

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME TEKNİĞİNİN CEVİZ
MEYVESİNDE KULLANIMI VE ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUSE GÜLER

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME TEKNİĞİNİN CEVİZ
MEYVESİNDE KULLANIMI VE ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUSE GÜLER

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

BUSE GÜLER tarafından hazırlanan “**Modifiye Atmosfer Paketleme Tekniğinin Ceviz Meyvesinde Kullanımı ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkisi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 20.08.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

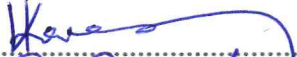
Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Hakan KARACA

Üye
Doç. Dr. Emre BAKKALBAŞI

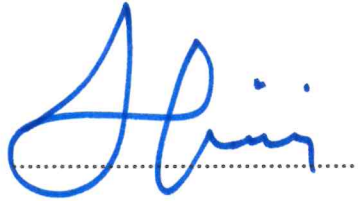
Üye
Doç. Dr. Fatma IŞIK


.....

.....

.....

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
04/09/2019 tarih ve 35/21.... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


.....

Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Birimi tarafından 2018 FEBE 014 no'lu proje ile desteklenmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

TEZ DANIşMANI: DOÇ. DR. HAFİFA KARLIDAĞI
DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

ı tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Buse GÜLER



ÖZET

**MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME TEKNİĞİNİN CEVİZ
MEYVESİNDE KULLANIMI VE ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BUSE GÜLER
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. HAKAN KARACA)
DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019**

Ceviz sağlığa yararlı birçok bileşeni nedeniyle son derece özel bir meyvedir. Özellikle yüksek yağ içeriği ve zengin doymamış yağ asidi kompozisyonu nedeniyle yüksek besleyici özelliğe sahiptir. Ancak çoklu doymamış yağ asidi varlığı nedeniyle oksidasyon reaksiyonlarına eğilim göstermektedir. Bu çalışmada farklı ambalajlama teknikleriyle paketlenip farklı sıcaklıklarda 21 hafta depolanan bütün, kırık ve öğütülmüş haldeki ceviz örneklerindeki bazı kimyasal özelliklerin değişimleri incelenmiştir. Bütün şekilde muhafaza edilen ceviz örneklerinde serbest yağ asidi ve konjuge dien değerlerinin depolama süresince kısmen korunduğu, peroksit ve konjuge trien değerlerinin ise kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerine göre nispeten daha düşük seviyede artış gösterdiği gözlenmiştir. Modifiye atmosferde paketleme tekniği, peroksit ve konjuge trien değerlerinin yükselmesini sınırlamasıyla cevizin oksidasyon reaksiyonlarına karşı muhafazasında etkili bulunmuştur. Düşük sıcaklıkta (4°C'de) depolanan örneklerdeki serbest yağ asidi, peroksit ve konjuge dien değerlerindeki artışın 20°C'de depolanan örneklerdeki artıştan daha sınırlı olduğu belirlenmiştir. Beklendiği gibi, cevizlerdeki boyut küçültme işlemi oksidasyonun genellikle artmasına neden olmuştur. Bu durum özellikle öğütülmüş örneklerde tespit edilen yüksek peroksit, konjuge trien ve *p*-anisidin değerleriyle ortaya konmuştur. Ancak öğütülmüş örneklerde bütün ve kırık örneklere göre daha yüksek antioksidan aktivite değerleri tespit edilmiştir ve bunun oksidasyon prosesine karşı ceviz meyvesinde gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Modifiye Atmosferde Paketleme, Vakum Paketleme, Ceviz, Lipit Oksidasyonu, Depolama

ABSTRACT

USE OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING TECHNIQUE FOR WALNUT FRUIT AND ITS IMPACT ON PRODUCE QUALITY

MSC THESIS

BUSE GÜLER

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. HAKAN KARACA)

DENİZLİ, AUGUST 2019

Walnut is a special fruit due to its many health beneficial components. It has highly nutritive properties especially because of high oil content and rich unsaturated fatty acid composition. However, it is prone to oxidation reactions due to its polyunsaturated fatty acids. In this study, the changes in some chemical characteristics of whole, crushed and ground walnut kernels packaged by different techniques during 21-week storage at different temperatures were investigated. In whole kernels, the levels of free fatty acids and conjugated dienes did not dramatically change and the increases in peroxide and conjugated triene values were relatively smaller than those in crushed and ground samples. Modified atmosphere packaging technique was found effective in protecting walnut against oxidation reactions by limiting increases in peroxide and conjugated triene values. The increases in free fatty acid, peroxide and conjugated diene values were smaller at 4°C than those determined at 20°C. As expected, size reductions in walnut kernels generally resulted in increase of oxidation. High peroxide, conjugated triene and *p*-anisidine values determined in ground walnut samples were probably due to this case. On the other hand, antioxidant activities of ground samples were higher than that of whole and crushed walnut samples. It can be assumed that it was a result of biochemical reactions occurred within walnut fruit against oxidation process.

KEYWORDS: Modified Atmosphere Packaging, Vacuum Packaging, Walnut, Lipid Oxidation, Storage

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
SEMBOL LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Literatür Özeti	2
1.2.1 Sert Kabuklu Meyveler.....	2
1.2.1.1 Ceviz	3
1.2.1.1.1 Ceviz Bileşimi ve Sağlık Üzerine Etkileri	8
1.2.1.1.2 Ceviz Üretiminde Oluşabilecek Riskler.....	12
1.2.1.1.3 Ceviz Hasadı.....	13
1.2.1.1.4 Cevizin Depolanması.....	16
1.2.2 Ambalajlama	16
1.2.2.1 Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP).....	18
1.2.2.1.1 Pasif Modifikasyon	19
1.2.2.1.2 Aktif Modifikasyon	20
1.2.2.1.3 Modifiye Atmosfer Paketleme Tekniğinin Sert Kabuklu Meyveler Üzerine Etkisi	22
2. YÖNTEM	30
2.1 Ceviz Materyalinin Temini	30
2.2 Örneklerin Hazırlanması	30
2.3 Cevizlerin Paketlenmesi ve Depolanması.....	33
2.4 Analizler	36
2.4.1 Tane ağırlığı (g), iç ağırlığı (g) ve randıman (%).....	36
2.4.2 Yağ Eldesi.....	36
2.4.3 Serbest Yağ Asitliği Tayini.....	38
2.4.4 Peroksit Değeri.....	38
2.4.5 Konjuge Dien (K ₂₃₂) ve Trien (K ₂₇₀) Tayini.....	39
2.4.6 Paraanisidin (<i>p</i> -Anisidin) Tayini.....	39
2.4.7 Toplam Antioksidan Aktivite Tayini	40
2.4.8 Toplam Fenolik Madde Tayini	41
2.4.9 Yağ Asidi Kompozisyonu.....	41
2.4.10 İyot Sayısı Tayini	42
2.4.11 Sabunlaşma Sayısı Tayini	42
2.4.12 İstatistik Analiz	43
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	44
3.1 Ceviz Örneklerinin Depolama Başlangıcındaki Randıman Değerleri 44	
3.2 Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Paket İçi Gaz Bileşimi	44
3.3 Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Serbest Yağ Asidi Değişimi	48

3.4	Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Peroksit Miktarı Değişimi	51
3.5	Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Konjuge Dien ve Konjuge Trien Değerindeki Değişim.....	54
3.6	Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin <i>p</i> -Anisidin Miktarındaki Değişim.....	58
3.7	Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Yağsız Ceviz Örneklerindeki Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri Değerlerindeki Değişim	60
3.8	Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Yağ Asidi Kompozisyonundaki Değişim	64
3.9	Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin İyot Değeri ve Sabunlaşma Sayısındaki Değişim.....	65
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	69
5.	KAYNAKLAR	71
6.	ÖZGEÇMİŞ.....	81

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Ceviz meyvesinin veya kerestesinin kullanıldığı bazı ürünler	4
Şekil 2.1: Tez çalışması kapsamında kabuklarından bütün olarak ayrılıp deneylerde kullanılacak olan bütün iç cevizler	31
Şekil 2.2: Kırık ceviz eleme işleminde kullanılan elekler (10 mm gözenek çaplı elek (a) ve 4 mm gözenek çaplı elek (b))	31
Şekil 2.3: Tez çalışması kapsamında kırık ceviz olarak deneylere tabi tutulan cevizler	32
Şekil 2.4: Öğütülmüş ceviz eleme işleminde kullanılması kararlaştırılan elekler.....	32
Şekil 2.5: Çalışma kapsamında öğütülmüş ceviz olarak analizlerde kullanılacak olan cevizler.....	32
Şekil 2.6: Tez çalışması kapsamında uygulanan iş akış şeması	33
Şekil 2.7: Çalışma kapsamında kırık ve öğütülmüş cevizlerin depolama işleminde kullanılan çay poşetleri	34
Şekil 2.8: Paketleme işleminde kullanılan cihaz ve gaz tüpü	35
Şekil 2.9: Paket içi gaz atmosferinin belirlenmesinde kullanılan cihaz.....	35
Şekil 2.10: Yağ eldesinde kullanılan soğuk ekstraksiyon yöntemi	37
Şekil 2.11: Kapasitesini arttırmak amacıyla modifiye edilmiş çalkalayıcı	37
Şekil 2.12: Soğuk ekstraksiyon işleminin bazı basamakları (çözücüsü ilave edilmiş ceviz örneği (a), evaporasyon sonucunda çözücüsü uçurulmuş ceviz yağı (b), filtrasyon işlemi (c))	38
Şekil 3.1: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin serbest yağ asitliği miktarındaki değişim	50
Şekil 3.2: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin peroksit miktarlarındaki değişim.....	53
Şekil 3.3: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin konjuge dien miktarlarındaki değişim	56
Şekil 3.4: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin konjuge trien miktarlarındaki değişim	57
Şekil 3.5: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin <i>p</i> -anisidin miktarlarındaki değişim	59
Şekil 3.6: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki yağsız ceviz örneklerinin antioksidan aktivite miktarlarındaki değişim	62
Şekil 3. 7: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki yağsız ceviz örneklerinin toplam fenolik madde miktarları değişimi.....	63

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1: 2014 yılı dünya ceviz üretiminde başlıca ülkeler	6
Tablo 1.2: Türkiye’de bölgelere göre ceviz üretim miktarları ve alanları	6
Tablo 1.3: Ceviz meyvesinin bileşimi	9
Tablo 1.4: Ceviz meyvesinde ve ürünlerinde modifiye atmosfer paketlenme işleminin denenmesi üzerine gerçekleştirilen bazı çalışmalar	25
Tablo 1.5: Diğer bazı sert kabuklu meyveler ve yağlı tohumlarda modifiye atmosfer paketlenme işleminin denenmesi üzerine gerçekleştirilen bazı çalışmalar	27
Tablo 2.1: Yağ asidi kompozisyonu analizlerinin gerçekleştirildiği GC cihazının özellikleri ve analizlerdeki kromatografi şartları	42
Tablo 3.1: Bütün haldeki ceviz örneklerine ait gaz ölçüm sonuçları	45
Tablo 3.2: Kırık haldeki ceviz örneklerine ait gaz ölçüm sonuçları	46
Tablo 3.3: Öğütülmüş haldeki ceviz örneklerine ait gaz ölçüm sonuçları	47
Tablo 3.4: Normal atmosferde paketlenip 20°C’de depolanan öğütülmüş boyuttaki ceviz örneklerinin depolamanın başlangıcındaki ve bitişindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim (%)	64
Tablo 3.5: Farklı boyutlarda farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan örneklerin depolamanın başlangıcında ve sonundaki iyot değerindeki değişim	66
Tablo 3.6: Farklı boyutlarda farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan örneklerin depolamanın başlangıcında ve sonundaki sabunlaşma sayısı değerindeki değişim	67

SEMBOL LİSTESİ

°C	:	Santigrat Derece
g	:	Gram
kcal	:	Kilo kalori
m	:	Metre
mg	:	Miligram
kPa	:	KiloPascal
µm	:	Mikrometre
nm	:	Nanometre
mL	:	Mililitre
µL	:	Mikrolitre
µmol	:	Mikromol
Mmol	:	Milimol
m²	:	Metrekare
L	:	Litre
Kg	:	Kilogram

ÖNSÖZ

Çalışma konusunun belirlenmesi, planlanması, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde kıymetli fikirleriyle bana yol gösteren, beni yönlendiren, kendimi geliştirmeme yardımcı olan ve kendisiyle çalışmaktan onur duyduğum çok değerli hocam sayın Doç. Dr. Hakan Karaca'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmanın yürütülmesinde gerekli olanakları sağlayan Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na, değerli fikirlerini benimle paylaşan saygıdeğer hocalarıma, teşekkürlerimi sunuyorum. Bu çalışmanın yürütülmesinde desteğini ve yardımlarını benden esirgemeyen Arş. Gör. Aysun Yurdunuseven Yıldız'a teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca, tez çalışmamı destekleyen üniversitemizin Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimine katkılarından dolayı teşekkür ediyorum.

Tez çalışmam süresince yan yana çalışma fırsatı bulduğum Gıda Yüksek Mühendisi Ufuk Gökçe Ayrancı ve Gıda Mühendisi Mahmut Burak Uysal'a desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak hayatım boyunca benden maddi ve manevi hiçbir desteği esirgemeyen, her daim yanımda olan ve beni bu günlere getiren annem Hülya Güler, babam Bülent Güler, kardeşim Burak Güler ve anneannem Hakikat Dirik'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

1. GİRİŞ

Ceviz (*Juglans regia* L.), sert kabuklu meyveler içerisinde yer alan, dünyada yaygın şekilde üretimi gerçekleşen bir gıda maddesidir. Diğer sert kabuklu meyvelerde olduğu gibi cevizlerin de besinsel ve ekonomik değerini yağ asidi miktarı ve dağılımı belirlemektedir. Cevizlerdeki yüksek çoklu doymamış yağ asitlerinin (polyunsaturated fatty acids [PUFA]) varlığı, potansiyel sağlık yararlılığı nedeniyle istenilen bir özellik olmasının yanında, ceviz yağını oksidasyona karşı duyarlı hale getirmekte ve cevizlerin işlenmeleri ve depolanmaları sırasında önemli sorunlara neden olmaktadır (Bakkalbaşı 2009).

Cevizlerdeki oksidasyon seviyesi, içeriğindeki yağ miktarının yanında ambalaj ve depolama koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Depolama süresi boyunca oksijen, sıcaklık, ışık gibi faktörler ceviz gibi yüksek yağ içeriği bulunan gıdalarda depolama stabilitesini olumsuz etkilemektedir (Mexis ve diğ. 2011). Ceviz gibi yüksek yağ içeriğine sahip olan gıdaların yağ asitlerinin oksidasyona uğrayarak parçalanması riski nedeniyle uzun süreli muhafazası oldukça zordur. Ayrıca gerçekleşebilecek oksidasyon reaksiyonlarından sonra gıdadaki besin bileşenleri azalmakta ve bunun sonucunda oluşabilecek ransit tadın artışıyla gıdanın kalite değerinde azalmalar söz konusu olmaktadır. Bu da bahsi geçen gıdaya olan tüketici talebini azaltmaktadır (Nizamlıoğlu 2015). Ambalajlama; taze ve işlenmiş gıdaların kalitesinin, depolama, taşıma ve tüketime kadar geçen süre içerisinde korunmasını sağlayan önemli bir muhafaza işlemidir (Özçandır ve Yetim 2010). Her ürünün kendi özelliklerine uygun ambalaj materyalinin seçilmesi ve tasarlanması; ürün sevkiyatının kolaylaştırılması ve kalitesinin korunması açısından son derece önemli bir uygulamadır.

Modifiye atmosfer paketleme, paketteki havanın uzaklaştırılması ve bu havanın yerine istenen gaz veya gaz karışımlarının eklenmesini içeren bir paketleme biçimidir (Özoğul ve diğ. 2006). Oksidatif ransiditeyi azaltmak ve raf ömrünü uzatmak için modifiye atmosfer paketleme tekniğinin kullanımı iyi bir alternatif olarak kabul edilmektedir. Son zamanlarda gıdaların muhafazası için kullanılan modifiye atmosfer

paketleme teknolojisi oldukça popüler hale gelmiş ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

1.1 Tezin Amacı

Gerçekleştirilen tez çalışmasında 3 farklı fiziksel haldeki (bütün, kırılmış ve öğütülmüş) ceviz örneklerinin, 3 farklı paketleme tekniği ile paketlenip (normal atmosfer, vakum ve modifiye atmosfer), 2 farklı depolama sıcaklığında (4 ve 20°C) muhafaza edilmesi halinde, yağ oksidasyonunun minimize edilip kalitenin en iyi şekilde korunmasını sağlayacak optimum depolama şartlarının ve süresinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2 Literatür Özeti

1.2.1 Sert Kabuklu Meyveler

Türkiye, dünya üzerinde bulunduğu coğrafi konumu nedeniyle tropik bahçe bitkileri haricindeki tüm meyve türlerinin yetiştirilmesi için oldukça elverişli bir iklime sahiptir. (Ağaoğlu ve diğ. 1997). Türkiye’de yetiştirilmekte olan meyve türlerinin önemli bir kısmını ılıman iklim meyveleri olarak nitelendirilen türler oluşturmaktadır. Bunlar içerisinde üzümler, elma, fındık, armut, şeftali, kayısı, erik, kiraz, ceviz, kestane, ayva, badem, Antep fıstığı gibi türler yaygın olarak yetiştirilmektedir (Gül ve Akpınar 2006).

Ülkemizde yetiştirilmekte olan meyve türleri botanik özelliklerine göre dört grup altında toplanabilir:

- **Yumuşak çekirdekli meyveler:** Elma, armut, ayva, alıç, muşmula, üzüm, Malta eriği (yenidünya), vb.
- **Sert çekirdekli meyveler:** Erik, kayısı, şeftali, kiraz, vişne, kızılılık, iğde, zeytin, karayemiş, hünnap, vb.

- **Üzümsü meyveler:** Üzüm, Frenk üzümü, Bektaşı üzümü, çilek, ahududu, böğürtlen, dut, incir, nar, vb.
- **Sert kabuklu meyveler:** Ceviz, fındık, kestane, Antep fıstığı, çam fıstığı, vb.

Fındık, Antep fıstığı, badem, ceviz ve kestane sert kabuklu meyveler grubuna giren bahçe bitkileridir (Ağaoğlu ve diğ. 1997). Sert kabuklu meyvelerin tarım ürünleri arasında ayrı bir önemi bulunmaktadır. Bu meyve türlerinin bazı ortak karakteristiklerinin yanında, birbirinden ayrılan birçok özellikleri de söz konusudur. Fındık, kestane, ceviz ve pıkanın meyveleri, dış yeşil kabuklarıyla birlikte, karpeller, gövde eksen ve çiçek örtüsünden meydana gelmektedir (Selek 2011).

Türkiye’de sert kabuklu meyve üretimi ayrı bir öneme sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, ülkemizde 2018 yılında üretilen fındık, Antep fıstığı ve ceviz miktarlarının sırasıyla 515.000, 240.000 ve 215.000 ton düzeyleri olduğu görülmektedir (Anonim 2019).

1.2.1.1 Ceviz

Ceviz, sahip olduğu yüksek besin içeriğinden dolayı insanlar tarafından sevilerek tüketilen ve aynı zamanda tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilen sert kabuklu bir meyve türüdür (Akça 2009, Şen 2011). Ceviz (*Juglans L.*) bitkisinin ağaç kabuğu, meyve kabuğu, yeşil meyve kabuğu ve yaprak aksamları ilaç, kozmetik ve tekstil endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Oliveira ve diğ. 2008). Meyvesinin besin değerinin yüksek olması ve ayrıca kerestesinin mobilya sanayisinin değerli bir hammaddesi olması nedeniyle meyve türleri arasında özel bir yeri vardır. Ceviz içi, çerez olarak tüketilebildiği gibi, çeşitli tatlıların, bazı yemeklerin, pastaların, keklerin, bisküvilerin, şekerlemelerin yapılmasında da kullanılmaktadır (Selek 2011). Şekil 1.1’de ceviz meyvesinin veya kerestesinin kullanıldığı bazı alanlar örneklendirilmiştir.



Şekil 1.1: Ceviz meyvesinin veya kerestesinin kullanıldığı bazı ürünler

Ceviz meyvesi; *Dicotyledoneae* sınıfı, *Juglandales* takımı, *Juglandaceae* familyası, *Juglans* cinsi içerisinde yer almaktadır. *Juglans* cinsi içerisinde ise 21 adet ceviz türü bulunmaktadır (Aslansoy 2012).

Bu türler arasında *Juglans regia* L. büyüklüğü, tatlılığı, ince kabuğa sahip olması ve ayrıca kolay kırılması nedeniyle en fazla yetiştirilen ve ticari öneme sahip olan türdür (Bakkalbaşı ve diğ. 2010).

Ceviz (*Juglans regia* L.), pomolojik gruplandırılmada sert kabuklu meyveler içerisinde yer almaktadır. Meyve henüz ağaç üzerindeyken; yeşil kabuk, sert kabuk ve iç cevizden oluşmaktadır. Cevizin kabuklu meyve ağırlığı, çeşitlerin genetik yapısı ve ekolojik koşullara göre farklılık göstermekle birlikte genelde 2-25 g arasında değişebilmektedir (Aslansoy 2012).

Cevizin kökeni, Hazar Denizi kıyısında, 35-40 kuzey enlem derecelerinde bulunan Ghillan Bölgesi'ndedir. Güney Kafkasya ve Anadolu bu türün anavatanı olarak kabul edilebilir. Kültürü yapılan ceviz çeşitlerinin hemen hemen tamamına yakını bu tür içerisinde yer almaktadır. Ceviz, Karpat Dağları'ndan Türkiye, İran, Irak, Afganistan, Güney Rusya, Hindistan, Mançurya ve Kore'ye kadar uzanan geniş bir bölgenin tabii bitkisidir. Bu ülkelerden Avrupa, ABD ve diğer ülkelere de yayılmıştır. Anadolu'da yaşayan insanların en az 3000 yıldır bu bitkiyi tanıdıkları ve faydalandıkları bilinmektedir. Bugün İsviçre Alplerinin 1000-1200 m yüksekliklerinde, ülkemizde ise Munzur dağlarında 1730 m yükseklikte ceviz meyvesinin yetiştiği görülmüştür. Romalılar cevize "Jovis Glans" demişlerdir ki bu Jüpiter'in "Kral Meyvesi" anlamına gelmektedir. Buradan cevizin cins ismi olan *Juglans* çıkmıştır (Anonim 2016). Ceviz bitkisi Kuzey Amerika'nın doğu ve güney

kısımlarından, Güney Asya ve Güney Avrupa'ya kadar uzanan çok geniş bir yayılım alanına sahiptir (Şen 2011). Ceviz, Güneydoğu Avrupa, Doğu Asya ve Kuzey Amerika'da doğal olarak yetişir. Kökeni itibariyle dünyada büyük bir doğal yayılım alanına sahip olan Anadolu cevizi çeşitli göçler, kavimler ve devletler arasındaki ekonomik ve sosyal ilişkiler vasıtası ile doğal yayılma alanı dışına da götürülmüş olup, bugün tropik bölgeler dışında hemen hemen dünyanın her yerinde yetiştiriciliği yapılan bir meyve türü durumuna gelmiştir. Ceviz yabani formlarda, Amerika'nın doğu ve güney kısımlarında, Orta Amerika'da, Güney Amerika'da Kolombiya'dan Arjantin'e kadar uzanan Ant Dağları'nda, büyük küçük Antiller'de, Japonya'da, Çin'de, Hindistan'dan Türkiye'ye kadar uzanan Güney Asya'da ve Güney Avrupa'dan Polonya'nın Karpat Dağları'na kadar dünyanın birçok yerinde yoğun olarak bulunmaktadır. Doğal yetiştirme alanının yanı sıra diğer dünya ülkelerinde ceviz ıslahının başlamış olması dünya genelinde ceviz üretiminin giderek artmasına sebep olmuştur (Selek 2011).

Ticari anlamda ceviz yetiştiriciliği Türkiye, ABD, Fransa, İtalya, Yunanistan, Hindistan, İran ve Çin'de gerçekleştirilmektedir. Ceviz ticareti, kurutulmuş sert kabuklu ceviz ve iç ceviz olarak yapılmaktadır. Ayrıca, Fransa başta olmak üzere bazı ülkelerin az miktarda taze ceviz ticareti de söz konusudur. Dünya ceviz üretiminde Çin ilk sırada yer alırken, üretimde ikinci sırada yer alan ABD, gerek kabuklu gerekse iç ceviz ticaretinde ilk sırada yer almaktadır. Bu ülkede, hem üretim hem de ihracat, düzenli ve devamlı olarak artmaktadır. Fransa, Meksika, Çin, Romanya, Şili ve Hindistan kabuklu ve iç ceviz ticaretinde önemli rol oynar. Türkiye ceviz üretiminde Dünya'da dördüncü sırada yer almasına rağmen ceviz ihracatında çok geridedir. Ceviz ağacı sayımıza ve üretimde ön sıralarda yer almamıza rağmen, üretilen miktarın sadece %10-20'sinin dış satıma gitmesinin sebebi, standart ceviz üretimimizin yok denecek kadar az olmasıdır. Üretimimizin standart çeşitlerle yapılmayıp tamamen tohumdan yetişmiş ağaçlarla yapılması ve ağaçların genelde kendi hallerine bırakılmış olmaları ihracatta hak ettiğimiz yeri bulamamıza neden olmaktadır (Selek 2011). Tablo 1.1'de Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization [FAO])'nün 2019 verilerine göre 2017 yılına ait ceviz üretimi yapan başlıca ülkelerin üretim miktarları ve alanları verilmiştir.

