

**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GELENEKSEL YÖNTEMLE DEPOLANAN KABUKLU FINDIKLARIN  
ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNDEKİ DEĞİŞİM**

**HASAN KARAOSMANOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**AKADEMİK DANIŞMAN  
YRD. DOÇ. DR. N. ŞULE ÜSTÜN**

**SAMSUN- 2012**

**T.C.**  
**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Bu çalışma jürimiz tarafından 03 / 08 / 2012 tarihinde yapılan sınav ile Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.**

**Başkan: Prof. Dr. Neriman BEYHAN**

**Üye: Doç. Dr. Hasan TEMİZ**

**Üye: Yrd. Doç. Dr. N. Şule ÜSTÜN**

**ONAY:**

**Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.**

**..../..../2012**

**Prof. Dr. Recep TAPRAMAZ**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

## GELENEKSEL YÖNTEMLE DEPOLANAN KABUKLU FINDIKLARIN ANTIOKSİDAN KAPASİTESİNDEKİ DEĞİŞİM

### ÖZ

Bu çalışmada gerek ekonomik gerekse de insan beslenmesi açısından önemli bir ürün olan fındığın geleneksel yöntemle depolanması sırasındaki antioksidan kapasite, toplam fenolik madde içeriği, yağ asitleri kompozisyonu, peroksit sayısı, serbest yağ asitliği ve nem içeriğindeki değişimler incelenmiştir. Örnekler Giresun Kalite Yağlı, Kara ve Sivri fındık çeşitlerinden seçilmiştir. Dışarıdan herhangi bir şekilde müdahale edilmemiş depoda tamamen geleneksel yöntemlere göre toplamda bir yıl süreyle örnekler depolanmıştır. Eylül 2010, Kasım 2010, Ocak 2011, Mart 2011, Mayıs 2011, Ağustos 2011 aylarında depolardan numuneler alınmış ve analiz edilmiştir. FRAP ve DPPH olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenen antioksidan kapasite sonuçları ile Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenen toplam fenolik madde içeriği arasında çeşitlere göre değişmekle beraber önemli veya çok önemli korelasyonlar bulunmuştur. Tüm çeşitlerde zamana bağlı olarak fenolik madde ve antioksidan kapasitede düşüş gözlenmiş, düşüşün en önemli sebebinin süre olduğu anlaşılmıştır ( $P<0.01$  veya  $P<0.05$ ). Depo nemi ve sıcaklığının önemli bir etkisi olmamıştır ( $P>0.05$ ). Tüm örneklerde en fazla bulunan yağ asidinin oleik asit olduğu, bunu linoleik, palmitik ve stearik asitlerin takip ettiği görülmüş, depolama süresince yağ asitleri kompozisyonunda ve oranlarda önemli bir değişim gözlenmemiştir. Tüm çeşitlerin yağ asitleri kompozisyonuna zamanın, depo sıcaklığının ve depo neminin önemli bir etkisi olmamış ( $P>0.05$ ) ve bu değerlerde önemli bir değişim gerçekleşmemiştir. Depolama süresi sonunda tüm çeşitlerde serbest yağ asitliği ve peroksit sayısında artış görülmesine rağmen değerler yasal limitlerin oldukça altında kalmıştır. Serbest yağ asitliği oranına ve peroksit sayılarına zamanın önemli veya çok önemli etkisi olurken ( $P<0.01$  veya  $P<0.05$ ), sıcaklığın ve depo neminin etkisi olmamıştır ( $P>0.05$ ). Depolama süresince bu değerlerde önemli değişim olmamasının ana sebebi fındık sert kabuğunun fındık için önemli bir koruyucu olması ve depo koşullarının fındığın depolanması için uygun olmasıdır.

**Anahtar Sözcükler:** Fındık, Antioksidan, Yağ asiti, Peroksit sayısı, Serbest yağ asitliği

## **CHANGES IN ANTIOXIDANT CAPACITY OF SHELLED NUTS STORED BY CONVENTIONAL METHOD**

### **SUMMARY**

In this study, changes in antioxidant capacity, total phenolic substance content, fatty acids composition, peroxide number, free fatty acidity and moisture content in the course of storing nut, which is both economical and important for human nutrition, by conventional method. Samples were chosen from Giresun Kalite Yağlı, Kara and Sivri nut types. Samples were stored in external interference-free warehouses for a year, entirely according to the conventional methods. On the months of September 2010, November 2010, January 2011, March 2011, May 2011 and August 2011, specimens were taken from the warehouses and analyzed. Varying by different types, positive correlation or perfectly positive correlation were found between the antioxidant capacity results determined by 2 different methods, namely FRAP and DPPH and the phenolic substance content determined by Folin-Ciocalteu method. Decrease in phenolic substance and antioxidant capacity was observed depending on time in all types as duration appeared to be the most prominent reason ( $P < 0.01$  or  $P < 0.05$ ). There was no significant effect of warehouse humidity and temperature ( $P > 0.05$ ). In all samples, it was seen that oleic acid was the most frequently found fatty acid followed by linoleic acid, palmitic acid and stearic acid and no significant change was observed in compositions and proportions throughout storage. At the end of storing period, even though an increase is determined in free fatty acidity and peroxide number in all types, values were considerably lower than legal limits. There was no significant effect of time, warehouse temperature and warehouse humidity on fatty acid composition, free fatty acidity rate and peroxide number for all types ( $P > 0.05$ ) and no prominent fluctuation occurred for these values. Primary reason for these values to not to be changed significantly throughout the storing period is the important protective role of hard shell of nut and appropriateness of warehouse conditions for nut storage.

**Keywords:** Nut, Antioxidant, Fatty acid, Peroxide number, Free fatty acidity

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmam sırasında her türlü desteği sağlayan, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. N. Şule ÜSTÜN'e, katkılarından ötürü Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünün değerli akademisyenlerine ve lisansüstü öğrencilerine, maddi ve manevi bütün imkanlarını sunarak bu günlere gelmemi sağlayan beni yetiştiren annem Yasemin ve babam Abdullah KARAOSMANOĞLU'na, bilgilerini paylaşıp sabrıyla bana destek olan sevgili eşim Gıda Mühendisi Arzu KARAOSMANOĞLU'na ve gülücükleriyle beni neşelendiren canım kızım Denizime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hasan KARAOSMANOĞLU

## İÇİNDEKİLER

SİMGELER ve KISALTMALAR .....	Vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	Vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	İx
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ .....	5
2.1. Fındık Hakkında Genel Bilgiler .....	5
2.2. Fındığın Bileşimi ve Kullanım Alanları.....	7
2.2.1 Fındığın Bileşimi .....	7
2.2.1.1. Fındıkta Bulunan Başlıca Karbonhidratlar.....	8
2.2.1.2. Fındığın Protein İçeriği .....	8
2.2.1.3. Fındığın Vitamin İçeriği.....	9
2.2.1.4. Fındığın Mineral Madde İçeriği .....	9
2.2.1.5. Fındık Yağının Bileşimi.....	10
2.2.2. Fındığın Kullanım Alanları .....	10
2.3. Fındığın İnsan Sağlığına Faydaları .....	12
2.4. Oksidasyon ve Antioksidanlar .....	13
2.5. Serbest Radikaller .....	15
2.5.1. Süperoksit Anyon ( $O \bullet^-$ ) .....	17
2.5.2. Hidroperoksi ( $HOO \bullet$ ) ve Peroksi ( $ROO \bullet$ ) Radikalleri.....	17
2.5.3. Hidroksi ( $HO \bullet$ ) ve Alkoksi ( $RO \bullet$ ) Radikalleri.....	17
2.5.4. Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ).....	18
2.5.5. Singlet Oksijen ( $^1O_2$ ).....	18
2.6. Fındıktaki Başlıca Antioksidan Özelliğe Sahip Bileşikler .....	19
2.6.1. E Vitamini (Tokoferoller) .....	19
2.6.2. Fenolik Bileşikler.....	21
2.6.2.1. Flavonoidler.....	23
2.6.2.2. Fenolik Asitler .....	24
2.6.3. Selenyum.....	25
2.6.4. Taksan Sınıfı Bileşikler (Paklitaksel ve Dosetaksel).....	26
2.7. Yağ Asitleri.....	27
2.8. Konu İle İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar.....	29

2.8.1. Fındıktaki Fenolik Bileşikler ve Antioksidan Kapasite Hakkında Yapılmış Çalışmalar .....	29
2.8.2. Fındıktaki Yağ Asitleri Kompozisyonu İle İlgili Yapılmış Çalışmalar .....	31
3. MATERYAL ve YÖNTEMLER .....	34
3.1. Materyal.....	34
3.2. Yöntemler .....	34
3.2.1. Örneklerin Analize Hazırlanması .....	34
3.2.2. Nem Tayini .....	34
3.2.3. Antioksidan Bileşiklerin Ekstraksiyonu.....	35
3.2.4. Antioksidan Kapasite Tayini .....	35
3.2.4.1. Demir (III) İndirgeme Antioksidan Kapasite (FRAP) Tayini.....	35
3.2.4.2. DPPH Yöntemi İle Antioksidan Kapasite Tayini....	36
3.2.5. Toplam Fenolik Madde Tayini .....	36
3.2.6. Yağ Asitleri Kompozisyonu Tayini .....	37
3.2.7. Serbest Yağ Asitliği Tayini .....	37
3.2.8. Peroksit Sayısı Tayini .....	38
3.2.9. İstatistiksel Değerlendirme .....	38
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	39
4.1. Depolanan Fındık Örneklerinin Nem İçerikleri .....	39
4.2. Depolanan Fındık Örneklerinin Antioksidan Kapasite ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri.....	40
4.3. Depolanan Fındık Örneklerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu .....	46
4.4. Depolanan Fındık Örneklerinin Serbest Yağ Asiti Miktarları.....	51
4.5. Depolanan Fındık Örneklerinin Peroksit Sayıları.....	52
4.6. Fındık Çeşitleri Arasındaki Farklılığın İncelenmesi.....	53
5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....	54
6. KAYNAKLAR .....	56
EKLER .....	65
ÖZGEÇMİŞ .....	74

**SİMGELER ve KISALTMALAR**

UVB.....	Ultraviole B
UV .....	Ultraviole
DNA .....	Deoksiribonükleik Asit
FRAP .....	Demir (III) İndirgeme Antioksidan Gücü
DPPH.....	2,2- Difenil-1-pikrilhidrazil
TRAP.....	Toplam Radikal Yakalama Antioksidan Parametresi
TEAC.....	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi
ABTS.....	2-2 azinobis (3-metilbenzotiazolin-6-sulfonat)
TPTZ.....	2,4,6- tripridil-s-trazin
Meq.....	Miliekivalan
MUFA.....	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PUFA.....	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
SFA.....	Doymuş Yağ Asitleri

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Zuruflu fındık .....	1
Şekil 1.2. Tombul kabuklu ve tombul iç fındık .....	3
Şekil 2.1. Fındığın genel bileşimi .....	8
Şekil 2.2. Fındık yağı yağ asitleri kompozisyonu .....	10
Şekil 2.3. Radikal zincirler tepkimesi ve antioksidanlar tarafından engellenme .....	14
Şekil 2.4. Canlı yaşamı için risk oluşturan serbest radikal oluşumunu teşvik eden etmenler ve serbest radikallerin neden olduğu başlıca riskler .....	15
Şekil 2.5. Çeşitli tokoferollerin kimyasal formülleri.....	20
Şekil 2.6. Fenol halkasının yapısı .....	22
Şekil 2.7. Flavonoidlerin genel yapısı.....	24
Şekil 3.1. Tombul fındık.....	32
Şekil 3.2. Kara fındık (Giresun Karası).....	33
Şekil 3.3. Sivri fındık .....	33
Şekil.4.1. Örneklerin Frap yöntemiyle antioksidan aktivitelerinin hesaplanmasında kullanılan troloks standart eğrisi.....	41
Şekil.4.2. Örneklerin toplam fenolik madde miktarının hesaplanmasında kullanılan gallik asit standart eğrisi.....	41
Şekil Ek 1. Sıfırncı ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	65
Şekil Ek 2. Sıfırncı ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	65
Şekil Ek 3. Sıfırncı ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	66
Şekil Ek 4. İkinci ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	66
Şekil Ek.5. İkinci ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	67
Şekil Ek.6. İkinci ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	67
Şekil Ek.7. Dördüncü ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	68

Şekil Ek.8. Dördüncü ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	68
Şekil Ek.9. Dördüncü ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	69
Şekil Ek.10. Altıncı ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu Kromotogramı.....	69
Şekil Ek.11. Altıncı ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	70
Şekil Ek.12. Altıncı ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	70
Şekil Ek.13. Sekizinci ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	71
Şekil Ek.14. Sekizinci ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	71
Şekil Ek.15. Sekizinci ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	72
Şekil Ek.16. Onbirinci ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	72
Şekil Ek.17. Onbirinci ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	73
Şekil Ek.18. Onbirinci ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı.....	73

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. 2004-2011 yılları arasında Türkiye'nin fındık üretim ve ihracat miktarı .....	5
Çizelge 2.2. 2001-2010 yılları arasında dünya fındık üretimi .....	6
Çizelge 2.3. Fındık ürünlerinin tanımı ve kullanım alanları.....	11
Çizelge 2.4. Antioksidanların sınıflandırılması .....	15
Çizelge 4.1. Fındık örneklerinin nem oranları .....	39
Çizelge 4.2. Fındık örneklerinin nem oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri .....	40
Çizelge 4.3. Deponun ortalama nispi nem ve sıcaklık değerleri.....	40
Çizelge 4.4. Yağlı Fındık örneklerinin antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik madde içerikleri.....	43
Çizelge 4.5. Kara Fındık örneklerinin antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik madde içerikleri.....	44
Çizelge 4.6. Sivri Fındık örneklerinin antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik madde içerikleri.....	44
Çizelge 4.7. Fındık örneklerinin FRAP yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasitesinin; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri .....	44
Çizelge 4.8. Fındık örneklerinin DPPH yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasitesinin; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri .....	45
Çizelge 4.9. Fındık örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	45
Çizelge 4.10. Fındık örneklerinin toplam fenolik madde miktarı, FRAP antioksidan kapasite ve DPPH antioksidan kapasite değerlerinin birbirleriyle olan korelasyon değerleri.....	45
Çizelge 4.11. Depolanan Yağlı Fındıkların dönemlere göre yağ asitleri kompozisyonu .....	46
Çizelge 4.12. Depolanan Kara Fındıkların dönemlere göre yağ asitleri kompozisyonu .....	47
Çizelge 4.13. Depolanan Sivri Fındıkların dönemlere göre yağ asitleri	

kompozisyonu .....	47
Çizelge 4.14. Fındık örneklerinin palmitik asit oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	49
Çizelge 4.15. Fındık örneklerinin palmitoleik asit oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	49
Çizelge 4.16. Fındık örneklerinin stearik asit oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	49
Çizelge 4.17. Fındık örneklerinin oleik asit oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	50
Çizelge 4.18. Fındık örneklerinin linoleik asit oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	50
Çizelge 4.19. Fındık örneklerinin araşidik asit oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	50
Çizelge 4.20. Fındık örneklerinin linolenik asit oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	50
Çizelge 4.21. Fındık örneklerinin eikosanoik asit oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	50
Çizelge 4.22. Fındık örneklerinin SFA oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	51
Çizelge 4.23. Fındık örneklerinin MUFA oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	51
Çizelge 4.24. Fındık örneklerinin PUFA oranlarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	51
Çizelge 4.25. Fındık örneklerinin serbest yağ asiti miktarının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	52
Çizelge 4.26. Fındık örneklerinin serbest yağ asiti miktarları.....	52
Çizelge 4.27. Fındık örneklerinin peroksit sayıları.....	53
Çizelge 4.28. Fındık örneklerinin peroksit sayısının; depolama süresi, depo sıcaklığı ve depo nemi ile olan korelasyon değerleri.....	53
Çizelge 4.29. Çeşitler arasındaki yapılan Duncan testi değerleri.....	54
Çizelge 4.30. Depolama süresi üzerine yapılan Duncan testi değerleri.....	54

## 1. GİRİŞ

Fındık Bitkiler aleminde, Fagales takımının Betulaceae familyası içinde yer alan, *Corylus* cinsine ait sert kabuklu bir meyvedir (Kurt, 2004). Anadolu fındığının anavatanı, en değerli yabani türlerinin doğal yayılma alanı ve kültür çeşitlerinin kaynağıdır. Ayrıca Anadolu ekonomik anlamda fındık yetiştiriciliği ve fındık ticaretinin yapıldığı ilk yerdir (Turan, 2007, Köksal, 2002). Fındık üretimi, don tehlikesinin nadir olduğu, ortalama kış sıcaklığının  $-8^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşmediği, en yüksek sıcaklığın 36-37 dereceyi geçmediği, yıllık ortalama sıcaklığın  $13-16^{\circ}\text{C}$  olduğu, rakımı 600 m'yi geçmeyen, yıllık yağış miktarının 755 mm'nin üstünde ve yağışın yıl içindeki dağılımına uygun yerlerde yetiştirilmektedir. Fındık tarımı, bu ekolojik şartlara sahip doğal yayılma alanı olan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır (Karagülmez ve Usul, 2004). Şekil 1.1'de yeşil zuruflu fındığın genel görünüşü görülmektedir.



Şekil 1.1. Zuruflu fındık (Turan, 2012)

Günümüzde fındık, Türkiye'nin önemli ihraç ürünleri arasında yer almakta, özellikle Giresun ve Ordu illeri başta olmak üzere, Karadeniz halkının önemli ve bazı

yörelere tek geçim kaynağı olmuş ve olmaya devam etmektedir. Ülkemiz fındık ihracatı son yıllara kadar daha çok kabuklu veya iç fındık şeklinde gerçekleşmiş, son dönemde işlenmiş ürün olarak hem iç hem de dış pazarlara ulaştırılma imkanı bulunmuştur (Şahin ve ark., 1990). Türkiye dünya fındık üretiminin %70'ini tek başına gerçekleştirmektedir. Yıllık ortalama 600000 ton kabuklu fındık üretmekte, 236000 ton iç fındık ihracatı karşılığında 1.5 milyar dolar gelir sağlamaktadır (Üstün ve ark., 2011)

Fındık ekonomik önemini yanı sıra besleyici özellikleriyle de ön plana çıkan bir üründür. 100 g fındık 634 kalorilik enerji verir. Fındıktaki kuru madde miktarının %2.8-7.9' u toplam şekerdir. Toplam şekerin %90'ı sakarozdur. Glikoz ve fruktoz %1'lik bir paya sahiptir. Kuru maddenin %1-3.6'sını nişasta oluşturmaktadır. Selülozik bileşikler ve pektin ise %1-3 oranında yer almaktadır. Ortalama %14.1 protein, %63.5 yağ içerir. 100 g iç fındık bir insanın günlük protein ihtiyacının %22'sini karşılamaktadır. Sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir, bakır, çinko, mangan, kükürt, klor ve iyot fındıkta bulunan önemli minerallerdir. Fındıkta bulunan başlıca vitaminler başta E vitamini olmak üzere thiamin (B<sub>1</sub> vitamini), riboflavin (B<sub>2</sub> vitamini), Vitamin B<sub>6</sub>'dır (Özçağırın ve ark., 2005).

Oksidasyon gıdaların renk, tat, aroma, tekstür ve hatta besin değeri gibi niteliklerinin bozulmasının en önemli sebeplerinden biridir. Oksidasyon genellikle fotooksidatif veya serbest radikallerin otokatalitik mekanizması yoluyla gerçekleşmektedir (Ceylan ve ark., 2007). Oksidasyon reaksiyonlarının ürünleri olan serbest radikaller hücre ve dokularda hasara yol açmakta ve sonuçta kalp-damar hastalıkları ve kanser başta olmak üzere bir dizi kronik hastalık oluşturmaktadır (Okçu ve Keleş, 2009). Antioksidanlar oksidatif zincir reaksiyonlarının (chain-breaking) başlama (initiation) veya gelişmesini (propagation) inhibe ederek, lipidlerin veya diğer moleküllerin oksidasyonunu engelleyen veya geciktiren bileşiklerdir (Apaydın, 2008).

Fındık içerdiği fonksiyonel özelliğe sahip bileşikler nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir gıda maddesidir. Başta önemli bir antioksidan olan E vitamini olmak üzere, flavonoidler ve fenolik asitler (gallik asit, protokateşoik asit, kateşin, kateşol, klorogenik asit, kafeik asit, siyrijik asit, vanilin, p-kumarik asit, kuersetin), selenyum ve taksan sınıfı bileşikler fındıktaki önemli antioksidan özelliğe sahip bileşiklerdir (Artık, 2004).

Fındık yüksek orandaki yağ miktarı ve yağının muhtevasından dolayı önemli bir gıda maddesidir. Fındık yağı kolesterol içermemesi, yüksek oranda doymamış yağ asitlerini içermesi sebebiyle kalp-damar sağlığını korumada önemli bir üründür. Fındıkta en fazla bulunan yağ asiti oleik asit olup bunu sırasıyla linoleik, palmitik, stearik ve linolenik asit izlemektedir. Oleik asit kandaki kolesterol düzeyini azaltıcı, linoleik asit ise damar içi daralmasını önleyici bir etkiye sahiptir. Fındıktaki linoleik ve linolenik asitler kandaki lipid ve gliserid düzeyi ile hipertansiyonu düşürücü etki yapmaktadır (Köksal, 2002).

Geleneksel olarak yılın Ağustos, Eylül döneminde hasat edilen fındıklar önce zuruf denilen yeşil kabuğundan ayrıldıktan sonra nem oranı %5-6 seviyelerine düşene kadar güneşte kurutmaya bırakılırlar. Kurutulan sert kabuklu fındıklar çiftçiler veya fındık tüccarları tarafından herhangi bir sıcaklık veya nem ayarlaması yapılmayan tamamen dış ortama bağımlı depolarda işleneceği güne kadar genellikle jüt çuvallar içerisinde depolanmaktadır. Şekil 1.2’de Tombul kabuklu ve naturel iç fındık görülmektedir.



Şekil 1.2. Tombul kabuklu ve tombul iç fındık (Turan, 2012)

Depolama süreci içerisinde fındığın antioksidan kapasitesindeki ve yağ asidi kompozisyonundaki değişimin olup olmadığına ilişkin bilimsel bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışmada geleneksel yöntemle depolanan üç farklı çeşit fındığın bazı kimyasal özelliklerindeki değişim araştırılmıştır.

Ülkemiz için çok büyük ekonomik önemi sahip, insan sağlığı açısından çok çeşitli faydaları olan fındığın en fazla depolanma şekli olan geleneksel yöntemle depolama süresi sonundaki bazı özelliklerinin belirlenmesi ve buna göre alınabilecek önlemlerin belirlenerek çeşitli önerilerin ortaya atılması fındık üreticileri ve tüketicileri için çok faydalı olacaktır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

### 2.1. Fındık Hakkında Genel Bilgiler

Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi iklim özelliklerinden dolayı fındık üretimi noktasında çok büyük potansiyele sahiptir. Bu özelliği nedeniyle bölgenin öncelikle doğu daha sonrada batı ve orta bölümlerinde yoğun olarak fındık yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu potansiyel sayesinde fındık yetiştiriciliği yönünden Türkiye en önemli ülke konumundadır.

Fındık bu bölgenin geleneksel ürünüdür ve bölgede yaklaşık 5000 yıldır yetiştirilmektedir. Günümüzde 400 000 aile yaklaşık 700 000 hektarlık alanda fındık tarımı yapmaktadır. Dünya fındık üretiminin % 75'ini , dünya ihracatının da % 82'sini Türkiye karşılamaktadır. Çizelge 2.1.'de 2004-2011 yılları arasında Türkiye'nin fındık üretim ve ihracat miktarı verilmiştir. Dünya fındık üretim alanlarının %79.16 sı Türkiye'de, %11.88'i İtalya'da, %6.87'si İspanya'da ve %2.47'si ABD'de bulunmaktadır (Karadeniz ve ark. 2009). Çizelge 2.2'de 2001-2010 yılları arasında dünya fındık üretim miktarları verilmiştir.

Çizelge 2.1. 2004-2011 yılları arasında Türkiye'nin fındık üretim ve ihracat miktarı (\*TÜİK tahmini ,\*\* 28 Şubat 2011 tarihi itibariyle KİB) (T.M.O., 2011)

TÜRKİYE' NİN FINDIK ÜRETİM MİKTARI VE İHRACATI				
DÖNEM	ÜRETİM (Kabuklu/Ton)	İHRACAT (İç/Ton)	İHRACAT BEDELİ (Bin \$)	ORTALAMA İHRACAT BİRİM FİYATI (\$/kg)(İç)
2004-2005	358 000	194 594	1 554 156	8.0
2005-2006	530 000	239 366	1 952 767	8.2
2006-2007	660 000	248 664	1 262 427	5.1
2007-2008	530 000	207 287	1 589 547	7.7
2008-2009	801 000	244 504	1 177 130	4.8
2009-2010	500 000	213 142	1 343 910	6.3

<b>2010-2011</b>	600 000*	177 094**	1 055 282**	6.0**
------------------	----------	-----------	-------------	-------

Çizelge 2.2. 2001-2010 yılları arasında dünya fındık üretimi (T.M.O., 2011)

<b>2001–2010 DÜNYA FINDIK ÜRETİMİ (TON / KABUKLU)</b>										
<b>Yıllar</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
<b>Türkiye (Üretim)</b>	620000	600000	480000	350000	530000	661000	530000	801000	500000	600000
<b>Diğer Ülkeler (Üretim)</b>	260000	209000	203000	253000	203000	296000	251000	268000	222000	244000
<b>TOPLAM</b>	885000	809000	683000	603000	733000	957000	781000	1069000	722000	844000

Türkiye'nin 2011 yılı fındık üretimi bir önceki yıla göre %28.3'lük düşüşle 430 bin ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2012).

Fındık Fagales takımı, Betulaceae familyası ve Corylus cinsine girmektedir. Corylus cinsi bitkileri, kışın yaprağını döken çalılar ve ağaçlardır (Turan, 2007).

Yeryüzünde çok geniş bir alana yayılmış olmasına karşın kültür fındıkları 37°-41" paralelleri arasında 750 m'yi aşmayan yüksekliğe kadar, yabani çeşitleri 1250 m yüksekliklerde yetişebilmekle beraber, yıllık ortalama sıcaklığı 13-16°C' de ılıman ve nemli iklim koşullarında, serin topraklarda 6-7 m'ye kadar büyüyebilen, kıraç ve derin, tınlı, humuslu, zengin topraklarda iyi gelişme gösterir. Yıllık yağış tutarlarının 700-800 mm ile 1500 mm' den az olmadığı, yağışın aylara dağılımının dengeli olduğu, nisbi nemin Haziran ve Temmuz aylarında %60'ın altına düşmediği bölgelerde yapılabilmektedir. Kış sıcaklık ortalamalarının da 20 -25°C'yi pek aşmadığı bölgelerde uygun doğal yetiştirme bölgeleri vardır (Çağlayan ve Durmuş, 2004). Fındığın en ideal yetiştirme yeri 0-250 m rakım ve 10 km iç kısma kadar olan yöre olup sahil kol olarak isimlendirilmektedir. Bu kol sahil şeridi boyunca görülen alanlardır. 251-500 m yükseklik ve 10-20 km içeride olan yöreler orta kol olup iyi, 501-750 m yükseklik ve 20 km'den daha iç kesimde kalan yöreler ise yüksek kol olarak isimlendirilmekte ve ikinci derecede fındık yetiştiriciliğine uygun bulunmaktadır (Karadeniz ve ark., 2009) .

Fındık Kalitesine göre;

-Giresun Kalite

-Levant Kalite olarak ikiye ayrılır.

Giresun Kalite Fındık; Giresun ilinin tamamında yetiştirilen tombul fındıklar ile az çok Giresun kalitesi özelliği taşıyan Trabzon ilinin Beşikdüzü, Vakfıkebir, Çarşıbaşı ve Akçaabat ilçelerinde yetiştirilen tombul fındıklardır. Bu fındıklar dünyanın en üstün özellikli ve en yüksek oranda zar atan fındıklarıdır (Anonymous, 2006). Bu bölgede yetiştirilen fındık yağ içeriği bakımından en yüksek orana sahiptir.

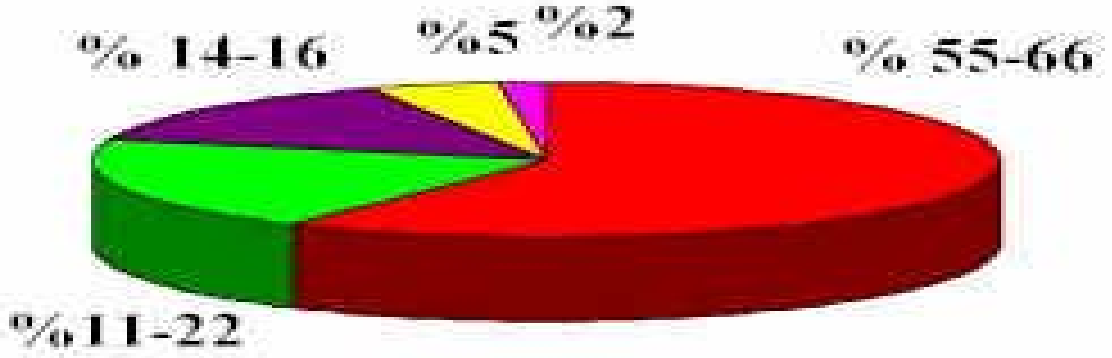
Levant Kalite Fındık; Giresun kalite fındığın üretim bölgesi dışında kalan bölgelerde üretilen tüm fındıklara verilen ortak isimdir. Yetiştirildiği yere göre Levant Akçakoca, Levant Ordu, Levant Trabzon ve Levant Samsun olarak isimlendirilen bu fındıklar Giresun kalite fındıklardan daha az yağ oranı içermesine rağmen diğer ülkelerde yetiştirilen fındıklardan genellikle daha yüksek yağ oranına sahip olup, tat bakımından da üstün niteliktedirler (Anonymous, 2006).

