

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SOĞUK PRES KAYISI VE ERİK ÇEKİRDEK
YAĞLARININ OKSİDATİF STABİLİTELERİNİN
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA KAYAHAN

BOLU, EYLÜL - 2016

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



SOĞUK PRES KAYISI VE ERİK ÇEKİRDEK
YAĞLARININ OKSİDATİF STABİLİTELERİNİN
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BOLU, EYLÜL - 2016

KABUL VE ONAY SAYFASI

MUSTAFA KAYAHAN tarafından hazırlanan “ SOĞUK PRES KAYISI VE ERİK ÇEKİRDEK YAĞLARININ OKSİDATİF STABİLİTELERİNİN BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması 01.09.2016 tarihinde Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Danışman

Doç Dr. Mustafa KIRALAN

Üye

Doç. Dr. Semra TURAN

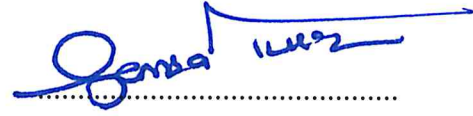
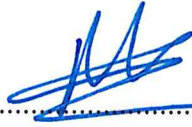
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye

Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA

Necmettin Erbakan Üniversitesi

İmza



Prof. Dr. Duran KARAKAŞ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



Aileme,

ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Mustafa KAYAHAN

ÖZET

**SOĞUK PRES KAYISI VE ERİK ÇEKİRDEĞİ YAĞLARININ OKSİDATİF
STABİLİTELERİNİN BELİRLENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MUSTAFA KAYAHAN
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. MUSTAFA KIRALAN)**

BOLU, EYLÜL - 2016

Soğuk pres erik (*Prunus domestica*) ve kayısı (*Prunus armeniaca*) çekirdek yağlarında başlangıç özellikleri olarak serbest yağ asitliği, peroksit değeri, özgül soğurma değerleri (K_{232} ve K_{270}) ve yağ asitleri bileşimi gibi çeşitli kimyasal özellikler tespit edilmiştir. Erik ve kayısı çekirdek yağlarında sırasıyla serbest yağ asitliği % 1.54 ve 1.56, peroksit değeri 4.87 ve 2.42 meq O_2/kg , K_{232} değeri 1.93 ve 1.86, K_{270} değeri ise 2.09 ve 0.41 olarak tespit edilmiştir. Erik ve kayısı çekirdek yağları doymamış yağ asitleri açısından zengin olup, bu yağlarda doymamış yağ asitlerinden oleik ve linoleik asit oranları sırası ile % 75.43 ve %68.78 ile % 15.91, ve %23.99'dur. Bu analizler yanında bu yağların uçucu bileşimi katı faz mikroekstraksiyon (SPME) tekniği ile ekstrakte edilmiş ve gaz kromatografi-Kütle spektrometre (GC-MS) tekniği ile kalitatif ve kantitatif olarak belirlenmiştir. Erik ve kayısı çekirdek yağlarında en fazla tespit edilen bileşen benzaldehit olup sırası ile 48.82×10^6 ve 58.40×10^6 AU düzeyinde saptanmışlardır.

Soğuk presle üretilen erik ve kayısı çekirdek yağlarının termal oksidasyon ve fotooksidasyon koşullarında oksidatif stabilitesi değerlendirilmiştir. Oksidasyonun izlenmesinde peroksit değeri, özgül soğurma değerleri ile uçucu bileşenlerindeki değişimler incelenmiştir.

Termal oksidasyon koşullarında 12 gün sonunda peroksit, K_{232} ve K_{270} değerleri erik ve kayısı çekirdek yağında sırası ile 63.82, 24.41 meq O_2/kg ; 12.38, 4.75 ve 1.98, 0.21 olarak belirlenmiştir. Bunun dışında, termal oksidasyonun ilerlemesi ile birlikte en fazla oluşan bileşik grubu aldehitler olup, özellikle hekzanal ve E-2-heptenal sırası ile erik çekirdek yağında 12. gün sonunda 149.24×10^6 , 41.83×10^6 AU ve kayısı çekirdek yağında ise 10. gün sonunda 199.28×10^6 , 58.88×10^6 AU olarak tespit edilmiştir.

Fotoooksidasyonun 12 günlük depolanması sonunda erik ve kayısı çekirdek yağında sırası ile peroksit değeri 117.52 ve 67.62 meq O_2/kg , K_{232} değeri 5.72, 4.56; K_{270} değeri 2.29, 0.13 olarak belirlenmiştir. Erik ve kayısı çekirdek yağlarında fotooksidasyon sırasında en fazla oranda aldehit grubu bileşenler belirlenmiştir. Bu bileşenlerden en önemli olanları hekzanal ve E-2-heptenaldır. Depolama sonunda, hekzanal ve E-2-heptenal, erik ve kayısı çekirdek yağında sırası ile 48.95, 20.13×10^6 AU ile 100.01 ve 11.57×10^6 AU düzeyinde belirlenmiştir.

Termal ve fotooksidasyon koşulları dışında yüksek sıcaklıkta (110 °C) yağ örneklerinin oksidasyona karşı dayanımları Ransimat cihazı ile tespit edilmiştir. Erik ve kayısı çekirdek yağlarında indüksiyon periyotları sırası ile 15.95 ve 19.56 saat olarak belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Erik çekirdek yağı, Kayısı çekirdek yağı, Oksidasyon, Uçucu bileşenler

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE OXIDATIVE STABILITY OF COLD PRESSED APRICOT AND PLUM KERNEL OILS

MSC THESIS

MUSTAFA KAYAHAN

ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF
NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. MUSTAFA KIRALAN)

BOLU, SEPTEMBER 2016

In the cold pressed plum (*Prunus domestica*) and apricot (*Prunus armeniaca*) kernel oils, various chemical properties as regards free acidity, peroxide value, specific extinction coefficients (K_{232} and K_{270}) and fatty acid composition were determined as the initial analyses. Free fatty acid, peroxide value, K_{232} and K_{270} values for (in) the plum and apricot kernel oils were detected to be 1.54% and 1.56%, 4.87 and 2.42 meq O_2 /kg, 1.93 and 1.86, 2.09 and 0.41, respectively. In the plum and apricot kernel oils with abundant unsaturated fatty acids, the ratios of oleic and linoleic acids being from the unsaturated fatty acids were observed to be 75.43%, 68.78% and 15.91%, 23.99%, respectively. Beside to the initial analyses, the volatile compounds belonging to the oils were extracted by solid phase microextraction (SPME) technique, and both the qualitative and quantitative analyses were accomplished using the gas chromatography-mass spectrometer (GC-MS). The results show that the amount of Benzaldehyde compound detected as the major amount in both the plum and apricot kernel oils was found to be 48.82×10^6 AU and 58.40×10^6 AU, respectively.

Oxidative stabilities of cold pressed plum and apricot kernel oils were also evaluated under the thermal and photo-oxidation conditions. The changes of peroxide value and specific extinction coefficients as well as volatile compounds were examined during the oxidation process.

At the end of 12th day of storage under the thermal oxidation conditions, the values of peroxide, K_{232} and K_{270} coefficients for the oils were recorded as 63.82, 24.41 meq O_2 /kg; 12.38, 4.75 and 1.98, 0.21, respectively. At the same time, that the aldehydes were observed as the most appeared chemical group with the enhancement of thermal oxidation is obvious. In particular, the hexanal and *E*-2-heptenal were recorded to be the values of 149.24×10^6 AU and 41.83×10^6 AU for the plum kernel oil after 12 days storage whereas the parameters were noted to reach up to 199.28×10^6 AU and 58.88×10^6 AU for the apricot kernel oil only after 10 days storage.

At the end of 12 days storage under photooxidation of plum and apricot kernel oil, the values of peroxide, K_{232} and K_{270} coefficients were measured to be 117.52, 67.62 meq O_2 /kg, 5.72, 4.56 and 2.29, 0.13, respectively. The aldehydes were assigned as the most chemical groups (especially hexanal and *E*-2-heptenal) appeared in photooxidised oils. At the end of storage, the hexanal and *E*-2-heptenal compounds in the plum and apricot oils were determined to be about 48.95×10^6 AU, 20.13×10^6 AU and 100.01×10^6 AU, 11.57×10^6 AU, respectively.

Except from thermal and photo-oxidation conditions, resistant to oxidative stability of oil samples was established at the relatively high temperature value of 110 °C by using Rancimat instrument. Induction periods for the plum and apricot kernel oils were determined as 15.95 and 19.56 h, respectively.

KEYWORDS: Plum kernel oil, Apricot kernel oil, Oxidation, Volatile compounds

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
KISALTMA VE SOMBOLLER LİSTESİ	xi
TEŞEKKÜR	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1 Üretim İstatistikleri.....	3
2.2 Botanik ve Çeşitlerin Sınıflandırılması	5
2.3 Genel Bileşim ve Gıda Sanayinde Kullanım Olanakları	8
2.4 Çekirdek ve Çekirdek Yağının Özellikleri	10
2.5 Çekirdek Yağlarının Oksidatif Stabilitesi	14
3. MATERYAL ve METOT.....	15
3.1 Materyal.....	15
3.2 Yöntem	15
3.2.1 Başlangıç Özellikleri	15
3.2.1.1 Serbest Yağ Asitliği	15
3.2.1.2 Peroksit Değeri.....	15
3.2.1.3 Özgül Soğurma Değeri.....	15
3.2.1.4 Yağ Asitleri Bileşimi	16
3.2.1.5 Uçucu Oksidasyon Ürünlerinin Belirlenmesi	16
3.2.2 Hızlandırılmış Oksidasyon Testleri	20
3.2.2.1 İndüksiyon Periyodu	20
3.2.2.2 Termal Oksidasyon	20
3.2.2.3 Fotooksidasyon	20
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	21
4.1 Başlangıç özellikleri	21
4.2 Oksidasyon Testleri	29
4.2.1 İndüksiyon Periyodu	29
4.2.2 Termal Oksidasyon	30
4.2.3 Fotooksidasyon	44
5. SONUÇLAR.....	54

6. KAYNAKLAR.....	55
7. ÖZGEÇMİŞ.....	60



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1	Termal Oksidasyon (60 °C) Süresince Örneklerin Peroksit Değerleri...	31
Şekil 4.2.	Termal Oksidasyon (60 °C) Süresince Örneklerin K ₂₃₂ Değerleri	33
Şekil 4.3.	Termal Oksidasyon (60 °C) Süresince Örneklerin K ₂₇₀ Değerleri	34
Şekil 4.4.	Fotooksidasyon Süresince Yağlarda Peroksit Değerleri.....	45
Şekil 4.5.	Fotooksidasyon(60 °C) Süresince Örneklerin K ₂₃₂ Değerleri	46
Şekil 4.6.	Fotooksidasyon(60 °C) Süresince Örneklerin K ₂₇₀ Değerleri	47



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Sert Çekirdekli Meyveler ile İlgili Bazı İstatistiki Veriler	4
Çizelge 2.2. Erik ve Kayısı Üretim İstatistikleri	5
Çizelge 2.3. Kayısı ve Erik Çekirdeklerinin Genel Bileşimi	10
Çizelge 2.4. Kayısı ve Erik İç Çekirdek Yağlarının Bazı Fizikokimyasal Özellikleri	11
Çizelge 3.1. Bileşenler ve Bileşenlere Ait Kovats İndeksleri	18
Çizelge 4.1. Erik ve Kayısı Çekirdek Yağlarının Serbest Yağ Asitliği, Peroksit Değeri ve Özgül Soğurma Değerleri	21
Çizelge 4.2. Erik ve Kayısı Çekirdek Yağının Yağ Asidi Bileşimi	25
Çizelge 4.3. Erik ve Kayısı Çekirdek Yağının Uçucu Bileşimi	27
Çizelge 4.4. Örneklerin 110 °C'da İndüksiyon Periyotları	29
Çizelge 4.5. 60 °C'da Depolanan Örneklerin Peroksit Değerleri	31
Çizelge 4.6. 60 °C'da Depolanan Örneklerin K ₂₃₂ Değerleri	33
Çizelge 4.7. 60 °C'da Depolanan Örneklerin K ₂₇₀ Değerleri	34
Çizelge 4.8. Termal Oksidasyon Süresince Erik Çekirdek Yağı Uçucu Bileşenlerindeki Değişim	38
Çizelge 4.9. Termal Oksidasyon Süresince Kayısı Çekirdek Yağı Uçucu Bileşenlerindeki Değişim	41
Çizelge 4.10. Yapay Gün Işığı Altında Depolanan Örneklerin Peroksit Değerleri ...	44
Çizelge 4.11. Yapay Gün Işığı Altında Depolanan Örneklerin K ₂₃₂ değerleri	45
Çizelge 4.12. Yapay Gün Işığı Altında Depolanan Örneklerin K ₂₇₀ Değerleri	47
Çizelge 4.13. Fotooksidasyon Süresince Erik Çekirdek Yağı Uçucu Bileşenlerindeki Değişim	48
Çizelge 4.14. Fotooksidasyon Süresince Kayısı Çekirdek Yağı Uçucu Bileşenlerindeki Değişim	52

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

AOCS	: Amerikan Yağ Kimyacıları Derneği
AU	: Arbitrary Unit
FAO	: Food And Agriculture Organization of the United Nations
IC₅₀	: Maksimum hızı yarıya düşüren inhibitör konsantrasyonu
NIST	: National Institute of Standards and Technology
K₂₃₂	: Konjuge dien
K₂₇₀	: Konjuge trien
Meq	: Miliekivalen (Milieşdeğer)
TUIK	: Türkiye İstatistik Kurumu

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak yaptığım bu çalışmanın her aşamasında bilimsel yönüyle bana yol gösteren, destek ve katkılarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Mustafa KIRALAN'a teşekkür eder, sonsuz saygılarımı sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım süresince her konuda desteklerini gördüğüm Araştırma Görevlisi Sezer Sündüz KIRALAN'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği) teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Lipit oksidasyonu, yağ içeren gıdalarda ve yağlarda önemli bozulma etmenleri arasında yer almaktadır. Bu reaksiyonlar sonucunda oluşan ürünler, gıdaların önemli kalite parametreleri olan lezzet, aroma, tekstür, görünüş ve beslenme içeriğini olumsuz etkilemektedir (Waraho vd. , 2011).

Lipit oksidasyonu sonucunda hidrokarbonlar, alkoller, furanlar, aldehitler, ketonlar ve asitler gibi ikincil oksidasyon ürünleri oluşabilmektedir. Bu ikincil oksidasyon ürünlerinden özellikle aldehit ve ketonlar, çok düşük konsantrasyonlarda dahi gıda ürünlerinin duyu özelliklerini olumsuz etkilemekte ve gıda kalitesini düşürmektedirler (Frankel, 1980; Min ve Boff, 2002). Oluşan bu oksidasyon ürünleri sadece gıdaların duyu kalitesini etkilemekle kalmayıp sağlık üzerine de çeşitli zararlı etkiler gösterebilmektedir (Katragadda vd. , 2010).

Lipit oksidasyonu, metaller, sıcaklık ve ışık yardımı ile ortaya çıkabilmektedir. Bu bağlamda ele alındığında bitkisel yağlarda önemli oksidasyon çeşitleri olarak sıcaklık vasıtasıyla oluşan termal ve ışık ile oluşan fotooksidasyon ön planda yer almaktadır (Chow, 2007). Bitkisel yağların termal oksidasyonunda farklı sıcaklıklar kullanılarak çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Fırın testi veya yabancı dilde karşılığı ile “Schaal Oven” testi çok eski yıllardan bu yana kullanılan oksidasyon testleri arasında yer almaktadır. Bu test genellikle orta sıcaklık derecesinde (genellikle 63 °C’da) etüvde uygulanmaktadır (O'brien, 2008). Oksidasyonun izlenmesinde peroksit değeri, konjuge dien ve trienler ve bunun yanında ağırlık artışı yöntemleri kullanılmaktadır (Rahman, 2007). Fotooksidasyon çalışmalarında ise yapay veya gün ışığı altında yağlar oksidasyona tabi tutulmaktadır. Oksidasyonun izlenmesinde de genellikle termal oksidasyonun izlenmesinde kullanılan yöntemlere başvurulmaktadır.

Kayısı ve eriklerin işlenme sonrasında kalan atıklardan olan çekirdekler farklı şekillerde değerlendirilebilmektedir. Tatlı kayısı iç çekirdekleri şekerleme ve çerez olarak değerlendirilmektedir. Kayısı çekirdekleri bunun dışında yağ sanayinde de kullanılabilir. Erik çekirdeği ise sadece yağ sanayinde kullanılmaktadır (Asma, 2000; Yurdagel vd., 1997). Bu yağların üretiminde genellikle presle üretim yöntemi tercih edilmektedir. Bu elde edilen yağlar, kozmetik ve gıda sanayinde kendine yer bulabilmektedir.

Kayısı ve erik iç çekirdek yağları, doymamış yağ asitleri açısından oldukça zengindir. Yağ asitleri bileşiminin büyük bir kısmını oleik asit oluşturmakta ve bunu linoleik asit izlemektedir. Doymamış yağ asitlerinden oleik asit miktarının yüksek olması oksidatif stabiliteye önemli katkı sağlamaktadır (Durmaz vd., 2010; Picuric vd., 1999).

Yapılan bu çalışma ile soğuk pres yöntemi ile üretilmiş kayısı ve erik iç çekirdek yağlarının sıcaklık ve ışık ile oksidasyonlarına karşı gösterdikleri direnç belirlenmiştir. Bu amaçla yağlar, 60 °C’da ve yapay ışık altında depolanarak oksidatif stabilitedeki değişimler incelenmiştir. Her iki depolama koşulunda oksidasyon, peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri kullanılarak izlenmiştir. Bunun yanında depolama sırasında oluşan uçucu bileşenler, katı faz mikroekstraksiyon (SPME) yöntemi ile ekstrakte edilerek gaz kromatografi-kütle spektrometri (GC-MS) cihazı ile kalitatif ve kantitatif olarak analiz edilmiştir.

2. KURUMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Üretim İstatistikleri

Türkiye, bulunduğu coğrafya ve iklim koşulları düşünüldüğünde bahçe bitkileri yetiştirme potansiyeli olan nadir ülkelerdendir. Birçok meyve türüne olan gereksinim Türkiye tarafından tek başına karşılanabilmekte ve bunun yanında özellikle yurt dışına ihraç edilerek ekonomik anlamda da önemli katkılar sunabilmektedir. Dünya üzerinde 138 meyve türünün kültürü yapılmakta olup subtropik meyve türleri de dahil olmak üzere 75 kadarı Türkiye’de yetiştirilmektedir (Gülcan vd., 2000).

