1	43,5±2,5	1,8±0,1	0,42±0,0	Ham Yağ
	İ ₄	8,4±0,0	45,6±2,5	0,10±0,0	0,58±0,1	Ham Yağ

Serbest asitlik, zeytinyağları için önemli bir kalite ölçütüdür. Çünkü yağın serbest asit içeriği bir taraftan zeytinyağının sınıflandırılmasında, yani ticari değerinin belirlenmesinde kullanılırken, diğer taraftan da zeytinyağının yemeklik veya rafinajlık olması hakkında bilgi vermektedir (Gödeli, 2015). Çizelge 4.1 incelendiğinde, en düşük serbest yağ asitliği miktarının 1% ile eylül ayında İ₃'den

alınan zeytinyağında olduğu, en yüksek değerin ise kasım ayında İ₄'den alınan zeytinyağında (% 8,4) olduğu bulunmuştur. Hasat zamanı boyunca İ₃ işletmesinin ürettiği zeytinyağlarının serbest yağ asidi değerlerinin arttığı bulunmuştur. Olgunluğa bağlı olarak zeytinyağında serbest yağ asitliğinin artışı enzim aktivitesinden özellikle lipolitik enzimlerden kaynaklandığı belirtilmiştir (Ben-Youssef ve ark., 2010; Dağdelen ve ark., 2010; Lazzez ve ark., 2011). Bunun yanında, asitlik artışının, uygun olmayan olgunluklarda hasat, hasat sonrası işlemeye kadar geçen sürenin fazla olması gibi olumsuz etmenlerin zeytinyağlarının kalite kriterlerinin yasal üst limitlere daha çok yaklaşmasına veya aşmasına neden olabileceği bildirilmiştir (Yavuz, 2008).

Yağdaki peroksit miktarı, yağın bozulma derecesi ve daha ne kadar saklanabileceği konusunda fikir vermektedir (Gödeli, 2015). Zeytinyağlarının peroksit değeri incelendiğinde, en yüksek değerin ekim ayında İ₃ (58,1 meq O₂/ kg) işletmesine ait zeytinyağında olduğu, en düşük değerin ise ekim ayında İ₄ (17,5 meq O₂/ kg) işletmesine ait zeytinyağında olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1). Hasat zamanına bağlı olarak İ₄ işletmesinin ürettiği zeytinyağlarının peroksit değerlerinin arttığı bulunmuştur. Çevik ve ark. (2015), çalışmasında zeytinde olgunlaşma derecesi artma, zeytinyağının serbest asitlik derecesinde artış, peroksit ve UV özgül absorbans değerlerinde ise azalma tespit etmişlerdir.

Özgül dalga boylarındaki soğurma, yağlarda bulunan konjuge dien ve trien yapılarından kaynaklanmaktadır (TGK, 2014). En yüksek K₂₃₂ değerinin 3,1 ile eylül ayı İ₁ işletmesinin ürettiği zeytinyağı, en düşük değerinin 0,6 ile ekim ayında İ₄ işletmesinin ürettiği zeytinyağında olduğu bulunmuştur. Hasat zamanı boyunca ekim ayında tüm işletmelerde K₂₇₀ değerinde artış olduğu bulunmuştur. En yüksek K₂₇₀ değeri 0,68 ile kasım ayında İ₁ işletmesinin ürettiği zeytinyağında, en düşük değerin 0,04 ile eylül ayında İ₁ işletmesinin ürettiği zeytinyağında olduğu bulunmuştur. Araştırma kapsamında incelenen zeytinyağlarının hasat zamanına bağlı olarak K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerlerinin göreceli olarak arttığı saptanmıştır.

Zeytinyağlarının kalite kriterleri sonuçlarına göre Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Yönetmeliği (TGK, 2010)'ne göre natürel birinci zeytinyağı serbest asitlik % oleik asit cinsinden değeri $\leq 2,0$, peroksit değeri ≤ 20 meq O₂/ kg, K₂₇₀ $\leq 0,25$ ve K₂₃₂ $\leq 2,60$ olup bu değerlere göre İ₃ firmasının eylül ayında

ürettiği zeytinyağın natürel birinci kalitede, geriye kalan tüm zeytinyağlarının ise ham yağ sınıfına girdiği belirlenmiştir. Türk zeytinyağlarının bazı kalite ve saflık kriterlerinin belirlendiği başka bir çalışmada aynı yerden iki yıl üst üste hasat edilen zeytinyağlarının serbest asitlik, peroksit, dien konjugasyon, K_{232} , kırılma indisi gibi değerlerinin bölge ve çeşitsel farklılıklardan etkilenmediğini, bu özelliklerin tamamen işleme teknikleri ve hasattan sonra geçen süreye bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Yavuz, 2008).

4.2. Zeytinyağlarının Renk Profili

Dört farklı işletmenin üç farklı hasat zamanında ürettiği zeytinyağlarının L^* , a^* ve b^* değerleri ile klorofil ve karotenoid değerleri Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Zeytinyağlarının renk profili

Ay	İşletme	L^*	a^*	b^*	Klorofil (mg/kg)	Karotenoid (mg/kg)
Eylül	İ ₁	31,0±0,0	1,1±0,0	50,5±0,1	31,8±0,3	9,4±0,2
	İ ₂	34,7±0,0	-0,8±0,0	34,5±0,0	13,7±0,5	6,6±8,1
	İ ₃	31,9±0,0	0,4±0,0	44,3±0,1	21,0±0,5	3,2±0,2
	İ ₄	28,1±0,0	0,3±0,0	40,3±0,1	19,0±0,5	3,8±0,1
Ekim	İ ₁	87,8±0,0	-3,6±0,0	74,0±0,1	13,1±0,8	2,5±0,1
	İ ₂	88,7±0,0	-4,0±0,0	71,4±0,1	12,1±0,0	2,1±0,1
	İ ₃	86,2±0,0	-1,5±0,0	95,4±0,0	20,1±0,3	3,2±0,0
	İ ₄	86,0±0,0	-2,8±0,0	83,4±0,1	15,3±0,5	3,6±0,0
Kasım	İ ₁	88,0±0,0	-4,3±0,0	67,6±0,1	11,9±0,4	2,5±0,1
	İ ₂	86,1±0,1	-3,7±0,0	79,3±0,4	14,8±0,0	3,0±0,2
	İ ₃	87,6±0,0	-3,2±0,0	82,7±0,1	15,4±0,3	2,4±0,2
	İ ₄	87,8±0,0	-2,4±0,0	68,3±0,1	12,2±0,8	2,5±0,2

L^* değeri 0’a yaklaştıkça yağın matlık/koyuluğu, 100’e yaklaştıkça yağın parlaklığını gösterir. Çizelge 4.2 incelendiğinde hasat zamanı boyunca L^*

değerlerinde özellikle ekim ayında artış olduğu bulunmuştur. En yüksek L^* değeri 88,7 ile \dot{I}_2 işletmesinin ekim ayında ürettiği zeytinyağında (açık, parlak), en düşük (en mat/ koyu) L^* değerinin ise \dot{I}_4 işletmesinin eylül ayı zeytinyağında (28,1) olduğu bulunmuştur. $+a^*$ değeri kırmızılığı, $-a^*$ değerleri yeşilliği göstermektedir. Çizelge 4.2 incelendiğinde, hasat zamanına bağlı olarak işletmelerin ürettiği zeytinyağlarının ekim ayından itibaren yeşillik değerinin arttığı saptanmıştır. En düşük (en yeşil yağ) \dot{I}_1 işletmesinin kasım ayında ürettiği zeytinyağına ($a^* = -4,3$) ait olduğu, en yüksek (en kırmızı yağ) \dot{I}_1 işletmesinin eylül ayında ürettiği zeytinyağına ($a^* = 1,1$) olduğu saptanmıştır. b^* değeri sarılığı göstermektedir. b^* değerlerinin de hasat zamanına bağlı olarak özellikle ekim ayından itibaren işletmelerin ürettiği zeytinyağlarında arttığı belirlenmiştir. En düşük b^* değeri \dot{I}_2 işletmesinin eylül ayına ait zeytinyağında (34,5) olduğu, en yüksek b^* değerinin ise \dot{I}_3 işletmesinin ekim ayına ait zeytinyağında (95,4) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1) Benzer şekilde, Abenoza ve ark., 2014 çalışmasında Tosca ve Arbequina cinsi zeytinyağlarında olgunlaşmanın negatif a^* değerlerini verdiği, L^* değerindeki artış toplam pigmentlerin miktarlarına karşı ters davranış göstererek olgunlaşma ile birlikte arttığını bulmuşlardır.