Bunun yanı sıra Türkiye’de şekillerine göre sınıflandırıldığında çok sayıda çeşit yetiştirilmektedir. Fındık türüne ait birçok çeşiti olmakla beraber en fazla yetiştirilen çeşidi Yağlı fındık veya tombul fındık olarak bilinen çeşittir. Bunun dışında Kara fındık ve Sivri fındık cinsleri diğer önemli ticari değeri olan çeşitlerdir. Türkiye’de yetiştirilen standart fındık çeşitleri Tombul, Palaz, Foşa, Mincane, Çakıldak, Kalınkara, Cavcav, Uzunmusa, Kargalak, Kan, Sivri, İncekara, Kuş, Acı, Yassı Badem, Yuvarlak Badem’dir (Çalışkan, 1995).

## **2.2. Fındığın Bileşimi ve Kullanım Alanları**

### **2.2.1 Fındığın Bileşimi**

Fındığın Türkiye için ekonomik öneminin yanında, içerdiği fitokimyasal bileşikler nedeniyle insan sağlığı açısından da önemi büyüktür. Fındık, bileşimi yönünden 5 ana besin grubu içerisinde ilk grupta yani et ve benzeri besin grupları içerisinde yer almaktadır. Fındık sakkaroz ve stakiyoz gibi önemli şekerler içermektedir. Bundan dolayı özellikle çocuklar ve gençlerin enerji ihtiyacı açısından önemlidir (Şimşek ve Aslantaş, 1999). Histidin ve izölösün gibi amino asitler içeren fındık protein ihtiyacının karşılanmasında önemlidir. Fındık E vitamini, B grubu vitaminler, niasin gibi fonksiyonel açıdan insan vücudunda çok önemli görevleri olan vitaminleri içermektedir. Fındıkta Fe, Ca, K, Mg gibi insanların fiziksel ve zihinsel gelişimi için gerekli olan önemli mineralleri de içermektedir (Köksal, 2002). Fındığın genel bileşimi Şekil 2.1.’de görülmektedir.



- Yağ
- Karbonhidrat
- Protein
- Su
- Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Mangan, Çinko, Demir, Sodyum

*Fındıktaki Vitaminler (mg/100gr) : 0.33 B<sub>1</sub> Vitamini, 0.12 B<sub>2</sub> Vitamini, 1.75 Niacin, 0.24 B<sub>6</sub> Vitamini, 31.4 E Vitamini*

*Fındıktaki Mineraller (mg/100gr):5.8 Demir, 160.0 Kalsiyum, 2.2 Çinko, 655.3 Potasyum, 2.1 Sodyum, 161.2 Magnezyum, 1.3 Bakır, 5.1 Mangan*

Şekil 2.1. Fındığın Genel Bileşimi (Anonymous, 2010)

### 2.2.1.1. Fındıkta Bulunan Başlıca Karbonhidratlar

İç fındık %10-22 arasında karbonhidrat içermektedir. Fındıktaki kuru madde miktarının %3-8 i toplam şekerdir. Toplam şekerin; %90'ı sakaroz, %6'sı stakiyoz, %3'ü rafinoz,%1'i glikoz, früktoz ve miyoinisitol dür.

Kuru madde miktarının %1-3.6' sını nişastadan oluşmaktadır (Yağmur ve Özer, 2004).

Fındıkta organik asit olarak en fazla malik asit, iz miktarda ise galaktronik, süksinik, levulinik, sitrik, asetik ve bütirik asit bulunmaktadır. Selülozik bileşikler ve pektinler ise fındıkta %1- 3 oranında yer alır (Köksal, 2002).

### 2.2.1.2. Fındığın Protein İçeriği

Fındığın protein içeriği %10-24 arasında değişmektedir. Fındıkta bulunan önemli amino asitler şunlardır. Histidin 0.44 mg/100g, izolösin 0.53 mg/100g, lösin 1.20 mg/100g, lisin 0.48 mg/100g, metiyonin 0.23 mg/100g, sistin 0.29 mg/100g, fenilalanin 0.69 mg/100g, tirozin 0.47 mg/100g, treonin 0.56 mg/100g, triptofan 0.19 mg/100g, valin 0.68 mg/100g (Karadeniz ve ark., 2004).

### 2.2.1.3. Fındığın Vitamin İçeriği

Fındıkta bulunan başlıca vitaminler; Vitamin E (31.36 mg\100g), B<sub>1</sub> (0.30 mg\100g), B<sub>6</sub> (0.18 mg\100g), Niasin (1.39 mg\100g), B<sub>2</sub> (0.1 mg\100g), pantotenik asit (Açkurt, 2004).

Fındık insan vücuduna yararlı karbonhidrat, protein ve yağ ile metabolizmayı düzenleyen B grubu vitaminler yönünden zengin bir kaynaktır. Kan yapımı ve ruhsal sağlık için gerekli olan B<sub>2</sub> ve B<sub>6</sub> vitaminleri, gelişme çağındaki çocukların beslenmesinde büyük önem taşır (Köksal, 2002).

Kalp ve diğer kasların sağlığı için en iyi besinlerden biri, E vitamini açısından çok zengin olan fındıktır. Bu vitamin; kalp ve diğer kasların sağlığı ve üretim sisteminin normal çalışması için gereklidir. Alyuvarların parçalanmasını önleyerek kansızlığa karşı koruyucu etki yapmaktadır (Pehlivanoğlu, 2004). E vitamini, kanser yapıcı etmenlerin oluşmasını önler ya da oluştuktan sonra onları etkisiz hale getirerek vücudu korur (Shahidi ve Alasalvar, 2004).

### 2.2.1.4. Fındığın Mineral Madde İçeriği

Fındık ortalama % 1-3.4 arasında mineral madde içermektedir. Fındıkta bulunan başlıca mineral maddeler (mg\100g); Fe (3.77), Mg (140.5), Cu (0.96), Mn (8.63), K (561), Zn (2.22), Ca (119.3), Na (2.1) (Açkurt, 2004), Selenyum (1.69) (Bayram ve ark., 2004).

Kemiklerin ve dişlerin yapımı için gerekli olan kalsiyum, kan yapımında görev alan demir, büyüme ve cinsiyet hormonlarının gelişmesinde rol oynayan çinko için en iyi bitkisel kaynaklardan birisi fındıktır. Sinirlerin uyarımı ve kas dokusunun çalışması için gerekli olan potasyumca da zengindir (Köksal, 2002).

Potasyum, magnezyum ve kalsiyum içeriği yüksek, sodyum miktarı düşük olan fındığın, kemik gelişimi ve sağlığı ile kan basıncının düzenlenmesinde büyük önemi vardır. Bu açıdan da fındık sağlıklı yaşam için önemlidir (Yağmur ve Özer, 2004).

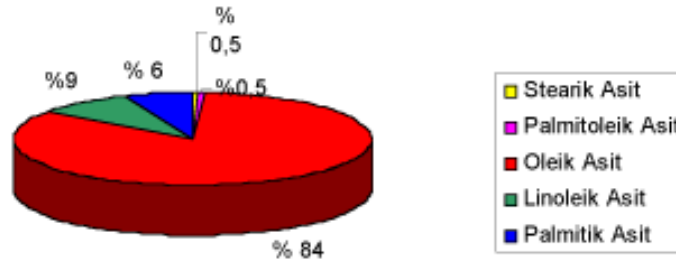
Fındık, yaşlılarda kemik erimesini geciktirme ve yavaşlatması bakımından önemli olan kalsiyum; kan yapımında görev alan demir bakımından, büyüme ve üreme organlarının gelişmesinde önemli rol oynayan çinko bakımından ender gıdalardan birisidir.

Romatizmanın tedavisinde ya da genel vücut zayıflığında faydalıdır. Sinir sisteminde sinirlerin uyarımı ve kas dokusunun çalışması için gerekli olan potasyum bakımından oldukça zengin bir meyvedir (Köksal, 2002).

### 2.2.1.5. Fındık Yağının Bileşimi

Fındıktaki toplam yağ içeriği 50-73 g/100mg arasında değişmektedir. Fındık yağında bulunan başlıca yağ asitleri çeşitten çeşite değişmekle beraber, oleik (%84) tekli doymamış, linoleik (%9) çoklu doymamış, palmitik (%6) doymuş, stearik (%1) doymuş yağ asitleridir (Anonymous, 2010)

Oleik asit kandaki kolesterol düzeyini azaltıcı (Ünal ve Yalçın, 2004), linoleik asit ise damar içi daralmayı önleyici etkiye sahiptir. Fındıktaki linoleik ve linolenik asitlerin kandaki lipid ve gliserid düzeyi ile hipertansiyonu düşürücü etki yaptığı bilimsel araştırmalarla kanıtlanmıştır (Köksal, 2002). Fındık yağının yağ asitleri kompozisyonu Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Fındık yağı yağ asitleri kompozisyonu (Anonymous, 2010)

### 2.2.2. Fındığın Kullanım Alanları

% 70'i çikolata sanayinde (kıyılmış, dilinmiş, öğütülmüş olarak) % 20'si bisküvi, şekerleme, tatlı, pasta, dondurma yapımında kullanılır. İç piyasa ve ihracatta değerlendirilemeyen fındıklar, yağlık olarak kullanılmaktadır. %10'u çerez olarak tüketilir (Aktaş ve ark., 2009). Fındık ürünlerinin tanımı ve kullanım alanları çizelge 2.3.'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Fındık ürünlerinin tanımı ve kullanım alanları

ÜRÜN İSMİ	TANIMI	KULLANILDIĞI YERLER
<b>Beyazlatılmış İç Fındık</b>	İç fındığın zarının attırılarak beyazlatılması ve kısmen beyazlatılmış tanelerinden ayrılmasıyla hazırlanmış mamuldür	Çikolata sanayi ve tuzlu fındık imalatında kullanılmaktadır
<b>Kavrulmuş İç Fındık</b>	İç fındığın kavrulmasıyla hazırlanmış mamuldür. Arzu edilen kavurma dereceleri ile isteğe bağlı olarak hafif, orta veya çok kavrulmuş şekilde, yine isteğe bağlı olarak tamamen zarsız veya kısmen zarlı hazırlanabilir	Çikolata sanayiinde ve kuruyemiş olarak tüketilir
<b>Kıyılmış İç Fındık</b>	Naturel veya kavrulmuş iç fındığın tekniğine uygun olarak milimetrik boylarda (2-4 mm, 3-5 mm vs) parçalar halinde kesilmesi suretiyle hazırlanmış mamuldür .	Dondurma, bisküvi, çikolata, pastacılıkta kullanılır
<b>Dilinmiş İç Fındık</b>	İç fındığın tekniğine uygun olarak kesilerek yaprak haline getirilmesi suretiyle hazırlanmış mamuldür	Pastacılıkta kullanılır
<b>Fındık Ezmesi</b>	İç fındığın kavrulup zarlarından kısmen veya tamamen ayrıldıktan sonra, kavrulmuş veya kısmen kavrulmuş iç fındığın tiplerine göre gereken teknoloji uygulanarak içine muhtelif lezzet ve çeşni verici maddelerle gerektiğinde katkı maddelerinden bir veya bir kaçının katılarak küçük parçacıklar halinde ezilmiş ve homojen hale getirilmiş mamuldür.	Doğrudan tüketildiği gibi çikolata sanayiinde ve pastacılıkta kullanılır.
<b>Öğütülmüş / Toz Fındık (Fındık Unu)</b>	Naturel veya kavrulmuş iç fındığın tekniğine uygun olarak öğütülmesi suretiyle elde edilen mamuldür	Pastacılık, bisküvi, dondurmacılıkta kullanılır
<b>Fındık Püresi</b>	Kavrulmuş iç fındığın (hafif, orta veya çok kavrulmuş) tekniğine uygun olarak ezilmesi ile elde edilen fındık ezmesi vb. mamullerin yapımında kullanılan kıvamlı bir yarı mamuldür	Dondurma ve çikolatacılıkta kullanılır
<b>Yağda kavrulmuş / Tuzlanmış Bütün Fındık</b>	İç fındığın tuza bulanarak kavrulması veya yemeklik yağlarda kızartılması suretiyle hazırlanması ile elde edilen bir mamuldür	Doğrudan tüketiciye sunulan bir mamuldür
<b>Kavrulmuş Kabuklu Fındık</b>	Kabuklu fındıkların çıtlatılarak kavrulması ile elde edilen bir mamuldür. Tuza bulanarak da kavrulabilir	Doğrudan tüketiciye sunulan bir mamuldür
<b>Kabuklu Fındık</b>	Hasat edilen fındığın yeşil kabuğundan ayrılıp, güneşte kurutulmasıyla elde edilen sert kabuklu fındıktır.	Çerez olarak ve fındık püresi yapımında kullanılır

### 2.3. Fındığın İnsan Sağlığına Faydaları

Fındık insan vücuduna yararlı karbonhidrat, protein ve yağ ile metabolizmayı düzenleyen B grubu vitaminler yönünden zengin bir kaynaktır. Kan yapımı ve ruhsal sağlık için gerekli olan B<sub>2</sub> ve B<sub>6</sub> vitaminleri, gelişme çağındaki çocukların beslenmesinde büyük önem taşır (Köksal, 2002).

Şişmanlığın giderek arttığı ve artık bir hastalık olarak nitelendirildiği günümüzde fındık ve diğer yağlı tohumlar fazla yağlı, şişmanlığa yol açan gıdalar olarak kabul edilmekte ve önerilmemektedir. Ancak fındık, yüksek besin değeri içerdiği, kan yağları üzerinde olumlu etki yaptığı ve açlık hissinin kontrolünde etkili olduğu için zayıflamaya yardımcı olan bir gıdadır (Kocaoğlu, 2003).

Fındık kalp ve diğer kasların sağlığı için en iyi besinlerden biri, E vitamini açısından çok zengin bir kaynaktır. Evitamini; kalp ve diğer kasların sağlığı ve üretim sisteminin normal çalışması için gereklidir. Alyuvarların parçalanmasını önleyerek kansızlığa karşı koruyucu etki yapmaktadır (Pehlivanoğlu, 2004).

Kemiklerin ve dişlerin yapımı için gerekli olan kalsiyum, kan yapımında görev alan demir, büyüme ve cinsiyet hormonlarının gelişmesinde rol oynayan çinko için en iyi bitkisel kaynaklardan birisi fındıktır. Sinirlerin uyarımı ve kas dokusunun çalışması için gerekli olan potasyumca da zengindir (Köksal, 2002).

Potasyum, magnezyum ve kalsiyum içeriği yüksek, sodyum miktarı düşük olan fındığın, kemik gelişimi ve sağlığı ile kan basıncının düzenlenmesinde büyük önemi vardır. Bu açıdan da fındık sağlıklı yaşam için önemlidir (Yağmur ve Özer, 2004).

Beslenme uzmanları genel olarak günlük beslenmede fındık ve fındık ürünlerine daha fazla yer verilmesini önermekte, özellikle çocuklar, gençler, sporcular, askerler ve işçiler için büyük enerji kaynağı olduğunu belirtmekte günde 100 g fındık tüketimini önermektedirler (Şimşek ve Aslantaş, 1999).

Yaşlılarda kemik erimesini geciktirme ve yavaşlatması bakımından önemli olan kalsiyum; kan yapımında görev alan demir, büyüme ve üreme organlarının gelişmesinde önemli rol oynayan çinko için ender gıdalardan birisidir. Romatizmanın tedavisinde ya da genel vücut zayıflığında faydalıdır. Sinir sisteminde sinirlerin uyarımı ve kas dokusunun çalışması için gerekli olan potasyum bakımından oldukça zengin bir meyvedir (Köksal, 2002).

Fındık, yüksek oranda doymamış yağ asitleri içerdiğinden, kandaki kötü kolesterolün yükselmesini önleyerek kalp ve damar hastalıklarına karşı koruyucu bir rol

üstlenmektedir. Düzenli fındık tüketiminin koroner kalp hastalığı riskini azaltacağı öngörülmektedir (Pehlivanoğlu, 2004).

Kan şekerini düzenlemektedir. Kalp sağlığında koruyucu madde olan apoprotein A-1'i % 28 oranında artırırken, riskli apoprotein B'yi de % 7.5 oranında azaltmaktadır (Köksal, 2002).

#### **2.4. Oksidasyon ve Antioksidanlar**

Oksidasyon genellikle yağlar ve yağ içeren gıdaların tat veya kokularında ve genel olarak lezzetlerinde oksijen etkisi ile meydana gelen istenilmeyen değişimler olarak tanımlanabilir. Ancak, gıdalarda bulunan karbonhidratlar, proteinler ve pigmentler gibi diğer bileşenlerde de oksidatif değişimler meydana gelebilmektedir. Bu bozulmalar genel olarak çok kısa bir süre içinde oluşmakta, bu nedenle gıdalarda meydana gelebilen ve oksidatif olmayan bozulmalar ile maskelenebilmektedir (Gür ve Altuğ, 2001).

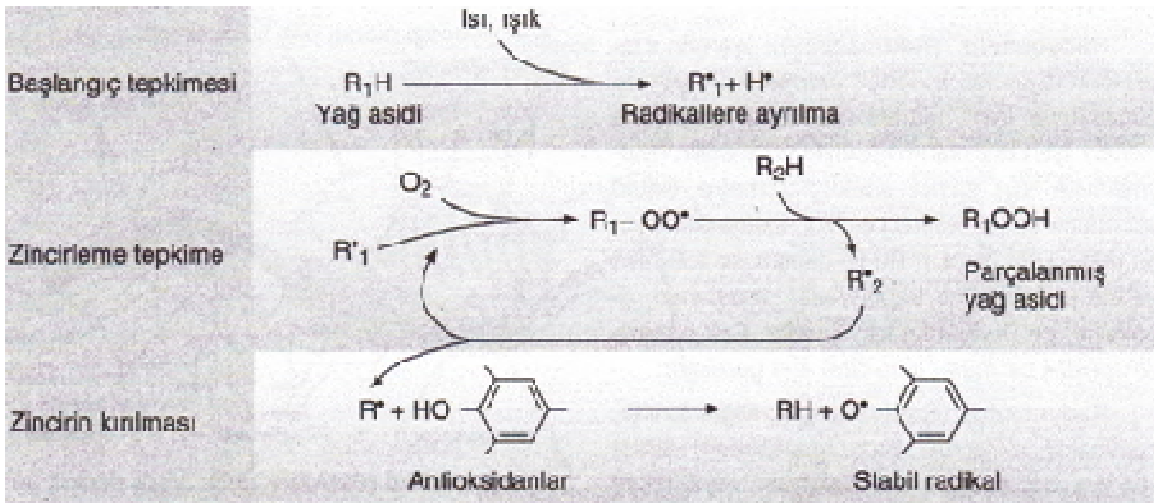
Oksijen, gıdanın yağ, karbonhidrat ve proteinlerine etki ederek az veya çok hissedilebilir kalite düşmelerine neden olmaktadır. Gıda bileşenleri ile hava oksijeni arasında kendiliğinden meydana gelen bu olaya "otooksidasyon" denilmektedir. Oksidasyonla bozulma sonucu meydana gelen çok spesifik bazı etkiler ise şöyle sıralanabilir;

1. Katı ve sıvı yağlar ile yağ içeren gıdalarda ransit tat ve aroma oluşumu
2. Pigmentlerde renk açılması
3. Toksik oksidasyon ürünleri oluşumu
4. Üründe tat ve koku kaybı ve bozuklukları
5. Tekstürde değişimler
6. Vitaminler (A, D ve E) ve esansiyel yağ asitlerinin (özellikle linoleik asit) tahribatından dolayı besleyicilik değerinin azalması (Çakmakçı ve Gökalp, 1992).

Bulunduğu ortamdaki diğer biyokimyasal bileşenleri oksitleyen maddelere oksidan madde denir. Gıdalarda ve canlı hücrelerinde oluşan oksidasyon reaksiyonlarını engelleyen veya yavaşlatan bileşenlere ise genel olarak antioksidan adı verilmektedir (Oğuz 2008; Gür ve Altuğ, 2001). Antioksidan terimi genel bir ifade olup, gıdaların antioksidan içerikleri ve antioksidanların biyoyararlılıkları gıda maddesinin cinsine, hasat zamanı ve hasat yöntemlerine, iklime, depolama ve muhafaza ortamının ıslısına,

nemine, ışığına, gıdanın hazırlanması, hatta kişi ve toplumların tüketim alışkanlıklarına göre de değişebilmektedir (Yılmaz, 2010)

Vücutta kalkan görevi yapan antioksidan bileşiklerin özelliği, kendi elektronlarını vererek serbest radikalleri nötralize etmeleri ve bu sırada serbest radikal haline gelmemeleridir (Ardağ, 2008). Şekil 2.3’de bu nötralizasyonun mekanizması açıklanmıştır.



Şekil 2.3. Radikal zincirler tepkimesi ve antioksidanlar tarafından engellenme (Aksoy, 2007)

Antioksidanlar başlıca dört yolla oksidanları etkisiz hale getirirler; (Gökpınar ve ark., 2006)

1. Süpürme etkisi (Scavenging): Oksidanları daha zayıf yeni bir moleküle dönüştürerek etkisizleştirir. Antioksidan enzimler ve mikromoleküller bu yolla etki eder.

2. Söndürme etkisi (Quenching): Oksidanlara bir hidrojen aktararak inaktive etmesine denir. Vitaminler, flavanoidler, timetazidin ve mannitol bu şekilde etki eder.

3. Zincir reaksiyonlarını kırma etkisi (Chain Breaking): Hemoglobin, serüloplazmin ve ağır mineraller oksidanları kendilerine bağlar ve inaktive eder.

4. Onarma etkisi (Repair): Oksidatif hasar görmüş biyomolekülü onarırlar.

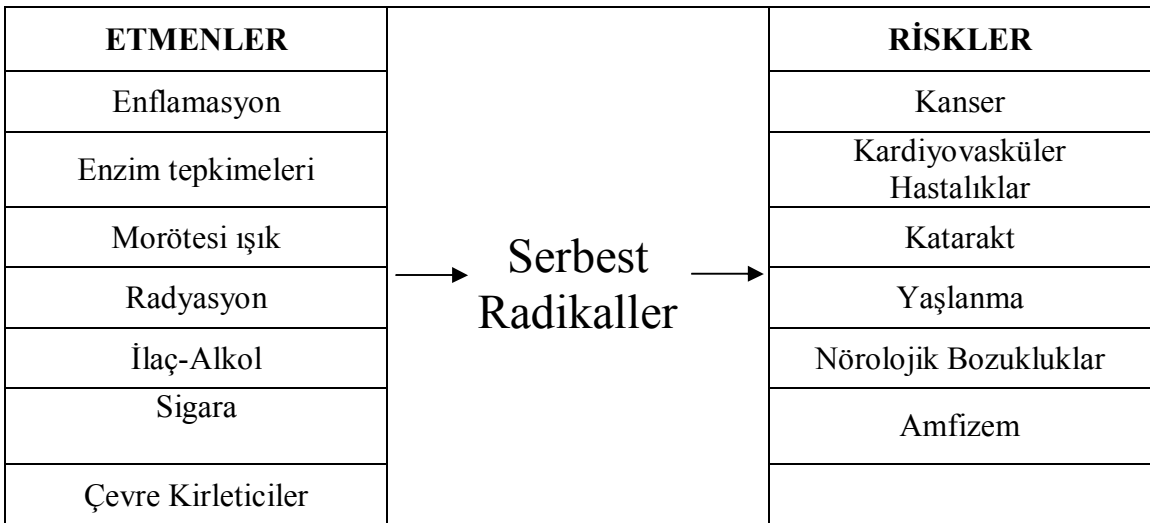
Doğada antioksidanlar birçok gıdanın içerisinde doğal olarak bulunabileceği gibi çeşitli ihtiyaçları karşılamak için sentetik olarak ta üretilebilmektedirler. Çizelge 2.4.’de doğal ve sentetik antioksidanların sınıflandırılması yapılmıştır.

Çizelge 2.4. Antioksidanların sınıflandırılması (Gür ve Altuğ, 2001)

<b>Antioksidanların Sınıflandırılması</b>	
<b>Doğal Antioksidanlar</b>	<b>Sentetik Antioksidanlar</b>
Tokoferoller (E Vitamini)	Eritorbik asit ve Sodyum eritorbat
Askorbik asit ve tuzları	Gallatlar
Askorbil palmitat ve Askorbil stearat	Bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA)
Glukoz oksidaz	Bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT)
Sülfidler	Tersiyer butilhidrokinon (TBHQ)
	Norhidroguairatik asit (NDGA)

## 2.5. Serbest Radikaller

Kimyasal kök olarak ; çoğunlukla kendi molekülü ile denge durumunda bulunan ve elektron eksikliği olan doymamış bir atom kümesi veya molekülüne serbest radikal denilmektedir. Serbest Radikaller çok kısa yaşamlı olup başka kök veya moleküllerle hızlı tepkime veren ve çiftleşmemiş elektron içeren atom veya moleküllerdir (Aksoy, 2007). Bir bileşik elektron kaybederek veya ilave elektron alarak serbest radikal oluşabilir (Delibaş ve Özçankaya, 1995). Olağan koşullarda çevresinden yalıtılmayan ancak birçok tepkimeden nitelik değiştirmeden geçebilen atom kümesidir. Organizmada hücre metabolizması sırasında oluşabilirler. Oldukça reaktif maddeler olduklarından hücreye zarar verebilirler. Bu zarar zamanla hücrede bazı birikimlere neden olur, bunun sonucu olarak kanser gibi dejeneratif değişiklikler ortaya çıkar. Şekil 2.4.'de serbest radikal oluşumuna neden olan etmenler ve serbest radikallerin insan organizmasına vereceği olası riskler sıralanmıştır Bu etkiler antioksidan maddeler tarafından geciktirilebilir (Aksoy, 2007).



Şekil 2.4. Canlı yaşamı için risk oluşturan serbest radikal oluşumunu teşvik eden etmenler ve serbest radikallerin neden olduğu başlıca riskler (Kayahan, 2008 ).

Biyolojik sistemlerde, önemli serbest radikallerin çoğu oksijene dayanır (Güzelhan ve ark., 2000). Serbest radikaller hidroksil, süperoksit, nitrik oksit ve lipid peroksit radikalleri gibi değişik kimyasal yapılara sahiptir (Mercan, 2004). Reaktif oksijen partiküllerinin çok çeşitli kaynakları vardır.

Reaktif Oksijen Partiküllerinin Kaynakları (Çavdar ve ark., 1997)

#### I - Normal biyolojik işlemler

- 1 - Oksijenli solunum
- 2 - Katabolik ve anabolik işlemler

#### II - Oksidatif stres yapıcı durumlar

- 1 - İskemi - hemoraji - travma - radyoaktivite - intoksikasyon

#### 2 - Ksenobiotik maddelerin etkisi

- a-) İnhale edilenler
- b-) Alışkanlık yapan maddeler
- c-) ilaçlar

#### 3 - Oksidan enzimler

- a-) Ksantin oksidaz
- b-) İndolamin dioksigenaz
- c-) Triptofan dioksigenaz
- d-) Galaktoz oksidaz
- e-) Siklooksigenaz
- f-) Lipooksigenaz
- g-) Monoamino oksidaz

#### 4 - Stres ile artan katekolaminlerin oksidasyonu

5 - Fagositik inflamasyon hücrelerinden salgılanma (nötrofil, monosit, makrofaj, eosinofil, endotelial hücreler)

#### 6 - Uzun süreli metabolik hastalıklar

#### 7 - Diğer nedenler: Sıcak şoku, güneş ışını, sigara

#### III - Yaşlanma süreci

Gıdalarda reaktif oksijen türleri oksijen radikalleri ve radikal olmayan reaktif oksijen türleri olarak ikiye ayrılır. Oksijen merkezli radikaller Süperoksit anyon ( $O\bullet^-$ ), Hidroperoksi ( $HOO\bullet$ ) ve Peroksi ( $ROO\bullet$ ) radikalleri, Hidroksi ( $HO\bullet$ ) ve Alkoksi ( $RO\bullet$ )

radikalleridir. Oksijen merkezli radikal olmayanlar ise Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve Singlet Oksijen ( $^1O_2$ ) dir (Cemeroğlu ve ark., 2009).