Meyveleri, botanik özellikleri dikkate alındığında 4 grup altında toplamak mümkündür.

- 1) Yumuşak çekirdekli meyveler (Elma, armut, ayva, alıç, muşmula, üvez vb.)
- 2) Sert çekirdekli meyveler (Erik, kayısı, şeftali, kiraz, vişne, kıızılcık, iğde vb.)
- 3) Üzümsü meyveler (Üzüm, frenküzümü, çilek, ahududu vb.)
- 4) Sert kabuklu meyveler (Ceviz, fındık, kestane vb.) (Baraz, 2002).

TÜİK 2015 yılı verilerine göre Türkiye’de 23.949.000 hektar alanda tarım yapılmaktadır. Bu alanların yaklaşık % 13.7’lik kısmı (3.284.000 hektar) meyve yetiştiriciliği için kullanılmaktadır (TÜİK, 2016). Meyvecilikteki sert çekirdekli meyvelerin ekonomideki payı büyüktür. Kayısı, şeftali, erik ve kiraz önemli sert çekirdekli meyvelerdendir (Çizelge 2.1). TÜİK 2015 yılı verilerine göre 680.000 ton ile en fazla üretimi olan sert çekirdekli meyve kayısı olup, bunu 642.727 ton ile şeftali ve 535.600 ton ile kiraz izlemektedir. (TÜİK, 2016)

Çizelge 2.1. Sert çekirdekli meyveler ile ilgili bazı istatistiki veriler (TÜİK, 2016)

	Meyve Veren Ağaç Sayısı (bin)	Meyve Vermeyen Ağaç Sayısı (bin)	Üretim (ton)
Şeftali	16338	3280	642727
Erik	8889	1553	279761
Kayısı	15403	2282	680000
Zerdali	990	130	16100
Kiraz	20616	6614	535600
Vişne	6041	1303	183500
Kızılcık	727	97	10950
İğde	302	40	4270
Hünnap	16	21	302

FAOSTAT 2013 yılı verileri dikkate alındığında 6.100.000 ton ile erik üretiminde başı Çin çekmektedir. Türkiye ise 305.393 ton ile sıralamada 5. sırada yer almaktadır. Kayısı üretimi açısından istatistiki veriler ele alındığında en önemli üretici ülke 811.609 ton ile Türkiye olup, bunu 457.308 ton ile İran izlemektedir (Çizelge 2.2) (FAOSTAT, 2015).

Çizelge 2.2. Erik ve kayısı üretim istatistikleri (FAOSTAT 2013 verileri)

Erik		Kayısı	
Ülke	Üretim miktarı (ton)	Ülke	Üretim miktarı (ton)
Çin	6.100.000	Türkiye	811.609
Sırbistan	738.278	İran	457.308
Romanya	512.459	Özbekistan	430.000
Şili	306.354	Cezayir	319.784
Türkiye	305.393	İtalya	198.290

2.2 Botanik ve Çeşitlerin Sınıflandırması

Eriğin bitkiler âlemindeki yeri şu şekildedir:

Âlem: Plantae

Şube: Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)

Sınıf: Magnoliopsida (İki çenekliler)

Takım: Rosales

Familya: Rosaceae (Gülgiller)

Cins: Prunus (Karamürsel, 2010)

Erik çok sayıda çeşidi ve farklı özellikteki alt türlerinin çokluğu, farklı ekolojilere uyumu ve anaç zenginliği sayesinde geniş alanlara yayılmıştır (Karamürsel, 2011). Erik çeşitleri dünyada farklılık göstermekle birlikte olgunluk zamanına göre; erkenci, orta mevsim ve geçici olarak sınıflandırmak mümkündür (Tunalıoğlu ve Keskin, 2004). Erik alt türünün fazla olması ve farklı ekolojik bölgelerin sunduğu olanaklar nedeni ile erik çeşitlerini 5-6 aylık süre (15 Nisan-15 Ekim) ile gıda piyasasında görmek mümkündür. İlk erik hasadı (erkence dönem) can eriği (*Prunus ceresifera*) ile Akdeniz bölgesinde başlamaktadır. Bunu yaz ortalarında olgunlaşan Japon yada İtalyan eriği (*Prunus salicina*) izlemektedir. En son erik

hasadı ise ağustosta olgunlaşmaya başlayan geçici çeşitlerden olan Avrupa eriği (*Prunus domestica*) ile sona ermektedir (Karamürsel, 2011; Tunalıoğlu ve Keskin, 2001).

Erik meyvesi üretim miktarları ve ticari bakımdan ele alındığında 3 grupta toplamak mümkündür:

1- Avrupa grubu Erikler (*P. domestica*): Erik üretiminin önemli bir kısmı bu grup Eriklerden yapılmaktadır. Genel olarak sofralık ve kurutmalık olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında meyve suyu, reçel, marmelat ve konservelik olarak da gıda sanayinde değerlendirilmektedir.

2- Japon grubu Erikler (*P. salinica*): Halk dilinde İtalyan eriği olarak da bilinirler. Japon grubu Erikler genellikle taze tüketilmektedir ve kurutmaya uygun değildirler. Taze olarak komposto ve bazı konserve ürünlerinde yer almaktadır

3- Yeşil (Can) Erikler (*P. cerasifera*): Bu çeşit, diğer Erik çeşitleri için anaç olarak kullanıldığı gibi, meyveleri gerek yeşil olum gerekse tam olum devrelerinde sofralık olarak değerlendirilir. Bu Erik çeşidi Türkiye’de genellikle meyveleri için değerlendirilir. (Karaçali, 2006)

Kayısının bitkiler âlemindeki sınıflandırılması şu şekildedir:

Âlem: Plantae

Şube: Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)

Sınıf: Magnoliopsida (İki çenekliler)

Takım: Rosales

Familiya: Rosaceae (Gülgiller)

Cins: Prunus (Köysüren, 2013)

Dünya yaş kayısı üretiminin yaklaşık % 20-25’lik kısmı Türkiye’de yapılmakta olup, Türkiye kayısı üretimi açısından 7 kayısı bölgesine ayrılmaktadır. Bu bölgeler;

1. Malatya: Türkiye yaş kayısı üretiminin yarısı bu bölgede gerçekleştirilmektedir. Kuru kayısı üretiminin % 95’lik kısmı burada yapılmaktadır. Yetiştirilen kayısı çeşitlerinin % 73’lük kısmını Hacıhaliloğlu, % 17’sini Kabaası,

geri kalan kısmını ise Soğancı, Hasanbey, Çataloğlu ve Zerdali (% 1'den az) çeşitlerinin ağaçları oluşturmaktadır (Sorbutay, 2003) .

2. Elazığ-Erzincan: Bölge, ağırlıklı olarak kuru kayısı üretimine katkıda bulunur. Bölgede en fazla miktarda kayısı üretimi Elazığ'da Fırat Havzasına bakan Baskil ilçesinde yapılmaktadır. Bu ilçede üretilen kayısının yarısı kurutularak Malatya piyasasına sürülmektedir. Bölgenin en önemli kayısı çeşitleri Hacıhaliloğlu ve Kabaasıdır. Ağaç varlığının yaklaşık % 73'ünü Hacıhaliloğlu, % 15'ini Kabaası, % 5'ini Hasanbey ve geriye kalan % 8'ini ise Çöloğlu, Şekerpare ve Tokaloğlu çeşitleri teşkil etmektedir (Sorbutay, 2003).

Erzincan ilinde üretilen kayısılar, sofralık ve kurutmalık olarak değerlendirilmektedir. Hasanbey, Aprikoz, Teberze ve Zerdali çeşitleri kayısı varlığının önemli kısmını oluşturmaktadır. Sivas'ta yetiştirilen kayısılar, kurutmalık ve sofralık olarak değerlendirilmektedir. Bu lokasyonda ağırlıklı olarak Şekerpare (% 50) çeşidi yer almakta bunu Hacıhaliloğlu (% 25) çeşidi izlemektedir (Sorbutay, 2003).

3. Akdeniz (Mut-İskenderun): En erken kayısı hasadının yapıldığı bölgede en önemli üretim merkezi İçel'in Mut ilçesidir. Bu lokasyonun dışında önemli diğer üretim merkezleri; Antalya, Hatay ve Adana'dır. Bölgede yetiştirilen kayısı çeşitleri Sakıt, Septik, Mektep, Dört Yol, Mut, Şekerpare, Karacabey, Tokaloğlu'dur (Sorbutay, 2003).

4. Kars-Iğdır: Bu bölgede Aras vadisi boyunca Iğdır, Kağızman ve Tuzluca'yı içine alan lokasyonda önemli miktarda üretim yapılmaktadır. Iğdır'daki kayısı ağacı varlığının % 85'ini Şalak, geriye kalan % 15'lik kısmını Ordubat, Teberze ve Teyvent (Ağarik) çeşitleri oluşturmaktadır. Üretilen kayısılarının etli olmasından dolayı sofralık olarak tüketilmekte veya büyük tüketim merkezlerine gönderilmektedir (Sorbutay, 2003).

5. Marmara (Sakarya-Bilecik): Bu bölgede önemli üretici merkezler, Sakarya, Bursa ve Edirne'dir. Üretilen kayısılar sofralık olarak değerlendirilmektedir. Bölgede yetiştirilen en önemli kayısı çeşitleri Şekerpare, Karacabey ve Ethembey'dir (Sorbutay, 2003).

6. Ege: Bu bölgede turfanda sofralık kayısı üretimi yapılmaktadır. Bölgede yetiştirilen en önemli kayısı çeşitleri Turfanda, İzmir, Çiğli, Mektep ve Tokaloğlu'dur (Sorbutay, 2003).

7. İç Anadolu: Bölgede kayısı üretimi, Kayseri, Konya, Ankara, Kırşehir, Nevşehir, Niğde, Yozgat, Karaman ve Aksaray illerinde yapılmaktadır. Ankara'da yetişen kayısı çeşitlerinin büyük çoğunluğunu Şekerpare (% 75) oluşturmaktadır. Diğer çeşitler ise Tokaloğlu, Alyanak, ve Zerdalidir. Nevşehir ilinde ise % 60 oran ile İri Bitirgen çeşidi yer almaktadır (Sorbutay, 2003).

2.3 Genel Bileşim ve Gıda Sanayinde Kullanım Olanakları

Eriğin gıda bileşenleri; çeşit, lokasyon ve iklim koşulları gibi birçok faktöre göre değişim göstermektedir. Eriğin genel bileşimi aşağıda yer alan çalışmalarda özetlenmiştir.

Geleneksel olarak üretimi yapılan çeşitlerde sükroz, glikoz, früktoz ve sorbitol başlıca belirlenen karbonhidrat bileşenleridir (Cinquanta vd., 2002). Farklı erik kültürlerinde sükroz 1000-6270 mg/100 g, glikoz 1700-6020 mg/100 g, früktoz 760-5450 mg/100 g ve sorbitol 1000-5330 mg/100 g miktarlarında tespit edilmiştir (Forni vd., 1992). Organik asit bileşiminde en fazla miktarda belirlenen, malik asit olup miktarı 1140-2540 mg/100 g aralığında tespit edilmiştir (Wills vd, 1983). Erik çeşitlerinde yapılan çalışmada toplam fenol içeriği 3200 mg gallik asit eşdeğeri/kg olarak tespit edilmiş olup, başlıca fenolik bileşen neoklorojenik asit, bunu takiben ise klorojenik asit ve rutin belirlenmiştir (Piga vd., 2003). Eriklerde bulunan başlıca vitamin, C vitaminidir (4-6 mg/100 g). Diğer belirlenen vitaminler ise tiyamin, riboflavin ve niasindir (Wills vd, 1983). "AU-Amber", "AU-Rosa", "Methley" ve "Rubysweet" çeşitlerinde en fazla belirlenen uçucu bileşenler; hekzenal, butil asetat, E-2-hekzenal, butil butirat, hekzil asetat, linalol, γ -dekalakton ve γ -dodekalaktondur (Horvat vd., 1992).

Kayısılarda bileşim başta çeşit olmak üzere lokasyon ve iklim koşulları gibi birçok faktöre bağlı olarak değişim gösterir. Kayısılarda belirlenen başlıca karbonhidrat bileşenleri sükroz, glikoz, früktoz ve sorbitol olarak belirlenmiştir. Bu bileşenler içerisinde en fazla oranda belirlenen sükroz olup (22.96-56.83 mg/100 g)

bunu sırası ile glikoz (11.38-23.67 mg/100 g), früktoz (6.53-15.68 mg/100 g) ve sorbitol (2.47-26.84 mg/100 g) izlemiştir. Kayıslarda en fazla miktarda Organik asitlerden malik asit ve sitrik asit bulunmuştur. Malatya’da yetişen çeşitlerde yapılan çalışmada malik asit içeriği 973.4-2341.1 mg/100 g ve sitrik asit içeriği ise 431.8-9997.1 mg/100 g aralığında belirlenmiştir (Akin vd., 2008). Kayıslarda en fazla miktarda belirlenen fenolik bileşenler; kateşin, epikateşin, rutin, klorojenik asit, neoklorojenik asittir (Roussos vd., 2016). Kayıslar, C vitamini (20.6-96.8 mg/100 g) açısından zengin gıda kaynaklarındandır. Bunun yanında A vitamini ve E vitamini açısından da zengin olan yerel kayısı çeşitlerinde (Çataloğlu, Hacıhaliloğlu ve Kabaası) bu vitaminler sırası ile 0.013-0.021 mg/100 g KM ve 0.028-0.038 mg/100 g KM aralığında tespit edilmiştir (Kan vd., 2014). En fazla oranda belirlenen aminoasit asparajin 2727, 6895 mg/kg (Canino Tardivo çeşidi) miktarında tespit edilmiş olup, bunu (Bebecou çeşidi) aspartik asit (116-197 mg/kg), serin (52-275 mg/kg), alanin (52-195 mg/kg) ve glutamik asit (73-166 mg/kg) izlemiştir (Voi vd., 1995). Kayısı aromasını aldehitler, ketonlar, asetatlar, esterler, alkoller, asitler, laktonlar, terpenler ve diğer bileşik grupları oluşturmaktadır. β -siklositral, γ -dekalakton, 6-metil-5-hepten-2-one, linalol, β -iyonon, menton, hekzanol, hekzanal, *E*-2-hekzen-1-ol ve *E*-hekzen-2-al başlıca aroma bileşenleri olarak belirlenmiştir (Roussos vd., 2016).

Kayısı; meyve suyu, meyve konsantreleri, reçel, marmelat, jöle, dondurma, lokum, bisküvi dolgu maddesi, çiklet, pestil gibi birçok gıda ürününde kullanılmaktadır (Anonim, 2015).

Kayısı meyvelerinden bahsi geçen ürünler üretilmektedir. Bunun dışında çekirdekleri de son yıllarda kullanılan önemli materyallerden biridir. Kayısı çekirdekleri, çiğ veya kavrulmuş formda çerez olarak tüketilebilir. Çekirdek, protein ve yağ açısından zengin bir materyal olması nedeni ile yağ sanayinde kullanılmaktadır. Yağ üretildikten sonra arta kalan posa protein açısından zengin olması nedeni ile hayvan yemi katkısı olarak kullanılması mümkündür (Anonim, 2015).

2.4 Çekirdek ve Çekirdek Yağlarının Özellikleri

Kayısı (*P. armeniaca*) ve erik (*P. domestica*) çekirdekleri tüm hali ile incelendiğinde genel bileşim Çizelge 2.3'te verilmiştir. Kayısı ve erik çekirdeklerinde yüksek oranda lif yer almasına karşın düşük oranda kül belirlenmiştir.

Çizelge 2.3. Kayısı ve erik çekirdeklerinin genel bileşimi (Kamel ve Kakuda, 1992)

	Protein (%)	Karbonhidrat (%)	Yağ (%)	Lif (%)	Kül (%)
Kayısı	6.9	27.9	13.1	51.0	1.1
Erik	3.0	22.4	11.6	62.4	0.6

Kayısı ve erik çekirdek içleri yağ ve protein açısından zengindir. Kayıslarda protein ve yağ içeriği sırası ile % 49.3 ve % 37.4 iken eriklerde bu bileşenler sırası ile % 45.9 ve % 35.9 olarak tespit edilmiştir. İç çekirdek yağlarının bazı fizikokimyasal özellikleri Çizelge 2.4'te verilmiştir. Kayısı ve erik çekirdek yağlarında fizikokimyasal özellikler incelendiğinde değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Kayısı çekirdek yağında asit sayısı 1.56 mg KOH/g, serbest yağ asitliği % 0.87, sabunlaşma sayısı 191, iyot sayısı 105, hidroksil değeri 6.3 ve sabunlaşmayan madde % 0.56; erik çekirdek yağında asit sayısı 1.3 mg KOH/g, serbest yağ asitliği % 0.90, sabunlaşma sayısı 192, iyot sayısı 108, hidroksil değeri 6.5 ve sabunlaşmayan madde % 0.60 olarak belirlenmiştir (Kamel ve Kakuda, 1992).

Çizelge 2.4. Kayısı ve erik çekirdek yağlarının bazı fizikokimyasal özellikleri (Kamel ve Kakuda, 1992)

	Kayısı çekirdek yağı	Erik çekirdek yağı
Asit sayısı (mg KOH/g)	1.56	1.3
Serbest yağ asitleri (%)	0.87	0.90
Sabunlaşma sayısı	191	192
İyot sayısı	105	108
Hidroksil değeri	6.3	6.5
Sabunlaşmayan madde (%)	0.56	0.60

Acı ve tatlı kayısı iç çekirdek yağında sırası ile refraktif indeks (20 °C) 1.4680, 1.4665; özgül ağırlık (20 °C) 0.926, 0.919; sabunlaşma sayısı 190, 192; iyot sayısı 107, 104 ve sabunlaşmayan madde % 0.70, % 0.76 olarak belirlenmiştir (Femenia vd., 1995).