Toplam karotenoid ve klorofil miktarı zeytinyağı rengini etkilemektedir. Renk, tüketiciler tarafından ilk değerlendirilen kriterdir (Zarrouk ve ark., 2008). Çizelge 4.2 incelendiğinde \dot{I}_1 , \dot{I}_3 , \dot{I}_4 firmasının örneklerinin hasat zamanı boyunca klorofil ve karotenoid değerlerinde azalma olduğu bulunmuştur. Hasat zamanı boyunca \dot{I}_1 işletmesinin klorofil değerleri (31,8-11,9), \dot{I}_2 işletmesi (14,8-12,1), \dot{I}_3 işletmesi (21,0-15,4), \dot{I}_4 işletmesi (19,0-12,2 mg/kg) arasında değişmiştir. En yüksek klorofil içeriğinin \dot{I}_1 işletmesinin eylül ayında ürettiği zeytinyağında (31,8 mg/kg), en düşük değerinin 12,2 mg/kg ile \dot{I}_4 işletmesinin kasım ayında ürettiği zeytinyağına ait olduğu bulunmuştur. Hasat zamanına bağlı olarak \dot{I}_1 işletmesinin karotenoid değerleri (9,4-2,5), \dot{I}_2 işletmesi (6,6-2,1), \dot{I}_3 işletmesi (3,2-2,4), \dot{I}_4 işletmesi (3,8-2,5 mg/kg) arasında değişmektedir. En yüksek karotenoid değerinin \dot{I}_1 işletmesinin eylül ayında ürettiği zeytinyağına (19,4 mg/kg), en düşük karotenoid değerinin ise \dot{I}_2 işletmesinin ekim ayında ürettiği zeytinyağına (2,1 mg/kg) ait olduğu saptanmıştır. Toplam klorofil ve karotenoid içeriği meyvenin cinsine, yetiştiği yere, olgunluk indeksine, işleme aşamalarına ve zeytinyağının muhafaza koşullarına bağlıdır

(Mateos ve ark., 2006). Araştırma bulgularımıza benzer şekilde klorofil ve karotenoid içeriğindeki değişim zeytinin çeşidine bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte, miktarları olgunlaşmaya bağlı olarak azaldığı belirtilmiştir (Roca and Minguez-Mosquera, 2001; Beltran ve ark., 2005; Baccouri ve ark., 2007, 2008; Lazzez ve ark., 2008; Ben-Youssef ve ark., 2010). Erken hasat zeytinlerinden elde edilen yağlar klorofil, fenolik madde ve aromatik bileşenleri daha çok içerdiği bulunmuştur (Dıraman ve Dibeklioğlu, 2009).

4.3. Zeytinyağlarının Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Aktivite Değerleri

Dört farklı işletmeden üç farklı hasat zamanında elde edilen zeytinyağlarının biyoaktif bileşen ve antioksidan değerleri Çizelge 4.3’ te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Zeytinyağlarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivite değeri

Aylar	İşletmeler	Toplam Fenol (mg/kg)	Toplam Tokoferol (mg/kg)	Antioksidan Aktivite (%)
Eylül	İ ₁	58,2±2,4	71,4±0,6	19,7±4,9
	İ ₂	31,4±0,1	86,4±1,2	20,8±0,2
	İ ₃	26,3±0,1	118,2±3,4	22,8±2,9
	İ ₄	57,1±0,5	70,8±0,1	21,7±0,0
Ekim	İ ₁	8,4±0,1	117,7±1,8	22,1±0,1
	İ ₂	20,5±0,0	139,1±9,5	8,2±0,1
	İ ₃	33,0±0,1	163,5±4,6	61,8±0,1
	İ ₄	46,1±0,3	107,8±2,1	47,6±0,0
Kasım	İ ₁	59,9±0,4	104,2±26,7	33,8±0,1
	İ ₂	70,2±0,3	73,5±1,2	26,8±0,0
	İ ₃	22,7±0,1	180,2±20,8	33,8±0,1
	İ ₄	36,0±0,6	62,0±1,7	26,8±0,0

Zeytinyağlarının bileşiminde bulunan ve kaliteyi etkileyen önemli unsurlardan birisi de fenol bileşikleridir. Fenol bileşikleri zeytinyağlarının rengi, antioksidan potansiyeli ve duyuşal özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadır

(Kesen, 2014). En yüksek toplam fenol içeriği, İ₂ işletmesinin kasım ayında ürettiği zeytinyağında (70,2 mg/kg) ve en düşük değerin ise ekim ayında İ₁ işletmesinin ürettiği zeytinyağına ait (8,4 mg/kg) olduğu saptanmıştır. Çizelge 4.3 incelendiğinde, İ₁ ve İ₂ işletmesinin ürettiği zeytinyağlarının toplam fenol değerinin hasat zamanına bağlı olarak önce azalıp sonra arttığı bulunmuştur.

Tokoferoller lipofilik yapıda fenolik bileşenler olup yağın vitamin E aktivitesi ve antioksidan özelliğinde sorumludur. En yüksek tokoferol miktarları İ₃ işletmesinin kasım ayına ait zeytinyağında (180,2 mg/kg) olduğu, en düşük değerin ise İ₄ işletmesinin eylül ayında ürettiği zeytinyağına (70,8 mg/kg) ait olduğu bulunmuştur. Çizelge 4.3 incelendiğinde, İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄ işletmesine ait zeytinyağlarının toplam tokoferol içeriğinin İ₃ işletmesinin ürettiği zeytinyağlarında hasat zamanına bağlı olarak arttığı, İ₁, İ₂ ve İ₄ işletmesinin ürettiği zeytinyağlarında ise ekim ayında arttığı ve kasım ayı itibari ile azaldığı bulunmuştur. Litaretür çalışmalarında da çalışmamıza benzer şekilde toplam tokoferol miktarının hasat zamanı boyunca azaldığı tespit edilmiştir (Gimeno ve ark., 2002; Rotondi ve ark., 2004; Baccouri ve ark. 2007; Lazzez ve ark., 2008 ; Dağdelen, 2008; Kaya, 2009; Lazzez ve ark., 2011; Abenoza ve ark., 2014; Bakhouch ve ark., 2015).

Antioksidan aktivite ölçümünde DPPH radikalini süpürme gücü yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Keçeli ve Harp, 2014). Zeytinyağında bulunan fenolik bileşiklerin H iyonu verme yatkınlığı yağın fenolik içeriği ve özellikle bu bileşenlerin kimyasal yapısı ile yakından ilgilidir. En düşük antioksidan değeri İ₂ işletmesinin ekim ayına ait zeytinyağında (% 8,2) olduğu, en yüksek değerin ise İ₃ işletmesinin ekim ayına ait zeytinyağında (% 61,8) olduğu bulunmuştur. Zeytinyağlarda antioksidan değeri İ₂ işletmesi hariç diğer tüm işletmelerde ekim ayında yükselmiştir. Zeytinyağlarının antioksidan değerinin en düşük ekim ayında İ₂ işletmesinde % 8,2 olduğu, en yüksek değerin ekim ayı İ₃ işletmesinin ürettiği zeytinyağında % 61,8 olduğu bulunmuştur. Çizelge 4.3 incelendiğinde, İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄ ürettiği zeytinyağlarının antioksidan aktivitesinin hasat zamanına bağlı olarak İ₁ ve İ₂ işletmelerin ürettiği yağlarda arttığı, (% 19,7-33,8), (% 20,8-26,8), İ₃ ve İ₄ işletmeleri için ise ekim ayında arttığı kasım ayı itibariyle yeniden azaldığı (% 22,8-33,8), (% 21,7-26,8) bulunmuştur. Araştırmamıza benzer bir şekilde, Jemai ve ark., (2009),

Dhokar çeşidinin olgunlaşmayla beraber antioksidan aktivitesinin arttığı ve Arslan ve Schreiner, (2012), hasat zamanı boyunca antioksidan aktivite değerlerinin çeşide göre değişiklik (artma ve sonra azalma) gösterdiğini bulmuşlardır.