### 2.5.1. Süperoksit Anyon ( $O^{\bullet -}_2$ )

Bu reaktif oksijen, triplet oksijenden kimyasal veya enzimatik yolla oluşur. Triplet oksijen, oksijenin en stabil ve en bol bulunan formu olup solunumda kullandığımız oksijendir. Triplet oksijenin 2 adet eşleşmemiş elektronu bulunmaktadır. Triplet oksijen radikal olmayan gıda bileşenleriyle reaksiyona giremez, ancak gıda bileşenleri radikal bir bileşik niteliği kazandıktan sonra reaksiyona girebilir. Triplet oksijen çoğunlukla radikallerle reaksiyona girebilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2009). Süperoksit radikalinin kendisi doğrudan zarar vermez. Bu radikal anyonun asıl önemi, hidrojen peroksit kaynağı olması ve geçiş metalleri iyonlarının indirgeyicisi olmasıdır (Oğuz, 2008; Lee ve ark., 2004).

Gıdalara gama ışınlama, yüksek voltajlı vurgulu elektron alan, mikrodalga ve omik uygulamaları gibi çeşitli işlemler sırasında süperoksit anyon oluşmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2009).

### 2.5.2. Hidroperoksi ( $HOO^{\bullet}$ ) ve Peroksi ( $ROO^{\bullet}$ ) Radikalleri

Hidroperoksi radikali süperoksit anyonun proton kazanmış formu olup; hidrojen peroksitin, hidroksi radikal ile reaksiyonu sonucu oluşur. Hidroperoksi radikali aynı zamanda triplet oksijen ile yüksek voltajlı vurgulu elektrik alan tekniğinin uygulanması sırasında oluşan hidrojen atomu arasındaki reaksiyon ile de oluşmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2009).

Peroksi radikal yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında triplet oksijenin alkil radikalle doğrudan reaksiyonu ile oluşur (Cemeroğlu ve ark., 2009).

### 2.5.3. Hidroksi ( $HO^{\bullet}$ ) ve Alkoksi ( $RO^{\bullet}$ ) Radikalleri

Hidroksi radikaller su veya hidrojen peroksitten oluşur. Gama ışınlarının suya uygulandığı yüksek enerjili radyasyon sonucunda hidroksil radikali oluşmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2009)

Hidroksil bilinen en reaktif radikaldır. Amino asitler, nükleik asitler, organik asitler, fosfolipidler ve şekerler gibi biyokimyasal maddelerin birçoğuyla reaksiyona girebilirler. Hidroksilin yarılanma ömrü çok kısadır ve pek çok molekülden H atomu

çıkarılmasını sağlar (Memişoğulları, 2005). Zar fosfolipidleri nedeniyle hücre zarı yüzeyleri daha asidiktir ve süperoksit burada daha kolayca bir proton alarak hidroperoksit radikalini ( $HO^{\cdot}$ ) oluşturur. Bu radikal de çok reaktif olup, hücre zarlarında lipid peroksidasyonunu başlatabilir ve antioksidanları oksitleyebilir (Özsoy, 2008). Serbest hidroksil radikali ( $HO^{\cdot}$ ) hücrenin farklı kısımlarında bulunan protein, karbonhidrat, lipid ve DNA gibi önemli yapısal ve fonksiyonel molekülleri etkileyerek önemli değişikliklere neden olurlar (Karataş ve ark., 2008).

Isı, UV ışığı veya transition metaller hidroperoksitlerin, homolize olmalarını hızlandırarak, alkoksi radikaller ( $RO^{\cdot}$ ) oluşturmalarına neden olurlar (Cemeroğlu ve ark., 2009).

#### 2.5.4. Hidrojen Peroksit ( $H_2O_2$ )

Doğal oksijen molekülü başka bir molekülden iki elektron almışsa peroksit oluşur. Peroksit molekülü iki H molekülü ile birleşirse  $H_2O_2$  oluşur (Memişoğulları, 2005).

Hidrojen peroksit membranlardan kolaylıkla geçip hücreler üzerinde bazı fizyolojik rollere sahip olabilirler fakat çiftlenmemiş elektrona sahip olmadığından radikal olarak adlandırılmazlar (Ağgön, 2006). Ortamda demir ( $Fe^{+}$ ) gibi katalizörlerin varlığında hidrojen peroksit hidroksil radikale dönüşür (Özsoy, 2008). Bu da doku hipoksisi ve endotel hasarına yol açabilen vazodilatasyon kaybına neden olur (Memişoğulları, 2005).

Hidrojen peroksit membran lipoproteinleri ve doymamış yağ asitlerine karşı gösterdiği etkiler sonucunda hücresel hasara yol açar (Oğuz, 2008).

#### 2.5.5. Singlet Oksijen ( $^1O_2$ )

Singlet oksijen eşleşmemiş elektronları olmadığı için radikal bir komponent değildir (Cemeroğlu ve ark., 2009). Singlet oksijen normal oksijenden çok daha hızlı bir biyolojik moleküldür (Çavdar ve ark., 1997). Oksijen elektronlarından birinin dışarıdan enerji alması sonucu kendi dönüş yönünün tersi yönde olan farklı bir yörüngeye yer değiştirmesi neticesi oluşabileceği gibi; süperoksit radikalının nitrik oksit ile reaksiyonu ve hidrojen peroksitin hipoklorit ile reaksiyonu sonucunda da oluşabilir (Çaylak, 2011).

Singlet oksijen hücre membranındaki poliansatüre yağ asitleriyle doğrudan reaksiyona girerek lipid peroksitlerin oluşumuna yol açar (Çavdar ve ark., 1997). Singlet oksijen organizmada sadece bir sinyal değil aynı zamanda bir silahtır; kanser

hücreleri ve mikrobiyel patojenlere karşı koruyucu veya tedavi edici özelliği mevcuttur (Oğuz, 2008 ; Lee ve ark., 2004).

## **2.6. Fındıktaki Antioksidan Özelliğe Sahip Başlıca Bileşikler**

Diğer besinlerden farklı olarak antioksidanlar çok fazla çeşitlilikte kimyasal bileşikler içermektedir. Bitki orijinli besinler bize sadece önemli antioksidan vitaminler (Vitamin C, E, A) sağlamaz, aynı zamanda antioksidan özelliğe sahip doğal bileşikler de sağlar. Vitamin C, A ve E' ye ilaveten antioksidan aktivite gösteren en önemli doğal bileşikler, değişik miktar ve oranlarda tahıl, meyve ve sebzelerde bulunan karotenoidler, flavonoidler ve diğer basit fenolik bileşiklerdir (Elmastaş ve Gerçekçioğlu, 2006).

Aşağıda fındıkta bulunan ve antioksidan özelliğe sahip olan önemli bileşikler açıklanmıştır.

### **2.6.1. E Vitamini (Tokoferoller)**

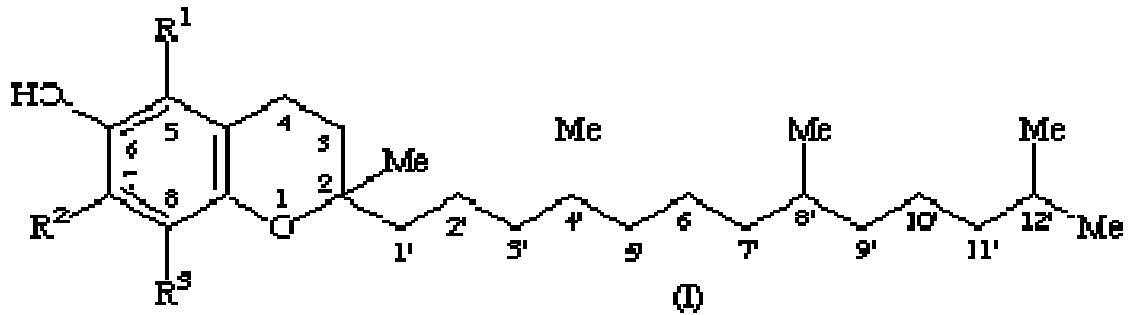
1922 yılında bilim adamları Evans ve Bishop; sıçanlarda, A, D, C vitaminlerinin etkileyemediği cinsel yetersizlikleri etkileyebilen farklı özelliklere sahip bir vitaminin varlığını tespit etmişlerdir. Yağda çözünebilen bu vitamini Yunanca'daki tokos = doğuş ve fero = türetmek kelimelerini birleştirerek Tokoferol (E vitamini) olarak adlandırmışlardır (Mammadov, 2002).

E vitamini yağda çözünen bir vitamin olarak doğada tokoferol ve tokotrienol formunda bulunur. Tokoferol ya da E vitamini fenolik hidroksil grubu olan aromatik halka vitaminin kimyasal olarak aktif bölümünü simgelemektedir. Alifatik yan halkası ise apolar olup molekülü suda çözünemez kılmaktadır. E vitamininin bir antioksidan olarak kabul edilmesinin nedeni bu bileşiğin kolayca okside olarak diğer oksidasyona duyarlı grubun oksidasyonunu engellemesidir. Hayvansal kaynaklarda en yüksek vitamin E aktivitesine sahip  $\alpha$ - tokoferol en yüksek oranda bulunurken bitkilerde diğer tokoferoller ile tokotrienoller yer alır. Bütün tokoferoller ve tokotrienoller esterleşmedikleri sürece antioksidan etkiye sahiptir (Saldamlı ve Sağlam, 1998).

Tokoferoller doğada en yaygın olarak bulunan antioksidanlar olup, temel yapılarını tokol halkası oluşturmaktadır. Bu halkaya bir yan zincir ve 1-3 adet arasında değişen metil grubunun bağlanması ile değişik tokferoller oluşmaktadır. Buna göre tokoferolleri sistematik olarak 2-metil-2(4',8',12' trimetil-tridesil)-kroman-6-ol, şeklinde adlandırılmaktadır. Günümüze değin özellikle metil gruplarının tokol

halkasındaki yeri ve adedine bağlı olarak yedi çeşit tokoferolün varlığı belirlenmiştir. Yunan alfabesinin ilk yedi harfi ile  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -,  $\epsilon$ -,  $\phi$ -,  $\chi$ - şeklinde adlandırılan tokferoller antioksidatif etkileri yanında fizyolojik yönden antisterilite etkisine de sahiptirler (Kayahan, 2008). Tokoferollerin açık formülleri Şekil 2.5’de gösterilmiştir.

E vitamininin önemli bir özelliği; antioksidan etkinliğinin olması nedeniyle peroksitleri ve oksijen radikallerini nötralize etmesidir (Güzel, 2007). Yani oksijeni bağlayarak, oksijen etkisi ile oluşabilecek istenmeyen etkilerin önüne geçer. Hücrelerde doymamış yağ asitleri (linoleik asit ve araşidonik asit gibi) kendiliğinden veya oksidan metabolitlerin etkisi sonucu kolayca oksitlenebilirler. Böylece lipit peroksidasyonuna veya protein ve yağlara kovalent bağlanarak membran hasarına neden olurlar. Serbest oksijen radikalleri oluşmasının eşlik ettiği bu olay zincirini membranda önleyen ve oluştuğunda nötralize eden en güçlü antioksidan E vitaminidir (Güzel, 2007). Bu özelliklerine ek olarak, protein kinaz C aktivitesini engelleyici etki göstererek proliferasyonu engellediği de gösterilmiştir (Türkeri, 2005) .



	$R_1$	$R_2$	$R_3$
$\alpha$	Me	Me	Me
$\beta$	Me	H	Me
$\gamma$	H	Me	Me
$\delta$	H	H	Me
$\epsilon$	Me	Me	H
<b>tokol</b>	H	H	H

Şekil 2.5. Çeşitli tokoferollerin kimyasal formülleri  
(<http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/misc/toc.html>, 18.01.2012)

Tokoferollerde antioksidatif etki için genel olarak kabul edilen sıralama  $\delta > \gamma > \beta > \alpha$  şeklinde olmaktadır. Ancak başta sıcaklık olmak üzere bazı faktörlerden dolayı

söz konusu türevlerin antioksidan aktiviteleri etkilenmekte ve birbirleri ile kıyaslandığı zaman verimlilikleri değişebilmektedir. Tokoferoller karanlık ortamlarda aydınlık ortamlara göre daha fazla etkilidirler (Gür ve Altuğ, 2001). Tokoferoller açık sarı renkte ve yapışkan kıvamda maddelerdir. Bunlar lipitlerde ve birçok organik eriticide erir, suda erimezler; bununla beraber  $\alpha$ -tokoferolün sodyum fosfat esteri suda erir. Vitamin E ısıya, alkalilere, asitlere karşı dayanıklıdır fakat ultraviyole ışınlar karşısında kolayca bozulurlar. Oksitlenince biyolojik etkisini kaybeder, oksijensiz ısıya 200°C'ye kadar dayanır (Dündar ve Aslan, 1999).

Hayvan ve insanlarda yapılan çalışmalar tokoferollerin deri, mide, mesane, kolon, karaciğer, akciğer, meme ve prostat kanseri gibi deneysel olarak oluşturulan veya spontan meydana gelen tümörlerin gelişmesini geciktirici hatta iyileştirici bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Dündar ve Aslan, 1999).

E vitamini vücut için çok önemli bir vitamindir. Yetersizliğinde vücut metabolizması çok artar, kasların zayıflaması başlar erkek ve kadında sterilite görülür. Erkeklerde testis hücrelerinde dejenerasyon ve ejakulat spermelerinin tahrip olması sonucu spermatogenezis durur. E vitaminin fazla alınması nedeniyle herhangi bir rahatsızlık kesin olarak tespit edilmemiştir (Tayar ve Çıbık, 2011).

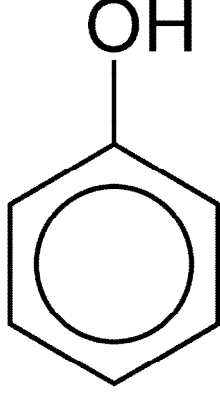
Tokoferoller gıdalarda yaygın olarak bulunurlar (Demirci, 2003). Vitamin E'nin en zengin kaynağı bazı bitkisel yağlar özellikle hububat embriyosundan elde edilenlerdir. Mısır, soya pamuk yağları gibi bitkisel yağlarda ve margarinlerde de bulunan bir vitamindir. Bunların yanı sıra fındık, tahıllar, ceviz iyi birer kaynaktır (Tayar ve Çıbık, 2011). Hayvansal yağlar, et ve aynı şekilde meyve ve sebzeler nispi olarak tokoferolce fakirdirler (Demirci, 2003).

Fındık mükemmel bir vitamin E kaynağıdır (Shahidi ve Alaşalvar, 2004). Vitamin E gereksimini diyetle alınan çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarına bağlı olarak değişmektedir. Günlük gereksinim erkekler için 10 mg ve kadınlar için 8mg  $\alpha$ -tokoferol eşdeğeridir (Saldamlı ve Sağlam, 1998). 100 gr fındıkta ortalama 25-30 mg E vitamini vardır (Tayar ve Çıbık, 2011). Günlük 40 g fındık tavsiye edilen vitamin E ihtiyacını karşılamaktadır (Shahidi ve Alaşalvar, 2004; Alaşalvar ve ark., 2003a).

### 2.6.2. Fenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler ve daha yaygın olarak kullanılan ismiyle polifenoller, fenol fonksiyonu içeren bileşiklerdir. En basit fenolik bileşik, bir tane hidroksil grubu içeren

benzen yani fenoldür (Konuskan ve Altan, 2008; Cemeroğlu ve ark., 2001). Fenol halkasının yapısı Şekil 2.6'da gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Fenol halkasının yapısı (<http://scienceofacne.com/pl/chemical-peels-clinical-for-acne-scars/phenol-molecule/>)

Bitkisel kökenli bütün gıdalarda daima farklı nitelikte ve miktarda çeşitli fenolik bileşikler bulunmaktadır (Tayar ve Çıbık, 2011). Ancak fenolik bileşikler açısından meyveler sebzelerden daha zengindirler (Cemeroğlu ve ark., 2009). Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin kendilerine özgü buruk tadını verirler. Fenolik maddeler meyve ve sebzelerde çok az bulunmalarına rağmen meyve ve sebze işleme teknolojisi bakımından değişik sorunlara neden oldukları için önemlidir. Fenolik bileşikler gıdalarda renk değişimlerine neden olurlar. Bunlar arasında en önemlisi esmerleşmelerdir. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler;

- İnsan sağlığı açısından işlevleri
- Tat ve koku oluşumundaki etkileri,
- Renk oluşumu ve değişimine katkıları,
- Antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri,
- Fenoloksidaz enzimlerinin etkisiyle enzimatik renk esmerleşmelerine neden olmaları,

- Çeşitli gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi pek çok açıdan önem taşımaktadır (Tayar ve Çıbık, 2011).

Fenolik bileşikler gıdalarda renk değişimlerine neden olurlar. Bunlar arasında en önemlisi enzimatik esmerleşmelerdir. Fenolik bileşiklerin oksidasyonuna neden olan bu reaksiyonları katalize eden enzimlere genel olarak polifenoloksidaz enzimleri (PPO) adı verilmektedir (Acar, 1998).

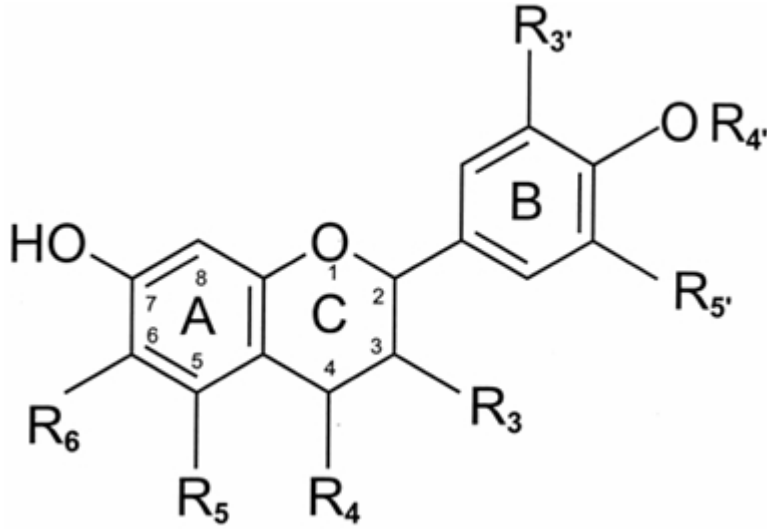
Polifenoller dejeneratif hastalıkları önlemede antioksidant, antialerjik, antimikrobiyal, antitrombotik, kardioprotektif, anti-inflamatuar, kardioprotektif ajan olarak görev yapmaktadırlar (Cemeroğlu ve ark., 2009). Polifenol ve karotenoidlerin antioksidan özellikleri sebebi ile kronik hastalıkları hafifletme özellikleri vardır (Kan ve Bostan, 2010). Birçok araştırmacıya göre, meyve ve sebzelerin antioksidan aktiviteleri sahip oldukları fenolik bileşiklere bağlıdır (Özden ve Vardin, 2009). Fenolik bileşiklerin antioksidan etkileri serbest radikalleri bağlamaları, metallerle şelat oluşturmaları ve bazı enzimleri inaktive etmeleriyle açıklanmaktadır (Kelebek ve Canbaş, 2010). Antioksidan etki, fenol halkasındaki hidroksil grubu sayısı ile artmakta ve aynı bileşikte bu etki meta-, orto-, ve para- sırası ile yükselmektedir (Oğuz, 2008).

Kimyasal yapı ve şekillerinden kaynaklanan farklılıklar nedeniyle fenolik bileşiklerin vücuttaki etkileri de farklıdır. En önemli etkilerinden birisi antioksidan özelliğidir. Fenolik bileşikler güçlü antioksidanlardır (Aksoy, 2007). Bitkilerde bulunan fenolik asitler, flavonoidler, isoflavonoidler ve tokoferoller başlıca fenolik bileşiklerdendir (Fidan ve Dündar 2007, Ergün ve ark., 2002).

### 2.6.2.1. Flavonoidler

Flavonoidler; üç karbonlu zincir ile bağlı iki benzen halkasını içeren  $C_6-C_3-C_6$  iskeletinde bileşiklerdir (<http://www.biriz.biz/cay/articles/fenolikmadde.htm>, 16.02.2012). Flavonoidler en büyük polifenol grubunu oluşturan ve difenilpropanlar ile benzer bir yapıya sahip olan bileşiklerdir. Flavan çekirdeği ile karakterize edilen flavonoidler iki benzen halkasının (A ve B) oksijen içeren bir piren halkası (C) ile bağlanması ile oluşmaktadır (Güven ve ark., 2010). Şekil 2.7'de flavonoidlerin genel yapısı görülmektedir.

Flavonoidler kendi içerisinde altı alt gruba ayrılmaktadır; Kuersetin ve kaemferol flavonollara, genistein isoflavanoitlere, kateşin ve epigalaktokateşin/gallat flavanollara, hesperidin flavanonlara, pelargonidin ve siyanidin antosiyanidinlere ve krisin flavonlara dahildir (Yılmaz, 2010).



Şekil 2.7. Flavonoidlerin genel yapısı  
(<http://www.lurj.org/article.php/vol3n2/flavonoids.xml>, 16.02.2012)

Flavonoidlerin kanser ve kardiovaskular hastalıkları önleyici etkilerinin bulunduğu ve bunlara ilaveten sağlığa faydalı bir çok fonksiyonlarının (antioksidan, antibakteriel, antiviral, antiinflamantor, antikarsinojen, antiproliferatif ve antiallerjik) bulunduğu kanıtlanmıştır (Shahidi ve Alaşalvar, 2004). Ayrıca flavonoidler serbest radikallere, iltihaba, hepatotoksinlere, mikroplara, virüslere, ülserlere ve trombosit kümeleşmesine karşı biyolojik aktiviteye sahiptir (İşleroğlu ve ark., 2005).

Flavonoidler meyve, sebze ve çay gibi gıda gruplarında yaygın olarak bulunmaktadır (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu, 2009). Bitkilerden 4000'in üzerinde flavonoid türü tespit edilmiştir (Işıksoluğu, 2000).

#### 2.6.2.2. Fenolik Asitler

Fenolik asitler; kimyasal olarak, benzoik ve sinamik asitlerin hidroksillenmiş türevleridirler. En yaygın hidroksisinamik asit türevleri *p*-kumarik, kafeik, klorojenik ve ferulik asitlerdir. Bunlar gıdalarda kuinikasit veya glukoz ile basit esterler formunda yaygın olarak bulunmaktadırlar. Hidroksisinamik asitlerin aksine hidroksibenzoik asit türevleri gıdalarda genel olarak glikozit formunda bulunmaktadır. En yaygın olanları gallik, *p*-hidroksibenzoik, vanilik ve protokateşik asitlerdir (Tuncel ve Yılmaz, 2010).

Fenolik asitler, gıdaların renkleri, duyu kaliteleri, beslenme ve antioksidan özellikleri ile ilişkilidir. Dolayısıyla, fenolik asitlerin antioksidan özellikleri ve potansiyel sağlık yararlarının ortaya çıkması ile bu bileşiklere ilgi artmaktadır (Haroun 2006). Fenolik asitler çok iyi antioksidanlardır (Shahidi ve Alaşalvar, 2004). Fenolik

asitlerin serbest radikal sonucu oluşan hastalıklardan, örneğin kanser ve diğer bazı hastalıklardan örneğin damar tıkanıklığı ve yaşlanmaya karşı önleyici etkilerinin olduğu çok iyi bilinmektedir (Shahidi ve Alaşalvar, 2004).

Başlıca fenolik asit bulunduran meyve ve sebzeler fındık, ceviz gibi kabuklu yemişler, havuç, kiraz, vişne, elma, çilek, frambuaz, brokoli, portakal, domates ve kepekli tahıllardır (Dünder, 2001).

### 2.6.3. Selenyum

Vücuttaki antioksidan savunma sistemlerinin önemli bir elemanı olan glutatyon peroksidazın kofaktörü olan selenyum dışarıdan alınması gerekli olan bir mineraldir. Glutatyon peroksidazın; oksitlenmiş LDL kolesterolün etkilerinden endotel hücrelerini koruduğu tahmin edilmektedir (Okcu ve Keleş, 2009).

Esansiyel bir eser element olan selenyum yüksek dozlarda toksik olup hücre büyümesi ve DNA sentezini inhibe eder; düşük dozlarda ise DNA sentezi ve hücre büyümesini artırır (Karaca ve ark., 2005). Selenyumun antioksidan, antiinflamatuvar, ultraviyole A (UVA) ve UVB'ye karşı koruyucu etkileri de vardır (Karaca ve ark., 2005).

İnsanlar için en önemli kaynak bitkisel ve hayvansal besinlerdir. Killi topraklarda yetişen bitkilerde Se miktarı daha fazladır (Orak ve ark., 2000; Akkuş ve ark., 1991). Çayır bitkileri, turpgiller ve fiberler tahıllardan fazla olmak üzere önemli miktarda Se içerirler. Et, deniz ürünleri ve balık da çok iyi birer Se kaynağıdır. Öte yandan meyve ve sebzeler (mantar ve sarımsak hariç) süt ve süt ürünleri (yumurta, bazı peynirler, tereyağ hariç) yağlar, içecekler Se açısından fakir gıdalardır (Orak ve ark., 2000, Akkuş ve ark., 1991). Ayrıca fındık antioksidant özelliğe sahip olan çok iyi bir selenyum kaynağıdır (Shahidi ve Alaşalvar, 2004)

### 2.6.4. Taksan Sınıfı Bileşikler (Paklitaksel ve Dosetaksel)

Paklitaksel, ABD'de yetişen *Taxus brevifolia*'nın kabuğundan 1971 yılında izole edilmiştir (Erdemoğlu ve Şener, 2000).

Paklitaksel ve yarısentetik türevi olan dosetaksel antitümör etkilerini, hücrede mikrotubullerin toplanmasını arttırmak ve depolimerizasyonunu önleyerek stabil mikrotubul toplulukları oluşturmak suretiyle göstermektedir (Erdemoğlu ve Şener, 2000; Ringel ve Horwitz, 1991).

Paklitaksel diterpenoid yapısına giren bir bileşiktir ve *Taxus* (porsuk ağacı) familyasına ait olan birçok bitkide ve fındık sert kabuğu, yeşil kabuğu ve fındık yaprağında bulunmaktadır (Shahidi ve Alaşalvar, 2004).

Doğal antikanser bileşiklerden birisi olan paklitaksel ovaryum, meme ve küçük hücreli olmayan akciğer kanserlerinin tedavisinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Baş, boyun, gastrointestinal sistem ve mesane kanseri gibi çeşitli kanserlerin tedavisinde de ümit verici görünmektedir (Erdemoğlu ve Şener, 1999).

## 2.7. Yağ Asitleri

Yağ asitleri genellikle çift sayıda karbon atomu içeren, alifatik ve monobazik organik asitler şeklinde tanımlanabilir. Doğada bulunan ve yapıları bugüne değin açıklığa kavuşturulabilen yağ asitlerinin sayısı 200'den fazladır ve bu yağ asitleri en az iki en çok yirmialtı karbon atomu içerirler (Kayahan, 2008).

Yağlar, bir gliserol molekülü ve üç yağ asiti molekülünün esterleşmesiyle oluşan organik birleşiklerdir. Bir yağ asidi molekülü, bir ucunda metil grubu ( $\text{CH}_3$ ), bir ucunda da suda çözülebilen karboksil grubu ( $-\text{COOH}$ ) bulunan uzun zincirli organik asittir. Yapısal formüllerini oluşturan karbon zincirleri arasındaki bağ durumuna bağlı olarak doymuş veya doymamış yağ asitleri olarak adlandırılırlar. Yapısında tek çift bağ bulunduranlar tekli doymamış, iki veya daha fazla çift bağ bulunduranlar ise çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olarak adlandırılmaktadır. Doymamış yağ asitleri esansiyel yağ asitleri olup mutlaka rasyonla alınmaları gerekirken, doymuş yağ asitleri esansiyel olmayan yağ asitleridir ([http://4uzbk.sdu.edu.tr/4UZBK/HYB/4UZBK\\_010.pdf](http://4uzbk.sdu.edu.tr/4UZBK/HYB/4UZBK_010.pdf), (22.02.2012)).

Yapısı belirlenmiş 200'den fazla yağ asiti bulunmakla beraber ; butirik, palmitik ve stearik önemli doymuş yağ asitleri, oleik, linoleik ve linolenik yağ asitleride önemli doymamış yağ asitleridir (Ünüvar, 2007). Fındıkta yağ asitleri olarak en fazla oleik asit bulunmakta ve bunu sırasıyla linoleik, palmitik, stearik ve linolenik asit izlemektedir (Köksal, 2002).

Tekli doymamış yağ asitleri fındıkta önemli miktarda bulunmaktadır. Koroner kalp hastalıkları riskini azaltmaktadırlar. Çoklu doymamış yağ asitleri ceviz ve keten bitkilerinde, somon balığı, ton balığı ve diğer balık yağlarında, sığır ve kuzu eti, bazı peynirlerde bol miktarda bulunur ve bunların zihin ve görme fonksiyonunun devamına yardımcı oldukları düşünülmektedir. Ayrıca koroner kalp hastalıkları riskini azalttıkları,

vücut kompozisyonunu etkiledikleri ve bağışıklık sistemini güçlendirdikleri bilinmektedir (Açıkgöz ve Önenç, 2006). Çoklu doyamamış yağ asitlerinden omega-3 yağ asitlerinin kalp hastalıklarını önlemedeki rolünün yanında romatizmal kireçlenme, dermatolojik hastalıklar, akciğer, mide ve bağırsak hastalıkları üzerine olumlu etkileri vardır (Karabulut ve Yandı, 2006).