Acı (Alyanak, Karacabey ve Paviot) ve tatlı (Aprikoz, Çataloğlu, Çöloğlu, Hacıhaliloğlu, İsmailağa, Kabaaşı ve Şekerpare) kayısı iç çekirdeklerinde yağ oranı 2005 yılında % 44.45-56.45, 2006 yılında % 39.00- 53.39 arasında belirlenmiştir (Yıldırım vd., 2010). Malatya'ya özgü olan Alyanak, Çataloğlu, Çöloğlu, Hacıhaliloğlu, Hacıkız, Hasanbey, Kabaaşı, Soğancı ve Tokaloğlu çeşitlerinin iç çekirdeklerinde yağ oranı % 40.23-53.19 aralığında belirlenmiştir (Turan, vd., 2007).

14 farklı kayısı genotiplerinde yapılan çalışmada iç çekirdeklerin toplam fenol içeriği 92.2-162.1 mg gallik asit eşdeğeri/100 g arasında belirlenmiştir. Serbest radikal yakalama aktivitesine göre IC₅₀ konsantrasyonu 43.8-123.4 mg/mL, Ferrik iyon indirgeme antioksidan parametresi (FRAP) 154.1-243.6 FeSO₄. 7H₂O µg/ml aralığında değişim göstermiştir (Korekar vd., 2011).

Erik ve kayısı iç çekirdek yağlarında yapılan trigliserit analizinde en fazla oranda triolein (OOO) belirlenmiş olup oranı sırası ile % 42.9 ve % 43.8'dir. OOO'nun akabinde linoleylidioleoin (LOO) en fazla oranda tespit edilen trigliserit çeşitlerinden biri olmuştur. Bu bileşen, erik yağında % 23.9 ve kayısı yağında % 22.0 oranında yer almıştır. Erik ve kayısı çekirdek yağlarının sterol bileşiminde en fazla

oranda yer alan β -sitosterol olup sırası ile oranları % 87.4 ve % 87.8'dir (Minar M, 1999).

28 farklı erik çeşidinde yapılan çalışmada toplam kromanol içeriği 36.86–83.38 mg/100 g KM olarak belirlenmiştir. Tokoferol izomerlerinden 4 tanesi; α -tokoferol (3.55–11.84 mg/100 g KM), β -tokoferol (0.01–0.13 mg/100 g KM), γ -tokoferol (30.58–73.63 mg/100 g KM) ve δ -tokoferoldür (0.71–4.04 mg/100 g KM). Tokotrienollerden α -tokotrienol belirlenmiş olup miktarı 0.24-1.47 mg/100 g KM aralığında tespit edilmiştir (Górnaś vd., 2015).

3 yıl süre ile hasat edilen erik ve kayısı iç çekirdek yağlarında β -karoten içerikleri sırası ile 184.95-191.21 ve 58.35-62.46 $\mu\text{g/g}$ yağ aralığında değişim göstermiştir. Aynı çalışmada yağ örneklerinde toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitede de belirlenmiştir. Erik ve kayısı iç çekirdek yağlarında sırası ile toplam fenol içeriği 0.61-2.85 mM gallik asit /L ve 0.88-1.28 mM gallik asit /L, 0.42-1.90 mM Fe^{+2} /L ve 0.86-1.33 mM Fe^{+2} /L aralığında belirlenmiştir (Popa vd., 2011).

Tatlı ve acı kayısı iç çekirdek yağlarında temel yağ asidi olarak oleik asit belirlenmiş olup % 62.84 (Alyanak çeşidi 2005 yılı hasadı) - % 72.62 (Çöloğlu çeşidi 2005 yılı hasadı) aralığında bulunmuştur. Oleik asitten sonra en fazla oranda belirlenen yağ asidi linoleik asittir. Linoleik asit, % 20.14 (Çöloğlu çeşidi 2005 yılı) - % 28.26 (Alyanak çeşidi 2006 hasat yılı) aralığındadır (Yıldırım vd., 2010).

Bazı erik ve kayısı çeşitlerinin çekirdeklerinde kuru ağırlık bazında yağ verimi % 46.3 (*P. armeniaca*) - % 55.5 (*P. amygdalus*) aralığında değişim göstermiştir. Aynı örneklerin doymamış yağ asitleri açısından zengin olduğu belirlenmiştir. Bu örneklerde en fazla oranda oleik asit belirlenmiş olup oranı % 43.9 (*P. spinosa*) ve % 78.5 (*P. domestica*) aralığında tespit edilmiştir. Oleik asitten sonra en fazla oranda belirlenen yağ asidi linoleik asit olup % 9.7 (*P. domestica*) - % 28.0 (*P. armeniaca*) aralığında değişim göstermiştir. E vitamini aktivitesi gösteren bileşenlerin toplamı 62.9 (*P. persica*) ve 439.9 mg/kg (*P. armeniaca*) aralığında belirlenmiştir. Örneklerin birçoğunda baskın tokoferol olan γ -tokoferol, 1.6 mg/kg (*P. persica*) ile 330.2 mg/kg (*P. armeniaca*) miktarları arasında bulunmuştur (Matthaus ve Özcan, 2009).

Çin'e özgü çeşitlerden biri olan Longwangmo tatlı kayısı (*P. armeniaca* L.) iç çekirdek yağları farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir.

Çalışmada kayısı iç çekirdekleri ısıtıl işlem görmeden ve ısıtıl işlem görerek (80 °C) soğuk (40 °C) ve sıcak (120 °C) presle yağa işlenmiştir. Bunun yanında örneklerden biri rafine edilmiştir. Örneklerin bazı fizikokimyasal özelliklerinden olan yağ asidi değeri 0.36-1.40 mg KOH/g, peroksit değeri 2.09-5.62 mmol O₂/kg, K₂₃₂ değeri 0.70-0.85 ve K₂₆₈ değeri 0.20-0.38 aralığında tespit edilmiştir (Zhou vd., 2016).

Kayısı çekirdek yağlarının uçucu bileşimini aldehitler, ketonlar, esterler, alkoller, asitler, pirazinler, benzenler ve aminler oluşturmaktadır. Diğer bileşik gruplarına kıyasla esterlerin miktarı (4.31–533.82 mg/kg) oldukça düşük bulunmuştur. Isıl işlem uygulanmamış kayısı çekirdeklerinden soğuk presle üretilen yağlarda γ -nonalakton ve γ -dekalakton bu örneğe özgü bulunmasına karşın rafine yağda ester belirlenememiştir. Isıl işlem görmüş çekirdeklerin yağları ve ısıtıl işlem görmemiş çekirdeklerden sıcak pres ile yağa işlenmiş örnekte etil asetat ve Z-3-kaproik asit metil esteri belirlenmiştir. Bu bileşenlerin sıcaklığa bağlı olarak indikatör bileşenler olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Aldehitler, uçucu bileşimin önemli kısmını oluşturmaktadır. Bu bileşenlerden en önemlisi benzaldehit örneklerde 2462.09–4596.18 mg/ kg aralığında tespit edilmiştir. Bunun yanında cis-4,5-epoksi-E-2-desil olefin aldehit ve E,Z-2,6-nonadienalaldehit kayısı çekirdek yağında ilk kez belirlenen bileşenler olarak bildirilmiştir (Zhou vd., 2016).

2.5 Çekirdek Yağlarının Oksidatif Stabilitesi

Erik (*P. domestica*) iç çekirdeğinden enzimatik metot ve klasik Soxhlet ile yağların elde edildiği çalışmada 60 °C’da depolamada soxhlet metodu ile elde edilen yağın indüksiyon periyodunun 7 gün olduğu belirlenirken enzim metodu ile ekstraksiyonla elde edilende ise bu değer 8 gün olarak belirlenmiştir. Aynı örneklerde 120 °C’da Ransimat cihazı ile yapılan testte Soxhlet metodu ile üretilen yağların indüksiyon periyodunun (7 saat) enzimatik metotla üretilene (5.5 saat) kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu oksidasyon testleri dışında örnekler ışık altında fotooksidasyona tabi tutulmuştur. Soxhlet yöntemi ile üretilen yağlarda 6 saatlik indüksiyon periyodu belirlenirken enzimatik yöntemle üretilenlerde daha kısa indüksiyon periyodu (4.5 saat) belirlenmiştir (Picuric-Jovanovic vd., 1999).

Acı ve tatlı kayısı iç çekirdekleri yağlarının farklı ambalajlarda (amber renkli cam, şeffaf renkli cam ve polietilen poşet) 20 °C'da 6 ay depolandığı çalışmada peroksit ve asit değerleri depolama sonunda sırası ile 6.2-10.0 meq O₂/kg ve 3.6-5.9 mg KOH/g'a kadar artış göstermiştir (Gupta ve Sharma, 2009).

Soxhlet ile elde edilen kayısı çekirdek yağında 110 °C'da Ransimat cihazı ile yapılan hızlandırılmış oksidasyon testinde indüksiyon periyodu 35.9 saat olarak belirlenmiştir (Hassanien, vd., 2014).

İç çekirdeklerin kavrulduğu çalışmada 15 ve 20 dakika kavrulan çekirdeklerin yağlarının fırın testi sonunda düşük peroksit değeri gösterdiği buna karşın 5 ve 10 dakika kavrulan çekirdeklerin yağlarında ise diğer kavrulan ve kavrulmayan çekirdeklerden elde edilen yağlara kıyasla daha yüksek peroksit değeri gösterdiği tespit edilmiştir. *p*-anisidin değeri, kavrulmayan örneklerin yağlarında daha düşük tespit edilirken, kavrulmuş örneklerde *p*-anisidin değeri düşükten yükseğe şu şekilde sıralanmıştır: 15, 20, 0, 10, 30 ve 5 dakika. Aynı çalışmada 110 °C'da kavrulmamış çekirdekten elde edilen yağın indüksiyon periyodu 19.7 saat iken kavrulan örneklerin genelinde kavurma işlemine bağlı olarak indüksiyon periyodunun artış gösterdiği belirlenmiştir. 10, 15 ve 20 dakika kavrulan çekirdeklerin yağlarında indüksiyon periyodu sırası ile 20.7, 23.0 ve 24.5 saat olarak tespit edilmiştir (Durmaz vd., 2010).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Erik ve kayısı çekirdek yağları soğuk pres ile üretim yapan Neva Ltd & Sim Ltd. (İstanbul) firmasından temin edilmiştir. Yağların üretimi sırasında sıcaklık 40 °C’u geçmemiş ve ürünlere herhangi bir katkı maddesi ilavesi yapılmamıştır. Analizler yapılana kadar örnekler derin dondurucuda -18 °C’da saklanmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Başlangıç Özellikleri

3.2.1.1 Serbest Yağ Asitliği

Yüzde serbest yağ asitliği, Anonymous 1989 (AOCS Official Method Ca 5a-40)’a göre yapılmıştır. Sonuçlar, % oleik asit cinsinden verilmiştir.

3.2.1.2 Peroksit Değeri

Peroksit değeri, AOCS Official Method Cd8-53 (Anonymous, 2006)’e göre belirlenmiştir. Sonuçlar, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijenin milieşdeğer oksijen cinsinden hesaplanarak verilmiştir (meq O₂/kg).

3.2.1.3 Özgül Soğurma Değerleri

Özgül soğurma değerleri analizi, AOCS Ch5-91’e göre yapılmıştır. Sonuçlar, K değeri olarak sunulmuştur. Konjuge dien için K₂₃₂ ve konjuge trien için ise K₂₇₀ olarak verilmiştir. Örneklerde absorbans ölçümleri 232 ve 270 nm’de Hitachi U-2800A UV/VIS spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır.

3.2.1.4 Yağ Asitleri Bileşimi

Yağ örneklerinin metil esterleri Anonymous (1990)'a göre hazırlanmıştır. Yağ asidi metil esterleri, gaz kromatografisine enjekte edilerek yağ asitleri bileşimi % oran olarak belirlenmiştir. Kromatogramdaki piklerin tanımlamalarında standart metil esterleri kullanılmıştır. Gaz kromatografisi cihazının çalışma koşulları aşağıda sunulmuştur.

Gaz kromatografi cihazı : Shimadzu GC-2010

Kolon : DB-23 Fused Silica Kapiler Kolon (60 m uzunluğunda, 0.25-mm iç çap, 0.25 µm film kalınlığı)

Kolon sıcaklığı : 190°C (95 dak)

Dedektör: Alev İyonizasyon Dedektörü (FID)

Dedektör sıcaklığı: 240°C

Taşıyıcı gaz: Helyum, akış hızı: 0.70 mL/dakika

Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 230°C

Enjeksiyon miktarı : 1 µL

Split oranı: 1:80

3.2.1.5 Uçucu Oksidasyon Ürünlerinin Belirlenmesi

Uçucu oksidasyon ürünlerinin belirlenmesinde yaklaşık 3 g örnek 20 mL'lik küçük şişelere (headspace vialleri) alınarak ağzı hava sızdırmaz teflon kapakla kapatılmıştır. Şişeler, 40 °C'da 10 dakika tutularak örneğin dengeye gelmesi sağlanmıştır. Daha sonra katı faz mikroekstraksiyon için uygun fiber (adsorbant olarak 85 µm kalınlığında karboksen/polidimetilsiloksan (CARB-PDMS)) şişeye daldırılmış ve 40 dakika süre ile tepe boşluğundaki uçucu bileşenleri adsorbe etmiştir. Son olarak fiber, gaz kromatografi cihazının enjeksiyon portunda 10 dakika süre ile bekletilerek yakalanan uçucu bileşenleri desorbe ederek GC-MS sistemi kolonuna gönderilmiştir.

Uçucu bileşenlerin belirlenmesinde FID dedektör donanımlı Hewlett Packard 7890 gaz kromatografi cihazı ile kombine HP 5975 MS dedektörü kullanılmıştır. Analizlerde DB-624 (30 m uzunluğunda, 0.25mm iç çapında, 1.4 µm film kalınlığında) kapiler kolon kullanılmıştır. Çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 250 °C

Dedektör sıcaklığı: 250 °C

Taşıyıcı gaz: He

Akış hızı: 1 mL/dakika

MS kaynağının sıcaklığı: 230 °C

MS kuadropol sıcaklığı: 150 °C

Enjeksiyon modu: Bölünmesiz (Splitless)

Fırın sıcaklık programı:

40 °C 5 dak tutulur

40 °C'dan 110 °C'a kadar dakikada 3 °C artacak şekilde

110 °C'dan 150 °C'a kadar dakikada 4 °C artacak şekilde

150 °C'dan 210 °C'a kadar dakikada 10 °C artacak şekilde

210 °C'da 12 dakika tutulur

Elektron enerjisi: 70 eV

Kütle aralığı: 41-400 atomik kütle ünitesi

GC/MS analizleri yapılan bileşenlerin kütle spektrumları, standart maddeler, sisteme enjekte edilerek hem alıkonma süreleri hem de kütle spektrumlarından yararlanılarak tanımlama yapılmıştır. Ayrıca Wiley ve NIST kütüphanelerindeki bilgiler ile karşılaştırma yapılarak teşhisler yapılmıştır. En son olarak alifatik hidrokarbon standart maddeleri (C₄-C₂₀) verilerek Kovats indeks (KI) değerleri hesaplanmış ve bu da tanımlamada ayrıca kullanılmıştır. Bileşenler ve bunların Kovats indeksleri Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1 Bileşenler ve Bileşenlere Ait Kovats İndeksleri

KI	BİLEŞEN	Kayıp çekirdek yağı	Erik çekirdek yağı
790	1-okten	+	+
800	Oktan	+	+
821	1-pentanol	+	-
838	Hekzanal	+	+
886	Etil benzen	-	+
894	<i>p</i> -ksilen	-	+
896	Furfural	+	-
900	Nonan	-	+
906	2-hekzenal	+	+
921	1-hekzanol	-	+
935	2-heptanon	+	+
939	α -tujen	-	+
943	Heptanal	+	+
948	α -pinen	-	+
970	Pentanoik asit	+	+
996	β -pinen	-	+
998	2,2,4,6,6- pentametilheptan	-	+
1011	2-pentilfuran	+	-
1012	<i>E</i> -2-heptenal	+	+
1023	Benzaldehit	+	+

*İzomerler tanımlanamıştır.

Çizelge 3.1 (devam)

KI	BİLEŞEN	Kayısı çekirdek yağı	Erik çekirdek yağı
1027	1-okten-3-ol	+	+
1037	2-oktanon	+	+
1046	Oktanal	+	+
1052	<i>p</i> -simen	+	+
1062	Hekzanoik asit	+	+
1076	2,4-heptadienal	+	+
1094	3-okten-2-one	+	+
1118	<i>E</i> -2-oktenal	+	+
1121	Benzil alkol	+	+
1153	Nonanal	+	+
1210	Feniletıl alkol	+	-
1224	2-nonenal	+	-
1253	Oktanoik asit	-	+
1268	2,4-nonadienal*	-	+
1288	2,4-nonadienal	+	-
1327	<i>E</i> -2-dekenal	+	-
1347	Nonanoik asit	-	+
1368	<i>E,Z</i> -2,4-dekadienal	-	+
1393	<i>E,E</i> -2,4-dekadienal	+	-

3.2.2 Hızlandırılmış Oksidasyon Testleri

3.2.2.1 İndüksiyon Periyodu

Bu yöntemde örnekler; Ransimat 743 cihazı (Metrohm AG, Herisau, İsviçre) kullanılarak 110 °C’da 20 L/saat hızla hava akışına tabi tutulmuş ve yağların indüksiyon periyotları (saat olarak) belirlenmiştir (Anonymous, 2006).

3.2.2.2 Termal Oksidasyon

Termal oksidasyonda fırın testi (Schaal Oven testi) kullanılmıştır. Yağların her birinden yaklaşık 3 g örnek alınarak şeffaf küçük şişelere (headspace vialleri) konulmuş ve ağızları hava almayacak şekilde kapatılmıştır (Her depolama süresi için ayrı ayrı şişelere örnek alınmıştır). Örnekler, etüvde 60 °C’da 12 gün tutulmuştur.

Örneklerin oksidasyonunun izlenmesinde peroksit değeri (Madde 3.2.1.2) ve özgül soğurma değerleri (Madde 3.2.1.3) kullanılmıştır. Depolama süresince ayrıca uçucu oksidasyon ürünleri (Madde 3.2.1.3) de belirlenmiştir.