Tablo 1.1: 2017 yılı dünya ceviz üretiminde başlıca ülkeler

	Üretim (ton)	Alan (ha)
Çin	1.925.403	489.866
ABD	571.526	135.570
İran	349.192	53.952
Türkiye	210.000	87.670
Meksika	147.198	90.228
Ukrayna	108.660	13.500
Şili	81.163	33.434
Özbekistan	48.397	5.052
Romanya	43.720	1.600
Fransa	40.683	20.499

Ülkemizin her bölgesinde ceviz ağaçlarının doğal olarak yetiştirilmesine karşın önemli miktarda ceviz üreten bölgeler incelendiğinde Ege Bölgesi, Akdeniz Bölgesi, Batı Karadeniz ve Ortadoğu Anadolu Bölgesi ilk sıralarda yer almaktadır. TÜİK verileri değerlendirildiğinde, bölgelere göre 2016 yılının ceviz üretim miktarları ve alanları Tablo 1.2’de gösterilmiştir.

Tablo 1.2: Türkiye’de bölgelere göre ceviz üretim miktarları ve alanları (Gülsoy 2019)

	Üretim (ton)	Alan (ha)
Kuzeydoğu Anadolu	5.104	9.517
Ortadoğu Anadolu	24.926	102.644
Güneydoğu Anadolu	9.250	44.534
Batı Marmara	12.370	119.734
Ege	33.855	169.945
Doğu Marmara	19.780	107.827
Batı Anadolu	12.555	51.085
Akdeniz	32.698	92.675
Orta Anadolu	7.844	49.933
Batı Karadeniz	28.501	101.673
Doğu Karadeniz	8.117	15.908

Türkiye’de yetiştirilmekte olan ceviz çeşitlerinin tamamı doğal seleksiyon ile elde edilmiştir. Bu çeşitlerden bazıları; Yalova-1, Yalova-3, Yalova-4, Bilecik, Şebın, Gültekin-1 (KR-1), Yavuz-1 (KR-2), Kaplan-86, Şen-1 (24-KE-25) ve Tokat-1 (60 TU-1)’dir. Bu çeşitler seleksiyon çalışmaları neticesinde bulunmuş ve diğerlerine göre var olan çeşitli üstün özellikleri nedeniyle de çoğaltılmışlardır. Amerika’da Payne, Hartley ve Ashley; Fransa’da Franquette, Parisienne, Corne ve Marbot; İtalya’da Sorrento ve Romanya’da Sibişel bu çeşitlere örnek olarak verilebilir. Melezleme ıslahı çalışmalarının başlamasıyla Amerika’da Serr, Sunland, Chico, Vina, Chandler, Tehama, Amigo ve Tulare, Fransa’da ise Fernor, Fernette ve Lara gibi yeni çeşitler de elde edilmişlerdir (Aslansoy 2012).

Ülkemizde soğuk kuzey rüzgârlarından korunmuş vadilerde ve bu vadilere açılan dere yamaçlarında ceviz ormanlarına rastlamak mümkündür. Zengin ceviz ağacı popülasyonları içerisinde yöre isimleri ile tanınan çok sayıda farklı tür ortaya çıkmıştır. Şebın, Niksar, Kemah, Erzincan, Göynük, Adil Cevaz, Bitlis, Hekimhan, Ermenek, Kaman Cevizi bunlardan bazılarıdır.

Türkiye’de 1990 yılında 4.472.000 adet olan ağaç varlığı 2013 yılında 11.403.697’ye, ceviz üretimi ise 122.000 tondan 212.140 tona ulaşmıştır. 1990 yılında toplu ceviz bahçelerine rastlanmazken, 2013 yılında 639.015 dekar alanda toplu ceviz bahçelerin varlığı söz konusudur (Bayazit ve diğ. 2016). Bu durum gelecek yıllarda üretimimizin önemli ölçüde artacağına göstergesi olarak görülebilir.

Geçmişten günümüze cevizin yaprağının, meyvesinin ve kerestesinin sanayinin değişik alanlarında kullanıldığı bilinmektedir. Yeşil meyveler kabuk sertleşmeden önce gıda ve ilaç sanayinde; yaprakları, kabukları ve kökleri tanen ve boya sanayinde; ceviz yağı ise hem teknolojiye hem de resim sanatında aranan ve kullanılan kıymetli bir yağdır. Ayrıca ceviz ağacı mobilyacılıkta önemli bir hammadde kaynağıdır. Bunların yanı sıra dünya geneline bakıldığında ceviz meyvesinin asıl yetiştirilme nedeni yapısında bulunan besin içeriğidir. Ceviz, bileşiminde insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olan değerli besin öğelerini içermesinden dolayı insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Bayazit ve diğ. 2016).

1.2.1.1.1 Ceviz Bileşimi ve Sağlık Üzerine Etkileri

Dünyada yaygın bir şekilde üretimi gerçekleşen ve yüksek besin değerine sahip olduğu bilinen ceviz meyvesi, insan sağlığı açısından bakıldığında çok önemli bir yere sahiptir (Gürsul 2018). Yüksek besin değerine sahip olan ceviz; yağ (%50-80), protein (%12-15), mineral bileşik (%3), karbonhidrat, vitamin ve birçok amino asidin kaynağı ve içerdiği düşük şeker (%2.5-4) miktarından dolayı da iyi bir diyet meyvesidir (Aslansoy 2012).

Cevizde %4.07 su, %15.23 protein, %65.21 yağ ve %13.71 oranında da karbonhidrat bulunmaktadır. Ayrıca, kalsiyum (Ca), fosfat (P), demir (Fe), sodyum (Na), potasyum (K), çinko (Zn) gibi mineral maddeler bakımından zengin olup A, B₁, B₂, B₆, C, E, K gibi vitaminlerini de içermekte ve 100 g ceviz 654 kcal enerji sağlamaktadır. Ceviz için ayrıntılı bileşim miktarları Tablo 1.3’de verilmiştir (United States Department of Agriculture [USDA] 2017).

Oldukça çeşitli besin öğeleri içermelerine rağmen cevizlerde en önemli besin ögesi yağlardır. Cevizler yaklaşık %52-70 oranında yağ içermektedirler. Ceviz meyvesi yüksek yağ içeriğinden ziyade, bileşimindeki yağ asidi dağılımı ile dikkat çekmektedir. Ceviz yağı esansiyel yağ asitlerince zengin olup yağ asidi bileşimi büyük oranda oleik (C18:1), linoleik (C18:2) ve linolenik asit (C18:3)’ten oluşmaktadır. Ceviz yağının yaklaşık %50-70’inin çoklu doymamış yağ asitlerinden oluştuğu ve sert kabuklu meyveler içerisinde en yüksek linoleik asit seviyesine (~%60 linoleik asit, ~%11 linolenik asit) sahip olduğu bildirilmektedir (Bakkalbaşı ve diğ. 2010). Yüksek oranda çoklu doymamış yağ asidi içeriği nedeniyle ceviz tüketiminin toplam plazma ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterolünü düşürdüğü ve bununla kalp-damar hastalıklarını önlediği bildirilmektedir.

Günlük diyetimizde yer alması tavsiye edilen ceviz meyvesi; protein, Fe, Zn, P, Mg, E vitamini, B grubu vitaminleri ve posa açısından da zengindir. Sindirim sisteminin çalışması için gerekli olan posa, kan şekerini düzenlemesi, kolesterol seviyesini düşürmesi ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu olması gibi sağlık üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır. Ceviz enerji değeri yüksek, gümüş ve selenyum gibi değerli mineral maddeleri de içeren özel bir meyvedir (Bayazit ve diğ. 2016).

Tablo 1.3: Ceviz meyvesinin bileşimi (USDA 2017)

	Birim	Değer (her 100 g için)
Su	g	4,07
Enerji	kcal	654
Protein	g	15,23
Toplam yağ	g	65,21
Karbonhidrat	g	13,71
Diyet lifi, toplam	g	6,7
Şeker, toplam	g	2,61
Mineraller		
Ca	mg	98
Fe	mg	2,91
P	mg	158
K	mg	346
Na	mg	2
Zn	mg	3,09
Vitaminler		
C	mg	1,3
B ₁	mg	0,341
B ₂	mg	0,150
B ₃	mg	1,125
B ₆	mg	0,537
B ₉	µg	98
A	µg	1
E	mg	0,70
K	µg	2,7
Yağlar		
Toplam doymuş yağ asitleri	g	6,126
Toplam tekli doymamış yağ asitleri	g	20:0
Toplam çoklu doymamış yağ asitleri	g	47,174
Kampesterol	mg	5
Beta-sitosterol	mg	87

Diğer sert kabuklu meyvelerde olduğu gibi yağ içeriği ve yağ asidi dağılımı cevizlerinde besinsel ve ekonomik değerini belirlemektedir. Bu değerler çeşide ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Garcia ve diğ. 1994). Sert kabuklu meyvelerden badem, fındık, yer fıstığı tekli doymamış yağ asitlerince (MUFA) zengin iken, ceviz PUFA'larca zengin olup, diğer sert kabuklu meyvelere oranla daha yüksek oranda içermektedir. Cevizin n-6 ve n-3 PUFA'larının her ikisini de bir arada bulundurması, cevizi sert kabuklu meyveler arasından öne çıkartan en önemli özelliğidir. Ayrıca diğer sert kabuklu meyveler ile kıyaslandığında; ceviz en yüksek Omega-3 yağ asidi miktarına sahiptir. Omega-3 ve Omega-6; esansiyel yağ asitleri olup vücut tarafından sentezlenememesi nedeniyle gıdalar ile alınması zorunlu olan yağ asitleridir. Sahip olduğu bu özellik cevizin tüketimini vazgeçilmez kılmaktadır (Yiğit ve diğ. 2005).

Epidemiyolojik çalışmaların yemiş tüketimi ve koroner kalp hastalığı arasında ters ilişki olduğunu göstermesinden yola çıkarak, kanında aşırı derecede yağ bulunan hastalarda ceviz alımının kandaki yağ asitleri, lipoproteinler ve lipoproteinlerin alt gruplarına etkisi incelenmiştir ve ceviz desteğinin, toplam plazma lipitleri değişmesine de çeşitli lipoprotein alt grupları arasında lipit dağılımını yararlı bir şekilde değiştirebildiği sonucuna varılmıştır (Almario ve diğ. 2001).

Ayrıca ceviz içerdiği omega-3 yağ asitleri sayesinde düzensiz kalp atışlarının engellenmesine, damarlarda daha az pıhtılaşma özelliği olan kan tipinin üretimine ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) kolesterol oranının LDL kolesterol oranına kıyasla artmasına yardım etmektedir. Omega-3 yağ asitleri ayrıca kolesterolün damarları tıkkama aşamasında önemli bir adım olan enflamasyonu (şişme ve kızarıklık) azaltabilmektedir (Ergun ve Sütyemez 2008).

Ülkemizde yetişen 70 ceviz örneğinde yapılan çalışmada cevizin ortalama 40,3 mg/100g olmak üzere 20,48-75,21 mg/100g oranında demir içerdiği saptanmıştır (Şahin 2001). Ayrıca ceviz yüksek folat, vitamin E, antioksidan maddeler, δ -tokoferol, β -sterol içeriği açısından günlük beslenmede önemli rol oynar. Ceviz, hazmı kolay protein içeriği sayesinde Akdeniz diyetinde önemli bir yer tuttuğu ve baklagillerle tüketildiğinde, ihtiyaç duyulan proteinlerin çoğunu karşıladığı bilinmektedir (Fukuda ve diğ. 2003).

Ceviz bileşiminde bulunan ve sağlık için önem arz eden organik bileşiklerden bir grubunda polifenollerdir. Polifenoller oksidasyonu önleyici bileşikler olup, cevizin yağsız kısmında bulunur ve daha çok dolaşım sistemini koruyucu etkisi ile bilinirler. Tokoferoller ise ceviz yağında bulunan yağda çözünen antioksidanlardır. Bu antioksidanlar depolama süresince oksidasyon ve diğer bozulma reaksiyonlarını önleyerek gıdaların raf ömürlerinin artmasını sağlarlar (Fukuda ve diğ. 2003). Yapılan bir çalışmada ceviz ve fındıkların polifenolik kompozisyonları kıyaslanmış ve neticesinde cevizin fındıktan daha yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Vinson ve Cai 2012).

Cevizde, oksidasyona duyarlı olan yüksek PUFA varlığına rağmen depolama ile yağ asidi içeriğinde pek bir değişimin olmamasının nedeninin yapıdaki antioksidanlar olduğu düşünülmektedir (Gürsul 2018). Yağ asidi kompozisyonu kan basıncını düzenleme, glukoz metabolizması, yağ metabolizması, trombosit toplanması ve eritrosit deformasyonu gibi çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal prosesleri de etkileyebilmektedir (Iso ve diğ. 2002).

Yapılan bir çalışmada, günde 30 g ceviz yiyen tip 2 diyabet (en çok görülen tip) hastalarının kolesterol profilinin iyileştiği görülmüştür. Çalışmada, yaş ortalaması 58 ile 59 olan erkek ve kadınlar 3 gruba ayrılıp, her bir gruba 3 farklı diyet uygulanmıştır: Birinci diyetle kalorilerin %30'u yağdan, ikinci diyetle biraz daha farklı yağ çeşidi kullanmak suretiyle kalorilerin %30'u yine yağdan sağlanmış ve üçüncü diyetle de ikinci diyetle ek olarak 30 g ceviz eklenmiştir. Altı ay sonra, ceviz içeren diyetle tabii tutulan kişilerde HDL/toplam kolesterol oranı diğer diyet gruplarından fazla olmuş, bu grubun LDL kolesterol içeriği %10 azalmıştır. Bunun nedeninin cevizde yüksek oranda bulunan omega-3 asitleri olduğu düşünülmektedir (Tapsell ve diğ. 2004).

Yukarıda bahsedildiği üzere yüksek yağ içeriği ve yapısında bulunan değerli bileşenler nedeniyle ceviz meyvesi, diğer sert kabuklu meyvelerden ayrılmakta ve ayrıca ürün kalitesi ve güvenliği açısından bazı riskleri de taşıyabilmektedir.

1.2.1.1.2 Ceviz Üretiminde Oluşabilecek Riskler

Ceviz üretiminde oluşabilecek riskler, kimyasal ve mikrobiyolojik riskler olmak üzere 2 sınıf altında toplanabilir. Üretimde kullanılacak hammaddelerin, daha henüz tarlada/bahçede iken küflerle kontamine olması halinde; hammaddede önemli bir mikotoksin olan aflatoksin üretimi söz konusu olabilir. Bu toksin, farklı üretim basamaklarından etkilenmeyip ya da kısmen etkilenip son ürüne kadar taşınabilir. Bununla beraber, kuru madde içeriği %65'den fazla olan ürünler, mikrobiyolojik olarak risk oluşturmamaktadır (Özhan 2008). Cevizin nem içeriği, kurutma işlemiyle uygun bir seviyeye düşürüldüğünden, son üründe herhangi bir mikrobiyolojik risk söz konusu değildir.

Kimyasal risklere bakıldığında; oksijen varlığında lipit oksidasyonu artmakta ve buna bağlı olarak kalite düşmektedir. Fındık, kabak çekirdeği, yer fıstığı, badem ve ceviz gibi ürünlerde %40-60 oranında yağ içeriği bulunmaktadır. İçeriklerinde bulunan yüksek yağ oranı, bu ürünlerin üretiminde oksidasyonu en riskli faktör haline getirmektedir (Oğuz 2008). Yine doymamış yağ asidi miktarı arttıkça lipit oksidasyonu artmakta ve bu artışa bağlı olarak kalite düşmektedir. Gıdalardaki kalite bozulmasının başlıca nedenlerinden biri olan oksidatif bozulma, lipitlerin atmosferik oksijen ile oksidasyonu ile oluşur. Oksidatif bozulmada kötü koku ve tatların gelişimi en belirgin değişimdir; renk değişiklikleri, arzu edilen lezzet maddelerinin kaybı ve vitaminlerin tahrip edilmesi gibi değişiklikler de ortaya çıkabilir. Reaksiyonun kendiliğinden devam etmesi nedeniyle, süreç oto-oksidasyon olarak da bilinir (Shahidi ve John 2013).

Cevizlerdeki oksidatif acılaşıma sadece duyu kaliteyi bozmakla kalmayıp ayrıca gıda bileşenlerinin kaybına da yol açabilir, aynı zamanda sağlıkla ilgili endişelere de neden olabilir, çünkü çeşitli lipit oksidasyon ürünleri hem *in vitro* hem de *in vivo* toksiktir (Shahidi ve John 2013).

Lipit oksidasyonu; ışık, ısı, ağır metal iyonları ve oksijene maruz kalan yağ asidinden (RH) hidrojen ayrılması ile başlamaktadır. Yapıdan hidrojen ayrılması sonucu, aktif radikal (R*) oluşmaktadır. Oksidasyon tepkimesi, aktif radikallere oksijenin moleküler formda bağlanması ve aktif peroksi radikallerinin (ROO*) oluşması ile gelişmektedir. Aktif peroksi radikalleri aynı zincir üzerinde veya başka

bir yağ asidi molekülü zincirinde bulunan hidrojenlerden birini kendine çekip bağlanarak nötr duruma geçmekte ve ilk oksidasyon ürünleri olan hidroperoksitleri oluşturmaktadır. Hidroperositler kararsız bileşikler olmalarından dolayı, ikinci derecedeki oksidasyon ürünlerine parçalanmaktadırlar. Oksidasyon ürünleri olan hidroperoksitler aktif oksidanlardır ve oda sıcaklığında, depolama boyunca diğer bileşiklerle reaksiyona girmekte ve ransit tattan sorumlu; monokarboksilik asit, aldehit, keton, hidrokarbon, ester ve lakton gibi karbonilli bileşikleri meydana getirmektedir (Uncu 2008). Oksidasyon ham materyalin farklı kademelerinde gerçekleşir ve işleme, ambalajlama ve depolama koşullarına bağlıdır (Vaidya ve Eun 2013).

Lipit oksidasyonu çok faktörlü bir süreçtir. Bu faktörlerin birçoğu aynı anda hareket edebilir ve birbiriyle ilişkili olabilir, bu nedenle genel oksidasyon sürecinde tek bir faktörün etkisini değerlendirmek genellikle zordur. Oksidatif acılaşmayı etkileyen başlıca faktörler oksijen konsantrasyonu, sıcaklık, ışık, nispi nem gibi dış etkenlere; lipit bileşimi, doymamışlık derecesi, serbest yağ asitleri, iz metaller ve antioksidanlar gibi iç faktörlere ayrılabilir. Bu faktörlerin tohumların çeşitli fiziksel, duyuşal ve kimyasal parametreler üzerindeki etkisi iyi tespit edilmelidir (Shahidi ve John 2013).

Depolama sıcaklığı, oksidasyon oranı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çeşitli çalışmalar, 30-40°C gibi yüksek sıcaklıklarda fıstık, badem, yer fıstığı ve ceviz saklanma koşullarının etkisi üzerinde yoğunlaşmıştır. Sonuçlar, aynı zaman periyodu için bu sıcaklıklarda depolanan örneklerde, 10-25°C'de depolananlarla karşılaştırıldığında daha fazla acılaşma olduğunu göstermiştir (Mexis ve diğ. 2009).

1.2.1.1.3 Ceviz Hasadı

Sert kabuklu meyveler grubuna giren ceviz meyvesi ağaç üzerindeyken yeşil kabuk, sert kabuk ve iç cevizden oluşur. Yeşil kabuk "kal" olarak isimlendirilir. Yeşil kabuk, kılıf ve çiçek örtüsünden, sert kabuk ise yumurtalık duvarlarından oluşur. Aslında yediğimiz iç ceviz, ceviz meyvesinin embriyosudur.

Hasat zamanı çeşide, yıla ve bölgeye göre değişmekte olup, taze tüketim için ayrılan cevizler erken hasat edilmektedir (Selek 2011). Yurdumuzda genelde cevizler

eylül ayının ortalarından ekim ayı sonlarına kadar, erkenci çeşitler ise ağustos ayının ortalarına kadar hasat edilmektedir. Erkenci çeşitler daha çok taze ceviz olarak tüketilmektedir.

Hasat zamanını belirleyen en belirgin özellik, meyve üzerini saran yeşil kabuğun çatlamasıdır. Pratik olarak meyvenin yeşil etli kabuğunun (kal) 1/3'ü çatladığında ve sarsmayla meyvelerin yaklaşık %80'inin ağaçtan düştüğü dönemde hasada başlanılabilir. Serin ve nemli bölgelerde kal çatlaması ile ceviz içinin olgunlaşması aynı dönemde olur. Sıcak ve kurak bölgelerde ise kal çatlaması, ceviz içinin olgunlaşmasından 3-4 hafta sonra meydana gelir. Bu ara dönemde, cevizin iç rengi giderek koyulaşır ve kalitesi önemli ölçüde azalır. İç cevizin ve yeşil kabuğunun olgunlaştığı dönem olarak kabul edilen derim safhasının hemen ardından meyvelerin toplanması, yeşil kabuktan ayrılması ve kurutma işleminin başlatılması gerekmektedir. Hasattan sonra kalite kayıplarını en aza indirmek amacıyla yeşil kabuk sert kabuktan hemen ayrılır. Eğer meyve derim edildikten sonra bahçeden toplanmayacaksa, ağaç üzerinde bırakılması iç ceviz açısından çok daha sağlıklıdır. Aksi takdirde, hem iç kararmasının hem de iç kurdu zararının artmasına neden olmaktadır (Selek 2011).

Cevizlerde hasat işlemi, elle ve mekanik yolla olmak üzere iki metotla yapılmaktadır. Türkiye'de hasat sıırıkla ağacın dövülmesi şeklinde yapılırken ceviz yetiştiriciliğinde söz sahibi ülkelerde mekanik yolla yapılmaktadır. Hasatta kesinlikle sıırık ve sopa gibi cisimler kullanılmamalıdır. Meyveleri dökmek için sıırıkla yapılan her darbe ağacın gelecek yıl ürün verecek olan sürgün uçlarının kırılmasına neden olabilir. Hasat işi genellikle iki seferde yapılır. İlk hasatta meyvelerin yaklaşık %80'i toplanırken, ikincisinde ise geri kalanı toplanır (Selek 2011).

Mekanik çalkalayıcılar ağacın gövdesini kavrar ve ceviz düşene kadar sallar. Daha sonra süpürülür ve bidonlara boşaltılır. Kavlatma olarak adlandırılabilir olan ceviz meyvesinin yeşil kabuktan ayrılması işlemi daha çok elle yapılmasına karşın farklı şekillerde de yapılabilir. Bunun için hasat edilen meyveler ağaçların altında, yeşil kabuk kolayca ayrılacak hale gelinceye kadar bekletilir. Ancak bu şekilde bekletme, büyük ölçüde iç kalitesinin bozulmasına neden olur. Bekletilen veya bekletilmeyen meyvelerde yeşil kabuk elle veya küçük bıçaklar yardımı ile çıkarılır. Meyvelerin kal içerisinde uzun süre tutulması, özellikle ince kabuklu çeşitlerin olumsuz etkilenmesine neden olur. Dıştaki yeşil kabuk mekanik olarak soyulur,

yıkanır ve hava ile kurutulur. Dehidrasyon, %8 nem içeriğine ulaşana kadar gerçekleşir. Bu seviyede, cevizin kalitesi korunur ve bozulması engellenir, kabuklu cevizin uzun süreli depolamada dengede kalması sağlanır. Ceviz daha sonra paketleme tesisine götürülür ve buradan iki farklı şekilde pazara sunulur: kabuklu ve kabuksuz (Nizamlioğlu 2015).

Ceviz içinin zarında bulunan antioksidanlar, cevizi oksidasyona karşı korur. Ancak, sert kabuğun çıkarılması ceviz içini ışığa ve oksijene maruz bırakacağı için ceviz tanesine zarar verebilir. Sert kabuğun soyulması sırasında zarda meydana gelen herhangi bir fiziksel hasar, oksidasyonun başlamasını tetikleyebilir ve cevizin raf ömrünü kısaltabilen dış faktörlere daha fazla maruz kalmasına neden olabilir (Selek 2011).

Hasat sonrası ceviz kalitesinin korunması; hızlı hasat, nispeten düşük sıcaklıklarda (<43°C) hava ile kurutma, düşük nemli ve soğuk (<2°C) şartlarda depolama ile sağlanır. Ceviz dehidrasyonu için önerilen maksimum sıcaklık 43°C'dir. Daha yüksek sıcaklıklar, ceviz içi renginin koyulaşmasına ve depolama ömrünün azalmasına neden olmaktadır (Nizamlioğlu 2015).

Ülkemizde genelde cevizler açık havada ve gölgede kurutulmaktadır. Bazı yörelerimizde ise güneş altında 7-10 gün bekletilerek kurutma yapılmaktadır. Bu şekilde gerçekleşen kurutma işlemi, başta iç rengin koyulaşması gibi çeşitli kalite kayıplarına neden olmaktadır. Dünya ceviz üretiminde söz sahibi ülkelerde kurutma tamamen mekanik yollarla yapılmaktadır. Fransa, ABD gibi ülkelerde cevizlerin kurutulması, sıcak hava yardımı ile özel kurutucularda yapılır. Mekanik yollarla yapılan kurutmada, meyveler 30-35°C'de 24 saat bekletilmekte ya da meyvelerin sahip olduğu nemin uçurulması için, sıcaklığı 32-28°C olan havanın meyveler arasında belli bir süre dolaşması sağlanmaktadır. Kurutma işlemi sonrasında cevizin nem içeriği, ürünün depo ömrü bakımından önemlidir. Bunun için kabuklu ve iç cevizde bulunması gereken en yüksek nem oranları standartlarla belirlenmiştir. Türk Standartları Enstitüsü'ne göre en yüksek nem miktarı, iyi kurutulmuş kabuklu cevizlerde %8, ceviz içinde %5 olarak kabul edilmiştir (Anonim 2008).