## **2.8. Konu İle İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar**

### **2.8.1. Fındıktaki Fenolik Bileşikler ve Antioksidan Kapasite Hakkında Yapılmış Çalışmalar**

Wu ve ark. (2004) tarafından fındıkta yapılan bir çalışmada; lipofilik oksijen radikal absorbans kapasitesi (L-ORAC<sub>FL</sub>) 3.70 µmol TE/g, hidrofilik oksijen radikal absorbans kapasitesi (H-ORAC<sub>FL</sub>) 92.75 µmol TE/g, toplam antioksidan kapasitesi (TAC) 96.45 µmol TE/g, toplam fenolik madde miktarını 8.35 mg GAE/g olarak hesaplanmıştır.

Artık (2004) tarafından farklı fındık çeşitlerinde yürütülen çalışmada; kateşol (113 - 164 mg/kg) ve klorogenik asitin (63-120 mg/kg) en fazla, kafeik (1.8-4.3 mg/kg) ve p-kumarik asitin (2.8-5.4 mg/kg) ise en düşük miktarda bulunduğu saptanmıştır. Bu fenolik maddelerin yanında fındıklarda gallik asit, protokateşuik asit, siyrinjik asit, ferulik asit (ve/veya sinapik), kuersetin, kateşin ve vanilin gibi fenolik maddelerin de bulunduğu belirlenmiştir. Fındık çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarının ise 227 - 381 mg/100g arasında değiştiği saptanmıştır.

Şimşek (2004) tarafından yürütülen çalışmada çeşitli Türk fındık çeşitlerinde; kateşol (133-169 mg/kg) ve klorogenik asitin (78-119.8 mg/kg) en fazla, kafeik (3.46-3.97 mg/kg) ve p-kumarik asitin (2.80-3.91 mg/kg) ise en düşük miktarda bulunduğu saptandı. Bu fenolik maddelerin yanında fındıklarda gallik asit, protokateşuik asit, siyrinjik asit, ferulik asit (ve/veya sinapik), kuersetin, kateşin ve vanilin gibi fenolik maddelerin de bulunduğu belirlendi. Foşa, Palaz ve Tombul çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarının ise 309-393 mg/100g arasında değiştiği saptandı.

Shahidi ve Alaşalvar (2004)'ın Giresun kalite Tombul fındık üzerinde yürüttükleri çalışmada; fındıkta toplam fenolik miktarını 13.7 mg/g ekstrakt, fındık zarında 577.7 mg/g ekstrakt olarak saptamışlardır. Fındıkta gallik asit 127, kafeik asit 81, p-kumarik asit 208, ferulik asit 105, sinapic asit 93 µg fenolik/g ekstrakt, fındık

zarında gallik asit 387, p-kumarik asit 231, ferulik asit 124, sinapik asit 124 µg fenolik/g ekstrakt olarak saptamışlardır. β-karoten linoleate model sistemine göre fındıkta 50 ppm'de 62.5, 100 ppm'de 63.5, fındık zarında 50 ppm'de 83.3, 100 ppm'de 93.3 olarak bulmuşlardır. DPPH radikal giderme aktivitesi (%) fındıkta 50 ppm'de 93.4 100 ppm'de 99.5, fındık zarında 50 ppm'de 86.1, 100 ppm'de 92.2 kateşin eşdeğeri olarak saptamışlardır. Hidrojen peroksit giderme aktivitesi (%) fındıkta 100 ppm'de 60, 200 ppm'de 77, fındık zarında 100 ppm'de 95, 200 ppm'de 99 kateşin eşdeğeri olarak saptamışlardır. Süperoksit giderme aktivitesi (%) fındıkta 100 ppm'de 82, 200 ppm'de 94, fındık zarında 100 ppm'de 88, 200 ppm'de 99 kateşin eşdeğeri olarak saptamışlardır. Toplam antioksidan kapasiteyi fındıkta 29, fındık zarında 132 troloks eşdeğeri olarak saptamışlardır.

Pellegrini ve ark. (2006)' nın yürüttükleri çalışmada fındığın antioksidan kapasitesini FRAP türünden 42.31 Fe<sup>2+</sup>/kg, TRAP türünden 6.90 mmol Troloks/kg, TEAC türünden 12.02 mmol Troloks/kg olarak bulmuşlardır.

Oliveira ve ark. (2008)' nın Portekiz'de yetiştirilen fındıklarda yaptıkları çalışmada; toplam fenolik içeriğini üç farklı türde 14.77, 11.17, 11.45 mg gallik asit eşdeğeri/g olarak, antioksidan potansiyeli indirgeme kuvveti metoduna göre (EC<sub>50</sub>) 1.87, 2.35, 2.65 mg/ml olarak, DPPH serbest radikal giderme aktivitesi metoduna göre (EC<sub>25</sub>) 2,91, >5, >5 mg/ml olarak, β-karoten linoleate model sistemine göre (EC<sub>25</sub>) 1.72, 1.45, 1.76 mg/ml olarak saptamışlardır.

Oğuz (2008)' un naturel fındık üzerinde yaptığı çalışmada antioksidan kapasite TEAC cinsinden 30.4 µmol troloks eşdeğeri/g, FRAP cinsinden 26.4 µmol troloks eşdeğeri/g, toplam fenolik madde içeriğini ise 488.1 mg gallik asit eşdeğeri/100g olarak, kavrulmuş fındıkta antioksidan kapasiteyi TEAC cinsinden 2.3 µmol troloks eşdeğeri/g, FRAP cinsinden 3.4 µmol troloks eşdeğeri/g, toplam fenolik madde içeriğini 116.9 mg gallik asit eşdeğeri/100g olarak tespit etmiştir.

Güzel ve ark. (2009)' nın fındık yağında yaptıkları çalışmada, toplam fenol içeriğini 0.360 mM gallik asit eşdeğeri/L, toplam antioksidan kapasite değerini Fe<sup>2+</sup>-o-dianizidin radikali metoduna göre 0.218 mM Troloks eşdeğeri/L, ABTS (2-2 azinobis (3-metilbenzotiazolin-6-sulfonat) radikalinin kullanıldığı metoda göre 0.357 mM Troloks eşdeğeri/L, FRAP metoduna göre 0.115 mM Troloks eşdeğeri/L olarak belirlemişlerdir.

Arcan ve Yemenicioğlu (2009)'un yürüttükleri çalışmada, taze fındıkta toplam fenolik içeriği 256 mg gallik asit eşdeğeri/100g, kuru fındıkta 425 mg gallik asit eşdeğeri/100g, antioksidan kapasiteleri ABTS metoduna göre taze fındıkta 3063 µmol troloks eşdeğeri/100g, kuru fındıkta 3573 µmol troloks eşdeğeri/g olarak hesaplanmıştır.

Locatelli ve ark. (2010)'nin çeşitli fındık zarı örneklerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, 180 °C'de 10 dakika kavurma işlemi sonunda toplam fenol miktarını 380.24 ile 637.65 mg kateşin eşdeğeri/g arasında, 180°C'de 20 dakika kavurma işlemi sonunda 551.59 ile 706.35 mg kateşin eşdeğeri/g arasında değiştiğini saptamışlardır. Antioksidan kapasite DPPH indirgeme metoduna göre 180°C'de 10 dakika kavurma işlemi sonunda (EC<sub>50</sub>) 4,70 ile 10,11 µg/L, 180°C'de 20 dakika kavurma işlemi sonunda 3.67 ile 6,33µg/L, ABTS metoduna göre 180°C'de 10 dakika kavurma işlemi sonunda 317 ile 655 µg/L, 180°C'de 20 dakika kavurma işlemi sonunda 350 ile 439 µg/L arasında değiştiği saptanmıştır.

Delgado ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada çeşitli çözücülerle yapılan fenolik madde ekstraksiyonunda en yüksek değer kaynar suyla 30 dakikalık muamele sonucu elde edilen 44.3 mg gallik asit eşdeğeri/g ekstrakt değeridir. Antioksidan kapasite DPPH metoduna göre 4.02 mg/ml, indirgeme kuvveti metoduna göre 5 mg/mL değerinden düşük olarak bulunmuştur.

### **2.8.2. Fındıktaki Yağ Asitleri Kompozisyonu İle İlgili Yapılmış Çalışmalar**

Parcerisa ve ark. (1995)'nin farklı fındık çeşitlerinde yaptığı bir çalışmaya göre; fındıkta ortalama olarak en fazla %79.1 ile oleik asit bulunmaktadır. Bunu %12.58 ile linoleik asit izlemektedir. Daha sonra %5.79 palmitik, %1.97 stearik, %0.28 palmitoleik, %0.18 eicosenoik, %0.12 linolenik asit olarak bulmuşlardır.

Alaşalvar ve ark (2003b)'nin Tombul fındık çeşitinde yürüttükleri çalışmada; 16 farklı yağ asiti belirlemişlerdir. Ancak bunlardan dört tanesinin dikkate değer miktarlarda olduğunu tespit etmişlerdir. Bunlar; %82.72 oleik asit, %8.89 linoleik asit, %4.85 palmitik asit ve %2.73 stearik asitlerdir. Diğer yağ asitlerinin iz miktarlarda olduğu belirlenmiştir.

Şimşek (2004)'in değişik fındık çeşitleri üzerinde yaptığı çalışma da Foşa çeşitinde peroksit sayısı 0.10, Palaz çeşitinde 0.14, Tombul çeşitinde 0.06 meq/kg yağ olarak saptanmıştır. Aynı çalışmada Foşa'da serbest yağ asitliği %0.38, Palaz'da %0.37, Tombul'da %0.36 olarak belirlenmiştir.

Amaral ve ark. (2006)'nın naturel fındıkta yaptıkları çalışmada yağ asitleri kompozisyonunu şu şekilde belirlemişlerdir, %5.02 palmitik asit, %0.19 palmitoleik asit, %1.89 stearik asit, %79.57 oleik asit, %12.72 linoleik asit, %0.16 eicosenoik asit. C14:0, C17:0, C17n7, C18:1n9t, C20:0, C18:3n3c, C22:0, C22:1n9 yağ asitlerine ise iz miktarlarda rastlanmıştır.

Köksal ve ark. (2006)'nın çalışmalarına göre; Kara fındık çeşitinde palmitik asit %5.62, palmitoleik asit %0.28, stearik asit %2.37, oleik asit %78.9, linoleik asit %12.8, linolenik asit 0.058, Sivri çeşitinde palmitik asit %4.72, palmitoleik asit %0.42, stearik asit %2.49, oleik asit %79.2, linoleik asit %13.2, Tombul çeşitinde palmitik asit %5.17, palmitoleik asit %0.48, stearik asit %1.75, oleik asit %77.8, linoleik asit %14.8, linolenik asit %0.054 düzeyinde belirlenmiştir.

Seyhan ve ark. (2007)'nin tombul, Palaz ve Badem fındık çeşitlerinde yaptıkları çalışmada 16 farklı yağ asiti saptanmış ancak bunlardan dört tanesinin dikkate değer olduğu kaydedilmiştir. Tombul çeşitinde %5.91 palmitik asit, %2.53 stearik asit, %80.64 oleik asit, %10.29 linoleik asit, palaz çeşitinde %6.21 palmitik asit, %2.53 stearik asit, %82.29 oleik asit, %8.10 linoleik asit, badem çeşitinde %5.12 palmitik asit, %2.18 stearik asit, %81.17 oleik asit, %10.68 linoleik asit olduğunu saptamışlardır.

Miraliakbari ve Shahidi (2008)'nin fındık üzerine yaptıkları araştırmaya göre; fındık yağında en fazla bulunan yağ asiti %83.43'lük oranla oleik asittir. Dikkate değer miktarlarda bulunan yağ asitleri ve oranları ise şöyle belirlenmiştir. %5.32 palmitik asit, % 0.19 palmitoleik asit, %2.86 stearik asit, %8.22 linoleik asit.

Oliveira ve ark. (2008)'nin Daviana, F.Coutard ve M.Bollwiller çeşitleri üzerinde yürüttükleri çalışmada tüm çeşitlerde en fazla orana sahip olan yağ asiti çeşitinin oleik asit olduğunu saptamışlardır. Daviana çeşitinde palmitik asit %4.95, palmitoleik asit %0.18, stearik asit %1.78, oleik asit %82.63, linoleik asit, %9.84, eicosenoik asit %0.11, F.Coutard çeşitinde palmitik asit %5.35, palmitoleik asit %0.21, stearik asit %1.87, oleik asit %80.67, linoleik asit, %11.26, eicosenoik asit %0.11, M.Bolwiller çeşitinde palmitik asit %5.76, palmitoleik asit %0.22, stearik asit %1.74, oleik asit %81.16, linoleik asit, %10.43, eikosenoik asit %0.14 olarak belirlenmiştir.

Evren (2011)'in fındık ununda gerçekleştirdiği araştırmasına göre; palmitik asit %4.98, palmitoleik asit %0.15, stearik asit %2.15, oleik asit %79.61, linoleik asit %12.54, linolenik asit %0.13 olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada serbest yağ asitliği %0.21 ve peroksit sayısı 0.11 meqO<sub>2</sub>/kg olarak saptamıştır.

Moser (2012)'in gerçekleştirdiği çalışmaya göre findık yağlarındaki yağ asitleri içerisinde en fazla orana %76.9 ile oleik asit sahiptir. Diğer yağ asitlerinin oranları şöyle sıralanmıştır; palmitik asit %5.1, palmitoleik asit %0.4, stearik asit %2.1, oleik asit %76.9, linoleik asit %13.1, araşidik asit %0.2, eikosenoik asit %0.3.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEMLER

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada kabuklu fındık meyvesinin çeşitleri olan Kara, Sivri ve halk arasında Yağlı fındık olarak da bilinen Tombul fındık çeşitleri kullanılmıştır. Kullanılan örnekler Giresun Kalite fındıklardan seçilmiştir. Örnekler 2010 yılı Ağustos ayında Giresun ili Merkez ilçesine bağlı Batlama vadisi Akköy İkisu mevkiindeki fındık bahçesinden hasat edilmiştir. Örneklerin alındığı bahçenin coğrafi koordinatları 40 derece 51 dakika 38.85 saniye Kuzey, 38 derece 18 dakika 56.66 saniye Doğu'dur.

Hasat edilen fındıklar tamamen geleneksel metodlara uygun olarak beton harmanda jüt tente üzerinde güneşte kurutulmuştur. Kurutulan fındık çeşitlerinden her birisi için bir çuval olmak üzere, 80 kg'lık jüt çuvallar tamamen doldurularak nemi ve sıcaklığına müdahale edilmeyen depoda 1 yıl süreyle saklanmıştır. Çuvallar beton zeminle temasın engellenmesi için tahta kalaslar üzerine yerleştirilmiştir.

Şekil 3.1'de Yağlı, Şekil 3.2'de Kara fındık, Şekil 3.3'de Sivri fındık örnekleri görülmektedir.



Şekil 3.1. Tombul fındık



Şekil 3.2. Kara fındık (Giresun Karası)



Şekil 3.3. Sivri fındık

Eylül 2010, Kasım 2010, Ocak 2011, Mart 2011, Mayıs 2011, Ağustos 2011 aylarında çuvallardan örnekler alınarak, plastik poşetler içerisinde analiz gününe kadar  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

Çalışmada kullanılan analitik saflıktaki kimyasal maddeler; sodyum asetat trihidrat, glesiyal asetik asit, hidroklorik asit, 2,4,6- tripridil-s-trazin (TPTZ), demir (III) klorür, gallik asit, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), metanol, 2 N Folin-Ciocalteu fenol ayıracı, sodyum karbonat, etil alkol, kloroform, kalsiyum klorür, izo-oktan, potasyum hidroksit, metil oranj indikatörü Merck (Almanya), Sigma (ABD) ve Carlo Erba (Fransa) firmalarından temin edilmiştir.

## **3.2. Yöntemler**

### **3.2.1. Örneklerin Analize Hazırlanması**

Analizlerde kullanılacak kabuklu fındıkların kabukları elle kırılarak ayrılmıştır. Çürük ve buruşuk olan fındıklar ayrılarak analize alınmamıştır. Sağlam fındıklar Moulinex (faciclick, 250 W) marka el blenderinde 90 sn parçalanarak un haline getirilmiştir. Plastik poşetlere konularak analiz gününe kadar  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

### **3.2.2. Nem Tayini**

Naturel iç fındıkta nem miktarı tayini Cemeroğlu (2010)'a uygun olarak yapılmıştır. Nikel kuru madde kaplarının darası alınmıştır. 5 g örnek hassas terazide tartılarak  $105^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Nem miktarı oluşan ağırlık kaybı miktarından hesaplanmıştır.

### **3.2.3. Antioksidan Bileşiklerin Ekstraksiyonu**

Fındık örneklerindeki antioksidan bileşiklerin ekstraksiyonu Oliveira ve ark. (2008)'nin yöntemine uygun olarak yapılmıştır. Her bir parçalanmış fındık örneğinden 5 g hassas terazide tartılmıştır. Örnekler 250 ml kaynayan suda 45 dakika boyunca ekstrakte edilmiştir. Süre sonunda sulu karışım Whatman No 4 filtre kağıdından süzülmüştür. Süzme işlemi boyunca karışım buzdolabında ve karanlıkta bekletilmiştir. Altta kalan süzüntü, saf su ile 250 ml'ye tamamlanarak analizlerde kullanılmıştır.

### 3.2.4. Antioksidan Kapasite Tayini

Fındık örneklerinden elde edilen ekstraktların antioksidan kapasiteleri demir (III) indirgeme antioksidan kapasite tayini (FRAP) ve DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite tayini olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenmiştir. FRAP; gıdalarda bulunan antioksidan bileşenlerin indirgen güçlerinin veya kapasitelerinin ölçümü prensibine dayalı bir antioksidan kapasite belirleme yöntemidir (Oğuz, 2008; Huang ve ark., 2005, Benzie ve Strain, 1999). DPPH yöntemi ise antioksidan bileşiklerin mor renkli stabil bir bileşik olan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalini indirgeme yeteneklerinin ölçümüne dayanmaktadır (Cemeroğlu, 2010).

#### 3.2.4.1. Demir (III) İndirgeme Antioksidan Kapasite (FRAP) Tayini

Analiz, Benzie ve Strain (1999) tarafından açıklanan yöntemin modifikasyonu ile yapılmıştır. Örneğin analizinde 3.1 g sodyum asetat trihidrata 1.6 ml glesiyal asetik asit eklenip 1000 ml'lik balonun çizgisine kadar saf su ile tamamlanarak 300 mM asetat buffer çözeltisi hazırlanmıştır.

1.6 ml HCl 500 ml'lik balon jöjeye koyulup saf su ile çizgisine kadar tamamlanmıştır. 0.0312 g TPTZ tartılıp HCl çözeltisi ile 10 ml'ye tamamlanmıştır.

0.135 g demir (III) klorür tartılıp 25 ml olacak şekilde saf su ile çizgisine kadar tamamlanmıştır.

Yukarıdaki çözeltiler 10:1:1 hacimsel oranında birleştirilmiştir. Daha sonra 50µl örnek ekstraktı ve yukarıda hazırlanışı anlatılan çözeltiden 700 µl spektrofotometre küvetine koyulmuştur. 4 dakika sürenin sonunda 593 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Metanol-troluks standart çözeltileri (0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1µmol/mL) kullanılarak elde edilen standart eğri yardımıyla sonuç hesaplanmıştır.

#### 3.2.4.2. DPPH Yöntemi İle Antioksidan Kapasite Tayini

Fındıktan elde edilen ekstraktların DPPH yöntemine göre antioksidan analizi Velioğlu (2006)'nun (Atoui ve ark., 2005) yönteminin modifikasyonu ile yapılmıştır. 0,03943 g DPPH hassas terazide tartılmıştır. Üzerine bir miktar metil alkol eklenerek çözüldürülmüştür. Daha sonra 100 ml'ye metil alkol ile tamamlanmıştır. 50µl örnek 1 ml DPPH çözeltisi ile karıştırılmış 30 dakika karanlıkta beklenildikten sonra 517 nm'de spaektrofotometrede absorbans değeri okunmuştur. Tanık için 50µl saf su üzerine 1 ml DPPH çözeltisi konulup aynı işlem yapılmıştır.

DPPH radikalini süpürme aktivitesi, reaksiyonu inhibe etme yüzdesi şeklinde ifade edilmek üzere aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = (A_{\text{DPPH}} - A_{\text{S}}/A_{\text{DPPH}}) \times 100$$

$A_{\text{DPPH}}$ : Tanığın absorbans değeri

$A_{\text{S}}$ : Örneğin absorbans değeri

Antioksidan aktivite başlangıçtaki DPPH derişiminin % 50'sinin azalması için harcanan antioksidan miktarını ifade eden  $EC_{50}$  (etkin konsantrasyon) değeri ile verilir (Ardağ, 2008; Brand-Williams ve ark., 1995'dan).

### 3.2.5. Toplam Fenolik Madde Tayini

Fındık ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği Singleton ve Rossi (1965)'nin yönteminin modifikasyonu ile belirlenmiştir. Ekstraktlar analiz edilirken 20µl ekstarkt üzerine 1.58 ml saf su, 100 µl Folin-Ciocalteu folin ayracı ve 300 µl doymuş sodyum karbonat çözeltisi eklenerek 2 saat karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede 760 nm'de absorbans değeri okunmuştur. Spektrofotometreyi sıfırlama işlemi, yukarıdaki işlemde 20 µl ekstrakt yerine aynı miktar saf su konularak yapılmıştır. 0, 100, 200, 300, 400, 500, 700, 1000 mg/L gallik asit standart çözeltileri hazırlanarak elde edilen eğri yardımıyla fenolik bileşik miktarı hesaplanmıştır.

### 3.2.6. Yağ Asitleri Kompozisyonu

Fındık örneklerinden lipitlerin ekstraksiyonu Evren (2011) yöntemine göre yapılmıştır. 10 g örneğin üzerine 50 ml kloroform:metanol (GC saflıkta) (2:1 hacim/hacim) çözeltisi eklendikten sonra elde edilen karışım üzerine 10 ml 0.01 M  $CaCl_2$  çözeltisi damla damla ilave edilmiştir. İçerik adi filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Elde edilen süzöntü teflon tüplere koyularak 2000 g'de 15 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Santrifüj tüpünde altta kalan faz pipet yardımıyla şilifli balona alınmış ve rotary evaporatörde çözücü fazı ayrılarak yağ elde edilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin elde edilmesinde yağdan 0.5 g erlenmayere tartılmış ve üzerine 4 ml izo-oktan ve 2 ml metanollü KOH çözeltisi ilave edildikten sonra 30 saniye çalkalanmıştır. Daha sonra ağzı kapalı olarak karanlıkta 6 dk bekletilmiş süre sonunda 2 damla %1'lik

metil oranj indikatöründen damlatıldıktan sonra , pembe renk oluşuncaya kadar 1 M HCl çözeltisi titre edilmiştir. İçerik 15 dakika dinlendirildikten sonra üstte biriken renksiz tabaka cam viallere alınarak GC’de analize alınmıştır. Yağ asitlerinin bileşimi alev iyonizasyon dedektörlü (FID) ve TR-CN100 kolonlu (60 m x 0.25 mm I.D., 0.20 µm) Shimadzu marka (Model GC-2010, Japan) gaz kromatografisi kullanılarak belirlenmiştir. Enjektör sıcaklığı 250°C ve dedektör sıcaklığı 250°C’ye ayarlanmıştır. Enjekte edilen örnek miktarı 1.0 µl olup, taşıyıcı gaz olarak 200 kPa basınçtaki helyum kullanılmıştır. Enjeksiyon uygulaması 1:100 oranında gerçekleştirilmiştir. Kolon sıcaklığı 90°C’de 7 dakika tutulmuş , daha sonra 5°C/dakika olacak şekilde 240°C’ye çıkarılmıştır. Son olarak 240°C’de de 15dakika tutulmuştur. Yağ asitleri, standart 37 bileşenden oluşan FAME karışımının (Supelco 37 Component FAME Mixture, Cat. No. 18919-1AMP, Bellefonte PA, USA) gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmalarıyla tanımlanmıştır.

### 3.2.7. Serbest Yağ Asitliği Tayini

Analiz Anonymous (1988)’da küçük bir değişiklikle yapılmıştır. Deney numunesi findıktan iki avuç alınıp ağzı bağlanmış bez torbanın içerisine konularak soğuk pres yardımıyla findık yağı elde edilmiştir. Bu yağ 10 ml’lik santrifüj tüpüne konularak yağ içindeki tortuların çökmesi sağlanmıştır. Darası alınmış 250 ml’lik erlenin içerisine 5 g civarında yağ konulmuştur. Üzerine 50 ml eter:etanol (1/1, hacim/hacim) karışımından ilave edilip çalkalanmış üzerine 2-3 damla %1’lik fenolftalein indikatörü damlatılmıştır. 0.1 N NaOH çözeltisi ile renk açık pembe olana kadar titre edilmiştir. Serbest yağ asidi miktarı oleik asit cinsinden aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Serbest Yağ Asitliği} = [ (S \times F \times 0.0282) / M ] \times 100$$

S: Harcanan NaOH miktarı

F: 0.1 N NaOH çözeltinin faktörü

M: Kullanılan yağ miktarı

### 3.2.8. Peroksit Sayısı Tayini

Peroksit sayısının belirlenmesi, potasyum iyodürün yağdaki peroksit oksijeni ile okside olarak iyodun serbest hale geçmesi ve serbest haldeki iyodun tiyosulfat ile titre edilmesi esasına dayanmaktadır (Evren, 2011).

Analiz Anonymous (1988)'da küçük bir değişiklikle yapılmıştır. Deney numunesi fındıktan iki avuç alınıp ağzı bağlanmış bez atorbanın içerisine konularak soğuk pres yardımıyla fındık yağı elde edilmiştir. 250 ml darası alınmış ve aliminyum folyoyla sarılı erlenin içerisine 5-5.09 g civarında yağ tartılmıştır. Üzerine 30 ml asetik asit:kloroform (3:2, hacim/hacim) karışımı ilave edilip karıştırılmıştır. 0.5 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave edilmiştir. Bir dakika çalkalayarak karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda 30 ml saf su ve 0.5 ml %1'lik nişasta çözeltisi eklenmiştir. 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile açık krem renk oluşana kadar titre edilmiş ve peroksit sayısı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Peroksit Sayısı (meq O}_2\text{/kg yağ)} = [ (S \times N \times F) / M ] \times 1000$$

S: Titrasyonda harcanan sodyum tiyosülfat miktarı

F: Çözeltinin faktörü

N:Sodyum Tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

M: Yağ miktarı (g)

### 3.2.9. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin ortalaması alınarak sunulmuştur. Fındıkların toplam antioksidan kapasitesi ile toplam fenolik madde arasındaki korelasyonlar ile antioksidan kapasitenin, toplam fenolik madde içeriğinin, yağ asitleri kompozisyonunun, serbest yağ asitliği oranının ve peroksit sayısının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve nemi ile olan korelasyonları (Pearson korelasyonu) ve çeşitler arasındaki farklılıkların belirlenmesi için yapılan Duncan testi SPSS 13.0 (Lead Technologies, ABD) istatistik programı kullanılarak yapılmıştır.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada Giresun Kalite Tombul, Kara ve Sivri fındık çeşitleri kullanılmıştır. Fındıklar Eylül 2010 - Ağustos 2011 tarihleri arasında bir yıl boyunca depolanmış ve belirli periyotlarla (Eylül 2010, Kasım 2010, Ocak 2011, Mart 2011, Mayıs 2011, Ağustos 2011) depodan numune alınmıştır. Alınan numuneler üzerinde nem tayini, FRAP ve DPPH olmak üzere iki farklı yöntemle antioksidan kapasite tayini, toplam fenolik bileşik tayini, yağ asitleri kompozisyonu tayini, serbest yağ asitleri tayini ve peroksit tayini analizleri yapılmış ve bulgular tartışılmıştır. Çizelgelerdeki 0. ay Eylül 2010, 2. ay Kasım 2010, 4.ay Ocak 2011, 6.ay Mart 2011, 8.ay Mayıs 2011, 11. ay Ağustos 2011' de depodan alınan numuneleri temsil etmektedir.

