



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**CEVİZDE MEYVE GELİŞME DÖNEMİ VE HASAT
SONRASINDA BAZI KİMYASAL BİLEŞENLERİN
DEĞİŞİM MİKTARLARININ BELİRLENMESİ**

ZAHİDE SÜSLÜOĞLU

DOKTORA TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2022

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**CEVİZDE MEYVE GELİŞME DÖNEMİ VE HASAT
SONRASINDA BAZI KİMYASAL BİLEŞENLERİN
DEĞİŞİM MİKTARLARININ BELİRLENMESİ**

ZAHİDE SÜSLÜOĞLU

DOKTORA TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm

Zahide SÜSLÜOĞLU



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

**CEVİZDE MEYVE GELİŞME DÖNEMİ VE HASAT SONRASINDA BAZI
KİMYASAL BİLEŞENLERİN DEĞİŞİM MİKTARLARININ BELİRLENMESİ
(DOKTORA TEZİ)
ZAHİDE SÜSLÜOĞLU**

ÖZET

Bu çalışma, ‘Maraş 18’ ve ‘Chandler’ çeşitlerine ait meyvelerde, iç dolum, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerinde olmak üzere meyve zarındaki ve iç meyvedeki bazı kimyasal bileşenlerin miktarlarındaki değişim durumlarının belirlenmesi ve farklı depolama yöntemlerinin (kabuklu, kabuksuz ve kabuksuz olarak vakumlu paketlenme) ceviz kimyasal bileşenleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Ayrıca meyvelerinin peroksit ve melatonin içeriği tespit edilmiştir. Araştırmada iç dolum döneminden hasat yaş dönemine geçiş süresinin ceviz meyvelerinin kalitesini büyük oranda etkilediği görülmüştür. Protein, oleik yağ asidi ve linoleik yağ asidi iç meyvede daha fazla iken palmitik, stearik, linolenik yağ asitleri ile tokoferol, toplam fenol ve DPPH’nın meyve zarında daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin protein, toplam fenol ve oleik yağ asidi miktarları açısından daha yüksek içeriğe sahip olduğu; buna karşın ‘Chandler’ çeşidinin linoleik yağ asidi, linolenik yağ asidi ve tokoferol miktarları açısından daha yüksek içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Farklı teknikler kullanılarak depolanan ceviz çeşitlerine ait antioksidan aktiviteleri tüm depolama yöntemlerinde başlangıca göre düşüş göstermiştir. Peroksit değerlerin de ise sürekli bir artış görülmüştür. DPPH ve melatonin miktarları yönünden çeşitler arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ceviz iç dolum dönemi, Depolama, Melatonin, Peroksit Tokoferol,

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Bölümü, Ağustos /2022

Danışman: Prof. Dr. Mehmet SÜTYEMEZ

İkinci Danışman: Prof. Dr. Nesibe Ebru KAFKAS

Sayfa sayısı: 103

**DETERMINATION OF THE EXCHANGE AMOUNT OF SOME CHEMICAL
COMPONENTS IN THE FRUIT DEVELOPMENT PERIOD AND AFTER
HARVEST IN WALNUT**

**(Ph. D. THESIS)
ZAHİDE SÜSLÜOĞLU**

ABSTRACT

This study was carried out to determine the changes in the amounts of some chemical components in the fruit membrane and inner fruit of ‘Maraş 18’ and ‘Chandler’ cultivars, in stuffing, harvest fresh and harvest dry periods, and to determine the effects of different storage methods (with shell, without shell and without shell, vacuum-packed) on the chemical components of walnuts. In addition, the peroxide and melatonin content of the fruits were determined. In the study, it was observed that the transition period from the filling period to the harvesting period greatly affects the quality of walnut fruits. It was determined that while protein, oleic fatty acid and linoleic fatty acid were higher in the inner fruit, palmitic, stearic, linolenic fatty acids and tocopherol, total phenol and DPPH were found more in the fruit membrane. In addition, ‘Maraş 18’ walnut variety has higher content in terms of protein, total phenol and oleic fatty acid; On the other hand, it was determined that the ‘Chandler’ variety had higher content in terms of linoleic fatty acid, linolenic fatty acid and tocopherol amounts. Antioxidant activities of walnut cultivars stored using different techniques decreased compared to baseline in all storage methods. A continuous increase was observed in peroxide values. It was determined that there was no significant difference between the cultivars in terms of the amounts of DPPH and melatonin.

Keywords: Fruit Filling Period, Storage, Melatonin, Peroxide, Tocopherol

Kahramanmaraş Sütcü Imam University
Institute in Science
Department of Horticulture, August / 2022

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet SÜTYEMEZ

Co-supervisor: Prof. Dr. Nesibe Ebru KAFKAS

Pagenumber: 103

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamın her aşamasında kıymetli bilgilerini benimle paylaşan ve kendisine her danışmamda değerli vakitlerini ayırıp faydalı olabilmek için elinden gelenin fazlasını yapan, her karşılaştığım zorlukta yanına çekinmeden gidebildiğim, samimiyetiyle ve güler yüzüyle karşılandığım, ilerideki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerinden faydalanacağımı düşündüğüm danışman hocam Prof. Dr. Mehmet SÜTYEMEZ e sonsuz teşekkür ederim.

Tez İzleme Komitesi'nde olan ve yönlendirmeleriyle destek ve katkılar sağlayan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. K. Sinan DAYISOYLU ve Sayın Doç. Dr. A. Rahmi KAYA a teşekkür ederim.

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve birikimlerini bana aktaran Prof. Dr. Ebru KAFKAS hocama ve desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Muharrem ERGUN hocama teşekkürü bir borç bilirim.

Doktora tez çalışmalarım için gerekli olan analizleri yaptığım Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ve laboratuvarında çalışırken tüm samimiyetleriyle bana yardımcı olan güler yüzlü Ebru KAFKAS hocamın değerli öğrencilerine, bu zorlu süreçimde motivasyon kaynağım olan arkadaşlarım Ezgi DOĞAN, Tuğçe ATÇALI ve Özlem DEĞER e, ayrıca bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan desteklerini benden esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

Zahide SÜSLÜOĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	İ
ABSTRACT.....	İİ
TEŞEKKÜR.....	İİİİ
İÇİNDEKİLER	İİV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	İİX
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. İnsan Sağlığı Açısından Ceviz	7
2.2. Ceviz Hasadı.....	8
2.3. Ceviz Toplam Yağ ve Yağ Asidleri	11
2.4. Ceviz Lipit Oksidasyonu	14
2.5. Tokoferol	17
2.6. Melatonin.....	19
2.7. Protein	21
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1 Materyal.....	23
3.2 Metod.....	23
3.2.1 Araştırmada kullanılan analizler.....	26
3.2.1.1 Toplam yağ	26
3.2.1.2 Yağ asidi	26
3.2.1.3 Tokoferol	27
3.2.1.4 Toplam fenol	27

3.2.1.5 Toplam antioksidan (DPPH)	28
3.2.1.6 Toplam protein	28
3.2.1.7 Melatonin miktarı	28
3.2.1.8 Peroksit miktarı.....	29
3.2.1.9 İstatistiksel analiz.....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1. Ceviz Çeşitlerinin Toplam Yağ ve Yağ Asidi İçerikleri	31
4.2. Ceviz Çeşitlerinin Protein İçerikleri.....	40
4.3. Ceviz Çeşitlerinin Tokoferol İçerikleri	47
4.4. Ceviz Çeşitlerinin Toplam Fenol İçerikleri.....	59
4.5. Ceviz Çeşitlerinin Toplam Antioksidan (DPPH) İçerikleri	68
4.6. Ceviz Çeşitlerine Ait Melatonin İçerikleri	75
4.7. Ceviz Çeşitlerinin Peroksit İçerikleri	78
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	83
KAYNAKLAR	86
ÖZGEÇMİŞ	107

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1 Dünya ceviz üretim miktarı (1961-2020).....	2
Şekil 1.2 Dünya ceviz üretim alanı (1961-2020).....	2
Şekil 1.3 Türkiye ceviz üretim miktarı (1961-2020).....	3
Şekil 1.4 Türkiye ceviz üretim alanı (1961-2020).....	3
Şekil 2.1 Ceviz meyve yapısının şeması	9
Şekil 3.1 Depolama koşullarının ortalama en yüksek sıcaklık değerleri.....	24
Şekil 3.2 Ceviz çeşitlerine ait iç dolum dönemi	24
Şekil 3.3 Depolamak için hazırlanmış ceviz numuneleri	24
Şekil 3.4 Ceviz çeşitlerine ait tüm meyve, iç meyve ve meyve zarı	25
Şekil 3.5 Ceviz çeşitlerine ait hasat sonrası meyve zarı	25
Şekil 3.6 Toplam yağ analizi numune hazırlama ve soxhlet cihazı.....	26
Şekil 3.7 Toplam fenol tayini için hazırlanmış ekstraksiyonlardan görünüm.....	27
Şekil 3.8 Toplam antioksidan tayini için hazırlanmış ekstraksiyonlardan görünüm	26
Şekil 3.9 Peroksit analizi için hazırlanmış ekstrasyon örnekleri	27
Şekil 4.1a ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait toplam yağ oranları	31
Şekil 4.1b ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait toplam yağ oranları.....	31
Şekil 4.2a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait toplam yağ oranları	32
Şekil 4.2b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait toplam yağ oranları	32
Şekil 4.3a ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait yağ asidi oranları	35
Şekil 4.3b ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait yağ asidi oranları	35
Şekil 4.4a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait yağ asidi oranları	38

Şekil 4.4b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait yağ asidi oranları	38
Şekil 4.5a ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait protein oranları	41
Şekil 4.5b ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait protein oranları	41
Şekil 4.6a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait protein oranları	42
Şekil 4.6b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait protein oranları	42
Şekil 4.7 ‘Chandler’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait protein değişim oranları	46
Şekil 4.8 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait protein değişim oranları	48
Şekil 4.9a ‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecinin 2019 yılına ait tokoferol oranları	49
Şekil 4.9b ‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecinin 2020 yılına ait tokoferol oranları	50
Şekil 4.10a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecinin 2019 yılına ait tokoferol oranları	51
Şekil 4.10b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecinin 2020 yılına ait tokoferol oranları	51
Şekil 4.11 ‘Chandler’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam tokoferol değişim oranları	56
Şekil 4.12 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam tokoferol değişim oranları	60
Şekil 4.13a ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait toplam fenol oranları	61
Şekil 4.13b ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait toplam fenol oranları	62
Şekil 4.14a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait toplam fenol oranları	63
Şekil 4.14b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait toplam fenol oranları	63

Şekil 4.15 ‘Chandler’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam fenol değişim oranları	66
Şekil 4.16 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam fenol değişim oranları	69
Şekil 4.17a ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait DPPH oranları	70
Şekil 4.17b ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait DPPH oranları	71
Şekil 4.18a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait DPPH oranları	71
Şekil 4.18b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait DPPH oranları	72
Şekil 4.19 ‘Chandler’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait DPPH değişim oranları	74
Şekil 4.20 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait DPPH değişim oranları	76
Şekil 4.21 ‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecinin 2020 yılına ait melatonin oranları	78
Şekil 4.22 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecinin 2020 yılına ait melatonin oranları	79
Şekil 4.23 ‘Chandler’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait tüm meyvedeki peroksit değişim oranı	81
Şekil 4.24 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait tüm meyvedeki peroksit değişim oranı	83

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1 Dünya ceviz üretiminde ülke sıralaması	3
Çizelge 1.2 Dünya ceviz ihracatında ülke sıralaması	4
Çizelge 3.1 Ceviz çeşitlerine ait bazı özellikler	23
Çizelge 4.1 ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme dönemlerine ait yağ asidi miktarları	34
Çizelge 4.2 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme dönemlerine ait yağ asidi miktarları	37
Çizelge 4.3 ‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait protein miktarları	43
Çizelge 4.4 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait protein miktarları	47
Çizelge 4.5 ‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait tokoferol miktarları	55
Çizelge 4.6 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait tokoferol miktarları	60
Çizelge 4.7 ‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam fenol miktarları (mgGAE·g ⁻¹).....	76
Çizelge 4.8 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam fenol miktarları	71
Çizelge 4.9 ‘Chandler’ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait DPPH miktarları	76
Çizelge 4.10 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait DPPH miktarları	80
Çizelge 4.11 Ceviz çeşidlerinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait melatonin miktarları	83
Çizelge 4.12 ‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait peroksit miktarları	86
Çizelge 4.13 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait peroksit miktarları	88

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

α:	Alfa
β:	Beta
δ:	Delta
γ:	Gama
dk	Dakika
DPPH	1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical
GAE	Gallik asit
mL	Mililitre
μL	Mikrolitre
kg	Kilogram
g	Gram
mg	Miligram
μg	Mikrogram
ng	Nanogram
nm	Nanometre
meq	Miliekivalent
M.Ö.	Milattan Önce
rpm	Revolutions Per Minute (dakikadaki devir sayısı)
°C	Santigrat derece
%	Yüzde

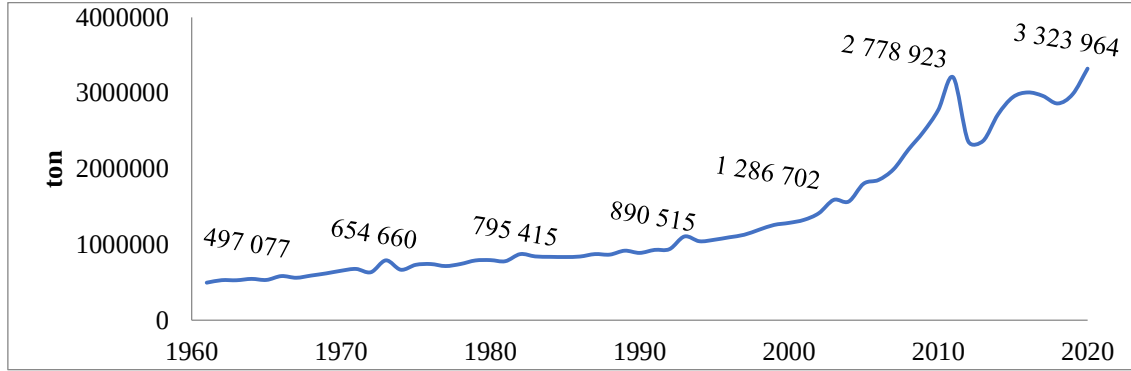
1. GİRİŞ

Ceviz, sert kabuklu bir meyve türü olup botanik olarak sınıflandırıldığında *Dicotyledoneae* (çiftçenekliler) sınıfının *Juglandales* takımına ait olan *Juglandaceae* familyasının *Juglans* cinsinde yer almaktadır. Günümüzde *Juglans* cinsine ait ve özellikleri belirlenmiş olan 18 ceviz türü içerisinde *Juglans nigra* L. kerestesi için, *Juglans regia* L. ise meyvesi için ticari açıdan en çok tercih edilen ceviz türleri olmuştur. Tüm ceviz türlerinin meyveleri yenilebilir ancak *Juglans regia* L. 'nın diğer türlere göre oldukça büyük olan meyvelerinin ince kabuklu olup, yenilebilir kısmının kabuktan en kolay şekilde ayrılması, bu türün meyvelerini değerli kılmaktadır ve ticari açıdan tercih sebebi olmuştur.

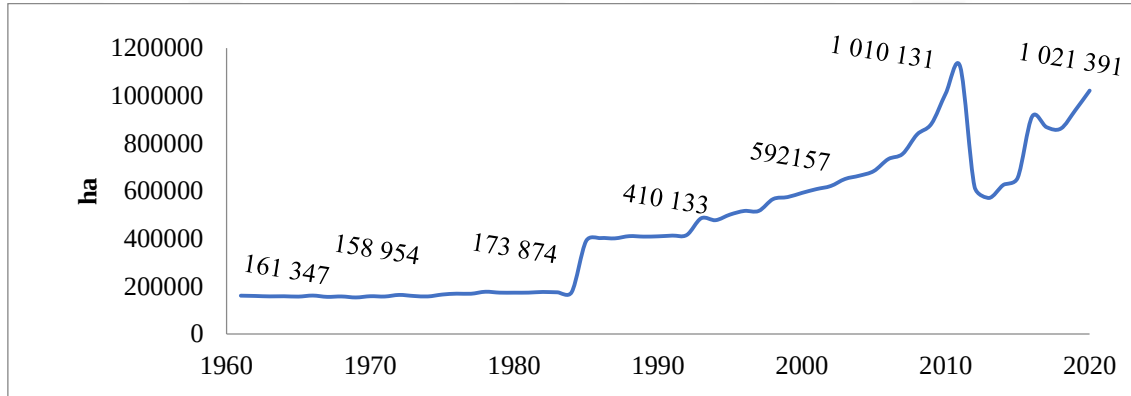
Pek çok tarihçi İran'ı cevizin köken ülkesi olarak belirlemiştir. Ancak arkeolojik ceviz kalıntıları Himalayalara kadar doğuda ve İran'ın uzak batı ve kuzeybatısındaki Türkiye, İtalya ve İsviçre'de de bulunduğu için cevizin anavatanı hakkında karışıklık devam etmektedir. Anadolu cevizi ya da İran cevizi olarak bilinen *Juglans regia* L.'nin anavatanı hakkında genel kabul edilen görüş, Karpat dağlarından Türkiye, Irak, İran, Afganistan, Güney Rusya, Hindistan, Mançurya ve Kore'ye kadar uzanan geniş bir bölge olmasıdır. Dünyada oldukça geniş bir tabii yayılma alanına sahip olan *Juglans regia* L. gerek birçok ticaret yolu ile gerekse göçler sayesinde bugün dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilebilmektedir. Tarihi kaynaklara bakıldığında ceviz yetiştiriciliği Roma döneminden önce Avrupa'ya daha sonra Amerika ve Kuzey Afrika'ya yayılmıştır. *Juglans regia* L. özellikle Akdeniz genelinde İngiliz gemileri tarafından ortak bir ticaret ürünü olarak kullanılmıştır ve bu yüzden günümüzde İngiliz cevizi olarak da adlandırılmaktadır.

Cevizin M.Ö. 10 000 yılına dayanan zengin bir tarihi vardır ve insanoğlunun bildiği en eski ağaç besinlerindendir (Svage 2000; Rabrenovic ve ark., 2011). Eski uygarlıklarda kral yiyeceği olarak görülüp değer verilen ceviz, Latince "Jüpiter'in meşe palamudu anlamına gelen *juglans* kelimesi ve kraliyete atıfta bulunan *regia* kelimesinden türetilerek Latince adını "Jüpiter'in kraliyet palamudu" anlamına gelecek *Juglans regia* şeklinde almıştır. Ceviz meyvesine verilen bu önem uzun yıllar boyunca cevizin lezzeti, besin içeriği ve insan sağlığına olan katkıları sayesinde artarak devam etmiştir (Şekil 1.1 ve Şekil 1.2). Özellikle son yıllarda, teknolojinin de gelişimi

sayesinde cevizin değerini ortaya koyan ıslah çalışmaları ve biyokimyasal içerikli araştırmalar artmaktadır.