Hasat işlemi tamamlanan ceviz örneklerinde depolama basamağına geçilerek cevizin tüketiciye ulaşana kadar kalitesini olabildiğince koruyup tercih edilebilir kalması sağlanır.

1.2.1.1.4 Cevizin Depolanması

Sert kabuklu meyvelerden badem, fındık, yer fıstığı MUFA'lar bakımından zengin iken, ceviz meyvesi PUFA'ları daha yüksek oranda içermektedir (Yiğit ve diğ. 2005). Cevizlerdeki yüksek PUFA varlığı, potansiyel sağlık yararlılığı nedeniyle istenen bir özellik olmasına rağmen, ceviz yağını oksidasyona karşı duyarlı hale getirmekte ve cevizlerin işlenmeleri ve depolanmaları sırasında önemli sorunlar yaratmaktadır. Yüksek PUFA içeriği nedeniyle yağ oksidasyon düzeyi cevizler için en önemli kalite parametresi haline gelmektedir. Çünkü işleme ve depolama süresince ceviz yağı sıcaklık, nem, oksijen, ışık vb. faktörlerin etkisi ile oksidasyona uğramakta ve bunun sonucunda tüketiciler tarafından istenmeyen renk, tat ve koku oluşmakta, oluşan bu ransit tat ve koku gıdayı kabul edilemez kılmaktadır (Bakkalbaşı 2009).

Acılaşma miktarının en az seviyede tutulabilmesi için, iç cevizin nem oranının %3,5-4'e indirildikten sonra depolama işlemi gerçekleştirilmelidir. Bu nedenle cevizlerin hasattan sonra gerçekleşecek bir kurutulma işlemine ihtiyacı vardır. Yüksek sıcaklık ceviz yağında acılaşmaya sebep olur. Cevizin acılığı, yüksek sıcaklıkta kurutma işleminden hemen sonra anlaşılabilir, birkaç hafta içinde ya da birkaç ay sonra ortaya çıkar ve cevizler lezzet olarak kabul edilemez olur (Selek 2011). Cevizlerde bu tür olumsuzlukların önüne geçmek ve tüketicinin tercih sebebi olabilmek için ambalajlama ilk olarak tercih edilecek yoldur.

1.2.2 Ambalajlama

Ambalajlama; taze veya işlenmiş gıdaların kalitesinin, depolama, taşıma ve tüketimine kadar geçen süre içerisinde korunmasını sağlayan önemli bir işlemdir. Her ürünün kendi özelliklerine uygun ambalaj materyalinin seçilmesi, tasarlanması ve sevkiyatının kolaylaştırılması, kalitenin korunması açısından son derece önemli bir uygulamadır. Geleneksel olarak ambalajın temel fonksiyonları; koruma, bütünlük sağlama, bilgilendirme ve kullanım kolaylığı getirme gibi dört grup altında toplanabilir. Ambalaj, ürünü istenmeyen oksidasyon reaksiyonlarından, dışardan nem alma ya da kaybindan, fiziksel hasar ve biyolojik bozulmalardan korur (Özçandır ve Yetim 2010).

Paketleme, ürünü bir arada tutan, koruyan, muhafaza edebilen, bir iletişim aracı görevi üstlenen kese, çuval, poşet, kutu, tepsi vb. her türlü muhafaza materyali veya kabı olarak tanımlanmaktadır. Bu şekilde ürün ışık, sıcaklık, basınç, nem, mikroorganizma, emisyon gazları gibi dış etkenlerden korunabilmektedir (Özçandır ve Yetim 2010).

Oksijen ve ışık geçirmeyen ambalajlama cevizlerin tatlarının bozulmasını önleyebilmektedir (Mexis ve diğ. 2011). Atmosferik hava, yaklaşık %21 oksijen içermekte ve bunun ambalajdaki boşluklardan uzaklaştırılması genellikle iki şekilde yapılmaktadır. Birinci yöntem ürün üstündeki boşluğun ambalaj kapatılmadan önce inert bir gaz akışı ile yıkanması ve bu inert gazla doldurulmasıdır. Bu işlem tepe boşluğundaki oksijen miktarını %1'den daha düşük seviyelere çekmektedir. Ambalaj içerisindeki oksijeni uzaklaştırmak için ikinci bir yöntem ise vakum uygulamasıdır, ancak üretim hatlarında kullanılan ticari vakum sistemleri ile mutlak vakuma ulaşamamaktadır. Örneğin, 91.175 kPa'lık bir vakum %2.09 kalıntı oksijenle ve 97.929 kPa'lık bir vakum %0.69 kalıntı oksijen seviyesi ile sonuçlanmaktadır. Bu nedenle %1'den daha düşük kalıntı oksijen seviyesi sağlamak için 95 kPa'dan daha yüksek bir vakum uygulamak gerekmektedir (Bakkalbaşı 2009). Bu düzeyde vakumun yaratılması yüksek miktarda enerji gerektirmektedir (Sanjeev ve Ramesh 2006). Buna karşın bu cihazlar kullanımı kolay, basit ve ucuz olup yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca vakum sayesinde ürünü saran sert paketler oluşturulmakta ve bu durum işleme ve nakil süresince hassas maddelerin kabuklarının soyulmalarını, zedelenmelerini ve kırılmalarını azaltmaktadır (Holaday ve diğ. 1979). Bu nedenle vakum paketlemenin depolama kalitesini geliştirdiği bilinmektedir.

Hava gıda ürünlerinin bozulmasına, gıda ürünlerinde bakteri ve küf gelişmesine neden olur. Modifiye atmosfer paketleme (MAP), gıda ürünlerinin koruyucu gaz ve ya gaz karışımlarından oluşan atmosfer içinde paketlenmesidir. Gazlar gıda ürününde oksidatif bozulmayı, bakteri ve küf üremesini geciktirerek, ürünün raf ömrünü uzatır, güvenli ve kaliteli olmasını sağlar (Anonim 2018).

1.2.2.1 Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)

MAP, paketteki havanın uzaklaştırılması ve bu havanın yerine istenen gaz veya gaz karışımlarının eklenmesini içeren bir paketleme biçimidir (Özoğul ve diğ. 2006). MAP tekniği esas olarak; ambalajlanmış gıdaların veya ambalajsız olarak kitle halinde depolanmakta olan gıdaların buldukları ortam atmosferi bileşiminin, raf ömrünün uzamasını sağlayacak şekilde bizzat veya kendiliğinden değiştirilmesine dayanan bir yöntemdir (Cemeroğlu 2013). Son zamanlar da gıdaların muhafaza işleminde kullanılan MAP teknolojisi çok daha popüler hale gelmiştir.

MAP uygulamasında paket içerisindeki atmosferin değiştirilmesi ile paketlenen üründe gerçekleşebilecek mikrobiyolojik, fizyolojik ve kimyasal değişimler sınırlandırılarak ürünün raf ömrü arttırılmış olur (Chaix ve diğ. 2015). Karbondikosit (CO₂), oksijen (O₂) ve azot (N₂)'un farklı gaz karışımlarının uygulandığı MAP teknolojisi; ceviz, et, yerfıstığı, balık, pirinç ve fırın ürünlerinin depolanmasında kullanılabilir (Ellis ve diğ. 1993).

MAP, kontrollü atmosfer paketleme ile karıştırılmamalıdır. Kontrollü atmosferde paketleme işleminde depolama zamanı boyunca paket içerisinde atmosfer kompozisyonu kontrol edilmektedir. Kontrollü atmosfer paketleme çoğunlukla taşımada ve hasat edilmiş ürünlerin depolanmasında kullanılmaktadır. MAP işleminde paketin içerisinden oksijenin elimine edilmesi ve farklı konsantrasyonlarda CO₂ ve N₂ ile doldurulması ayrıca bununla birlikte buzdolabında uygun depolama şartları aerobik mikroorganizmaların, proteolitik bakterilerin, maya ve küflerin gelişimini önemli ölçüde inhibe etmektedir (Swiderski ve diğ. 1997).

Özellikle gelişmiş ülkelerde taze ve az işlenmiş meyve ve sebzelerin modifiye atmosferde paketlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar ticari bakımdan başarılı olmuştur. Meyve ve sebzeler diğer gıdalardan farklı olarak hasattan sonra fizyolojik olarak yaşamlarına devam ederler yani solunumu sürdürürler. Bu tür ürünlerin düşük O₂ ve yüksek CO₂ konsantrasyonunun etkin olduğu atmosfer koşullarında saklanmasıyla solunum hızları ve etilen üretimi yavaşlar. Buna bağlı olarak olgunlaşma gecikir, bileşimindeki şeker ve asitlerin tüketilmesi sınırlanır, solunuma bağlı olarak gelişen nem ve ısı oluşumu azalır, klorofil yıkımı ve enzimatik esmerleşmeler yavaşlar veya tamamen durdurulur (Karaşahin 2013).

MAP uygulaması, kendi içinde pasif MAP ve aktif MAP olarak ikiye ayrılır.

1.2.2.1.1 Pasif Modifikasyon

Pasif modifikasyon, herhangi bir müdahalede bulunmaksızın ambalaj içerisinde kendiliğinden oluşturulur. Bu paketleme tekniğinde, ambalajdaki gaz atmosferinin bileşimi, ürünün solunumundan yararlanılarak ayarlanır. Solunum yapan gıda maddesi, belirli geçirgenlik özelliklerine sahip ambalaj materyali ile paketlenir ve zamanla ürünün solunumu sonucu paket içerisinde O₂ miktarı azalırken CO₂ miktarı artar. Belirli bir süre sonunda ambalaj içerisinde “denge gaz bileşimi” oluşur. Bu denge gaz bileşiminin sürdürülebilmesi ambalaj filminin gaz geçirgenliğiyle sağlanır (Zhang ve diğ. 2015, Cemeroğlu, 2013, Caleb ve diğ. 2013).

Pasif modifikasyon işlemi meyve-sebze gibi hasattan sonra fizyolojik olarak solunum yapan ürünlerde kullanılır. Bu uygulamada meyve ve sebzeler plastik filmlerle ambalajlanırlar. Kullanılacak plastik materyaller, ürünün solunumu için yeterli oksijeni içeriye geçirirken, oluşan karbondioksiti ortamda belli bir düzeyin üzerine çıkmasını önleyecek şekilde dışarıya bırakabilmektedirler. Ürünün su kaybının engellenmesi için su buharı geçirgenliği de sınırlı olmalıdır. Bu durumda, ambalajlanmış üründe solunum giderek yavaşlar ve solunum hızıyla gaz bileşimi arasında bir denge oluşur. Ürünün raf ömrünün uzaması bu dengenin sürdürülmesine bağlıdır. Sıcaklığın düşük ve salımsız tutulması gerekir. Solunum sonucu biriken etilen gibi metabolizma ürünü gazlar da artmadan uzaklaştırılmalıdır. Bu amaçla ambalaja, potasyum permanganat, aktif kömür gibi bir gaz absorbanı içeren küçük geçirgen poşetler yerleştirilmektedir. Aynı şekilde bazen, solunumda oluşan su buharının dışarı atılmasına eşdeğer bir uygulama olarak nem bağlayıcılardan yararlanmak gerekmektedir. Bu amaçla ambalaja, poşet içinde tuz veya benzeri bir nem tutucu eklenmesi mümkündür (Güleç 2019).

Pasif modifikasyonun gerçekleşmesi için uzun bir geçiş dönemine ihtiyaç vardır. Bu süreç boyunca paket içerisindeki ürün, uygun olmayan gaz kompozisyonuna maruz kalabilir. Uygun olmayan gaz kompozisyonlarının, ambalajlanan ürünün önemli kalite özellikleri üzerine olumsuz etkiler göstermesi

muhtemeldir. Bu nedenle pasif modifikasyon tekniğinin uygulaması aktif modifikasyon tekniğine kıyasla daha sınırlıdır (Charles ve diğ. 2003).

1.2.2.1.2 Aktif Modifikasyon

Aktif modifikasyon; solunum yapan taze meyve sebzelerin yanında, solunum olayının söz konusu olmadığı kırmızı et ve ürünleri, kanatlı etleri, deniz ürünleri, süt ürünleri, hazır yemekler, fırın ürünleri, ceviz vb. sayısız gıdalara uygulanmakta olan bir tekniktir. Aktif modifikasyon tekniğinde, pasif modifikasyondan farklı olarak “denge gaz bileşiminin” oluşumu gerçekleştirilen bir müdahale ile kısa sürede sağlanır. Bu uygulamada; işlemi hızlandırmak için, ya ürünün içinde bulunduğu ambalaj atmosferine gaz enjekte edilir ya da “gaz absorbentlerinden” veya “gaz jeneratörlerinden” yararlanılarak arzulanan gaz karışımları paket içerisinde oluşturulur. Böylece paket içerisinde istenen gaz kompozisyonuna hızla ulaşılarak, ürünün arzulanan fiziksel ve kimyasal özelliklerinin maksimum düzeyde korunması sağlanır (Zhang ve diğ. 2015, Cemeroğlu 2013). Genellikle aktif modifikasyonda paketler düşük O₂ ve yüksek CO₂ içerecek şekilde dizayn edilir (Mangaraj ve diğ. 2009). Ortam atmosferinin düşük O₂ ve yüksek CO₂ kompozisyonuna sahip olması oksidasyon riskini azaltır. O₂ ve CO₂'in yanısıra modifiye atmosfer uygulamasında dengeleyici gaz olarak ortama N₂ ilave edilir. N₂ paket içerisindeki diğer gazların kompozisyonunun korunmasını sağlar ve paketleme materyalinin çökmesini engeller (Zhang ve diğ. 2015).

Gıdalarda MAP uygulamasında kullanılacak gaz kompozisyonunun, ürünün kendine has özelliklerine bağlı olarak belirlenmesi gerekmektedir. Gıda endüstrisi için geliştirilen ambalaj teknolojileri, taze ve minimum işlenmiş gıdaların muhafazasında büyük ilerlemeler sağlamıştır. Bu tür ambalajlarda; havanın paket içerisinden uzaklaştırılmasının ardından, istenen gaz karışımının enjekte edilmesiyle bir başlangıç atmosferi oluşturulur. Bu karışım daha sonra aşağıda verilen faktörlere bağlı olarak değişime uğrayabilir (Skandamis ve Nychas 2002).

- Ambalaj malzemesinin O₂, CO₂ ve su buharı geçirgenliği
- Ambalajın bulunduğu ortamın sıcaklığı
- Ambalajın yüzey alanı

- Ambalaj malzemesinin kalınlığı
- Ambalajın sızdırmazlığı

O₂ konsantrasyonu belirli bir sınır değerin altına dūşürüldüğünde paket içerisinde anaerobik koşulların oluşması MAP uygulamalarında karşılaşılan genel bir problemdir. Çünkü bu durumda anaerob patojen mikroorganizmaların gelişmesi için uygun koşullar oluşabilir. Bu olumsuzluğun önüne çeşitli absorbentler kullanılarak geçilebilmektedir (Charles ve dię. 2003).

MAP için iz gaz olarak karbon monoksit, nitröz ve nitrik oksitler, sülfür dioksit, etan ve klor gibi gazlar tavsiye edilmesine rağmen, ticari olarak kullanılan başlıca gazlar karbondioksit, oksijen ve azot olmaktadır. İz gazların çoğu güvenlik problemi, tüketici tepkisi, yasal yönler ve maliyetten dolayı kullanılmamaktadır (Church 1994). MAP uygulamasında kullanılan gazların her biri farklı bir amaç doğrultusunda kullanılır ve her birinin farklı özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler aşağıda özetlenmiştir.

Karbondioksit (CO₂): Stabilitesi oldukça düşük olan CO₂ gıda içinde çözünebilen bir gazdır. Bakteriyostatik etkiye sahiptir ve pek çok ürünün solunumunu yavaşlatır. MAP teknolojisinde en etkili antimikrobiyal aktiviteye sahip gazdır. CO₂ etkinliği; gazın başlangıç ve son konsantrasyonuna, depolama sıcaklığına ve mikroorganizma yüküne bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu etki CO₂ konsantrasyonu, CO₂ kısmi basıncı, tepe boşluğundaki CO₂ miktarı, mikroorganizma tipi, ürünün mikrobiyal yükü, depolama sıcaklığı, asitlik, su aktivitesi ve ambalajlanan ürün çeşidine bağlı olarak geliştirilebilir. Ayrıca paketlemede kullanılan CO₂'in çözünebilirliği gıda maddesinin su aktivitesi ve pH gibi fiziksel ve kimyasal özelliğine ve rutubet, yağ ve protein gibi gıdanın bileşiminde var olan maddelerin miktarlarına göre değişebilmektedir (Philips 1996, Gün ve diğ. 2009).

Oksijen (O₂): Gıdalar üzerine pek çok etkisi mevcuttur. Genelde aerobik bakterilerin gelişimini desteklerken anaerob bakterilerin gelişimini engeller. Tüm MAP uygulamalarında ambalaj içerisinde düşük düzeyde oksijen (%5-10) bulunması istenir. Ancak bu düşük düzeyde bulunan oksijenin bile yağ oksidasyonuna etki edebileceği unutulmamalıdır. Bunlara ek olarak oksijen, gıdalarda istenmeyen pek çok reaksiyondan sorumludur. Bitkisel ve hayvansal yağların acılaşması ve oksidasyonu,

hızlı olgunlaşma, sebze ve meyvelerin aşırı olgunlaşması, fırın ürünlerinin bayatlaması ve renk değişimleri bu istenmeyen reaksiyonlara örnek olarak verilebilir.

Azot (N₂): Paketin içe doğru çökmesini engellemek için kullanılan bu doldurucu gaz, ürünün ezilme ve yapışma durumunu önleyerek paket bütünlüğünü korumaktadır (Stammen ve diğ. 1990). Azot suda ve lipitte düşük çözünürlüklü olup, tatsız ve tesirsiz bir gaz olarak kullanılır. Üründeki O₂'in yerine geçmesi ile faaliyet gösterir ve bu nedenle oksidatif bozulmayı geciktirme ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini engelleme özelliğine sahiptir (Kılınç ve Çaklı 2004).

MAP'ın kullanımı, pek çok avantaj ve dezavantajı beraberinde getirmektedir. "Tehlikeli" kimyasalların eklenmediği "taze" ve "doğal" ürünlere artan taleple birlikte, MAP pek çok gıda için ideal bir koruma yöntemi olarak görülmektedir, çünkü ürünün raf ömrü tazelik özelliklerini etkilemeden önemli oranda arttırabilir. Diğer bir taraftan MAP, her ürün çeşidi için farklı gaz formülasyonlarını, daha özelleşmiş ve pahalı ekipmanları gerektirmektedir. Paketleme materyali, makine ve gazlar için maliyete ihtiyaç duymaktadır. MAP tekniğinin bir diğer dezavantajı ise, depolamayı sınırlamasıdır; arttırılmış paket hacmi taşıma maliyetlerini arttırarak perakende alanı etkiler (örneğin paketler birbiri üzerine istif yapılamaz). MAP ayrıca ürünün güvenliğini güvence altına almak için, sıcaklık kontrolüne de ihtiyaç duymaktadır.

1.2.2.1.3 Modifiye Atmosfer Paketleme Tekniğinin Sert Kabuklu Meyveler Üzerine Etkisi

Gıdalarda meydana gelen mikrobiyolojik ve enzimatik bozulmaların önlenmesi; ortamdaki mikroorganizma gelişiminin ve enzim etkinliklerinin yavaşlatılması ve/veya durdurulmasıyla mümkündür. Isıl uygulamalar, ışınlama, UV ve mikrodalga uygulamaları mikroorganizmaları inaktive ederken; düşük sıcaklıklarda muhafaza, su aktivitesini düşürme, asitlendirme, koruyucu madde ilavesi, oksijeni sınırlama gibi yöntemler ise mikrobiyal gelişimin yavaşlamasına yol açarlar. Günümüzde tüketici talepleri tazesine en yakın nitelikte gıda üretimine yönelimi gerektirmektedir. Kontrollü atmosferde depolama ve modifiye atmosferde depolama bu amaca yönelik geliştirilmiş popüler muhafaza teknikleri olarak gıda sanayinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadırlar (Güleç 2019).

İlk olarak 1917'de paket içerisindeki gaz atmosferinin bileşiminin değiştirilmesi ile elmaların raf ömründe bir artışın olduğu tespit edilmiştir (Wang ve diğ. 2014). O günden günümüze özellikle de son yıllarda gıda kaynaklarında gerçekleşen belirgin ve ürkütücü azalmalar gıdaların depolanması sırasında kullanılan yöntemlerin gelişmesine ve araştırmaların arttırılmasına neden olmuştur.

Et, süt, yumurta, balık gibi çabuk bozulan gıdaların raf ömürleri atmosferik oksijenin varlığında; oksijenin kimyasal etkisi, aerobik mikroorganizmaların gelişimi ve zararlılar nedeniyle kısıtlanmaktadır. Bu faktörlerin her biri tek başına veya birbiri ile bağlantılı olarak renk, tat ve kokuda değişiklikler meydana getirerek gıdaların kalitesinde bozulmaya neden olurlar. Gıdaların bozulması geciktirilerek taze olarak muhafaza edilmesinde en uygun ve etkin yöntem soğukta muhafaza tekniğidir. Ancak soğukta muhafaza tekniğinin yanında ambalajlama tekniklerinin de uygulanması gıdaların tazeliklerinin daha uzun süre korunmasında giderek artan bir uygulama alanı bulmuştur (Kılınç ve Çaklı 2001).

MAP, günümüzün önemli gıda muhafaza tekniklerinden biridir. MAP uygulamasının ticari olarak kullanımı önceleri belli bazı ürünlerin uluslararası taşınması ile sınırlıyken, bu konuda değişik uygulamaların mümkün olması, giderek gelişmesi ve bu yöntemin ekonomik oluşu gibi nedenlerle zamanla yaygınlaşmıştır. Son yıllardaki gelişmelere paralel olarak ürünün pazara dağıtımını ve tüketici boyutlarındaki paketlemede bu uygulama yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Erdoğan ve Acar 1996).

MAP teknolojisinin; meyve ve sebzelerde hasat sonrası ağırlık kaybını büyük ölçüde azalttığı ayrıca meyve kalitesini daha uzun süre koruduğu dolayısıyla depolama süresini uzattığı tespit edilmiştir (Öz ve diğ. 2015).

Gıdaların bozulma süreçleri üzerine yapılan kapsamlı araştırmalar sayesinde MAP ile ambalajlanmış etler, taze veya pişmiş gıdalar, meyveler, ceviz; fındık gibi sert kabuklu meyveler, bakliyat ve mezeler daha uzun süre bozulmadan raflardaki yerini koruyabilmektedir. Geleceğin yemek formülleri yeniden hazırlanırken doymamış yağ tercih edilerek yağ oksidasyonu azaltılmaktadır. Daha önce genellikle fındık, fıstık ve cips ambalajında kullanılan düşük oksijenli MAP yöntemi artık diğer operatif gıdalarda da yaygın olarak kullanılmaktadır (Anonim 2018).

Gıdaların bozulmasına yol açan ve oksidasyon sonucunda oluşan ürünler neticesinde insan sağlığını tehdit eden oksidatif bozulmalara karşı MAP tekniğinin etkinliği birçok araştırmacı tarafından test edilmiştir. MAP teknolojisinin ceviz ve diğer sert kabuklu meyveler ve yağlı tohumlarda uygulanması üzerine gerçekleştirilen bazı çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen bulgular tarafımızdan sırasıyla Tablo 1.4 ve 1.5'te özetlenmiştir.