##### 4.1. Depolanan Fındık Örneklerinin Nem İçerikleri

Harmanda kurutma işleminden hemen sonra alınan numunelerin nem miktarlarına bakıldığında, oran tüm çeşitlerde %6'yı geçmemiştir. TS 3074 (2003)'e göre naturel iç fındıkta nem oranı %7'yi geçmemelidir. Depolamanın ilerleyen dönemlerinde ortama herhangi bir müdahale olmadığı için deponun sıcaklığı direkt olarak iklim şartlarından etkilenmiştir. Depolama süresinin, ortam sıcaklığı ve ortam neminin fındık örneklerinin nem oranlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Dönemler içerisinde ortamın nem oranı azaldığında örneklerin nem oranları azalmış, arttığında ise artmıştır. Nem oranına ayrıca ortam sıcaklığının da paralel bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Analiz sonuçlarına göre örneklerin nem miktarları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelge 4.3.'de fındığın depolandığı ortamın ortalama nispi nem ve sıcaklık değerleri verilmiştir. Çizelge 4.2'de fındık örneklerinin nem oranlarının depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.1. Fındık örneklerinin nem oranları (%)

Aylar	Yağlı Fındık	Kara Fındık	Sivri Fındık
0	6.0	5.2	6.0
2	4.8	5.2	5.8
4	5.1	5.1	5.4
6	4.4	5.0	5.4
8	6.1	6.0	5.6
11	5.8	6.0	5.8

Çizelge 4.2. Fındık örneklerinin nem oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	0.187	0.679	0.528
Kara	0.748	0.572	0.380
Sivri	-0.301	0.906*	-0.177

\* Güçlü korelasyon ( $P < 0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

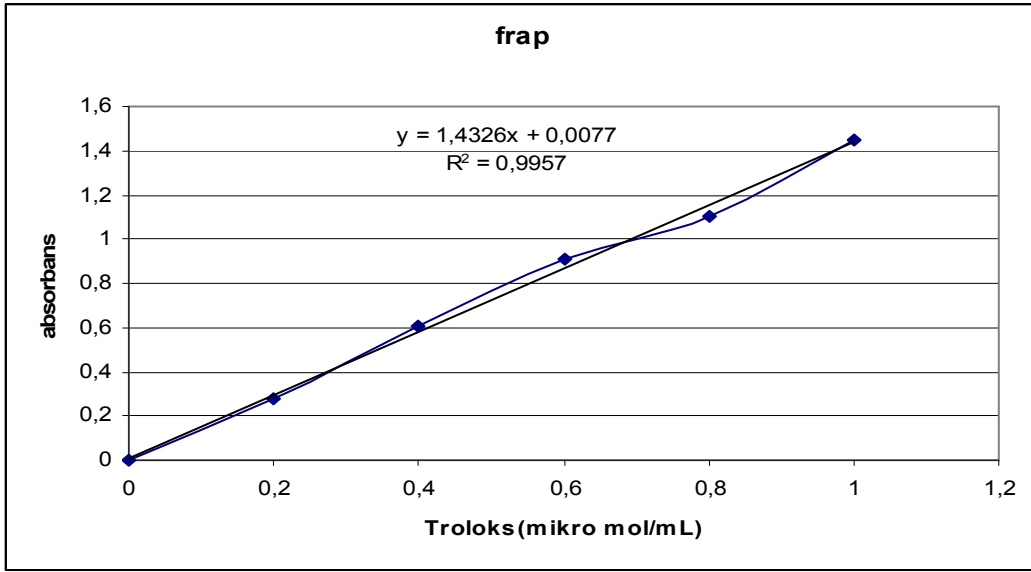
\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P < 0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.3. Ortamın ortalama nispi nem ve sıcaklık değerleri (Trabzon Meteoroloji Bölge Müdürlüğü)

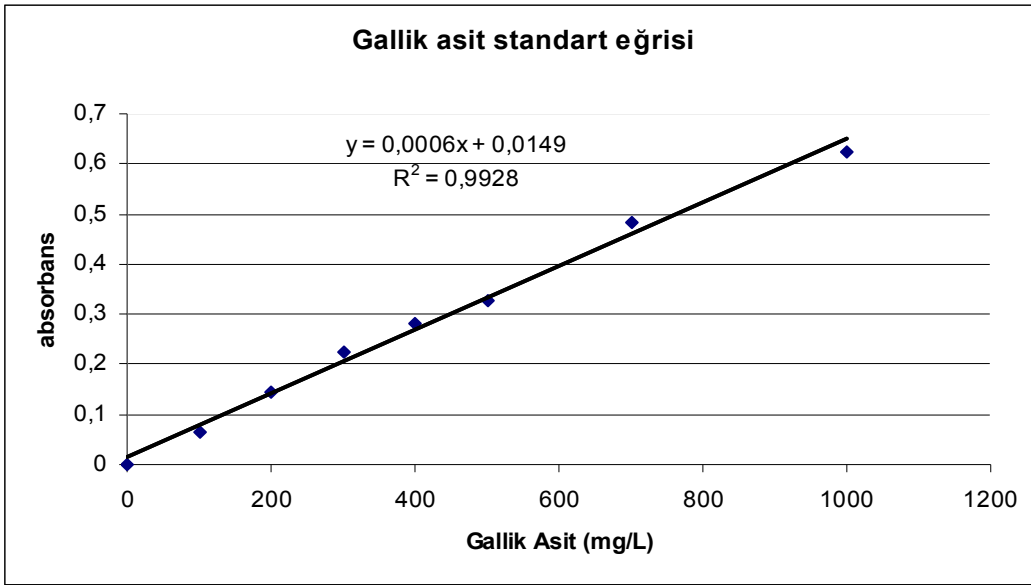
Yıl	Ay	Nispi Nem (%)	Sıcaklık (°C)
2010	9	74.2	22.4
2010	10	72.7	16.1
2010	11	47.5	17.7
2010	12	58.1	13.7
2011	1	68.8	9.2
2011	2	69.2	7.9
2011	3	72.9	9.3
2011	4	79.4	10.8
2011	5	79.1	16.3
2011	6	72.2	21.9
2011	7	72.7	22.7
2011	8	72.1	24.8

#### 4.2. Depolanan Fındık Örneklerinin Antioksidan Kapasite ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Giresun Kalite Yağlı, Kara ve Sivri fındık çeşitlerinin toplam antioksidan kapasiteleri FRAP ve DPPH olmak üzere iki farklı yöntemle hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde içerikleri ise Folin-Ciocalte ayırıcı kullanılarak belirlenmiştir. Fındık çeşitlerinin FRAP yöntemiyle antioksidan kapasitelerinin hesaplanmasında metanol-troloks çözeltisiyle hazırlanan eğri kullanılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı ise gallik asit çözeltileriyle hazırlanan standart eğriler kullanılmıştır. Fındıklarda FRAP ve toplam fenolik madde hesaplamalarında kullanılan eğriler sırasıyla Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil.4.1. Örneklerin FRAP yöntemiyle antioksidan aktivitelerinin hesaplanmasında kullanılan troloks standart eğrisi



Şekil.4.2. Örneklerin toplam fenolik madde miktarının hesaplanmasında kullanılan gallik asit standart eğrisi

Çalışmada kullanılan Yağlı fındıkların toplam antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik madde içerikleri Çizelge 4.4.'de, Kara fındıklarınki Çizelge 4.5.'de, Sivri fındıklarınki ise Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yağlı fındık örneklerinin antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik madde içerikleri

Aylar	Antioksidan Kapasite		Toplam Fenolik Madde (mg gallik asit eşdeğeri/100g)
	FRAP ( $\mu$ mol troloks eşdeğeri/g)	DPPH (EC <sub>50</sub> mg/ml)	
0	24.74	4.01	337.2
2	24.34	4.02	335.4
4	23.24	4.05	332.7
6	23.61	4.09	330.9
8	22.59	4.12	329.1
11	22.55	4.12	328.0

Çizelge 4.5. Kara fındık örneklerinin antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik madde içerikleri

Aylar	Antioksidan Kapasite		Toplam Fenolik Madde (mg gallik asit eşdeğeri/100g)
	FRAP ( $\mu$ mol troloks eşdeğeri/g)	DPPH (EC <sub>50</sub> mg/ml)	
0	22.18	4.10	285.0
2	21.68	4.12	283.3
4	21.04	4.15	280.8
6	20.15	4.15	279.8
8	20.09	4.18	277.1
11	20.16	4.19	277.1

Çizelge 4.6. Sivri fındık örneklerinin antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik madde içerikleri

Aylar	Antioksidan Kapasite		Toplam Fenolik Madde (mg gallik asit eşdeğeri/100g)
	FRAP ( $\mu$ mol troloks eşdeğeri/g)	DPPH (EC <sub>50</sub> mg/ml)	
0	23.23	4.04	324.2
2	23.12	4.09	322,5
4	22.76	4.15	321.8
6	21.65	4.18	321.1
8	21.07	4.22	318.4
11	20.18	4.25	316.7

Çizelge 4.7’de fındık örneklerinin FRAP yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasite, Çizelge 4.8’de DPPH yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasite, Çizelge 4.9’da toplam fenolik madde içeriğinin depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri verilmiştir. Çizelge 4.10’da FRAP, DPPH ve toplam fenolik madde içeriklerinin birbirleriyle olan korelasyon değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.7. Fındık örneklerinin FRAP yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasitesinin; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	-0.928**	0.059	-0.466
Kara	-0.913*	0.237	-0.472
Sivri	-0.979**	-0.233	-0.499

\* Güçlü korelasyon (P<0.05), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon (P<0.01), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.8. Fındık örneklerinin DPPH yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasitesinin; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	0.961**	-0.004	0.557
Kara	0.974**	-0.592	0.427
Sivri	0.983**	-0.48	0.421

\* Güçlü korelasyon (P<0.05), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon (P<0.01), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.9. Fındık örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	-0.961**	-0.004	0.557
Kara	-0.966**	0.050	-0.473
Sivri	-0.983**	-0.233	-0.358

\* Güçlü korelasyon (P<0.05), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon (P<0.01), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.10. Fındık örneklerinin toplam fenolik madde miktarı, FRAP antioksidan kapasite ve DPPH antioksidan kapasite değerlerinin birbirleriyle olan korelasyon değerleri

Yağlı fındık, Fenolik X DPPH	-0.984**
Yağlı fındık, Fenolik X FRAP	0.955**
Yağlı fındık, DPPH X FRAP	-0.920**
Kara fındık, Fenolik X DPPH	-0.991**
Kara fındık, Fenolik X FRAP	0.954**
Kara fındık, DPPH X FRAP	-0.919**
Sivri fındık, Fenolik X DPPH	-0.956**
Sivri fındık, Fenolik X FRAP	0.963**
Sivri fındık, DPPH X FRAP	-0.940**

\* Güçlü korelasyon (P<0.05), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon (P<0.01), istatistiksel olarak anlamlı

Yağlı fındık örneklerinin antioksidan kapasiteleri depolama süresince FRAP yöntemine göre 24.74'den 22.55  $\mu\text{mol}$  troloks eşdeğeri/g'a düştüğü, DPPH yöntemine göre 4.01'den 4.12 mg/mL'ye yükseldiği görülmüştür (DPPH yöntemine göre

konsantrasyon ne kadar düşükse antioksidan aktivite o kadar yüksektir). Toplam fenolik madde 337.2 mg'dan 328.0 mg gallik asit eşdeğeri/100g'a düşmüştür. Yağlı fındığın iki farklı yöntemle belirlenen antioksidan kapasiteleri rakamsal olarak farklı olmakla beraber aralarında çok güçlü bir korelasyon bulunmaktadır ( $P<0.01$ , -0.920). Toplam fenolik madde içeriği ile FRAP ve DPPH arasında çok güçlü ( $P<0.01$ , 0.955, -0.984) korelasyonlar mevcuttur. Bu sonuç Yağlı fındığın antioksidan kapasitesinde fenolik bileşenlerin varlığının önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteye ortam sıcaklığının ve ortam neminin önemli bir etkisi olmazken ( $P>0.05$ ), depolama süresinin FRAP, DPPH ve toplam fenolik madde miktarına çok önemli etkisi olmuştur ( $P<0.01$ , -0.928, 0.961, -0.961).

Kara fındık örneklerinin antioksidan kapasiteleri depolama süresince FRAP yöntemine göre 22.18'den 20.16  $\mu\text{mol}$  troloks eşdeğeri/g'a düştüğü, DPPH yöntemine göre 4.10'dan 4.19 mg/mL'ye yükseldiği görülmüştür. Toplam fenolik madde 285'den 277.1 mg gallik asit eşdeğeri/100g'a düşmüştür. Kara fındığın iki farklı yöntemle belirlenen antioksidan kapasiteleri rakamsal olarak farklı olmakla beraber aralarında çok güçlü bir korelasyon bulunmaktadır ( $P<0.01$ , -0.919). Toplam fenolik madde içeriği ile FRAP arasında çok güçlü ( $P<0.01$ , 0.954), DPPH ile ( $P<0.01$ , -0.991) çok güçlü korelasyonlar mevcuttur. Bu sonuç Kara fındığın antioksidan kapasitesinde fenolik bileşenlerin varlığının önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteye ortam sıcaklığının önemli bir etkisi olmazken ( $P>0.05$ ), depolama süresinin toplam fenolik madde miktarına çok önemli ( $P<0.01$ , -0.966), FRAP sonucuna önemli ( $P<0.05$ , -0.913), DPPH sonucuna çok önemli ( $P<0.01$ , -0.974) bir etkisi olmuştur. Ortam neminin önemli bir etkisi olmamıştır ( $P>0.05$ ).

Sivri fındık örneklerinin antioksidan kapasiteleri depolama süresince FRAP yöntemine göre 23.23'den 20.18  $\mu\text{mol}$  troloks eşdeğeri/g düştüğü, DPPH yöntemine göre 4.04 'den 4.25 mg/mL'ye yükseldiği görülmüştür. Toplam fenolik madde 324.2'den 316.7 mg gallik asit eşdeğeri/100g düşmüştür. Sivri fındığın iki farklı yöntemle belirlenen antioksidan kapasiteleri rakamsal olarak farklı olmakla beraber aralarında çok güçlü bir korelasyon bulunmaktadır ( $P<0.01$ , -0.940). Toplam fenolik madde içeriği ile FRAP ve DPPH arasında çok güçlü ( $P<0.01$ , 0.963, -0.956) korelasyonlar mevcuttur. Bu sonuç Kara fındığın antioksidan kapasitesinde fenolik bileşenlerin varlığının önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteye ortam sıcaklığının önemli bir etkisi olmazken

( $P>0.05$ ), depolama süresinin toplam fenolik madde miktarına çok önemli ( $P<0.01$ , -0.983), FRAP ve DPPH yöntemleriyle belirlenen antioksidan kapasitelerine çok önemli etkisi olmuştur ( $P<0.01$ , -0.979, 0.983). Ortam neminin önemli bir etkisi olmamıştır ( $P>0.05$ ).

Tüm fındık örneklerinin antioksidan kapasite sonuçları dikkate alındığında FRAP ve DPPH yöntemleriyle elde edilen sonuçlar rakamsal olarak farklı olmakla beraber büyük bir paralellik göstermektedir. Depolama süresince fenolik maddelerdeki düşüşe paralel olarak antioksidan kapasitede de düşüş meydana gelmiştir.

Gıdaların antioksidan özelliğe sahip bileşenlerinin ekstraksiyonunda değişik çözücüler ve ekstraksiyon tekniklerinin kullanılması (Oğuz, 2008; Tsao ve Deng, 2004) ve ekstraktlarda toplam antioksidan kapasite ölçümlerinde farklı yöntemlerin takip edilmesi (Oğuz, 2008; Huang ve ark., 2005) gıdaların antioksidan kapasiteleri hakkında yapılan çalışmaların karşılaştırılmasını oldukça zorlaştırmaktadır.

Yapılan analizler sonucunda DPPH metoduna göre antioksidan kapasite Oliveira ve ark. (2008) ve Delgado ve ark. (2010)'nın sonuçlarına, FRAP metoduna göre antioksidan kapasite Oğuz (2008)'un sonuçlarına, toplam fenolik madde miktarları da Artık (2004), Şimşek (2004) ve Arcan ve Yemencioğlu (2009)'nun sonuçlarına yakın bulgular elde edilmiştir.

Literatürdeki diğer sonuçlarla oluşan farklılıkların; analiz yöntemlerinin farklı olması ve kullanılan fındık çeşitleri ve yetiştirilme şartlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Fındıkta bulunan en önemli antioksidan bileşikler; E vitamini, fenolik asitler (gallik, kafeik, *p*-kumarik, ferulik, protokateşuik, klorogenik, siyrinjik ve sinapik asitler), flavanoidler (kuarsetin, kateşin, ve kaempferol) (Şimşek, 2004) ve selenyumdur. Bu bileşikler fındığın yenilebilen iç kısmında bulunmaktadır. Ayrıca taksan sınıfı bileşikler fındığın insan gıdası olarak tüketilmeyen fındık sert kabuğu, yeşil kabuğu kısımlarında ve fındık yaprağında belirlenmiştir (Shahidi ve Alaşalvar, 2004).

### **4.3. Depolanan Fındık Örneklerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu**

Tüm fındık çeşitlerinin yağlarında ortalama %83 ile en fazla bulunan yağ asiti tekli doymamış yağ asiti olan oleik asittir. Bunun yanı sıra palmitik, palmitoleik, stearik, linoleik, araşidik, eikosenoik, behenik ve lignosenik asitlerde fındık yağında bulunabilen diğer yağ asitleridir (Moser, 2012). Fındık yağının yağ asitleri

kompozisyonunu etkileyen faktörler; coğrafi köken, yetiştirme şekli, gübre kullanımı, hasat zamanı, iklim, yetiştirilen bölgenin coğrafi konumu, depolama şartları (ışık, sıcaklık ve nem) ve fındık çeşitidir (Alaşalvar, 2003b). Depolanan fındıklardan Yağlı, Kara ve Sivri fındıkların yağ asitleri kompozisyonu analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.11., Çizelge 4.12. ve Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre depolama başlangıcında tüm çeşitlerde en fazla bulunan yağ asiti oleik asit olurken üç çeşit içerisinde en fazla oleik asite %84.30'lik oranla Sivri fındıkta rastlanmıştır. Sivri fındığı %83.77 ile Yağlı, %80.99 ile Kara fındık izlemektedir. Depolama süresi olan bir yılın sonunda tüm çeşitlerde oleik asit miktarı artmıştır. Sivri çeşitinde %85.09'e, Yağlıda %84.10'e, Karada 81.53'e yükselmiştir.

Çizelge 4.11. Depolanan Yağlı fındıkların dönemlere göre yağ asitleri kompozisyonu(%)

Yağ asiti	Aylar					
	0	2	4	6	8	11
C16:0 (palmitik)	4.63	4.64	4.60	4.75	4.63	4.69
C16:1 (palmitoleik)	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10
C18:0 (stearik)	2.54	2.63	2.64	2.66	2.60	2.70
C18:1n-9c (oleik)	83.67	83.68	84.35	84.15	84.22	84.10
C18:2n6c (linoleik)	8.66	8.53	7.91	7.91	8.03	8.00
C20:0 (araşidik)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
C18:3n6 (linolenik)	0.15	0.17	0.16	0.17	0.18	0.18
C20:1 (eikosanoik)	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07
SFA	7.31	7.41	7.38	7.56	7.37	7.53
MUFA	83.86	83.87	84.53	84.35	84.40	84.27
PUFA	8.82	8.71	8.08	8.08	8.22	8.18

Çizelge 4.12. Depolanan Kara fındıkların dönemlere göre yağ asitleri kompozisyonu(%)

Yağ asiti	Aylar					
	0	2	4	6	8	11
C16:0 (palmitik)	4.83	4.80	4.83	4.87	4.69	4.83
C16:1 (palmitoleik)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13
C18:0 (stearik)	2.14	2.02	2.10	2.06	1.99	2.14
C18:1n-9c (oleik)	80.99	81.22	81.24	81.52	80.93	81.53
C18:2n6c (linoleik)	11.50	11.42	11.30	11.00	11.84	10.98
C20:0 (araşidik)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11
C18:3n6 (linolenik)	0.18	0.19	0.18	0.19	0.21	0.18
C20:1 (eikosanoik)	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07
SFA	7.09	6.93	7.05	7.05	6.81	7.09
MUFA	81.21	81.43	81.45	81.73	81.13	81.74
PUFA	11.69	11.62	11.48	11.20	12.05	11.16

Çizelge 4.13. Depolanan Sivri fındıkların dönemlere göre yağ asitleri kompozisyonu(%)

Yağ asiti	Aylar					
	0	2	4	6	8	11
C16:0 (palmitik)	5.60	5.57	5.56	5.58	5.61	5.61
C16:1 (palmitoleik)	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17
C18:0 (stearik)	2.27	2.17	2.28	2.16	2.11	2.11
C18:1n-9c (oleik)	84.30	84.19	85.06	84.26	84.64	85.09
C18:2n6c (linoleik)	7.29	7.52	6.57	7.46	7.10	6.66
C20:0 (araşidik)	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10
C18:3n6 (linolenik)	0.17	0.17	0.16	0.18	0.17	0.23
C20:1 (eikosanoik)	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.00
SFA	7.98	7.86	7.96	7.85	7.83	7.82
MUFA	84.54	84.44	85.29	84.50	84.88	85.26
PUFA	7.46	7.69	6.63	7.64	7.28	6.90

Oleik asitten sonra en fazla bulunan yağ asiti linoleik asittir. Depolama başlangıcında en fazla linoleik asit %11.50'lik oranla Kara findıkta bulunmuştur. Kara findığı %8.66 ile Yağlı, %7.29 ile Sivri findık izlemiştir. Depolama süresi sonunda tüm çeşitlerde linoleik asit miktarı düşmüştür. Kara findıkta %10.98'e, Yağlıda %8.00'e, Sivride %6.66'ya düşmüştür.

Findıkta tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) findık yağında bulunan yağ asitlerinin büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır (%79.5). Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarı ise findık yağında bulunan toplam yağ asitlerinin %12.5'ini oluşturmaktadır. Doymuş yağ asitleri (SFA) ise findık yağındaki yağ asitleri içinde az miktarda bulunmaktadır (%8). Yağ asitlerinin oranı çeşitten çeşite değişebilmektedir (Yağmur ve Özer, 2004). Findıkta bulunan SFA'nın önemli olanları palmitik ve stearik asitlerdir. MUFA'nın önemli olanları ise oleik ve palmitoleik asitlerdir. PUFA'nın önemlileri ise linoleik ve linolenik asitlerdir (Evren, 2011)

Yapılan yağ asitleri kompozisyonu analizine göre depolanan findıklar içerisinde depolama başlangıcında en yüksek SFA oranı %7.98 ile Sivri findıkta tespit edilmiştir. Sivri findığı %7.31 ile Yağlı, %7.09 ile Kara findık izlemiştir. Depolama süresi sonunda tüm çeşitlerin SFA oranlarında önemli bir değişiklik olmamıştır.

Depolama başlangıcında en yüksek MUFA değerinin %84.54 ile Sivri findıkta olduğu saptanmıştır. Sivri findığı %83.86 ile Yağlı, %81.21 ile Kara findık izlemiştir. Depolama süresi sonunda Sivri çeşidinin MUFA değeri %85.26'e, Yağlının %84.27'ye, Kara'nınki ise %81.74'e yükselmiştir.

Depolama başlangıcında en yüksek PUFA değeri %11.69 ile Kara findıkta belirlenmiştir. Daha sonra Yağlı findık %8.82 en son olarakta %7.46 ile Sivri findık gelmiştir. Depolama süresi sonunda Kara findığın PUFA değeri %11.16'ya, Yağlınınki %8.18'e, Sivrininki ise %6.90'a gerilemiştir.

Depolama başlangıcına göre depolama süresi sonunda tüm çeşitlerin yağ asitleri, SFA, MUFA ve PUFA değerlerinde en fazla %1 düzeyinde bir değişim olduğu tespit edilmiştir.

Tüm çeşitlerin tüm yağ asitleri ve SFA, MUFA ve PUFA değerlerine ortam sıcaklığının, ortam neminin ve depolama süresinin önemli bir etkisi olmamıştır ( $P>0.05$ ). Depolama süresi sonunda palmitik, palmitoleik, stearik, araşidik, linolenik, eikosanoik asitlerin oranlarında dikkate değer bir değişim kaydedilmemiştir.

Fındık örneklerinin Çizelge 4.14’de palmitik, 4.15’de palmitoleik, 4.16’da stearik, 4.17’de oleik, 4.18’de linoleik, 4.19’da araşidik, 4.20’de linolenik, 4.21’de eikosanoik asitlerin, 4.22’de SFA, 4.23’de MUFA, 4.24’de PUFA oranlarının depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.14. Fındık örneklerinin palmitik asit oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	0.420	-0.066	0.170
Kara	-0.211	-0.134	-0.143
Sivri	0.390	0.741	0.597

\* Güçlü korelasyon ( $P<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.15. Fındık örneklerinin palmitoleik asit oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	-0.503	-0.076	0.124
Kara	-0.181	-0.335	-0.117
Sivri	0.554	0.529	0.048

\* Güçlü korelasyon ( $P<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.16. Fındık örneklerinin stearik asit oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	0.730	-0.132	-0.128
Kara	-0.024	0.400	0.248
Sivri	-0.780	-0.297	0.100

\* Güçlü korelasyon ( $P<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.17. Fındık örneklerinin oleik asit oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	0.628	-0.566	0.514
Kara	0.466	-0.123	-0.144
Sivri	0.614	0.069	0.344

\* Güçlü korelasyon ( $P<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.18. Fındık örneklerinin linoleik asit oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	-0.745	0.527	-0.441
Kara	-0.313	0.064	0.093
Sivri	-0.485	-0.053	-0.354

\* Güçlü korelasyon ( $P<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.19. Fındık örneklerinin araşidik asit oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	0.227	-0.471	-0.496
Kara	0.329	0.025	0.924*
Sivri	-0.738	-0.294	-0.358

\* Güçlü korelasyon ( $P<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.20. Fındık örneklerinin linolenik asit oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	0.748	0.145	-0.47
Kara	0.248	-0.319	0.134
Sivri	0.775	0.608	0.209

\* Güçlü korelasyon ( $P<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.21. Fındık örneklerinin eikosanoik asit oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	-0.563	-0.238	-0.733
Kara	-0.980**	-0.054	-0.484
Sivri	-0.791	-0.566	-0.212

\* Güçlü korelasyon ( $P<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.22. Fındık örneklerinin SFA oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	0.650	-0.122	0.016
Kara	-0.126	0.140	0.069
Sivri	-0.752	-0.110	0.058

\* Güçlü korelasyon ( $P<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.23. Fındık örneklerinin MUFA oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	0.622	-0.579	0.510
Kara	0.445	-0.127	-0.154
Sivri	0.589	0.034	0.346

\* Güçlü korelasyon ( $P<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.24. Fındık örneklerinin PUFA oranlarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	-0.731	0.537	-0.466
Kara	-0.297	0.052	0.069
Sivri	-0.403	0.040	-0.325

\* Güçlü korelasyon ( $P<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P<0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

Analiz sonuçlarında bulmuş olduğumuz yağ asitleri oranları Parcerisa ve ark. (1995), Alasalvar ve ark (2003b), Şimşek (2004), Amaral ve ark. (2006), Köksal ve ark. (2006), Seyhan ve ark.(2007), Miraliakbari ve Shahidi (2008), Oliveira ve ark. (2008), Evren (2011), Moser (2012) ile büyük oranda yakınlık gösterirken literatürdeki diğer sonuçlarla olan farklılıkların nedenleri muhtemelen coğrafi köken, yetiştirme şekli, gübre kullanımı, hasat zamanı, iklim, depolama şartları ve fındık çeşitidir (Alaşalvar, 2003b).

#### 4.4. Depolanan Fındık Örneklerinin Serbest Yağ Asiti Miktarları

Fındıkta acılaşıma lipaz ve esteraz enzimlerinin yağlardan yağ asitlerini koparmasıyla serbest yağ asiti miktarının artması sonucu oluşabilmektedir. Bu enzimler fındık içi zararın hemen altında bulunmaktadırlar. Kötü kokulu serbest yağ asidi miktarının %0.7'yi geçmesi acılaşımanın göstergesidir (Özdemir ve ark., 1998). Yapılan analiz sonuçlarına göre başlangıç serbest yağ asiti oranı %0.1 düzeyinden %0.40 düzeylerine çıkmıştır. TS 1917 (2003)'ye göre iç fındıkta serbest yağ asitliğinin limiti %1 olarak belirlenmiştir. Buna göre depolanan fındıklarda serbest yağ asitlerinden kaynaklanan bir acılaşıma olmamıştır. Çizelge.4.25'te fındık örneklerinin serbest yağ asiti oranları verilmiştir. Depolama zamanının Yağlı fındığın serbest yağ asiti oranına çok önemli ( $P<0.01$ , 0.952), Kara ve Sivri çeşidine önemli ( $P<0.05$ , 0.870, 0.875) etkisi olmuştur. ortam neminin ve sıcaklığın önemli bir etkisi olmamıştır ( $P>0.05$ ). Çizelge

4.26’da fındık örneklerinin serbest yağ asiti miktarlarının depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri verilmiştir.

Analiz sonuçlarında bulmuş olduğumuz serbest yağ asitleri oranlarımız, Şimşek (2004) (%0.36) ve Evren (2011) (%0.21) ile oldukça yakınlık göstermektedir. Bunun nedeni kullanılan yaygınlaşmış benzer analiz metodlarının olması ve çalışmalarda Türk fındıklarının kullanılmış olmasıdır. Yetiştirilen fındıkların birbirine yakın şartlarda hasat edilmiş ve depolanmış olabileceği de diğer nedenler olarak düşünülebilir.