4.4. Zeytinyağlarının Duyusal Kalite Kriterleri

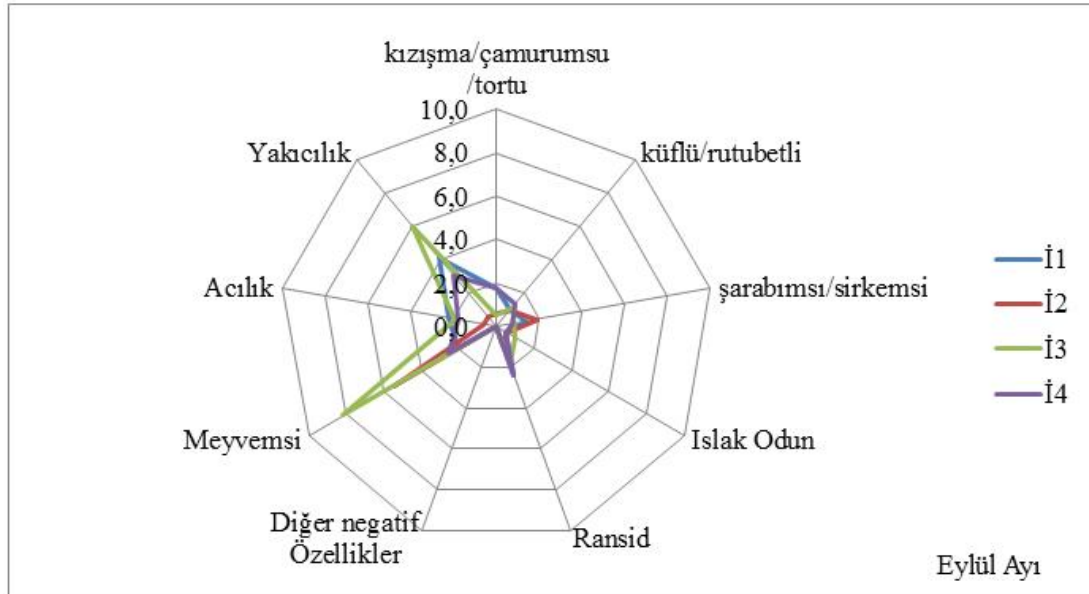
Duyusal kriterler TGK Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği'ne göre yer alan kalite kriterlerinden olup, kusurların ve pozitif özelliklerden meyvemsilik ortanca değerleri zeytinyağlarının sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Natürel birinci zeytinyağları için kusurlar medyanı 3,5'un altında ve meyvemsilik ortancasının ise 0'dan büyük olması gerekmektedir (TGK, 2014). İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄ işletmelerinin eylül, ekim ve kasım aylarında ürettiği zeytinyağlarının duyusal değerlendirmeleri Çizelge 4.4'de ve örümcek ağı grafikleri ise Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Zeytinyağlarının duyu kalite kriterleri

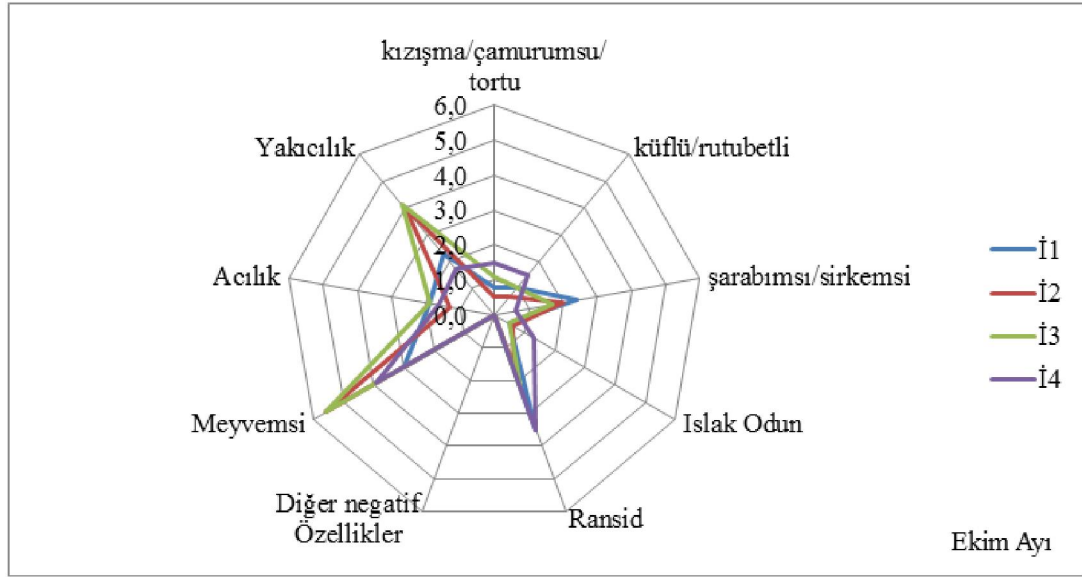
Aylar	Örnek	Özellik	İ ₁	İ ₂	İ ₃	İ ₄
Eylül	KUSUR	Kızıışma/çamurlu	1,8	0,6	0,5	1,8
		Küflü/rutubetli	1,0	1,0	1,2	1,4
		Şarabımsı-sirkemsi	1,4	1,9	0,8	0,7
		Islak/odun	0,5	0,6	1,0	0,5
		Ransid	2,4	0,9	1,8	2,4
		Diğer	0,0	0,0	0,0	0,0
	POZİTİF ÖZELLİK	Meyvemsilik	2,0	5,5	8,2	2,5
		Acılık	2,2	0,6	1,9	1,8
		Yakıcılık	4,1	0,6	6,0	3,1
		Olgunluk	Yeşil	Olgun	Olgun	Olgun
Sınıflandırma			Natürel Birinci	Natürel Birinci	Natürel Birinci	Natürel Birinci
Ekim	KUSUR	Kızıışma/çamurlu	0,8	0,5	1,1	1,5
		Küflü/rutubetli	1,0	0,7	1,0	1,5
		Şarabımsı-sirkemsi	2,4	2,0	1,7	0,6
		Islak/odun	0,5	0,6	0,5	1,3
		Ransid	3,5	1,6	2,2	3,5
		Diğer	0,0	0,0	0,0	0,0
	POZİTİF ÖZELLİK	Meyvemsilik	3,0	5,6	5,6	3,9
		Acılık	1,9	1,3	1,9	1,6
		Yakıcılık	2,3	4,0	4,1	1,7
		Olgunluk	Olgun	Olgun	Yeşil	Olgun
Sınıflandırma			Natürel Birinci	Natürel Birinci	Natürel Birinci	Natürel Birinci
Kasım	KUSUR	Kızıışma/çamurlu	2,6	1,5	0,7	0,3
		Küflü/rutubetli	0,8	1,2	0,5	0,9
		Şarabımsı-sirkemsi	3,1	0,7	0,5	1,6
		Islak/odun	0,5	0,9	0,3	0,7
		Ransid	3,4	3,1	0,9	2,6
		Diğer	0,0	0,0	0,0	0,0
	POZİTİF ÖZELLİK	Meyvemsilik	1,8	4,0	8,3	2,1
		Acılık	1,5	1,3	1,6	1,2
		Yakıcılık	1,4	2,1	2,3	2
		Olgunluk	Olgun	Olgun	Yeşil	Olgun
Sınıflandırma			Natürel Birinci	Natürel Birinci	Natürel Birinci	Natürel Birinci

Araştırma kapsamında incelenen zeytinyağlarının duyu kalite değerleri incelendiğinde, kusurlu özellikler arasında en yüksek ortanca değerler

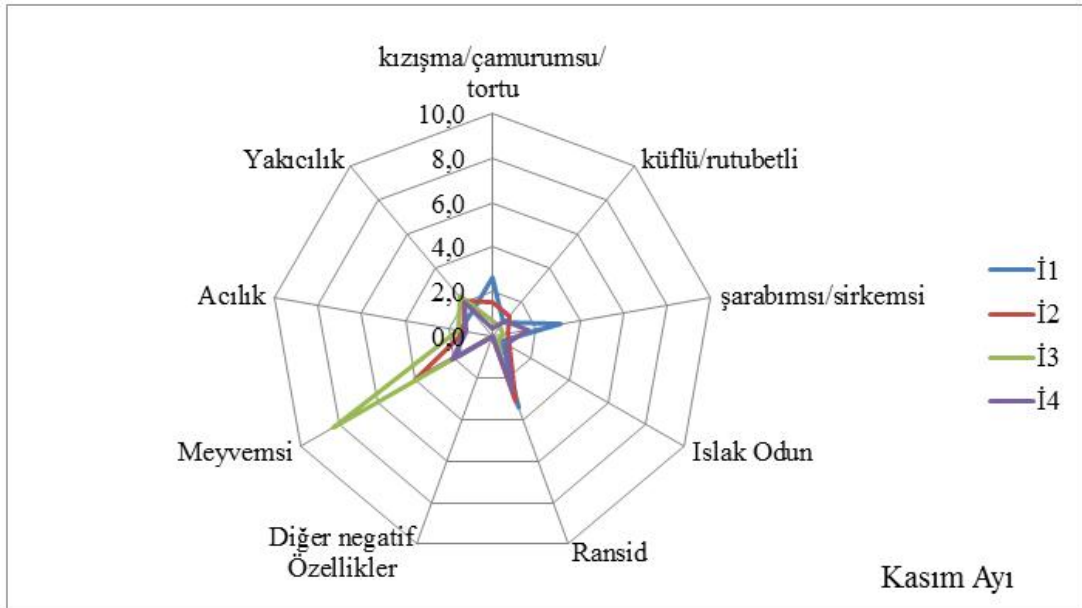
kızışma/çamurlu, küflü/rutubetli ve şarabımsı-sirkemsi özelliklere verildiği belirlenmiştir. Çizelge 4.5 ve Şekil 4.1 incelendiğinde eylül ayında en yüksek kusurlu özelliğin ransid özellik olduğu ve en yüksek ransid ortanca değerlerin İ₁ ve İ₄ işletmelerinin ürettiği zeytinyağlarında olduğu (2,4 ve 1,8), en düşük kusurlu özelliğin ise kızışma/çamurumsu özellik olduğu ve en düşük değerlerin İ₂ ve İ₃ (0,6 ve 0,5) ait zeytinyağlarında olduğu bulunmuştur. Eylül ayına ait zeytinyağlarının pozitif özellikleri bakımından TGK, Prina Yağı Analiz Metodları Tebliği'ne göre meyvemsi değerleri 0'ın üzerinde olması gerekir (Natürel Birinci Yağlar). En yüksek meyvemsi ortanca değeri İ₃ (8,2) ve en düşük değerin ise İ₁ (2,2) işletmesine ait olduğu bulunmuştur. İ₁ işletmesinin eylül ayında ürettiği zeytinyağları yeşil, diğer yağlar ise olgun olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Zeytinyağlarının eylül ayı örümcek ağı profili