Tablo 1.4: Ceviz meyvesinde ve ürünlerinde modifiye atmosfer paketleme işleminin denenmesi üzerine gerçekleştirilen bazı çalışmalar

Ürün	Yapılan Uygulamalar	Bulgular	Kaynak
Ceviz (Chandler, Hartley, Franquette ve Loli)	- 3 ayrı paketleme atmosferi (Hava, CO ₂ ve N ₂) - 2 farklı depolama sıcaklığı (1 ve 20°C) - 12 ay boyunca depolanmıştır	- Tüm çeşitlerde, düşük sıcaklık ve N ₂ veya CO ₂ altında depolama yağ asidi kayıplarını ve acılaşıma artışını engellemiştir. - En iyi sonuçlar 1 °C'de N ₂ veya CO ₂ altında depolanan cevizlerde elde edilmiştir. - Hava altında 20 °C'de depolama en fazla ürün bozulmasına neden olmuştur. - N ₂ veya CO ₂ altında 20 °C'de ve hava altında 1 °C'de depolamada ise orta kalitede sonuçlar elde edilmiştir - Çeşit; başlangıç yağ içeriğini ve yağ asiti profilini ve depolama sırasında da yağ asidi azalmasını ve acılaşıma gelişimini etkilemiştir. - Omega-6/omega-3 oranı büyük ölçüde çeşide bağlı olmuştur. İncelenen çeşitlerin Chandler>Hartley, Franquette>Ioli azalan sırada depolanması uygun bulunmuştur.	Christopoulos ve Tsantili (2015)
Ceviz Yağı	- Ceviz yağına doğal (biberiye özütü (RE)) ve sentetik (TBHQ ve AP) antioksidanlar ilave edilmiştir. - Örnekler floresans ışık altında (800 Lux) ve karanlık koşullarda 6 ay oda sıcaklığında depolanmıştır.	- Karanlık depolamada antioksidan ilavesi lipit oksidasyonunu azaltırken, raf ömrünü arttırmıştır. - Biberiye özütünün tek başına veya sentetik antioksidanlarla birlikte ilave edildiği yağlarda kalite en az 6 ay korunmuştur. - Ayrıca; bu yağın ışık bariyeri özellikli ambalajlarda depolanması gerektiği tespit edilmiştir.	Martinez ve diğ. (2013)
Ceviz (Yalova-1 ve Yalova-3)	- İki farklı ceviz türü, oksijen geçirgenliği farklı iki ambalaj içerisinde vakum paketlenerek 20 ve 30 °C'de 12 ay depolanmıştır	- 30°C'de her iki türde de belirgin bir şekilde peroksit değeri ve hekzanal içeriği artmıştır. - Depolama sıcaklığının ve ürün çeşitliliğinin lipit oksidasyonuna etkisi ambalaj malzemesinin O ₂ geçirgenliğinin etkisinden daha yüksek bulunmuştur. - Oksijen geçirgenliği 63,4 ml/m ² /gün olan PA/PE ambalaj malzemesinde vakum paketlenen örnekler için 20°C'de 12 ay oksidasyona karşı koruma gözlenmiştir.	Bakkalbaşı ve diğ. (2012)

Tablo 1.4: Ceviz meyvesinde ve ürünlerinde modifiye atmosfer paketleme işleminin denenmesi üzerine gerçekleştirilen bazı çalışmalar (devam)

Ürün	Yapılan Uygulamalar	Bulgular	Kaynak
Yedi çeşit cevizi (<i>Juglans regia</i> L.)	- Öğütülmüş ve oda sıcaklığında 10 ay boyunca hermetik olarak kapatılan şişelerde O ₂ veya N ₂ atmosferi altında depolanmıştır.	- Çeşit, atmosfer ve çeşit × atmosfer etkileşimleri, antioksidan potansiyelini etkilemiştir. - Çeşit ve atmosfer, toplam polifenollerin içeriğini etkilerken, N ₂ atmosferinde depolanan cevizde daha fazla polifenol bulunmuştur. - O ₂ atmosferi oksidatif bozunma ürünlerinde artışa neden olmuştur. - Parçalanma ürünleri arasında, en bol uçucu bileşik hekzanal, ardından 1-okten-3-ol, oktanal ve 2-oktenal ve 1-okten-3-ol karışımı izlemiştir.	Vidrih ve diğ. (2012)
Ceviz (Chandler, Hartley ve Loli)	- Hasat edilen ceviz 36°C'de 24 saat kurutma, - Kuru hava, N ₂ ve CO ₂ altında PE//PA torbalar içerisinde paketleme, - 1 ve 20 °C'de 12 ay depolanmışlardır.	- Düşük sıcaklıkta, N ₂ ve CO ₂ altındaki ambalajlar antioksidan kayıplarını ve kahverengileşmeyi engellemiştir. - 12 ay sonunda tüm ceviz çeşitlerinde en fazla toplam fenolik madde kayıpları, hava altında 20°C'de depolamada gözlenmiştir. - Choller ve Hartley çeşitleri araştırma boyunca Loli'den daha yüksek antioksidan özellik göstermişlerdir.	Christopoulos ve Tsantili (2011)
Ceviz İçi	- Hava atmosferinde kalınlığı 55 µm olan düşük yoğunluklu polietilen (LDPE), - N ₂ altında 70 µm kalınlığında polietilen tereftalat polietilen (PET PE) ve - N ₂ altında 62 µm kalınlığında PET-SiOx PE torbalar kullanılarak depolanmıştır.	- Ceviz örnekleri 20 °C'de PE-hava içinde 2 ay, PET PE-N ₂ 'de 4-5 ay ve PET-SiOx PE-N ₂ torbalarında en az 12 ay boyunca kabul edilebilir kalitede kalmıştır. - Karanlıkta saklanan örnekler ışığa maruz kalanlardan hafifçe daha yüksek kalite sağlamıştır. - İncelenen parametrelerin etkisinin izlediği sıra: sıcaklık > O ₂ bariyeri derecesi > aydınlatma koşulları olarak belirlenmiştir.	Mexis ve diğ. (2009)
Öğütülmüş ceviz unu	- Örnekler 3 tip konteynır, polipropilen plastik kap, çok bariyerli plastik astarlı kağıt poşet ve manila ambalaj kağıdı olmak üzere 3 farklı tip ambalaj materyali içerisinde 26 hafta boyunca -24,6; 3,3; 10,4; 14,3 ve 23°C'de depolanmıştır.	- Peroksit değeri tüm örneklerde başlangıç değerine göre artış göstermiştir. - Ceviz ununun depolama atmosferinin nem içeriğine ve depolamak için kullanılan ambalajın tipine bağlı olarak 23°C'nin altında depolanması önerilmiştir.	Vanhanen ve Savage (2006)

Tablo 1.5: Diğ er bazı sert kabuklu meyveler ve yağ lı tohumlarda modifiye atmosfer paketleme iş leminin denenmesi üzerine gerç ekleştirilen bazı ç alış malar

Ürün	Yapılan Uygulamalar	Bulgular	Kaynak
Badem	<ul style="list-style-type: none"> - Depolama sıcaklığı (Ortam sıcaklığı ve soğ utma (4°C)) - Paketleme tekniğı (Vakum, CO₂ ve normal hava) - Ürünün fiziksel şek li (Bütün ve öğütülmüş) faktörlerinin oksidasyon stabilitesi üzerine etkileri incelenmiştir. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ortam sıcaklığ ında normal atmosferde paketlenmiş öğütülmüş bademler oksidasyona karşı en az kararlılığı göstermiştir. - Vakum altında 4°C'deki bütün bademler oksidasyona karşı son derece dayanıklıdır. - Vakum ve CO₂ altında paketleme, ürünün fiziksel şek li ve depolandığı sıcaklık ne olursa olsun en az 10 aylık bir raf ömrü sağlamıştır. 	Raisi ve diğ. (2015)
Kurutulmuş Badem	<ul style="list-style-type: none"> - %20,%40 ve %60 CO₂ ve %97 ile %98 N₂ - 30°C sıcaklıkta farklı depolama süreleri - <i>Ephestia cautella</i>'nın larvalarını kontrol altında tutmada modifiye atmosferin etkileri incelenmiştir. 	<ul style="list-style-type: none"> - CO₂ ve N₂ ile zenginleştirilmiş modifiye atmosferde larva ölümleri, maruz kalma süresinin uzunluğ una ve gaz konsantrasyonunun artmasına bağı lı olarak artmıştır. - CO₂ ile zenginleştirilmiş atmosferler N₂ bulunduranlardan daha etkili bulunmuştur. - %60 CO₂ ve %98 N₂ ile tüm larvaları öldürmek için sırasıyla 3 ve 6 gün gerekmiştir. - Modifiye atmosfer tekniğ inin badem güvesi (<i>E. cautella</i>) larvalarını kontrol altında tutmak için kullanılabilceğı belirlenmiştir. 	Hashem ve diğ. (2014)
Kabuklu Fındık	<ul style="list-style-type: none"> - Ortam sıcaklığ ında depolama (geleneksel yöntem), - 4°C'de %55 bağı l nemde modifiye atmosferde (%1 O₂, %99 N₂) ve normal atmosferde depolanmıştır. 	<ul style="list-style-type: none"> - Asitlik ve peroksit değerlerinin ürün kalitesinin en belirgin parametreleri olduğ u tespit edilmiştir. - 1 yıllık depolama sonunda ortam sıcaklığ ında depolanan örneklerin asitliğı kabul edilebilir seviyeden daha yüksek iken soğ ukta depolanan örneklerde (özellikle MAP uygulanan örneklerde) düşük asitlik ve lipit oksidasyonu değerleri tespit edilmiştir. - Ürünün raf ömrü ortam sıcaklığ ında 8 ay iken bu süre soğ utmayla 1 yıla kadar çıkarılabilmektedir. 	Ghirardello ve diğ. (2013)

Tablo 1.5: Diğer bazı sert kabuklu meyveler ve yağlı tohumlarda modifiye atmosfer paketleme işleminin denenmesi üzerine gerçekleştirilen bazı çalışmalar (devam)

Ürün	Yapılan Uygulamalar	Bulgular	Kaynak
Antep Fıstığı	<ul style="list-style-type: none"> - Dış kılıfın çıkarılması, yıkama, kurutma ve kavurma gibi işlemlerden geçmiş Antep fıstıkları, - Farklı ambalaj malzemeleri içerisinde (beş katlı lamine film plastik, modifiye edilmiş polipropilen torba ve metalize plastik torba), - N₂, CO₂, vakum ve ortam havası dahil 4 farklı teknikle paketleme, - 20 ve 40°C'de 12 ay depolanmıştır. 	<ul style="list-style-type: none"> - N₂, CO₂ ve vakum altında depolanan örnekler, hava ile doldurulana göre daha düşük TBA içeriğine sahiptir. - Fıstık yağı 20°C'de 40°C'ye göre daha uzun indükleme süresine sahiptir. 	Raei ve Jafari (2013)
Olgunlaşmamış taze fındık	<ul style="list-style-type: none"> -100 kPa CO₂ -100 kPa N₂ -Hava altında <p style="text-align: center;">} 4 ve 10°C 12 gün depolanmıştır.</p>	- 100 kPa N ₂ atmosferinde muhafaza edilen taze fındıkların kalitesi 12 günlük depolama boyunca korunmuştur.	Moscetti ve diğ. (2012)
Soyulmamış çiğ badem	<ul style="list-style-type: none"> - PET//LDPE (polietilen tereftalat //düşük yoğunluklu polietilen) - LDPE/EVOH/LDPE torbalar (düşük yoğunluklu polietilen/etilen vinil alkol/düşük yoğunluklu polietilen) - O₂ emici koyarak veya koymayarak 12 ay boyunca depolanmıştır. 	<ul style="list-style-type: none"> - 12 aylık depolama periyodu sonunda tüm örneklerdeki çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve doymuş yağ asitleri (SFA) artarken tekli doymamış yağ asitleri azalmıştır. - En az etkilenen parametre renktir. - O₂ emici bütün örneklerde ambalajın O₂ bariyerine, ışıklandırma koşullarına ve saklama sıcaklığına bakılmaksızın en az 12 aylık raf ömrü sağlamıştır. 	Mexis ve diğ. (2011)
Kavrulmuş Antep fıstığı	<ul style="list-style-type: none"> - Örnekler; N₂/CO₂, vakum ve ortam havasında, - Beş katlı lamine film, modifiye polipropilen ve metalize edilmiş plastik ambalaj malzemeleri ile, - 20 ve 40°C'de depolanmıştır. 	<ul style="list-style-type: none"> - Örneklerin metalize edilmiş plastik ambalaj malzemesinde veya beş katlı lamine film içerisinde N₂/CO₂ atmosferinde ve vakum koşullarında kaliteyi daha iyi koruduğu ve raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir. 40°C'de depolama 20°C'ye kıyasla kalitenin korunması açısından daha iyi bulunmuştur. 	Raei ve diğ. (2010)

Tablo 1.5: Diğer bazı sert kabuklu meyveler ve yağlı tohumlarda modifiye atmosfer paketleme işleminin denenmesi üzerine gerçekleştirilen bazı çalışmlar (devam)

Ürün	Yapılan Uygulamalar	Bulgular	Kaynak
Kaju	- Vakum uygulaması ve vakum+ CO ₂ /N ₂ uygulaması yapılmıştır.	- Paket içerisinde verilen yüksek CO ₂ oranları ürünün dezenfekte edilmesinde etkili bulunmuştur.	Prabhakumary ve Haseena (2009)
Badem (çiğ, kavrulmuş, kabuklu)	- 2 ayrı paketleme atmosferi (Hava ve N ₂) - 8 ve 36°C'de 9 ay depolanmıştır.	- Depolama süresi sonunda kabuklu bademler her iki sıcaklıkta da yüksek kalitesini korumuştur. - Peroksit değerinin artmasıyla α-tokoferol miktarının azalması arasında bir ilişki tespit edilmiştir. - Aflatoksin içeriği tüm örneklerde 0,5 µg/kg'dan düşük bulunmuştur.	Garcia-Pascual ve diğ. (2003)
Kabuklu ve kabuksuz fındık	- Fındıklar farklı O ₂ konsantrasyonlarında (%1, %5, %10 ve %20) ve farklı sıcaklıklarda (7 ve 25°C) 12 ay depolanmıştır.	- Denenen depolama tekniklerinin hiçbirinde belirgin bir ransit tat oluşumu gözlenmemiştir. - Kabuk, fındığı oksidatif bozulmaya karşı koruduğu tespit edilmiştir. - O ₂ seviyesinin %10'un altında olması halinde, otooksidasyon azalmış ve düşük sıcaklık uygulaması lipit bozulmasını geciktirmiştir.	Martin ve diğ. (2001)
Antep Fıstığı	- %2 hava ve %98 CO ₂ ile modifiye atmosferlerde depolama yapılmıştır. - 10, 20 ve 30°C'de depolanmıştır.	- CO ₂ özellikle düşük sıcaklıklarda depolama stabilitesini geliştirmiştir. - Sıcaklığın artmasıyla hava ve CO ₂ atmosferinde depolama arasındaki fark giderek azalmıştır. - Hava ve CO ₂ atmosferinde depolama uygulamaları arasında 30°C'de anlamlı bir fark bulunamamıştır.	Maskan ve Karataş (1999)
Ayçiçeği çekirdeği (1 adet çiğ, 2 adet kavrulmuş)	- Çekirdekler karton kutularda ve 2 farklı O ₂ geçirgenliğine sahip ambalajlarda 5, 21 ve 38°C'de 24 hafta depolanmıştır.	- Kavrulmuş örneklerin 38°C'de raf ömrü, içine azot basılmış düşük O ₂ geçirgenlikli ambalajlarda 12 aydan büyük, normal atmosferde depolama sonunda 8 haftadan düşük bulunmuştur. - Heksanal, kavrulmuş ayçekirdekleri için peroksitten daha iyi bir oksidasyon belirteci olarak tespit edilmiştir. - Bir miktar su buharı sağlayan ancak oksijen geçirgenliği düşük olan ambalajlar içerisinde çiğ çekirdeklerin raf ömrü 12 aydan büyük bulunmuştur.	Fritsch ve diğ. (1997)

2. YÖNTEM

2.1 Ceviz Materyalinin Temini

Analizlerde kullanılmak üzere, yapılan araştırmalar sonucunda hem meyve verimliliği hem de kalitesi açısından çok tercih edilen ceviz çeşitlerinden Chandler çeşitinin kullanılmasına karar verilmiştir. Chandler eşitidi ince kabukludur ve taneleri buyuk ve açık renklidir. İinin kabuktan çıkarılması kolaydır. Çalışmada kullanılan ceviz örnekleri 2018 yılı hasat döneminde (Ekim-Kasım ayı) Denizli İlinde bulunan Ekiz Fidancılık'tan tedarik edilmiştir. Kabuklu olarak tedarik edilen cevizler kabuklarından ayrılma işlemine kadar (yaklaşık 2 hafta) soğuk hava deposunda (+4°C) muhafaza edilmişlerdir.

2.2 Örneklerin Hazırlanması

Temin edilen cevizlerin kabukları, manuel bir ceviz kıracağıyla kırılmış ve ceviz ileri kabuklarından bütün bir şekilde ayrılmıştır. İ ıkarma işlemi boyunca istenilen standart kaliteye sahip olmayan cevizler (küflü, çürük vb. olanlar) ayrılarak çöpe atılmıştır.

Cevizlerin kırma ve kabuk ayırma aşamasında cevizler daha çok bütün halinde çıkarılmaya çalışılmıştır. Halk arasında “kelebek” olarak tabir edilen bu fiziksel boyut için bu çalışma kapsamında gerekli miktar belirlenmiş ve belirlenen miktarda i ceviz deneylerde kullanılmak üzere ayrılmıştır (şekil 2.1).



Şekil 2.1: Tez çalışması kapsamında kabuklarından bütün olarak ayrılıp deneylerde kullanılacak olan bütün iç cevizler

Deneyleerde kullanılacak yeterli miktarda bütün haldeki cevizler ayrıldıktan sonra tez çalışmasında test edilecek diğer fiziksel boyutlar olan “kırık” ve “öğütölmüş” cevizlerin hazırlanma aşamasına geçilmiştir. Kırık olarak tabir edilen cevizler bir mutfak makasıyla küçük parçalar haline getirilmiş ve boyutları 4 ve 10 mm gözenek çaplı elekler (Şekil 2.2) kullanılarak standardize edilmiştir. Bu amaçla kırık ceviz örnekleri önce 10 mm gözenek çaplı elekten daha sonra 4 mm gözenek çaplı elekten geçirilmiş ve bu 2 elek arasında kalan örnekler “kırık ceviz örnekleri” olarak deneyleerde kullanılmıştır (Şekil 2.3). Bu boyuttaki ceviz örneklerine halk arasında daha çok baklavalık ceviz denilmekte ve özellikle şuruplu tatlıların yapımında kullanılmaktadır.



(a)



(b)

Şekil 2.2: Kırık ceviz eleme işleminde kullanılan elekler (10 mm gözenek çaplı elek (a) ve 4 mm gözenek çaplı elek (b))

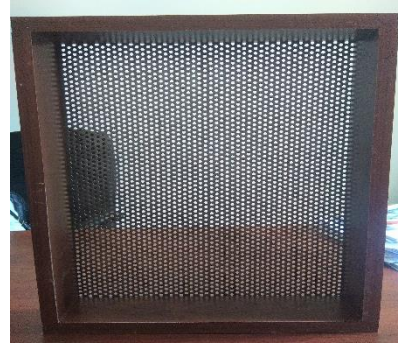


Şekil 2.3: Tez çalışması kapsamında kırık ceviz olarak deneylere tabi tutulan cevizler

Daha çok pastacılıkta kullanılan ve öğütülmüş olarak tabir edilen cevizlerin hazırlanmasında Group marka GR-2550 model (İstanbul, Türkiye) blender setinin blenderi kullanılmıştır. Blenderda öğütülen ceviz örneklerinin boyutları 0,5 ve 4 mm gözenek çaplı elekler (Şekil 2.4) kullanılarak standardize edilmiştir. Bu amaçla öğütülmüş ceviz örnekleri önce 4 mm gözenek çaplı elekten daha sonra 0,5 mm gözenek çaplı elekten geçirilmiş ve bu 2 elek arasında kalan örnekler “öğütülmüş ceviz örnekleri” olarak deneylerde kullanılmıştır (Şekil 2.5).



(a)



(b)

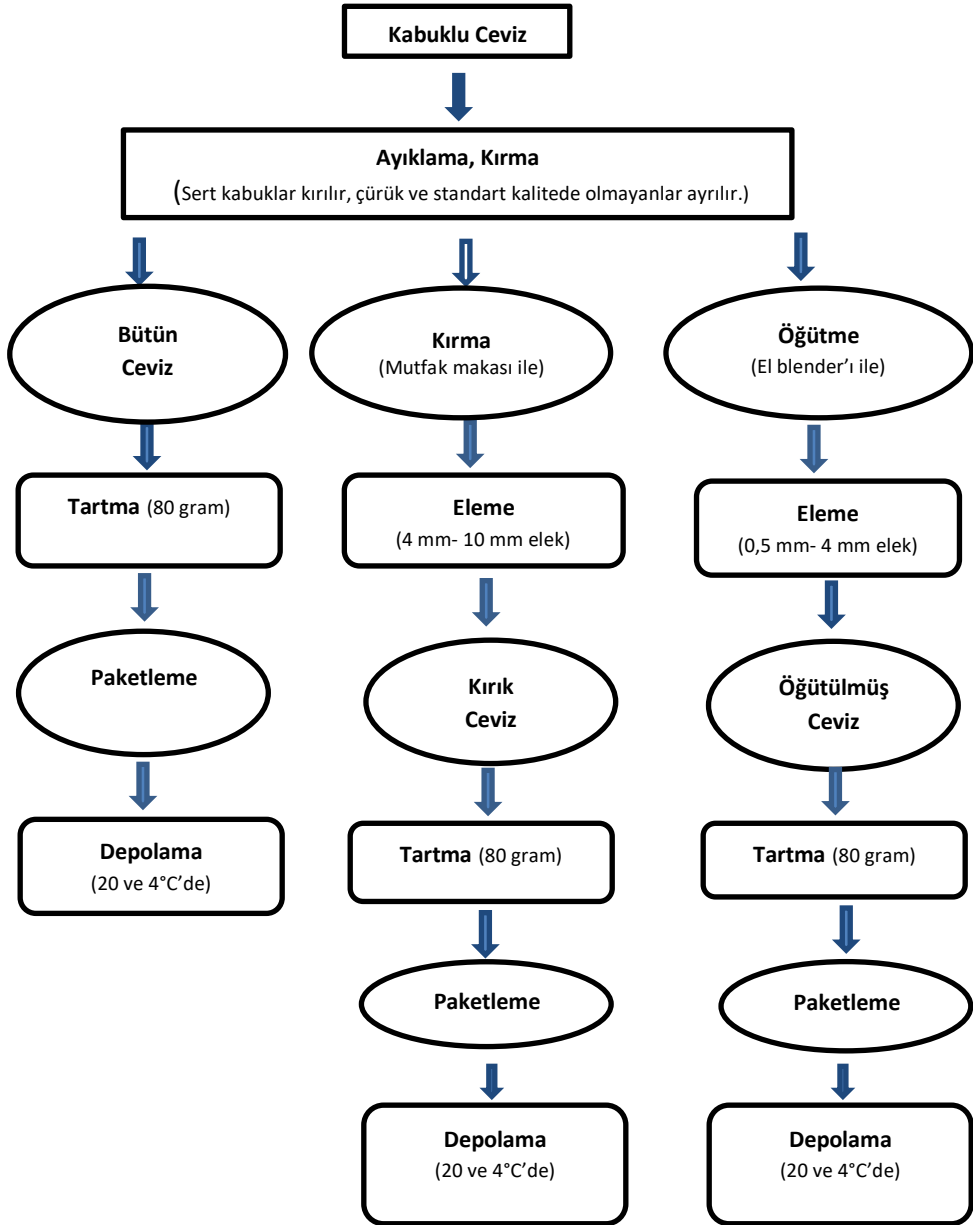
Şekil 2.4: Öğütülmüş ceviz eleme işleminde kullanılması kararlaştırılan elekler (0,5 mm gözenek çaplı elek (a), 4 mm gözenek çaplı elek (b))



Şekil 2.5: Çalışma kapsamında öğütülmüş ceviz olarak analizlerde kullanılacak olan cevizler

2.3 Cevizlerin Paketlenmesi ve Depolanması

Şekil 2.6’da verilen iş akış şemasında görüldüğü üzere, kabuklarından ayrılıp ayıklanmış cevizler; bütün, kırık ve öğütülmüş olarak üç farklı fiziksel boyutta hazırlandıktan sonra paketleme basamağına geçilmiştir.



Şekil 2.6: Tez kapsamında uygulanan iş akış şeması

Yukarıda detayları verildiği şekilde hazırlanan bütün, kırık ve öğütülmüş haldeki ceviz örnekleri (80 g) paketlerin içerisine koyulmuştur. Kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerinin vakum uygulaması ve gaz verilmesi sırasında uçuşması ve makinanın içine dolması riskine karşı bu örnekler Şekil 2.7’de gösterilen çay poşetlerine koyulup, ondan sonra paketlerin içerisine yerleştirilmiştir. Tüm örnek gruplarından her bir örnek alım süreci için ayrı ayrı 2’şerli paketler hazırlanmıştır. Başlangıçta ve 21 haftalık depolama süresince 7 haftada bir olmak üzere toplam 4 kez örnek alınmış ve çeşitli analizlere tabi tutulmuştur.



Şekil 2.7: Bu çalışma kapsamında kırık ve öğütülmüş cevizlerin depolama işleminde kullanılan çay poşetleri

Ceviz örneklerinin paketlenmesinde PE+PA+EVOH+PA+PE (Polietilen + poliamit + etilen vinil alkol + poliamit + polietilen) materyalinden imal edilmiş poşetler kullanılmıştır. Bu ambalaj materyali, piyasada vakum paketleme amacıyla kullanılmakta olup özel bir firma (KRC Pack, İstanbul) tarafından temin edilmiştir. Söz konusu ambalaj materyalinin genel özellikleri ürünün temin edildiği üretici firma tarafından belirtildiğine göre; kalınlığı 65 ± 5 mikron, oksijen geçirgenliği (23°C - %0 RH) <3 cc / m² gün ve su buharı geçirgenliği (38°C - %90 RH) <12 cc / m² gün’dür.

Örneklerin paketlenmesi işlemi, Seles marka DZ-260 model (Wenzhou Xingye Machinery Equipment Co. Ltd., Pekin, Çin) vakum paketleme cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Bahsi geçen cihazın modifiye atmosfer paketleme yaparken çalışma prensibi, öncelikle ambalaj içerisindeki havanın vakum ile çekilmesi ve sonrasında istenen gaz kompozisyonunun (%100 N₂) paket içerisine verilmesidir. Vakum paketleme ise ambalajın içerisindeki havanın vakum ile tamamen çekilmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Paketleme çalışmalarında kullanılan cihaza ve tüpe ait görseller Şekil 2.8’de verilmiştir.