Çizelge.4.25. Fındık örneklerinin serbest yağ asiti miktarları (% oleik asit cinsinden)

Aylar	Yağlı Fındık	Kara Fındık	Sivri Fındık
0	0.09	0.11	0.20
2	0.11	0.12	0.23
4	0.15	0.12	0.32
6	0.18	0.13	0.35
8	0.35	0.37	0.37
11	0.45	0.40	0.35

Çizelge 4.26. Fındık örneklerinin serbest yağ asiti miktarının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	0.952**	0.379	0.444
Kara	0.870*	0.467	0.437
Sivri	0.875*	-0.340	0.517

\* Güçlü korelasyon ( $P < 0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon ( $P < 0.01$ ), istatistiksel olarak anlamlı

#### 4.5. Depolanan Fındık Örneklerinin Peroksit Sayıları

Doymamış yağ asitlerinin oksijen alımıyla bir serbest radikal olan peroksit radikali oluşmaktadır. Aldehit ve ketonlara dönüşen peroksit yağın acımasına, tadının-lezzetinin değişmesine neden olmaktadır. Peroksit sayısı ise yağlardaki peroksit miktarını belirten bir değerdir (Aksoy, 2007). TS 1917 (2003)’ye göre iç fındıkta peroksit sınırı 7 meqO<sub>2</sub>/kg olarak belirlenmiştir. Analizleri yapılan fındık örneklerinin peroksit sayısı sınırın çok çok altında kalmıştır. Peroksit sayısı analiz sonuçları Çizelge 4.27’de gösterilmiştir. Depolama zamanının Yağlı ve Kara fındığın peroksit sayısına önemli ( $P < 0.05$ , 0.909, 0.904), Sivrinikine çok önemli ( $P < 0.01$ , 0.943) etkisi olmuştur. Ortam neminin ve sıcaklığının önemli bir etkisi olmamıştır ( $P > 0.05$ ). Çizelge 4.28’de fındık örneklerinin peroksit sayılarının depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri verilmiştir.

Analiz sonuçlarında bulmuş olduğumuz peroksit sayısı değerleri , Şimşek (2004) (0.06 meqO<sub>2</sub>/kg) ve Evren (2011) (0.11 meqO<sub>2</sub>/kg) ile oldukça yakınlık göstermektedir. Bunun nedeni kullanılan yaygınlaşmış benzer analiz metotlarının olması ve çalışmalarda Türk fındıklarının kullanılmış olmasıdır. Yetiştirilen fındıkların birbirine yakın şartlarda hasat edilmiş ve depolanmış olabileceği de diğer nedenler arasında düşünülebilir.

Örneklerde peroksit sayısının limitlerin altında kalmasının nedeninin fındık sert kabuğunun fiziksel olarak koruyucu etkisinden olabileceği düşünülebilir. Kabuğu Yağlı ve Sivri çeşitlerine oranla daha kalın olan Kara fındığın peroksit sayısının 4. aydan sonra artmaya başlaması ve depolama süresi sonunda en az miktarda peroksitin Kara fındıkta belirlenmiş olması kabuğun koruyucu etkisini göstermektedir. Ayrıca fındığın özellikle zarında bulunan antioksidan özellikteki bileşikler peroksitleri bağlayarak zincirleme oksidasyon tepkimelerini engelleyebilirler (Artık, 2004, Shahidi ve ark., 2004). Bu nedenlerden dolayı depolama süresi sonunda tüm fındık çeşitlerinde peroksit sayısı tehlike sınırlarına ulaşmamıştır.

Çizelge 4.27. Fındık örneklerinin peroksit sayıları (meqO<sub>2</sub>/kg)

Aylar	Yağlı Fındık	Kara Fındık	Sivri Fındık
0	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00
4	0.27	0.00	0.35
6	0.32	0.24	0.51
8	0.37	0.28	0.56
11	0.39	0.30	0.65

Çizelge 4.28. Fındık örneklerinin peroksit sayısının; depolama süresi, ortam sıcaklığı ve ortam nemi ile olan korelasyon değerleri.

Fındık Çeşidi	Depolama Süresi	Ortam Sıcaklığı	Ortam Nemi
Yağlı	0.909*	-0.219	0.604
Kara	0.904*	0.125	0.550
Sivri	0.943**	-0.129	0.594

\* Güçlü korelasyon (P<0.05), istatistiksel olarak anlamlı

\*\* Çok güçlü korelasyon (P<0.01), istatistiksel olarak anlamlı

#### 4.6. Fındık Çeşitleri Arasındaki Farklılığın İncelenmesi

Analizleri gerçekleştirilen fındık örneklerinin peroksit sayısı, serbest yağ asitliği, DPPH antioksidan kapasite, FRAP antioksidan kapasite, toplam fenolik madde içeriği, SFA, MUFA ve PUFA değerleri bakımından fındık çeşitleri arasında farklılığın olup olmadığını belirlemek için yapılan Duncan testi sonucunda çeşitler arasında P<0.01

düzeyinde önemli olan bir farklılığın olduğu görülmüştür. Çizelge 4.29 ve Çizelge 4.30'da yapılan analiz sonuçları görülmektedir.

Fındık yağının yağ asitleri kompozisyonunu etkileyen faktörler; coğrafi köken, yetiştirme şekli, gübre kullanımı, hasat zamanı, iklim, yetiştirilen bölgenin coğrafi konumu, depolama şartları (ışık, sıcaklık ve nem) ve fındık çeşitidir (Alaşalvar, 2003b). Coğrafi köken, yetiştirme şekli, gübre kullanımı, hasat zamanı, iklim, yetiştirilen bölgenin coğrafi konumu, depolama şartları tüm fındık örnekleri için aynıdır. Dolayısıyla SFA, MUFA ve PUFA değerlerindeki farklılığın nedeni fındık çeşitlerinin farklı olmasıdır (Yağlı, Karave Sivri).

Günümüze değin sürdürülen birçok araştırma ile bitki tür ve çeşidi, bitki ve sürgün yaşı, coğrafik konum, toprak yapısı, dokuların sakaroz, nitrat ve hormon içeriği, ekolojik faktörler ile budama, bilezik alma, sulama, gübreleme, dışsal büyümeyi düzenleyici madde kullanımı, tarımsal savaş gibi teknik ve kültürel işlemlerin fenolik bileşiklerin sentezini değiştirdiği saptanmıştır (Türk, 2009). Sıralanan faktörlerin çeşit haricindekilerinin hepsi tüm fındık örnekleri için aynıdır. Dolayısıyla fındık örneklerinin toplam fenolik madde içeriğinin farklı olmasının en önemli sebebi fındık çeşitlerinin birbirinden farklı olmasıdır. Toplam fenolik madde içeriğindeki farklılığa paralel olarak DPPH antioksidan kapasite ve FRAP antioksidan kapasitede de çeşitler arasında farklılık oluşmuştur.

İncelenen fındık çeşitleri içerisinde Kara fındıkta ilk 6 ay içerisinde hiç peroksit oluşmamış, depolama süresi sonunda ise 0.30 meqO<sub>2</sub>/kg ile en az miktarda peroksitin olduğu çeşit olmuştur. Bunun nedeninin Kara fındık çeşitinin Sivri ve Yağlı çeşidine göre daha kalın sert kabuğa sahip olması olabileceği düşünülmektedir. Fındık dış sert kabuğu fındığın depolanma süresi içerisinde korunmasında en önemli araçlardan birisidir (Anonymous, 2011).

Lipidlerin hidrolizi serbest yağ asitleri oluşumunun bir göstergesi olan asitlik değerinde sürekli bir artışa sebep olur. Gıdalardaki lipid oksidasyonu doymamış yağ asitlerinin varlığına bağlıdır ve genellikle otokatalitiktir, oksidasyon ürünleri arttıkça reaksiyon hızlanır ve zamanla oran artar. Doymamış yağ asitlerini içeren fındık gibi gıdalar oksijen, radyant enerji ve/veya organik ve inorganik bir kataliste (metaller ve enzimler gibi) maruz bırakıldıkları zaman oksijene duyarlıdır (http://www.fae.gov.tr/MenuDetay.aspx?MenuID=173&MenuADI=F%FDnd%FDkta%20Hasat%20ve%20Harman%20Sonras%FD%20%DD%FElemler, 03.07.2012).

Yağlı fındığın dış sert kabuğu diğer çeşitlerin kabuklarına göre daha ince olduğu için oksijene diğer çeşitlere göre daha duyarlıdır. Bu nedenle depolama süresi sonunda 0.45'lik (% oleik asit cinsinden) oran ile en yüksek serbest yağ asitliği oranına sahip olmuştur.

Çizelge 4.29. Çeşitler arasındaki yapılan Duncan testi değerleri

Çeşit	Peroksit Sayısı		Serbest Yağ Asitliği		DPPH		FRAP		Fenolik Madde içeriği		SFA		MUFA		PUFA	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Yağlı	0,2250b	0,1713	0,2217b	0,1403	4,0683b	0,0476	23,5117a	0,8621	332,1650a	3,4778	7,4267b	0,1062	84,2133b	0,2723	8,3483b	0,3166
Kara	0,1367c	0,1442	0,2083b	0,1314	4,1483a	0,0335	20,8817c	0,8552	280,5167c	3,0886	6,9967c	0,1175	84,4483c	0,2452	11,5333a	0,3193
Sivri	0,3450a	0,2723	0,3033a	0,0690	4,1558a	0,0756	22,0017b	1,1800	320,6783b	2,8245	7,8833a	0,0780	84,8192a	0,3735	7,2683c	0,4070

Yapılan Duncan testi sonucunda çeşitler arasında incelenen özellikler bakımından fark vardır ve bu fark P<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.30. Depolama süresi üzerine yapılan Duncan testi değerleri

Aylar	Peroksit Sayısı		Serbest Yağ Asitliği		DPPH		FRAP		Fenolik Madde içeriği		SFA		MUFA		PUFA	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
0	0,000e	0,000	0,1333e	0,0542	4,0500e	0,0414	23,3800a	1,1576	315,4667a	24,3074	7,4600a	0,4181	83,2033c	1,5741	9,3233a	1,9315
2	0,000e	0,000	0,1533e	0,0608	4,0783d	0,0475	23,0467b	1,1939	313,7333b	24,2716	7,3850a	0,4366	83,2467c	1,4304	9,3400a	1,8250
4	0,2067d	0,1659	0,1967d	0,0987	4,1167c	0,0527	22,3467c	1,0378	311,7667c	24,4822	7,4633a	0,4165	83,7583a	1,8208	8,7300d	2,2272
6	0,3567c	0,1262	0,2200c	0,1039	4,1400b	0,0414	21,8033d	1,5530	310,4967d	224,1582	7,4867a	0,3643	83,5267b	1,3952	8,9733c	1,7366
8	0,4033b	0,1306	0,3633b	0,0150	4,1733a	0,0484	21,2500e	1,1275	308,2000e	24,5633	7,3383b	0,4580	83,4700b	1,8261	9,1867b	2,2567
11	0,4467a	0,1625	0,4000a	0,0532	4,1867a	0,0585	20,9633f	1,2298	307,0567f	23,8098	7,4800a	0,3305	83,7567a	1,6240	8,7467d	1,9560

Yapılan Duncan testi sonucunda çeşitler arasında incelenen özellikler bakımından fark vardır ve bu fark P<0.01 düzeyinde önemlidir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünya fındık üretiminin tek başına yaklaşık %80'ini karşılaması sebebiyle fındık Türkiye için milli bir gıda ürünüdür. Türkiye'ye yıllara göre farklılık göstermekle beraber 1.5 - 2 milyar dolar civarında döviz girdisi sağlaması sebebiyle çok büyük ekonomik öneme sahiptir. Üretilen fındık kabuklu olarak tüketilmesinin yanı sıra naturel iç, püre, kavrulmuş ve fındık ezmesi gibi daha pek çok nihai ürün şeklinde tüketilmektedir. Mahsul edilen fındık harmanda kurutulmasını takiben çiftçiler tarafından tamamen dış ortama bağımlı şekilde satışının gerçekleşeceği tarihe kadar depolanmaktadır. Bu çalışmada; tamamen geleneksel yöntemlere göre depolanan kabuklu Yağlı, Kara ve Sivri fındık çeşitlerinin; antioksidan kapasite, toplam fenolik içerik, yağ asitleri kompozisyonu, serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı gibi fındığın kalitesine direkt etki eden bazı kimyasal özelliklerinin değişimi araştırılmış ve aşağıda bulgular özetlenmiştir.

1. Üç farklı fındık çeşiti bir yıl boyunca depolanmıştır. Depolanan fındıkların iki farklı yöntemle belirlenen antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik madde içerikleri arasında kuvvetli korelasyonlar bulunmuştur. Bir yıllık depolama süresi sonunda toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitede düşüş meydana gelmiştir. Bu düşüşün en büyük sebebinin tüm çeşitlerde depolama süresi olduğu görülmüştür.

2. Tüm fındık çeşitlerinde baskın yağ asitinin oleik asit olduğu, çeşitler içerisinde en fazla oleik asitin Sivri çeşidinde en az Kara fındık çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Oleik asitin dışında palmitik, palmitoleik, stearik, linoleik, araşidik, linolenik ve eikosanoik asitlerin incelenen tüm fındık çeşitlerinde en önemli yağ asitleri oldukları belirlenmiştir. Yağ asitleri kompozisyonunda, SFA, MUFA ve PUFA değerlerinde depolama süresince dikkate değer bir değişim olamadığı saptanmıştır.

3. Depolama süresi sonunda tüm çeşitlerde serbest yağ asiti oranı ve peroksit sayısı artmıştır. Bu artışta en büyük payın depolama süresi olduğu anlaşılmıştır. Ancak bu artışlar belirlenen yasal limitlerin oldukça altında kalmıştır. Dolayısıyla kaliteyi düşürücü bir etkisi olmamıştır.

4. Depolama süresi sonunda fındığın insan sağlığına özellikle kalp - damar sağlığı ve kanser hastalıklarını önlemeye yardımcı olma özelliğinin çok fazla değişmediği belirlenmiştir.

5. Fındık sert kabuğunun fındığın besinsel bileşenlerini önemli derecede koruma kabiliyeti vardır (Anonymous, 2011). Kabuğun bu özelliğinin fenolik bileşikler ve yağ asitlerini koruma açısından büyük oranda doğru olduğu gözlemlenmiştir. Bu sayede fındıkta önemli kalite kaybı yaşanmamıştır.

6. Depolama koşullarının fındığın kalite özelliklerinin korunması açısından uygun olduğu görülmüştür.

Sınırlı sayıda örnekle yürütülen çalışmada depolanan fındıklar jüt çuvallar içerisinde depolanmıştır. Son yıllarda farklı materyallerden üretilen çuvallarda, depolama da kullanılmaya başlanmıştır. Bu materyallerle depolanan fındığın kimyasal yapısında nasıl değişiklikler olduğu bilimsel çalışmalarla araştırılmalıdır.

Milli bir tarım ürünü olan fındığın bir yılın üzerindeki depolanma stabilitesi araştırılmalıdır. Kalite kaybını önleyecek standartlara sahip depolar fındık yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Karadeniz Sahili boyunca konuşlandırılmalıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- Acar, J., 1998. Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri, Gıda Kimyası, (Editör: İ. Saldamlı), Hacettepe Üniversitesi Basımevi, 435-452 s., Ankara
- Açıkgöz, Z., Önenç. S.S., 2006. Fonksiyonel yumurta üretimi, Hayvansal Üretim 47(1): 36-46
- Açkurt, F. 2004, Fındığın Beslenme ve Sağlık Açısından Değerlendirilmesi, 3. Milli Fındık Şurası.10-14 Ekim 2004, Giresun. Tebliğler Kitabı, (Editör: Karadeniz, T.), S: 596-601, Mega Basım- İstanbul.
- Ağgön, E., 2006. Orta Dereceli Yüksek Rakımda Yapılan Yedi Günlük Kamp Sürecinin Amatör Dağcılarda Oksidatif Stres ve Dinamik Akciğer Fonksiyonları Üzerine Etkisi, 2006, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Erzurum, 48 s.
- Akkuş, İ., Şekeroğlu, M.R., Üner, A., Aköz, M., Kurt, E., 1991. Selenyum : Dağılışı , metabolizması ve fizyopatolojisi. S.Ü.Tıp Fak. Der. 4:547-51
- Aksoy, M., 2007. Ansiklopedik Beslenme, Diyet ve Gıda Sözlüğü, Hatiboğlu Basım ve Yayım San. Tic. Ltd. Şti., 732 s. Ankara
- Aktaş, A.R., Öztürk, E., Hatırlı, S.A., 2009. Dünya Fındık Piyasasında Türkiye'nin Rolü, SDÜ Vizyoner Dergisi, Cilt 1, Sayı 1.
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathirana, C. M., Ohshima, T., 2003a. Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellane* L.) : 1. Compositional Characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 3790-3796
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Ohshima, T., Wanasundara, U., Yurttas, H.C., Liyanapathirana C.M., Rodrigues F.B., 2003b. Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana* L.). 2. Lipid Characteristics and Oxidative Stability, *J. Agric. Food Chem.* , 51, 3797-3805
- Amaral, J.S., Casal, S., Seabra, R.M., Oliviera, B.P.P., 2006. Effects of Roasting on Hazelnut Lipids, *J. Agric. Food Chem.*, 54, 1315-1321
- Anonymous, 2011. Giresun Üniversitesi Hayvansal ve Bitkisel Üretim Bölümü Fındık Ekspertliği Programı Fındık Hasatı, Harman ve Depolanması Dersi Ders Notları, 250s., Giresun
- Anonymous, 2006. Karadeniz İhracatçılar Birliği Genel Sekreterliği, [http://www.kib.org.tr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=14&Itemid=71](http://www.kib.org.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=71) (04.11.2011)
- Anonymous, 1988. *Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Metodları*, Tarım, Orman ve Köyışleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara

- Anonymous, 2010 . Terme Ticaret Borsası, [www.termetb.org](http://www.termetb.org) (25.10.2011)
- Apaydın, E., 2008. Nar Suyu Konsantresi Üretim ve Depolama Sürecinde Antioksidan Aktivitedeki Değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 64s.
- Arcan, I., Yemenicioğlu, A., 2009. Antioxidant activity and phenolic content of fresh and dry nuts with or without the seed coat, *Journal of Food Composition and Analysis*, cilt 22, sayı 3, 184-188 s.
- Ardağ, A., 2008. Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemlerinin Analitik Açıdan Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 55 s.
- Artık, N., 2004. Türk Fındıklarının fenolik bileşik dağılımı ve kavurma prosesinde değişimi, Ankara Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri , Proje no:2001-07-11-045, 63 s., Ankara
- Atoui, A.K., Mansouri A., Boskou G., Kefalas P., 2005. Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile, *Food Chemistry* 89 , 27–36
- Bayram, F., Şahan, S., Kurtoğlu, S., Karadeniz, T., 2004. Sağlık ve Beslenme Gözüyle Fındık, 3. Milli Fındık Şurası.10-14 Ekim 2004. Giresun. Tebliğler Kitabı, (Editör: Karadeniz, T.) S:590-595, Mega Basım- İstanbul
- Benzie, I.F.F., and Strain, J.J., 1999. Ferric reducing antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*, 299, 15-27.
- Brand-Williams, W., Cavalier, M. E. and Berset, C., 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28(1): 25-30.
- Cemeroğlu, B., 2010. *Gıda Analizleri*, (Editör B. Cemeroğlu), Bizim Grup Basımevi, 2. Baskı, 1-86 s., Ankara
- Cemeroğlu, B., Yemencioğlu A., Özkan M., 2009. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1*, (Editör: B. Cemeroğlu), Bizim Grup Basımevi 3. Baskı,1-217s, Ankara
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M., 2001. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Başkent Klîşe Matbaacılık 328s, Ankara
- Ceylan, Z.G., Özturan, K., Demirkaya, A.K., 2007. Erzurum Piyasasında Tüketime Sunulan Piliç Gövde Etlerindeki Tiobarbiturik Asit Sayılarının Belirlenmesi, *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.*, 2 (1) 41-43

- Çağlayan, A., Durmuş, E., 2004. Türkiye Fındık Üretim Alanlarının Coğrafi Dağılışı. 3. Milli Fındık Şurası.10-14 Ekim 2004. Giresun.Tebliğler Kitabı, (Editör:Karadeniz,T.), S:499-503, Mega Basım- İstanbul.
- Çakmakçı, S., Gökalp, H.Z., 1992, Gıdalarda Kısaca Oksidasyon ; Antioksidantlar ve Gıda Sanayiinde Kullanımları, Atatürk Ü.Zir.Fak.Der. 23 (2), 174-192s.
- Çalışkan,T., 1995. Fındık Çeşit Kataloğu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Gn. Md. Bitkisel Üretimi Geliştirme Dairesi Başkanlığı.72 s. Ankara
- Çapanoğlu, E., Boyacıoğlu, D., 2009. Meyve ve Sebzelerin Flavonoid İçeriği Üzerine İşlemenin Etkisi, Akademik Gıda 7(6) , 41-46
- Çavdar, C., Sifil, A., Çamsarı, T., 1997. Reaktif Oksijen Partikülleri ve antioksidan Savunma, Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi - Office Journal of the Turkish Nephrology, Association ; 3-4: 92-95.
- Çaylak, E., 2011. Hayvan ve bitkilerde oksidatif stres ile antioksidanlar, Tıp Araştırmaları Dergisi: 9 (1) : 73-83
- Delgado, T., Malheiro, R., Pereira, J.A., Ramalhosa, E., 2010. Hazelnut (Corylus avellana L.) kernels as a source of antioxidants and their potential in relation to other nuts, Industrial Crops and Products 32 , 621–626
- Delibaş, N., Özçankaya R., 1995. Serbest Radikaller, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 2 (3): 11-17
- Demirci, M., 2003. *Beslenme*, Rebel Yayıncılık , Tekirdağ, 286s.
- Dündar, Y. 2001. Fitokimyasallar ve Sağlıklı Yaşam, Kocatepe Tıp Dergisi , 2,131-138
- Dündar, Y., Aslan, R., 1999. Bir Antioksidan Olarak Vitamin E, Genel Tıp Dergisi, 9(3), 109-116s.
- Elmastaş, M., Gerçekçioğlu R., 2006. Bazı Üzüksü Meyve Türlerinin Antioksidan Aktiviteleri, 2.Ulusal Üzüksü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül 2006, Ulusal Üzüksü Meyveler Sempozyumu Bildiler Kitabı 295-298, Tokat
- Erdemoğlu, N., Şener, B., 1999. Taksol ve Türevlerinin Biyosentezi, Ankara Ecz. Fak. Derg. 28(2)99-116,
- Erdemoğlu, N., Şener, B., 2000. Taksan sınıfı bileşiklerin antitümör etkileri, Ankara Ecz. Fak. Derg. 29(1)77-90
- Ergün, A, Tuncer, S.D., Çolpan , Yalçın, S, Yıldız, G., Küçükersan, M.K., Küçükersan, S., Önel, A.G., Muggalı, Ö.H., Sehu, A., 2002. *Yemler, Yem Hijyeni Ve Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Pozitif Matbaacılık, Ankara.

- Evren S., 2011. Naturel fındık ununun depolama stabilitesi, Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun, 136 s.
- Fidan, F.A., Dündar, Y., 2007. *Yucca Schidigera* ve İçerdiği Saponinler İle Fenolik Bileşiklerin Hipokolesterolemik ve Antioksidan Etkileri, Lalahan Araşt. Enst. Derg., 47(2) 31-39s.
- Gökpmar, Ş., Koray T., Akçiçek E., Göksan T., Durmaz Y., 2006. Algal Antioksidanlar, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt:23, Ek. (1/1): 85-89
- Gür, E., Altuğ, T. 2001. Antioksidanlar, Gıda Katkı Maddeleri, (Editör: T. Altuğ), Meta Basım, 17-31s, İzmir
- Güven, Ç.,E., Oktun, G.T., Boyacıoğlu, D., 2010. Flavonoidlerin Biyoyararlılığını Etkileyen Faktörler, Gıda 35(5):387-394
- Güzel, E.Ç., 2007. Hipertiroidili Kadın Hastalarda Vitamin E Düzeyleri, Uzmanlık Tezi, Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, 50s.
- Güzel, S., Herken, E.N., Erel, O., 2009. Total Antioxidant Capacity and Total Phenol Contents of Turkish Edible Oils, Akademik Gıda 7(6) , 13-17
- Güzelhan, Y., Sayar, K., Öztürk M., Kara İ., 2000. Şizofrenide Serbest Radikaller, Klinik Psikofarmakoloji Bülteni, Cilt: 10, Sayı: 2
- Haroun, M.I., 2006. Türkiye’de Üretilen Bazı Çiçek ve Salgı Ballarının Fenolik asit ve Flavonoid Proflinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 120 s.
- <http://www.fae.gov.tr/MenuDetay.aspx?MenuID=173&MenuADI=F%FDnd%FDkta%20Hasat%20ve%20Harman%20Sonras%FD%20%DD%FElemler> (03.07.2012)
- [http://4uzbk.sdu.edu.tr/4UZBK/HYB/4UZBK\\_010.pdf](http://4uzbk.sdu.edu.tr/4UZBK/HYB/4UZBK_010.pdf), (22.02.2012). Rasyondaki yağ asitlerinin ruminantlarda üreme fonksiyonları üzerine etkisi, Şirin E., Kuran M.
- <http://scienceofacne.com/pl/chemical-peels-clinical-for-acne-scars/phenol-molecule/> (02.02.2012)
- <http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/misc/toc.html>, (18.01.2012), Nomenclature of Tocopherols and Related Compounds,
- <http://www.biriz.biz/cay/articles/fenolikmadde.htm> (16.02.2012)
- <http://www.lurj.org/article.php/vol3n2/flavonoids.xml>, 16.02.2012
- <http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/misc/toc.html>, 18.01.2012

- Huang, D., Ou, B., and Prior, R.L., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1841-1856.
- İşıksoluğu, M., 2000. Flavonoid ve çay tüketimi ile kardiyovasküler hastalıklar arasındaki ilişkiler- Association of flavonoids and tea intake between cardiovascular disease, *Türk Hij Den Biyol Derg.*, Cilt 57, No 3, S : 181 – 188
- İşleroğlu, H., Yıldırım, Z., Yıldırım, M., 2005. Fonksiyonel Bir Gıda Olarak Keten Tohumu, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 23-30
- Kan, T., Bostan, S.Z., 2010. Malatya’da Yetiştirilen Kayısıların (*prunus armeniaca* L.) Bazı Fenolik Madde İçeriklerinin İncelenmesi, *Bahçe* 39(1): 21-29
- Karabulut, H.A., Yandı, İ., 2006. Su ürünlerindeki omega-3 yağ asitlerinin önemi ve sağlık üzerine etkisi, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* Cilt: 23, Ek. (1/3): 339-342
- Karaca, Ş., Kulaç, M., Öze, H., Kavuncu, V., 2005. Dermatolojide Balneo-foto Terapi, *Kocatepe Tıp Dergisi The Medical Journal of Kocatepe* 6: 7-15
- Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Nuray K., 2004, Fındığın fonksiyonel özellikleri, 3. Milli Fındık Şurası.10-14 Ekim 2004, Giresun. Tebliğler Kitabı, (Editör: Karadeniz, T.) S: 608-611. Mega Basım- İstanbul.
- Karadeniz, T., Bostan,S., Z., Tuncer,C., Tarakçıoğlu,C. 2009. *Fındık Yetiştiriciliği*. Ziraat Odası Başkanlığı Bilimsel Yayınlar Serisi,154 s, Ordu
- Karagülmez, K. ve Usul M., 2004. Fındığın Genel Durumu Sorunları ve Çözüm Önerileri, 3. Milli fındık şurası, Giresun10-14 Ekim 2004, 3. Milli fındık şurası tebliğler kitabı, Editör: Karadeniz, T., 158-162, İstanbul
- Karataş, F., Tuğ, T., Konar, V., 2008. Aerosole Maruz Kalan İşçilerde, Serum Antioksidan Bileşikler (A, E, C) , Selenyum ve Malondialdehit Düzeyleri, *Toraks Dergisi* ; 9(1): 13-6
- Kayahan, M., 2008. *Yağ Kimyası*. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, 248s., Ankara
- Kelebek, H., Canbaş, A., 2010. Hicaz Narı Şirasının Organik Asit Şeker ve Fenol Bileşikleri İçeriği ve Antioksidan Kapasitesi, *GIDA The Journal of Food*, 35(6): 439-444
- Kocaoğlu, B., 2003. Fındık ve Sağlığımız. *Dünya Fındık Lezzetleri*, Fındık Tanıtım Grubu, s:6-8, İstanbul
- Konuşkan, D.B., Altan, A., 2008. Zeytin ve Zeytinyağında Doğal Olarak Bulunan Biyoaktif Bileşikler ve Fizyolojik Etkileri, *Gıda*, 33(6): 297-302
- Köksal, A.İ., 2002. *TÜRK FINDIK ÇEŞİTLERİ*, Fındık Tanıtım Grubu, 136 s., Ankara