şekil 1.1 Dünya ceviz üretim miktarı (1961-2020) (FAO, 2022)

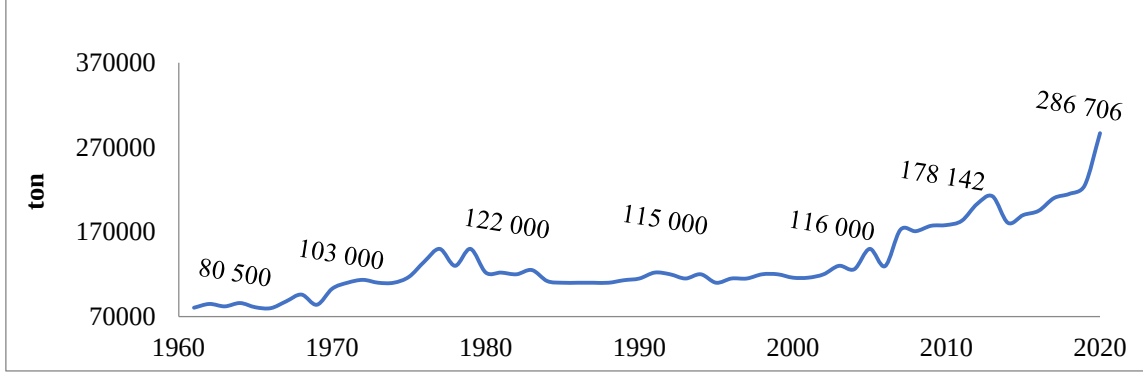


şekil 1.2 Dünya ceviz üretim alanı (1961-2020) (FAO, 2022)

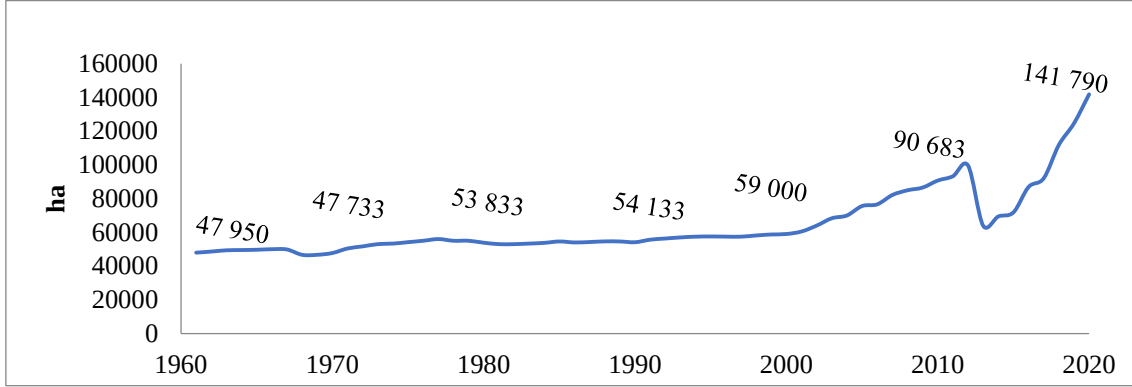
Türkiye, dört mevsime sahip olması, önemli g yolları (İpek Yolu) zerindeki konumu, topraklarında yüzyıllar boyunca birçok medeniyete sahip olması nedeniyle dünyanın önemli gen kaynaklarından biridir. Birçok meyve türü (ceviz, badem, kayısı, kestane ve kuşburnu vb.) uzun yıllar Anadolu da tohumdan üretilmiştir. Bu türlerde tohum yayılımı ile bölge genelinde zengin genetik kaynaklar oluşmuştur. Son yıllarda ceviz ile ilgili artan ıslah çalışmalarının, biyokimyasal içeriklerinin araştırmasının ve insan sağlığına olan katkılarının tespiti için bu kaynaklar, önemli ürünler sağlamaktadır.

Ceviz, dünyanın ılıman bölgelerinde bol miktarda yetişebilmekte olup ticari olarak yaklaşık 48 ülkede 1 milyon ha alanda yetiştirilmektedir. Dünya ceviz üretimi özellikle Asya lkelerinde maksimum seviyeye ulaşmıştır (Shah ve ark., 2018). nemli ceviz üreticilerinden biri olan Türkiye yaklaşık 141 790 ha alandaki 286 706 ton ceviz üretimi ile 3 323 964 ton olan Dünya toplam ceviz üretiminin %8,6 nı karşılamaktadır ve dünya ceviz üretiminde 4. sırada yer almaktadır. Bu önemli konum, Türkiye'nin

birçok gen kaynağının merkezi olmasından ve sahip olduğu ekolojik koşullardan kaynaklanmaktadır. Türkiye ceviz üretiminde, Şekil 1.3 ve Şekil 1.4’de görüldüğü gibi özellikle son dönemlerde önemli artışlar görülmektedir.



Şekil 1.3 Türkiye ceviz üretim miktarı (1961-2020) (FAO, 2022)



Şekil 1.4 Türkiye ceviz üretim alanı (1961-2020) (FAO, 2022)

Çizelge 1.1 Dünya ceviz üretiminde ülke sıralaması (FAO, 2022)

Ülkeler	Toplam üretim (ton)
Çin	1 100 000
ABD	707 604
İran	356 666
Türkiye	286 706
Meksika	164 652
Ukrayna	113 320
Şili	158 000
Diğer	437 016

Ceviz insan için ticaret kaynağı, estetik ve besin değeri sağlarken, birçok hayvana yaşam alanı ve besin sunması açısından ekosisteme değer katmaktadır. Türkiye için

sosyal ve ekonomik öneme sahip en eski meyve türlerinden olan cevizin kerestesi mobilya yapımında, yaprakları ve yeşil kabukları boya sanayisinde, meyveleri kuruyemişlerde, çikolata endüstrisinde, fırınlanmış gıdalarda, ilaç ve kozmetik endüstrisinde değerlendirilirken tam olgunlaşmamış kabuklu meyveleride reçel ve turşu yapımında kullanılmaktadır. Daha çok meyvelerinden yararlanılan cevizin son yıllarda kabuksuz iç ceviz talebinde artış görülmektedir ve bu durum dünya ticaretinde birçok ülkenin iç ceviz ihracatındaki verilerine yansımaktadır (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2 Dünya ceviz ihracatında ülke sıralaması (FAO, 2022)

Ülkeler	Kabuklu Ceviz İhracat Miktarı (ton)	Kabuksuz Ceviz İhracat Miktarı (ton)	Toplam
ABD	138 308	129 933	26 8241
Çin	72 861	23 227	96 088
Şili	65 678	29 798	95 476
Meksika	24 283	50 029	74 312
Fransa	20 243	3 148	23 391
Ukrayna	10 357	28 606	38 963
Türkiye	15 262	6 246	21 508

Sağlıklı bir bünye için gerekli olan omega 3 yağ asitlerinin yalnızca birkaç bitki besin kaynağında bulunduğu ve bu kaynaklardan biri olan cevizin, doymuş yağ asitleri (SFA) bakımından düşük, tekli doymamış (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) bakımından yüksek içerikli lipidlerce zengin meyvelere sahip olduğu, son yıllarda artan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Ayrıca bazı çalışmalarda cevizlerin çeşitli vitaminler (E, B1 vitamini), proteinler gibi primer metabolitlerin yanı sıra fenolik bileşikler gibi sekonder metabolitler açısından zengin meyvelere sahip olduğu belirtilmiştir (Kris-Etherton ve ark., 2001). Bu çalışmalar cevizin, koruyucu sağlık etkileri sağlayabilecek birçok besin ve diyet faktörü içerdiğini göstermektedir.

Genel olarak *Juglans regia* L. meyvelerinde yağ miktarı ceviz ağırlığının %50-%75'ini oluştururken, doymuş yağ asitlerinin miktarı yaklaşık %7 olup oldukça düşüktür. Bunun yanında tekli doymamış yağ asidi %20 ve çoklu doymamış yağ asidi %73'dür. Bu yüksek seviyelerdeki çoklu doymamış yağ asitleri, cevizleri oksidasyona yatkın hale getirir (Vergano ve ark., 1995; Stark ve ark., 2000). Cevizler uygun yağ asidi ve besin profillerine sahip oldukları için kolesterol düşürücü diyetlere kolayca dahil edilebilirliği ile ilgili ve kalp sağlığı için beslenmedeki rolleri ile ilgili değerlendirmeler giderek artmaktadır. Özellikle araştırmalarda besinlerde bulunan,

kanser ve KHV (kardiyovasküler hastalık) gibi hastalıkların riskini olumlu etkileyen, biyoaktif maddelerin (tokoferoller, antioksidantlar, fenolik bileşikler) arayışında kuruyemişler dikkat çekmeye başlamıştır. Serbest radikallerin, iltihaplı hastalıklar, ateroskleroz veya kanser gibi hastalıkların nedenlerinde anahtar rol oynadıkları bilindiğinden (Scalbert ve Williamson, 2000), antioksidanların besin zinciri yoluyla sağlanması, sağlıklı bir yaşam için büyük önem taşımaktadır. Pek çok çalışma, ceviz antioksidan bileşiklerinin insan sağlığı üzerindeki önemli yararlı etkilerini, ceviz yağ asidi profillerinin ve biyokimyasal içeriklerinin kan lipidleri üzerindeki olumlu etkilerini doğrulamıştır. Örneğin sağlıklı yağ oranı yüksek bir yemekten sonra ceviz yemenin, bu tür yağların kan damarları üzerindeki zararlı etkilerini azaltabileceğine dair sonuçlar, çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Papoutsis ve ark., 2008; Carvalho ve ark., 2010).

Sert kabuklu meyveler genellikle çiğ, kavrulmuş veya tuzlu atıştırmalıklar olarak tüketilmektedir. Bu ürünler yüksek enerjili gıda olmasına rağmen, yağda çözünen biyoaktif bileşikler ve besinler açısından önemli kaynaklardır. Cevizler, sert kabuklu meyveler arasında en çeşitli fenolik profile ve en yüksek fenolik içeriğe sahiptirler (Bolling ve ark., 2011). Daha çok besleyici meyveleri için yetiştirilen ceviz ürünleri, yaygın olarak hasattan sonra yeşil kabukları soyulup nem içeriği % 5-7 oranlarına düşene kadar kurutularak muhafaza edilmektedir (Amaral ve ark., 2003). Kurutma, mikrobiyal bozulmayı önlemede cevizin nem içeriğini azaltmak için önemlidir (Khir ve ark., 2014). Ancak hasat, işleme ve depolama sırasında (kabuklu-kabuksuz) ceviz meyvelerinin kalitesinde düşüşlerin olduğu kabul edilen bir bilgidir. Yağ içeriği yüksek olan sert kabuklu meyvelerde oksijen, ışık, sıcaklık ve bağıl nem gibi dışsal faktörlerin tümü, lipid oksidasyon oranını ve dolayısıyla genel kaliteyi etkiler. Çoğunluğu doymamış yağ asitlerinden oluşan yaklaşık %50 oranında lipid içeren ceviz meyveleri, oksidatif bozulmaya karşı çok hassastır ve cevizlerde lipid oksidasyonu en önemli kalite parametresi olup istenmeyen acılaşımlara sahip oksidasyon ürünleri (peroksit vb.) ile sonuçlanır (Jensen ve ark., 2003). Tokoferoller bitki yağlarında oluşan doğal antioksidanlardır. Diğer antioksidanlarla kombinasyon halinde antioksidan özellikleri geliştirirler ve yağın hızlı bozulmasını önlerler (Pycia ve ark., 2019). Yapısındaki tokoferollerle birlikte esansiyel doymamış yağ asitleri (EFA) olarak sınıflandırılan çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinin yüksek olması, cevizin diğer sert kabuklu yemilere göre ayırt edici bir özelliğidir.

Ceviz meyvesinin yapısı ve olgunlaşması, diğer ılıman meyvelerden biraz farklıdır ve yenmeyen tohumları (ör. elma tohumu) saran yenilebilir perikarplardan oluşan tipik meyveler değildir. Ceviz meyvesinin ürünü olan yenilebilir tohum (iç meyve), fenolikler bakımından zengin olan yeşil bir kabukla kaplı sert ve odunsu bir kabuk içerisinde yer alır (Colaric ve ark., 2005; Stampar ve ark., 2006; Trandafir ve ark., 2017). Tohum (iç meyve), toplam dane ağırlığının % 5-10 undan daha azını oluşturan ince bir zar ile kaplı iki büyük kotiledondan oluşur (Martinez ve ark., 2010). Zar, yağlı iç meyveyi oksidasyondan koruyan, fenolik açıdan zengin bir bariyer görevi görür. Taze kuruyemişlerde ince zar, hafif buruk ve acı bir tada sahiptir (Schmitzer ve ark., 2011). Bugüne kadar çok sayıda çalışmada sert kabuklu meyvelerde bulunan fenolik bileşiklerin tanımlanması araştırılmıştır (Gomez-Caravaca ve ark., 2008; Jakopic ve ark., 2011; Grace ve ark., 2014; Anjum ve ark., 2017). Mevcut araştırma bilgilerine göre, ceviz yüksek tokoferol, fenolik bileşik kaynaklarıdır, ancak mevcut çalışmalar esas olarak ceviz iç meyvesine odaklanmıştır ve tek tek tohum parçalarına odaklanılmamıştır. Bunun yanı sıra çoğunlukla araştırmalardaki analizlerde cevizler tam olgunlaşmış kuru yemişler olarak değerlendirilmiştir (Cristofori ve ark., 2015).

Bu çalışmanın temel amacı, zarlı ve zarsız olarak ceviz iç meyvelerinin bazı kimyasal bileşenlerinin miktarlarını belirlemek ve olgunlaşma sırasında meyvelerdeki değişim dinamiklerini incelemektir. Diğer bir amaç hasat sonrası farklı muhafaza şartlarının bu kimyasal bileşenleri, özellikle ceviz meyvelerinin oksidatif kalitesini, nasıl etkilediğini araştırmaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. İnsan Sağlığı Açısından Ceviz

Ceviz genellikle kurutulduktan sonra kabuklu veya kabuksuz olarak değerlendirilen, yüksek yağ oranı ve yüksek besin değerlerine sahip bir meyvedir. Özellikle ceviz yağ içeriği ile protein miktarı ceviz iç meyve ağırlığının yaklaşık %70 gibi bir oranını kapsamaktadır. Ceviz meyveleri mükemmel bir omega-3 ve omega-6 yağ asitleri yanı sıra melatonin, tokoferol gibi çeşitli antioksidant kaynağıdır (Reiter ve ark., 2005; Li ve ark., 2007). Sahip olunan ceviz toplam antioksidan kapasiteleri, çeşitli meyve ve gıda maddelerine oranla daha yüksektir (Halvorsen ve ark., 2006). *Juglans regia* (L.) iç meyvesinin yüksek yağ, protein ve antioksidant içeriği, beslenme açısından cevizin önemini doğrulamaktadır. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), cevizi insan beslenmesi ve bitki tıbbı için bilinçli bir aday olarak sınıflandırıp öncelikli bitkiler grubuna dahil etmiştir (Gandev, 2007; Jahanban-Esfahlan ve ark., 2019). Cevizler, önemli antioksidant kaynakları oldukları ve gıda özelliklerini korudukları için esas olarak organoleptik ve besinsel yönleri nedeniyle tüketilmektedir (Martinez ve Maestri, 2016). Ayrıca ceviz iç meyvesinin yanı sıra yeşil kabuğu ile sert kabuğu da kozmetik ve ilaç endüstrilerinde kullanılmaktadır (Ribeiro ve ark., 2015; Adeel ve ark., 2017).

Aşağıda ceviz tüketiminin insan sağlığına katkılarını inceleyen bazı araştırmalar sunulmuştur.

Cevizdeki yüksek antioksidan ve yüksek yağ oranının kalp sağlığı için önemli olduğu yapılan araştırmalarda belirtilmiştir. Hatta bazı araştırmacılara göre ceviz meyvesi, koroner kalp hastalığı üzerindeki etkileri nedeniyle artık ana nutrasötik olarak kabul edilmektedir (Nasri ve ark., 2015; Schwingshackl ve ark., 2017). Nijike ve ark. (2015) ile Farr ve ark., (2018) günlük ceviz tüketiminin kalp hastalıkları riskini azalttığını bildirmişlerdir. Arab ve Ang (2015) ise yaptıkları çalışma sonucunda günlük ceviz tüketiminin hafızayı kalıcı hale getirdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmayı destekler nitelikte olan Grosso ve Estruch (2016) ın araştırmasında ceviz depresyon ve yaşa bağlı hastalıkların hafifletilmesiyle ilişkilendirmiştir. İleriye dönük bir kohort çalışmasında, düzenli ceviz tüketimi, hem ölümcül koroner kalp hastalığı hem de ölümcül olmayan miyokard enfarktüsü riskinin azalmasıyla ilişkilendirilmiştir (Hu ve ark., 1998). Bu sonuçlar, haftada beş veya daha fazla ceviz tüketen kişilerin hiç tüketmeyenlere kıyasla koroner kalp hastalığı riskinde %50

azalma olduğunu gösteren daha önceki bir epidemiyolojik çalışmayla (Fraser ve ark., 1992) tutarlıdır.

Byerley ve ark., (2017) göre ceviz, kanser önleyici özelliklere sahip olabilecek çok çeşitli antioksidan ve antienflamatuar biyoaktif bileşenler içermektedir. Cevizde fenolik bileşiklerin, fitosterollerin, gama-tokoferolün, omega-3 yağ asitlerinin varlığı, kronik oksidatif stres tehdidini azaltıp kanserin ilerlemesine sebep olan düşük bağışıklık sistemini iyileştirmektedir (Perugu ve Vemula, 2014). Choi ve ark. (2016) ile Al-Mahmood ve ark. (2016)'ı ceviz tüketimi ile ilişkili kolon, meme ve prostat kanseri insidansının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Ceviz besinleri, kemik yapısının korunmasında önemli işlevler sergilemektedir (Kajarabille ve ark., 2013). Son zamanlarda ceviz tüketiminin tip 1 kollajenin N-terminal telopeptidNTx kan seviyelerini azalttığı doğrulanmıştır. Daha fazla kolajen bileşimi, daha yüksek kemik stabilitesinin yanı sıra kemiklerden daha düşük mineral kaybı anlamına gelmektedir. Griel ve ark., (2007) ile Katz ve ark. (2012) ceviz tüketiminin vücut ağırlığı yönetiminde potansiyel önemini doğrulamışlardır.