Şekil 2.8: Paketleme işleminde kullanılan cihaz ve gaz tüpü

Çalışmamızda modifiye atmosfer paketleme işleminde %100 N₂ (\geq %99.995 saflıkta) içeren tüp kullanılmıştır ve bu tüp Deniz gaz Gulf Cryo (Bornova, İzmir) firmasından tedarik edilmiştir.

4°C'lik depo sıcaklığının test edilmesi için cevizler buzdolabında (Uğur, Aydın) depolanırken, 20°C' lik depo sıcaklığının test edilmesi için örnekler bir klima (Olefini marka OLE-18DCW model DC inverter duvar tipi klima) ile sıcaklığı 20°C'de sabitlenmiş bir odada depolanmıştır.

Paket içerisindeki gaz atmosferi bileşimini belirlemek amacıyla Dansensor (Checkpoint, PBI, Ringsted, Danimarka) marka bir cihaz kullanılmıştır. Bu gaz analizörünün çalışma prensibinden kısaca bahsetmek gerekirse, cihaza bağlı bulunan şırınga ucu, paketin üzerine yerleştirilmiş olan bir septumdan pakete sokulur ve 15 saniye süresince paket içindeki gaz bileşimi cihaza beslenir. Cihaz, O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarını % olarak vermekte, N₂ miktarı ise bu iki değer toplamının 100'den çıkartılmasıyla bulunmaktadır. Gaz ölçümünde kullanılan cihaza ait görseller Şekil 2.9'da verilmiştir.



Şekil 2.9: Paket içi gaz atmosferinin belirlenmesinde kullanılan cihaz

Paketlenen ceviz örneklerinde, depolama başlangıcında ve depolama boyunca her örnek alımında (21 haftalık depolama boyunca 7 haftada bir) modifiye atmosfer paketlerinde ve normal atmosfer paketlerinde bu cihaz ile paket içi gaz bileşimi belirlenmiştir.

2.4 Analizler

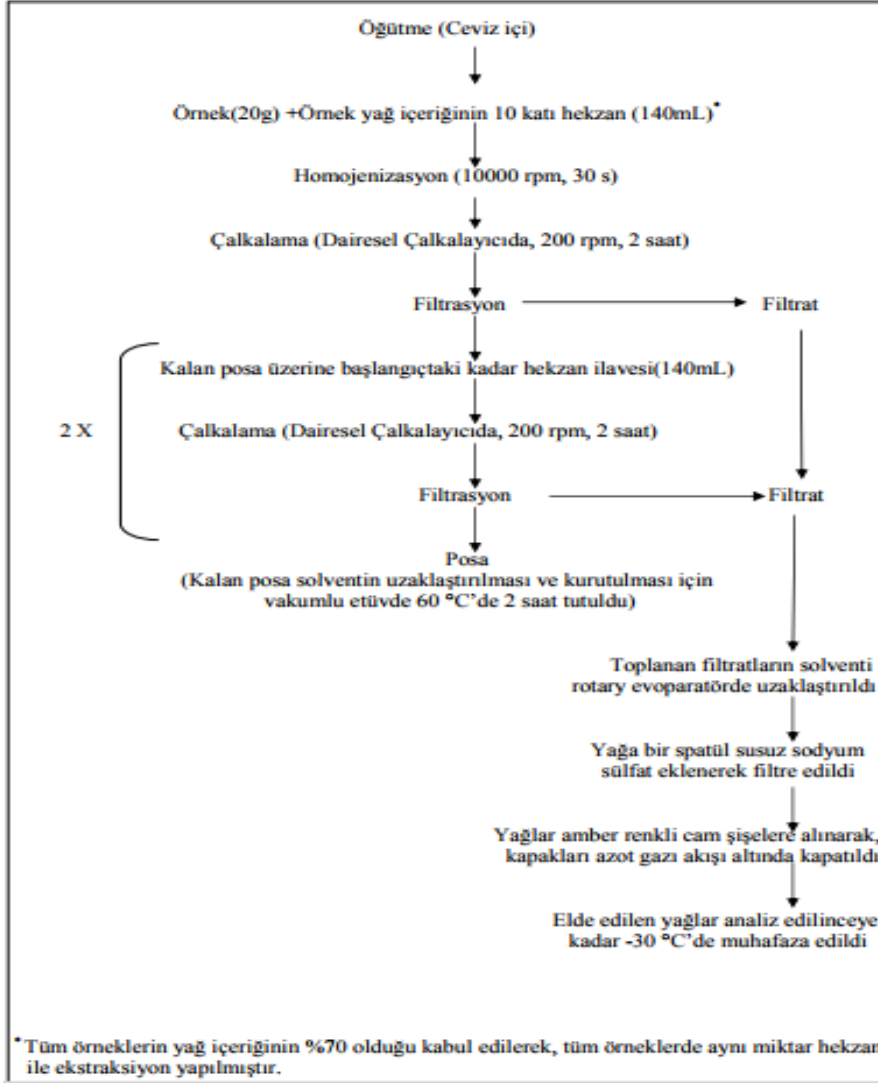
2.4.1 Tane ağırlığı (g), iç ağırlığı (g) ve randıman (%)

Tane ağırlığı her çuvaldaki cevizlerden rastgele alınmış 10 adet cevizin laboratuvar koşullarında hassas terazide doğrudan kabuklu ağırlıklarının tartılmasıyla bulunmuştur. İç ağırlık bu tanelerin ceviz kırma aleti yardımıyla manuel bir şekilde kırılmasıyla elde edilen içlerin hassas terazide tartılmasıyla bulunmuştur. Randıman ise aşağıda yer alan eşitlikte verildiği üzere, tane ağırlığı ve iç ağırlık belirlendikten sonra, tane ağırlığının iç ağırlığına oranlanması ile bulunmuştur (Aslansoy 2012).

$$\text{İç Oran (\%)} = \frac{\text{İç Ağırlığı (gr)}}{\text{Kabuklu Ağırlık (gr)}} \times 100$$

2.4.2 Yağ Eldesi

Analizlerde örnek olarak kullanılacak yağlar oksidasyon testlerine tabi tutulacağı için soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiştir. Depolanan cevizlere analizler uygulanmadan önce Şekil 2.10'da verilen soğuk ekstraksiyon işlemi uygulamak suretiyle yağ çıkarım işlemi gerçekleştirilmiştir (Bakkalbaşı 2009). Burada çalkalayıcıda geçen sürenin uzun olması ve çalkalayıcı alanının küçük olması neticesinde çalkalayıcının ağırlık merkezi ve ağırlık kapasitesi dikkate alınarak modifiye edilmiş ve alanı Şekil 2.11'deki gibi genişletilmiştir. Şekil 2.12'de soğuk ekstraksiyon işleminin bazı basamakları görülmektedir.



Şekil 2.10: Yağ eldesinde kullanılan soğuk ekstraksiyon yöntemi (Bakkalbaş 2009)



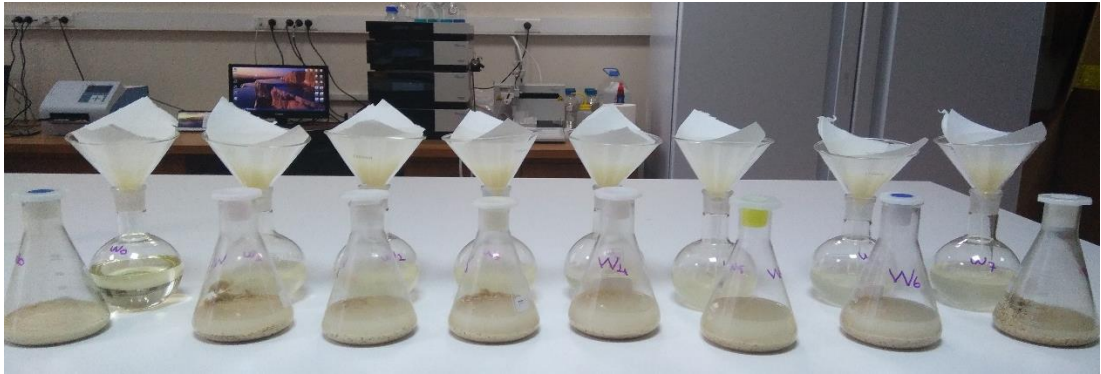
Şekil 2.11: Kapasitesini arttırmak amacıyla modifiye edilmiş çalkalayıcı



(a)



(b)



(c)

Şekil 2.12: Soğuk ekstraksiyon işleminin bazı basamakları (çözücüsü ilave edilmiş ceviz örneği (a), evaporasyon sonucunda çözücüsü uçurulmuş ceviz yağı (b), filtrasyon işlemi (c))

2.4.3 Serbest Yağ Asitliği Tayini

Serbest yağ asitliği yağların sınıflandırılmasında ve kalite açısından değerlendirilmesinde kullanılan bir değerdir. Elde edilen yağların serbest yağ asitliği tayini AOCS Resmi Metodu (Ca 5a-40)'a göre yapılmış olup oleik asit cinsinden hesaplanmıştır.

2.4.4 Peroksit Değeri

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

ölçülmesiyle elde edilir (Yetim 2011). Gerçekleştirilen tez çalışmasında örneklerin peroksit değerleri, AOCS Resmi Metodu (Cd 8-53)'e göre yapılmıştır. Sonuç, 1 kg yağda bulunan peroksit miktarı, miliekivalen oksijen cinsinden hesaplanarak verilmiştir.

2.4.5 Konjuge Dien (K₂₃₂) ve Trien (K₂₇₀) Tayini

Ultraviyole dalga boylarında yapılan spektrofotometrik ölçümler, yağın kalitesi ve işleme sırasında doğal yapısında meydana gelen değişimleri hakkında bilgi verebilmektedir. Bir yağ asidinde konjuge yapı yer alıyorsa kromofor özellik ortaya çıkar ve belli dalga boyunda absorpsiyon verir. Eğer iki “çift bağ”, aralarında tek bir “tek bağ” içerecek şekilde ardışık olarak bir molekülde bulunurlarsa, bu çift bağlara “konjuge çift bağ” denir. Bir yapıda konjuge konumda 2 çift bağ varsa buna “dien”, 3 çift bağ varsa buna da “trien” denilmektedir. Bu yağ asitleri havanın oksijeni ile okside olup konjuge dien hidroperoksitleri oluşturur. Bu oluşum UV spektrumunda 232 nm ve 270 nm’de okunmaktadır. Konjuge dien oluşumu arttıkça 232 nm’deki özgül soğurma değeri artış gösterir. 270 nm’de özgül soğurma değeri ise aldehit ve ketonların oluşumuna paralel olarak artış göstermektedir (Gürsul 2018).

Soğuk ekstraksiyon ile elde edilen yağ örneklerinden 0,1 gram tartılarak 10 mL’ye heksan ile tamamlanır ve vortekslenir. Örneğin iyice çözünmesi için vorteksten sonra ultrasonik banyoya koyulur. Daha sonra spektrofotometrede heksana karşı konjuge dienler için 232 nm’de, konjuge trienler için ise 270 nm’de absorpsiyon ölçümleri yapılmıştır. Değerler, elde edilen ölçümlerden AOCS Resmi Metodu (Ch 5-91)’e göre hesaplanmıştır.

2.4.6 Paraanisidin (*p*-Anisidin) Tayini

p-anisidin miktarı ikincil oksidasyon ürünlerini ölçmek için kullanılır. Peroksit miktarı yağ matriksindeki gerçek oksidatif durumu gösterdiği ve anisidin miktarı oksidatif oluşumun gelişim aşamalarını gösterdiği için, *p*-anisidin testini yapmak önemlidir. *p*-anisidin miktarı yağların ikincil oksidasyonundan elde edilen aldehitlerin varlığı ile ilişkilidir (Casal ve ark., 2010). Soğuk ekstraksiyonla elde edilen yağ

örneklerinden 0,5-4 gram 10 mL balon joje içine tartılır ve tartılan örneğin kütlesi (m) bir yere not edilerek analiz sonunda formülde kullanılır. İzooktan ile hacme seyreltikten sonra spektrofotometrede 350 nm'de saf izooktana karşı çözeltinin absorbansı ölçülür (Ab). Daha sonra yağlı çözeltinin 5 mL'si deney tüpüne pipetle aktarılır ve diğer bir deney tüpünde 5 mL izooktan koyulur. *P*-anisidin'in 0.25g/100mL glasiyel asetik asit ile çözeltisi hazırlanır. Hazırlanan *p*-anisidin çözeltisinin 1'er mL'si her iki test tüpüne de eklendikten sonra tüplerin kapağı kapatılarak vortekslenir. 10 dakika karanlıkta bekletildikten sonra, yağlı çözeltinin ile *p*-anisidin'in bulunduğu deney tüpünün absorbansı (As), sadece izooktan ve *p*-anisidin'in bulunduğu deney tüpüne karşı okutulur. Değerler, elde edilen ölçümlerden AOCS Resmi Metodu (Cd 18-90)'na göre hesaplanmıştır.

2.4.7 Toplam Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayini 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) metodu (Thaipong ve diğ. 2006) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre öğütülmüş ve yağından ayrılmış olan ceviz küspesinden 0,25 gram örnek doğrudan bir santrifüj tüpüne tartılır ve üzerine 10 mL metanol:su karışımı (80:20, v/v) eklendikten sonra homojenize edilir. Örnek, 180 devir/dakika hızda orbital karıştırıcıda 1 saat süreyle ekstraksiyona bırakılır ve daha sonra 8000 devir/dakika hızda 15 dakika süreyle santrifüjlenir. Santrifüj sonrası üstte kalan ekstrakt, kapaklı amber renkli şişelere alınır. Kalibrasyon eğrisi 10-50 µm aralığındaki trolox çözeltileri kullanılarak oluşturulmuştur. DPPH çözeltisinin spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda absorbans değerinin $1,1 \pm 0,01$ olması sağlanmıştır. Hazırlanan ekstraktan 150 µL alınıp 2850 µL DPPH çözeltisiyle karıştırılmış ve vortekslenerek 1 saat karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin spektrofotometrede 515 nm'de verdiği absorbans değerleri kaydedilmiş ve troloks standart eğrisi ile konsantrasyon bulunmuş ve ilgili hesaplamaları yapılmıştır. Sonuçlar Mmol Trolox eşdeğeri (TE)/g örnek olarak hesaplanmıştır.

2.4.8 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde içeriğinin tespiti için Folin-Ciocalteu (FC) metodu (Singleton ve diğ. 1999) kullanılmıştır. Toplam antioksidan aktivite analizi için hazırlanan, metanol:su karışımı (80:20, v/v) ekstraktı örnek olarak kullanılmıştır. Kalibrasyon eğrisi 5-100 mg/L konsantrasyon aralığındaki gallik asit çözeltileri kullanılarak oluşturulmuştur. Hazırlanan örneklerin analizinde 300 µL örnek ekstraktı 1500 µL 1:10'luk (v/v) FC çözeltisi ve 1200 µL 75g/L'lik Na₂CO₃ ile karıştırılmıştır. Karışımlar oda sıcaklığında karanlıkta 2 saat bekletildikten sonra 760 nm'de absorbans değerleri spektrofotometrede okunmuştur. Absorbans değerleri kalibrasyon eğrisinin dışında kalan örneklere seyreltme işlemi uygulanmıştır. Sonuçlar için, her 1 gram örnekteki toplam fenolik madde içeriği mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır.

2.4.9 Yağ Asidi Kompozisyonu

Yağ örneklerinin hidrojen bağlarını oluşturma eğiliminin yüksek olması, düşük uçuculuk ve yüksek polarite gibi özellikleri nedeniyle yağ asitleri kompozisyonu analizi için doğrudan gaz kromatografisinde çalışılması zordur. Bu nedenle, öncesinde türevlendirme bir gerekliliktir (Carvalho ve Malcata, 2005). Bu işlem, lipit bileşenlerinin uçuculuğunu artırır, daha iyi bir ayırma sağlar ve analizi gerçekleştirme süresini azaltır. Literatürde çeşitli türevlendirme prosedürleri bulunmaktadır. Bu amaçla, en basit ve uygunu olarak genellikle lipitlerin yağ asidi bileşenlerine karşılık gelen metil esterlerine dönüştürülmesi kullanılmaktadır. Diğer esterleşme yöntemleri ise belirli amaçlar için tercih edilebilir. Yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi için diğer analizlerde olduğu gibi Şekil 2.10'da verilen soğuk ekstraksiyon metodu ile elde edilen yağlar kullanılmıştır.

Yağ asitleri metil esterleri AOCS resmi metodu Ce 2-66 yöntemine göre hazırlanmıştır. Bu yöntemle göre, yağ örnekleri heksanda çözündürülmüş ve metanollü potasyum hidroksit ile muamele edilerek şiddetle çalkalanmıştır. Santrifuj edilip üst tabakada oluşan esterler, gaz kromatografisine enjekte edilerek yağ asitleri bileşimi % olarak belirlenmiştir. Kromatogramdaki piklerin geliş zamanları standart metil

esterleri verilmek suretiyle ve sonra örnek geliş zamanları ile kıyaslanarak tespit edilmiştir.

Örneklerin yağ asidi bileşiminin gaz kromatografisi yoluyla saptanmasında kullanılan analiz koşulları aşağıdaki Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1: Yağ asidi kompozisyonu analizlerinin gerçekleştirildiği gaz kromatografisi cihazının özellikleri ve analizlerdeki kromatografi şartları

Gaz Kromatografisi (GC)	Agilent 7820A
Dedektör	Alev İyonizasyon Dedektörü
Kolon:	Agilent J&W DB-FATWAX (30m x 0.25 mm id x 0.250 µm film kalınlığı)
Taşıyıcı Gaz ve Akış Oranı	H ₂ , 40 cm/s
Split Oranı	1:100
Enjeksiyon Bloğu Sıcaklığı	250 °C
Kolon Sıcaklığı	50 °C (2 dak), 50 °C/dak artarak 174 °C (14 dak), 2 °C/dak artarak 215 °C (25 dak)
Dedektör Sıcaklığı	280°C
Enjeksiyon Hacmi	1 µL

2.4.10 İyot Sayısı Tayini

Bir yağ/oksijen sistemindeki doymamışlık seviyesini belirlemek için iyot değeri kullanılır. İyot sayısı, 100 kısım yağın bağlayabildiği iyot miktarını gösterir ve yağın doymamışlık derecesi hakkında fikir verir. Gerçekleştirilen tez çalışmasında örneklerin iyot değerleri depolamanın başlangıcında ve sonunda tespit edilmiş olup AOCS Resmi Metodu (Cd 1c-85) ‘e göre belirlenmiştir.

2.4.11 Sabunlaşma Sayısı Tayini

Sabunlaşma sayısı, 1 gram yağın sabunlaşması için gerekli olan potasyum hidroksitin mg olarak ağırlığıdır. Yağların sabunlaşma sayısı, yağ asitlerinin zincir uzunluklarıyla dolayısıyla molekül ağırlıkları ile ters orantılıdır. Yani uzun zincirli yağ asitlerinin esterleri olan yağların sabunlaşma sayıları, kısa zincirli olanlarından daha düşüktür. Sabunlaşma sayısı bilinen bir yağın yaklaşık molekül ağırlığı

hesaplanabilir. Gerçekleştirilen tez çalışmasında örneklerin sabunlaşma sayıları depolamanın başlangıcında ve sonunda tespit edilmiş olup AOCS Resmi Metodu (Cd 3a-94) 'e göre belirlenmiştir.

2.4.12 İstatistik Analiz

İstatistiksel değerlendirmelerde MINITAB 13.0 ve MSTAT-C paket programlarından yararlanılmıştır. Tüm istatistiksel analizler General Linear Model (GLM) ile yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. Tezde verilen her bir sonuç, birbirinden bağımsız 4 farklı örneğin ortalaması hesaplanarak elde edilmiş ve sonuçlar “ortalama \pm standart sapma” şeklinde verilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Ceviz Örneklerinin Depolama Başlangıcındaki Randıman Değerleri

Randıman değeri kabuklu cevizler için ekonomik açıdan önemli bir parametredir. Elde ettiğimiz sonuçlar incelendiğinde, Chandler çeşidi cevizin tane ağırlığının 7,60-16,58 g, iç ağırlığının 2,85-8,29 g arasında ve randıman değerlerinin %33,68-52,05 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

3.2 Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Paket İçi Gaz Bileşimi

Normal atmosfer paketleme tekniği ile ve içerisine %100 N₂ gazı basılarak modifiye atmosfer paketleme tekniği ile paketlenen; bütün, kırık ve öğütülmüş boyutlarındaki, farklı sıcaklıklarda depolanan ceviz örneklerinin paket içi gaz bileşimleri Tablo 3.1, 3.2 ve 3.3'te verildiği şekilde ölçülmüştür.

Tablolardan da görüldüğü üzere MAP tekniği ile paketlenen ambalajlarda depolamanın başlangıcından sonuna kadar genel olarak gaz içeriği korumuştur. Depolama süresi boyunca gaz bileşiminin sıcaklıktan pek etkilenmediği tespit edilmiştir. Paket içi gaz bileşiminin korunması normal atmosfer paketleme tekniği ile ambalajlanan örnekler içinde söz konusudur.

Normal atmosfer tekniği ile paketlenip 4°C'de depolanan ceviz örneklerinin paket içi gaz atmosferi kompozisyonu genel olarak korunurken, 20°C'de depolanan örneklerin paket içi gaz atmosferinde % N₂ miktarında zamanla % 1-2 civarında artışlar gerçekleşmiştir.

Tablo 3.1: Bütün haldeki ceviz örneklerine ait gaz ölçüm sonuçları

	0.HAFTA	7.HAFTA	14.HAFTA	21.HAFTA
NORMAL ATMOSFER (+4°C)	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>
NORMAL ATMOSFER (+20°C)	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 20% N₂ 80%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 19% N₂ 81%</p>
MAP (+4°C)	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>
MAP (+20°C)	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>

Tablo 3.2: Kırık haldeki ceviz örneklerine ait gaz ölçüm sonuçları

	0.HAFTA	7.HAFTA	14.HAFTA	21.HAFTA
NORMAL ATMOSFER (+4°C)	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>
NORMAL ATMOSFER (+20°C)	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 20% N₂ 80%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 19% N₂ 81%</p>
MAP (+4°C)	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>
MAP (+20°C)	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 1% CO₂ 0% N₂ 99%</p>

Tablo 3.3: Öğütülmüş haldeki ceviz örneklerine ait gaz ölçüm sonuçları

	0.HAFTA	7.HAFTA	14.HAFTA	21.HAFTA
NORMAL ATMOSFER (+4°C)	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>
NORMAL ATMOSFER (+20°C)	<p>CO₂ 0% O₂ 21% N₂ 79%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 20% N₂ 80%</p>	<p>CO₂ 0% O₂ 20% N₂ 80%</p>	<p>CO₂ 1% O₂ 19% N₂ 80%</p>
MAP (+4°C)	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 1% CO₂ 0% N₂ 99%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>
MAP (+20°C)	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>	<p>O₂ 0% CO₂ 0% N₂ 100%</p>

3.3 Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Serbest Yağ Asidi Değişimi

Serbest yağ asitliği değeri, yağların depolama stabilitesini ve oksidasyon düzeyini etkileyen faktörlerden biridir. Yağlar (trigliseridler), ortamda oksijen bulunması durumunda belirli koşullar altında hidroliz işlemine uğrayarak serbest yağ asitleri ile mono ve digliseritlere parçalanırlar. Yağların hidrolizi sonucunda oluşan serbest yağ asitleri, hidrolizasyon derecesinin bir ölçütüdür (Kayahan 1998).