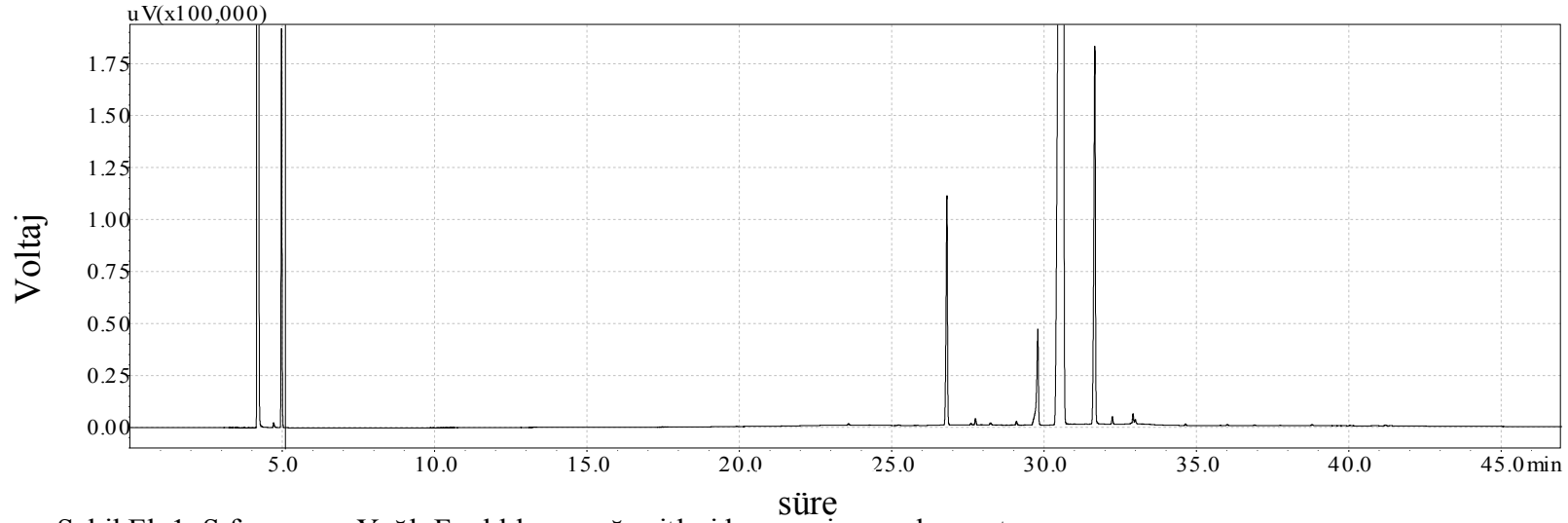
- Köksal, A.İ., Artık, N., Şimşek, A., Güneş, N., 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey, Food Chemistry cilt 99, sayı 3, 509-515
- Kurt, H., 2004. Fındığın Üretim ve Pazarlama Aşamasındaki Sorunları, 3. Milli fındık şurası, Giresun10-14 Ekim 2004, 3. Milli fındık şurası tebliğler kitabı, Editör: Karadeniz, T., 158-162, İstanbul
- Lee, J., Koo, N., and Min, D.B., 2004. Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 3, 21-33.
- Locatelli, M., Travaglia, F., Coisson, J.D., Martelli, A., Stevigny, C., Arlorio, M., 2010. Total antioxidant activity of hazelnut skin (Nocciola Piemonte PGI): Impact of different roasting conditions, Food Chemistry 119 , 1647–1655
- Mammadov, R., 2002. *Vitaminler*, Nobel Yayın Dağıtım134 s., Ankara
- Mercan, U., 2004. Toksikolojide Serbest Radikallerin Önemi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi, 15 (1-2):91-96
- Memişoğulları, R., 2005. Diyabette Serbest Radikallerin Rolü ve Antioksidanların Etkisi. Düzce Tıp Fakültesi Dergisi; 3: 30-39
- Miraliakbari, H., Shahidi, F., 2008. Lipid class compositions, tocopherols and sterols of tree nut oils extracted with different solvents, Journal of Food Lipids 15 , 81–96.
- Moser, B.R., 2012. Preparation of fatty acid methyl esters from hazelnut, high-oleic peanut and walnut oils and evaluation as biodiesel, Fuel, cilt 92,sayı 1, 231-238
- Oğuz, A., 2008. Bazı Çerez Gıdaların Antioksidan Kapasiteleri. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat,60 s.
- Okcu, F., Keleş, Z., 2009, Kalp-Damar Hastalıkları ve Antioksidanlar, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Derg. 40 (1), 153-160
- Oliveira, I., Sousa, A., Morais, J.S., Ferreira, I.C.F.R., Bento, A., Estevinho, L., Pereira, J.A., 2008. Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars, Food and Chemical Toxicology 46 , 1801–1807
- Orak, E., Yanardağ, R., Orak, H., 2000. Selanyum ve Kalp Hastalıkları İlişkisi, Türk Kardiyoloji Der. Arş., 28:230-238
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M., 2005. *Ilman İklim Meyve Türleri, Sert Kabuklu Meyveler*, Cilt:3, Ege Üniversitesi Basımevi, 308 s., İzmir

- Özdemir, M., Özay, G., Seyhan, F. G., 1998. *Hasattan ambalaja fındık işleminin kritik kontrol noktalarında tehlike analizi*, Marmara Araştırma Merkezi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsü, 39 s., Kocaeli
- Özden, M. ve Vardin, H., 2009. Şanlıurfa Koşullarında Yetiştirilen Bazı Şaraplık Üzüm Çeşitlerinin Kalite ve Fitokimyasal Özellikleri. *HR.Ü.Z.F.Dergisi*, 13(2): 21-27
- Özsoy, M. K., 2008. Deneysel Spinal Kord Yaralanması Sonrası Deferoksaminin Süperoksit Dismutaz ve Histopatolojik Değişiklikler Üzerine Etkisi, Uzmanlık Tezi. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirurji Anabilim Dalı , Adana . 47 s.
- Parcerisa, J., Boatella, J., Codony, R., Rafecas, M., Castellote, A.I., Garcia, J., Lopez, A., Romero, A., 1995. Comparison of Fatty Acid and Triacylglycerol Compositions of Different Hazelnut Varieties (*Corylus avellana* L.) Cultivated in Catalonia (Spain), *J. Agric. Food Chem.* , 43, 13-16
- Pehlivanoğlu, S., 2004. Kalp ve Damar Hastalıklarından Korunmada Fındığın Etkisi. 3. Milli Fındık Şurası.10-14 Ekim 2004, Giresun. Tebliğler Kitabı, (Editör: Karadeniz, T.), S:584-586, Mega Basım- İstanbul.
- Pellegrini, N., Serafini, M., Salvatore, S., Rio, D.D., Bianchi, M., and Brighenti, F., 2006. Total antioxidant capacity of spices, dried fruits, nuts, pulses, cereals and sweets consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *Molecular Nutrition and Food Research*, 50, 1030-1038.
- Ringel, I., Horwitz, S. B. ,1991. "Studies with RP 56976 (Taxotere): A semisynthetic analogue of taxol" *J. Natl. Cancer Inst.*, 83, 288-91 .
- Saldamlı, İ., Sağlam, F., 1998. Vitaminler ve Mineraller, *Gıda Kimyası*, ( Editör: Saldamlı, İ., Hacettepe Üniversitesi Yayınları , 337-398s., Ankara
- Seyhan, F., Ozay, G., Saklar, S., Ertaş, E., Satır, G., Alasalvar, C., 2007. Chemical changes of three native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) during fruit development, *Food Chemistry* 105 , 590–596
- Shahidi F., Alasalvar, C., 2004. Fındık ve Fındık Yan Ürünlerinde Fitokimyasal Maddeler ve Biyoaktif Bileşikler. Fındık Tanıtım Grubu, Türkiye
- Singleton, V.L., Rossi Jr., J.A., 1965. Colorimetric of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.* 16, 144–158.
- Şahin, İ., Erkut, A., Öztekin, L., Üstün, Ş., Oysun, G., 1990. *Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetiştirilen Fındık Çeşitlerinin Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi yayınları no:63, Eser Matbaası, Samsun, 54s.

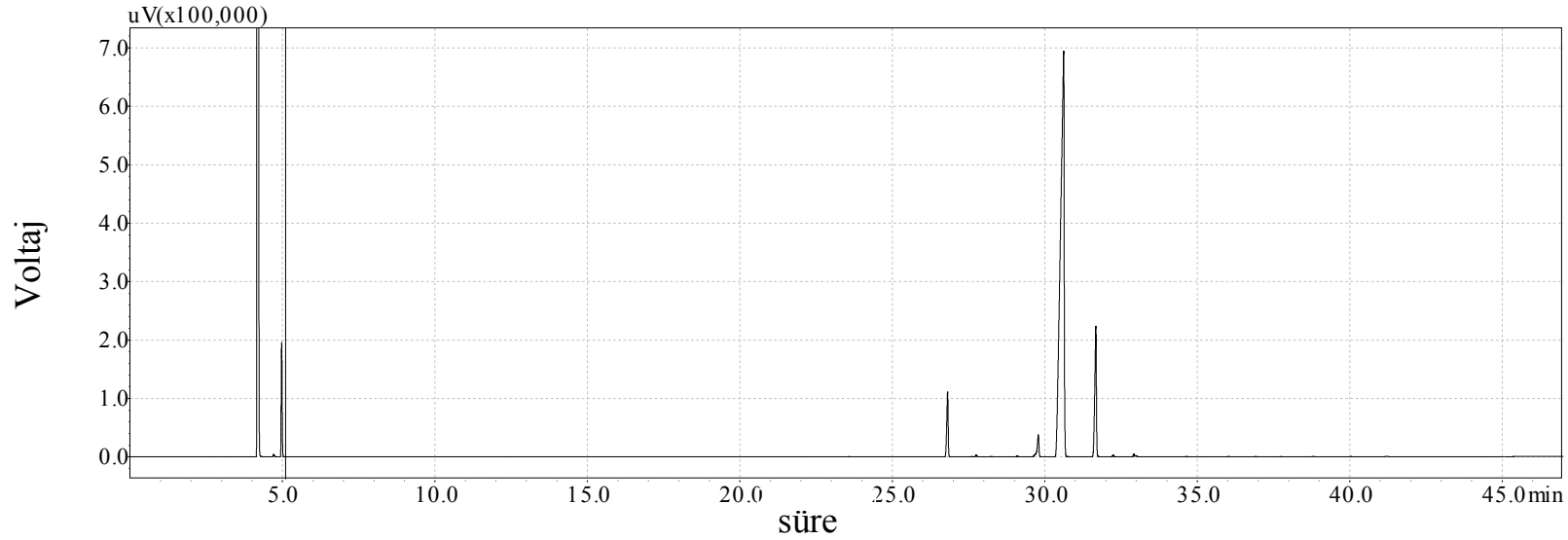
- Şimşek, A., 2004. Değişik kavurma proseslerinin bazı fındık çeşitlerinde oluşturduğu biyokimyasal değişiklikler, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 165 s.
- Şimşek, A., Aslantaş, R., 1999. Fındığın Bileşimi ve İnsan Beslenmesi Açısından Önemi. *Gıda* 24(3): 209-216
- Tayar, M., Çıbık, R., 2011. *Gıda Kimyası*, Dora Basım Yayın Ltd. Şti., Bursa, 219 s. Technology, 17, 505-512.
- T.M.O., 2011. Fındık Bülteni. 2011-02,
- Trabzon Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, 2012. Sözel görüşme, Trabzon. trabzonbolge@dmi.gov.tr
- TS 1917, 2003. Türk Standardı İç Fındık, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 3074, 2003. Türk Standardı Kabuklu Fındık, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Tsao, R. and Deng, Z., 2004. Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. *Journal of Chromatography B*, 812, 85-99.
- Tuncel, N.B., Yılmaz, N., 2010. Kaz Dağları'ndan Toplanan Bazı Bitkilerin Fenolik Asit Kompozisyonlarının Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi İle Belirlenmesi, *Akademik Gıda* 8 (3) 18-23
- Turan, A., 2012. Sözlü görüşme, Giresun Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Hayvansal ve Bitkisel Üretim Bölümü Fındık Ekspertiği Programı, Giresun. ali.turan@giresun.edu.tr
- Turan, A., 2007. Giresun İli Bulancak İlçesi Tombul Fındık Klon Seleksiyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 99 s.
- TÜİK, 2012. Bitkisel üretim istatistikleri Dönem 2011, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10780>, (26.04.2012)
- Türk, F., H., 2009. Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Farklı Dönemlerde Alınan Yapraklardaki Fenolik ve Mineral Madde Değişimlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta, 113 s.
- Türkeri, L., 2005. Prostat kanseri için koruyucu beslenme özellikleri 'chemoprevention- gıda', *Üroonkoloji Bülteni*, 1, 16-22 s.
- Ünal, M. K., Yalçın, H., 2004. Fındığın yağ içeriğinin kimyasal bileşimi, 3. Milli Fındık Şurası.10-14 Ekim 2004, Giresun. Tebliğler Kitabı, (Editör: Karadeniz, T.), S: 540-543

- Ünüvar, Ş., 2007. *Gıda – Besin Teknolojisi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 178 s.
- Üstün N.Ş., Karaosmanoğlu, A., Karaosmanoğlu, H., 2011, Fındık Antioksidanları, 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, 24-26 Kasım 2011 Ankara, Kongre Bildiri Kitabı, 69s., Korza Yayıncılık
- Velioğlu, S., 2006. Ekstraksiyon Kosullarının Siyah Çayda ve Mate Çayında Polifenol, Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivite Üzerine Etkileri, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Proje Numarası: 2005-0745-004-HPD, Ankara Üniversitesi, Ankara
- Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E., and Prior, R.L., 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 4026 - 4037.
- Yağmur, C., Özer E.A., 2004. Fındığın insan beslenmesi ve sağlığındaki önemi, 3. Milli Fındık Şurası, Giresun. Tebliğler Kitabı, (Editör: Karadeniz, T.) S:602-607. Mega Basım- İstanbul.
- Yılmaz, İ., 2010. Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres, İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 17 (2) 143-153

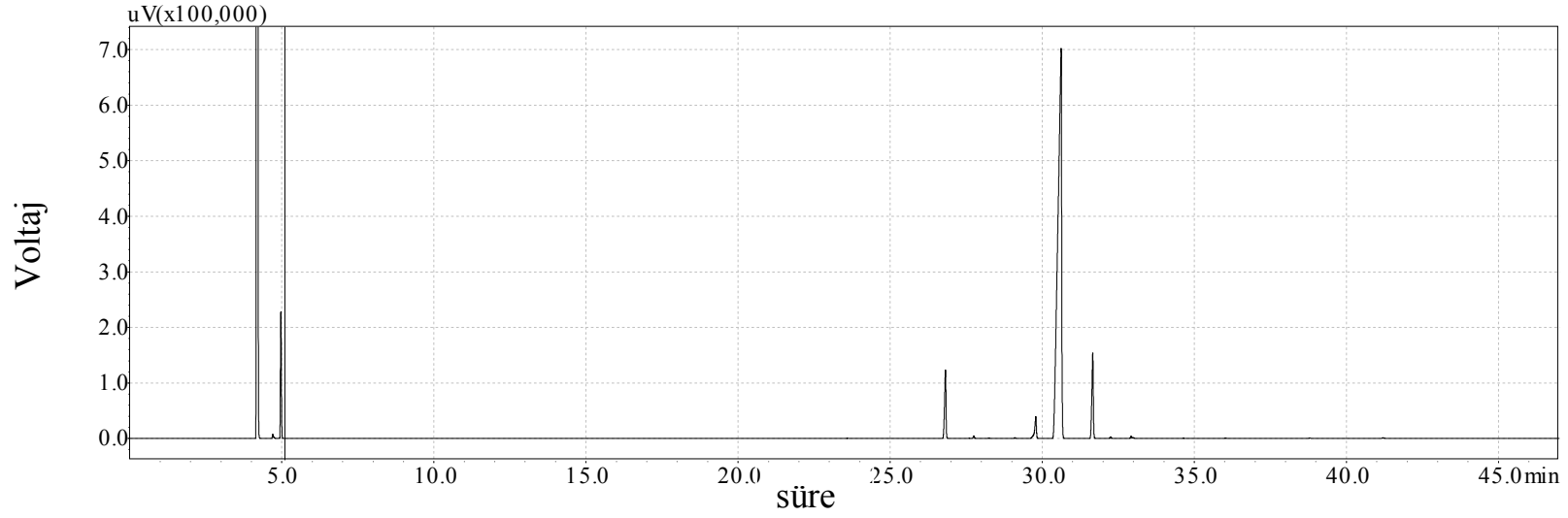
## EKLER



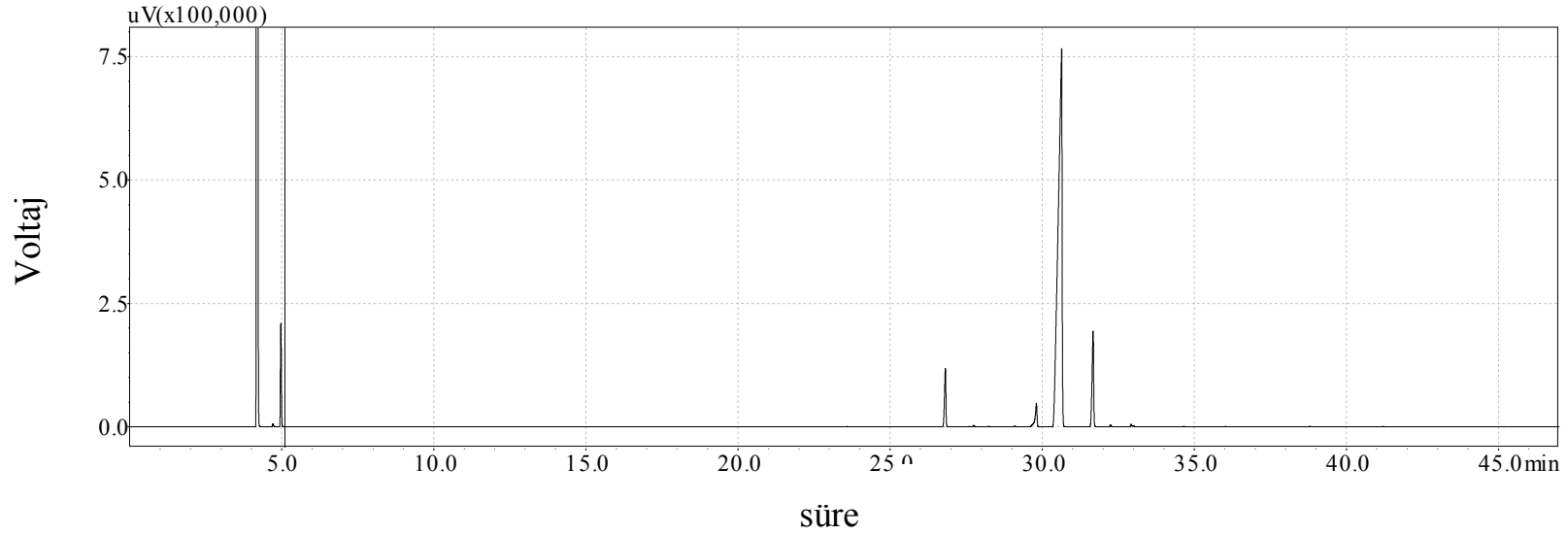
Şekil Ek 1. Sıfırcı ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



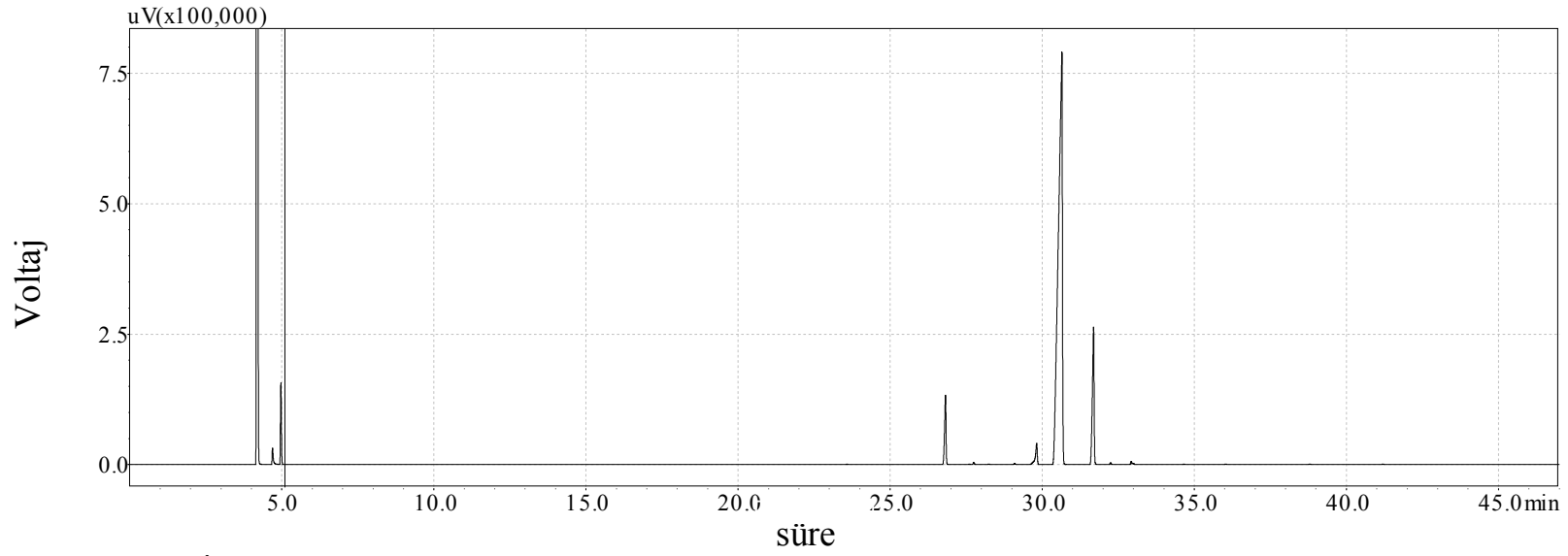
Şekil Ek 2. Sıfırcı ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



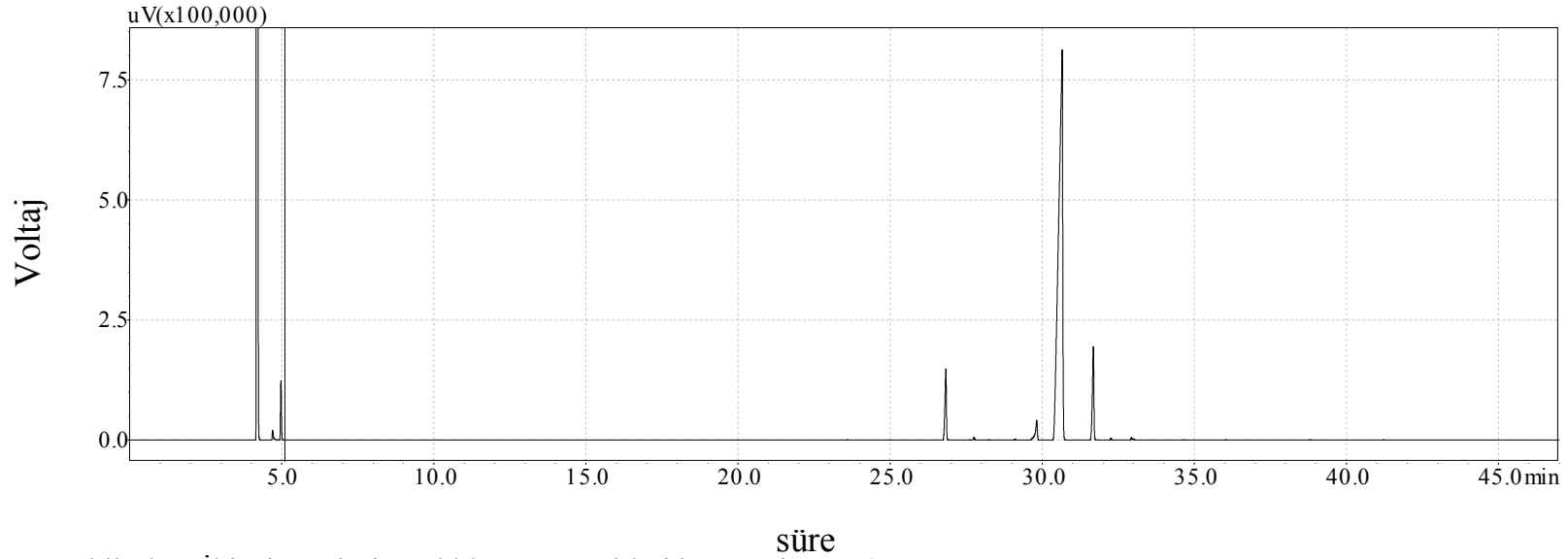
Şekil Ek 3. Sıfırncı ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



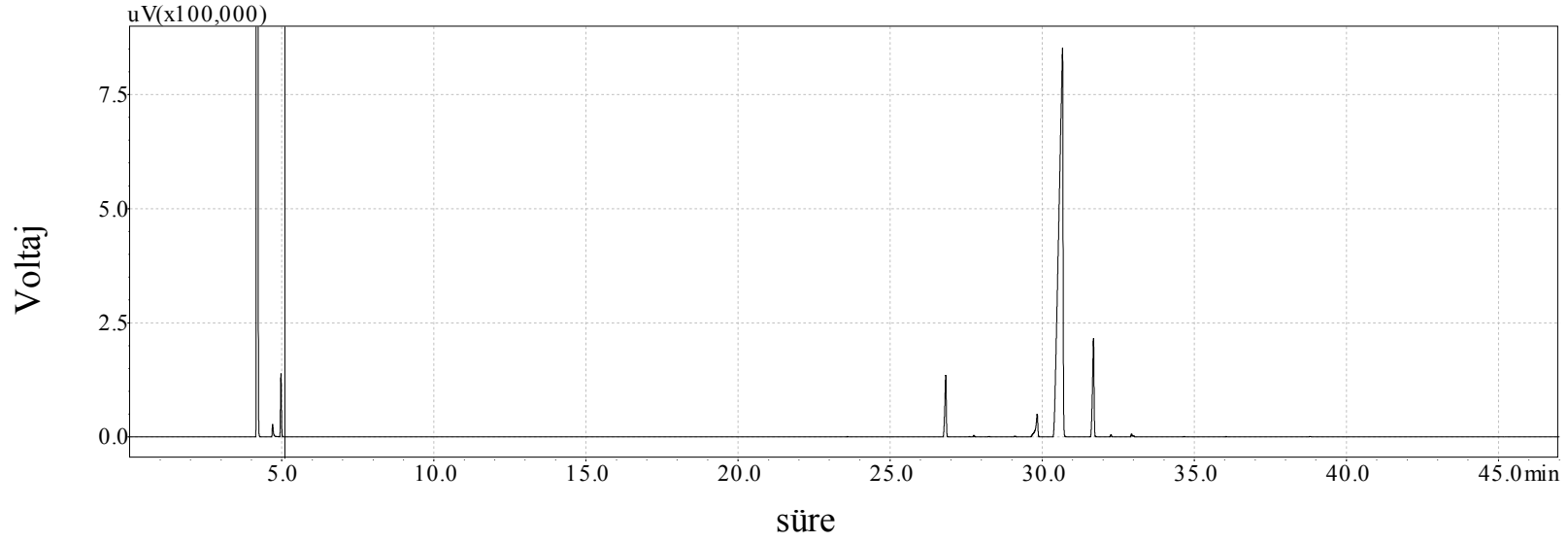
Şekil Ek 4. İkinci ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



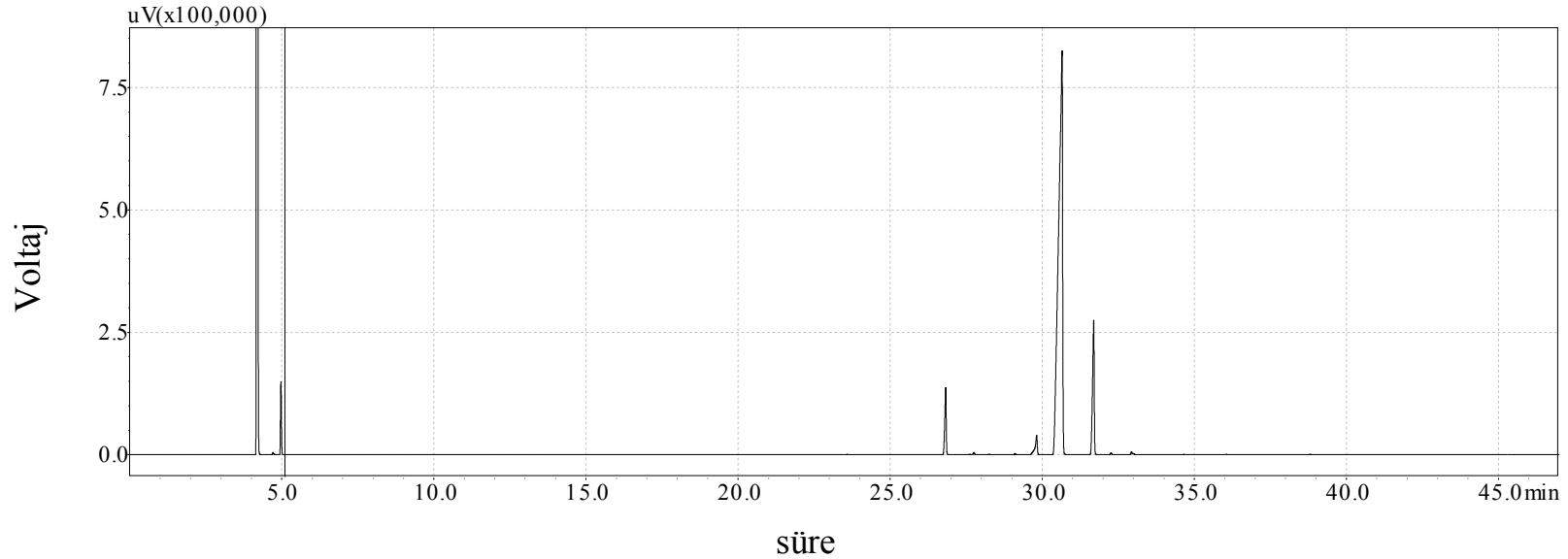
Şekil Ek.5. İkinci ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