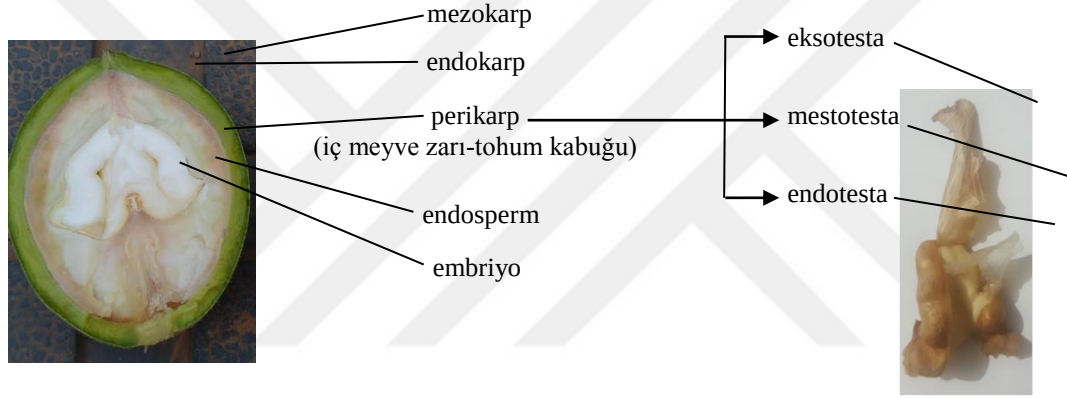
Ceviz, linoleik asit adı verilen omega-6 yağ asidinin başlıca kaynağıdır. Ayrıca, toplam yağ içeriğinin % 8-14'üne kadar katkıda bulunan alfa-linolenik asit (ALA) adı verilen nispeten yüksek oranda omega-3 yağ asidi içermektedir. Deckelbaum ve Torrejon (2012) enflamasyonu azaltan ve kan profilini artıran tek ALA kaynağının ceviz olduğunu bildirmişlerdir.

Cevizin kan kolesterolünü düşürmedeki olumlu besinsel avantajları göz ardı edilmemelidir (Fraser ve ark., 1992). Bu avantajlar, yüksek seviyelerde tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinden ve muhtemelen tokoferol içeriğinden kaynaklanmaktadır (Sabaté ve ark., 1993; Abbey, 1994).

2.2. Ceviz Hasadı

Endosperm (besin deposu), embriyo ve meyve zarı (perikarp) cevizin gıda olarak tüketilen kısmını oluştururken meyve etrafını kaplayan sert kabuk (endokarp) ile sert kabuğu saran yeşil etli kabuk (mezokarp) ceviz meyvesinin tamamını oluşturmaktadır (Ortiz ve ark., 2019). Meyve zarı Şekil 2.1 de görüldüğü gibi üç katmandan (eksotesta, mestotesta, endotesta) meydana gelmektedir (Wu ve ark., 2009). Eksotesta yapısında yoğun olarak fenoller bulunduran en dış katmandır. Mestotesta geniş bir vasküler demet sistemi ve büyük floem hücreleri ile besinlerin taşınmasından başlıca sorumlu katmandır.

Endotesta endosperm ve tohum kotiledon hücrelerini birleştiren tohum kabuğunun iç kısmının bir parçasıdır. Hasat sonrası meyveler kurutulduktan sonra bu katmanlardan özellikle mestotesta ile endotesta katmanı endosperme çok sıkı yapışmaktadır. Meyve zarı yağlı iç meyveyi oksidasyondan koruyan, fenolik açıdan zengin bir bariyer görevi görür (Xi ve Liu, 2005). Meyve zarının koruma etkisini özellikle zar bütünlüğünün ürün kalitesi üzerindeki etkisini araştırmak için yapılan bir çalışmada, parçalanma oranı artan numunelerde fenolik içeriklerin azaldığı ve serbest yağ asidi miktarının artış gösterdiği espi edilmiştir (Ortiz ve ark., 2019). İç cevizi saran ceviz sert kabuğu, öncelikle hertürlü fiziksel zararlanmalara karşı ceviz iç meyvesini korumaktadır. Ayrıca embriyonun canlılığını devam ettirebilmesi için minimum seviyede, kontrollü hava ve nem geçirgenliği ile sıfır ışık geçirgenliği sayesinde iç cevizi koruyan bir pakitleme sistemidir.



Şekil 2.1 Ceviz meyve yapısının şeması

Ceviz hasat dönemi ceviz iç meyve ile iç meyveyi çevreleyen sert kabuk arasındaki paket dokunun renginin koyulaşıp kahverengileşmesidir (Sibbett ve ark., 1978). Ceviz hasat zamanı çeşit özelliklerine göre değişmekle birlikte hasat kriteri olarak etli yeşil kabuğun çatlayıp sert kabuktan kolaylıkla ayrılması genel kabuldür. Bazı ceviz çeşitlerinde bu durum kabul görmeyip iç cevizin yeşil etli kabuktan daha önce olgunluk seviyesine ulaşmasından dolayı hasat zamanı etilen uygulanması ile yeşil kabuğun çatlatılması sağlanmaktadır. Çünkü ceviz meyvesinin geç zamanda hasat edilmesi iç meyvede kalite kaybına neden olan kararmalara neden olabilmektedir (Brawner ve Warmund, 2008). Ceviz meyvesinin daha erken zamanda hasat edilmesi durumunda ise iç meyve olgunlaşmasını tamamlayamadığı için ağırlık kaybı ile besin kaybı görülecektir (Liu ve ark., 2021). Bu nedenle hasat zamanı yani iç meyve olgunluğu kaliteli bir ceviz ürününde en önemli kriterlerden biridir (Matthäus ve ark., 2018). Hasat zamanına bağlı olan iç meyve kalitesi hasat sonrası işlemlerde de önemli derecede etkilenebilmektedir. Yaş

cevizdeki yeşil etli kabuk birtakım enzimatik farklılıkların etkisi ile sert kabuğun renginin koyulaşmasına ayrıca sert kabuktan geçip iç meyveye ulaşarak iç meyvenin renginde istenmeyen farklılıklara sebep olabilir. Bu farklılıklar ceviz meyvelerinin tüketici tarafından tercih edilmemesine neden olur (Yuan ve ark., 2019). Daha önce yapılan bir araştırmada ceviz yeşil etli kabuğun hasat sonrası meyve rengine olan etkileri incelenmiştir. Araştırmada sırası ile hasattan hemen sonra ve hasattan 3-5 gün sonra yeşil kabuklar uzaklaştırılmıştır ve sonuçta 3-5 gün daha geç soyulan cevizlerin daha koyu iç meyve rengine sahip olduğu görülmüştür (Koyuncu ve ark., 2003). Bu çalışma ceviz yeşil etli kabuğunun hasat sonrasında zaman kaybetmeden sert kabuktan uzaklaştırılıp en uygun şekilde kurutma işleminin başlatılması gerekmektedir fikrini destekler niteliktedir. Hasat yaş döneminde ceviz meyvelerinin nem oranı yüksektir ve bu yüksek nem içeriği polifenol oksidaz ve trigliseritlerin hidrolizini sağlayan lipaz gibi enzimlerin çalışma hızını artırarak iç meyve kararmasına katkı sağlamaktadır. Kısacası kararma nemin etkisiyle enzimatik olaylar sonucunda fenoliklerin değişime uğradığı istenmeyen bir durumdur (López ve ark., 1995; Koyuncu ve ark., 2003; Zhang ve ark., 2019). Hasat sonrası elle ya da makine yardımı ile yeşil etli kabuğu soyulan cevizler yaklaşık % 8-4 nem içeriğine kadar kurutulmalıdır (Barrett, 2004; Zhang ve ark., 2016).

Taze ceviz, lezzet olarak büyük beğeni toplamasına karşın kuru cevize göre daha az yaygın bir üründür (McGranahan ve Leslie, 1991; Christopoulos ve Tsantili, 2012). Çünkü taze cevizler, ortam sıcaklığında çabuk bozulup hasattan sonra sadece kısa bir süre tüketilebilmektedir. Kuru ceviz ise ortam sıcaklıklarında bile birkaç ay saklanabilmektedir (Kader ve Thompson, 2002). Bununla birlikte kurutma işlemi antioksidant kayıplara neden olabileceğinden taze ceviz üstün antioksidant özellikler sergileyebilir (Ballisteri ve ark., 2009; Tsantili ve ark., 2011).

Araştırmalar göstermiştir ki sert kabuklu meyveler genel olarak en uygun şartlarda 2,5 yıl süreye kadar muhafaza edilebilmektedir. Fakat uygunsuz kötü şartlar altında muhafazada kurtlanma, küflenme, yabancı tat ve kokuların emilimi, istenmeyen renk değişimi, acılaşıma gibi sorunlar gelişip sert kabuklu meyveler bir iki ay gibi bir sürede tüketilemeyecek duruma girebilmektedir (Shakerardekani ve Karim, 2013). Bu durum göstermektedir ki cevizin tüketici tarafından kabul edilebilir kalite kriterleri (tat, renk, koku) ve raf ömrü hasat sırası ve hasat sonrası işlemlere önemli derecede bağlıdır. Ek olarak çeşit, iklim, kültürel faktörler ve özellikle sulamaya bağlı olarak ceviz meyvelerinin sahip olduğu ağırlık oranı ve kimyasal bileşenler etkilenip değişebilmektedir. Bu durum da

ceviz kalitesini ve ceviz raf ömrünü etkileyebilmektedir. Albenisi düşük olan koyu renkli cevizler fiyat olarak biraz daha az değere sahip olup ikinci kalite olarak sınıflandırılır; çünkü cevizler genel olarak ticari açıdan renk, büyüklük ve kabuk kalınlığına göre değerlendirilmektedir (Donis-González ve ark., 2020; UNECE, 2020; Zaini ve ark., 2020).

2.3. Ceviz Toplam Yağ ve Yağ Asitleri

Ceviz (*Juglans regia* L.) genellikle kurutulduktan sonra kabuklu veya kabuksuz olarak satılan yüksek yağ oranına ve besin değerlerine sahip bir meyvedir. Cevizdeki enerjinin çoğu, meyvelerini enerji açısından zengin gıda yapan yaklaşık %60-%75'lik yağ içeriğinden elde edilir (Garcia ve ark., 1994; Prasad, 1994; Savage ve ark., 2001; Tapsell ve ark., 2009). Yetiştirme koşulları benzer olan ceviz çeşitlerinde toplam yağ ve yağ asidi değerlerindeki farklılıkların ceviz çeşidine özgüdür (Özkan ve Koyuncu, 2005). Ayrıca çeşidin yanında yetiştirilen yer ve sulama durumuna bağlı olarak toplam yağ miktarı ve yağ asidi profili değişebilmektedir (Greve ve ark., 1992; Beyhan, 1995). Farklı ceviz çeşitlerinin yağ asitlerinin türlerine ve miktarlarına bağlı olan yağ asidi profilleri, depolama sırasında lezzet stabilitesini etkileyebilir. Bu lezzet azalmasının en önemli nedeni depolama sırasında yağların oksidasyonu ve bunun sonucunda ortaya çıkan hoş olmayan koku ve tatlardır.

İnsan beslenmesinde tüketilen yağ asitlerinin bileşimi, toplam yağ miktarından daha önemlidir (Savage ve ark., 2001). Birçok çalışmada cevizlerin niteliksel ve niceliksel bileşimi ile ceviz içinde (iç meyvede) depolama stabilitesi incelenmiştir. Bu çalışmalar, ceviz yağlarının muhtemelen yüksek miktarda çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) nedeniyle (Hsieh ve Kinsella, 1989; Savage ve ark., 1998), özellikle insanlar için esansiyel bir yağ asidi olan linoleik asidin olması nedeniyle, pozitif bir beslenme avantajına sahip olduğunu göstermiştir (Zambon ve ark., 2000). Ceviz yağında bulunan başlıca yağ asitleri oleik (18:1), linoleik (18:2) ve linolenik (18:3) asitlerdir. Bunların birbirine oranları, cevizin ekonomik ve besin değeri açısından önemlidir.

Daha düşük linoleik ve linolenik asit içerikli yağlar daha uzun raf ömrüne sahip olabilir ve tekli doymamış yağ asitleri, potansiyel sağlık yararları nedeniyle daha fazla tercih edilebilir (Cunnane ve ark., 1993; Abbey ve ark., 1994). Ceviz yağının yüksek linoleik asit içeriği, kömürleşmeye daha yatkın olduğu için yemek pişirmede kullanılması istenmeyen bir durumdur, ancak ceviz çeşitli ekmekler, kekler, kekler ve bisküvilerde mükemmel bir katkıdır (Anon., 1991).

Aşağıda ceviz toplam yağ miktarı ve yağ asidi miktarının belirlenmesi için daha önce yapılmış bazı çalışmalar sunulmuştur.

Okatan ve ark. (2021) Uşak ilinden topladıkları 18 farklı ceviz çeşidini (Chandler, Balkan, Cisko, Fernor, Maraş 18, Arslan Local, Kaman 4, Yalova 4, Kaman 1, Şebin, Lara, Franquette, Howard, Tulane, Oguzlar 77, Pedro, Fernet, Gulizar Hanım) kullanarak yaptıkları çalışmada, toplam yağ oranını %64,28 ile %50,88 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çeşitler arasından ‘Chandler’ çeşidine ait toplam yağ oranının %58,89 olduğunu ve Maraş 18 çeşidine ait toplam yağ oranının %57,17 olduğunu raporlamışlardır. Aynı çalışmada ‘Chandler’ çeşidine ait SFA, PUFA VE MUFA miktarları sırasıyla %8,01, %74,17, %17,82 olarak, Maraş 18 e ait yağ asitleri miktarları sırası ile %7,71, %64,95 ve %27,39 olarak bildirmişlerdir.

Matthäus ve ark., (2018) ceviz iç meyvede yağ içeriği ve biyoaktif özelliklerini araştırılmışlardır. On gün arayla hasat edilen ceviz içi toplam yağ oranlarının sırasıyla %39,1 ve %70,5 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Ceviz yağlarının oleik asit içeriklerinin hasat zamanlarına bağlı olarak sırasıyla %10,51 ile %16,78 olduğunu, linolenik asit içeriklerinin sırasıyla %12,02 ile %17,65 arasında bulduklarını bildirmişlerdir.

Garcia ve ark. (1994), farklı genotipleri kullanarak yaptıkları çalışmada yağ asidi bileşimlerinin miktarının geniş aralıklarda meydana geldiğini bulmuşlardır. Oleik asidi % 16,10-27,00, linoleik asidi % 51,80-61,50 ve linolenik asidi % 10,00-18,50 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Koyuncu ve Aşkın (1995a) farklı ceviz genotiplerini kullanarak yaptıkları çalışmada ortalama palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik içeriklerini (%) hasada bağlı olarak 7,22, 1,07, 28,51, 52,46 ve 10,50 bulmuşlardır.

Zwarts ve ark. (1999), iki ABD ticari çeşidinin (Tehama ve Vina), üç Avrupa ticari çeşidinin (Esterhazy, 139, G120) ve beş Yeni Zelanda çeşidinin (Rex, Dublin's Glory, Meyric, McKinster, Stanley) yağ asidi bileşimini değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, cevizlerin toplam yağ içeriğinin %62,4 ile %68,7 arasında, yağların oleik asit içeriğinin %14,3 ile %26,1'i arasında, linoleik asit içeriğinin ise 49,3 ile 62,3 arasında linolenik içeriği %8,0 ile %13,8 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Yapılan çalışma sonucunda cevizin n-3 ve n-6 çoklu doymamış yağ asitleri açısından zengin bir kaynak olduğunu bildirmişlerdir.

Ozkan ve Koyuncu (2005) seleksiyon yolu ile seçtikleri 10 ceviz tipini kullanarak yaptıkları çalışmada toplam yağ içeriğinin %61,97 ile %70,92 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ceviz tiplerine ait oleik yağ asidi içeriğinin %21,18 ila %40 aralığında, linoleik yağ asidi içeriğinin %43,94 ila %60,12 aralığında, linolenik yağ asidi içeriğinin %6,91 ila %11,52 aralığında, palmitik yağ asidi içeriğinin %5,24 ila %7,62 aralığında, stearik yağ asidi içeriğinin ise %2,56 ila %3 aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Savage ve ark. (1999) iki ABD ticari çeşidi (Tehama ve Vina), üç Avrupa ticari çeşidi (Esterhazy, G139, G120) ve sekiz Yeni Zelanda çeşidi (Rex, Dublin's Glory, Meyric, Stanley, Mckinster, 150, 151, 153) olmak üzere 13 farklı ceviz çeşidini kullanarak yaptıkları çalışmada cevizlerin toplam yağ içeriğinin %64,2 ile %68,9 arasında olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca yağların oleik asit içeriğinin %12,7 ile %20,4 arasında değişirken, linoleik içeriğinin %57,0 ile %62,5 arasında ve linolenik içeriğinin ise %10,7 ile %16,2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Farklı ceviz çeşitleri kullanılarak yapılan bir çalışmada (Sampion, Jupiter, Sejnovo, Elit ve Geisenheim 139) cevizlerin soğuk presleme ve organik solvent ekstraksiyonu ile elde edilen yağlarında oleik asit içeriğinin % 15,9–23,7 arasında değişirken, linoleik asit içeriği % 57,2–65,1 ve linolenik asit içeriği % 9,1–13,6 arasında değiştiği belirtilmiştir. Çalışma sonunda yağ çıkarma işleminin, yağdaki yağ asitlerinin içeriği ve bileşimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir (Rabrenovic ve ark., 2011).

Çeşitli ceviz çeşitleri (Büyük Oba, Kaman-2, Kaman-5) kullanılarak yapılan bir çalışmada iç meyvelerin yağ verimlerinin %61,4 ile %72,8 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca iç meyve yağlarının linoleik asit içerikleri %49,7 ile %55,5 arasında değiştiği, oleik asit içeriklerinin %20,5 ile %26,4 arasında değiştiği bildirilmiştir (Özcan ve ark., 2010).

Amaral ve ark., (2003) altı ceviz çeşidinden (Franquette, Marbot, Mayette, Mellanaise, Lara ve Parisienne) yararlanarak yaptıkları çalışmada toplam yağ oranını %62,3 ile %66,5 arasında bulmuşlardır. Aynı çalışmada toplam SFA %8,90 ila %10,12 değerleri arasında, toplam MUFA %15,82 ila %19,59 değerleri arasında ve toplam PUFA %70,66 ila %74,83 değerleri arasında bulunduğunu bildirilmişlerdir.

Martinez ve Maestri (2008), tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA'lar) esas olarak oleik asit (18:1 n-9) ve çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA'lar; linoleik (18:2 n-6) ve α -linolenik asitlerin (18:2) olduğu triaçilgliserollerini bildirmişlerdir.

2.4. Ceviz Lipit Oksidasyonu

Gıdalardaki lipitlerin oksidasyonu, gıda ürününün kalitesini, depolama ömrünü ve tüketici kabulünü olumsuz etkileyen bozulma, stabilite azalması ve istenmeyen tatların oluşmasının ana nedenlerinden biridir (Robards ve ark., 1988; Coupland ve ark., 1996). Yapılmış bazı araştırmalar sonucunda sıcaklık, ışık, nem ve oksijene maruz kalmanın oksidasyona katkıda bulunan ana faktörler olduğu bulunmuştur (Jan ve ark., 1988; Mate ve ark. 1996; Koyuncu ve Aşkın, 1999; Stark ve ark, 2000).