Şekil 4.2. Zeytinyağlarının ekim ayı örümcek ağı profili



Şekil 4.3. Zeytinyağlarının kasım ayı örümcek ağı profili

Ekim ayında işletmelerin ürettiği zeytinyağların duyu özellikleri incelendiğinde, en yüksek kusurlar ortanca değerinin 3,5 ile ransid özelliğe ait olduğu (İ₁ ve İ₄) işletmelerin en düşük ransid ortanca değeri ise 1,6 ile İ₂ işletmesinin ürettiği zeytinyağında olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.2). İkinci kusurlu özellik olarak şarabımsı ve sirkemsi, kusur medyanı tespit edilmiş olup, en yüksek şarabımsı-sirkemsi medyanı, 2,4 ile İ₁ işletmesi zeytinyağına ait iken en düşük değer

0,6 ile İ₄ işletmesinin ürettiği zeytinyağına ait olduğu bulunmuştur. Kızışma/çamurlu kusur medyanı değerinin 0,5 ile 1,5 arasında değiştiği (İ₂ ve İ₃) işletmelerine ait zeytinyağlarında olduğu tespit edilmiştir. Pozitif özelliklerden meyvemsilik değerini aynı ayda tüm işletmelerin üretmiş olduğu zeytinyağları için azaldığı, 3 ve 5,6 arasında değiştiği İ₁, İ₂ ve İ₃ işletmelerine ait zeytinyağlarında olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.6).

Kasım ayında işletmelerin ürettiği zeytinyağların duyuşal kriterlerinin özellikleri ransid, şarabımsı, sirkemsi ve kızışma/çamurlu özellikleri bakımından artış gösterdiği bulunmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.3). Ransid kusur medyanının 0,9 ile 3,4 arasında değiştiği, İ₃ ve İ₁ işletmelerine ait zeytinyağlarında olduğu tespit edilmiştir. Kızışma/çamurlu kusur medyanı ise 0,3 ile 2,6 arasında değiştiği ve İ₄ ve İ₁ işletmelerine ait zeytinyağında olduğu tespit edilmiştir. Meyvemsilik medyanı 8,3 ile 1,8 arasında değiştiği, bunun İ₁ ve İ₃ işletmelerine ait zeytinyağlarında olduğu bulunmuştur. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre meyvemsilik medyanı en yüksek ve kusurlu medyanı olarak en düşük değerlerin İ₃ işletmesine ait zeytinyağlarında olduğunu, hasat zamanına bağlı olarak değerlerin değişkenlik gösterdiği bulunmuştur. Çalışmamıza benzer bir şekilde zeytinyağında duyuşal özelliklerden acılık ve yakıcılığın olgunlaşmayla beraber fenolik madde miktarının azaldığı belirtilmiştir (Skevin ve ark., 2003; Lazzez ve ark., 2011). Zeytinyağında çevre koşulları ve çeşide bağlı olarak farklılık gösteren çeşitli bileşiklerin kompozisyonu ile hasat yılı ve üretim teknolojisi duyuşal kaliteyi etkilemektedir (Köseoğlu,2006; Pardo ve ark., 2011).

4.5. Zeytinyağlarının Oksidasyon Direnci

Schall Fırın testi yağın raf ömrünün belirlenmesinde kullanılan ve oksidasyon direncinin belirlendiği hızlandırılmış bir test koşuludur (Velasco ve Dobarganes, 2002; Dıraman, 2007). Dört farklı işletmeden üç farklı hasat zamanında alınan zeytinyağlarının oksidasyon direncinin ölçüldüğü Schall Fırın testinde zeytinyağlarının 63⁰C’de 7 gün ve 98⁰C’de 2 gün bekletilmesinin ardından belirlenen peroksit değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Zeytinyağlarının oksidasyon direnci

Ay	İşletme	63 ⁰ C/7 gün	98 ⁰ C/2 gün
Eylül	İ ₁	115,9±5,7	678,9±24,5
	İ ₂	89,9±8,6	835,4±107,6
	İ ₃	108,1±3,5	101,0±30,5
	İ ₄	102,9±17,9	797,3±12,0
Ekim	İ ₁	80,4±11,1	594,0±7,9
	İ ₂	69,6±4,1	985,0±11,7
	İ ₃	97,1±1,3	1158,6±76,1
	İ ₄	62,8±5,5	1012,3±41,0
Kasım	İ ₁	73,6±9,6	1122,1±26,7
	İ ₂	73,5±6,9	1149,9±19,5
	İ ₃	75,5±1,4	1076,6±4,5
	İ ₄	75,5±6,9	755,8±9,5

Yüksek peroksit değeri yağın oksidasyon derecesinin düşük, düşük peroksit değeri ise oksidasyon direncinin yüksek olduğunun bir göstergesidir. Çizelge 4.5'te Eylül ayında 63⁰C'de 7 gün depolanan zeytinyağlarında en yüksek peroksit değeri 116 meq O₂/ kg ile İ₁ işletmesinin eylül ayı zeytinyağında, en düşük değer 63 meq O₂/ kg olarak İ₄ işletmesinin ekim ayına ait olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.5'de 98⁰C'de 2 gün depolanan zeytinyağlarında en yüksek peroksit değeri 835,4 meq O₂/ kg ile İ₂ işletmesinin eylül ayında ürettiği zeytinyağında, en düşük değer 101,0 meq O₂/ kg olarak İ₃ işletmesinin eylül ayında ürettiği zeytinyağında olduğu bulunmuştur. 98⁰C'de 2 gün depolanan zeytinyağların oksidasyon direnci en düşük olanı (en yüksek peroksit değeri) İ₃ işletmesinin ekim ayına ait zeytinyağı (1158 meq O₂/ kg) olduğu, oksidasyon direnci en yüksek olanı (en düşük peroksit değeri) İ₃ işletmesinin eylül ayında ürettiği zeytinyağına (101 meq O₂/ kg) ait olduğu bulunmuştur. Hasat zamanına bağlı olarak 63⁰C'de 7 gün süre ile oksidasyon direnci olan zeytinyağlarının peroksit değerlerinin (oksidasyon direnci artıyor) İ₁ ve İ₃ işletmesi için azaldığı, İ₂ ve İ₄ işletmesi için önce azaldığı ve sonra arttığı, yani değişkenlik gösterdiği bulunmuştur. Zeytinyağında oksidatif direncin

azalmasının nedeni olarak olgunlaşma ile yağda tüm fenolik bileşiklerin ve pigmentlerin azalması ve MUFA/PUFA oranının azalması gösterilmiştir (Bakhouche ve ark.,2015). Önceki çalışmalarda yağın oksidatif direnci ile yağ asidi kompozisyonu, fenolik bileşikler ve pigmentleri arasında pozitif korelasyon olduğu ve oksidatif direncin olgunluk ile bağlantılı olduğu bildirilmiştir (Baccouri ve ark., 2008, Franco ve ark., 2014).