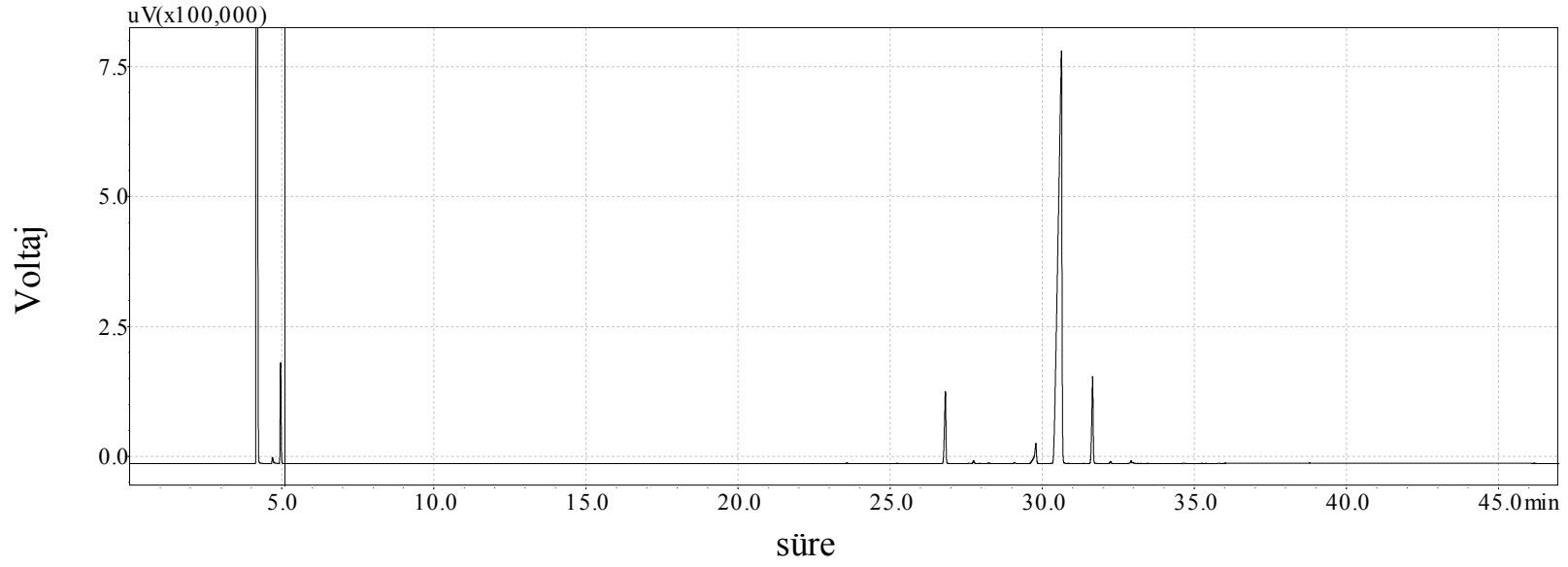
Şekil Ek.6. İkinci ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



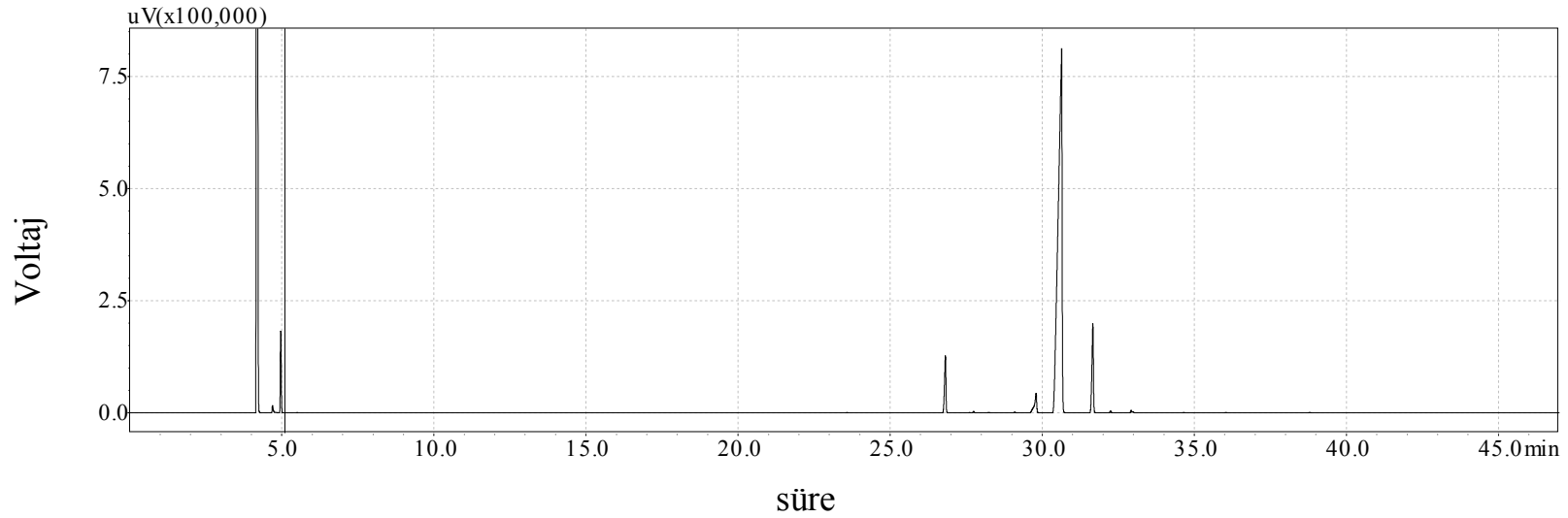
Şekil Ek.7. Dördüncü ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



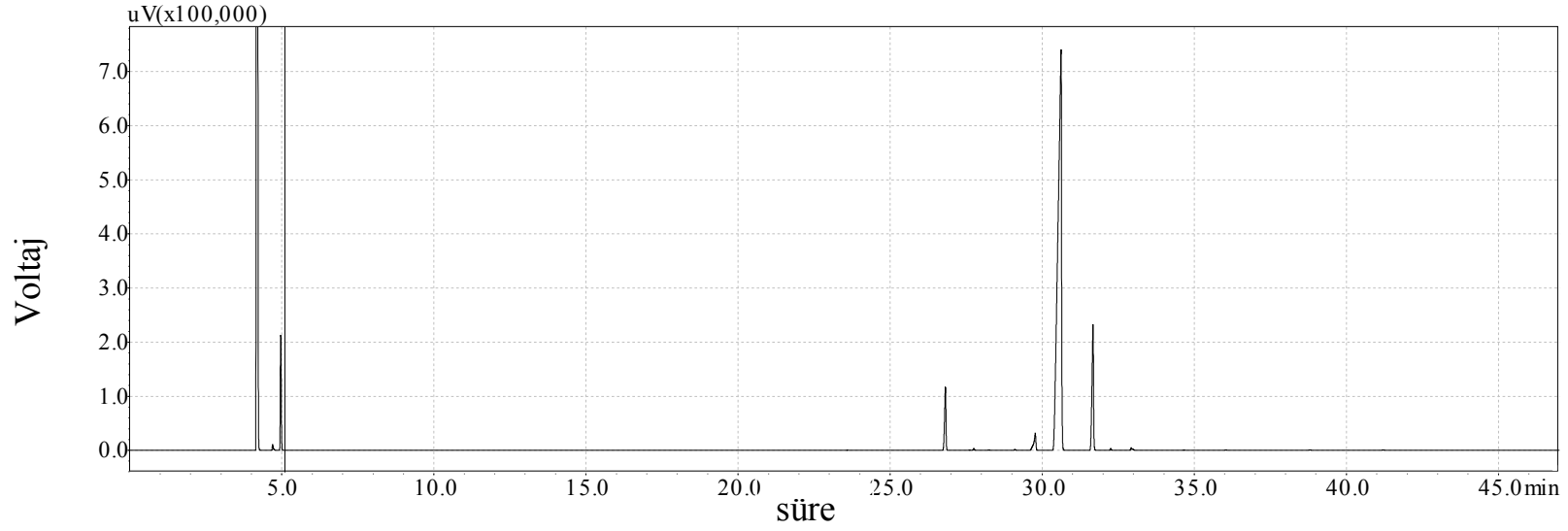
Şekil Ek.8. Dördüncü ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



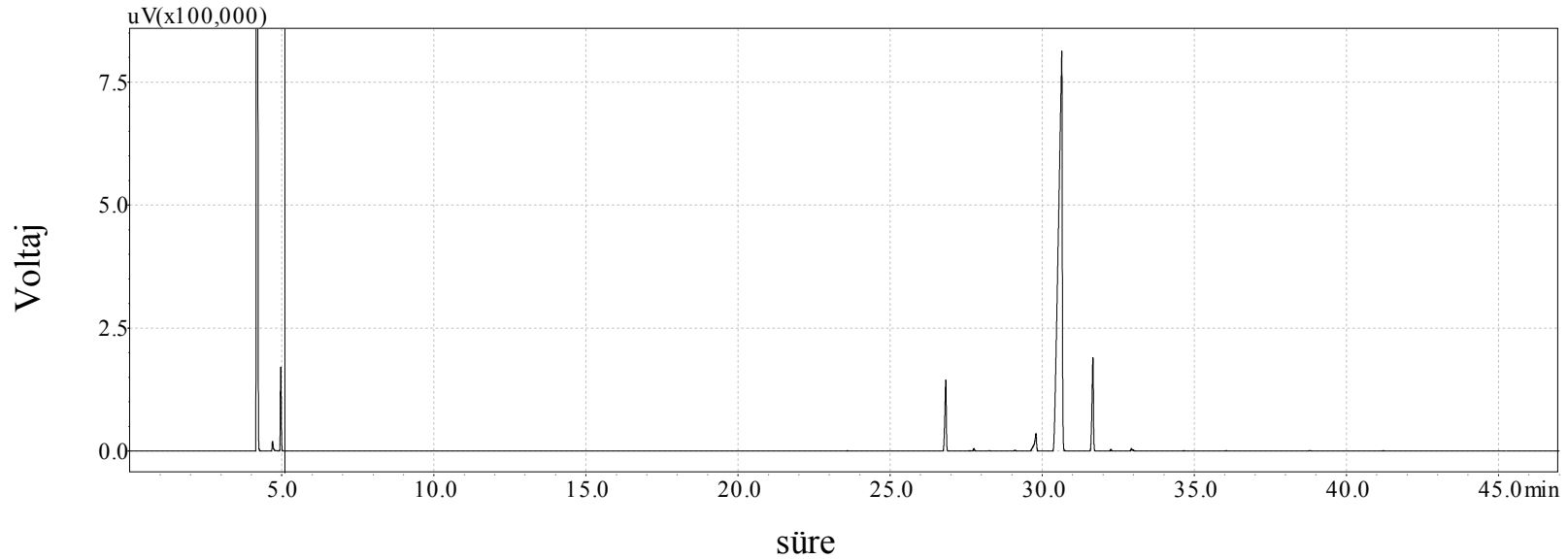
Şekil Ek.9. Dördüncü ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



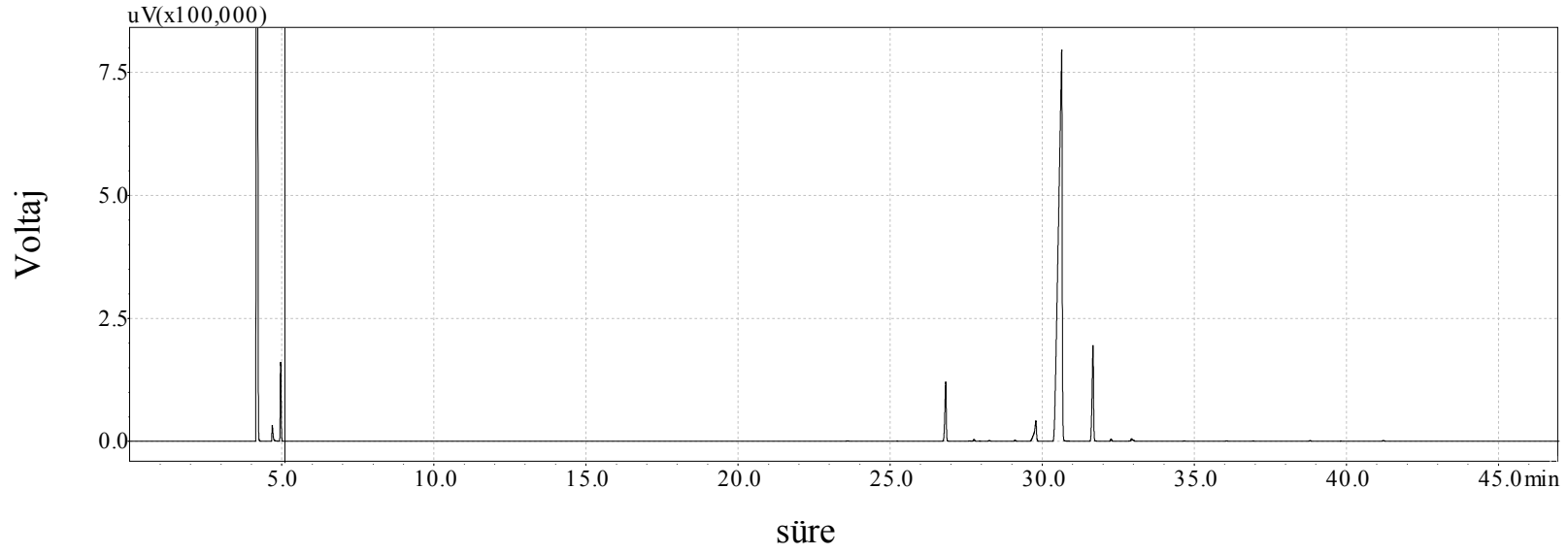
Şekil Ek.10. Altıncı ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



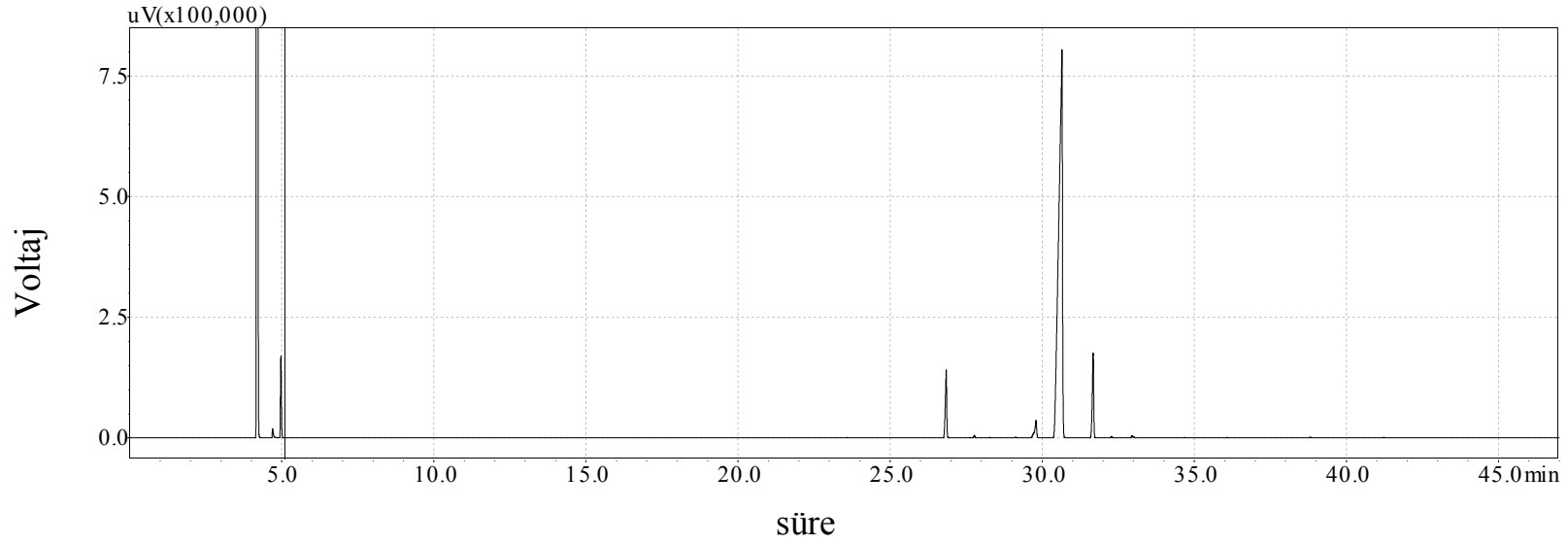
Şekil Ek.11. Altıncı ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



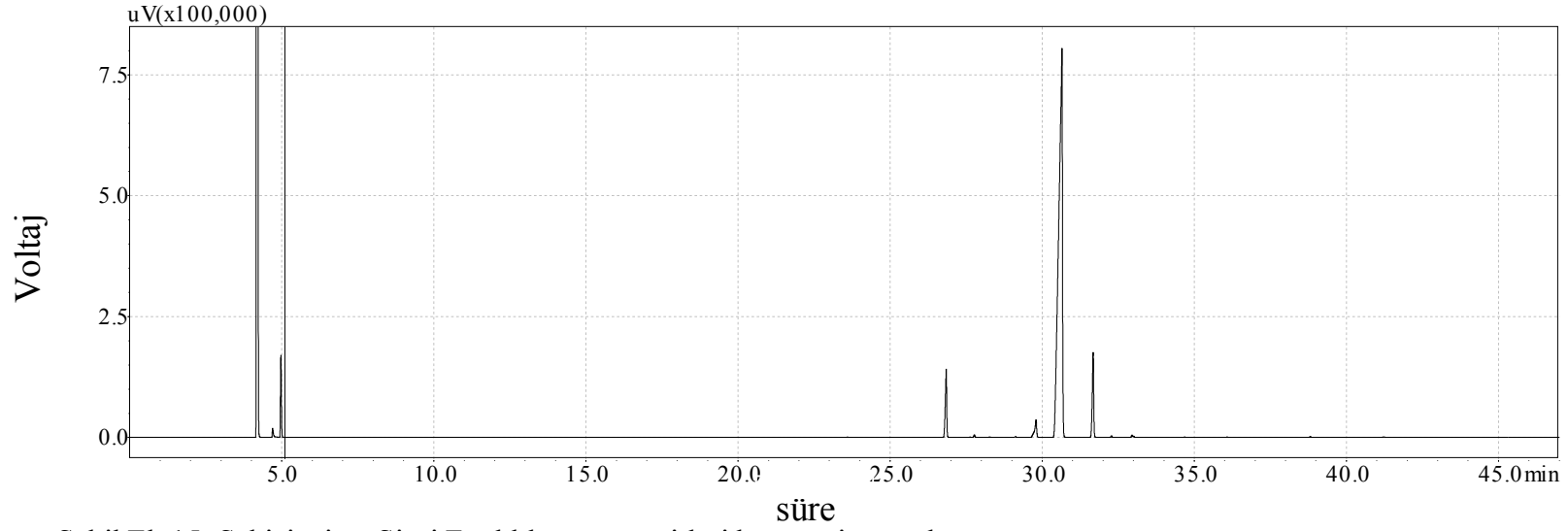
Şekil Ek.12. Altıncı ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



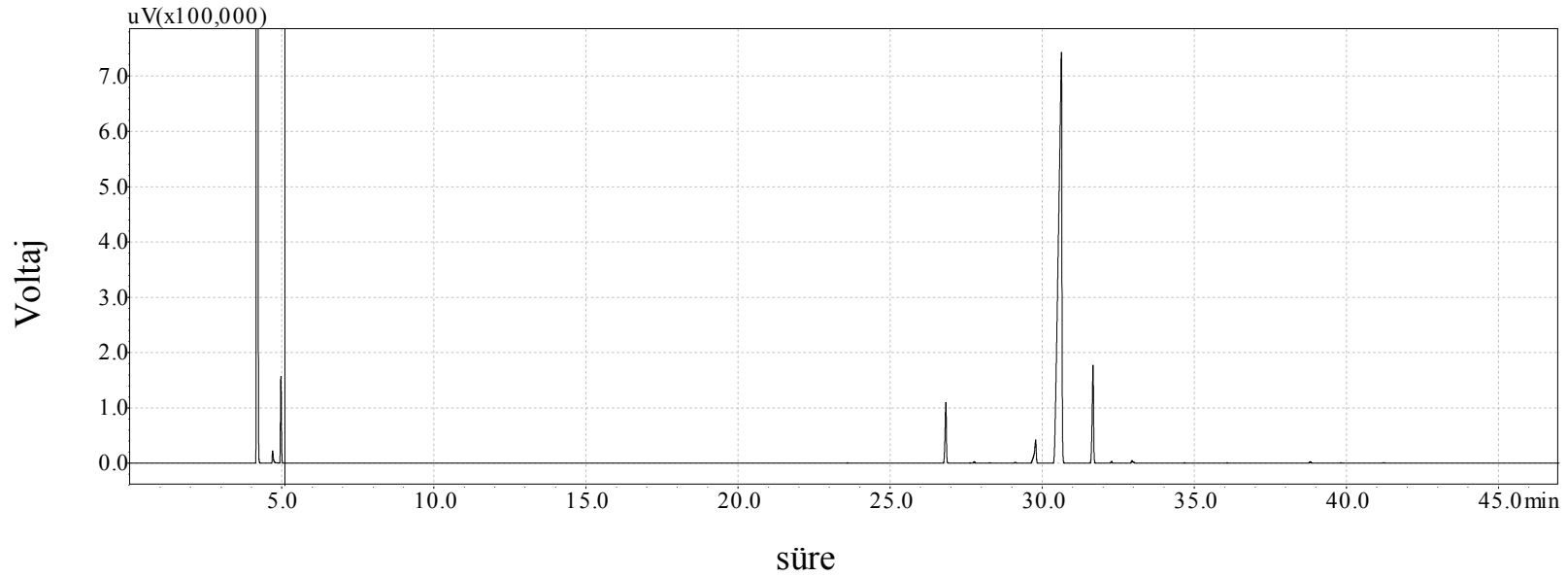
Şekil Ek.13. Sekizinci ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



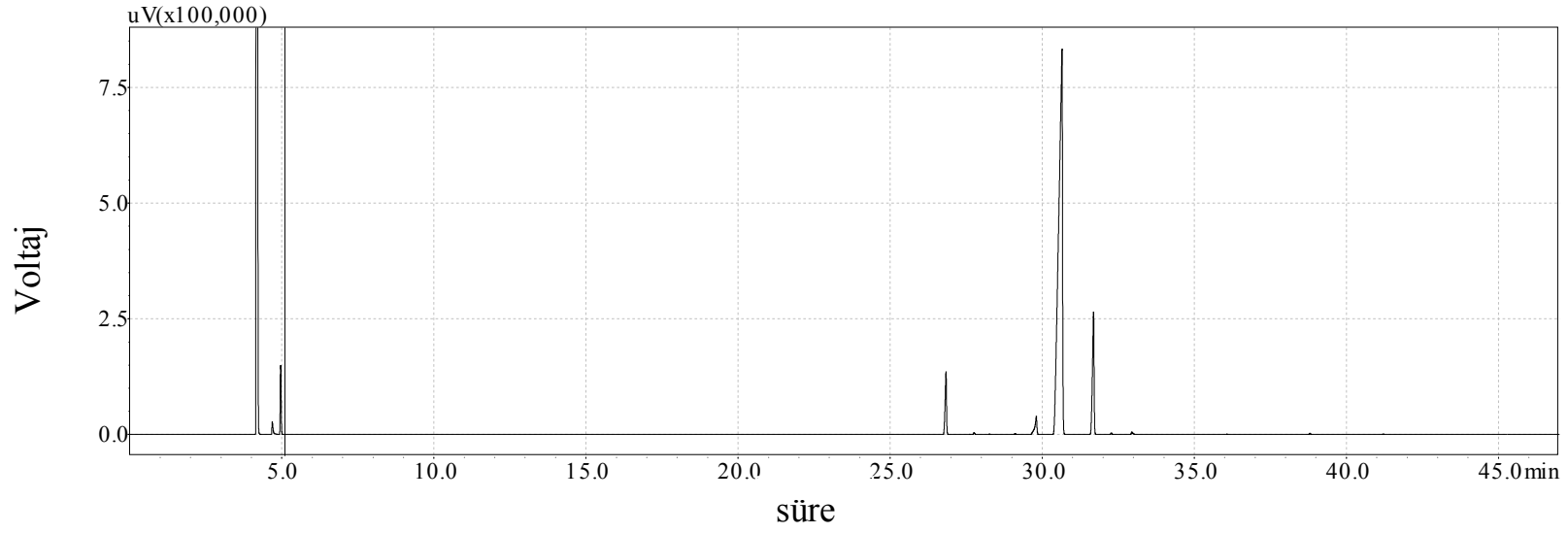
Şekil Ek.14. Sekizinci ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



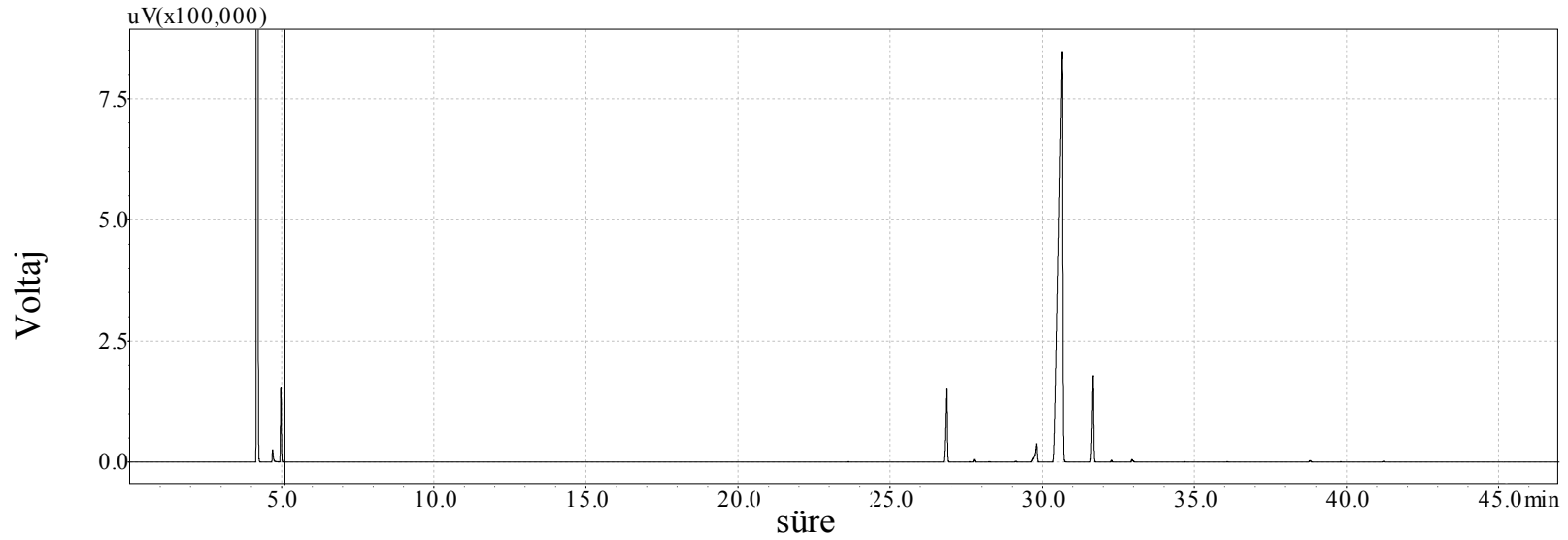
Şekil Ek.15. Sekizinci ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



Şekil Ek.16. Onbirinci ay Yağlı Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



Şekil Ek.17. Onbirinci ay Kara Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı



Şekil Ek.18. Onbirinci ay Sivri Fındıkların yağ asitleri kompozisyonu kromotogramı

## ÖZGEÇMİŞ

20.04.1981 yılında Giresun'da doğdu. İlk ve ortaöğrenimini Giresun'da tamamladıktan sonra 2000 yılında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2005 yılında lisans eğitimini tamamlayarak Gıda Mühendisi ünvanını kazandı. 2005 - 2008 yılları arasında özel sektöre ait çeşitli gıda ve fındık fabrikalarda üretim mühendisi olarak çalıştı. 2008 Giresun Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Fındık Ekserliği Bölümüne Öğretim Görevlisi olarak atandı. 2009 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Giresun Üniversitesi'ndeki görevini sürdürmektedir. Evli ve bir kız çocuk babasıdır.