Daha önce yapılan çalışmalarda ceviz yağının yüksek seviyelerde linoleik, linolenik ve oleik yağ asitleri içerdiği bildirilmiştir (Garcia ve ark., 1994; Zwartz ve ark., 1999; Savage, 2001). Ancak bu yağ asidi değerleri çeşitler arasında farklılık göstermektedir (Greve ve ark., 1992; Vergano ve ark., 1995; Zwartz ve ark., 1999). Genel olarak ceviz yağı yaklaşık olarak %7 doymuş, %20 tekli doymamış ve %73 çoklu doymamış yağ asitleri içerir ve bu yüksek seviyelerde çoklu doymamış yağ asitleri, cevizleri oksidasyona eğilimli hale getirir (Vergano ve ark. 1995; Stark ve ark., 2000). Ceviz yağının yağ asidi bileşiminin (PUFA ve MUFA'nın fazla olması) oksitlenmesi tadın acılaşmasına neden olur (Maté ve ark. 1996; Savage ve ark., 1998; Zwarts ve ark., 1999). Cevizde oluşan acılaşma, kaliteyi, muhafaza süresini, raf ömrünü ve piyasa değerini etkileyen en önemli problemlerdendir. Ayrıca lipit oksidasyonu cevizlerde olumsuz renk değişikliklerine ve toksik bileşiklerin oluşmasına sebep olup cevizlerin duysal, fiziksel özellikle kimyasal ve besinsel kalitesini kademeli olarak değiştirip etkileyebilmektedir (Domínguez ve ark., 2019; Grosso ve ark., 2020).

Lipit oksidasyonu sonucunda ilk oluşan ve birincil oksidasyon ürünleri olarak kabul gören bileşikler hidroperoksitlerdir (Barriuso ve ark., 2013). Bozunmaya eğilimli ve kararsız olan birincil oksidasyon ürünlerinin bozunma reaksiyonlarından sonra aldehitler, ketonlar, alkoller, hidrokarbonlar, uçucu organik asitler gibi uçucu ya da uçucu olmayan polimerik karmaşık ürünler ikincil oksidasyon ürünleri olarak oluşmaktadır (Faroux ve ark., 2020; Shahidi ve ark., 2020). Birincil oksidasyon ürünleri olan lipit hidroperoksitleri kokusuz ve tatsızdır. Bunun aksine birincil oksidasyon ürünlerinin ayrışmaları sonucu oluşan ikincil oksidasyon ürünleri koku ve tat bozulmalarına sebep olmaktadır.

Genel olarak oksidasyon reaksiyonlarının başlatıcısı olarak ya da oksidasyon hızının ve seyrinin etkileyicisi olarak sıcaklık, ışık, nem, serbest radikaller, enzimler, mikroorganizmalar ve metaller gibi etmenler kabul edilmektedir (Albu ve ark., 2004;

Salcedo ve ark., 2010; Shahidi ve ark., 2010). Bu etmenlerin hepsi aynı anda gıdalar üzerinde etkilidir. Bundan dolayı hangisinin ne zaman ve ne şiddetle etkili olduğunun anlaşılması oldukça zordur (Barriuso ve ark., 2013).

Lipit oksidasyonu; başlama (serbest radikallerin oluşumu), yayılma (serbest radikal zincir reaksiyonları) ve sonlanma (radikal olmayan ürünlerin oluşumu) olarak bazı karmaşık reaksiyon süreçlerinden meydana gelmektedir (Chaiyasit ve ark., 2007; Shahidi ve ark., 2010).

İlk olan başlama aşamasının oluşumu yavaştır ve genellikle sıcaklık ve ışığa maruz kalma gibi nedenlerle başlayabilir (Coupland ve ark., 1996; Medina-Meza ve ark., 2014). Bu aşamada yağ asitinden (RH) kararsız hidrojen atomunun kopmasıyla yağ asidi radikali (serbest alkil radikali - R*) oluşmaktadır (Domínguez ve ark., 2019). Yağ asitlerindeki çift bağ sayısı arttıkça hidrojen atomunun uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır. Bu durum çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyona daha hızlı maruz kalmasına neden olmaktadır (Johnson ve ark., 2015). Yayılma reaksiyonları başlangıç reaksiyonlarına göre daha hızlı oluşmaktadır ($RH + \text{başlatıcı katalizör} = \text{serbest radikaller (R, RO}^*, \text{ROO}^*)$).

Yayılma sürecinde ilk olarak, serbest alkil radikali (R*), çok daha yüksek enerjiye sahip olan bir peroksi radikali (ROO*) oluşturmak için O_2 ile hızlı bir şekilde etkileşime girmektedir. Ayrıca oluşan bu peroksi radikali hidroperoksitler (ROOH) elde etmek için başka bir lipit molekülünün (RH) metilen grubundan hidrojeni koparıp yeni bir serbest radikal (R*) üretilmesini sağlamaktadır (Johnson ve ark., 2015). Seri bir şekilde serbest radikallerin üretildiği yayılma aşamasında radikaller oksidasyonu hızlandırırlar (Choe ve ark., 2006) ($R^* + O_2 = ROO^*$, $ROO^* + RH = ROOH + R^*$).

Gıda yapısında yüksek konsantrasyondaki serbest radikaller, daha büyük bir “radikal-radikal çarpışma olasılığı”na izin vererek birleşmekte, sonuçta radikal olmayan bileşikler oluşmakta ve oksidasyon tamamlanmaktadır (Johnson ve ark., 2015). Sonlanma aşamasında oksidasyon reaksiyonları, hidroperoksitlerin ikincil radikal olmayan oksidasyon ürünlerinin oluşmasıyla devam etmektedir (Laguerre ve ark., 2007) ($R^* + R^* = R_2$, $R^* + ROO^* = (RO)_2$, $ROO^* + ROO^* = ROOR + O_2$).

Gıdalarda toplam oksidasyon değerini ve yağların kalitesini değerlendirebilmek için kullanılan analizler serbest yağ asitleri içeriği, peroksit değeri, konjuge dien ve trien değerleri, para-anisidin (p-anisidin) değeri, tiyobarbitürik asit değeridir (Shafiei ve ark., 2020). Peroksit (PV) değeri, yalnızca gıda maddelerinde değil, aynı zamanda biyolojik

numunelerde de istenmeyen reaksiyonların bir ölçümü olarak yaygın olarak kullanılmaktadır ve diğer yöntemlere göre daha ucuzdur. Hücre zarı yapısı, DNA ve proteinlerin modifikasyonu gibi tümörlerin ve diğer dejeneratif hastalıkların başlamasıyla ilgili fizyolojik süreçlerde yer almaktadır (Ames, 1983; Therond ve ark., 1996).

Ultraviyole (UV)-görünür aralığı kullanan spektrofotometrik yöntemler gıda lipidlerinde peroksidasyonu belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır ve yaygın olarak Fe(II) ile Fe(III) iyonlarının oksidasyonundan yararlanılmaktadır. Fe(II) ile Fe(III) iyonlarının oksidasyonunu bir kez oluşturulduktan sonra, renkli kompleksler üreten çeşitli reaktiflerle reaksiyona girebilmektedir. Bu tür kompleksler 400-600 nm dalga boyu aralığında soğurur ve bu sayede göreceli bir peroksit değeri elde edilmiş olmaktadır (Nourooz ve ark., 1995; Damaso ve ark., 2001).

Aşağıda ceviz depolanması ve peroksit değerlerinin araştırılması için daha önce yapılmış bazı çalışmalar sunulmuştur.

Koyuncu ve Aşkın (1999)'a göre kabuksuz cevizler 5 °C'de ve % 55-65 bağıl nemde 10-12 ay, kabuklu cevizler ise aynı koşullarda 18 aya kadar saklanabilir.

Savage ve ark. (1999) iki ABD ticari çeşidi (Tehama ve Vina), üç Avrupa ticari çeşidi (Esterhazy, G139, G120) ve sekiz Yeni Zelanda çeşidi (Rex, Dublin's Glory, Meyric, Stanley, Mckinster, 150, 151, 153) olmak üzere 13 farklı ceviz çeşidini kullanarak bir çalışma yapmışlardır. Ceviz yağlarındaki peroksit miktarlarının 1,0 ile 5,4 meq oksijen/kg yağ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Stark ve ark. (2000a), oda sıcaklığında (ortalama 24 °C) karanlıkta, ağzı kapalı şişelerde depolanan ceviz yağının, 4 aylık depolamadan sonra peroksit seviyelerinde sadece küçük artışlar gösterdiğini ve organoleptik özellikleri açısından kabul edilebilir bir ürün olarak kaldığını belirtmişlerdir.

Savage ve ark. (2001), taze ceviz iç meyvelerinin 0,15 ile 0,29 meq O².kg⁻¹ yağ arasında değişen peroksit değerlerine sahip olduğunu ve kabuk içinde oda sıcaklığında (ortalama 25 °C) 12 aya kadar peroksit seviyelerinde sadece hafif artışlarla saklanabileceğini bildirmişlerdir.

Amaral ve ark., (2003) altı ceviz çeşidini (Franquette, Marbot, Mayette, Mellanaise, Lara ve Parisienne) kullanarak yaptıkları çalışmada, toplanan ceviz meyvelerini 30 °C de kuruttuktan sonra -20 °C de analiz zamanına kadar kabuklu olarak bekletmişlerdir. Analiz

sonucunda ceviz çeşitlerine ait peroksit miktarlarını 2 meq/kg ile 18 meq/kg değerleri arasında bulduklarını bildirilmişlerdir.

Vanhanen ve Savage (2006) ın soğuk pres ceviz yağı üretiminin bir yan ürünü olan ceviz unu ile yaptıkları çalışmada, unun %20'e kadar yağ içerdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca başlangıçta ceviz ununun 0,01 meq O².kg⁻¹ yağ olan peroksit değerinin 26 hafta sonra 1,0 meq O².kg⁻¹ yağ ın altında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmanın sonunda depolama ortamının nem içeriği ve ceviz unu depolamak için kullanılan ambalaj tipi dikkate alınarak ceviz ununun 23 °C'nin altında saklanması tavsiye etmişlerdir.

Çeşitli ceviz türleri (Büyük Oba, Kaman-2, Kaman-5) kullanılarak yapılan bir çalışmada iç meyve yağlarının peroksit değerlerinin 3,18 meq/kg ile 3,53 meq/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir (Özcan ve ark., 2010).

2.5. Tokoferol

Yağların bozulmasını etkileyen en önemli iki çevresel karakter ışık ve sıcaklıktır. Ayrıca ışık ve sıcaklığın yanında nem ve oksijen de yağlarda oksidasyona neden olan başlıca faktör olarak gösterilebilir (Vaisey-Genser ve ark., 1994; Matthäus, 1996). Araştırmacılar ceviz lipidlerinin yaklaşık %70 çoklu doymamış yağ asitleri içerdiğini ve bunların oksidasyonun hoş olmayan tatların ortaya çıkmasıyla bağlantılı olduğunu savunmuştur (Jan ve ark., 1988; Mate ve ark., 1996; Koyuncu ve Aşkın, 1999; Stark ve ark., 2000b). Ürünlerdeki genetik olarak var olan antioksidan seviyelerinin yüksek olması örneğin cevizlerin yüksek E vitamini içeriği (Bhagavan ve Nair, 1992; Savage ve ark., 1997), oksidasyona karşı bir miktar koruma sağlayabilir ve bu sayede daha iyi depolama özelliklerine sahip olunabilmektedir (Savage ve ark., 1999). Bununla birlikte Lavedrine ve ark., (1997) çeşit ve coğrafi köken açısından ceviz tokoferol miktarının önemli farklılıklar gösterebileceğini bildirmişlerdir. Oksidatif bozulmayı önlemeleri ve besinsel yararları nedeniyle cevizdeki antioksidan vitamin olan tokoferol miktarının belirlenmesi önemlidir.

Tokoferoller (E vitamini), sadece bitkiler tarafından üretilen bir hidrofobik yan zincire sahip yağda çözünen bir antioksidan bileşiğidir ve alfa, beta, gama ve delta adı verilen dört farklı türdeşte forma sahiptir (Schwarz ve ark., 2008; Boschini ve Arnoldi 2011). Bitkilerin yeşil aksamalarında ve daha çok tohumlarında bulunurlar (Altınar ve ark., 2017). Doğrudan serbest radikallerle reaksiyona girerek birincil antioksidanlar olarak hareket ederler (Huang ve ark., 1994).

Tokoferoller insan vücudunda bağışıklık sistemini güçlendirir ve hücrel yaşlanmayı azaltmaktadır (Zingg, 2007a). E vitamininin en aktif formu, vücudu dejeneratif işlev bozukluğuna, özellikle kanser ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruduğuna inanılan α -tokoferoldür (Zingg, 2007b; Hasani ve ark., 2008).

Bugüne kadar cevizde tokoferol miktarının araştırılması için çok sayıda araştırma yapılmıştır.

Matthäus ve ark., (2018) ceviz iç meyvelerinin yağ içeriği ve biyoaktif özelliklerini araştırılmıştır. 10 gün arayla hasat edilen cevizlere ait yağların γ -tokoferol içeriğinin 2,954 ile 1,364 mg/kg arasında değiştiği, β -sitosterol içeriklerinin 4426,4 ile 1192,1 mg/kg arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Lavedrine ve ark., (1997) iki farklı coğrafi bölgeden (Fransa, ABD) iki ceviz çeşidi (Franquette ve Hartley) analiz etmişlerdir. Cevizlerde retinol ve karoten tespit edemediklerini, bunun yanında α - γ - δ tokoferol miktarlarını sırasıyla 1,08 ila 4,05, 21,78 ila 26,46 ve 2,51 ila 4,23 (mg.100g⁻¹) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca taze kabuklu depolanmış Franquette ceviz çeşidinde 4 °C'de 3 aylık depolamadan sonra meydana gelen önemli kayıpları kaydetmişlerdir. α , γ ve δ tokoferol için düşüşleri sırasıyla %29, %28 ve %30 olarak bildirmişlerdir ve +4 °C de depolamanın tokoferol seviyelerini koruyamadığını açıklamışlardır.

Savage ve ark. (1998), Yeni Zelanda'da yetiştirilen cevizlerin ortalama toplam tokoferol içeriğinin nispeten yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Savage ve ark. (1999) iki ABD ticari çeşidi (Tehama ve Vina), üç Avrupa ticari çeşidi (Esterhazy, G139, G120) ve sekiz Yeni Zelanda çeşidi (Rex, Dublin's Glory, Meyric, Stanley, Mckinster, 150, 151, 153) olmak üzere 13 farklı ceviz çeşidini kullanarak çalışma yapmışlardır. Cevizlere ait yağların toplam tokoferol içeriğini 268,5 ila 436 $\mu\text{g.g}^{-1}$ yağ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bastani ve ark. (2010) farklı yenilebilir kaplama yöntemlerinden CMC ve pektini ceviz depolamasında koruyucu tabaka olarak araştırmışlardır Ceviz içlerini açık havada kuruttuktan sonra polietilen fermuarlı torbalarda saklamış ve 4 ay boyunca 25 °C ve %23 bağıl nemde tutmuşlardır. Her iki ayda bir tanelerin, renklerini, ağırlık kayıplarını ve acılık değerlerini ölçmüşlerdir ve en umut verici sonuçların E vitamini eklenmiş CMC ile kaplanmış örneklerden geldiğini bildirmişlerdir.

Farklı ceviz çeşitleri kullanılarak yapılan bir çalışmada (Sampion, Jupiter, Sejnovo, Elit ve Geisenheim 139), cevizlerin soğuk presleme ve organik solvent ekstraksiyonu ile elde edilen yağlarında tokoferollerin toplam içeriği, 28,40 mg/100g ile 42,40 mg/100g arasında değiştiği belirlenmiştir (Rabrenovic ve ark., 2011).

Amaral ve ark. (2005) dokuz farklı ceviz çeşitinde (Arco, Franquette, Hartley, Lara, Marbot, Mayette, Mellanaise, Parisienne ve Rego) tokoferol bileşimi belirlemişlerdir. Analizler sonucunda α -tokoferoli 8,7 ile 16,6 mg/kg aralığında, γ -tokoferoli 172,6 ile 262,0 mg/kg aralığında ve δ -tokoferoli 8,2 ile 16,9 mg/kg aralığında bulunduğunu rapor etmişlerdir.

2.6. Melatonin

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin), oksin ailesine ait L-triptofandan (esansiyel amino asit) serotonin yoluyla sentezlenen bir nörohormondur ve ilk olarak epifiz bezinde tanımlanmıştır (Parrilla ve ark., 2009). Bu molekül, sirkadiyen ritmin düzenlenmesinde (Srinivasan ve ark., 2010) ve uyku bozukluklarının hafifletilmesinde önemli bir rol oynayan biyogenik bir indoleamindir (Murch ve ark., 2000; Buscemi ve ark., 2005). Satılan melatonin takviyeleri, uyku bozukluklarını veya jet gecikmesini tedavi etmek için kullanılabilir (Hardeland ve Pandi-Perumal, 2005). Bir çalışmada farelere uygulandığında, yaşlanmaya bağlı kronik oksidatif stresi azaltabildiği görülmüştür (Nogues ve ark., 2006). Başka bir araştırmada kronik hipertansiyonu olan erkeklerde kan basıncını düşürebileceği bildirilmiştir (Scheer ve ark., 2004). Ayrıca kanserojenlere karşı koruyucu etkileri (Karbownk ve ark., 2001) ve Alzheimer, kanser ve koroner hastalıkların terapötik önlenmesinde olası kullanımı melatoninin endüstriyel üretimini teşvik etmiş ve günümüzde birçok sentetik organik yol geliştirilmiştir (Prabhakar ve ark., 2001). Ancak melatonin takviyelerinin gelişigüzel kullanımı tartışmalı bir konudur. Melatoninin güçlü anti oksidatif özelliklere sahip olduğu, oküler hastalıklarda koruyucu bir ajan olarak işlev görebildiği, bir antikanser ajanı olarak görev yapabileceği, metabolik faaliyetler tarafından üretilen yüksek seviyelerde serbest radikallere karşı koyma işlevine sahip olabileceği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. (Reiter ve ark., 2000; Tan ve ark., 2003; Hardeland ve ark., 2006; Siu ve ark., 2006).

Melatoninin Oksin ailesine ait olan IAA ile kimyasal yapılarıdaki benzerlikleri araştırmacıları bitkiler için bir büyüme faktörü olarak melatonin etkinliğini araştırmaya yönlendirmiştir (Hernandez-Ruiz ve ark., 2004). Domates, salatalık, muz, elma, soğan, pirinç gibi bitkilerde melatonin varlığı keşfedilmiştir (Dubbels ve ark., 1995; Hattori ve

ark., 1995). Çilek, kivi, ananas ve elmada kullanılarak yapılan bir araştırmada melatonin miktarları 12 pg/g ila 36 pg/g arasında değişen değerlerde bulunmuştur (Hattori ve ark., 1995). Dubbels ve ark. (1995)'nın yaptığı araştırmada muzların melatonin içeriği 46,6 ng/100 g ağırlıkta olduğu bulunmuştur ve muzun beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak diyetle önemli bir katkı sağlayabileceği bildirilmiştir. Birçok bitkisel üründe varlığı tespit edilen melatoninin konsantrasyonu, farklı bitkilerde son derece büyük farklılıklar göstermektedir ve bitki kısımlarında eşit olmayan bir şekilde dağılmıştır. Bitkilerde köklerde, gövdelerde, yapraklarda, meyvelerde ve tohumlarda bulunabilmektedir. Tohumlarda melatonin bulunması, germenlerin oksidatif strese karşı korunması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Melatonin bitkilerde sirkadiyen düzenleyici, hücre koruyucu, hücre iskeleti modülatörü, büyüme hızlandırıcı ve rizojenez, hücresel genişleme ve antioksidan olarak bazı fizyolojik eylemlerde yer alabilmektedir (Van Tassel ve O'Neill, 2001; Hernández Ruiz ve ark, 2004; 2005; Kolar ve Machackova, 2005; Arnao ve Hernández-Ruiz, 2007; Hernández-Ruiz ve Arnao, 2008).