4.6. Kızartılmış Zeytinyağlarının Toplam Polar Madde Miktarı

Kızartma nedeni ile yağlarda, uçucu maddelerden uçucu olmayan monomerik ve polimerik maddelere kadar değişen geniş bir aralıkta ürünler oluşur. Isıtmaya ve kızartmaya devam edildiğinde bu maddeler bozunmaya devam eder. Parçalanma ürünleri kötü koku ve muhtemel zehirli etki oluşturacak seviyeye ulaşır ve yağı kızartma için uygun olmayan hale getirir. Oluşan bu maddelerin miktarı ve kimyasal yapıları yağ ve gıda tipleri, kızartma koşulları ve oksijen bulunması gibi pek çok faktöre bağlıdır. Tüm bu bozunma ürünleri polar karakterli maddeler olduklarından, kızartma yağlarının toplam polar madde içerikleri (TPM), meydana gelen bozunma reaksiyonlarının miktarı hakkında sağlıklı bilgiler vermektedir (Depren ve ark., 2008). TGK Kızartmada Kullanılmakta Olan Katı ve Sıvı Yağlar için Özel Hijyen Yönetmeliği'ne göre kullanılabilen kızartma yağlarının polar madde değeri %25'in altında, asit sayısı (mg KOH/g yağ) $\leq 2,5$ ve kızartma yağı sıcaklığı $\leq 180^{\circ}\text{C}$ olmalıdır (TGK, 2012).

İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄ işletmelerin ekim ve kasım aylarında üretmiş olduğu kızartılmış zeytinyağlarının toplam polar madde miktarları Çizelge 4.6'da verilmektedir.

Çizelge 4.6. Kızartılmış zeytinyağlarının polar madde miktarları

		Süre (Saat)												
Aylar	İşletme	1,0	2,0	3,0	4,0	4,1	4,2	4,3	4,5	5,0	5,4	5,8	6,0	6,1
EKİM	İ ₁	5	7,5	12	14,5	16,5	17,5	19,5	21,5	25				
	İ ₂	3,5	5,5	8,5	16	13	13	14,5	15	17	19,5	22,5	23,5	25,5
	İ ₃	4,5	9,5	13	19,5	24,5	28,5							
	İ ₄	4,5	6	9,5	12	14	14,5	16	17	18,5	20,5	23,5		
KASIM	İ ₁	5	7,5	12	14,5	16,5	17,5	19,5	21,5	25				
	İ ₂	5	9	11	14	16	16	17,1	18,5	19,5	21,5	24,5	26	27,5
	İ ₃	4,5	9,5	12	18,5	22	25,5							
	İ ₄	7	11	16,5	21,5	23	23,5	25	28,5	30,5				

Kızartılmış zeytinyağları için kritik polar madde değeri % 25'tir. Çizelge 4.6 incelendiğinde, ekim ayında İ₂ ve İ₄ işletmelerin kritik polar madde miktarına ulaşması için gereken sürelerin 5,8 ve 6,1 saat olduğu bulunmuş, ancak bu sürelerin İ₃ ve İ₁ işletmesi için 4 ve 5 saat olduğu bulunmuştur. Kasım ayında ise İ₁, İ₃ ve İ₄ işletmesinin ürettiği zeytinyağlarının polar madde miktarlarının kritik değer olan % 25 değerine ulaşması için 4,2, 4,2 ve 4,3 saat gerektiği buna karşın İ₂ işletmesinin ürettiği zeytinyağlarının kritik değere ulaşması için 5,8 saat gerekmiştir. Buna göre zeytinyağı kızartma sonucu, polar madde birikimine dayanıklılık süresinin hasat zamanına bağlı olarak İ₁, İ₃ ve İ₄ işletmeleri için azaldığı, İ₂ işletmesinde ise değişmediği bulunmuştur. Termal dayanım açısından İ₂ ve İ₃ işletmesindeki yağların daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde, Casal ve ark. (2010), kızartma boyunca natürel sızma zeytinyağında toplam polar madde artışının sürdüğünü belirtmişlerdir.

4.7. Kızartılmış Zeytinyağlarının Kalite Özellikleri

Zeytinyağında kızartma işlemine, polar madde miktarı % 25 kritik değerine ulaştığında son verilmiş ve kızartılmış zeytinyağlarının kalite kriterleri Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kızartılmış zeytinyağlarının kalite kriterleri

Aylar	İşletme	Asit Sayısı (mg KOH/g)	K ₂₃₂	K ₂₇₀	Manolaldehit (mg/kg)
Ekim	İ ₁	1,9±0,0	1,3±0,0	1,8±0,9	8,3±0,1
	İ ₂	3,5±0,3	5,5±0,3	2,9±0,6	12,4±0,1
	İ ₃	1,7±0,0	5,8±0,0	1,4±0,2	12,3±3,8
	İ ₄	3,5±0,0	3,9±0,6	1,2±0,0	8,7±0,1
Kasım	İ ₁	2,1±0,0	6,8±0,7	1,2±0,0	10,8±0,7
	İ ₂	1,7±0,0	5,3±0,3	0,8±0,5	10,6±1,0
	İ ₃	2,1±0,1	4,2±0,2	1,8±0,9	12,0±1,0
	İ ₄	3,1±0,1	4,2±1,5	1,2±0,5	11,1±1,3

Çizelge 4.7 incelendiğinde, İ₁ ve İ₄ işletmelerin hasat zamanına bağlı olarak asit sayısının arttığı bulunmuştur. Bu durum, kızartma sırasında oluşan hidrolizasyonun bir göstergesidir. En yüksek asit sayısı değeri İ₁ ve İ₂ işletmesinin ekim ayına ait zeytinyağında 3,5 mg KOH/g yağ olduğu, en düşük asit sayısı değerinin ise 1,7 mg KOH/g ile İ₃ işletmesine ait zeytinyağında olduğu bulunmuştur. Kızartma sırasında meydana gelen termal oksidasyonun derecesini belirlemek için kızartılmış zeytinyağlarının UV özgül absorbans değerleri (232, 270) belirlenmiştir. Zeytinyağında oluşan konjugedien değerlerini gösteren K₂₃₂ değerlerinin İ₁ ve İ₄ zeytinyağları için hasat zamanına bağlı olarak arttığı, en yüksek K₂₃₂ değerinin 6,8 ile kasım ayı İ₁ işletmesi, en düşük değerinin ise 1,3 ile ekim ayı İ₁ işletmesine ait olduğu tespit edilmiştir. Zeytinyağında oluşan ikincil oksidasyon ürünü aldehit ve keton oluşumunu ölçen K₂₇₀ değerinin en yüksek değeri 2,9 ile ekim ayı İ₂ işletmesine ait kızartılmış zeytinyağında, en düşük değerin ise kasım ayında İ₂ işletmesine ait kızartılmış zeytinyağında olduğu tespit edilmiştir. İ₄ işletmesinin ürettiği zeytinyağının kızartma sonrası K₂₇₀ değerlerinde artış olduğu belirtilmiştir. Zeytinyağının UV özgül absorbans değerlerinde kızartma sonrasında artış olduğu diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Bester ve ark., 2008; Casal ve ark., 2010) Manolaldehit kızartma sırasında termik oksidasyon sonucu oluşan ikincil oksidasyon ürünlerinin miktarını gösteren bir değerdir. Çizelge 4.7’de kızartılmış

zeytinyağlarının malonaldehit değeri incelendiğinde en yüksek değerin 12,4 mg/kg İ₂ işletmesine ait eylül ayı kızartılmış zeytinyağında olduğu, en düşük değerin de İ₁ işletmesinin eylül ayındaki zeytinyağına (18,3 mg/kg) ait olduğu bulunmuştur. Malonaldehit değerinin hasat zamanına bağlı olarak İ₁ ve İ₄ işletmesinin ürettiği kızartılmış zeytinyağlarında arttığı bulunmuştur. Benzer şekilde, Farhoosh ve ark. (2012), polar madde ölçümüyle konjuge dien ve karbonil bileşiklerin ölçümü arasında koraleasyon olduğu ve kızartmayla konjuge dien değerlerinin arttığını belirtmişlerdir.

4.8. Kızartılmış Zeytinyağlarının Renk Profili

İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄ işletmesinin ekim ve kasım aylarında ürettiği zeytinyağlarının kızartılması sonucu belirlenen renk profili Çizelge 4.8’de verilmektedir.