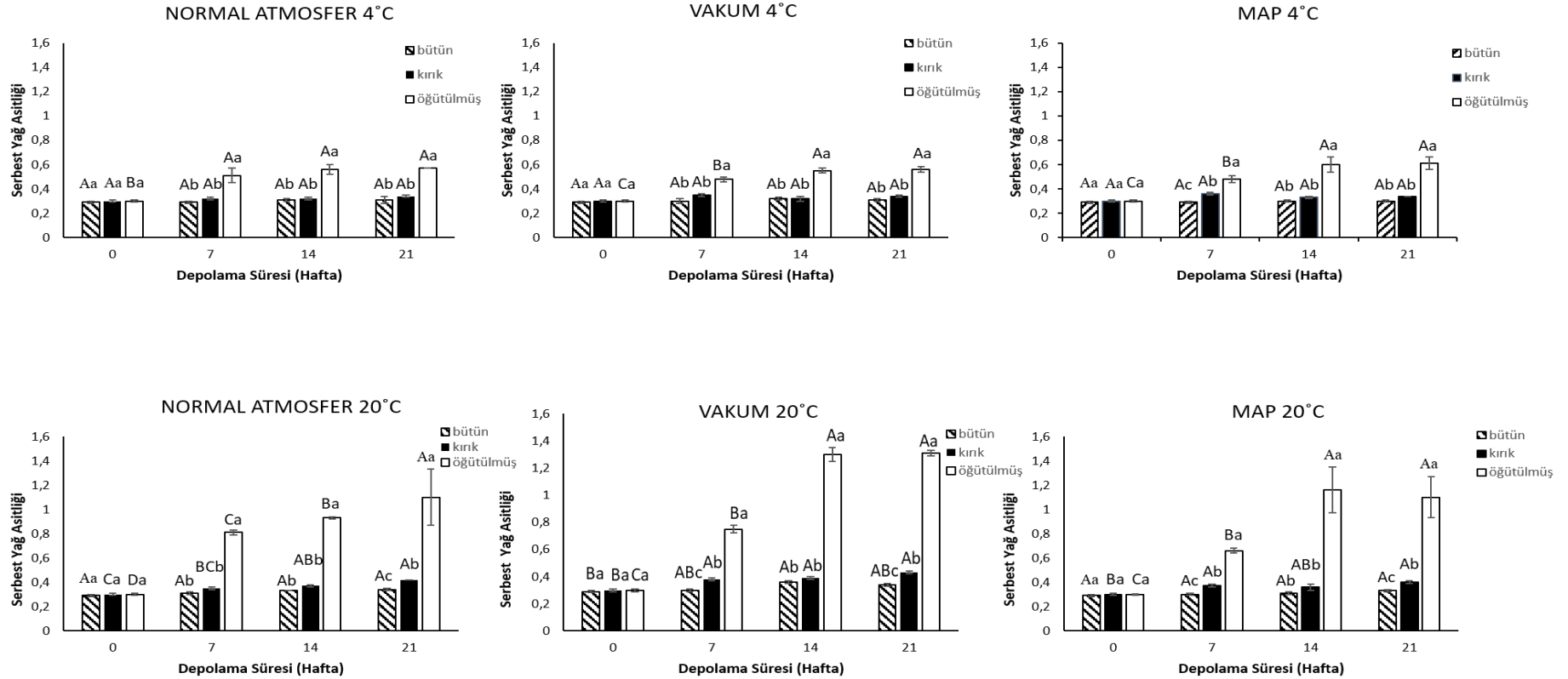
Bu çalışma kapsamında normal atmosfer, vakum atmosfer ve modifiye atmosfer olmak üzere 3 farklı teknikle paketlenip; farklı sıcaklıklarda depolanan, farklı boyutlardaki Chandler çeşidi ceviz örneklerinin 21 haftalık depolama sonucundaki serbest yağ asitliği değişimlerinin sonuçları Şekil 3.1’de verilmiştir.

Depolanan bütün haldeki cevizlerin serbest yağ asidi değerlerinde 21 haftalık depolama sürecinde istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir değişim gözlenmemiştir ($p>0,05$). Kırık cevizlerin serbest yağ asidi değerlerinde 4°C’deki depolama sürecinde herhangi bir değişim gözlenmezken, 20°C’de depolama sonunda kırık cevizlerin serbest yağ asidi değerleri başlangıca göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Öğütülmüş cevizlerin serbest yağ asidi değerleri, 4°C’deki depolamanın sadece 7. haftasında, 20°C’deki depolamanın ise her haftasında istatistiksel açıdan önemli derecede artış göstermiştir ($p<0,05$). Denenen tüm paketleme tekniklerinde 4 ve 20°C’de depolanan öğütülmüş cevizlerin serbest yağ asitliği değerleri, depolama süresince bütün ve kırık ceviz örneklerine göre daha fazla artış göstermiştir ($p<0,05$). 20°C’de depolanan kırık ceviz örneklerindeki serbest yağ asidi değerlerinin depolama sonunda bütün haldeki örneklerin serbest yağ asidi değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). 4°C’de farklı tekniklerle paketlenen ceviz örneklerinin serbest yağ asidi değeri oleik asit cinsinden %0,29 – 0,61 arasında değişirken; bu değerler 20°C’de %0,29 – 1,31 arasında değişmiştir.

Depolama sıcaklığının sert kabuklu meyvelerde serbest yağ asidi oluşumuna etkisi önceden de bilinmektedir. Örneğin Ghirardello ve diğ. (2013) soğukta (4°C’de) muhafaza edilen fındıklarda serbest yağ asidi seviyesinin ortam sıcaklığında (10-26°C arasında değişen) muhafaza edilenlere göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Raei ve Jafari (2013) farklı paketleme teknikleriyle ambalajlanmış Antep fıstıklarını farklı

sıcaklıklarda depolamışlardır. Örneklerin serbest yağ asidi değerleri üzerine depo sıcaklığının etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yazarlara göre bu durum, yüksek sıcaklıklarda daha hızlı gerçekleşen kimyasal ve enzimatik (lipolitik) reaksiyonların bir sonucudur. Ancak aynı araştırmacılar, Antep fıstığı örneklerindeki serbest yağ asidi değerleri üzerine paket içi gaz atmosferinin etkili olmadığını tespit etmişlerdir (Raei ve Jafari, 2013). Benzer durum Martin ve diğ. (2001) ve Keme ve diğ. (1983) tarafından fındıklar için de bildirilmiştir. Tarafımızdan gerçekleştirilen çalışmada da, vakum ve MAP uygulamasının bütün ve kırık ceviz örneklerinin serbest yağ asidi içeriğinde herhangi bir farka yol açmadığı, ancak öğütülmüş ceviz örneklerinin serbest yağ asidi değerlerinde depolamanın bazı periyotlarında (7 ve 14. haftalarda) bazı farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir.

Serbest yağ asitlerinin karboksil gruplarının hidroperoksitler ile hidrojen bağı vasıtasıyla kompleks oluşturduğu ve bunun sonucunda da hidroperoksitlerin serbest radikallere daha hızlı bir şekilde parçalandığı bilinmektedir. Bu nedenle serbest yağ asitlerindeki artış, işleme ve depolama süresince ürünlerde oksidasyon oranını arttırarak istenmeyen ransit tat ve koku oluşumuna katkıda bulunabilmektedir (Kayahan 2003).



Şekil 3.1: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin serbest yağ asitliği miktarındaki değişim (oleik asit cinsinden g/100g ceviz yağı)*, **

*: Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

** : Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı örneklem zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

3.4 Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Peroksit Miktarı Değişimi

Lipit oksidasyonunun birincil ürünleri hidroperoksitlerdir. Peroksit değeri, yağ oksidasyonu sonucu ortaya çıkan birincil oksidasyon ürünleri olan peroksitlerin miktarının bir ölçüsüdür (Yetim 2011). Tatsız ve kokusuz olduklarından yağların tüketilebilirliğinde belirgin bir değişikliğe yol açmazlar, ancak yağların oksidasyon düzeyinin belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan bir indikatördür (Bakkalbaşı 2009).

Tarafımızdan gerçekleştirilen çalışmada, normal atmosfer, vakum atmosfer ve modifiye atmosfer olmak üzere 3 farklı teknikle paketlenip; iki farklı sıcaklıkta depolanan; farklı boyutlardaki Chandler çeşidi ceviz örneklerinin 21 haftalık depolama sonucundaki peroksit miktarlarındaki değişimler Şekil 3.2’de verilmiştir.

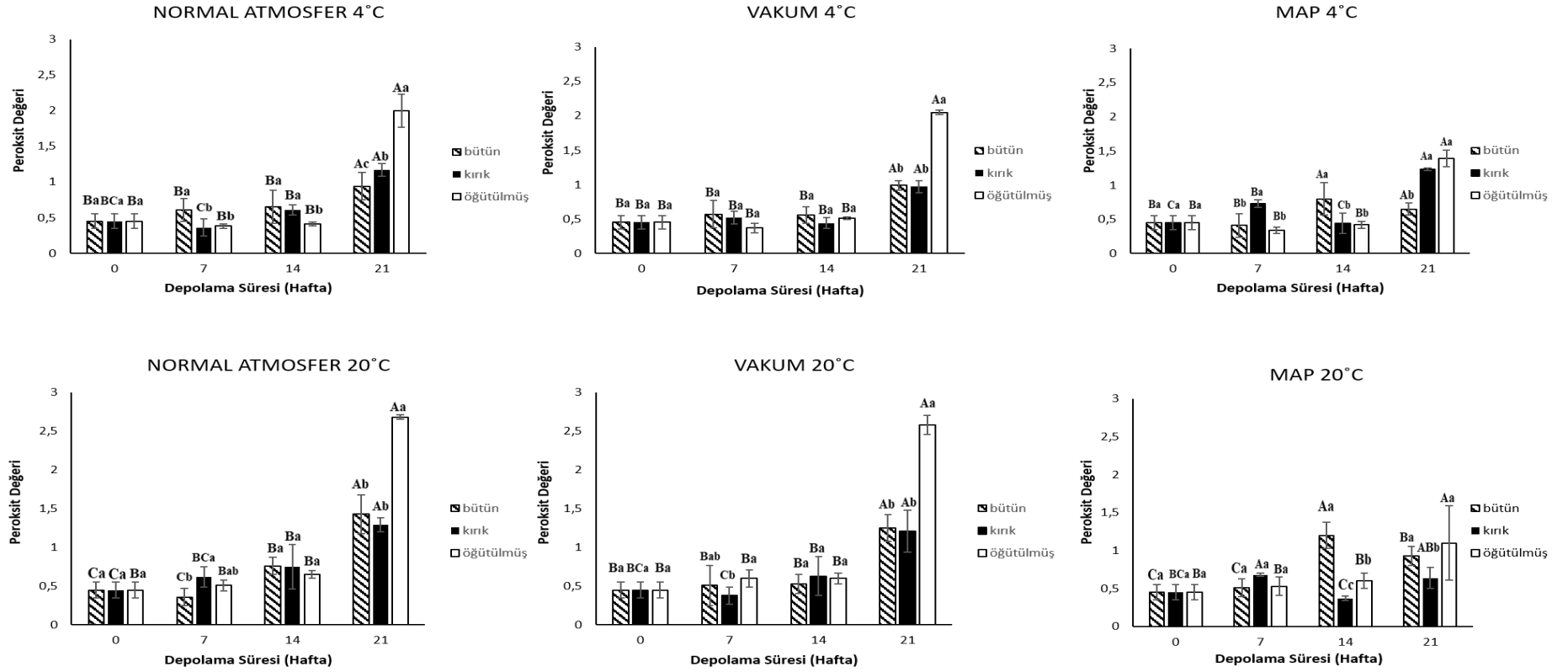
Çalışmamızda kullanılan ceviz örneklerinin depolama başlangıcındaki peroksit değerlerinin $0,45 \pm 0,10$ meq O₂/ kg ceviz yağı olduğu tespit edilmiştir. Bakkalbaşı ve diğ. (2012) 2004 ve 2005 yıllarında hasat edilen Yalova-1 ve Yalova-3 ceviz çeşitlerindeki peroksit değerlerinin 0,4-0,9 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Martinez ve diğ. (2013) ceviz yağı ile yaptıkları çalışmada başlangıç peroksit değerlerinin $0,55 \pm 0,06$ meq O₂/ kg ceviz yağı olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmamızdan elde edilen veriler incelendiğinde; test edilen tüm boyut, paketlenme tekniği ve sıcaklık koşullarında, 21 haftalık depolama süresince peroksit değerlerinde dalgalanmalar olduğu göze çarpmaktadır. Bununla birlikte, özellikle 4 °C’deki örneklerin 21. haftaya kadar peroksit değerlerinin istatistiksel açıdan değişmediği tespit edilmiştir. 21. haftada ise 4 ve 20 °C’deki tüm örneklerin peroksit değerleri artmış ve bu artışlar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Bakkalbaşı ve diğ. (2012) farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan cevizlerin peroksit değerlerinde depolama süresince benzer şekilde dalgalanmalar tespit etmiş ve peroksit değerleri üzerine depolama sıcaklığının etkisinin ambalaj malzemesinin etkisinden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Farklı depolama

koşullarının bademin raf ömrü üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Lin ve diğ. 2012) test edilen her koşulda peroksit değerlerinde dalgalanmalar olduğu görülmüştür. Görülen bu dalgalanmaların sebebinin peroksit bileşiklerinin kararsızlığı olduğu öne sürülmüştür. Yazarlara göre; bir yandan yeni peroksitler oluşmakta bir yandan da oluşan peroksitler aldehit, keton vb. bileşiklere bozunmaktadırlar. Martin ve diğ. (2001) farklı tekniklerle paketlenen fındıkların peroksit değerlerinde, depolamanın altıncı ayında (24 haftada) belirgin bir artış gözlendiğini tespit etmişlerdir. Belirlenen bu tespit yapılan tez çalışmamızda 21. haftada görülen peroksit değerlerindeki artışla uyumludur.

Gerçekleştirilen tez çalışmasında normal atmosferde ve vakum paketlenen öğütülmüş ceviz örneklerinin peroksit değerleri depolama sonunda bütün ve kırık haldeki ceviz örneklerinin peroksit değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Buradan; boyut küçültme işleminin, örneklerin yüzey alanını artırması nedeniyle, cevizlerdeki peroksit değerlerini arttırdığı sonucuna varılabilir. Oysa ceviz unlarını (%20,3 yağlı) farklı ambalaj materyalleriyle pakitleyip farklı sıcaklıklarda depolayan Vanhanen ve Savage (2006), örneklerin 23°C'nin altında 6 aya kadar okside olmadan depolanabildiğini bildirmiştir. Yazarlar bu durumu ceviz meyvesinde yüksek miktarlardaki doğal antioksidanların (tokoferoller) varlığına bağlamışlardır.

Tez çalışmamızdan elde edilen veriler incelendiğinde, MAP uygulamalarının cevizlerdeki peroksit değerleri üzerine etkisi göze çarpmaktadır. Örneğin öğütülmüş ceviz örneklerinin 21 haftalık depolama periyodu sonunda peroksit değerlerinin MAP uygulamalarıyla en fazla 1,39 meq O₂/kg ceviz yağı'na çıktığı, normal atmosferde ise bu değerlerin 2,68 meq O₂/kg ceviz yağına, vakum paketlenen örneklerde ise 2,58 meq O₂/kg ceviz yağı'na kadar çıktığı tespit edilmiştir. Bu durum; MAP uygulamasının, yani paket içerisindeki oksijen miktarının düşürülmesinin, peroksit değerlerindeki artışın sınırlandırılmasında etkili olduğunu açıkça göstermektedir. Nitekim Martin ve diğ. (2001) yaptıkları çalışmada oksijen konsantrasyonunun peroksit değeri üzerine etkili olduğunu da belirtmişlerdir. Şöyle ki; depolama sırasında oksijen içeriğinin %1, 5 ve 10 olduğu örneklerde peroksit değerinde önemli bir artış gözlenmezken, oksijen içeriğinin %20 olduğu örneklerde peroksit değerinde önemli bir fark tespit edilmiştir.



Şekil 3.2: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin peroksit miktarlarındaki değişim (meq O₂ /kg ceviz)*, **

*: Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

** : Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı örnekleme zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

Tez çalışmamızdan elde edilen bir sonuç da, vakum uygulamasının öğütülmüş ceviz örneklerinin peroksit değerlerinin korunmasında MAP uygulaması kadar etkili olmadığıdır. Bu durumun nedeni olarak, paket içeriğindeki mevcut havanın tamamen boşaltılabilmesi için uygulanan şiddetli vakumlama işlemi sırasında ceviz örneklerinin fiziksel olarak sıkışması ve yağının dışarıya sızması olduğu düşünülmektedir. Nitekim vakum ve MAP tekniğiyle paketlenen bütün ve kırık ceviz örneklerinin peroksit değerleri arasında kayda değer bir fark tespit edilmemiştir. Benzer şekilde Raisi ve diğ. (2015) bademlerin 10 aylık depolanması sırasında MAP (%100 CO₂) ve vakum paketlenme tekniklerinin ikisinin de peroksit değerlerinin korunmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ghirardello ve diğ. (2013) de MAP (%1 O₂+%99 N₂) tekniğiyle paketlenip düşük sıcaklıkta (4°C'de) depolanan fındık örneklerinin peroksit değerlerindeki artışın yavaşladığını tespit etmişler ve fındıkların uzun süreli depolanması için MAP kullanımının uygun olduğunu belirtmişlerdir.

3.5 Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Konjuge Dien ve Konjuge Trien Değerindeki Değişim

Ultraviyole dalga boylarında yapılan spektrofotometrik ölçümler, yağın kalitesi ve işleme sırasında yapısında meydana gelen değişimler hakkında bilgi verebilmektedir (Uncu 2008). 232 nm, çoklu doymamış yağ asitlerinin yani konjuge dienlerin oluşumu ile ilişkilendirilirken, 270 nm değerleri, aldehit ve keton gibi bileşiklerin oluşumuyla paralellik göstermektedir (Casal ve ve diğ. 2010).

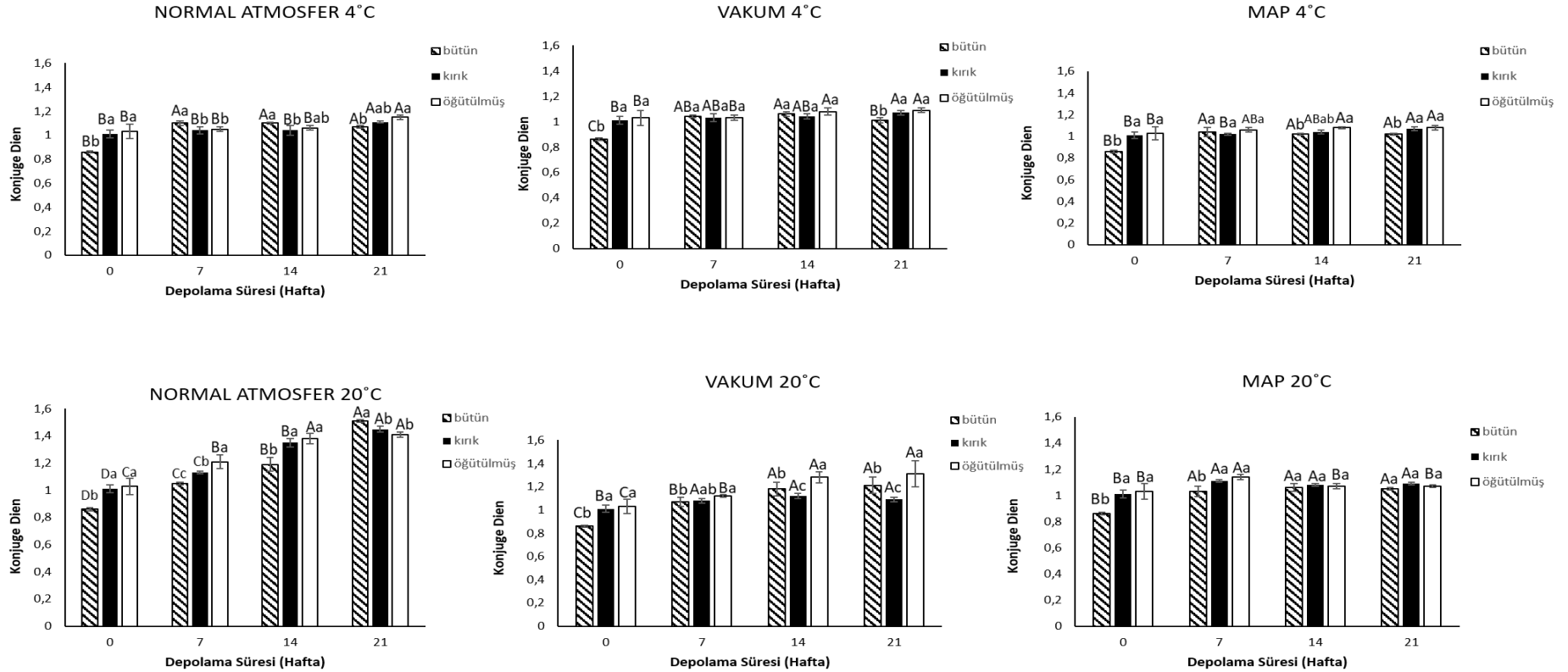
Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında; farklı tekniklerle paketlenip, farklı sıcaklıklarda depolanan, farklı boyutlardaki Chandler çeşidi ceviz örneklerinin 21 haftalık depolama sürecinde ölçülen konjuge dien ve konjuge trien değerleri sırasıyla Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te verilmiştir.

Martinez ve diğ. (2013) ceviz yağının farklı depolama koşullarındaki oksidatif stabilitesi üzerine yaptıkları çalışmada, konjuge dien ve trien değerlerinin başlangıç miktarlarını tespit etmişlerdir. Çalışmanın başlangıcında belirlenen konjuge dien değeri $1,18 \pm 0,01$ iken konjuge trien değeri $0,06 \pm 0,001$ olarak belirlenmiştir.

Gerçekleştirdiğimiz tez çalışması kapsamında konjuge dien ve trien değerleri sırasıyla; 0,86-1,03 arasında ve 0,03-0,04 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Birincil oksidasyon ürünlerinin (konjuge dien) değerleri 4°C'deki depolama sürecinde kısmi artışlar göstermiştir. Oysa 20°C'de bu değerler çok daha fazla artmış ve; normal atmosfer, vakum ve MAP uygulanan örneklerde sırasıyla 1,51; 1,31; 1,14 değerlerine kadar ulaşmıştır. Normal atmosferde 20°C'de depolanan bütün haldeki ceviz örneklerinin konjuge dien değerleri her örnekleme zamanında istatistiksel açıdan önemli derecede artış göstermiş ancak vakum örneklerinde son 2 örnekleme zamanında (14. ve 21. hafta), MAP örneklerinde ise son 3 örnekleme zamanında (7, 14 ve 21. hafta) konjuge dien değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir artış tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Bu durum vakum ve MAP uygulamalarıyla paket içerisindeki oksijen miktarını azaltmanın konjuge dien değerlerindeki artışı sınırladığının bir göstergesidir ve Martin ve diğ. (2001)'nin fındıklardaki tespitiyle paralellik göstermektedir.

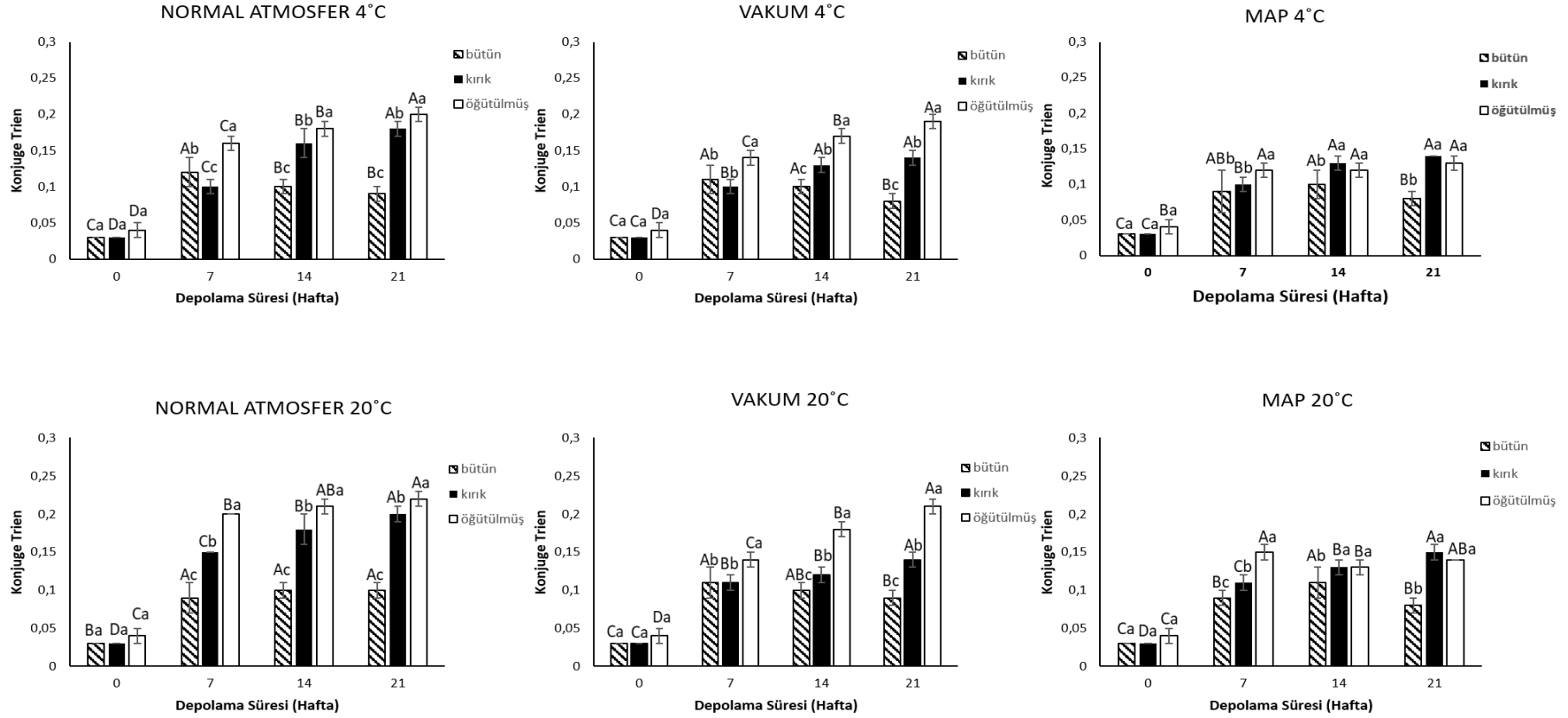
Konjuge trien değerlerinde, normal atmosfer ve vakum ile paketlenen, 4 ve 20°C'de depolanan öğütülmüş cevizlerde 21 haftalık depolama boyunca istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir ($p<0,05$). MAP uygulanmış örneklerde ise depolamanın 7. haftasında meydana gelen istatistiksel açıdan önemli artışın ardından konjuge trien değerlerinde önemli bir artış gözlenmemiştir. Ayrıca MAP uygulanmış örneklerin konjuge trien değerleri; normal atmosferde ve vakum paketlenmiş örneklerin konjuge trien değerlerine göre daha düşük bulunmuştur. Farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin konjuge dien değerleri arasında herhangi bir farklılık tespit edilmezken, konjuge trien değerlerindeki artış tüm örnekler incelendiğinde genellikle öğütülmüş>kırık>bütün şeklinde gerçekleşmiştir. Bu durum cevizlerdeki boyut küçültme işleminin konjuge trien değerlerini artırıcı etkisini göstermektedir. Benzer şekilde, Raisi ve diğ. (2015), normal hava ile paketlenip ortam sıcaklığında depolanan öğütülmüş badem örneklerindeki konjuge trien değerlerinde artışın diğer tüm örneklerde gözlenen artıştan çok daha büyük olduğunu bildirmişlerdir. Yazarlara göre bu durum, öğütme işlemiyle oksijenin temas edebileceği yüzey alanının arttırılmasından ve böylece bademlerin oksidasyona karşı daha duyarlı hale gelmesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 3.3: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin konjuge dien miktarlarındaki değişim *,**