Melatonin içeren yiyeceklerle beslenme hem dokularda hem de kanda melatonin düzeylerinin artmasını sağlayabilmektedir. Hatta besin alımından sonra kanda melatonin artması nedeniyle, bazen öğle yemeğinden sonra hissedilen uyku hali nedeninin bu olduğu ileri sürülmüştür (Bubenik, 2002). Hattori ve ark. (1995) bir çalışmada tavukları 48 saat aç bıraktıktan sonra mısır, pirinç ve fasulye ile beslemişlerdir. Tavukların gündüz melatonin seviyelerinin iki katına çıktığını bildirmişlerdir. Reiter ve ark., (2005)'ı yaptıkları bir çalışmada, ceviz (*Juglans regia* L.) ile besledikleri farelerde plazmatik konsantrasyonun 11,5 pg/mL den 38,0 pg/mL'e yükseldiğini ve düşük melatonin içeriğine sahip gıdalar ile beslenen hayvanlarda da melatonin plazma konsantrasyonunun arttığını bildirmişlerdir.

Melatonin, gıdalarda doğal olarak bulunan bir bileşiktir fakat en zorlu konu olan doğru sonuçlar elde etmek için yeterli numune muamelesi ile gıdalardaki konsantrasyonunu belirlemek için onaylanmış analitik yöntemler gereklidir. Gıdalardaki melatonin analizi bazı zorluklar içermektedir. İlk olarak, bazı bitkilerdeki melatonin içeriği çok düşüktür. İkincisi, molekülün amfipatik özelliği, tam bir geri kazanım ve doğru sonuçlar veren bir çözücü seçmeyi zorlaştırmaktadır. Üçüncüsü, melatonin güçlü bir antioksidandır (Tan ve ark., 1993; 2007) ve diğer gıda bileşenleriyle hızla reaksiyona girebilmektedir. Bu nedenle melatonin analizlerinde numunenin dikkatli bir şekilde işlenmesi en önemli şarttır.

Cevizde melatonin önemli biyoaktif bileşik olarak kabul edilmektedir (Reiter ve ark., 2005). Literatür incelemelerinde cevizde melatonin muhtevasına yönelik çok az sayıda kaynağın olduğu belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalar (Reiter ve ark., 2005; Tapia ve ark., 2013) incelendiğinde araştırmacıların farklı yöntemler ile melatonin tespiti yaptığı, ancak sabit oturtulmuş bir analiz yönteminin olmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle cevizde melatonin tespitinde standartize edilmiş bir metoda ihtiyaç olduğu aşıkardır. Cevizde melatonin miktarının tespiti ve melatonin analiz yönteminin geliştirilebilmesine katkı sunulması yönünden bu çalışma önemlidir.

2.7. Protein

Ceviz önemli sayılabilecek miktarda protein (% 12-25) içermektedir (Bakkalbaşı ve ark., 2010; Bastanı ve ark., 2010). Ceviz proteinleri, insanlar için gerekli olan tüm temel amino asitlere sahiptir ve amino asitler cevizde uygun kabul edilen oranlarda bulunur. Örneğin ceviz proteinlerindeki lizin/arginin oranı günlük bitkisel proteinlerden nispeten daha düşüktür. Düşük lizin/arginin oranı ise ateroskleroz (damar sertliği) gelişimini azaltır (Martinez ve ark., 2010).

Bugüne kadar gerek Türkiye’de gerekse ceviz yetiştiriciliğinin yapıldığı diğer ülkelerde cevizde protein miktarının belirlenmesi için çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazılarına ait sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Koyuncu ve Aşkın (1995a), 12 ceviz genotipi kullanarak yaptıkları çalışmada protein miktarlarının %20,92-%25,95 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Ozkan ve Koyuncu (2005) seleksiyon yolu ile seçtikleri 10 ceviz tipi ile yaptıkları çalışmada ceviz protein içeriklerini %15,17 ile %19,24 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bazı ceviz genotipleri (Büyük Oba, Kaman-2, Kaman-5) üzerinde yapılan bir çalışmada iç meyvelerin protein içerikleri %7,05 ile %8,10 arasında değiştiği bildirilmiştir (Özcan ve ark., 2010).

Özcan ve Sütyemez (2019)’in 10 ceviz genotipi kullanarak yaptıkları bir çalışmada, meyveleri +4 derecede 0-2 yıl depolamışlardır. Çalışmanın ortalama sonuçlarına göre muhafaza süresi 2 yıl olan meyvelerde protein oranını %19,65, 1 yıl muhafaza edilen meyvelerde protein oranını %18,48 ve hasat edildiği yıl içerisinde analiz edilen meyvelerde protein oranını %18,91 olarak bildirmişlerdir.

Savage G. P. (2001) yaptığı çalışmada 12 farklı ceviz çeşidinin protein miktarını araştırmış ve %13,6 ila %18,1 arasında olduğunu bildirmiştir.

Amaral ve ark., (2003) nın altı ceviz çeşidi (Franquette, Marbot, Mayette, Mellanaise, Lara ve Parisienne) kullanarak yaptıkları çalışmada cevizleri hasattan sonra 30 °C de kurutup analiz yapana kadar kabuklu şekilde -20 °C’de tutmuşlardır. Analiz sonucunda toplam protein oranını %12,2 ila %15,2 arasında bulduklarını bildirmişlerdir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

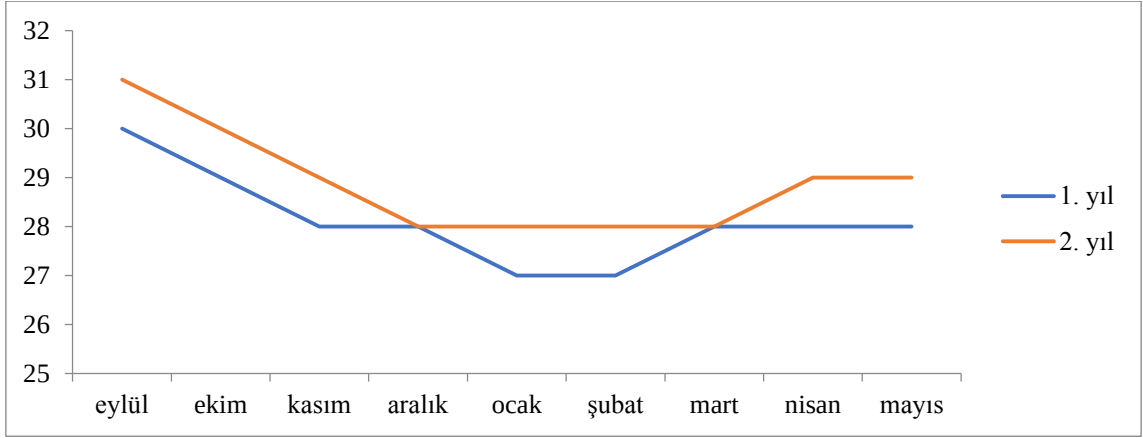
Bu çalışma, 2019 ve 2020 yıllarında olmak üzere Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Prof. Dr. Nurettin KAŞKA Sert Kabuklu Meyveler Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan ceviz parsellerinden elde edilen yerli ('Maraş 18') ve yabancı ('Chandler') ceviz çeşitlerine ait meyveler kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan ceviz çeşitlerine ait özellikler Çizelge 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Ceviz çeşitlerine ait bazı özellikler (Sütyemez, 2016)

Özellikler	'Chandler'	'Maraş18'
İslahçı kurum	UC davis California Üniversitesi	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Ağaç Taç Şekli	Yarı dik	Yarı dik
Yan Dal Verimi (%)	Çok Yüksek (90-100)	Yüksek (80-85)
Hasat Tarihi	3-10 Ekim	9-15 Eylül
Çiçeklenme Durumu	Protandri	Protandri
Tozlayıcıları	'Cisco', 'Scharsch', 'Franquette'	'Bilecik', 'Chandler', 'Sütyemez 1'
Meyve ağırlığı (g)	9-13	15-16
İç Oranı (%)	45-49	52-55
Kabuk kırılma kolaylığı	Orta	Orta
İç Meyve Rengi	Çok açık	Açık

3.2. Metod

Araştırmada kullanılan ceviz meyveleri çeşitlerin olgunlaşma zamanı takip edilerek iç dolum dönemi ('Maraş 18' için 5-10 Ağustos ve 'Chandler' için 1-3 Eylül) ve hasat dönemi ('Maraş 18' için 9-15 Eylül ve 'Chandler' için 1-10 Ekim) olarak iki farklı zamanda ve iki yıl tekrarlı olarak alınmıştır. Hasat döneminde toplanan meyvelerin dış yeşil kabukları elle çıkarılmıştır ve meyveler geleneksel sergi yöntemi kullanılarak direk güneş altında kurutulmuştur. Kuruyan ceviz meyveleri kabuklu olarak, kabuksuz olarak ve kabuksuz şekilde vakumlu paketlerde altı ay depolanmıştır. Kontrolsüz depolama şartlarının aylara göre ortalama en yüksek sıcaklık değerleri Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Depolama koşullarının ortalama en yüksek sıcaklık değerleri



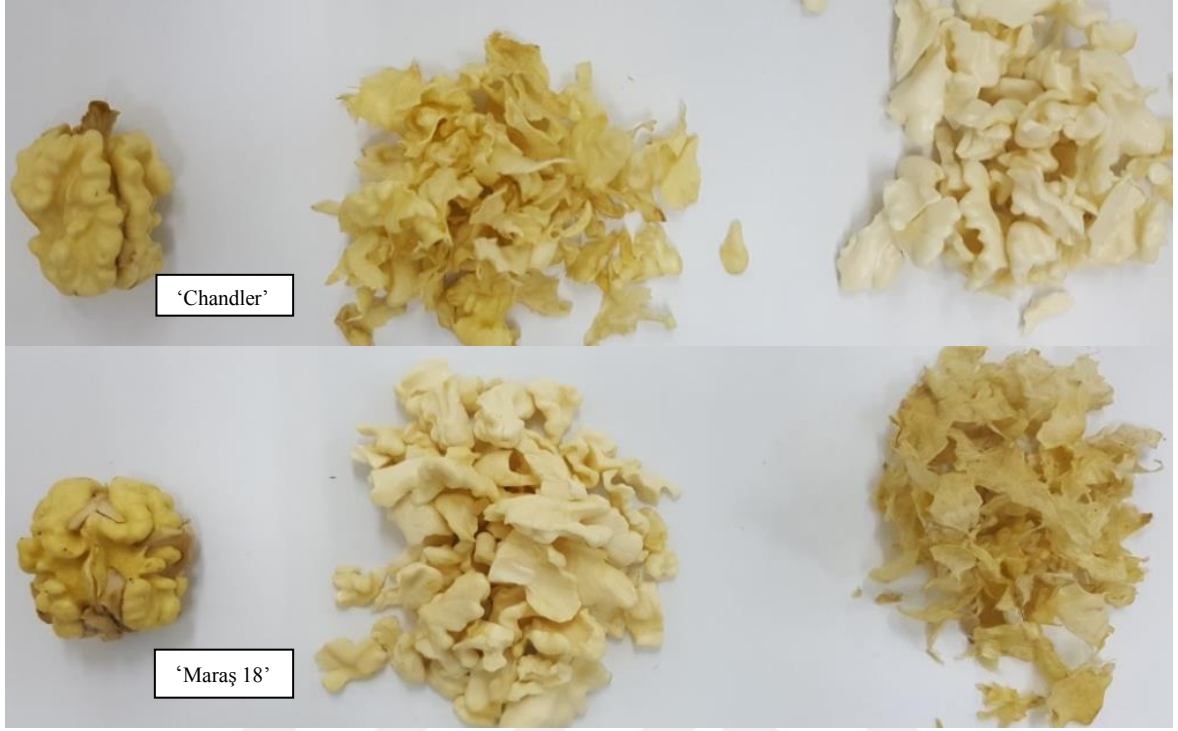
Şekil 3.2 Ceviz çeşitlerine ait iç dolum dönemi



Şekil 3.3 Depolamak için hazırlanmış ceviz numuneleri

Cevizin iç dolum, hasat yaş, hasat kuru dönemlerindeki bazı kimyasal bileşenlerinin değişim miktarları için gerekli analizler yapılmıştır. Ayrıca hasattan sonra depolanan cevizlerde ikişer ay aralıklar ile (2.ay, 4.ay, 6. ay) yapılan analizler tekrarlanmış ek olarak peroksit ve melatonin miktarları araştırılmıştır. Analizler için iç meyve, meyve zarı ve tüm

meyve olmak üzere üç farklı şekilde materyal kullanılmıştır. Meyve zarı, kurutulan cevizlerden sisleme yöntemi ile yumuşatıldıktan sonra soyularak çıkartılmıştır.



Şekil 3.4 Ceviz çeşitlerine ait tüm meyve, iç meyve ve meyve zarı



Şekil 3.5 Ceviz çeşitlerine ait hasat sonrası meyve zarı

3.2.1. Araştırmada kullanılan analizler

3.2.1.1. Toplam yağ (%)

Ceviz numunelerine ait toplam yağ içerikleri soxhlet cihazı kullanılarak AOAC metot no 948.22'e göre belirlenmiştir (AOAC, 2000). Öğütülen ceviz numunelerinden yaklaşık 5 gr tartılarak soxhlet kartuşlarına konulup üzerlerine 100 ml petrolyum ether eklenmiştir. Cam yağ beherlerinin daha önceden darası alınmıştır. Tartılan cam yağ beherleri içerisindeki ekstaryona tabi tutulan örneklerden solvent uzaklaştırıldıktan sonra cam beherlerle hassas terazi yardımı ile tekrar tartılmış ve ceviz numunelerine ait toplam yağ oranı yüzde olarak hesaplanmıştır. Elde edilen yağlar analizler için buzdolabında +4 ° C de muhafaza edilmiştir.

$$\text{Toplam yağ (\%)} = (\text{yağ (g)} / \text{örnek (g)}) * 100$$



Şekil 3.6 Toplam yağ analizi numune hazırlama ve soxhlet cihazı

3.2.1.2. Yağ asidi (%)

Ceviz numunelerinden soxholet yöntemi ile çıkarılan yağlar oda sıcaklığına gelene kadar bekletilerek yağ asidi analizleri için kullanılmıştır. Yağ asidi belirlemede Ichihara ve ark. (1996)'larının geliştirmiş olduğu metod modifiye edilerek yağ asidi metil esterleri için kullanılmıştır (AOAC, 1990). Yağ asidi analizi, alev iyonizasyonu ile donatılmış detektör içeren GC Agilent cihazında (Agilent, 7820A) asit silisit tuzu kolonu SGE (30 m 0,32 mm ID 0,25 lm BP20 0,25 UM, USA) kullanılarak yapılmıştır. Fırın sıcaklığı başlangıçta 5 dk. 140 °C derecede tutulmuş, sonrasında dakika başına 4 °C artırılarak 200 °C'ye ve ardından dakikada bir derece yükseltilerek 220 °C dereceye yükseltilmiştir. Başlangıç için 220 °C

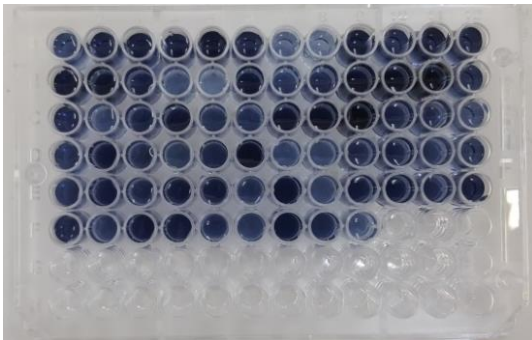
dereceye ayarlanan enjektör ve dedektör sıcaklıkları ise daha sonra 280 °C derece olarak ayarlanmıştır. Yağ asitlerinin tespitinde standart olarak yağ asidi metil esterleri karışımı içeren Sigma-Aldrich Chemicals 189-19 kullanılmıştır. Yağ asidi ölçümleri yüzde olarak verilmiştir ve metil esterleri karışımının detektöre gelme zamanlarına bağlı olarak tanımlanmıştır.

3.2.1.3. Tokoferol ($\mu\text{g.g}^{-1}$)

Ceviz numunelerinden daha önce soxhalet yöntemi ile çıkarılan yağ numuneleri oda sıcaklığına gelene kadar bekletilerek tokoferol analizleri için kullanılmıştır. Tokoferol analizi HPLC tekniği kullanılarak yapılmıştır (Floresan dedektörlü HPLC cihazı 1,200 mL.dk⁻¹ akış hızı 40 °C de 298 nm çıkış dalga boyu ve 30,00 nm yayılma dalga boyu). Analiz için yağ örneklerinden kapaklı test tüplerine 100 mL konulup ekstrasyon için Surai ve ark. (1996) ile Surai (2000)'nin geliştirmiş oldukları tokoferol metodundan yararlanılmıştır. Sonuçlar (α) alfa tokoferol, (β) beta tokoferol, (γ) gamma tokoferol ve (δ) delta tokoferol şeklinde tayin edilmiştir.

3.2.1.4. Toplam fenol (mg GAE.g⁻¹)

Analiz, Singleton ve Rossi (1965)' e ait Folin-Ciocalteu metodundan yararlanılarak geliştirilen gallik asit eşdeğeri (GAE) olan fenolik madde tayini şeklinde yapılmıştır. Analiz için 0,5 gr öğütülmüş ceviz örnekleri üzerine %80 methenol eklenerek vorteks yardımı ile karıştırılmıştır. Karışım 10 dk 5500 rpm de santifirüjlendikten sonra supernatanttan 50 μ L kapaklı test tüplerine analiz için konulmuştur. Tüplere sırası ile eklenip karıştırılan saf su, Folin-Ciocalteu ve %20 sodyum karbonattan sonra karışım karanlıkta 2 saat bekletilmiştir. Ardından ekstraksiyonlar spektrofotometrede 760 nm de şahide karşı okutulmuştur.