Çizelge 4.8. Kızartılmış zeytinyağlarının renk profili

Aylar	İşletmeler	L*	a*	b*
Ekim	İ ₁	46,1±0,0	4,3±0,0	50,1±0,0
	İ ₂	46,0±0,0	-2,1±0,0	34,8±0,0
	İ ₃	58,1±0,2	1,0±0,0	55,2±0,2
	İ ₄	45,4±0,0	3,6±0,0	49,5±0,0
Kasım	İ ₁	35,3±0,0	7,5±0,0	49,2±0,0
	İ ₂	33,1±0,0	13,8±0,0	51,6±0,1
	İ ₃	57,9±0,1	-1,0±0,0	51,3±0,0
	İ ₄	43,3±0,0	13,8±0,0	62,6±0,1

Çizelge 4.8 incelendiğinde L* değerlerinin 39,1 ile 58,1 arasında değiştiği, en açık kızartılmış zeytinyağlarının ekim ayı İ₃ işletmesinin ürettiği ve en koyu zeytinyağlarının kasım ayı İ₂ işletmesinin ürettiği kızartılmış zeytinyağlarında olduğu bulunmuştur. Hasat zamanına bağlı olarak, İ₁, İ₂ ve İ₄ işletmelerinin ürettiği zeytinyağlarının renginin koyulaştığı, İ₃ işletmesinin ürettiği kızartılmış zeytinyağının ise değişmediği bulunmuştur. +a* kırmızılığı, -a* yeşil değerleri göstermektedir. Kızartma işlemi ile İ₁, İ₂, İ₄ işletmelerin ürettiği zeytinyağlarının kırmızılık değerlerinin arttığı belirlenmiştir. b* değerleri sarılığı gösteren bir

kriterdir. Zeytinyağların b^* değerleri 34,8 ve 62,6 arasında değişmiş, en yüksek I_4 işletmesinin kasım ayı ile en düşük I_2 işletmesinin ekim ayı ayında ürettiği kızartılmış zeytinyağı olduğu bulunmuştur. Hasat zamanına bağlı olarak I_1 ve I_4 işletmesinin ürettiği kızartılmış zeytinyağlarının sarılık değerlerinin arttığı bulunmuştur.

Benzer bir çalışmada, natürel sızma zeytinyağının belirli sıcaklıkta kızartma işlemi sonucunda, 200°C 'de b^* değeri en düşük seviyede ölçülmüş yani yağın sarımsı renk özelliği azalmış, 150°C ve 200°C 'lerde L^* değerinin arttığı, yani renginin açıldığı bulunmuştur (Nunes ve ark.,2013). Yüksek sıcaklıkta yağın rengindeki değişikliğin renk pigmentlerinin özellikle klorofil parçalanması ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Ayadi ve ark., 2009).

4.9. Kızartılmış Zeytinyağlarının Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Aktivitesi

Kızartma işlemi yağda hidroliz ve oksidasyon yanında fenoller, tokofenoller gibi biyoaktif bileşenlerin de parçalanmasına yol açmaktadır. Bu durum antioksidan özellikteki bileşenlerin azalması ise antioksidan aktivitelerinin düşmesine yol açmaktadır. I_1 , I_2 , I_3 ve I_4 işletmesinin ekim ve kasım aylarında ürettiği kızartılmış zeytinyağlarının bioaktif bileşenleri ve antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.9'da verilmektedir.

Çizelge 4.9. Kızartılmış zeytinyağlarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan değeri

Ay	İşletme	Toplam Fenol (mg/kg)	Toplam Tokoferol (mg/kg)	Antioksidan Aktivite (%)
Ekim	İ ₁	20,1±0,3	39,8±8,6	8,8±0,1
	İ ₂	17,5±0,1	50,3±14,6	7,8±0,6
	İ ₃	81,6±0,8	30,3±2,6	11,2±1,4
	İ ₄	21,0±0,3	60,0±24,6	8,6±1,1
Kasım	İ ₁	31,4±0,3	54,9±4,6	8,8±2,1
	İ ₂	63,5±0,1	45,4±14,6	7,4±0,8
	İ ₃	77,4±9,1	48,5±23,3	10,5±0,8
	İ ₄	29,1±2,4	13,8±16,0	38,8±3,6

Kızartılmış zeytinyağlarının tokoferol miktarlarının 17,5-77,4 mg/kg arasında değiştiği, kızartılmış zeytinyağlarının tokoferol miktarları incelendiğinde, tokoferol miktarları en yüksek ekim ayı İ₃ işletmesinin ürettiği zeytinyağı (81,6 mg/kg), en düşük İ₂ işletmesinin ürettiği kızartılmış zeytinyağı olduğu (17,5 mg/kg) belirlenmiştir. İ₃ işletmesinin ürettiği zeytinyağlarının tokoferol içeriğinin hasat zamanına bağlı olarak azaldığı bulunmuştur (Çizelge 4.9). Kızartılmış zeytinyağlarının toplam fenol içeriği 13,8 ile 60 mg/kg arasında değiştiği, bu zeytinyağlarının İ₄ işletmesinin kasım ve ekim ayında ürettiği kızartılmış zeytinyağlarına ait olduğu bulunmuştur. Kızartma sonucunda İ₂ ve İ₄ işletmelerinin ürettiği zeytinyağlarının toplam fenol içeriği hasat zamanına bağlı olarak azaldığı bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Kızartılmış zeytinyağlarının antioksidan aktivitesinin % 7,8 ile 38,8 arasında değiştiği, bu değerlerin İ₂ işletmesinin ekim ayında ürettiği zeytinyağı ile İ₄ işletmesinin kasım ayında ürettiği zeytinyağına ait olduğu belirlenmiştir. Hasat zamanına bağlı olarak İ₂ ve İ₃ işletmesinin ürettiği kızartılmış zeytinyağlarının antioksidan aktivitesinin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.10)

Kızartma işlemi sonrası yağda oleik asit, tokoferol ve tat bileşiklerinin kızartılan patatese geçtiğini ve kızartılan ürünün besinsel değerini arttığını ve tadının gelişimine katkı sağladığı belirtmişlerdir (Akil ve ark., 2015). Araştırma bulgularına

benzer şekilde, kızartma işlemi sonunda yağlarda toplam fenolik bileşiklerde ve antioksidan aktivitesinde azalma olduğu belirtilmiştir (Quiles ve ark., 2002; Allouche ve ark., 2007).





5. SONUÇLAR

Adana'nın Çukurova ilçesinde zeytinyağı üretimi yapan İ₁, İ₂, İ₃ ve İ₄ kodlu zeytinyağı işletmelerinin eylül, ekim ve kasım aylarında ürettiği zeytinyağlarının serbest asitlik, peroksit sayısı, UV özgül absorbans (K₂₃₂ ve K₂₇₀) değerleri bakımından, TGK Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği'ne göre ham yağ kalitesinde olduğu bulunmuştur. Zeytinyağlarının renk değerleri L*, a*, b* renk değerleri ile klorofil ve karetonoid değerlerinin hasat zamanına bağlı olarak azaldığı bulunmuştur. Zeytinyağların biyoaktif bileşenleri (tokoferol, fenol) ve antioksidan aktivite değerleri işletme ve hasat zamanına bağlı olarak azaldığı bulunmuştur. Ancak biyoaktif bileşenleri miktarının ekim ayı itibari ile maksimuma ulaştığı bulunmuştur. Duyusal özellik bakımından hasat zamanına bağlı olarak (ransid, şarabımsı, sirkemsi, küflü, rutubetli, kızışma, çamurlu) negatif kusurlar medyanının arttığı, meyvemsilik medyanının azaldığı ve yağların duyusal özelliklerine göre natürel birinci kalite sınıfında olduğu bulunmuştur (TGK, 2014). Yağların Schall-Fırın testine göre zeytinyağların 63⁰C ve 98⁰C'de oksidasyon stabilitesinin hasat zamanına bağlı olarak önemli derecede azaldığı bulunmuştur. Hasat zamanı ve işletmeye bağlı olarak zeytinyağlarının kalite kriterleri ve duyusal özelliklerin önemli ölçüde değiştiği ancak bu özellikler bakımından uygun yağların İ₁ ve İ₃ işletmeleri tarafından ekim ayında üretilebildiği bulunmuştur. Zeytinyağlarının kızartma işlemi sonucunda ise toplam polar madde birikimi bakımından İ₁ ve İ₂ işletmelerine ait zeytinyağlarının termal direncinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Kızartma işlemi sonucunda yani termal oksidasyon nedeniyle zeytinyağlarının UV özgül absorbans değerleri (K₂₃₂ ve K₂₇₀) ile malonaldehit önemli derecede artmıştır. Kızartma işlemi sonucunda zeytinyağında rengin koyulaştığı (L* değerinin azaldığı), kırmızılık (a* değeri) ve sarılık değerinin de (b*) arttığı bulunmuştur. Kızartma işlemi ile İ₂ ve İ₃ işletmelerine ait zeytinyağlarının tokoferol ve fenoller gibi biyoaktif maddelerinin ve antioksidan aktivilerinin azaldığı bulunmuştur. TGK Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği'nde belirtilen kalite kriterlerine uygun, duyusal özellikler bakımından iyi kalitede, oksidasyon ve termal direnci yüksek yağların İ₃, İ₁ işletmeleri tarafından özellikle ekim aylarında üretilebildiği saptanmıştır. Kaliteli zeytinyağı üretiminde hasat

zamani yanında kalite kriterleri, duysal ozellikler ve zeytinyaqlarının kizartma dirençleri farklılıklar göstermekte olup bu durum standart üretimin teşvik edilmesiyle giderilebileceği düşünölmektedir.