3.2.2.3 Fotooksidasyon

Fotooksidasyon için ışık kabini (Test 742, Türkiye) kullanılmıştır. Yağların her birinden yaklaşık 3 g örnek alınarak 23 x 46mm boyutundaki şeffaf küçük şişelere (headspace vialleri) konulmuş ve ağızları hava almayacak şekilde kapatılmıştır (Her depolama süresi için ayrı ayrı şişelere örnek alınmıştır). Örnekler ışık kabininde oda koşullarında 3.000 lüks şiddetinde beyaz ışık altında (ışık kaynağı ile örnek şişeleri arasındaki mesafe 25 cm olacak şekilde) 12 gün süre oksidasyona bırakılmıştır. Depolama süresince oksidasyon peroksit değeri (Madde 3.2.1.2) ve özgül soğurma değerleri (Madde 3.2.1.3) ile izlenmiştir. Bunun yanında oluşan uçucu oksidasyon ürünleri (Madde 3.2.1.5) de belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Başlangıç Özellikleri

Örneklerde yapılan ilk analiz sonuçları Çizelge 4.1, 4.2 ve 4.3’de sunulmuştur. Çizelge 4.1’de erik ve kayısı çekirdek yağlarının serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri (K_{232} ve K_{270}); Çizelge 4.2’de yağ asitleri bileşimi ve Çizelge 4.3’de uçucu bileşimi verilmiştir.

Serbest yağ asitliği erik çekirdek yağında % 1.54, kayısı çekirdek yağında ise % 1.56 olarak belirlenmiştir. Erik ve kayısı çekirdek yağlarının peroksit değerleri sırası ile 4.87 ve 2.42 meq O_2/kg ’dır. Özgül soğurma değerleri olan K_{232} ve K_{270} erik ve kayısı çekirdek yağında sırası ile 1.93, 2.09 ve 1.86, 0.41 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Erik ve kayısı çekirdek yağlarının serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri

Parametreler	Erik çekirdek yağı	Kayısı çekirdek yağı
Serbest yağ asitliği (% oleik asit cinsinden)	1.54±0.14*	1.56±0.15
Peroksit değeri (meq/kg)	4.87±0.02	2.42±0.71
K_{232}	1.93±0.01	1.86±0.03
K_{270}	2.09±0.02	0.41±0.01

*Ortalama ± Standart Sapma (n=2)

Erik çekirdek (*P. domestica*) ve kayısı çekirdeğinden (*P. armeniaca*) kloroform ve metanol karışımı ile elde edilen yağların serbest yağ asitliği sırası ile % 0.90 ve % 0.87 olarak tespit edilmiştir (Kamel ve Kakuda, 1992).

Yugoslavya’da yetiştirilen erik (*P. domestica*) çekirdeğinden çözücü ile ekstrakte edilen yağda serbest yağ asitliği % 0.78 olarak tespit edilmiştir (Picuric-Jovanovic, vd., 1997).

Hindistan'ın Himaçhal Pradeş bölgesinden 3 farklı lokasyondan elde edilen yabani kayısı (*P. armeniaca* Linn.) çeşitlerinden presle üretilen çekirdek yağlarında asit sayısı 2.27-2.78 mg KOH/g olarak belirlenmiştir (Gupta vd., 2012).

Hindistan'ın belli lokasyonundan (Uttarakhand'ın Garhwal bölgesi) elde edilen yabani kayısı çekirdek yağında (çözücü ile ekstrakte edilen) serbest yağ asitliği % 2.01 olarak belirlenmiştir (Bachheti, vd., 2012).

Malatya'ya özgü iki tatlı ve bir acı kayısı çeşidinin çekirdeklerinden çözücü ekstraksiyonu ile üretilen yağlarda asit sayısı 0.39-2.06 mg KOH/g aralığında tespit edilmiştir (Azcan ve Demirel, 2012).

Pakistan'da yetiştirilen 4 kayısı çeşidinin (Halmas, Nari, Travet ve Charmagzi) çekirdeklerinden çözücü ekstraksiyonu ile üretilen yağların serbest yağ asitliği değeri % 0.41-1.28 aralığında belirlenmiştir (Manzoor vd., 2012).

Makedonya'da yetişen kayısı çekirdek yağlarında (soğuk presle üretilmiş) serbest yağ asitliği % 0.24 olarak tespit edilmiştir (Kostadinović vd., 2015).

Güneşte ve fırında kurutulan Longwangmo kayısı çekirdeklerinden (*P. armeniaca*) soğuk ve sıcak presle üretilen yağlarda asit değeri 0.56 mg KOH/g (güneşte kurutulmuş çekirdek-soğuk pres yöntemi ile üretilen yağ) -1.40 mg KOH/g (fırınlanmış çekirdek-sıcak pres yöntemi ile üretilen yağ) aralığında belirlenmiştir (Zhou, vd., 2016).

Erik çekirdek yağı açısından elde edilen bulgular, Kamel ve Kakuda (1992) ve Picuric-Jovanovic, vd., (1997)'nin bildirdiği değerden daha yüksek bulunmuştur. Kayısı çekirdek yağında ise bulgular, Kamel ve Kakuda (1992); Gupta vd., (2012); Azcan ve Demirel (2012), Manzoor vd., (2012), Kostadinović vd., (2015) ve Zhou vd., (2016)'nin bildirdiği değerlerden yüksek ve Bachheti vd., (2012)'nin bildirdiği değerden daha düşük bulunmuştur. Serbest yağ asitliğinde literatür ile olan farklılıkların, çeşit, lokasyon ve üretim yöntemi gibi birçok faktöre bağlı olarak açıklanması muhtemeldir.

Yugoslavya'ya özgü erik (*P. domestica*) çekirdeğinden çözücü ile ekstrakte edilen yağında peroksit değeri 0.63 meq O₂/kg olarak tespit edilmiştir (Picuric-Jovanovic, vd., 1997).

Hindistan'ın 3 farklı lokasyonundan toplanan yabani kayısı çekirdeklerinden presle üretilen yağlarında peroksit değeri 5.12-5.27 meq O₂/kg olarak tespit edilmiştir (Gupta vd., 2012).

Pakistan'a özgü 4 farklı kayısı çeşidi çekirdek yağlarında (çözücü ile ekstrakte edilen) peroksit değeri 1.0-2.32 meq O₂/kg aralığında belirlenmiştir (Manzoor vd., 2012).

Makedonya'ya özgü kayısı çekirdekleri soğuk presle yağa işlenmiş (işlemler sırasında sıcaklık 45 °C'u geçmemiştir) ve peroksit değeri 7.1 meq O₂/kg olarak belirlenmiştir (Kostadinović vd., 2015).

Çin'de önemli bir üretime sahip Longwangmo kayısı çekirdeği (*P. armeniaca*) güneşte ve fırında (80 °C) kurutulmuş ve soğuk (40 °C) ve sıcak (120 °C) pres yöntemini kullanarak yağ üretmişlerdir. Örneklerin peroksit değeri 2.09 mmol O₂/kg (güneşte kurutulmuş çekirdek-soğuk pres yöntemi ile üretilen yağ)-5.62 mmol O₂/kg (fırınlanmış çekirdek-sıcak pres yöntemi ile üretilen yağ) arasında değişim göstermiştir (Zhou vd., 2016).

Erik çekirdek yağının peroksit değeri, Picuric-Jovanovic vd., (1997)'un erik çekirdek yağının bildirdiği peroksit değerinden daha yüksek bulunmuştur. Soğuk pres kayısı çekirdek yağında belirlenen peroksit değeri, Gupta vd., (2012), Kostadinović vd., (2015)'nin bildirdiği değerlerden ve Zhou vd., (2016)'nın bildirdiği bazı değerlerden daha düşük Manzoor vd., (2012)'nin bildirdiği değerlerden yüksek ve Zhou vd., (2016)'nın bildirdiği bazı değerler ile benzerlik göstermiştir. Literatür ile örnekler arasındaki peroksit değerindeki bu farklılıkların, çeşit başta olmak üzere üretim yönteminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Pakistan'da yetiştirilen kayısı çekirdeklerinden çözücü ile ekstrakte edildiği yağlarda özgül soğurma değerleri, konjuge dien değerleri 2.30-3.42 ve konjuge trien değerleri 0.82-1.04 aralığında tespit edilmiştir (Manzoor vd., 2012).

Makedonya'ya özgü soğuk pres kayısı çekirdek yağında özgül soğurma değerleri, K₂₃₂ için 1.88 ve K₂₆₈ için ise 0.13 olarak belirlenmiştir (Kostadinović vd., 2015).

Güneşte ve fırında kurutulan Çin'e özgü kayısı çekirdeklerinde iki farklı yöntemle (soğuk pres ve sıcak pres) üretilen yağlarda konjuge dien değeri (K₂₃₂)

0.70-0.85 ve konjuge trien değeri (K_{268}) 0.20-0.30 aralığında belirlenmiştir (Zhou vd., 2016).

Literatürde erik çekirdek yağına ait özgül soğurma değerlerine rastlanmadığından kıyaslama yapılmamıştır. Kayısı çekirdek yağları için özgül soğurma değerleri, Manzoor vd., (2012)'nin bildirdiği değerlerden düşük, K_{232} değeri, Kostadinović vd., (2015)'un bildirdiği değere benzer, K_{270} değeri ise aynı literatürde verilen K_{268} değerinden yüksek ve Zhou vd., (2016)'un bildirdiği özgül soğurma değerlerinden yüksek bulunmuştur.

Erik ve kayısı çekirdek yağlarının yağ asitleri bileşimi Çizelge 4.2'de sunulmuştur. En fazla oranda bileşimde yer alan yağ asidi oleik asit olup erik ve kayısı çekirdek yağlarında oranı sırası ile % 75.43 ve % 68.78'dir. Bu yağ asidini linoleik asit izlemektedir. Erik ve kayısı yağında bunların oranı sırası ile % 15.91 ve % 23.99 olarak belirlenmiştir. Doymuş yağ asitlerden en fazla oranda bulunanı palmitik asit olup oranı erik yağında % 5.83 ve kayısı yağında % 5.12'dir. Palmitik asidi stearik asit takip etmektedir. Bu yağ asidinin oranı erik yağında % 1.35 ve kayısı yağında % 1.10'dur. Diğer yağ asitlerinin oranı % 1'in altında belirlenmiştir. Laurik, miristik, palmitoleik, margarik, heptadekanoik, linoleinik, araşidik ve gadoleik asit de bileşimde yer alan minör bileşenler olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Erik ve kayısı çekirdek yağının yağ asidi bileşimi (%)

Yağ asitleri	Erik çekirdek yağı	Kayısı çekirdek yağı
Laurik asit (C _{12:0})	0.03	0.02
Miristik asit (C _{14:0})	0.01	0.00
Palmitik asit (C _{16:0})	5.83	5.12
Palmitoleik asit (C _{16:1})	0.98	0.61
Margarik asit (C _{17:0})	0.04	0.04
Heptadekaenoik asit (C _{17:1})	0.10	0.11
Stearik asit (C _{18:0})	1.35	1.10
Oleik asit (C _{18:1})	75.43	68.78
Linoleik asit (C _{18:2})	15.91	23.99
Linolenik asit (C _{18:3})	0.07	0.07
Arasidik asit (C _{20:0})	0.07	0.08
Gadoleik asit (C _{20:1})	0.05	0.07

Yugoslovya’da üretilen erik çekirdek yağında (çözücü ile ekstrakte edilen) en fazla oranda belirlenen yağ asidi oleik asit (% 70.86) olup bunu sırası ile linoleik (% 20.99), palmitik (% 5.76), stearik (% 1.43) ve palmitoleik (% 0.95) asit izlemektedir (Picuric-Jovanovic vd., 1997).

Hindistan’ın farklı lokasyonlarından toplanan yabani kayısıların çekirdeklerinden pres yöntemi ile üretilen yağlarda temel yağ asidi olarak oleik asit tespit edilmiştir (% 62.07-70.6). Bunları sırası ile linoleik (20.5-27.76%), linolenik (% 0.4-1.42) ve palmitik asit izlemiştir (% 5.07-7.79) (Gupta vd., 2012).

Malatya’da yetiştirilen üç kayısı çeşidinde (2 acı 1 tatlı) çekirdeklerden çözücü ile ekstrakte edilen yağlarda yağ asitleri dağılımında en fazla belirlenen yağ asidi oleik asit olup % 63.3-72.8 aralığındadır. Bu temel yağ asidini sırası ile linoleik

(%21.3-29.0), palmitik (% 4.0-5.7), stearik (% 1.2-1.5) ve palmitoleik asit (% 0.5-0.8) izlemiştir (Azcan ve Demirel, 2012).

Çözücü ile ekstrakte edilen kayısı çekirdek yağında % 66.77 ile en fazla oleik asit belirlenirken bunu % 25.75 ile linoleik asit izlemektedir. Yağ örneğinde doymuş yağ asitlerinden en fazla oranda belirlenen palmitik asit olup oranı % 4.99'dur. Bu yağ asidini % 0.84 oranı ile stearik asit izlemiştir (Hassanien vd., 2014).

Pakistan'da yetiştirilen farklı kayısı çekirdek yağlarında oleik asit % 62.34-80.97, linoleik asit % 13.13-30.33, palmitik asit % 3.35-5.93, linolenik asit % 0.73-1.03 ve stearik asit % 1.10-1.68 aralığında belirlenmiştir (Manzoor vd., 2012).

Makedonya'ya özgü soğuk pres kayısı çekirdek yağında oleik asit (% 70.90) başlıca yağ asidi olarak belirlenirken bunu % 20.93 ile linoleik asit ve % 4.25 ile palmitik asit izlemiştir. Diğer belirlenen yağ asitleri ise oleik asidin izomeri, stearik ve linolenik asittir (Kostadinović vd., 2015).

Çin'e özgü Longwangmo kayısı çekirdeklerinden sıcak ve soğuk presle üretilen yağlarında temel yağ asidi oleik asit (% 70.29-70.56) olarak belirlenmiştir. Bunu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (% 22.55-23.00) izlemiştir. Yağ örneklerinde doymuş yağ asitlerinden en fazla oranda belirlenen palmitik asittir (% 4.65-4.87). Diğer belirlenen yağ asitleri stearik, palmitoleik ve linolenik asit olup oranları % 1'in altında tespit edilmiştir (Zhou vd., 2016).

Erik çekirdek yağının yağ asidi bileşimi için elde edilen bulgular (Picuric-Jovanovic vd., 1997) ile karşılaştırıldığında oleik asit oranının yüksek ve linoleik asit oranının düşük olduğu belirlenmiş ve ayrıca diğer yağ asitleri ile benzer oranlara sahip olduğu görülmüştür. Kayısı çekirdek yağında literatür ile kıyaslama yapıldığında temel yağ asitlerinin oleik ve linoleik asit olduğu görülmektedir. Oleik ve linoleik asit oranları, Gupta, vd. (2012), Azcan ve Demirel, (2012), Manzoor vd., (2012)'nın bildirdiği değerlerin bir kısmına yakın, Kostadinović vd., (2015) ve Zhou vd., (2016)'un bildirdiği değerlerden düşük bulunmuştur. Hassanien vd., (2014)'nın verileri ile kıyaslandığında oleik asit yüksek linoleik asit ise düşük bulunmuştur.

Erik ve kayısı çekirdek yağlarının uçucu bileşenleri Çizelge 4.3'te sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Erik ve kayısı çekirdek yağının uçucu bileşenleri (x10⁶ AU)

Bileşen	Erik çekirdek yağı	Kayısı çekirdek yağı
1-pentanol	0.37±0.06*	TE**
Hekzanal	18.32±0.30	47.80±0.99
Hekzanoik asit	1.45±0.35	1.29±0.16
Nonanal	1.02±0.19	0.41±0.03
Benzil alkol	8.03±1.70	TE
İsoamil asetat	1.18±0.36	1.19±0.03
2-heptanon	TE	0.69±0.01
Benzaldehit	48.82±4.21	58.40±2.38
Heptanal	1.38±0.22	0.78±0.00
2-pentilfuran	0.57±0.01	0.68±0.03
Pentanoik asit	0.23±0.04	1.09±0.10
<i>E</i> -2-heptenal	0.24±0.04	TE
Oktanal	2.90±0.26	TE
<i>p</i> -simen	8.54±0.99	TE
α -pinen	4.88±0.08	TE
α -tujen	8.38±0.59	TE
Etil benzen	1.01±0.04	TE
<i>p</i> -ksilen	3.30±0.08	TE
β -pinen	0.85±0.04	TE
2,2,4,6,6-Pentametilheptan	17.13±0.78	TE
Furfural	TE	2.24±0.02

*Ortalama ± standart sapma.

** Tespit edilmedi

Erik çekirdek yağında 19 uçucu bileşen kayısı çekirdek yağında ise 10 bileşen tespit edilmiştir. Erik çekirdek yağında belirlenen bileşenler aldehitler (6 adet: hekzanal, heptanal, *E*-2-heptenal, benzaldehit, oktanal, nonanal) terpenler (4 adet: α -tujen, α -pinen, β -pinen, *p*-simen), hidrokarbonlar (3 adet: etil benzen, *p*-ksilen, 2,2,4,6,6-pentametilheptan), alkoller (2 adet: 1-pentanol, benzil alkol), asitler (2 adet: pentanoik asit, hekzanoik asit), ester (1 adet: isoamil asetat) ve furan (1 adet: 2-pentilfuran) grubuna girmektedir. Kayısı çekirdek yağında 5 adet aldehit (hekzanal, furfural, heptanal, benzaldehit, nonanal), 2 adet asit (hekzanoik asit, Pentanoik asit), 1 adet ester (isoamil asetat), 1 adet keton (2-heptanon), 1 adet furan (2-pentil furan) grubuna ait bileşen tespit edilmiştir.

Hem erik hem kayısı çekirdek yağında aldehit grubu bileşenler, bileşimde en fazla miktarda yer almıştır. Aldehitler grubundan en fazla miktarda belirlenen bileşen benzaldehit, erik ve kayısı erik çekirdek yağlarında sırası ile 48.82×10^6 AU ve 58.40×10^6 AU düzeyinde belirlenmiştir.. Benzaldehit, taze erik ve kayısı meyvelerinde belirlenen ve bu meyvelere özgü aromayı veren bileşenlerdendir (Crouzet vd., 1990). Erik ve kayısı çekirdek yağında benzaldehitten sonra en fazla yer alan bileşen hekzanal olarak tespit edilmiş olup sırası ile 18.32×10^6 AU ve 47.80×10^6 AU düzeyinde belirlenmiştir. Erik çekirdek yağında belirlenen diğer önemli bileşenlerden biri de 17.13×10^6 AU alan ile 2,2,4,6,6 pentametilheptandır.