Şekil 3.7 Toplam fenol tayini için hazırlanmış ekstraksiyonlardan görünüm

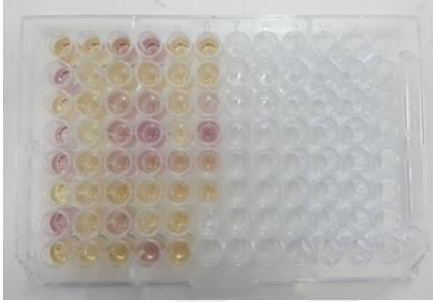
3.2.1.5. Toplam antioksidan (DPPH) (%)

Analiz için Re ve ark. (1999)'larının metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Daha önce toplam fenol analizi için hazırlanan öğütülmüş ceviz numunesi-metenol karışımından oluşan supernatanttan 50 µl kapaklı test tüplere konulmuştur. Karışım üzerine daha önceden hazırlanan DPPH stok çözeltisi eklenerek vorteks yardımı ile karıştırılmıştır. Yaklaşık yarım saat oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilen ekstraksiyonlar spektrofotometrede 515 nm de okutulmuştur ve aşağıdaki formüle göre antioksidan (DPPH) hesaplamaları yapılmıştır.

$$\text{DPPH (\%)} \text{ inhibisyon} = (\text{ak} - \text{aö} / \text{ak}) * 100$$

ak: Kontrole (örnek içermeyen) ait absorbens değeri

aö: Örneğe ait absorbens değeri



Şekil 3.8 Toplam antioksidan (DPPH) tayini için hazırlanmış ekstraksiyonlardan görünüm

3.2.1.6. Toplam protein (%)

Ceviz çeşitlerine ait örneklerde protein analizi için Kjeldahl yöntemi ile AOAC metot NO 950,48 dan yararlanılarak azot miktarı belirlenmiştir ve elde edilen verilerin 6,25 ile çarpılması ile protein oranı yüzde olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.1.7. Melatonin miktarı (ng.g⁻¹)

Ceviz numunelerine ait melatonin içeriğinin tayini için (örnek ekstraksiyonu ve HPLC'de analiz) Arnao ve Hernandez-Ruiz (2009)'de belirtilen direct-sample extraction (DSE) analiz yönteminden faydalanılmıştır. Ceviz örnekleri 1-0,1 g tartılarak tamamen karanlık bir ortamda üzerine 3 mL kloroform eklenerek homojenize edilmiştir ve ultrasonik banyoda 15 dk tutulmuştur. Karışımlar -4 °C derecede yaklaşık 15 saat karanlıkta çalkalandıktan sonra süpernatant alınmıştır ve geriye kalan posa 0.5 ml kloroform ile yıkanmıştır. Elde edilen tüm süpernatantlar tüplere aktarılmıştır ve solventleri uzaklaştırılmıştır. Elde edilen numuneler 0,5 asetonitrilde çözülmüştür ve 0,2 µm porlu filtreden geçirilmiştir. Floresan dedektörlü HPLC cihazında 0,2 mL/dk akış

hızında asetonitril mobil fazda 280 nm çıkış dalga boyunda ve 350 nm yayılma dalga boyunda okunmuştur. Tüm ekstrasyon, melatonin ışığa oldukça duyarlı olduğu için karanlık ortamda yapılmıştır.

3.2.1.8. Peroksit miktarı (meq O².kg⁻¹ yağ)

Bu çalışmada kullanılan ceviz çeşitlerinde peroksit değerinin (PV) belirlenmesi için IDF standart metod 74A:1991'den faydalanılmıştır. Ceviz numunelerinden daha önce soxhlet yöntemi ile çıkarılan yağ numuneleri kapaklı tüpler içerisinde 0,2-0,3 gr tartılarak üzerlerine 9,6 mL kloroform-metanol (70:30) eklenmiştir ve vorteks yardımı ile yağlar tamamen çözündürülmüştür. Ardından daha önceden hazırlanan amonyumtiyosiyanat çözeltisinden 50 µl ilave edilmiş ve 5 sn. vorteks yardımı ile karıştırılmıştır. Karışıma bekletilmeden 50 µl Fe (II) çözeltisi (100 mL saf su ve 2 mL 10 mol/l HCl içinde 0.35 g FeCl₃.4H₂O) eklenip karıştırıldıktan sonra 5 dk tamamen karanlık ortamda bekletilmiştir. Spektrofotometrede örnek içermeyen şahide karşı 500 nm'de absorbans değeri tayin edilmiş ve aşağıdaki peroksit formülüne göre hesaplama yapılmıştır.

$$PV \text{ (meq O}_2\text{.kg}^{-1} \text{ yağ)} = (A1-A2) \cdot m / 55,84 \cdot m_0$$

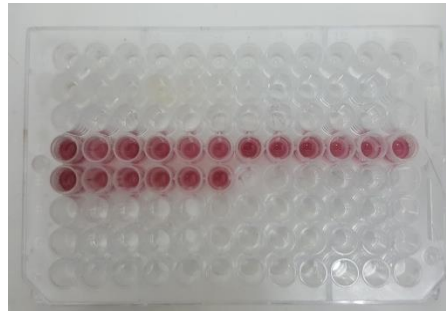
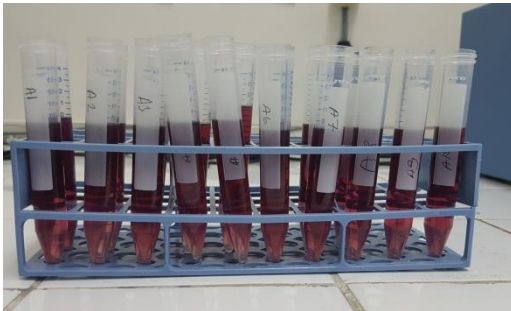
A1: Örneğe ait absorbans değeri

A2: Şahide ait absorbans değeri

m: Fe⁺³ standart kurvesine ait eğimin değeri

m₀: Yağ miktarı

55.84: Demirin atom ağırlığı



Şekil 3.9 Peroksit analizi için hazırlanmış ekstrasyon örnekleri

3.2.1.9. İstatistiksel analiz

Ölçümler sonucu elde edilen veriler faktöriyel düzende varyans analizi tekniği ile değerlendirilmiştir ve analizler SAS (Statistical Analyzes System Institute, Carry, North Carolina, ABD) paket programı kullanılarak duncan çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır ($P < 0.05$).



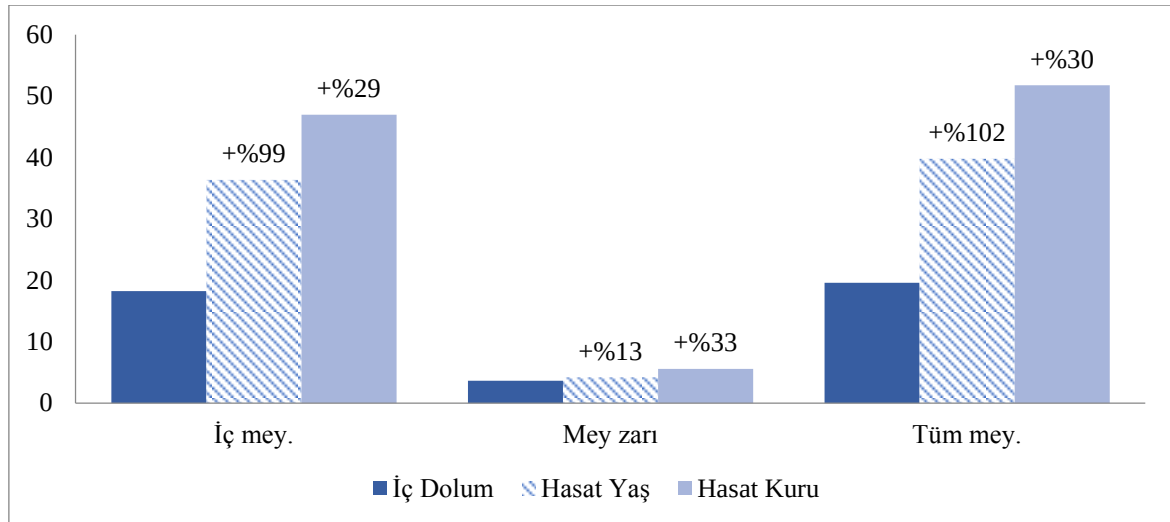
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma ‘Maraş 18’ ve ‘Chandler’ ceviz çeşitleri ile dört farklı dönemde 2 yıl üst üste tekrarlı olarak yapılmıştır. Ceviz çeşitlerine ait meyvelerde bazı kimyasal bileşenlerin değişim seviyelerinin belirlenmesi için, iç dolum, hasat olgunluğu (yaş), hasat sonrası (kuru) dönemler ile hasat sonrasında kabuklu, kabuksuz ve kabuksuz vakumlu olarak depolanan cevizlerin 2., 4., 6. ay muhafaza dönemlerinde metoda uygun olarak gerekli analizler yapılmıştır. Ayrıca kurutma sonrası ve depo süresince ceviz meyvelerindeki oksidasyon düzeyi (peroksit değeri) ve melatonin miktarları belirlenmiştir.

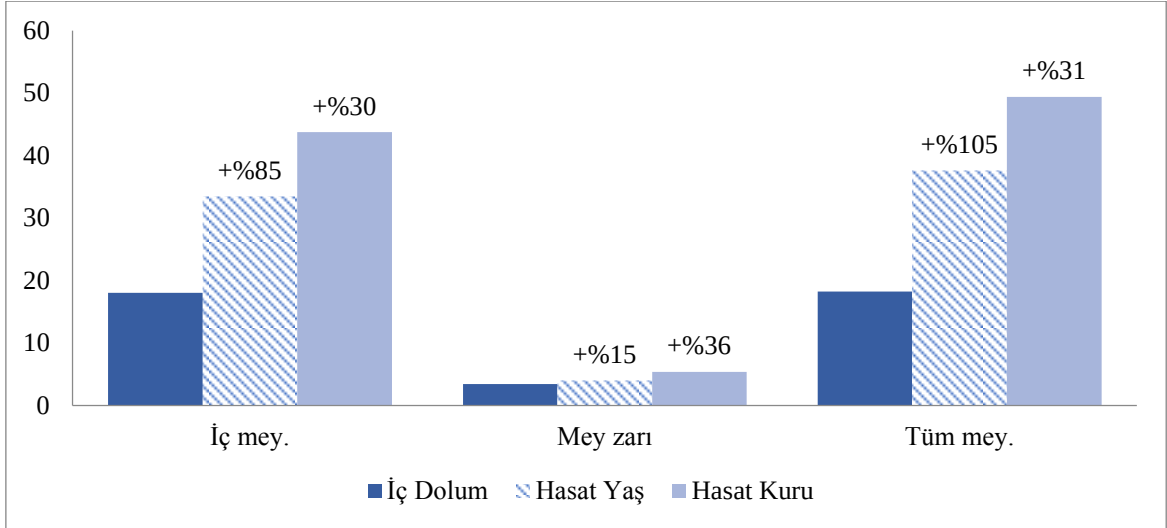
4.1. Ceviz Çeşitlerinin Toplam Yağ ve Yağ Asidi İçerikleri

‘Chandler’ ceviz çeşidi üzerinde iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerinde yapılan analizlerden elde edilen toplam yağ miktarlarındaki değişim oranları Şekil 4.1a ve Şekil 4.1b’de sunulmuştur.

‘Chandler’ çeşidinde, tüm meyvedeki toplam yağ miktarındaki değişim oranı, iç dolum döneminden hasat yaş döneme geçişte 2019 yılında %102, 2020 yılında ise %105 oranında yükseldiği belirlenmiştir. Hasat yaş döneminden hasat kuru döneme geçişte ise her 2 yılda sırası ile % 30-31 oranlarında yükselişin olduğu belirlenmiştir. ‘Chandler’ ceviz çeşidinde 2 yıl üst üste yapılan analizlerde dönemsel olarak artış oranlarının yıllara göre birbirine çok yakın olduğu belirlenmiştir.



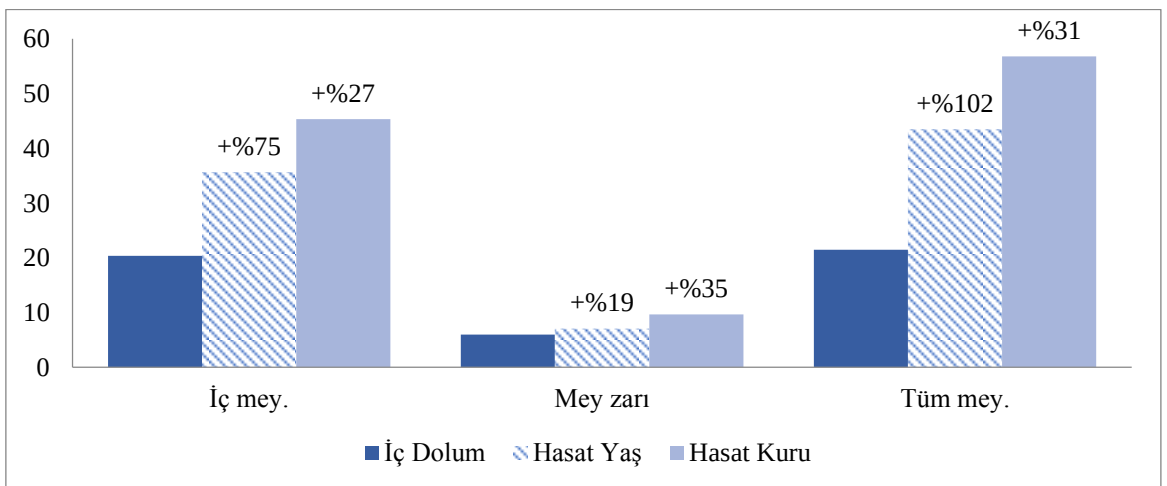
Şekil 4.1a ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait toplam yağ oranları (%)



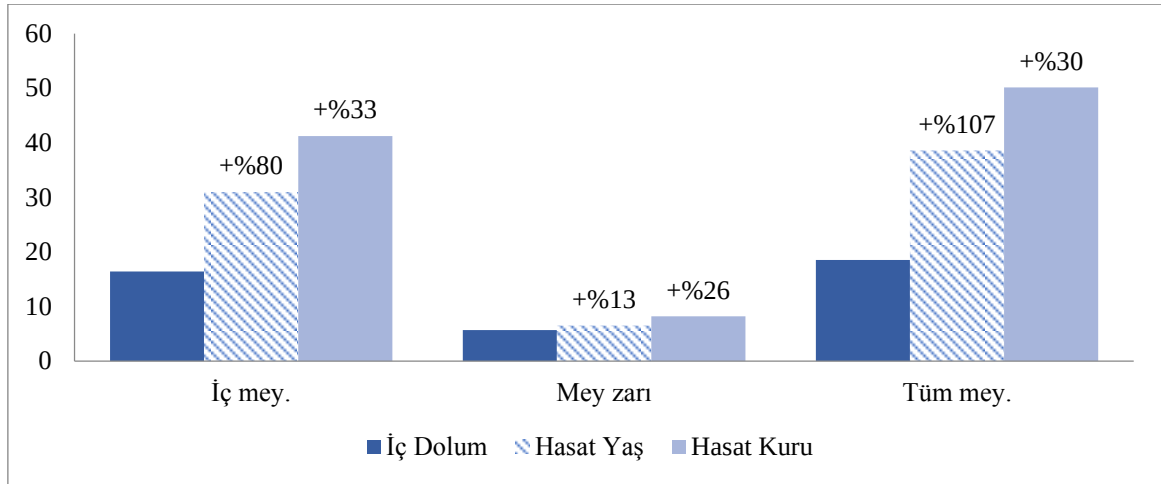
Şekil 4.1b ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait toplam yağ oranları (%)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidi üzerinde iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerinde yapılan analizlerden elde edilen toplam yağ miktarlarındaki değişim oranları Şekil 4.2a ve Şekil 4.2b de sunulmuştur.

‘Maraş 18’ çeşidinde, tüm meyvedeki toplam yağ miktarındaki değişim oranları yıllara göre iç dolum döneminden hasat yaş döneme geçişte %102-%107 oranlarında yükseldiği tespit edilmiştir. Hasat yaş döneminden hasat kuru döneme geçişte ise % 31-30 oranlarında yükseliş olduğu belirlenmiştir. ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde 2 yıl üst üste yapılan analizlerde dönemsel olarak artış oranlarının yıllara göre birbirine çok yakın olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.2a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait toplam yağ oranları (%)



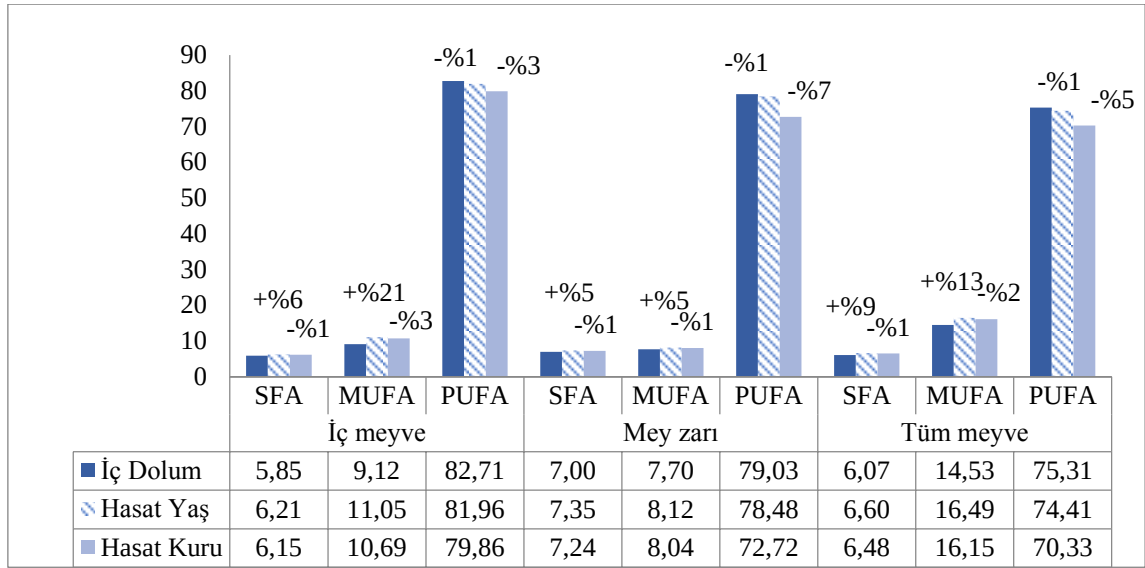
Şekil 4.2b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait toplam yağ oranları (%)

‘Chandler’ ceviz çeşidinin iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerine ait yağ asidi miktarları Çizelge 4.1 de sunulmuştur. Araştırmada palmitik, stearik ve linolenik yağ asidlerinin meyve zarında iç meyveye oranla nispeten daha fazla miktarda bulunduğu buna karşın oleik ve linoleik yağ asidlerinin iç meyvede daha fazla olduğu belirlenmiştir. Dönemler arasında yağ asidi miktarındaki değişimler incelendiğinde tüm meyvelerde iç dolum döneminden sonraki hasat yaş döneminde SFA ve MUFA yağ asitlerinde artış gözlemlenirken PUFA yağ asidlerinde (linoleik, linolenik) her iki yılda da %1 oranında düşüş gözlemlenmiştir. Hasat yaş döneminden sonraki hasat kuru döneminde bütün yağ asidlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Dönemler arasındaki yağ asidi miktarındaki değişimler incelendiğinde tüm meyvede hasat kuru dönemindeki azalışlarda SFA'nın her iki yılda da (%1) kayda değer bir düşüş sergilemediği anlaşılmıştır (Şekil 4.3a ve Şekil 4.3b) Kurutma sonrasında yağ asidlerinde en fazla azalış tüm meyvede yıllara göre %5 oranında PUFA da görülürken %2 azalış ile MUFA yağ asidleri takip etmiştir (Şekil 4.3a ve Şekil 4.3b).