KAYNAKLAR

- ABENOZA, M., BENÍTO, M., ORÍA, R., SÁNCHEZ-GÍMENO A. C., 2014. Quality Characterization of the Olive Oil from Var. Tosca 07 Grown in a Commercial High Density Orchard. *JAOCS*, 91:613–622
- AKIL, E., BRANCO C., COSTA, A. M. M., VENDRAMIN, A. L. A., CALADO V., TORRES , A. G., 2015. Oxidative Stability and Changes in Chemical Composition of Extra Virgin Olive Oils After Short-Term Deep- Frying of French Fries. *JAOCS*, 92:409–421.
- ALLOUCHE, Y., JIMÉNEZ, A., GAFORIO, J. J., UCEDA, M., BELTRÁN, G., 2007. How heating affects extra virgin olive oil quality indexes and chemical composition. *J. Agri. Food.Chem.*, 55:9646-9654.
- ANONİM, 2016. Gıda , Tarım ve Hayvancılık Bakanlık Kayıtları. <http://ggsb.tarim.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 5 Nisan 2016)
- ARSLAN, D., SCHREINER, M., 2012. Chemical characters and antioxidant activity of olive oils from Turkish varieties grown in Hatay province. *Scientia Horticulturae*, 144 :141-152.
- AYADI, M. A, GRATI-KAMOUN, N., ATTIA, H., 2009. Physico-chemical change and heat stability of extra virgin olive oils flavoured by selected Tunisian aromatic plants. *Food and Chem. Toxicology*, 47:2613-2619.
- AYTON, J., MAİLER, R. J., HAİGH, A., TRONSON, D., CONLAN, D., 2007. Quality and oxidative stability of Australian olive oil according to harvest date and irrigation. *Journal of Food Lipids*, 14:138-156.
- BACCOURİ, B., ZARROUK, W., KRİCHENE, D., NOURİ, I., YOUSSEF, N.B., DAOUD, D., ZARROUK, M., 2007. Influence of fruit ripening and crop yield on chemical properties of virgin olive oil from seven selected oleasters (*Olea europea* L.). *Journal of Agronomy*, 6:388-396.
- BACCOURİ, O., GUERFEL, M., BACCOURİ, B., CERRETANİ, L., BENDİNİ, A., LERCKER, G., ZARROUK, M., MİLED, D. D. B., 2008. Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food Chem.*, 109:743-754.

- BAKHOUCHE, A., LOZANO-SÁNCHEZ, J., BENGANA, M., FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ A., SEGURA-CARRETEROL A., 2015. Time course of Algerian Azeradj extra-virgin olive oil quality during olive ripening, *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 117:389–397.
- BELTRÁN, G., AGUILERA, M. P., RIO, C. D., SANCHEZ, S., MARTINEZ L., 2005. Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils. *Food Chemistry*, 89:207-215.
- BEN-HASSINE, K., TAAMALLI, A., FERCHIH S., MLAOUAH, A., BENINCASA, C., ROMANO, E., FLAMINI G., LAZZEZ, A., GRATIKAMOUN, N., PERRI, E., MALOUCHE, D., HAMMAMI, E., 2013. Physicochemical and sensory characteristics of virgin olive oils in relation to cultivar, extraction system and storage conditions. *Food Research International*, 54:1915-1925.
- BEN-YOUSSEF, N.B., ZARROUK, W., CARRASCO-PANCORBO, A., OUNÍ, Y., SEGURA-CARRETERO, A., FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A., DAOUDA, D., ZARROUKA, M., 2010. Effect of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of Chetoui virgin olive oil. *Journal Society of Chemical Industry Food Agricultural*, 90:199–204.
- BESTER, E., BUTINAR, B., BUCAR-MIKLAVCIC, M., GOLOB, T., 2008. Chemical changes in extra virgin olive oils from Slovenian after thermal treatment. *Food Chemistry*, 108:446-454
- BUBOLA, K., KOPRIUNJAK, O., SLADONJA, B., 2012. Influence of filtration on volatile compounds and sensory profile of virgin olive oils. *Food Chemistry*, 132: 98-103.
- CASAL, S., MALHEIRO, R., SENDAS A., OLIVEIRA, B., PEREIRA, J., 2010. Olive oil stability under deep frying conditions, *Food and Chem. Toxicology*, 48:2972-2979.
- CENGİZ, S., 2015. Kimyasal interesterifikasyon yöntemi ile zeytinyağ bazlı yağ ürünleri üretimi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Müh. Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi 51s.

- ÇEVİK, Ş., ÖZKAN, G., KIRALAN, M., 2015. Çeşit, olgunluk ve yoğurma şartlarının zeytinyağı verimi, bazı kalite parametreleri ve aroma profili üzerine etkisi. Akademik Gıda, 13:335-347.
- DAG, A., KEREM, Z., YOGEV, N., ZIPORI, I., LAVEE, S., BEN-DAVID E., 2011. Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. Scientia Horticulturae , 127:358-366
- DAĞDELEN, A., 2008. Edremit (Balıkesir) Körfezi Çevresinde Yaygın Olarak Yetiştirilen Zeytin Çeşitlerinin Olgunlaşma Sürecinde Bazı Fizikokimyasal Özellikleri, Yağ Asidi Kompozisyonu, Tokoferol ve Fenolik Bileşik Miktarlarının Belirlenmesi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü-Doktora Tezi 123 sayfa
- DAĞDELEN, A., TÜMEN, G., ÖZCAN, M., DÜNDAR, E., 2013. Phenolics profiles of olive oils (Olive Europaea L.) and alive oils from Ayvalık, Domat, Gemlik varieties at different ripening stage. Food Chemistry 136: 41-45.
- DEPREN, E., SEVEN, Ü., GÜÇER, S., 2008. Isıl İşlem Sırasında Zeytinyağında Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler, I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi Edremit-Balıkesir.
- DIRAMAN, H., 2007. Gemlik zeytin çeşidinden üretilen natürel zeytinyağlarının oksidatif stabilitelerinin diğer önemli yerli çeşitler ile karşılaştırılması. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3:53.
- DIRAMAN, H., DİBEKLİOĞLU, H., 2009. Characterization of Turkish Virgin olive oils produced from early harvest olives. Journal of the American Oil Chemists' Society, 86: 663-674.
- ERİNÇ, H., KIRALAN, M., 2008. Zeytinyağı Bileşiminin Oksidatif Stabiliteye Etkisi. I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi Edremit-Balıkesir.
- FARHOOSH, R., KHODAPARAST, M., SHARİF A., RAFİEE S., 2012. Olive oil oxidation:Rejection points in terms of polar,conjugated diene and carbonyl values. Food Chemistry, 131:1385-1390.

- GHARBY, S., HARHAR, B., MATTHAUS, B., BOUZOUBAA, Z., CHARROUF, Z., 2015. The chemical parameters and oxidative resistance to heat treatment of refined and extra virgin Moroccan Picholine olive oil. *Journal of Taibah University for Science*, 10:100-106.
- GIMENO, E., CASTELLOTE A. I., LAMUELA-RAVENTOS, R. M., DE LA TORRE M. C., LOPEZ-SABATER, M. C., 2002. The effect of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, α -tocopherol and β -carotene) in virgin olive oil. *Food Chemistry*, 78:207-11.
- GOÁMEZ-ALONSO, S., FREGAPANE ,G., SALVADOR, M., GORDON, M., 2003. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of virgin olive oil during frying , *J. Agric. Food Chem.*, 51: 667-672.
- GÖĞÜŞ, F., ÖZKAYA, M. T., ÖTLEŞ, S., 2009. *Zeytinyağı*. Eflatun Yayınevi, Genel Yayın Numarası: 6, Sertifika Numarası:12131, ISBN: 978-605-4160-04-4, 1. Basım, Ocak 2009, 273s. Ankara.
- GÖLDELİ, T., 2015. Akhisar zeytinlerinin yağ çıkarma öncesi farklı şekillerde bekletmenin ve sürenin zeytinyağı kalitesine etkisi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Müh. Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi- 163 s.
- JEMAI, H., BOUAZIZ, M., SAYADI S., 2009. Phenolic composition, sugar contents and antioxidant activity of Tunisian sweet olive cultivar with regard to fruit ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 2961-2968.
- JIMÉNEZ B., SÁNCHEZ-ORTÍZ A., RIVAS A., 2014. Influence of the malaxation time and olive ripening stage on oil quality and phenolic compounds of virgin olive oils. *International Journal of Food Science and Technology*, 49:2521-2527.
- KALUA, C. M., ALLEN, M. S., BEDGOOD, D. R., ANDREA, J. R., BISHOP, G., PRENZLER, P. D., 2005. Discrimination of olive oils and fruits into cultivars and maturity stages based on phenolic and volatile compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 8054-8062.