Güneşte kurutularak ve fırınlanarak kurutulan kayısı çekirdeklerinin sıcak ve soğuk presle üretilen yağlarının uçucu kısmında aldehitler, ketonlar, esterler, alkoller, asitler, pirazinler, benzenler ve ketonlar yer almıştır. Aldehitlerden benzaldehit uçucu bileşimde en fazla miktarda belirlenen bileşendir (3680.33 - 4596.18 $\mu\text{g/kg}$ yağ). *cis*-4,5-Epoksi-*E*-2-desil olefin aldehit ve *E,Z*-2,6-nonadienalaldehit, kayısı çekirdek yağlarında ilk kez belirlenmişlerdir. 1-okten-3-keton, ketonlar içerisinde en fazla miktarda belirlenen bileşen olup 111.43 - 1072.58 $\mu\text{g/kg}$ yağ aralığında tespit edilmiştir. Pirazinlerden metoksi pirazin (316.61 - 837.74 $\mu\text{g/kg}$ yağ) ve 3-metil pirazin (24.44 - 1748.87 $\mu\text{g/kg}$ yağ) bu grupta yer alan önemli bileşenlerdendir. Esterlerden, etil asetat ve *Z*-3-kaproik asit metil esteri sırası ile 331.68 - 423.84 $\mu\text{g/kg}$ yağ ve 245.53 - 533.82 $\mu\text{g/kg}$ yağ aralığında belirlenmiştir. Bu bileşenler, sadece güneşte kurutulan ve soğuk presle üretilen yağlarda tespit edilememiştir. Alkollerden sadece iki tanesi (*E*-2-Hekzen-1-ol ve *S*-3,4-dimetil pentanol) belirlenmiş olup bunlarda sadece iki örnekte tespit edilmiştir. Asitlerden asetik asit ve nonanoik asit

teşhis edilmiş ve bunlar sadece güneşte kurutulan ve soğuk presle üretilen yağ örneğinde belirlenememiştir. Aminler grubundan sadece N-metil-1-oktadesilamin belirlenmiş olup fırınlanmış kayısı çekirdeklerinden presle üretilen yağlarda tespit edilmiştir (Zhou vd., 2016).

Erik çekirdek yağının uçucuucu bileşenlerine ait bir literatüre rastlanmaması nedeniyle bir kıyaslama yapılamamıştır. Buna karşın kayısı çekirdek yağında belirlenen benzaldehit, Zhou vd., (2016)'un soğuk pres kayısı çekirdek yağında da temel bileşen olarak tespit edilmiştir. Ana bileşenlerden biri olan hekzanal de aynı literatürde tespit edilmiştir. Bunun dışında diğer bileşenlerden bazıları da yukarıda bahsi geçen literatürde belirlenmiştir.

4.2 Oksidasyon Testleri

Örneklerde 3 oksidasyon testi yapılmıştır. Birinci testte yüksek sıcaklıkta (110 °C) Ransimat cihazı ile indüksiyon periyodu belirlenmiştir. İkinci testte örnekler orta sıcaklık derecesinde (60 °C) termal oksidasyona tabi tutulmuştur. Üçüncü ve son testte ise örnekler yapay gün ışığında fotooksidasyona bırakılmıştır.

4.2.1 İndüksiyon Periyodu

Erik ve kayısı çekirdek yağlarında 110 °C'da indüksiyon periyotları sırası ile 15.95 ve 19.56 saat olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Örneklerin 110 °C'da indüksiyon periyotları (saat)

Örnekler	İndüksiyon periyodu (Saat)
Erik çekirdek yağı	15.95±0.11*
Kayısı çekirdek yağı	19.56±0.21

*Ortalama ± Standart Sapma.

Yugoslavya'da üretilen erik çekirdekleri hekzan ile ekstrakte edilmiş ve yağ örneğinde 120 °C'da Ransimat cihazı ile indüksiyon periyodunun 7 saat olduğu tespit edilmiştir (Picuric-Jovanovic, vd., 1999).

Erik çekirdek yağında Ransimat cihazı ile yapılan analizde 110 °C’da indüksiyon periyodunun 15.05 saat olduğu bildirilmiştir (Uluata, 2010).

Hekzan ile ekstrakte edilen kayısı çekirdek yağında 110 °C’da Ransimat cihazı ile yapılan çalışmada indüksiyon periyodu 35.9 saat olarak tespit edilmiştir (Hassanien vd., 2014).

Ransimat cihazı ile 120 °C’da soğuk pres kayısı çekirdek yağında indüksiyon periyodu 7.6 saat belirlenmiştir (Kostadinović vd., 2015).

Kavrulmamış ve kavrulmuş kayısı çekirdek yağında Ransimat testi (110 °C’da) sonuçlarına göre indüksiyon periyodu kavrulmamış örneklerin yağında 19.76 saat olarak belirlenirken, 5, 10, 15, 20 ve 30 dakika kavrulan örneklerin yağlarında sırası ile 19.11, 20.76, 22.92, 24.55 ve 24.33 saat olarak tespit edilmiştir (Durmaz vd., 2010).

Erik çekirdek yağı için belirlenen değerler, Picuric-Jovanovic, vd., (1999)’un ve Uluata, (2010)’nın bildirdiği değerlerden yüksek bulunmuştur. Picuric-Jovanovic vd., (1999)’un analiz şartlarında 120 °C’da yapılmıştır. Bu bağlamda doğrudan kıyaslama yapmak doğru olmamakla birlikte her 10 °C’luk sıcaklık artışında yaklaşık olarak 2 kat daha yüksek indüksiyon periyodu elde edilebilecektir. Her iki referanstan yüksek bir indüksiyon periyodu elde edilmesi çeşit, lokasyon ve iklim koşulları gibi birçok farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kayısı çekirdek yağı için belirlenen indüksiyon periyodu, Kostadinović vd., (2015)’un bildirdiği değerden yüksek, Hassanien vd., (2014)’in bildirdikleri değerden düşük ve Durmaz vd., (2010)’nın bildirdiği değerlere yakın bulunmuştur. Literatür ile ilgili farklılıklar, çeşit, lokasyon, iklim koşulları ve üretim şekliyle kaynaklanabilmektedir. Özellikle hekzan ile ekstraksiyonun yapıldığı çalışmada yağa tokoferol ve fenolik madde geçişi soğuk pres yöntemine göre daha fazla olabilmekte ve bunun sonucunda bu yağ örneğinin indüksiyon periyodu yüksek olabilmektedir.

4.2.2 Termal Oksidasyon

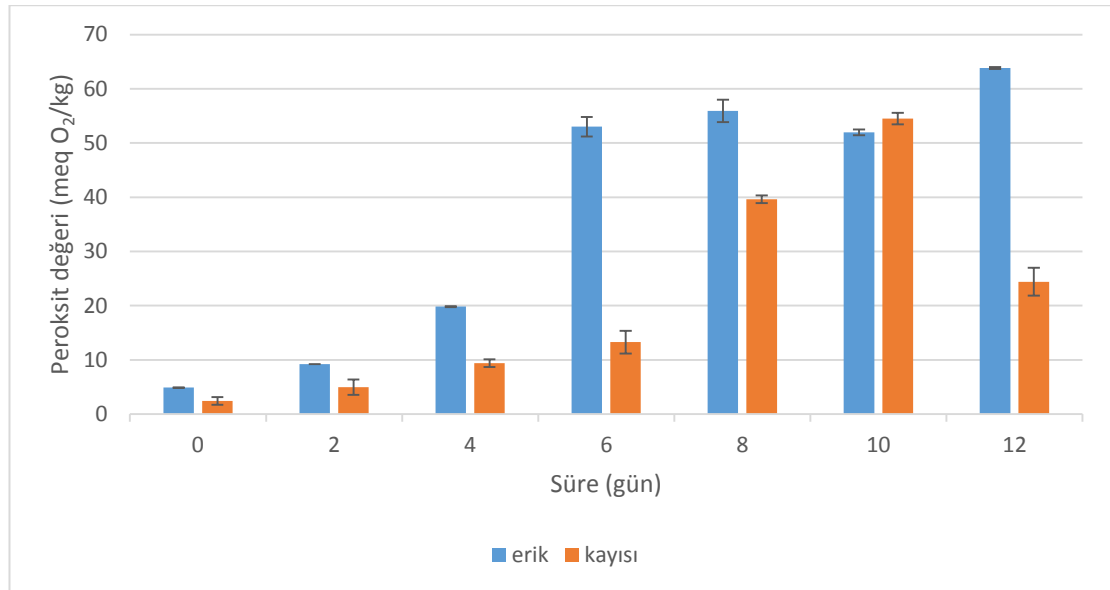
Örneklerin termal oksidasyonu 60 °C’da gerçekleşmiştir. Oksidasyon, peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri ile izlenmiştir. Depolama süresince erik çekirdek yağının peroksit değeri 4.87 meq O₂/kg’dan 63.82 meq O₂/kg’a, kayısı çekirdek

yağının peroksit değeri 2.42 meq O₂/kg'dan 24.41 meq/kg'a ulaşmıştır. Depolamada genellikle erik çekirdeği yağının peroksit değeri kayısı çekirdeği yağından daha yüksek değer göstermiştir. Erik çekirdek yağında 4. günden 6. güne geçişte peroksit değerinde ciddi bir artış gerçekleşirken bu tür bir artış kayısı çekirdek yağında 6. günden 8. güne geçişte gerçekleşmiştir (Çizelge 4.5, Şekil 4.1).

Çizelge 4.5. 60 °C'da depolanan örneklerin peroksit değerleri (meq O₂/kg)

Depolama süresi (gün)	Erik çekirdek yağı	Kayısı çekirdek yağı
0	4.87±0.02f*	2.42±0.71f
2	9.21±0.02e	4.96±1.43f
4	19.82±0.08d	9.39±0.73e
6	53.02±1.80c	13.27±2.09d
8	55.93±2.05b	39.62±0.74b
10	51.96±0.53c	54.50±1.07a
12	63.82±0.18a	24.41±2.55c

* Ortalama ± Standart Sapma. Aynı sütun içinde farklı harf taşıyan değerlerin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.1. Termal oksidasyon (60 °C) süresince örneklerin peroksit değerleri

Erik çekirdeğinden çözücü ile ekstrakte edilen yağ örneği 60 °C'da depolanmıştır. Depolamanın başlangıcında yağın peroksit değeri 0.63 meq O₂/kg iken 7 günden sonra 5 meq O₂/kg'ın üzerine çıktığı tespit edilmiştir (Picuric-Jovanovic vd., 1999).

Erik çekirdek yağının 60 °C'da depolanmak suretiyle termal oksidasyona uğraması sağlanmıştır. Yağ örneğinde 20 gün sonunda peroksit değeri 32.55 meq O₂/kg değerine ulaşmıştır. Konjuge dien analizi sonuçlarına göre başlangıç değeri % 0.08'den 14 günlük depolama sonunda % 0.83'e erişmiştir (Uluata, 2010).

Acı ve tatlı kayısı çekirdek yağları farklı sıcaklıklarda oksidasyona tabi tutulmuştur. Acı ve tatlı kayısı çekirdek yağlarının başlangıç peroksit değerleri sırası ile 0.75 meq O₂/kg ve 0.70 meq O₂/kg olarak belirlenmiştir. 20, 60 ve 80 °C'da depolanan acı ve tatlı çekirdek yağların peroksit değerleri sırası ile 26.31, 117.68 ve 215.56; 22.92, 30.05 ve 96.55 meq O₂/kg değerlerine ulaşmıştır (Aydemir, 2013).

Kavrulmuş ve kavrulmamış kayısı çekirdekleri yağa presle işlenmiştir. Elde edilen yağlar 70 °C'da 22 gün süresince fırın testine tabi tutulmuştur. 15 ve 20 dakika kavrulmuş çekirdeklerin yağları depolama sonunda daha düşük peroksit değerleri göstermiştir. 5 ve 10 dakika kavrulmuş çekirdeklerin yağları ise kavrulmamış ve diğer kavrulmuş çekirdek yağlarına kıyasla daha yüksek peroksit değeri göstermiştir. Depolama sonunda kavrulmamış çekirdek yağında peroksit değeri 84 meq O₂/kg iken kavrulmuş örneklerde kavurma süresine göre peroksit değeri 103 (5 dak), 94 (10 dak), 72 (15 dak), 73 (20 dak) ve 86 (30 dak) meq O₂/kg olarak bildirilmiştir (Durmaz vd., 2010).

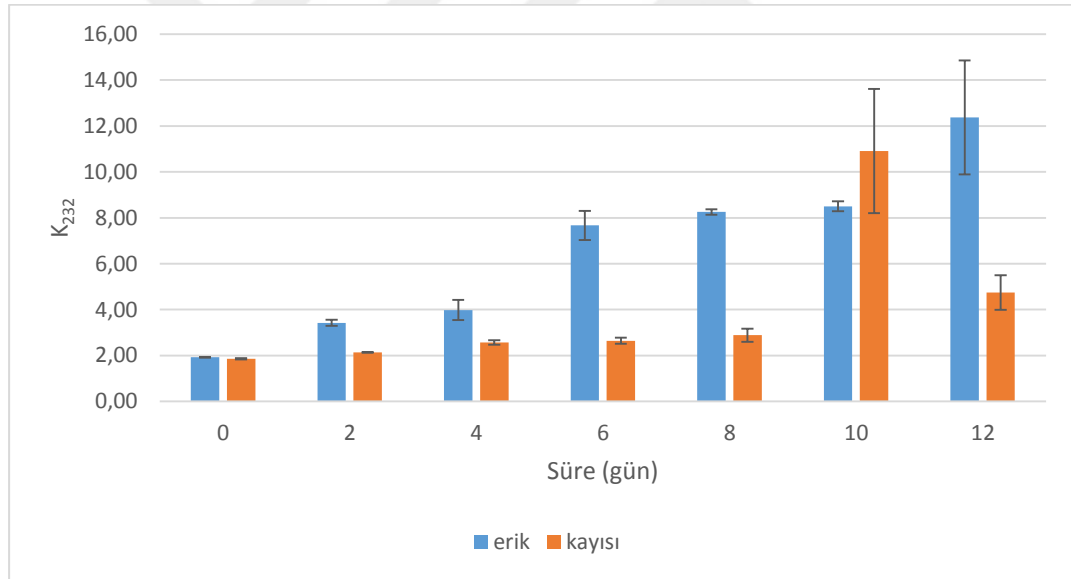
Termal oksidasyon süresince erik çekirdek yağı için elde edilen bulgular, Picuric-Jovanovic vd., (1999) ve Uluata, (2010)'nın bildirdiği değerlerden daha düşüktür. Kayısı çekirdekleri yağı bulguları ise Aydemir (2013) ve Durmaz vd., (2010)'un bildirmiş olduğu değerlere kısmen de olsa benzerlik göstermektedir. Çalışmada yapılan denemeler ile literatürde yapılan denemelerin koşulları birbirinden oldukça farklı olmasından dolayı bu farklılıklar ortaya çıkmıştır.

Depolama süresince erik çekirdek yağının K₂₃₂ değeri 12 gün sonunda 12.38, kayısı çekirdek yağında 4.75'e erişmiştir. Erik çekirdek yağında depolama süresince K₂₃₂ değerinde sürekli artış gözlenmesine karşın kayısı çekirdek yağında 8. günden 10. güne geçişte bu değerde ciddi bir artış gözlenmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.2)

Çizelge 4.6. 60 °C’da depolanan örneklerin K_{232} değerleri

Depolama süresi (gün)	Erik çekirdek yağı	Kayısı çekirdek yağı
0	1.93±0.01c	1.86±0.03c
2	3.43±0.13c	2.14±0.01bc
4	3.98±0.44c	2.57±0.10bc
6	7.67±0.64b	2.65±0.13bc
8	8.26±0.12b	2.89±0.29bc
10	8.50±0.21b	10.91±2.71a
12	12.38±2.48a	4.75±0.76b

* Ortalama ± Standart Sapma. Aynı sütun içinde farklı harf taşıyan değerlerin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).



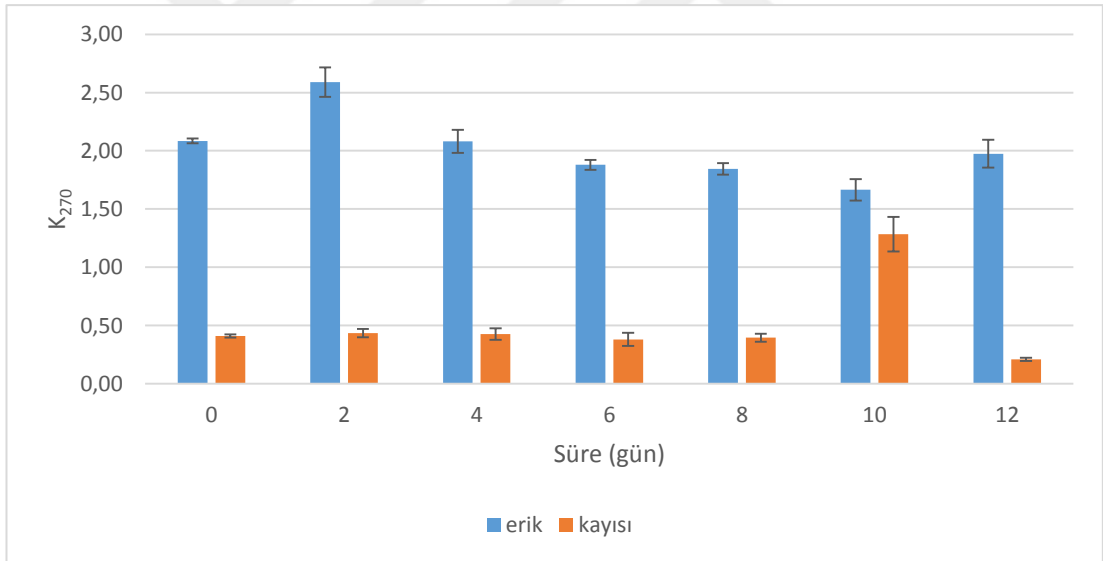
Şekil 4.2. Termal oksidasyon (60 °C) süresince örneklerin K_{232} değerleri

Erik çekirdek yağında depolama sonunda K_{270} değeri 1.98, kayısı çekirdek yağında ise 0.21 olarak belirlenmiştir. Erik çekirdek yağında K_{270} değeri depolama süresince birbirine yakın değerler göstermiştir. Kayısı çekirdek yağında ise K_{270} değeri ise 10. güne kadar yakın değerler göstermiş ve 10. günde önemli bir artış gözlenmiş ve 12. günde ani bir düşüş gözlenmiştir (Çizelge 4.7, Şekil 4.3).