*: Aynı sıcaklık, aynı paketleme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

** : Aynı sıcaklık, aynı paketleme tekniği ve aynı örneklem zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).



Şekil 3.4: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin konjuge trien miktarlarındaki değişim
*,**

*: Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

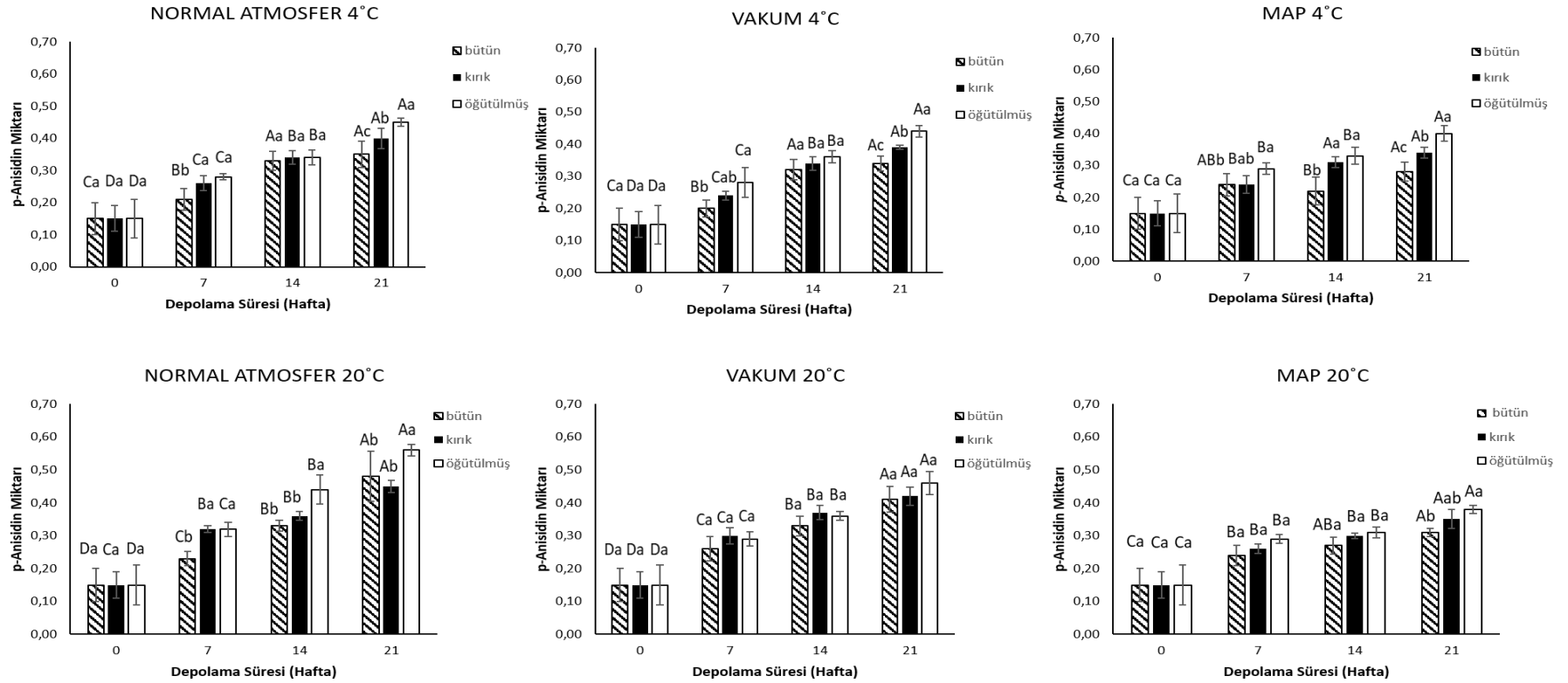
** : Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı örneklem zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

3.6 Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin *p*-Anisidin Miktarındaki Değişim

Tarafımızdan gerçekleştirilen çalışmada, normal atmosfer, vakum atmosfer ve modifiye atmosfer olmak üzere 3 farklı teknikle paketlenip; iki farklı sıcaklıkta depolanan; farklı boyutlardaki Chandler çeşidi ceviz örneklerinin 21 haftalık depolama sonucundaki *p*-anisidin miktarlarındaki değişimler Şekil 3.5'te verilmiştir.

Hidroperoksitlerin oluşumu, yağ asitlerinin oksidasyon duyarlılığı ve antioksidan seviyeleri ile ilişkilidir. Bununla birlikte, hidroperoksitler geçici kimyasal bileşiklerdir ve yağlarda zorunlu bir parametre olsa da yağların oksidatif durumu ile her zaman doğrudan ilişkili değildir. Öte yandan *p*-anisidin değeri, daha ampirik bir belirleme olmasına rağmen, oksidasyon ile daha iyi bir korelasyon göstermektedir. İkincil oksidasyon ürünleri, yani aldehitler, hidroperoksitlerden çok daha kararlı ürünlerdir. Bu nedenle, doğru bir oksidasyon durumunun tahmininin yapılabilmesi için, her iki parametre de aynı anda yorumlanmalıdır (Casal ve diğ. 2010).

Gerçekleştirilen tez çalışmasındaki *p*-anisidin miktarları incelendiğinde, tüm örneklerin her örnek alım sürecinde bir artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Normal atmosfer ve vakum atmosfer teknikleriyle paketlenerek 4 ve 20°C'de depolanan öğütülmüş boyuttaki ceviz örneklerinin 21 haftalık depolama boyunca her örnek alımında istatistiksel açıdan anlamlı artışlar gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0,05$). 21 haftalık depolamanın sonunda farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin *p*-anisidin değerleri incelendiğinde öğütülmüş boyuttaki ceviz örneklerinin bütün ve kırık boyuttaki ceviz örneklerinden daha yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. 20°C'de modifiye atmosfer ile paketlenen örneklerin depolama sonunda *p*-anisidin değerleri 0,40 iken, vakum ve normal atmosfer teknikleri ile paketlenenlerin değerleri sırasıyla 0,46 ve 0,56 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Mu ve diğ. (2013) ayçiçeği çekirdeği ve ceviz örneklerini 120 gün depoladıkları çalışmalarında, tüm örnek gruplarında *p*-anisidin değerlerinin depolama süresi boyunca artış gösterdiğini belirlemişler ve paket içerisinde oksijen tutucu barındıran örneklerin 120 günlük depolama sonunda en düşük *p*-anisidin değerlerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.



Şekil 3.5: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin p-anisidin miktarlarındaki değişim
*,**

*: Aynı sıcaklık, aynı paketleme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

** : Aynı sıcaklık, aynı paketleme tekniği ve aynı örnekleme zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

3.7 Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Yağsız Ceviz Örneklerindeki Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri Değerlerindeki Değişim

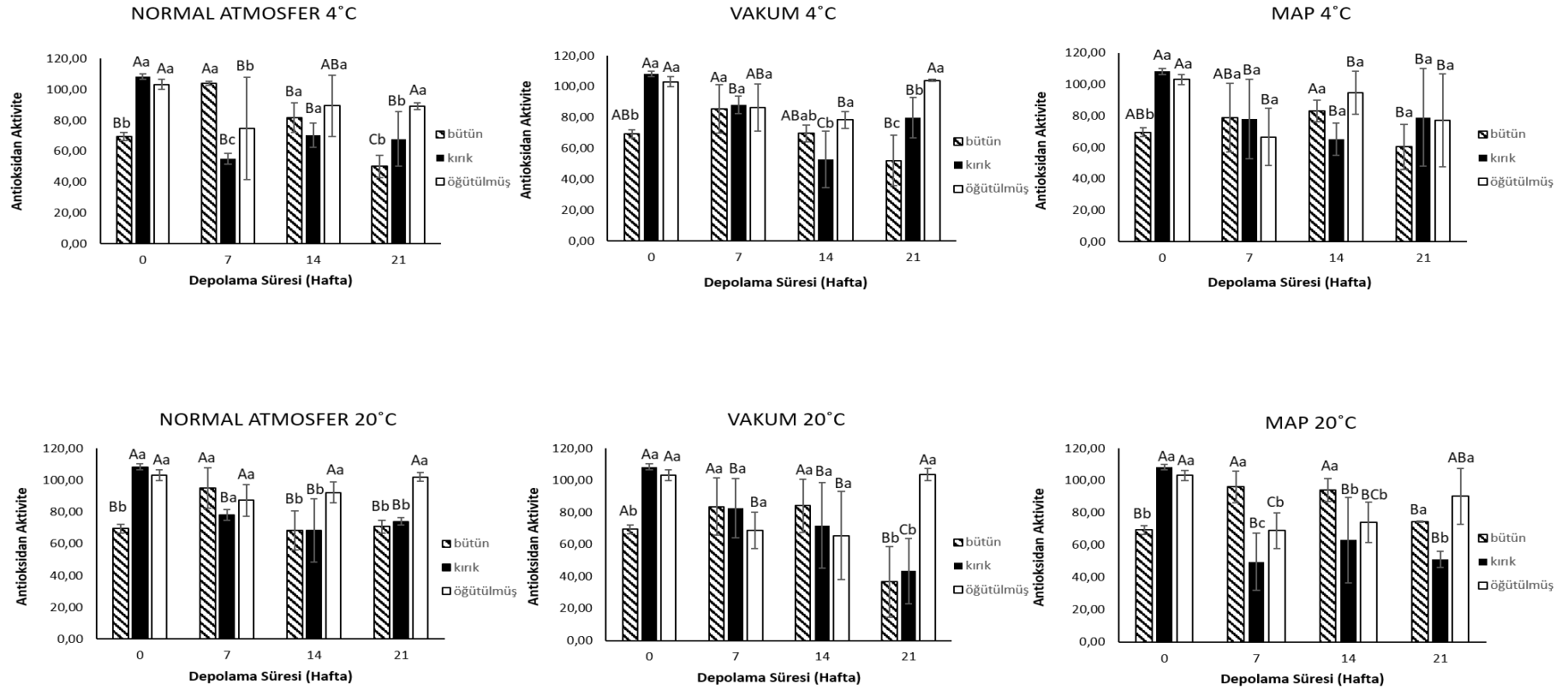
Tarafımızca gerçekleştirilen tez çalışmasında farklı tekniklerle paketlenip, farklı sıcaklıklarda depolanan, farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin 21 haftalık depolama süresince alınan ceviz numunelerinin yağı soğuk ekstraksiyonla ayrıldıktan sonra kalan yağsız kısmında (küşpesinde) antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içerikleri takip edilmiştir. Yağsız kısımda (küşpede) takip edilen antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da verilmiştir.

Bütün haldeki ceviz örneklerinin antioksidan değerleri, 7 haftalık depolama süresi sonunda genellikle bir miktar artmış ancak 21 haftalık depolama süresi sonunda ya azalmış ya da başlangıç seviyesine geri dönmüştür. Kırık ceviz örneklerinin antioksidan değerleri ise tüm paketleme teknikleri ve depolama sıcaklıklarında başlangıç değerlerinin altında seyretmiştir. Normal atmosfer ve vakum altında paketlenen öğütülmüş ceviz örneklerinin her 2 sıcaklıkta 21 haftalık depolanması sonunda antioksidan değeri, bütün ve kırık ceviz örneklerinin antioksidan değerlerinden istatistiksel açıdan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda cevizlerde antioksidan aktivite değeri üzerine boyut ve zaman faktörlerinin etkili olduğu ($p < 0,05$), paketleme tekniği ve depolama sıcaklığı faktörlerinin ise etkili olmadığı ($p > 0,05$) tespit edilmiştir.

21 haftalık depolama sürecinde; bütün haldeki cevizlerde toplam fenolik madde içeriği genellikle korunurken, kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerinde toplam fenolik madde içeriği azalmıştır. 4°C'de depolanan örneklerin hepsinde depolama sonunda toplam fenolik madde içerikleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmazken normal atmosferde ve MAP'de paketlenip 20°C'de depolanan bütün haldeki ceviz örneklerindeki toplam fenolik madde miktarı kırık ve öğütülmüş örneklere daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Gene istatistiksel analiz sonucunda cevizlerde toplam fenolik madde içeriği üzerine zaman, boyut ve paketleme

faktörlerinin etkili olduğu ($p<0,05$) ancak sıcaklık faktörünün etkili olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir.

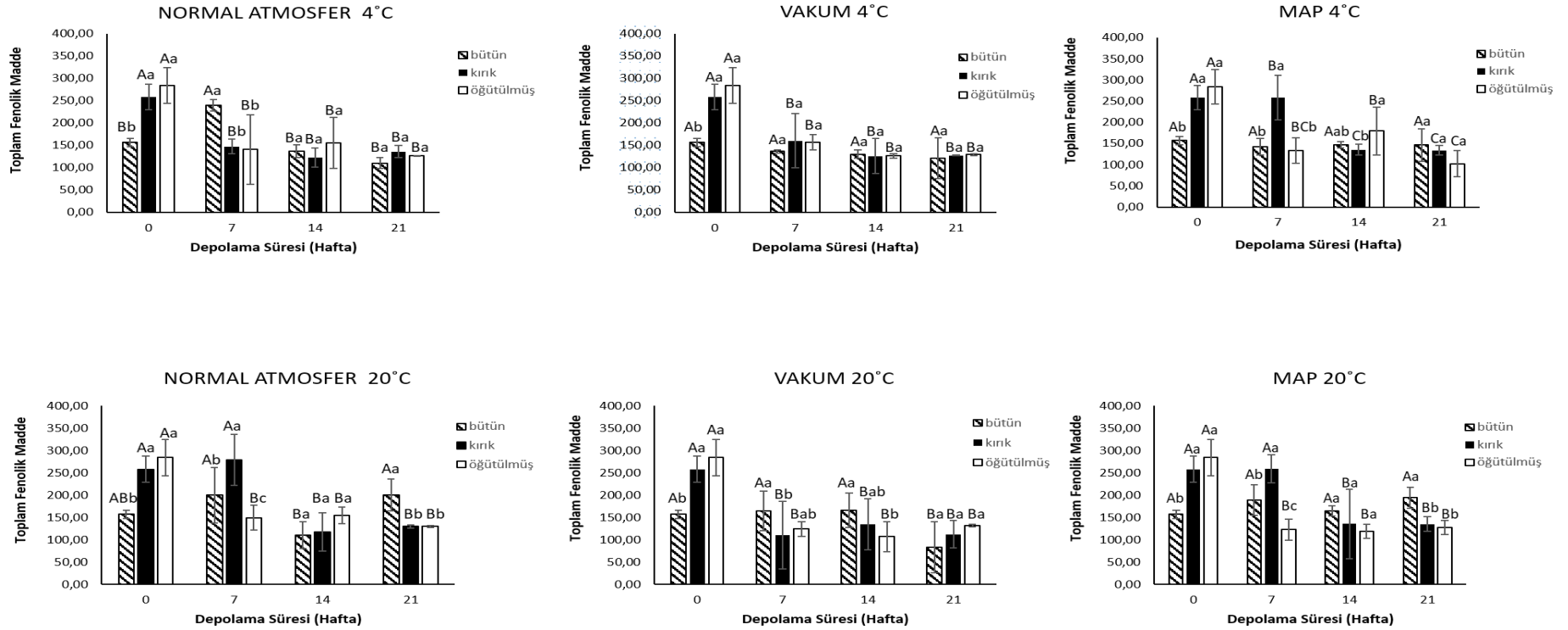
Gerçekleştirilen literatür taraması neticesinde paket içerisindeki oksijen seviyesini azaltıcı uygulamaların (vakum ve MAP) ve soğukta depolama işleminin ceviz meyvesinin antioksidan aktivite değeri ve toplam fenolik madde içeriğindeki azalmaları sınırlandırıcı etki gösterdiği saptanmıştır (Christopoulos ve Tsantili 2011, Vidrih ve diğ. 2012). Sert kabuklu meyvelerin antioksidan aktivite değerlerinin ve toplam fenolik madde içeriğinin zamanla azalacağı öngörülse de, depolanan fındık (Ghirardello ve diğ. 2013) ve ceviz (Vidrih ve diğ. 2012) örneklerinde bazen bu parametrelerin değişmediği hatta arttığı görülmüştür. Şüphesiz bu durum üzerine hammaddenin çeşidi ve depolama koşulları gibi birçok faktör etkilidir. Bizim çalışmamızda da; öğütülmüş ceviz örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin kırık ve bütün haldeki ceviz örneklerinden daha düşük çıkması beklenirken -oksidasyona daha duyarlı olması sebebiyle-, bazen (normal atmosfer ve vakum paketleme koşullarında) bu örneklerin antioksidan aktivite değerleri aksine daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, ceviz meyvesinin muhafazası sırasında birçok karmaşık oksidatif ve biyokimyasal reaksiyonların varlığının bir kanıtı olarak tarafımızdan değerlendirilmiştir.



Şekil 3.6: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki yağsız ceviz örneklerinin antioksidan aktivite miktarlarındaki değişim (Mmol TE/g ceviz)*, **

*: Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

** : Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı örneklem zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).



Şekil 3. 7: Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki yağsız ceviz örneklerinin toplam fenolik madde miktarları değişimi (mg GAE/g ceviz)*,**

*: Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

** : Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı örneklem zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

3.8 Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Yağ Asidi Kompozisyonundaki Değişim

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında; farklı tekniklerle paketlenip, farklı sıcaklıklarda depolanan, farklı boyutlardaki Chandler çeşidi ceviz örneklerinin 21 haftalık depolama sürecinin başlangıcında ve depolamanın bitiminde (21. haftada) yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Yağ içeriği bakımından oldukça zengin olduğu bilinen ceviz yağının; normal atmosferde paketlenip 20°C’de depolanan öğütülmüş boyuttaki ceviz örneklerinin depolamanın başlangıcındaki ve bitişindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4: Normal atmosferde paketlenip 20°C’de depolanan öğütülmüş boyuttaki ceviz örneklerinin depolamanın başlangıcındaki ve bitişindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim (%)

	Başlangıç (0.Hafta)	Bitiş (21.Hafta)
C14:0	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00
C15:0	0,01 ± 0,00	0,02 ± 0,01
C16:0	5,97 ± 0,13	4,85 ± 0,23
C16:1	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01
C17:0	0,47 ± 0,53	0,02 ± 0,01
C18:0	2,97 ± 0,04	2,46 ± 0,11
C18:1 cis	13,83 ± 0,36	14,84 ± 0,15
C18:1 tr	0,66 ± 0,01	0,73 ± 0,01
C18:2	61,32 ± 0,45	62,74 ± 0,23
C18:3	14,44 ± 0,33	13,99 ± 0,08
C20:0	0,05 ± 0,03	0,07 ± 0,01
C20:1	0,21 ± 0,0	0,22 ± 0,00
TOPLAM SFA	9,49	7,44
TOPLAM MUFA	14,75	15,84
TOPLAM PUFA	75,76	76,73

Belirlenen yağ asidi kompozisyonlarına bakıldığında ceviz yağının çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olduğu ve yaklaşık %75-76 arasında değişen bir değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Yine belirlenen yağ asidi kompozisyonları neticesinde tüm örneklerde, her koşulda depolamanın başlangıcında ve depolamanın sonunda en fazla çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (C18:2) miktarı göze çarpmaktadır. Yaklaşık %60-62 arasında değişen linoleik asit miktarının depolamanın sonunda da aynı seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Linoleik asidi %13-14 seviyeleriyle yine doymamış yağ asitlerinden olan oleik asit (C18:1 cis) ve alfa linolenik asit (C18:3) takip etmektedir. Benzer şekilde Bakkalbaşı ve diğ. (2012) farklı ceviz çeşitleriyle yaptıkları depolama çalışmasında örneklerin PUFA değerlerinin %61-75 arasında değiştiğini ve PUFA'ların ceviz yağında temel yağ asidi grubu olduğunu belirtmişlerdir. İncelenen tüm ceviz çeşitlerinde miktarca en yüksek bulunan yağ asidinin linoleik asit olduğu (%52-60) tespit edilmiştir. MUFA içeriğinin ise %16-29 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bizim örneklerimizde ise MUFA içeriği %13-15 arasında değiştiği tespit edilmiş olup bu farklılığın sebebinin farklı çeşitteki cevizlerin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Vidrih ve diğ. (2012) 7 farklı çeşitteki öğütülmüş cevizin farklı atmosferlerde 10 ay depolanması sonucunda yağ asidi kompozisyonlarını incelemişler ve farklı atmosferde depolama sonucunda sadece linolenik asidin kararsız olduğunu diğerlerinin miktarlarının genellikle korunduğunu ve N₂ atmosferinin bir etkisi olmadığını tespit etmişlerdir. Chandler çeşidinde bizim çalışmamızla benzer şekilde linoleik asit miktarının %60-61 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Gerçekleştirdiğimiz tez çalışmasında, farklı atmosferlerdeki ceviz örneklerinin yağ asidi miktarlarının depolamanın başlangıcında ve sonunda değişiklik göstermediği tespit edilmiştir. Bu da 21 haftalık depolama süresi boyunca tüm atmosferlerde yağ asidi kompozisyonunun korunduğu çıkarımında bulunmamızı sağlamıştır.

3.9 Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin İyot Değeri ve Sabunlaşma Sayısındaki Değişim

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında; farklı tekniklerle paketlenip, farklı sıcaklıklarda depolanan, farklı boyutlardaki Chandler çeşidi ceviz örneklerinin 21

haftalık depolama sürecinin başlangıcında ve depolamanın bitiminde (21. haftada) iyot değeri ve sabunlaşma sayısı belirlenmiştir.

İyot değeri, yağlarda doymamışlık seviyesinin bir ölçüsü olup 100 gram yağın absorbe edebileceği iyot miktarının gram cinsinden değerini belirtir. Yağın iyot değeri ne kadar yüksek ise doymamış yağ asidi de o derece fazladır. Dolayısıyla bir yağın iyot değeri ne kadar yüksek ise o yağın oksidasyon için potansiyelinin de o derece yüksek olduğu bilinmektedir (Lin ve diğ. 2012). Ceviz örneklerinin depolamanın başlangıcında ve bitişindeki iyot değerleri Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.5: Farklı boyutlarda farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan örneklerin depolamanın başlangıcında ve sonundaki iyot değerindeki değişim

Boyut	Paketleme	Sıcaklık	Başlangıç	21. Hafta
Kelebek	N.ATM	4	154,6 ± 0,84	157,30 ± 0,29
		20	154,6 ± 0,84	156,22 ± 0,36
	VAKUM	4	154,6 ± 0,84	155,44 ± 0,60
		20	154,6 ± 0,84	156,78 ± 0,64
	MAP	4	154,6 ± 0,84	156,39 ± 0,42
		20	154,6 ± 0,84	156,16 ± 0,57
Kırık	N.ATM	4	156,45 ± 0,41	155,15 ± 0,40
		20	156,45 ± 0,41	154,93 ± 0,08
	VAKUM	4	156,45 ± 0,41	154,30 ± 0,58
		20	156,45 ± 0,41	154,70 ± 0,56
	MAP	4	156,45 ± 0,41	154,88 ± 0,59
		20	156,45 ± 0,41	154,54 ± 0,43
Öğütülmüş	N.ATM	4	156,07 ± 0,23	159,24 ± 0,19
		20	156,07 ± 0,23	158,26 ± 0,37
	VAKUM	4	156,07 ± 0,23	156,95 ± 1,05
		20	156,07 ± 0,23	157,37 ± 1,02
	MAP	4	156,07 ± 0,23	157,33 ± 1,12
		20	156,07 ± 0,23	154,64 ± 0,71

Gerçekleştirilen çalışma sonucunda bulunan iyot değerlerine bakıldığında başlangıç değerlerinin 154-156 arasında değiştiği, depolamanın sonunda bu değerlerin 154-159 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bulunan sonuçlar göstermektedir ki iyot değerinde kısmi artışlar olsa da genellikle örneklerdeki iyot değerleri depolamanın başlangıcından sonuna kadar korunmuştur. Benzer şekilde Martinez ve diğ. (2013) ceviz yağında gerçekleştirdikleri bir çalışmada depolamanın başlangıcında iyot değeri ölçümü yapmışlar ve $157 \pm 0,09$ değerini bulmuşlardır.

Yağlarda sabunlaşma sayısı molekül ağırlığının bir göstergesidir. Ceviz örneklerinin depolamanın başlangıcı ve bitişindeki sabunlaşma değerleri Tablo 3.6 'da verilmiştir.