- KARABAGIAS, I., MICHOS, C., BADEKA, A., KONTAKOS, S., STRATIS, I., KONTOMINAS, M. G., 2013. Classification of Western Greek virgin olive oils according to geographical origin based on chromatographic, spectroscopic, conventional and chemometric analyses. *Food Research International*. 54:1950-1958.
- KAYA Ü., 2009. İznik'te Yetiştirilen Gemlik Zeytininin ve Yağının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü-Yüksek Lisans Tezi 72 sayfa.
- KECELİ, T. M., HARP, F., 2014. The antioxidative role of olive leaves at different harvest time for olive oil stability. *QAS*, 6:141-149
- KEÇELİ, T. M., 2013. Influence of time of harvest on “Adana Topagi”, “Gemlik” olives, olive oil properties and oxidative stability. *Journal of Food and Nutrition Research*, 1:52-58.
- KESEN, S., 2014. Nizip yağlık ve Kilis yağlık çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının aroma aktif maddeleri ve fenol bileşikleri profillerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Müh. Anabilim Dalı. Doktora Tezi 179s.
- KÖSEOĞLU, O., 2006. Zeytinden yağ elde etme sistemlerinin zeytinyağının kalitesi ile acılığı üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi- 83 sayfa.
- LAZZEZ, A., PERRI, E., CARAVITA, M.A., KHLIF, M., COSSENTINI, M., 2008. Influence of olive maturity stage and geographical origin on some minor components in virgin olive oil of the Chemlali variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 982–988.
- LAZZEZ, A., VICHIB, S., KAMMOUNA, N. G., AROUSA, M. N., KHLİFA, M., ROMEROC, A., COSSENTİNİA, M., 2011. A four year study to determine the optimal harvesting period for Tunisian Chemlali olives. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 6: 796–807.
- Lİ J., CAİ W, SUN D., LİU Y., 2016. A Quick Method for Determining Total Polar Compounds of Frying Oils Using Electric Conductivity, *Food Anal. Methods*, 9: 1444-1450

- LOPEZ-SÁNCHEZ, M., AYORA-CANADA, M.J., MOLINA-DIAZ A., 2010. Olive fruit growth and ripening as seen by vibrational spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 82–87.
- MASKAN M., 2003. Change in colour and rheological behaviour of sunflower seed oil during frying and after adsorbent treatment of used oil. *Eur Food Res Technol.*, 218:20-25.
- MATEOS, R., GARCIA-MESA J. A., 2006. Rapid and quantitative extraction method for the determination of chlorophylls and carotenoids in olive oil by high performance liquid chromatography. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 51:120-127
- MATOS, L. C., CUNHA, S. C., AMARAL, J. S., PEREIRA, J. A., ANDRADE, P. B., SEABRA, R. M., OLIVEIRA, B. P. P., 2007. Chemometric characterization of three varietal olive oils (Cvs. Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana) extracted from olives with different maturation indices. *Analytical, Nutritional and Clinical Methods Food Chemistry*, 102:406-414.
- MORELLO, J. R., ROMERO, M. P., MOTILVA, M. J., 2004. Effect of the maturation process of the olive fruit on the phenolic fraction of drupes and oils from Arbequina, Farga and Morrut Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 6002-6009.
- MURKOVIC, M., LENCHNER, S., PIETZKA, A., BRATACOS, M., KATZOGIANNOS, E., 2004. Analysis of minor components of olive oils. *J. Biochem. Biophys. Methods*, 61:155-160.
- NINFALI P., BACCHIOCCA M., BIAGIOTTI E., ESPOSTO S., SERVILI M., ROSATI A., MONTEDORO G., 2008, A 3-year Study on Quality, Nutritional and Organoleptic Evaluation of Organic and Conventional Extra-Virgin Olive Oils, *JAACS*, 85:151-158.
- NUNES C. A., SOUZA V. R., CORREA, S. C., SILVA M. C. C., BASTOS S. C., PINHEIRO A. C. M., 2013. Heating On The Volatile Composition And Sensory Aspects Of Extra-Virgin Olive Oil, *Ciênc. Agrotec.*, 37:566-572.

- ÖZKAN, G., DAĞDELEN, A., ERBAY, B., 2008. Ayvalık, Domat ve Gemlik zeytin çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının bazı fiziksel özellikleri ve pigment miktarları üzerine hasat zamanının etkisi. *Hasat Gıda*24:278, 44-49.
- PARDO, J. E., CUESTA, M. A., ALVARRUÍZ, A., GRANELL, J. D., AÍLAREZ-ORTÍ, M., 2011. Evaluation of potential and real qualities of virgin olive oil from the designation of origin (DO) “Aceite Montes de Alcaraz” (Albacete, Spain). *Food Chem.*, 124:1684-1690.
- PROCIDA G., CICHELLI A., COMPAGNONE, D., MAGGIO, R., CERRATANI, R., CARLO M., 2009. Influence of chemical composition of olive oil on the development of volatile compounds during frying, *Eur Food Res Technol.*, 230:217-229.
- QUILES, J. L., RAMÍREZ-TORTOSAA M. J., GÓMEZ J. A., HUERTASAS J. R., MATAIX J., 2002. Role of vitamin E and phenolic compounds in the antioxidant capacity, measured by ESR, of virgin olive, olive and sunflower oils after frying. *Food Chemistry*, 76:461-468
- ROCA, M., MINGUEZ-MOSQUERA, M. I., 2001. Changes in chloroplast pigments of olive varieties during fruit ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49:832-839.
- ROTONDI, A., BENDINI, A., CERRETANI, L., MARI, M., LERCKER, G., GALLINA TOSCHI, T., 2004. Effect of olive ripening degree on the oxidative stability and organoleptic properties of Cv. Nostrana di Brisighella extra virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52:3649-3654.
- SALVADOR, M. D., ARANDA, F., GOÁMEZ-ALONSO, S., FREGAPANE, G., 2002. Cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons. Composition, quality and oxidative stability. *Food Chemistry*, 74 :267-274.
- SKEVİN, D., RADE, D., STRUCELJ, D., MOKROVCAK Z., NEDERAL, S., BENCÍC, D., 2003. Influence of variety and harvest time on the bitterness and phenolic compounds of olive oil. *European Journal of Lipid Science Technology*, 105:536-541.

- TGK. 2010. Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği (Tebliğ No:2010/35). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Resmi Gazete, Sayı 27665.
- TGK, 2012. Kızartmakta Kullanılmakta Olan Katı ve Sıvı Yağlar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Resmi Gazete, Sayı 28290.
- TGK, 2014. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Analiz Metotları Tebliği, Tebliğ no: 2014/53. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Resmi Gazete, Sayı 29181.
- VELASCO, J., DOBARGANES, C., 2002. Oxidative stability of virgin olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104:661-676.
- VARZAKAS, T. H., ZAKYNTHINOS, G., ARAPOGLU, D., 2010. Fruit ripening in relationship to oil quality and some quality characteristics of the Greek olive cultivar karoneiki. *Int J. Food. Sci.*, 22:401-407
- YAVUZ, H., 2008. Türk Zeytinyağlarının Bazı Kalite ve Saflık Kriterlerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü-Yüksek Lisans Tezi 85 sayfa.
- YORULMAZ, A., ERİNÇ, H., TEKİN A., 2013. Changes in Olive and Olive Oil Characteristics During Maturation , *JAOCS*, 90:647-658
- ZARROUK, W., HADDADA, F. M., BACCOURI, B., QUESLATI, I., TAAMALLI, X. F., LIZZANI-CUVELIER, L., DAOUD, D., ZARROUK, M., 2008. Characterization of virgin olive oil from Southern Tunisia *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110:81-88.

ÖZGEÇMİŞ

01.02.1987 yılında Adana’da doğdu. Lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2006 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü’nden 2010 yılında mezun oldu ve 2011 yılında Gıda,Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü’nde gıda kontrol görevlisi olarak meslek hayatına başladı. 2013 Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Bitkisel Yağ Teknolojisi alanında yüksek lisansa başladı. Halen Seyhan Gıda,Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü’nde gıda kontrol görevlisi olarak görev yapmaktadır.