Çizelge 4.7. 60 °C’da depolanan örneklerin K₂₇₀ değerleri

Depolama süresi (gün)	Erik çekirdek yağı	Kayısı çekirdek yağı
0	2.09±0.02b	0.41±0.01b
2	2.59±0.13a	0.44±0.04b
4	2.08±0.10b	0.43±0.05b
6	1.88±0.04bcd	0.38±0.06b
8	1.85±0.05cd	0.40±0.04b
10	1.67±0.09d	1.29±0.15a
12	1.98±0.12bc	0.21±0.01c

* Ortalama ± Standart Sapma. Aynı sütun içinde farklı harf taşıyan değerlerin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.3. Termal oksidasyon (60 °C) süresince örneklerin K₂₇₀ değerleri

Erik çekirdek yağının 12 gün termal oksidasyonu süresince uçucu bileşenlerdeki değişim Çizelge 4.8’de verilmiştir. Depolama sonunda hekzanal ve *E*-2-heptenal en fazla miktarda oluşan bileşenler olarak belirlenmiştir. Depolamanın 4. günden (48.70x10⁶ AU) 6. gününe (138.91x10⁶ AU) geçildiğinde hekzanal ani bir artış göstermiş ve bu süreden sonra da hafif artışlar belirlenmiştir. Diğer bir önemli oksidasyon ürünü olan *E*-2-heptenal de depolama süresince hekzanale benzer bir

değişim göstermiş ve 4. günden (2.38×10^6 AU) 6. güne (26.25×10^6 AU) doğru ciddi bir artış sergilemiş ve daha sonra da hafif artışlar gözlenmiştir.

Oksidasyon süresince oluşan uçucu bileşenler; oktan, nonan, 2-hekzenal, 2-heptanon, 1-okten-3-ol, 2-oktanon, 2,4-heptadienal, 3-okten-2-one, 2-oktenal, oktanoik asit, 2,4-nonadienal izomerleri, 2-desenal, nonanoik asit, *E,Z*-2,4-dekadienal, *E,E*-2,4-dekadienal olarak tespit edilmiştir. Oktan, nonan, 2-hekzenal, 1-okten-3-ol, 2-oktanon, 2,4-heptadienal, 3-okten-2-one, 2-oktenal, 2,4-nonadienal izomerleri, 2-desenal ve nonanoik asit depolamanın 6. gününde, 2-heptanon 4. günde, *E,Z*-2,4-dekadienal ve *E,E*-2,4-dekadienal 8. günde belirlenmiştir. Bu bileşenler büyük çoğunluğu depolama süresi ile birlikte artış göstermekle birlikte en fazla miktarda artış 10. günde gerçekleşmiştir.

Başlangıçta erik çekirdek yağının uçucu bileşiminde yer alan bazı bileşenler depolama ile birlikte artış göstermiş ve oksidasyon ürünleri olarak bileşimde yer almıştır. Bu bileşenler; 1-pentanol, hekzenal, heptanal, pentanoik asit, 2-pentilfuran, *E*-2-heptenal, oktenal, hekzanoik asit ve nonanaldir.

Depolama süresince kayısı çekirdek yağında belirlenen uçucu bileşenler Çizelge 4.9'da sunulmuştur. Hekzenal ve *E*-2-heptenal önemli oksidasyon ürünleri olup en yüksek değeri depolamanın 10. gününde göstermişlerdir. Kayısı çekirdek yağlarında depolamanın 10. günde hekzenal 199.28×10^6 AU ve *E*-2-heptenal ise 58.88×10^6 AU olarak belirlenmiştir. Oktan, 1-pentanol, 2-hekzenal, pentanoik asit, 1-okten-3-ol, 2-oktanon, 2,4-heptadienal, 2-oktenal, oktanoik asit, 2-desenal ve 2,4-dekadienal depolamada sadece 10. günde tespit edilmiştir. Kayısı çekirdek yağlarında başlangıçta belirlenen 2-heptanon, heptanal, 2-pentilfuran, hekzanoik asit ve nonanal bileşenleri termal oksidasyon süresince artış göstermişler ve bu bileşenler en yüksek değere 10. günde ulaşmışlardır.

Erik ve kayısı çekirdek yağlarının termal oksidasyonu sonucunda oluşan bileşenler konusunda bir literatüre rastlanmamıştır. Bu yüzden herhangi bir kıyaslamaya gidilememiştir. Lakin oleik asit içeriği yüksek yağlarda yapılan termal oksidasyon çalışmaları ile genel bir kıyaslama sunulmuştur.

Farklı sıcaklıklarda (40, 50 ve 60 °C) termal oksidasyona tabi tutulan saflaştırılmış zeytinyağlarında 150 meq/O₂ kg değerine ulaşıldığında uçucu bileşenlerin tespiti yapılmıştır. 60 °C'da termal oksidasyona tabi tutulan örneklerde

en fazla belirlenen uçucu oksidasyon bileşenleri hekzanal (817.7 AU) ve *E*-2-heptenal (231.7 AU) olarak tespit edilmiştir (Gómez-Alonso vd., 2004).

Zeytinyağının 100 °C’da hızlandırılmış termal oksidasyonunda en fazla artış gösteren bileşenlerden biri hekzanaldır. Bunun dışında yeni oksidasyon ürünleri de tespit edilmiştir. Bunlar; *E*,*Z*-2,4-heptadienal, *Z*-2-heptenal, *E*,*E*-2,4-heptadienal, 1-heptanol, *E*,*Z*-2,4-dekadienal ve *E*,*E*-2,4-dekadienaldır. Aynı çalışmada daha yüksek sıcaklık uygulamasında (200 °C) *E*,*Z*-2,4-dekadienal ve *E*,*E*-2,4-dekadienal bileşenlerinin miktarında artış gerçekleşmiştir. Bunun yanısıra *E*-2-desenal, *E*-2-oktenal, *E*-2-undesenal, *E*-2-nonenal ve oktanal gibi yeni uçucu oksidasyon ürünleri oluşmuştur (Issaoui vd., 2011).

Zeytinyağının 60 °C’da oksidasyona uğratıldığı çalışmada hekzanal ve nonanal süreye bağlı olarak hızlı bir artış sergilemiştir. Diğer belirlenen oksidasyon ürünlerinden olan doymuş aldehytler ise pentanal, heptanal ve oktanaldır. Heptanal, oktanal ve nonanal, oleik asidin otoksidasyonu sonucu ortaya çıkan hidroperoksitlerin parçalanması sonucu oluşan bileşenlerdendir. Furan bileşiklerinden olan 2-pentilfuran, başlangıçta iz miktarda iken oksidasyon ile birlikte çok hızlı bir artış sergilemiştir. Hidrokarbonlardan olan oktan, oksidasyon süresince belirlenen önemli uçucu oksidasyon ürünlerinden biri olmuştur. 1-okten-3-ol, oksidasyon süresi ile birlikte artış gösteren alkol grubunda yer alan bileşenlerden biridir (Vichi vd., 2003).

Kanola, soya, yer fıstığı, ayçiçek ve zeytinyağlarının 60 °C’da pentanal, *E*-2-pentenal, hekzanal, *E*-2-hekzenal, heptanal, *E*-2-heptenal ve *E*-2-oktenal en fazla oranda tespit edilen aldehyt grubunda yer alan bileşenlerdendir. Alkol grubu bileşenlerden 1-penten-3-ol, 1-pentanol, 1-hekzanol, 1-okten-3-ol ve 1-oktanol oksidasyon süresince oluşmuştur (Mildner-Szkudlarz vd., 2003).

Rafine kanola yağında yapılan bir diğer çalışmada, 60 °C’da 12 günlük depolama sonunda uçucu oksidasyon bileşenlerinden önemli olanlarının hekzanal, 2,4-heptadienal, 2-heptenal ve 1-penten-3-ol olduğu tespit edilmiştir (Jeleń vd., 2007).

Erik ve kayısı çekirdek yağlarının termal oksidasyonunda en fazla oranda belirlenen bileşenler olan hekzanal ve *E*-2-heptenal, kanola, soya, yer fıstığı, ayçiçek

ve zeytinyağı Gómez-Alonso vd. (2004) , Jeleń vd. (2007) ve Mildner-Szkudlarz vd. (2003) örneklerinin termal oksidasyonu sırasında da önemli miktarda oluşmuşlardır.

Termal oksidasyon sırasında ana bileşenler dışında oluşan bileşenlerin bir çoğu İssasoui vd. (2011) ; Vichi vd. (2003)'nin çalışmalarında kullandığı yağların termal depolama koşullarında da belirlenmiştir.

Termal oksidasyonun 12. Gününde kayısı çekirdek yağında hem peroksit değerinde hem de $K_{232} - K_{270}$ değerlerinde önemli düşüşler görülmüştür. Bu durum stabil olmayan birincil oksidasyon ürünleri olan hidroperoksitlerin parçalanması sonucu daha stabil olan ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumu ile açıklanabilir (Lin, 1991; Kiritsakis, 1998).



Çizelge 4.8. Termal oksidasyon süresince erik çekirdek yağı uçucu bileşenlerindeki değişim (x10⁶ AU)

Depolama Süresi (Gün)									
Bileşenler	0	2	4	6	8	10	12		
1 Oktan	TE*	TE	TE	7.47±2.91c**	43.88±2.14b	70.82±1.95a	24.58±18.43bc		
2 1-pentanol	0.37±0.06c	1.70±0.04c	2.16±0.04c	10.60±1.97b	15.66±0.33a	16.36±1.82a	11.48±1.85b		
3 Hekzanal	18.32±0.30e	31.92±0.63d	48.70±6.77c	138.91±11.36b	154.86±2.11a	145.53±0.29ab	149.24±2.60ab		
4 Etil benzen	1.01±0.04abc	1.03±0.00abc	1.09±0.01ab	1.13±0.03a	0.96±0.01bc	0.79±0.13d	0.94±0.05c		
5 <i>p</i> -ksilen	3.30±0.08b	3.44±0.03b	3.61±0.07b	4.36±0.35a	4.46±0.32a	4.44±0.33a	4.26±0.13a		
6 Nonan	TE	TE	TE	0.49±0.03d	0.97±0.02b	1.32±0.13a	0.71±0.19c		
7 İsoamil asetat	1.18±0.36b	1.00±0.01b	1.84±0.16a	TE	TE	TE	TE		
8 2-hekzenal	TE	TE	TE	7.98±1.42c	15.45±0.26b	19.51±1.27a	12.44±3.60b		
9 2-heptanon	TE	TE	0.70±0.12d	1.95±0.44c	3.10±0.13b	3.80±0.18a	2.94±0.28b		
10 α-tijen	8.38±0.59bc	8.56±0.16b	8.92±0.15ab	9.77±0.69a	8.64±0.31b	7.38±0.36c	8.50±0.52b		
11 Heptanal	1.38±0.22c	1.83±0.03c	2.50±0.25c	5.59±1.17b	6.92±0.10a	7.36±0.50a	6.22±0.08ab		
12 α-pinen	4.88±0.08a	4.89±0.11a	4.97±0.05a	3.80±0.23b	2.45±0.09c	1.81±0.18d	2.36±0.50c		

*Tespit edilemedi

** Ortalama ± Standart Sapma . Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. (p<0.05)

Çizelge 4.8. (devam)

Depolama Süresi (Gün)									
Bileşen	0	2	4	6	8	10	12		
13 Pentanoik asit	0.23±0.04c	0.41±0.03c	0.62±0.10c	3.92±0.98b	5.42±0.88a	5.45±0.47a	6.23±0.74a		
14 β-pinen	0.85±0.04	0.88±0.02	0.91±0.00	0.77±0.00	0.77±0.36	0.59±0.05	0.60±0.07		
15 2,2,4,6,6-Pentamethilheptan	17.13±0.78bc	17.81±0.42b	18.45±0.36ab	20.14±1.58a	17.33±1.29bc	15.04±0.65c	16.97±0.82bc		
16 2-pentitfuran	0.57±0.01d	0.80±0.04d	1.12±0.10d	4.79±2.24cd	9.61±0.21b	14.50±2.50a	7.85±3.56bc		
17 E-2-heptenal	0.24±0.04d	0.81±0.03d	2.38±0.75d	26.25±5.35c	44.76±3.94ab	54.91±4.60a	41.83±9.55b		
18 Benzaldehit	48.82±4.21c	53.41±1.94bc	56.77±1.15bcd	74.32±11.68a	67.29±6.18abc	60.00±6.42abcd	71.30±1.68ab		
19 1-okten-3-ol	TE	TE	TE	4.89±1.58b	7.41±1.01a	8.86±0.77a	7.55±1.04a		
20 2-oktanon	TE	TE	TE	0.62±0.30b	0.87±0.03ab	1.18±0.22a	0.95±0.05ab		
21 Oktanal	2.90±0.26b	3.25±0.12b	3.32±0.06b	5.19±1.31a	5.88±0.38a	6.23±0.41a	6.17±0.88a		
22 p-simen	8.54±0.99d	9.31±0.38d	9.90±0.25cd	13.84±2.00a	12.22±1.60abc	10.90±1.02bcd	13.24±0.25ab		
23 Heksanoik asit	1.45±0.35b	2.95±0.18b	3.39±0.04b	9.60±2.28a	12.17±2.02a	12.49±0.83a	12.99±2.33a		
24 2,4-heptadienal	TE	TE	TE	0.78±0.16c	1.07±0.06ab	1.23±0.08a	0.98±0.17bc		

Çizelge 4.8. (devam)

Depolama Süresi (Gün)									
Bileşen	0	2	4	6	8	10	12		
25 3-okten-2-one	TE	TE	TE	1.32±0.35b	2.00±0.27a	2.08±0.17a	2.04±0.44a		
26 2-oktenal	TE	TE	TE	2.37±0.82b	5.63±1.03a	7.56±0.63a	6.03±2.06a		
27 Benzil alkol	8.03±1.70d	11.90±0.57bcd	12.05±0.03bcd	17.91±3.06a	14.68±3.44abc	10.75±0.67cd	16.38±0.63ab		
28 Nonanal	1.02±0.19b	1.22±0.06b	1.43±0.10b	4.78±1.25a	6.24±1.50a	6.02±0.47a	6.68±0.01a		
29 Oktanoik asit	TE	0.39±0.01c	0.43±0.01c	0.92±0.12b	1.12±0.19ab	0.97±0.10ab	1.25±0.20a		
30 2,4-nonadienal*(İzomer 1)	TE	TE	TE	0.24±0.04b	0.25±0.06b	0.22±0.02b	0.38±0.03a		
31 2,4-nonadienal(İzomer 2)	TE	TE	TE	0.50±0.10b	0.59±0.17ab	0.51±0.06b	0.78±0.11a		
32 2-desenal	TE	TE	TE	0.50±0.15b	0.85±0.23a	1.02±0.11a	0.90±0.23a		
33 Nonanoik asit	TE	TE	TE	0.32±0.02b	0.48±0.11a	0.47±0.07a	0.56±0.05a		
34 E,E-2,4-dekadienal	TE	TE	TE	TE	0.32±0.09b	0.51±0.06a	0.33±0.10b		
35 E-Z,2,4-dekadienal	TE	TE	TE	TE	0.41±0.12ab	0.57±0.07a	0.27±0.23b		

*İzomerler Tanımlanamamıştır.

Çizelge 4.9. Termal oksidasyon süresince kaybı geçirdek yağlı uçucu bileşenlerindeki değişim (x10⁶ AU)

Depolama Süresi (Gün)							
Bileşen	0	2	4	6	8	10	12
1 Oktan	TE*	TE	TE	TE	TE	35.52±6.75**	TE
2 1-pentanol	TE	TE	TE	TE	TE	16.46±7.59	TE
3 Hekzanal	47.80±0.99c*	58.78±0.24c	62.30±1.63bc	64.41±4.93bc	59.79±0.07c	199.28±8.53a	80.33±18.22b
4 Furfural	2.24±0.02ab	2.28±0.06ab	2.28±0.13ab	2.27±0.15ab	2.32±0.21ab	2.40±0.26a	1.98±0.02b
5 İsoamili asetat	1.19±0.03c	1.88±0.06b	1.98±0.08b	2.06±0.08ab	2.07±0.19ab	TE	2.23±0.02a
6 2-hekzenal	TE	TE	TE	TE	TE	14.68±5.88	TE
7 2-heptanon	0.69±0.01b	0.73±0.06b	0.91±0.09b	0.87±0.13b	1.05±0.26b	10.07±4.37a	1.33±0.38b
8 Heptanal	0.78±0.00b	1.09±0.10b	1.29±0.04b	1.26±0.17b	1.38±0.10b	4.40±0.78a	1.31±0.04b
9 Pentanoik asit	TE	TE	TE	TE	TE	2.65±0.94	TE
10 2-pentilfuran	0.68±0.03b	1.03±0.07b	1.53±0.04b	1.07±0.21b	1.25±0.07b	14.77±2.96a	1.83±0.35b
11 E-2-heptenal	TE	TE	TE	0.46±0.22b	0.36±0.07b	58.88±28.40a	2.63±1.54b
12 Benzaldehit	58.40±2.38a	53.70±1.79b	53.84±6.75b	50.83±4.07b	61.21±6.14ab	66.41±0.76a	53.07±3.99b

*Tespit edilemedi

** Ortalama ± Standart Sapma .Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05)

Çizelge 4.9. (devam)

Depolama Süresi (Gün)							
Bileşen	0	2	4	6	8	10	12
131-okten-3-ol	TE	TE	TE	TE	TE	10.46±5.76	TE
142-oktanon	TE	TE	TE	TE	TE	1.16±0.48	TE
15Oktanal	TE	0.78±0.04b	0.72±0.10b	0.67±0.07b	0.88±0.09b	2.55±0.60a	0.76±0.09b
16 <i>p</i> -simen	TE	0.46±0.07b	0.39±0.06b	0.31±0.14b	0.48±0.05b	0.77±0.03a	0.46±0.08b
17Hekzanoik asit	1.29±0.16b	2.11±0.10b	1.74±0.42b	1.48±0.32b	2.05±0.34b	21.05±9.37a	2.10±0.09b
182,4-heptadienal	TE	TE	TE	TE	TE	1.57±1.00	TE
193-okten-2-one	TE	TE	0.22±0.03b	0.17±0.05b	0.26±0.05b	2.65±0.93a	0.39±0.06b
202-oktenal	TE	TE	TE	TE	TE	9.99±5.46	TE
21Benzil alkol	TE	3.32±0.20a	2.44±0.52ab	2.00±0.32b	3.03±0.44ab	2.86±0.73ab	1.90±0.66b
22Nonanal	0.41±0.03e	0.61±0.03cd	0.57±0.07de	0.52±0.10de	0.75±0.11bc	5.42±0.06a	0.91±0.06b
232-nonenal	TE	TE	TE	TE	TE	0.41±0.15	TE
242,4-nonadienal	TE	TE	TE	TE	TE	0.22±0.04	TE