Tablo 3.6: Farklı boyutlarda farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan örneklerin depolamanın başlangıcında ve sonundaki sabunlaşma sayısı değerindeki değişim

Boyut	Paketleme	Sıcaklık	Başlangıç	21. Hafta
Kelebek	N.ATM	4	$192,22 \pm 0,05$	$192,20 \pm 0,02$
		20	$192,22 \pm 0,05$	$192,25 \pm 0,02$
	VAKUM	4	$192,22 \pm 0,05$	$192,25 \pm 0,04$
		20	$192,22 \pm 0,05$	$192,22 \pm 0,01$
	MAP	4	$192,22 \pm 0,05$	$192,22 \pm 0,03$
		20	$192,22 \pm 0,05$	$192,19 \pm 0,02$
Kırık	N.ATM	4	$192,16 \pm 0,02$	$192,17 \pm 0,01$
		20	$192,16 \pm 0,02$	$192,18 \pm 0,01$
	VAKUM	4	$192,16 \pm 0,02$	$192,22 \pm 0,06$
		20	$192,16 \pm 0,02$	$192,19 \pm 0,00$
	MAP	4	$192,16 \pm 0,02$	$192,21 \pm 0,06$
		20	$192,16 \pm 0,02$	$192,20 \pm 0,03$
Öğütülmüş	N.ATM	4	$192,23 \pm 0,03$	$191,97 \pm 0,01$
		20	$192,23 \pm 0,03$	$192,01 \pm 0,04$
	VAKUM	4	$192,23 \pm 0,03$	$192,10 \pm 0,06$
		20	$192,23 \pm 0,03$	$192,07 \pm 0,06$
	MAP	4	$192,23 \pm 0,03$	$192,08 \pm 0,07$
		20	$192,23 \pm 0,03$	$192,07 \pm 0,04$

Yağların sabunlaşma sayısı, yağ asitlerinin zincir uzunlukları, dolayısıyla molekül ağırlıkları ile ters orantılıdır (Korkut ve diğ. 2007). Yani uzun zincirli yağ asitlerinin esterleri olan yağların sabunlaşma sayılarına bakıldığında kısa zincirli olanlardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sabunlaşma değerinin düşük olması o yağın kısa zincirli yağ asitlerinden oluştuğunu göstermektedir. Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında depolamanın başlangıcında ve sonunda belirlen sabunlaşma sayısı değeri incelendiğinde, depolama süresi boyunca bu değerde bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında tüm örneklerde 192 olarak tespit edilen bu değer depolamanın bitiminde de yine aynı seviyede bulunmuştur. 21 haftalık depolama süresi boyunca tüm örneklerdeki sabunlaşma değeri korunmuştur. Zhou ve diğ. (2017) yaptıkları bir çalışmada kabuklu cevizlerde kurutma işleminden sonra yağların sabunlaşma değerlerini belirlemişler ve kurutma sonunda 190-194 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, sevilen lezzeti ve sağlığa yararlı yönleri nedeniyle üretimi/tüketimi günden güne artan ceviz meyvesinin kalitesi üzerine modifiye atmosfer paketleme tekniğinin etkisi incelenmiştir. Bu amaçla taze halde temin edilen cevizlere modifiye atmosfer paketleme, vakum paketleme ve normal atmosfer paketleme teknikleri; 3 farklı örnek boyutunda (bütün, kırık ve öğütülmüş) ve 2 farklı depolama sıcaklığında (4 ve 20°C) 21 hafta depolama işlemi uygulanmış ve bu süreçte bazı parametrelerdeki değişimler incelenmiştir. Bu tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

- 1) Lipitlerde hidroliz göstergesi olan serbest yağ asidi değerleri ve oksidasyon göstergesi olan peroksit, konjuge dien ve konjuge trien değerleri tüm ceviz örneklerinde depolama boyunca genel olarak artış göstermiştir.
- 2) Özellikle serbest yağ asitliği, peroksit ve konjuge dien değerlerinde artışlar, depolama sıcaklığının 20°C olması halinde 4°C'dekinden bariz bir şekilde daha yüksek seviyede gerçekleşmiştir.
- 3) Kırık ceviz örnekleriyle bütün haldeki ceviz örneklerinin serbest yağ asidi ve konjuge trien değerleri arasında bazı önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Ancak en yüksek serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerine, istisnasız her koşulda, öğütülmüş ceviz örneklerinin sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum boyut küçültme işleminin depolanan cevizlerde yağ hidrolizi ve oksidasyonu üzerine etkili olduğunu göstermektedir.
- 4) Denenen farklı paketleme teknikleri cevizlerde serbest yağ asitliği değişimi üzerine etkili bulunmamıştır. Ancak modifiye atmosfer paketleme tekniği peroksit ve trien değerlerindeki artışı, vakum paketleme tekniği ise 20°C'deki depolama şartlarında konjuge dien seviyesinin ve kırık ceviz örneklerinin konjuge trien seviyesinin kontrolünde etkili bulunmuştur.
- 5) Toplam fenolik madde içeriği normal atmosfer ve modifiye atmosferde paketlenip 20°C'de depolanması halinde bütün haldeki ceviz örneklerinde kırık ve öğütülmüş örneklere göre daha iyi korunmuştur.

- 6) Antioksidan aktivite içeriği bütün ve kırık ceviz örneklerinde depolama boyunca dalgalanmış ve depolama sonunda ya başlangıç seviyelerine gelmiş ya da bu seviyenin altına inmiştir. Depolama sonunda, öğütölmüş ceviz örneklerinin antioksidan aktivite değeri, test edilen şartların hemen hepsinde kırık ve bütün örneklerinin seviyelerine göre daha yüksek bulunmuştur.
- 7) Depolama boyunca *p*-anisidin değeri tñm örneklerde bir artış eğilimi bulunmakla birlikte en fazla artış öğütölmüş boyuttaki ceviz örneklerinde tespit edilmiştir.
- 8) Çalışma kapsamında depolamanın başlangıcında ve sonunda belirlenen yağ asidi kompozisyonu, iyot değeri ve sabunlaşma sayısı değeri genellikle depolama boyunca korunmuş ve başlangıç değeri kalmıştır. Bu tez çalışması kapsamında denenen 21 haftalık depolama süreçlerinin söz konusu değeri değişiminde etkili olmadığı sonucuna varılmıştır.
- 9) Bu tez çalışmasının sonuçlarına göre, ceviz meyvesinde kalitenin korunması amacıyla test edilen vakum ve modifiye atmosfer paketleme tekniklerinin normal (geleneksel) paketleme tekniğine göre bazı üstünlükler gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca depolama sıcaklığının düşük (4°C'de) tutulması cevizlerde kalitenin sürdürölmesi için gerekli görölmektedir.
- 10) Amaca göre farklı boyutlarda (bütün, kırık, öğütölmüş) talep edilen ceviz örneklerinin kalitesinin korunmasında depolama şartlarının en uygun şekilde seçilip uygulanması son derece önemlidir.

5. KAYNAKLAR

Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, A.İ., ve Yanmaz, R., “*Genel Bahçe Bitkileri*”, No: 4, Ankara: T.C. A.Ü.Z.F. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, (1997).

Akça, Y., “*Ceviz Yetiştiriciliği*” Anı Matbaası, Ankara, (2009).

Almario, R. U., Vonghavaravat, V., Wong, R., Kasim-Karakas, S. E., “Effects of Walnut Consumption on Plasma Fatty Acids and Lipoproteins in Combined Hyperlipidemia”, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 74(1), 72-79, (2001).

Anonim, “Türk Gıda Kodeksi Ceviz Tebliği” 27021 Sayılı Resmi Gazete, (2008).

Anonim, Ceviz Üretimi (01.07.2019), <https://defteriniz.com/ceviz-uretimi-meyve-yetistirme/28224/>, (2016).

Anonim, Modifiye Atmosfer Paketleme, (02.04.2018), <https://www.foodelphi.com/tag/modifiye-atmosfer-paketleme/>, (2018).

Anonim, TÜİK (21.05.2019), <http://www.tuik.gov.tr>, (2019).

Anonim, USDA (15.05.2019), <https://www.usda.gov/>, (2019).

AOCS, “Official Methods and Recommended Practices of the AOCS” American Oil Chemists' Society Champaign, IL: Author. (1989).

Aslansoy, B., “Sultandağı (Afyon) Yöresi Cevizlerinin (*Juglans Regia* L.) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerine Araştırmalar” Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı*, Konya (2012).

Bakkalbaşı, E., “Farklı Ambalaj Materyalleri ve Depo Koşullarının Ceviz İçi Bileşimine Etkisi”, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Ankara, (2009).

Bakkalbaşı, E., Yılmaz, Ö. M. ve Artık N., “Türkiye’de Yetiştirilen Yerli Bazı Ceviz Çeşitlerinin Fiziksel Özellikleri ve Kimyasal Bileşenleri”, *Akademik Gıda*, 8(1), 6-12, (2010).

Bakkalbaşı, E., Yılmaz, Ö. M., Javidipour, İ. ve Artık, N., “ Effects of Packaging Materials, Storage Conditions and Variety on Oxidative Stability of Shelled Walnuts”, *Food Science and Technology*, 46(1), 203-209, (2012).

Bayazit S., Tefek H. ve Çalışkan O., “Türkiye’de Ceviz (*Juglans regia* L.) Araştırmaları”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 169-179, (2016).

Caleb O. J., Mahajan P. V., Al-Said, F. A-J. and Opara U. L., "Modified Atmosphere Packaging Technology of Fresh and Fresh-Cut Produce and The Microbial Consequences- A Review", *Food Bioprocess Technology*, 6, 303-329, (2013).

Carvalho, A.P. and Malcata, F.X., “Preparation of Fatty Acid Methyl Esters for Gas-Chromatographic Analysis of Marine Lipids: Insight Studies”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(13), 5049-5059, (2005).

Casal, S., Malheiro, R., Sendas, A., Oliveira, P.P.B. and Pereira, J. A., “Olive Oil Stability Under Deep-frying Conditions”, *Food and Chemical Toxicology*, 48(10), 2972-2979, (2010).

Cemeroğlu, B. S., *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi: 1. Cilt*, Ankara: Bizim Grup Basımevi Ajans Tanıtım Org. Yay. Dağ. San. Tic. Ltd. Şti., 5. Baskı, 239-246, (2013).

Chaix, E., Couvert O., Guillaume C., Gontard N. and Guillard V., "Predictive Microbiology Coupled with Gas (O₂/CO₂) Transfer in Food/Packaging Systems: How to Develop an Efficient Decision Support Tool for Food Packaging Dimensioning", *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14, 1-21, (2015).

Charles F., Sanchez J. and Gontard N., "Active Modified Atmosphere Packaging of Fresh Fruits and Vegetables: Modeling with Tomatoes and Oxygen Absorber", *Journal of Food Science*, 68, 1736-1742, (2003).

Christopoulos, M.V. and Tsantili, E., "Effects of Temperature and Packaging Atmosphere on Total Antioxidants and Colour of Walnut (*Juglans Regia* L.) Kernels During Storage", *Scientia Horticulturae*, 131, 49-57, (2011).

Christopoulos, M.V. and Tsantili, E., "Oil Composition in Stored Walnut Cultivars Quality and Nutritional Value" *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(3), 338-348, (2015).

Church, N., "Developments in Modified Atmosphere Packaging and Related Technologies", *Trends in Food Science and Technology*, 5(11), 345-352, (1994).

Durmaz, G., "Kayısı Çekirdeği Yağının Oksidatif Stabilitesi ve Antioksidan Özelliklerinin Araştırılması", Doktora Tezi, *İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı*, Malatya, (2008).

Ellis, W.O., Smith, J. P., Simpson B. K., Khanizadeh S. and Oldham J. H., "Control of Growth and Aflatoxin Production of *Aspergillus flavus* under Modified Atmosphere Packaging (MAP) Conditions", *Food Microbiology*, 10, 9-21, (1993).

Erdinç, B. ve Acar, J., "Gıda Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)" *Gıda*, 21(1), 17-21, (1996).

Ergun, M. ve Sütyemez, M., "Sağlıklı Bir Yaşam Tarzı İçin Ceviz" *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11(1), 138-142, (2008).

Fritsch, C. W., Hofland C. N. and Vickers, Z. M., "Shelf Life of Sunflower Kernels", *Journal of Stored Products Research*, 62, 2, (1997).

Fukuda, T., Ito, H. and Yoshida T., "Antioxidative Polyphenols From Walnuts (*Juglans regia* L)", *Phytochemistry*, 63 (7), 795-801, (2003).

Garcia, J.M., Ağar, I.T. and Streie, J., "Lipid Characterization in Kernel From Different Cultivars" *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 18, 195-198, (1994).

Garcia-Pascual, P., Mateos, M., Carbonell, V. and Salazar, D.M., "Influence of Storage Conditions on the Quality of Shelled and Roasted Almonds" *Biosystems Engineering*, 84(2),201-209, (2003).

Ghirardello, D., Contessa, C., Valentini, N., Zeppa, G., Rolle, L., Gerbi, V. and Botta R., "Effect of Storage Conditions on Chemical and Physical Characteristics of Hazelnut (*Corylus avellana* L.)", *Postharvest Biology and Technology*, 81, 37-43, (2013).

Gül, M. ve Akpınar, G.M., "Dünya ve Türkiye Meyve Üretimindeki Gelişmelerin İncelenmesi" *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 15-27, (2006).

Güleç, A., Gıda Ambalajlama, (04.07.2019),
<http://docplayer.biz.tr/22565400-Gida-ambalajlama-yrd-doc-dr-h-ali-gulec.html>, (2019).

Gülsoy, E., Ülkemiz Ceviz Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri, (14.06.2019),
<https://www.igdir.edu.tr/Addons/Resmi/uploads/>, (2019).

Gün, İ., Güzel-Seydim, Z. ve Seydim, A. C., "Modifiye Atmosferde Paketlemenin Farklı Tipteki Peynirlerin Bazı Niteliklerine Etkisi", *Gıda*, 34(5), 309-316 (2009).

Gürsul, S., "Dondurularak Kurutulan Mikroenkapsüle Ceviz Yağında Timol ve Karvakrolün Antioksidan Etkisinin Araştırılması" Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Malatya, (2018).

- Hashem, M.Y., Ahmed S.S., El-Mohandes, M.A., Hussain, E. and Ghazy S.M., “Comperative Effectiveness of Different Modified Atmospheres Enriched with Carbon Dioxide and Nitrogen on Larval Instars of Almond Moth *Ephestia Cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae)”, *Journal of Stored Products Research*, 59, 314-319, (2014).
- Holaday, C.E., “Pearson, J.L. and Slay, W.O., “A New Packaging Method for Peanuts and Pecans”, *Journal of Food Science*, 44, 1530-1533, (1979).
- Iso, H., Sato, S., Umemura, U., Kudo, M., Koike, K., Kitamura, A., Imano, H., Okamura, T., Naito, Y. and Shimamoto, T., “Linoleic Acid, Other Fatty Acids, and the Risk of Stroke”, *Stroke*, 33(8), 2086-2093, (2002).
- Karaşahin, Z., “Bazı Hasat Sonrası Uygulamaların Anamur Muzunun Raf Ömrü Süresince Enzimatik ve Pomolojik Özelliklerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Adana, (2013).
- Kayahan, M., “*Gıda Kimyası*”, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 107-191, (1998).
- Kayahan, M., “*Yağ Kimyası*”, Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı, Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları, (2003).
- Keme, T., Messerli, M., Shejbal, J. and Vital, F., “The Storage of Hazelnut at Room Temperatures Under Nitrogen (II)” *Review for Chocolate Confectionery and Bakery*, 8(2),15-20, (1983).
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş., “Paketleme Tekniklerinin Balık ve Kabuklu Su Ürünleri Mikrobiyal Florası Üzerine Etkileri”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18(1-2), 279-291, (2001).
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş., "Su Ürünlerinin Modifiye Atmosferde Paketlenmesi", *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21(3-4), 349-353, (2004).

Korkut, A.Y., Kop, A. ve Demir, P., “Balık Yemlerinde Kullanılan Balık Yağı ve Özellikleri”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2), 195-199, (2007).

Lin, X., Wu, J., Zhu, R., Chen, P., Huang, G., Li, Y., Ye, N., Huang, B., Lai, Y., Zhang, H., Lin, W., Lin, J., Wang, Z., Zhang, H. and Ruan, R., “California Almond Shelf Life: Lipid Deterioration During Storage” *Journal of Food Science*, 77(6), 583-593, (2012).

Mangaraj, S., Goswami, T. K. and Mahajan, P. V., "Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: A Review", *Food Engineering Reviews*, 1, 133-158, (2009).

Martinez, M.L., Penci, M.C., Ixtaina, V., Ribotta, P.D. and Maestri, D., “Effect of Natural and Synthetic Antioxidants on the Oxidative Stability of Walnut Oil Under Different Storage Conditions”, *Food Science and Technology*, 51, 44-50, (2013).

Martin, M. B., García, T., Romero, A. and Lopez, A., “Effect of Modified Atmosphere Storage on Hazelnuts Quality”, *Journal of Food Processing and Preservation*, 25(5), 309-321, (2001).

Maskan, M. ve Karataş, Ş., “Storage Stability of Whole-Split Pistachio Nuts (*Pistachia vera* L.) at Various Conditions” *Food Chemistry*, 66, 227-233, (1999).

Mexis, S. F., Badeka, A. V., Riganakos, K. A., Karakostas, K. X. and Kontominas, M. G., “Effect of packaging and storage conditions on quality of shelled walnuts”, *Food Control*, 20(8), 743-751, (2009).

Mexis, S.F., Badeka, A.V., and Kontominas, M.G., “*Effect of Packaging Material O₂ Permeability, Light, Temperature and Storage Time on Quality Retention of Raw Ground Almond (Prunus Dulcis) and Walnut (Juglans Regia L.) Kernels*”, (ed: I.M. Davis), *Nuts: Properties, Consumption and Nutrition, Agriculture Issues and Policies*, New York: Publishers, 107-128, (2011).

Moscetti, R., Frangipane, M. T., Monarca, D., Cecchini, M. and Massantini, R., “Maintaining the Quality of Unripe, Fresh Hazelnuts Through Storage Under Modified Atmospheres”, *Postharvest Biology and Technology*, 65, 33-38, (2012).

Mu, H., Gao, H., Chen, H., Tao, F., Fang, X. and Ge, L., “A Nanosised Oxygen Scavenger: Preparation and Antioxidant Application to Roasted Sunflower Seeds and Walnuts”, *Food Chemistry*, 136, 245-250, (2013).

Nizamlıoğlu, N. M., “Kavurma ve Depolama Koşullarının Bademin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Denizli, (2015).

Oğuz, A., “Bazı Çerez Gıdaların Antioksidan Kapasiteleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Osman Paşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Tokat, (2008).

Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I.C.F.R., Bento, A., Estevinho, L. and Pereira, J.A., “Total Phenols, Antioxidant Potential and Antimicrobial Activity of Walnut (*Juglans regia* L.) Green Husks”, *Food and Chemical Toxicology*, 46(7), 2326-2331, (2008).

Öz, A.T., Kafkas, E., Zarifikhosroshahi, M. ve Şahin, T., “ ‘Hicaznar’ Çeşidinde Farklı Uygulamaların Soğukta Depolama Süresince Fitokimyasal ve Uçucu Aroma Bileşimine Etkileri” *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(5), 235-241, (2015).

Özçandır, S. ve Yetim, H., “Akıllı Ambalajlama Teknolojisi ve Gıdalarda İzlenebilirlik”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 1-11, (2010).

Özhan, N.B., “Depolama Süresince Keçiboynuzu Pekmezinde Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonlarının Kinetiği”, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Ankara, (2008).

Özoğul, Y., Özoğul, F. ve Küley, E., “Modifiye Edilmiş Atmosfer Paketlemenin Balık ve Balık Ürünlerine Etkisi”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-2), 193-200, (2006).

Philips, C. A., "Review: Modified Atmosphere Packaging and its Effects on the Microbiological Quality and Safety of Produce", *International Journal of Food Science and Technology*, 31, 463-479, (1996).

Prabhakumary, C. and Haseena, M., “Abiotic Factors and Packing Precipices on the Infestation of Cashew Pests”, *Journal of Biopesticides*, 2(1), 6-10, (2009).

Raei, M., Mortazavi, A. and Pourazarang, H., “Effects of Packaging Materials, Modified Atmospheric Conditions and Storage Temperature on Physicochemical Properties of Roasted Pistachio Nut”, *Food Analytical Methods*, 3, 129-132, (2010).

Raei, M. and Jafari, S.M., “Influence of Modified Atmospheric Conditions and Different Packaging Materials on Pistachio (*Pistacia vera* L.) Oil Quality”, *Research Institute of Food Science and Technology*, (2013).

Raisi, M., Ghorbani, M., Mahoonak, A.S., Kashaninejad, M. and Hosseini, H., “Effect of Storage Atmosphere and Temperature on the Oxidative Stability of Almond Kernels During Long Term Storage”, *Journal of Stored Products Research*, 62, 16-21, (2015).

Sanjeev, K. and Ramesh, M.N., “ Low Oxygen and Inert Gas Processing of Foods”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(5), 423-451, (2006).

Selek, İ., “Ceviz ve Kestanede Bazı Önemli Fenolik Bileşiklerin İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bili Dalı*, İzmir, (2011).

Shahidi, F. and John, J. A., “*Improving the Safety and Quality of Nuts*”, United Kingdom: Woodhead Publishing, 245-273, (2013).

Skandamis, P. N. and Nychas G. J. E., "Preservation of Fresh Meat with Active and Modified Atmosphere Packaging Conditions" *International Journal of Food Microbiology*, 79(1-2), 35-45, (2002).

Singleton, V. L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventós, R. M., "Analysis of Total Phenols and other Oxidation Substrates and Antioxidants By Means of Folin-Ciocalteu Reagent", *In Methods in Enzymology*, 299, 152-178, (1999).

Stammen, K., Caporasa, F. and Gerdes, D., " Modified Atmosphere Packaging of Seafood", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 29(5), 301-331, (1990).

Swiderski, F., Russel, S., Waszkiewicz-Robak, B. and Cholewinska, E., "Evaluation of vacuum-packaged poultry meat and its products", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 48(2), 193-200, (1997).

Şahin, I. ve Akbaş, H., "Farklı yöre ve çeşitlerden cevizlerin teknolojik özelliklerinin araştırılması", *Türkiye 1. Ulusal Ceviz Sempozyumu*, 104-114, Tokat (2001).

Şen, S.M., *Ceviz Yetiştiriciliği, Besin Değeri, Folklorü*, , Ankara: ÜÇM Yayıncılık, (2011).

Tapsell, L. C., Gillen, L. J., Patch, C. S., Batterham, M., Owen, A., Bare, M. and Kennedy, M., "Including Walnuts in a Low-Fat/Modified Diet Improves HDL Cholesterol Ratios in Patients with Type 2 Diabetes", *Diabetes Care*, 27(12), 2777-2783, (2004).

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. and Byrne, D. H., "Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC Assays for Estimating Antioxidant Activity From Guava Fruit Extracts", *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 669-675, (2006).

Uncu. E. B., "Farklı Lamine Ambalajların Öğütülmüş Fındıklarda Oksidasyon ve Toplam Tokoferol Düzeyi Üzerine Etkileri" Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Ankara, (2008).

- Wang, H., Jin, X. and Wu, H., "Modified Atmosphere Packaging Bags of Peanuts with Effect of Inhibition of Aflatoxin Growth" *Journal of Applied Polymer Science*, 1-6, (2014).
- Vaidya, B., and Eun, J. B., "Effect of Roasting on Oxidative and Tocopherol Stability of Walnut Oil During Storage in the Dark", *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115(3), 348-355, (2013).
- Vanhanen, L.P. and Savage, G.P., "The Use of Peroxide Value as a Measure of Quality for Walnut Flour Stored at Five Different Temperatures Using Three Different Types of Packaging", *Food Chemistry*, 99, 64-69, (2006).
- Vidrih, R., Hribar, J., Solar, A. and Zlatic, E., "The Influence of Atmosphere on the Oxidation of Ground Walnut During Storage at 20°C", *Food Technology and Biotechnology*, 50(4), 454- 460, (2012).
- Vinson, J.A. and Cai, Y., "Nuts, Especially Walnuts, Have Both Antioxidant Quantity and Efficacy and Exhibit Significant Potential Health Benefits", *Food Function*, 3(2), 134-140, (2012).
- Yetim, T., "İç Zarı Ayrılmış ve Ayrılmamış Fındıklardan Elde Edilen Yağların Oksidasyon Seviyelerinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Ankara, (2011).
- Yiğit A., Ertürk Ü. ve Korukluoğlu, M., "Fonksiyonel Bir Gıda: Ceviz", *Bahçe Ceviz*, 34 (1): 163–169, (2005).
- Zhang, M., Meng, X., Bhandari, B., Fang, Z. and Chen, H., "Recent Application of Modified Atmosphere Packaging (MAP) in Fresh and Fresh-Cut Foods", *Food Reviews International*, 31, 172-193, (2015).
- Zhou, X., Gao, H., Mitcham, E.J. and Wang, S., "Comparative Analyses of Three Dehydration Methods on Drying Characteristics and Oil Quality of in-Shell Walnuts", *Drying Technology*, 36(4), 477-490, (2018).

6. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : BUSE GÜLER

Doğum Yeri ve Tarihi : 09.01.1994

Lisans Üniversite : PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ

Elektronik posta : buseguler20@gmail.com

İletişim Adresi : İstiklal Mahallesi, Kıbrıs Şehitleri
Caddesi, No:117 Kat:1 Daire:1
Pamukkale / Denizli