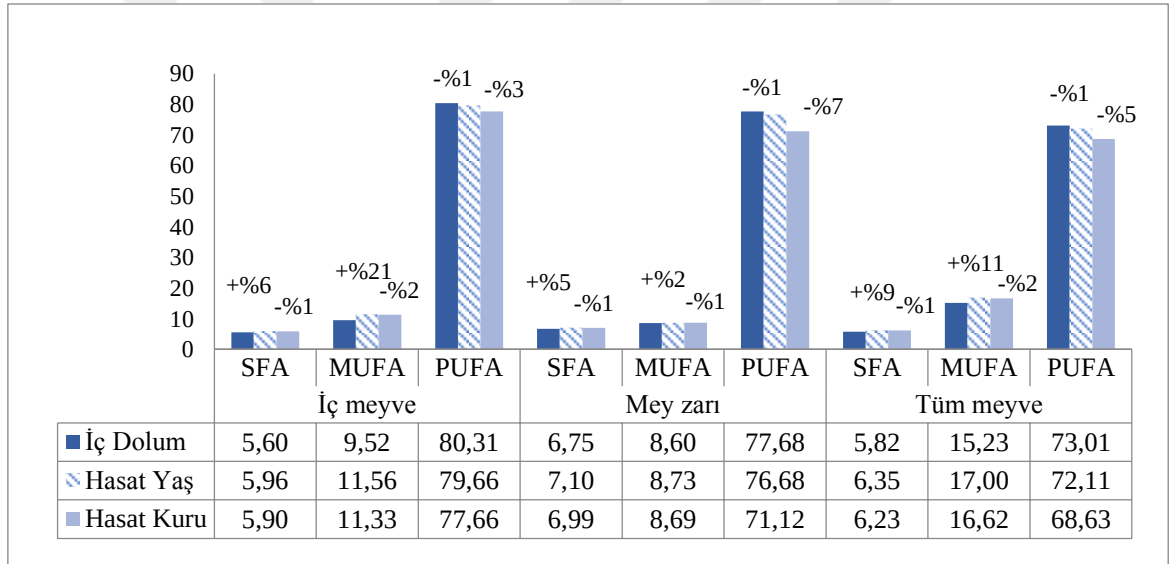
Çizelge 4.1 ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme dönemlerine ait yağ asidi miktarları (%)

1. Yıl (2019)										
		palmitic	stearik	SFA	palmitoleik	oleic	MUFA	linoleic	linolenic	PUFA
İç D.	Meyve içi	4,29±0,02	1,56±0,02	5,85±0,02	0,00	9,12±0,06	9,12±0,06	66,34±0,08	16,37±0,05	82,71±0,05
	Meyve zarı	4,64±0,11	2,36±0,24	7,00±0,17	0,00	7,70±0,23	7,70±0,23	45,14±0,28	33,89±0,27	79,03±0,25
	Tüm meyve	4,05±0,03	2,02±0,06	6,07±0,04	0,00	14,53±0,02	14,53±0,02	59,59±0,07	15,72±0,06	75,31±0,06
HY	Meyve içi	4,56±0,09	1,65±0,05	6,21±0,05	0,01±0,01	11,04±0,01	11,05±0,01	66,05±0,04	15,91±0,04	81,96±0,04
	Meyve zarı	4,94±0,25	2,41±0,13	7,35±0,18	0,03±0,01	8,09±0,12	8,12±0,06	45,05±0,11	33,43±0,12	78,48±0,11
	Tüm meyve	4,48±0,03	2,12±0,03	6,60±0,03	0,02±0,01	16,47±0,08	16,49±0,04	58,93±0,09	15,48±0,07	74,41±0,08
HK	Meyve içi	4,53±0,01	1,62±0,06	6,15±0,04	0,01±0,01	10,68±0,06	10,69±0,03	64,73±0,05	15,13±0,03	79,86±0,04
	Meyve zarı	4,88±0,31	2,36±0,21	7,24±0,23	0,04±0,02	8,00±0,27	8,04±0,016	41,26±0,28	31,46±0,28	72,72±0,28
	Tüm meyve	4,43±0,02	2,05±0,08	6,48±0,06	0,03±0,01	16,12±0,07	16,15±0,04	55,99±0,02	14,34±0,07	70,33±0,05
2. Yıl (2020)										
		palmitic	stearik	SFA	palmitoleik	oleic	MUFA	linoleic	linolenic	PUFA
İç D.	Meyve içi	4,34±0,03	1,26±0,03	5,60±0,03	0,00	9,52±0,04	9,52±0,04	65,74±0,03	14,57±0,06	80,31±0,05
	Meyve zarı	4,69±0,18	2,06±0,19	6,75±0,12	0,00	8,60±0,12	8,60±0,12	44,64±0,11	33,39±0,12	78,03±0,11
	Tüm meyve	4,10±0,07	1,72±0,05	5,82±0,03	0,00	15,23±0,07	15,23±0,07	58,19±0,06	14,82±0,08	73,01±0,07
HY	Meyve içi	4,61±0,04	1,35±0,05	5,96±0,04	0,02±0,01	11,54±0,06	11,56±0,04	65,45±0,06	14,21±0,06	79,66±0,06
	Meyve zarı	4,99±0,13	2,11±0,23	7,10±0,17	0,04±0,22	8,69±0,26	8,73±0,21	44,55±0,11	32,13±0,28	76,68±0,17
	Tüm meyve	4,53±0,06	1,82±0,05	6,35±0,05	0,03±0,01	16,97±0,09	17,00±0,05	58,13±0,09	13,98±0,05	72,11±0,07
HK	Meyve içi	4,58±0,09	1,32±0,18	5,90±0,11	0,03±0,02	11,3±0,07	11,33±0,05	64,23±0,06	13,43±0,04	77,66±0,05
	Meyve zarı	4,93±0,05	2,06±0,06	6,99±0,04	0,04±0,22	8,65±0,11	8,69±0,21	41,56±0,12	29,56±0,11	71,12±0,11
	Tüm meyve	4,48±0,03	1,75±0,03	6,23±0,03	0,02±0,01	16,6±0,07	16,62±0,05	56,09±0,06	12,54±0,9	68,63±0,07

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu



Şekil 4.3a ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait yağ asidi oranları (%)



Şekil 4.3b ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait yağ asidi oranları (%)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerine ait yağ asidi miktarları Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Araştırmada palmitik, stearik ve linolenik yağ asidlerinin meyve zarında iç meyveye oranla nispeten daha fazla miktarda bulunduğu buna karşın oleik ve linoleik yağ asidlerinin iç meyvede daha fazla olduğu görülmüştür. Dönemler arasındaki yağ asidi miktarındaki değişimler incelendiğinde tüm meyvelerde iç dolum döneminden sonraki hasat yaş döneminde SFA ve MUFA da artış gözlemlenirken PUFA da (linoleik, linolenik) her iki yılda da %2 oranında düşüş beirlenmiştir. Hasat yaş döneminden sonraki hasat kuru döneminde bütün yağ asidlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Tüm meyveler de kurutma sonrası en fazla yağ asidi azalışı %6

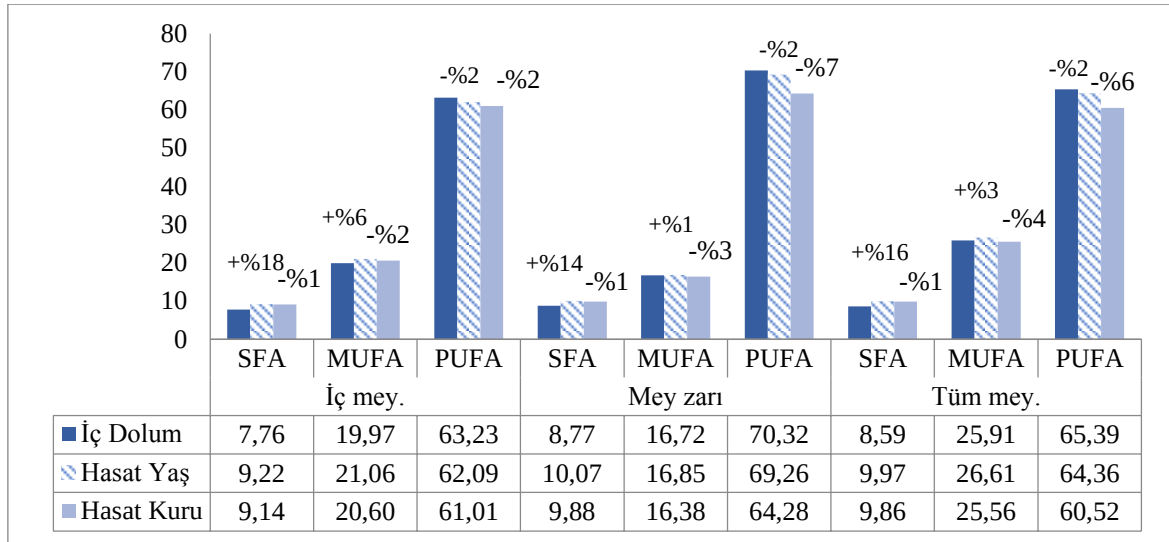
oranında düşüş ile PUFA da görülmüştür ve MUFA % 4-3 oranında azalışlar ile takip etmiştir. SFA nın her iki yılda da (%1) kayda değer bir düşüş sergilemediği anlaşılmıştır (Şekil 3.4a ve Şekil 4.4b)



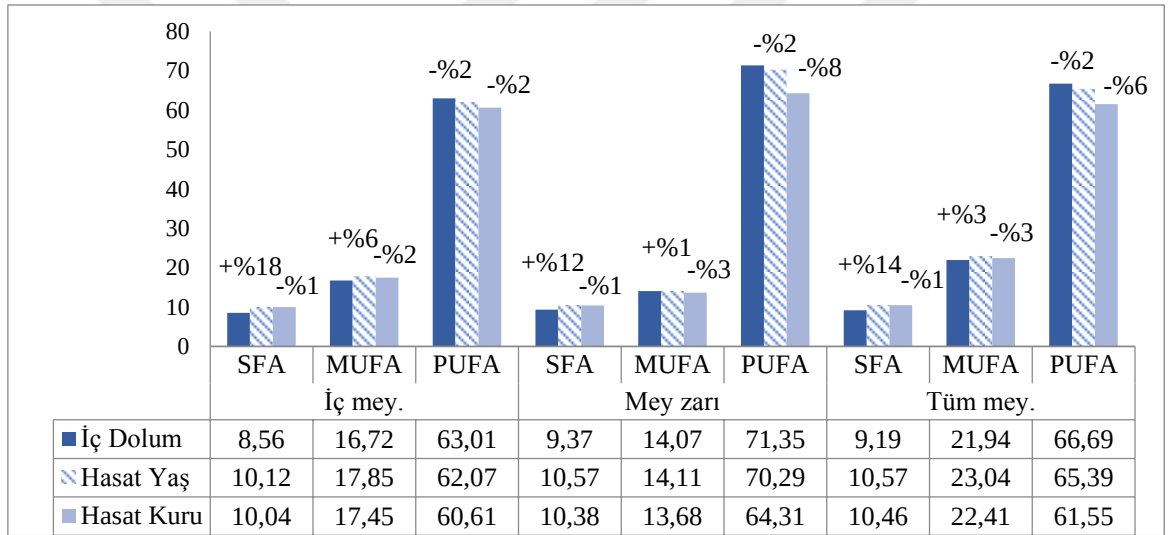
Çizelge 4.2 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme dönemlerine ait yağ asidi miktarları (%)

1. Yıl (2019)										
		palmitic	stearik	SFA	palmitoleik	oleic	MUFA	linoleic	linolenic	PUFA
İç D.	Meyve içi	5,00±0,02	2,76±0,02	7,76±0,02	0,00	19,97±0,05	19,97±0,05	52,72±0,05	10,51±0,04	63,23±0,04
	Meyve zarı	6,01±0,09	2,76±0,09	8,77±0,09	0,00	16,72±0,12	16,72±0,12	47,16±0,15	23,16±0,11	70,32±0,14
	Tüm meyve	6,01±0,03	2,58±0,04	8,59±0,03	0,00	25,91±0,07	25,91±0,07	54,62±0,06	10,77±0,06	65,39±0,06
HY	Meyve içi	6,08±0,03	3,13±0,03	9,22±0,03	0,04±0,03	21,02±0,06	21,06±0,04	52,43±0,09	9,66±0,05	62,09±0,07
	Meyve zarı	6,85±0,12	3,22±0,11	10,07±0,11	0,02±0,02	16,83±0,28	16,85±0,16	47,00±0,09	22,26±0,09	69,26±0,09
	Tüm meyve	6,61±0,07	3,36±0,06	9,97±0,06	0,03±0,03	26,58±0,09	26,61±0,05	54,10±0,05	9,26±0,03	63,36±0,04
HK	Meyve içi	6,06±0,05	3,08±0,07	9,14±0,06	0,02±0,02	20,58±0,05	20,60±0,03	51,49±0,04	9,52±0,04	61,01±0,04
	Meyve zarı	6,75±0,17	3,13±0,11	9,88±0,15	0,01±0,01	16,37±0,18	16,38±0,09	43,96±0,11	20,32±0,18	64,28±0,15
	Tüm meyve	6,60±0,06	3,27±0,06	9,86±0,06	0,02±0,01	25,54±0,07	25,56±0,04	51,49±0,05	9,02±0,04	60,52±0,04
2. Yıl (2020)										
		palmitic	stearik	SFA	palmitoleik	oleic	MUFA	linoleic	linolenic	PUFA
İç D.	Meyve içi	5,70±0,04	2,86±0,06	8,56±0,05	0,00	16,72±0,05	16,72±0,05	52,63±0,09	10,38±0,05	63,01±0,07
	Meyve zarı	6,31±0,11	3,06±0,12	9,37±0,11	0,00	14,07±0,16	14,07±0,16	47,42±0,11	23,93±0,11	71,35±0,11
	Tüm meyve	6,41±0,06	2,78±0,04	9,19±0,05	0,00	21,94±0,04	21,94±0,04	55,75±0,05	10,94±0,09	66,69±0,07
HY	Meyve içi	6,78±0,09	3,33±0,06	10,12±0,07	0,02±0,02	17,85±0,09	17,85±0,05	52,54±0,04	9,53±0,05	62,07±0,04
	Meyve zarı	7,15±0,09	3,42±0,1	10,57±0,05	0,03±0,09	14,11±0,09	14,11±0,09	47,16±0,18	23,13±0,17	70,29±0,17
	Tüm meyve	7,01±0,05	3,56±0,06	10,57±0,05	0,02±0,01	23,04±0,09	23,04±0,05	53,26±0,07	12,13±0,07	65,39±0,07
HK	Meyve içi	6,76±0,07	3,28±0,07	10,04±0,07	0,02±0,02	17,45±0,09	17,45±0,07	51,62±0,05	8,99±0,06	60,61±0,05
	Meyve zarı	7,05±0,18	3,33±0,09	10,38±0,13	0,03±0,09	13,68±0,09	13,68±0,09	44,12±0,11	20,19±0,09	64,31±0,10
	Tüm meyve	7,00±0,09	3,47±0,08	10,46±0,08	0,02±0,02	22,39±0,06	22,41±0,04	51,65±0,07	9,89±0,06	61,55±0,06

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu



Şekil 4.4a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait yağ asidi oranları (%)



Şekil 4.4b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait yağ asidi oranları (%)

Araştırmada her iki ceviz çeşidine ait meyvelerde, iç dolum döneminden hasat yaşı dönemine geçişte ortalama %100 oranında toplam yağ artışı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle cevizin en önemli bileşeni olan toplam yağ miktarı açısından dolayısıyla yağ asidi içeriği için bu dönem çok önemlidir.

Bu çalışmada da kullanılan ‘Chandler’ ve ‘Maraş 18’ ceviz çeşitlerine ait toplam yağ miktarları ve yağ asidi miktarları hem yıllar arasında nispeten hemde çeşitler arasında farklılık göstermektedir. Her iki çeşitte de toplam yağ ve yağ asidi miktarlarında 2. yıl analizlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Bu düşüşün gübreleme ve özellikle sulama kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Çünkü ceviz meyvesinde yetiştirilen yer gübreleme ve sulama durumuna bağlı olarak toplam yağ miktarı ve yağ asidi profili değişebilir (Greve ve ark,

1992; Beyhan, 1995; Zwartz ve ark., 1999) Ayrıca Yetiştirme koşulları benzer olan ceviz çeşitlerinde toplam yağ ve yağ asidi değerlerindeki farklılıklar ceviz çeşidine özgüdür (Ozkan ve Koyuncu, 2005).

Ceviz çeşitleri tüm meyve olarak incelendiğinde her iki yılda da hasat yağ döneminde toplam yağ miktarı ‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait meyvelerde (% 43,50-38,58) ‘Chandler’a (% 39,76-37,57) oranla daha fazla bulunmuştur. Dönemler arasındaki toplam yağ miktarındaki değişimler incelendiğinde kurutma sonrası her iki çeşit içinde yaklaşık %30 artış gözlemlenmiştir. Kurutma sonrası hasat kuru dönemde yıllara göre ‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait meyveler %56,76-%50,15 toplam yağ oranına ulaşırken bu durum ‘Chandler’ çeşidine ait meyvelerde %51,76-%49,39 olarak ölçülmüştür. Daha önce yapılan farklı çalışmalarda ‘Chandler’ ceviz çeşidi toplam yağ miktarı %47, %59, %64, %65,2, %58, %62, %64 olarak, ‘Maraş 18’ ceviz çeşidi toplam yağ miktarı %57,17 olarak bildirilmiştir ve bu değerler bizim çalışmamızla uyumluluk göstermektedir (Tapia ve ark., 2013; Beyhan ve ark. 2017; Okatan ve ark., 2021a; Okatan ve ark., 2021b; Yalçın ve ark., 2021).

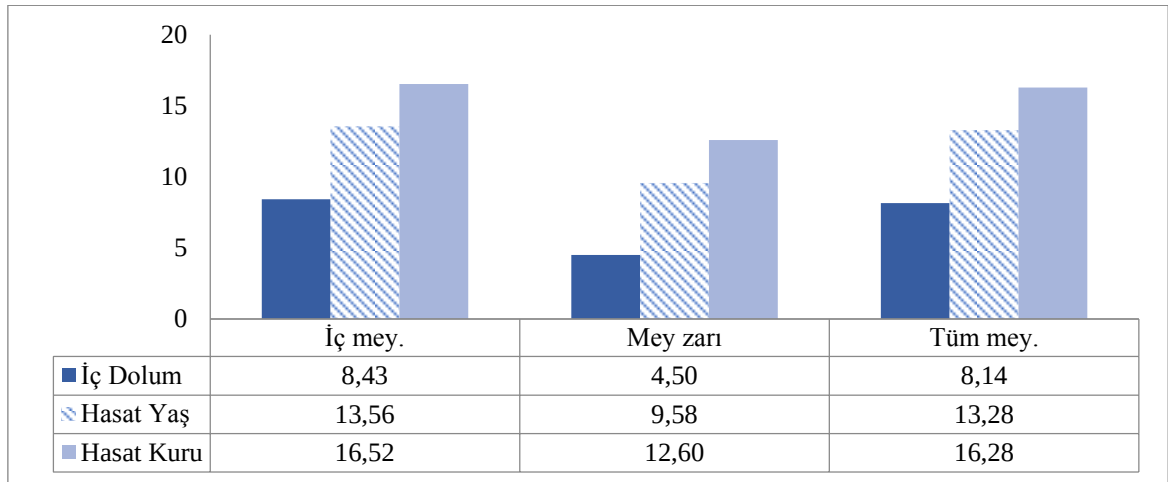
Araştırmada her iki çeşit için de palmitik, stearik ve linolenik yağ asidlerinin meyve zarında iç meyveye oranla nispeten daha fazla miktarda bulunduğu buna karşın oleik ve linoleik yağ asidlerinin iç meyvede daha fazla olduğu görülmüştür. Ceviz çeşitleri tüm meyve olarak incelendiğinde her iki yılda da hasat kuru dönemde PUFA yağ asidlerinin (linoleik, linolenik) ‘Chandler’ceviz çeşidine ait meyvelerde (% 70,33-68,63) ‘Maraş 18’e (% 60,52-61,55) oranla daha fazla bulunmuştur. Buna karşın her iki yılda da hasat kuru dönemde MUFA yağ asidlerinin (oleik) ‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait meyvelerde (%25,56-%22,41) ‘Chandler’a (% 16,15-16,62) oranla daha fazla bulunmuştur. Okatan ve ark. (2021a)’nın yaptıkları çalışmada ‘Chandler’çeşidine ait PUFA ve MUFA yağ asidi miktarları sırasıyla %74,17, %17,82 olarak, ‘Maraş 18’e ait yağ asidleri miktarları sırası ile %64,95 ve %27,39 olarak bildirmiştir ve bu değer bizim çalışmamızla uyumluluk göstermektedir.