Çizelge 4.9. (devam)

Depolama Süresi (Gün)							
Bileşen	Gün	2	4	6	8	10	12
25	2-desenal	TE	TE	TE	TE	0.54±0.30	TE
26	2,4-dekadienal	TE	TE	TE	TE	0.45±0.04	TE

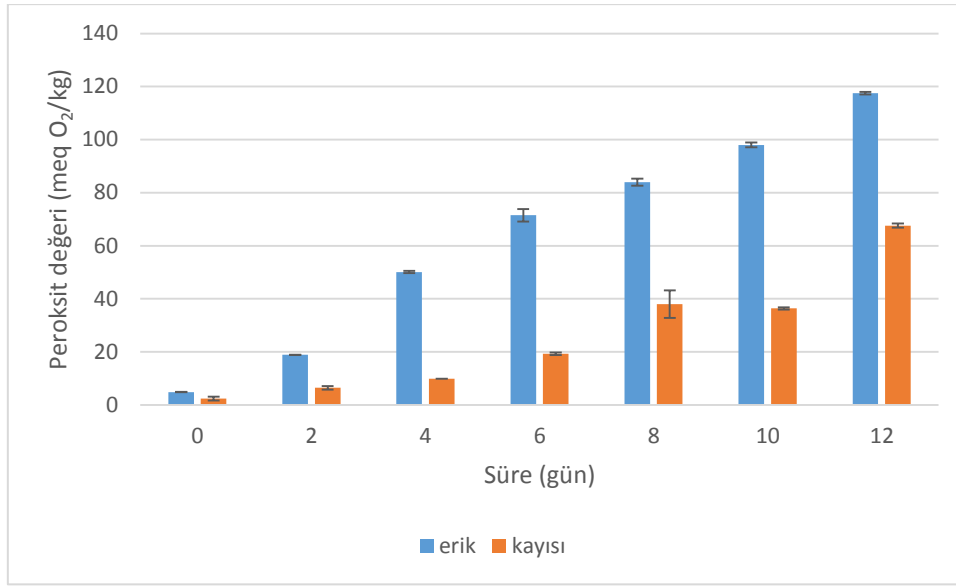
4.2.3 Fotooksidasyon

Yapay gün ışığı altında yapılan fototoksidasyon çalışmasında 12 günlük depolama sonunda erik çekirdek yağında peroksit değeri 117.52 meq O₂/kg, kayısı çekirdek yağında ise 67.62 meq O₂/kg değerine ulaşmıştır. Depolama süresince erik çekirdek yağının peroksit değeri kayısı çekirdek yağından daha yüksek bir eğilim göstermiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.4).

Çizelge 4.10. Yapay gün ışığı altında depolanan örneklerin peroksit değerleri (meq O₂/kg)

Depolama süresi (gün)	Erik çekirdek yağı	Kayısı çekirdek yağı
0	4.87±0.02g*	2.42±0.71e
2	18.88±0.05f	6.45±0.71de
4	50.12±0.46e	9.90±0.02d
6	71.48±2.33d	19.32±0.49c
8	83.98±1.29c	38.01±5.15b
10	98.00±0.91b	36.42±.42b
12	117.52±0.49a	67.62±0.76a

* Ortalama ± Standart Sapma. Aynı sütun içinde farklı harf taşıyan değerlerin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).



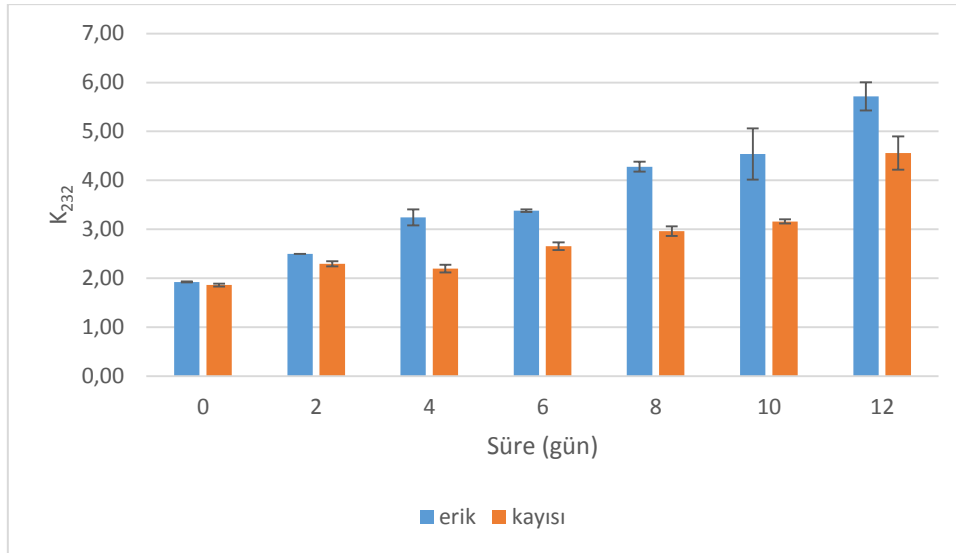
Şekil 4.4. Fotooksidasyon süresince yağlarda peroksit değerleri

Depolama süresi sonunda erik çekirdek yağının K_{232} değeri 5.72, kayısı çekirdek yağında ise 4.56 değerine ulaşmıştır. Depolama süresince erik çekirdek yağının K_{232} değeri kayısı çekirdek yağına kıyasla daha yüksek bir değer göstermiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.5).

Çizelge 4.11. Yapay gün ışığı altında depolanan örneklerin K_{232} değerleri

Depolama süresi (gün)	Erik çekirdek yağı	Kayısı çekirdek yağı
0	1.93±0.01e	1.86±0.03e
2	2.50±0.00d	2.30±0.05d
4	3.25±0.16c	2.20±0.08de
6	3.38±0.03c	2.66±0.08c
8	4.28±0.10b	2.96±0.10bc
10	4.54±0.52b	3.16±0.04b
12	5.72±0.29a	4.56±0.34a

* Ortalama ± Standart Sapma. Aynı sütun içinde farklı harf taşıyan değerlerin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).



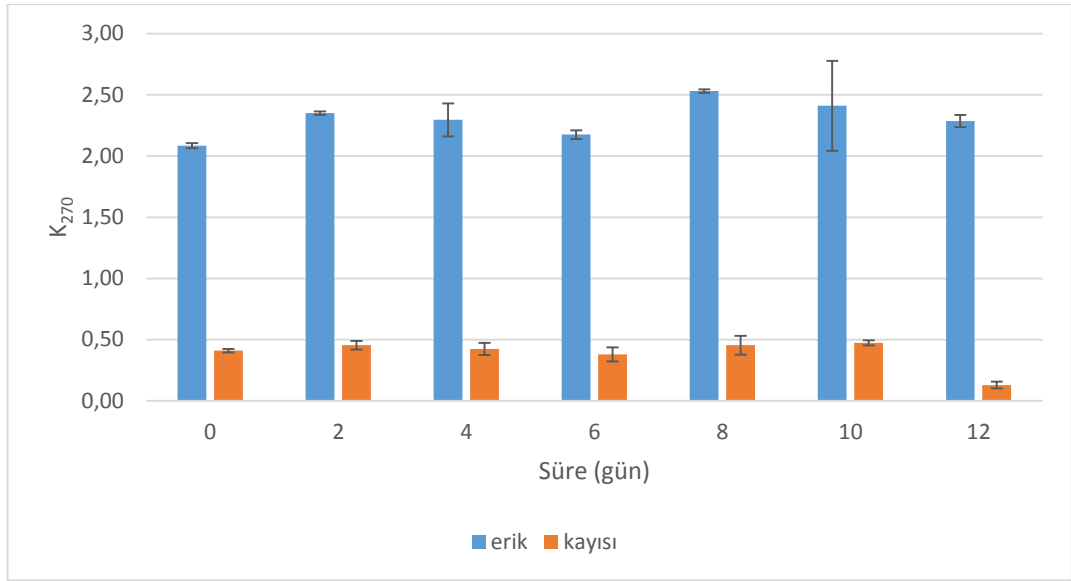
Şekil 4.5. Fotooksidasyon süresince yağlarda K₂₃₂ değerleri

K₂₇₀ değeri erik çekirdek yağında hafif dalgalanmalar göstermesine karşın sabit bir değişim izlemiştir. Depolama sonunda K₂₇₀ değeri 2.29 değerine ulaşmıştır. Kayısı çekirdek yağında ise 12. güne kadar hafif dalgalanmalar gözlenmiş ve 12. günde K₂₇₀ değeri 0.13 gibi bir değere kadar düşüş göstermiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.6).

Çizelge 4.12. Yapay gün ışığı altında depolanan örneklerin K₂₇₀ değerleri*

Depolama süresi (gün)	Erik çekirdek yağı	Kayısı çekirdek yağı
0	2.09±0.02b*	0.41±0.01a
2	2.35±0.01ab	0.46±0.04a
4	2.30±0.13ab	0.43±0.05a
6	2.18±0.04ab	0.38±0.06a
8	2.53±0.01a	0.46±0.08a
10	2.41±0.37ab	0.48±0.02a
12	2.29±0.05ab	0.13±0.03b

* Ortalama ± Standart Sapma. Aynı sütun içinde farklı harf taşıyan değerlerin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.6. Fotooksidasyon süresince yağlarda K₂₇₀ değerleri

Fotooksidasyon denemesinde erik çekirdek yağı 35 °C’da yapay gün ışığına tabi tutulmuştur. Burada aydınlatma şiddeti 20.000 lüks olarak bildirilmiştir. 5 saatlik uygulamanın sonunda peroksit değeri 5 meq O₂/kg’ın üzerine çıktığı belirlenmiştir (Picuric-Jovanovic vd, 1999).

Erik çekirdek yağı için yapılan fotooksidasyon çalışması ile Picuric-Jovanovic vd., (1999)’nın elde ettiği verilerle doğrudan bir kıyaslama yapmak mümkün gözükme de erik çekirdek yağının fotooksidasyon koşullarında stabilitesini koruduğu çalışmadan görülmüştür. Kayısı çekirdek yağının fotooksidasyonu üzerine bir çalışmaya rastlanmadığından herhangi bir kıyaslama yapılamamıştır.

Fotooksidasyon süresince erik çekirdek yağında belirlenen uçucu bileşenler Çizelge 4.13’de verilmiştir. Hekzanal, benzil alkol ve *E*-2-heptenal 12 günlük depolama sonunda erik çekirdek yağında en fazla belirlenen uçucu bileşenler olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda bu bileşenler sırası ile 48.95, 20.91 ve 20.13x10⁶ AU düzeyinde belirlenmiştir. Yağ örneklerinde 1-hekzanol, oktanoik asit 2. günde, 2-heptanon, 2-oktanon 4. günde, 2-desenal 8. günde, 1-okten, oktan, 1-okten-3-ol 10. günde, nonanoik asit 12. günde belirlenmiştir. Erik çekirdek yağlarında heptanal, pentanoik asit, oktanal, hekzanoik asit ve nonanal depolamanın başında belirlenmiş bileşenler olup oksidasyonun en son gününde yüksek değerlere ulaşmıştır.

Çizelge 4.13. Fotooksidasyon süresince erik çekirdek yağı uçucu bileşenlerindeki değişim (x10⁶ AU)

Depolama Süresi (Gün)								
Bileşen	0	2	4	6	8	10	12	
1 1-okten	TE*	TE	TE	TE	TE	TE	9.15±0.20**	11.90±0.02
2 Oktan	TE	TE	TE	TE	TE	TE	7.81±0.46	14.98±0.14
3 1-pentanol	0.37±0.06c	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
4 Hekzanal	18.32±0.30c	18.06±0.35c	17.01±0.14c	19.06±0.11c	20.25±0.18c	25.99±0.87b	48.95±4.21a	
5 Etil benzen	1.01±0.04c	1.03±0.00c	1.13±0.00b	1.26±0.02a	1.24±0.00a	1.30±0.10a	1.27±0.04a	
6 <i>p</i> -ksilen	3.30±0.08d	3.38±0.03d	3.70±0.03c	4.44±0.08ab	4.31±0.01b	4.70±0.31a	4.55±0.16ab	
7 İzosamil asetat	1.18±0.36d	0.95±0.02d	1.80±0.01c	2.08±0.02bc	2.09±0.00bc	2.28±0.17b	2.95±0.05a	
8 1-hekzanol	TE	5.79±0.17b	6.55±0.13ab	7.68±0.18a	6.33±0.06b	6.99±1.17ab	6.70±0.44ab	
9 2-heptanon	TE	TE	0.58±0.01d	1.14±0.01bc	0.76±0.01cd	1.23±0.45b	1.65±0.03a	
10 α -tüjen	8.38±0.59ab	8.08±0.18ab	8.13±0.06ab	9.01±0.25a	7.95±0.03b	8.74±0.81ab	9.03±0.28a	
11 Heptanal	1.38±0.22d	1.32±0.03d	1.32±0.01d	1.76±0.03c	1.56±0.00cd	2.10±0.17b	3.26±0.02a	
12 α -pinen	4.88±0.08b	4.89±0.05b	5.02±0.03b	5.29±0.08a	4.90±0.03b	4.91±0.08b	4.19±0.00c	

*Tespit edilemedi

** Ortalama $\pm$ Standart Sapma. Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. (p<0.05)

Çizelge 4.13. (devam)

Depolama Süresi (Gün)							
Bileşen	0. Gün	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün	10. Gün	12. Gün
13Pentanoik asit	0.23±0.04d	0.26±0.01d	0.45±0.02c	0.62±0.04b	0.55±0.04bc	0.64±0.09b	0.80±0.05a
14β-pinen	0.85±0.04b	0.89±0.01b	0.94±0.01b	1.06±0.05a	0.92±0.01b	1.03±0.04a	0.85±0.06b
152,2,4,6-Pentamethilheptan	17.13±0.78c	17.35±0.12c	18.98±0.20bc	22.46±0.49a	20.09±0.12b	22.08±1.36a	20.61±1.17ab
162-pentilfuran	0.57±0.01	TE	TE	TE	TE	TE	TE
17E-2-heptenal	0.24±0.04f	0.39±0.01f	1.17±0.11e	3.70±0.28d	6.10±0.30c	11.98±0.15b	20.13±0.48a
18Benzaldehit	48.82±4.21ab	46.68±0.14b	49.45±0.04ab	54.83±3.08a	44.04±0.80b	41.91±6.01b	31.68±2.68c
191-okten-3-ol	TE	TE	TE	TE	TE	2.69±0.04	4.52±0.20
202-oktanon	TE	TE	0.44±0.00d	0.60±0.00c	0.58±0.06c	0.89±0.06b	1.07±0.06a
21Oktanal	2.90±0.26cd	2.71±0.04d	2.94±0.07cd	3.76±0.14b	3.19±0.08c	3.86±0.16b	5.02±0.06a
22p-simen	8.54±0.99c	8.43±0.16c	10.40±0.07bc	14.00±0.46a	11.96±0.06ab	14.04±1.47a	13.85±1.38a
23Heksanoik asit	1.45±0.35f	2.44±0.22e	3.55±0.00d	4.84±0.03b	4.27±0.12c	4.94±0.04b	7.22±0.12a
24Benzil alkol	8.03±1.70d	9.98±0.71d	13.78±0.17c	19.22±0.36a	15.30±0.03bc	17.86±2.25ab	20.91±3.03a

Çizelge 4.13. (devam)

		Depolama Süresi (Gün)					
Bileşen	0	2	4	6	8	10	12
25 Nonanal	1.02±0.19d	0.88±0.07d	1.04±0.00d	1.40±0.03c	1.36±0.09c	1.66±0.06b	3.05±0.04a
26 Oktanoik asit	TE	0.28±0.02d	0.35±0.00c	0.45±0.00b	0.46±0.02b	0.47±0.00b	0.77±0.03a
27 2-desenal	TE	TE	TE	TE	0.19±0.02c	0.26±0.03b	0.61±0.05a
28 Nonanoik asit	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.40±0.04

Kayısı çekirdek yağının fotooksidasyonu sonucunda uçucu bileşenlerindeki değişim Çizelge 4.14’de sunulmuştur. Depolamanın sonunda bu yağ örneğinde belirlenen başlıca uçucu bileşen hekzanal (100.01×10^6 AU) olarak tespit edilmiştir. Bu bileşeni 1-okten (11.94×10^6 AU) ve *E*-2-heptenal (11.57×10^6 AU) izlemiştir. 1-okten-3-ol, 2,4-heptadienal ve 2-oktenal, sadece depolamanın sonunda yağ örneğinde uçucu oksidasyon ürünleri olarak belirlenmiştir. Oktanal, benzil alkol, ve feniletıl alkol depolamanın 2. gününden itibaren kayısı çekirdek yağında belirlenmiş ve oksidasyon süresince artış gözlenmiştir. Bunun yanısıra 2-oktanon 10. günde tespit edilen uçucu oksidasyon ürünüdür. 2-heptanon, heptanal, hekzanoik asit ve nonanal yağda başlangıç bileşenlerinden olup depolamanın sonunda büyük bir artış göstermişlerdir.

Zeytinyağlarının üç farklı şekilde ambalajlandığı (cam, polietilen tereftalat ve polivinil klorür şişe) ve üç farklı sıcaklıkta (15, 30 ve 40 °C) depolandığı çalışmada, floresan ışık altında yağların fotooksidasyonunda hekzanal, nonanal, *E*-2-desenal, *E*-2-heptenal ve 2-pentil furanın değişimi incelenmiştir. Işık altında bu uçucu bileşenlerin miktarı süre ile birlikte artış gösterdiği tespit edilmiştir (Kanavouras vd., 2004).

Kanola yağının UV ışın ile fotooksidasyonunda hekzanal ve *E*-2-heptenal en fazla oranda oluşan bileşenler arasında yer almıştır. Bunun yanısıra *E,E*-2,4-heptadienal, *E*-2-oktenal, *E*-2-nonenal, *E,E*-2,4-nonadienal ve *E,E*-2,4-dekadialde süreye bağlı olarak artışlar göstermiştir (Gromadzka vd., 2008). Fotooksidasyon sonucunda erik ve kayısı çekirdek yağlarında oluşan önemli oksidasyon ürünleri olarak tespit edilen hekzanal ve *E*-2-heptenal, zeytinyağı Kanavouras vd., (2004) ve kanola yağının (Gromadzka vd., 2008) fotooksidasyonu sonucunda da oluşmuştur. Erik ve kayısı çekirdek yağlarında belirlenen birçok oksidasyon ürünü Gromadzka vd., (2008); Kanavouras vd., (2004)’un fotooksidasyon çalışmalarında da tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Fotooksidasyon süresince kaybı çekirdek yağı uçucu bileşenlerindeki değişim (x10⁶ AU)

Depolama Süresi (Gün)									
Bileşen	0	2	4	6	8	10	12		
1 1-okten	TE*	TE	TE	TE	TE	TE	TE	11.94±0.69	
2 Hekzanal	47.80±0.99b**	48.87±0.42b	50.43±0.03b	48.46±0.22b	49.46±0.42b	48.79±0.71b	100.01±20.63a		
3 Furfural	2.24±0.02ab	2.30±0.04a	2.36±0.04a	2.06±0.07bc	2.01±0.08c	1.92±0.04c	1.73±0.16d		
4 İsoamil asetat	1.19±0.03c	2.07±0.11b	2.23±0.01b	2.10±0.09b	2.20±0.08b	2.26±0.11b	2.54±0.15a		
5 2-heptanon	0.69±0.01b	0.69±0.02b	0.75±0.03b	0.75±0.00b	0.81±0.02b	0.85±0.02b	1.47±0.66a		
6 Heptanal	0.78±0.00b	0.95±0.18b	0.89±0.03b	0.84±0.01b	0.94±0.00b	1.00±0.04b	1.92±0.32a		
7 2-pentilfuran	0.68±0.03	0.48±0.03	TE	TE	TE	TE	TE		
8 E-2-heptenal	TE	TE	0.51±0.08b	0.94±0.12b	1.62±0.30b	2.36±0.08b	11.57±2.16a		
9 Benzaldehit	58.40±2.38a	52.94±4.38a	55.18±3.28a	43.41±2.46b	43.07±3.54b	43.27±4.13b	27.06±4.56c		
10 1-okten-3-ol	TE	TE	TE	TE	TE	TE	2.22±0.42		
11 2-oktanon	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.34±0.00	0.77±0.12	

*Tespit edilemedi
 ** Ortalama ± Standart Sapma .Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05)

Çizelge 4.14. (devam)

Depolama Süresi (Gün)								
Bileşen	0	2	4	6	8	10	12	
12	Oktanal	TE	0.70±0.07b	0.77±0.05b	0.73±0.00b	0.83±0.02b	0.87±0.05b	2.24±0.51a
13	Heksanoik asit	1.29±0.16b	1.69±0.18b	1.78±0.09b	1.97±0.09b	2.17±0.05b	2.37±0.22b	6.24±1.33a
14	2,4-heptadienal	TE	TE	TE	TE	TE	TE	0.54±0.09
15	2-oktenal	TE	TE	TE	TE	TE	TE	1.77±0.80
16	Benzil alkol	TE	3.01±0.49b	3.18±0.16b	3.04±0.15b	3.55±0.14b	2.98±0.06b	4.28±0.22a
17	Nonanal	0.41±0.03b	0.44±0.05b	0.47±0.02b	0.54±0.01b	0.68±0.01b	0.73±0.05b	2.44±0.54a
18	Feniletil alkol	TE	0.51±0.04c	0.62±0.09c	0.52±0.01c	1.07±0.13b	1.02±0.02b	1.48±0.03a

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, soğuk pres yöntemi ile üretilen kayısı ve erik çekirdek yağlarının sıcaklık ve ışık altında oksidatif stabilitelerindeki değişim incelenmiştir.

Ransimat testi ile yüksek sıcaklıkta (110 °C) yağların indüksiyon periyotları araştırılmıştır. Kayısı çekirdek yağının indüksiyon periyodu erik çekirdek yağına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Yüksek sıcaklıkta kayısı çekirdek yağı erik çekirdek yağına kıyasla oksidasyona karşı daha güçlü direnç göstermiştir.

Sıcaklık ile oksidasyonda yağlar 60 °C’da depolanmış, kayısı çekirdek yağı depolama süresince erik çekirdek yağına kıyasla daha düşük peroksit değerleri göstermiştir. Özgül soğurma değerleri olan K_{232} ve K_{270} değerleri de peroksit değerlerine benzer bir eğilim göstermiştir. Bu değerler de kayısı çekirdek yağlarında erik çekirdek yağına göre daha düşük bulunmuştur.

Yapay ışık altında yapılan fotooksidasyon denemesinde kayısı çekirdek yağı depolama süresince erik çekirdek yağına kıyasla daha düşük peroksit değerleri göstermiştir. Oksidasyonun izlenmesinde kullanılan bir diğer analiz olan özgül soğurma değerlerinden K_{232} değeri kayısı çekirdek yağında erik çekirdek yağına göre daha düşük değerler göstermiştir. Bunun yanında K_{270} değeri de K_{232} değerine benzer bir eğilim göstermiştir.

Erik ve kayısı çekirdek yağlarının termal ve fotooksidasyonu sonucunda oluşan temel uçucu oksidasyon ürünleri hekzanal ve *E*-2-heptenaldir. Yağların termal oksidasyonu sonucunda bu bileşenler fotooksidasyon koşullarına kıyasla daha fazla bulunmuştur. Bunun yanında, yağların termal oksidasyonu sırasında fotooksidasyon koşullarına kıyasla daha fazla çeşitte uçucu oksidasyon ürünü oluşmuştur. Bunların miktarları da fotooksidasyon koşullarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

6. KAYNAKLAR

Akin EB, Karabulut I, & Topcu A (2008) "Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties", Food Chemistry, 107(2): 939-948.

Anonim. 2015. Ulusal Kayısı Çalıştayı. : T.C. Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü.

Anonymous. 1989. Peroxide volue. AOCS Official Method. Cd 8-53

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.

Anonymous. 2006. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, Fourth Edition, Methods: Cd8-53, Ch5-91 and Cd 12b-92.

Asma B (2000) Kayısı yetiştiriciliği, Evin ofset., Malatya.

Aydemir T (2003) "Kayısı Çekirdeği Yağının Değişik Sıcaklıklarda Oksidasyonunun İncelenmesi", Gıda Dergisi: 28(2).

Azcan N ve Demirel E (2012) "Extraction parameters and analysis of apricot kernel oil", Asian Journal of Chemistry, 24(4): 1499-1502.

Bachheti RK, Rai I, Joshi A, & Rana V (2012) "Physico-chemical study of seed oil of *Prunus armeniaca* L. grown in Garhwal region (India) and its comparison with some conventional food oils", International Food Research Journal, 19(2): 577-581.

Baraz B, (2002) Genel Meyvecilik, Anadolu Universitesi, Eskişehir.

Chow CK (2007) Fatty acids in foods and their health implications, CRC Press.

Cinquanta L, Di Matteo M, & Esti M (2002) "Physical pre-treatment of plums (*Prunus domestica*) Part 2. Effect on the quality characteristics of different prune cultivars", Food Chemistry, 79(2): 233-238.

Crouzet J, Etievant P, & Bayonove C (1990) "Stoned fruit: apricot, plum, peach, cherry", Developments in food science.

Durmaz G, Karabulut İ, Topçu A, Asiltürk M, & Kutlu T (2010) "Roasting-related changes in oxidative stability and antioxidant capacity of apricot kernel oil", Journal of the American Oil Chemists Society, 87(4): 401-409.

FAO 2015, FAO statistical database, <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>, 01 Eylül 2016.

Femenia A, Rosselló C, Mulet A, & Cañellas J (1995) Chemical composition of bitter and sweet apricot kernels", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43(2): 356-361.

Forni E, Erba ML, Maestrelli A, & Polesello A (1992) "Sorbitol and free sugar contents in plums" Food Chemistry, 44(4): 269-275.

Frankel EN (1980) "Lipid oxidation", Progress in lipid research, 19(1): 1-22.

Gómez-Alonso S, Salvador MD, & Fregapane G (2004) "Evolution of the oxidation process in olive oil triacylglycerol under accelerated storage conditions (40–60°C)", Journal of the American Oil Chemists' Society, 81(2): 177-184.

Górnaś P, Mišina I, Grāvīte I, Lācis G, Radenkovs, V, Olšteine A, Segliņa D, Kaufmane E, & Rubauskis E (2015) "Composition of tocochromanols in the kernels recovered from plum pits: the impact of the varieties and species on the potential utility value for industrial application", European Food Research and Technology, 241(4): 513-520.

Gromadzka J, Wardencki W, Lores M, LLompart M, Fernandez-Alvarez M, & Lipinska K (2008) "Investigation of edible oils oxidation stability using photooxidation and SPME-GC method for determination of volatile compounds-preliminary investigation", Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 58(3): 321-325

Gupta A ve Sharma PC (2009) "Standardization of methods for apricot kernel oil Extraction, packaging and storage", Journal of Food Science and Technology, 46(2): 121-126.

Gupta A, Sharma PC, Tilakratne BMKS & Verma AK (2012) "Studies on physico-chemical characteristics and fatty acid composition of wild apricot (*Prunus armeniaca* Linn.) kernel oil", Indian Journal of Natural Products and Resources, 3(3): 366-370.

Gülcan R, Tekintaş FE, Mısırlı A, Sağlam H, Günver G, & Adanacioğlu H (2000) "Meyvecilikte Üretim Hedefleri" V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Ankara..

Hassanien, MMM, Abdel-Razek AG, Rudzińska M, Siger A, Ratusz K, & Przybylski R (2014) "Phytochemical contents and oxidative stability of oils from non-traditional sources", European Journal of Lipid Science and Technology, 116(11): 1563-1571.

Horvat RJ, Chapman GW, Senter SD, Norton JD, Okie WR, & Robertson JA (1992) "Comparison of the volatile compounds from several commercial plum cultivars", Journal of the Science of Food and Agriculture, 60(1): 21-23.

Issaoui M, Flamini G, Hajaij ME, Cioni PL, & Hammami M (2011) "Oxidative Evolution of Virgin and Flavored Olive Oils Under Thermo-oxidation Processes" Journal of the American Oil Chemists' Society, 88(9): 1339-1350.

Jeleń H, Mildner-Szkudlarz S, Jasińska I & Wąsowicz E (2007) "A headspace–SPME–MS method for monitoring rapeseed oil autoxidation", Journal of the American Oil Chemists' Society, 84(6): 509-517.

- Kamel B ve Kakuda Y (1992) "Characterization of the seed oil and meal from apricot, cherry, nectarine, peach and plum", Journal of the American Oil Chemists' Society, 69(5): 492-494.
- Kan T, Gundogdu M, Ercisli S, Muradoglu F, Celik F, Gecer MK, Kodad O, & Zia-Ul-Haq M (2014) "Phenolic compounds and vitamins in wild and cultivated apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits grown in irrigated and dry farming conditions", Biological research, 47(1), 1.
- Kanavouras A, Hernandez-Munoz P, Coutelieri F, & Selke S (2004) "Oxidation-derived flavor compounds as quality indicators for packaged olive oil", Journal of the American Oil Chemists' Society, 81(3): 251-257.
- Karaçali I (2006). Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlanması, Ege University Faculty of Agriculture Publications, 14(1), 444 p.
- Karamürsel, D (2010). Afyonda erik üretimi yapan işletmelerin yapısal durumu ve gelişme olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Karamürsel Ö F (2011), Erik Yetiştiriciliği (Vol. 6), Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Yayınları, Isparta.
- Katragadda HR, Fullana A, Sidhu S, & Carbonell-Barrachina ÁA (2010) "Emissions of volatile aldehydes from heated cooking oils", Food Chemistry, 120(1): 59-65.
- Korekar G, Stobdan T, Arora R, Yadav A, & Singh SB, (2011) "Antioxidant Capacity and Phenolics Content of Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Kernel as a Function of Genotype", Plant Foods for Human Nutrition, 66(4): 376-383.
- Kostadinović Veličkovska S, Brühl L, Mitrev S, Mirhosseini, H., & Matthäus, B. (2015) "Quality evaluation of cold-pressed edible oils from Macedonia", European Journal of Lipid Science and Technology.
- Köysüren HNU, Dursun Ş (2013) "Sucul ortamda Ağır Metal İyonlarının Modifiye Edilmiş Kayısı Çekirdeği Kabuğu ile Giderimi", Gazi Üniversitesi Müh. Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(2).
- Kiritsakis AK, (1998) Olive Oil from the Tree to the Table, Second Edition, Food and Nutrition Press, Connecticut, USA :156-163, 167-168
- Lin SS. (1991) Fats and Oils Oxidation , Introduction to Fats and Oils Technology, P. J. Wan (ed), American Oil Chemists' Society, Champaign, Illinois: 211-222
- Manzoor M, Anwar F, Ashraf M., & Alkharfy KM (2012) "Physico-chemical characteristics of seed oils extracted from different apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties from Pakistan", Grasas y Aceites, 63(2): 193-201.
- Matthaus B ve Özcan MM (2009) "Fatty Acids and Tocopherol Contents of some *Prunus* spp.. Kernel Oils" Journal of Food Lipids, 16(2): 187-199.

- Mildner-Szkudlarz S, Jeleń HH, Zawirska-Wojtasiak R, & Wąsowicz E (2003) "Application of headspace solid phase microextraction and multivariate analysis for plant oils differentiation", *Food Chemistry*, 83(4): 515-522.
- Min DB, ve Boff JM (2002) "Lipid oxidation of edible oil", *Food Science and Technology-New York-Marcel Dekker*: 335-364.
- Minar MMH (1999) "Studies on non-traditional oils: I. Detailed studies on different lipid profiles of some *Rosaceae* kernel oils", *Grasas y Aceites*, 50(5): 379-384.
- O'brien RD (2008) "Fats and oils: formulating and processing for applications", CRC press, (2nd.Ed.) Chapter 6
- Picuric-Jovanovic K, Vrbaski Z, & Milovanovic M (1999) "Influence of the aqueous-enzymatic method on the oxidative stability of plum kernel oil", *Lipid / Fett*, 101(3): 109-112.
- Picuric-Jovanovic K, Vrbaski Z, & Milovanovic M (1997) "Aqueous-enzymatic extraction of plum kernel oil", *Lipid/Fett*, 99(12): 433-435.
- Piga A, Del Caro A, & Corda G (2003) "From Plums to Prunes: Influence of Drying Parameters on Polyphenols and Antioxidant Activity", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(12): 3675-3681.
- Popa V, Bele C, Poiana M, Dumbrava D, Raba D, & Jianu C (2011) "Evaluation of bioactive compounds and of antioxidant properties in some oils obtained from food industry by-products", *Romanian Biotechnological Letters*, 16(3): 6234-6241.
- Rahman MS (2007) "Handbook of food preservation, Second Edition, CRC press.
- Roussos PA, Denaxa NK, Tsafouros A, Efstathios N, & Intidhar B (2016) "Chapter 2 - Apricot (*Prunus armeniaca* L.) A2 - Simmonds, Monique S.J. In V. R. Preedy (Ed.), *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*, San Diego: Academic Press (19-48).
- Sorbutay, T. (2003), Kayısı Sektör Araştırması, www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-54.pdf, 01.Eylül 2016
- Tunalıoğlu R, ve Keskin G. (2004) "Erik", *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü*, 7(9) (ISSN: 1303-8319).
- Turan S, Topcu A, Karabulut I, Vural H, & Hayaloglu AA (2007) "Fatty acid, triacylglycerol, phytosterol, and tocopherol variations in kernel oil of Malatya apricots from Turkey", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(26): 10787-10794.
- TÜİK (2016) , www.tuik.gov.tr/pretablo.do?alt_id=1001 , 02 Eylül 2016.
- Uluata S (2010) Bazı Bitkisel Yağların Karakterizasyonu Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

- Vichi S, Pizzale L, Conte LS, Buxaderas S, & López-Tamames E (2003) "Solid-Phase Microextraction in the Analysis of Virgin Olive Oil Volatile Fraction: Modifications Induced by Oxidation and Suitable Markers of Oxidative Status", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(22): 6564-6571.
- Voi AL, Impembo M, Fasanaro G, & Castaldo D (1995) "Chemical characterization of apricot puree", *Journal of Food Composition and Analysis*, 8(1): 78-85.
- Waraho T, McClements DJ, & Decker EA (2011) "Mechanisms of lipid oxidation in food dispersions", *Trends in Food Science & Technology*, 22(1): 3-13.
- Wills RBH, Scriven FM, & Greenfield H (1983) "Nutrient composition of stone fruit (*Prunus* spp.) cultivars: Apricot, cherry, nectarine, peach and plum", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34(12): 1383-1389.
- Yildirim FA, Yildirim AN, Askin MA, & Kankaya A (2010) "Total oil, fatty acid composition and tocopherol content in kernels of several bitter and sweet apricot (*Prunus armeniaca* Batsch) cultivars from Turkey "Journal of Food, Agriculture and Environment, 8(3-4 Part 1): 196-201.
- Yurdagel Ü, Yaman ÜR, & Baysal T (1997) Meyve Sebze İşleme Sanayinde Atık Su Arıtılması, Artık ve Atıkların Değerlendirilmesi, Ege Üniveristesi Basımevi, İzmir
- Zhou B, Wang Y, Kang J, Zhong H, & Prenzler PD (2016) "The quality and volatile-profile changes of Longwangmo apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernel oil prepared by different oil-producing processes", *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(2): 236-243.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mustafa KAYAHAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Nevşehir , 1989

Lisans Üniversite : Çukurova Üniversitesi

Elektronik Posta : mustafa.kayahan@tarim.gov.tr

İletişim Adresi : Aktaş Mah. Akıncı Sk. Gıda Tarım Hayvancılık
İl Müdürlüğü /Bolu