Çeşitlere göre dönemler arasındaki yağ asidi miktarındaki değişimler incelendiğinde tüm meyvelerde iç dolun döneminden sonraki hasat yağ döneminde SFA ve MUFA yağ asitlerinde artış gözlemlenirken olgunlaşma süresince PUFA yağ asidlerinde (linoleik, linolenik) düşüş gözlemlenmiştir. Matthäus ve ark. (2018) yaptığı çalışmada 10 günlük aralıklar ile hasat edilen ceviz genotiplerinde ilk hasattan itibaren 40. günün sonundaki hasada doğru ortalama PUFA yağ asidlerinde (%80,41-%76,35) düşüş gözlemlendiğini bildirmiştir.

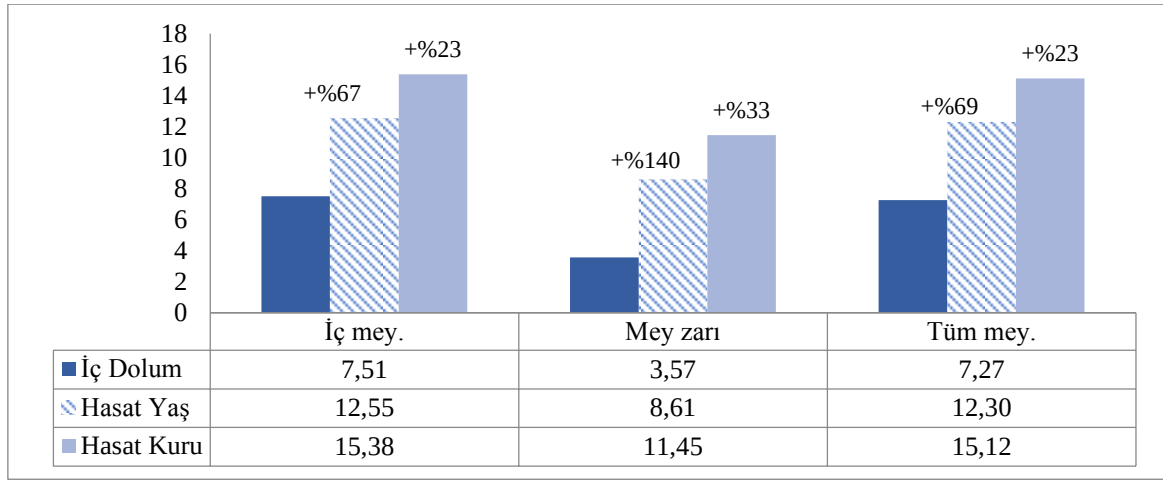
Tüm meyvelerde kurutma sonrası PUFA yağ asidi azalışı ‘Maraş 18’ için ortalama %6 iken ‘Chandler’ için bu oran %5 olarak kaydedilmiştir. Tüm meyvelerde kurutma sonrası MUFA yağ asidi azalışı ‘Maraş 18’ için ortalama % 4-3 iken ‘Chandler’ için bu oran %2 olarak kaydedilmiştir. Kurutma sonrası her iki çeşit içinde SFA miktarında kayda değer bir düşüşün olmadığı anlaşılmıştır. Bu çalışma her iki çeşit içinde PUFA yağ asidlerinin (linoleik, linolenik) diğer yağ asidlerine oranla daha fazla oksitlenme eğiliminde olduklarını göstermektedir. Ayrıca bu araştırma için ‘Chandler’ ceviz çeşidinin ‘Maraş 18’ ceviz çeşidine oranla daha düşük yağ asidi kaybı gösterdiğini söyleyebiliriz.

4.2. Ceviz Çeşitlerinin Protein İçerikleri

‘Chandler’ ceviz çeşidine ait iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerine ait protein miktarları Şekil 4.5a ve Şekil 4.5b de sunulmuştur. Araştırmanın 1. yıl denemesinde iç dolum döneminde %8,14 olan tüm meyvedeki protein miktarı %63 artışla hasat yaş döneminde %13,28 e ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde %13,28 olan protein miktarı %23 oranında fark ile hasat kuru dönemde %16,28 e ulaşmıştır. Araştırmanın 2.yıl denemesinde iç dolum döneminde %7,27 olan tüm meyvedeki protein miktarı %69 artış ile hasat yaş döneminde %12,30 a ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde %12,30 olan protein miktarı ise %23 oranında fark ile hasat kuru dönemde %15,12 ye ulaşmıştır. Her ne kadar yıllar arasında ceviz protein miktarı açısından farklılık olduğu gözlemlensede her iki yılda da benzer oranlarda protein değişimi kaydedilmiştir.

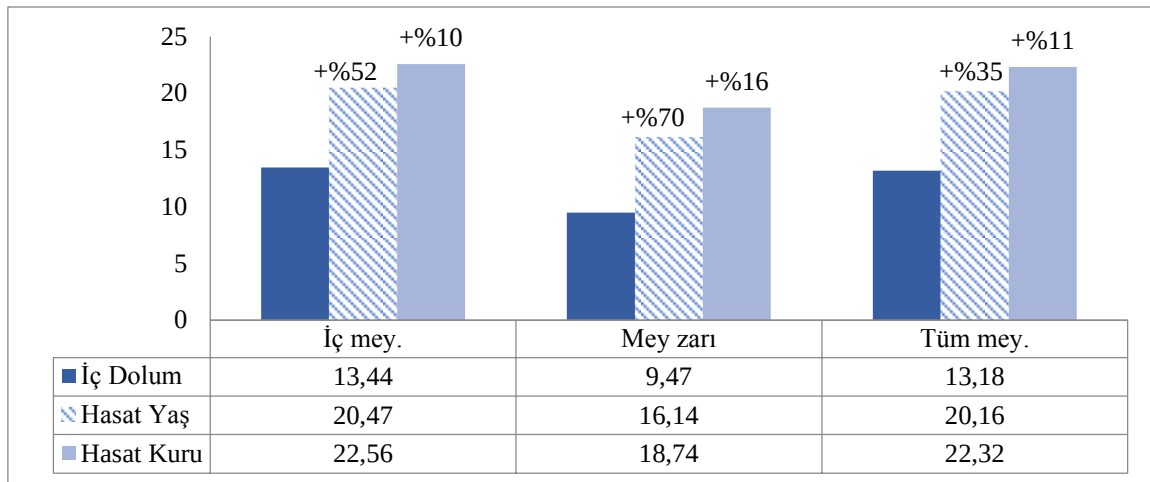


Şekil 4.5a ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait protein oranları (%)

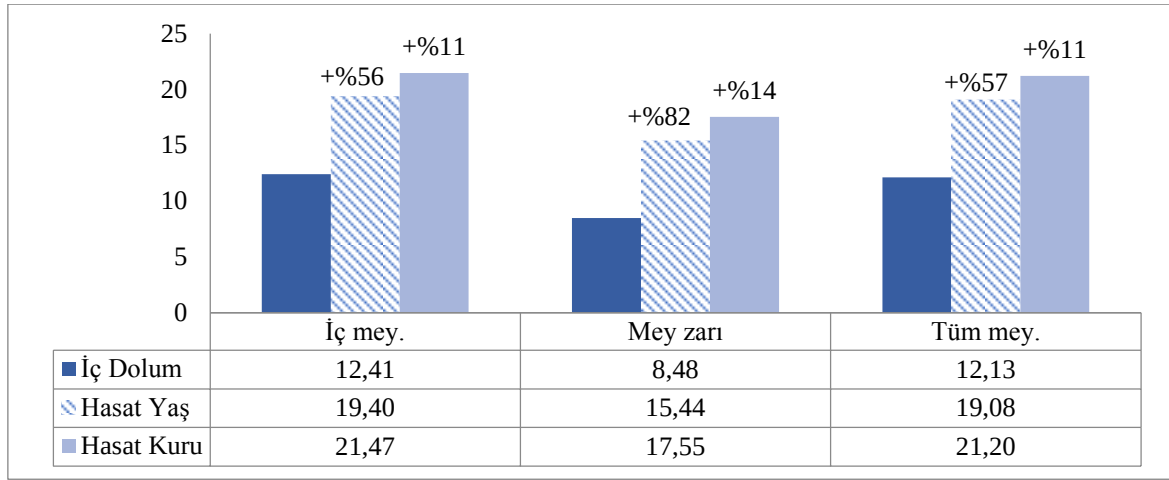


Şekil 4.5b ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait protein oranları (%)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerine ait protein miktarları Şekil 4.6a ve Şekil 4.6b de sunulmuştur. Araştırmanın 1.yıl denemesinde iç dolum döneminde %13,18 olan tüm meyvedeki protein miktarı %35 artış ile hasat yaş döneminde %20,16 ya ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde %20,16 olan protein miktarı %11 oranında fark ile hasat kuru dönemde %22,32’e ulaşmıştır. Araştırmanın 2.yıl denemesinde iç dolum döneminde %12,13 olan tüm meyvedeki protein miktarı %57 artışla hasat yaş döneminde %19,08 e ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde %19,08 olan protein miktarı ise %11 fark ile hasat kuru dönemde %21,20’ye ulaşmıştır. Her ne kadar yıllar arasında ceviz protein miktarı açısından farklılık olduğu gözlemlensede her iki yılda da hemen hemen aynı oranlarda protein değişimi kaydedilmiştir.



Şekil 4.6a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait protein oranları (%)



Şekil 4.6b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait protein oranları (%)

Araştırmada hem iç meyvede hemde meyve zarında ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin ‘Chandler’ceviz çeşidinden nispeten daha fazla protein içerdiği görülmüştür. Ayrıca her iki ceviz çeşitinde de iç meyvenin meyve zarından daha fazla protein içerdiği görülmüştür.

Hasat kuru dönemde yıllara göre sırası ile %16,52 ve %15,38 iç meyveyede protein içeren ‘Chandler’ın meyve zarında %12,60 ve %11,45 protein içerdiği görülmüştür. ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde ise bu durum %22,56 ile %21,47 iç meyveki protein ve %18,74 ile %17,55 meyve zarındaki protein olarak tespit edilmiştir. Anusha ve ark, (2008)’larının yaptığı bir çalışmada ceviz genotiplerine (*Juglans regia*) ait protein oranlarını iç meyvede %14,13, meyve zarında %10,45 ve tüm meyvede %14,4 olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmada ki protein oranları farklılık gösterebilir iç meyvenin meyve zarından daha fazla protein içerdiğinin bizim çalışmamızla benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. ‘Chandler’ tüm meyve protein miktarı hasat yaş ve hasat kuru olarak %13,28-%16,28 ve %12,30 - %15,12 değerlerini göstermiştir. ‘Maraş 18’ ise tüm meyve protein miktarı hasat yaş ve hasat kuru olarak %20,16-%22,32 ve %19,08-%21,20 değerlerini göstermiştir. Chatrabnous ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada taze ceviz genotiplerinde protein oranını %16 olarak kuru cevizde ise %19 olarak belirtmişlerdir. Kafkas ve ark. (2020) larının yaptığı başka bir çalışmada kurutulmuş ‘Chandler’ ceviz çeşidinin %14,03 protein içerdiğini Isabel ve ark. (2013) ları %15,4 protein içerdiğini, Tapia ve ark., (2013) ları %15,4 protein içerdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmaya göre ‘Maraş 18’ ceviz çeşitlerine ait meyvelerin ‘Chandler’ceviz çeşidine ait meyvelere oranla daha fazla protein içerdiğini söyleyebiliriz. Ceviz meyvesinde çeşit, yetiştirilen yer gübreleme ve sulama durumuna bağlı olarak kimyasal bileşenlerinde farklılık olabilmektedir. (Greve ve ark, 1992; Beyhan, 1995; Zwartz ve ark., 1999; Ozkan ve Koyuncu, 2005).

‘Chandler’ceviz çeşidine ait hasat sonrası muhafaza sürecindeki protein değişim miktarları Çizelge 4.3 de sunulmuştur. Analiz sonuçları incelendiğinde, üç farklı depolama yönteminin farklı muhafaza sürecindeki ceviz protein içeriklerinde önemli bir değişim etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır.

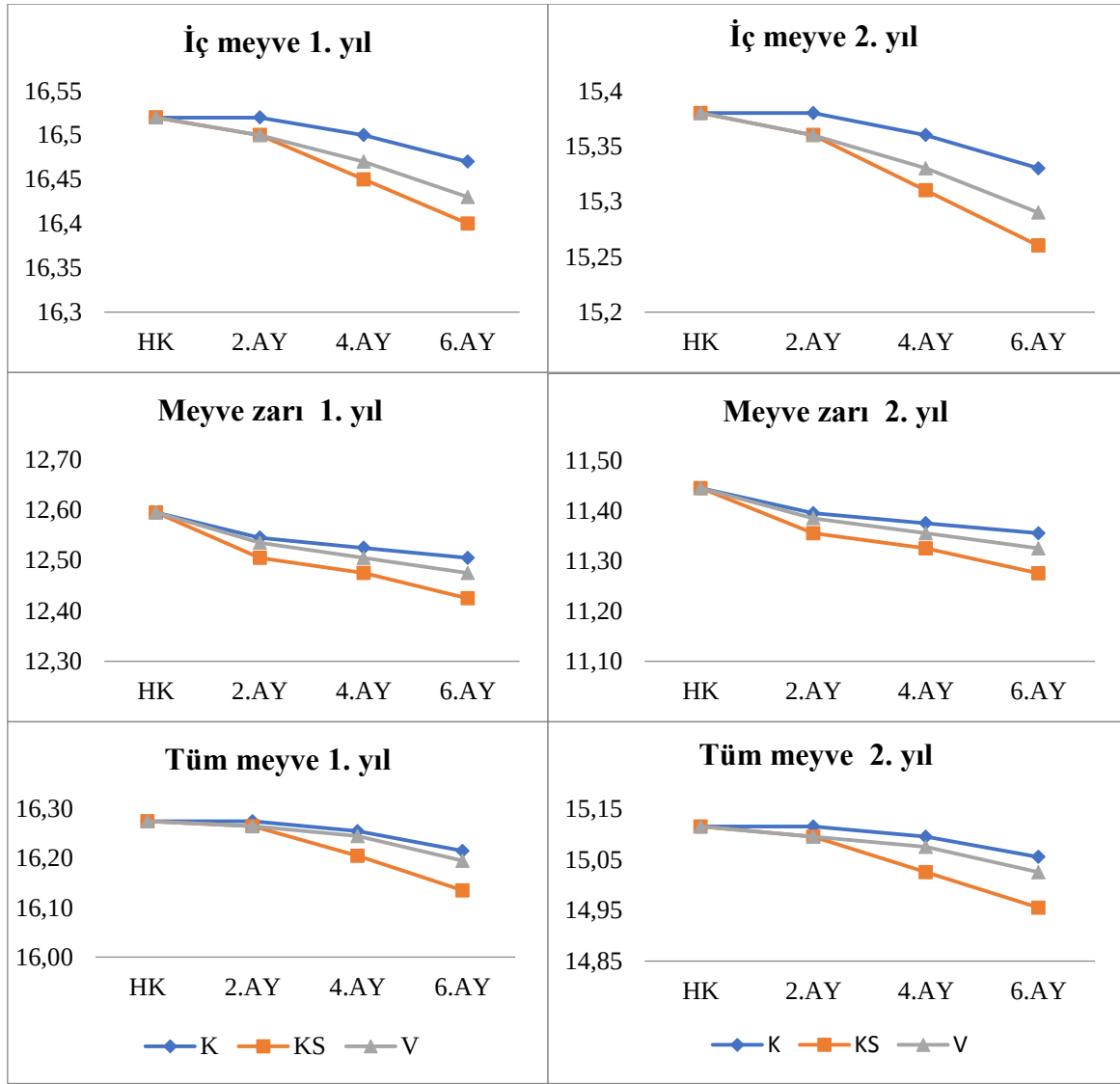
Muhafaza sürecinde kabuksuz depolanan cevizlerin her zaman diğer yöntemlere nispeten daha düşük protein içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Denemenin birinci yılında kabuklu depolanan cevizler 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %0,36 kayıpla %21,87 ye gerilemiştir. Bu durum kabuksuz depolanan cevizlerde %0,64 azalma oranı ile %21,81, vakum ile depolanan cevizlerde %0,41 azalma oranı ile %21,86 olarak görülmüştür. Denemenin ikinci yılında kabuklu depolanan cevizler 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %0,39 kayıpla %15,06 ya gerilemiştir. Bu durum kabuksuz depolanan cevizlerde %1 azalma oranı ile %14,96, vakum ile depolanan cevizlerde %0,59 azalma oranı ile %15,13 olarak görülmüştür. Bu gerileme denemenin her iki yılında da benzer azalma grafiği oluşturmuştur (Şekil 4.7).

Çizelge 4.3 ‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait protein miktarları (%)

1. Yıl (2019)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
Hasat Kuru		16,52±0,12	12,60±0,43	16,28±0,14
2. AY	K	16,52±0,08	12,55±0,44	16,28±0,11
	KS	16,50±0,09	12,51±0,36	16,27±0,09
	V	16,50±0,08	12,54±0,37	16,27±0,15
4. AY	K	16,50±0,09	12,53±0,36	16,26±0,17
	KS	16,45±0,12	12,48±0,45	16,21±0,21
	V	16,47±0,11	12,51±0,42	16,25±0,23
6. AY	K	16,47±0,08	12,51±0,43	16,22±0,26
	KS	16,40±0,06	12,43±0,43	16,14±0,16
	V	16,43±0,09	12,48±0,36	16,20±0,09
2. Yıl (2020)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
Hasat Kuru		15,38±0,15	11,45±0,41	15,12±0,09
2. AY	K	15,38±0,02	11,40±0,38	15,12±0,05
	KS	15,36±0,08	11,36±0,39	15,10±0,17
	V	15,36±0,09	11,39±0,34	15,10±0,19
4 AY	K	15,36±0,12	11,38±0,43	15,10±0,09
	KS	15,31±0,09	11,33±0,41	15,03±0,06
	V	15,33±0,08	11,36±0,33	15,08±0,11
6 AY	K	15,33±0,08	11,36±0,39	15,06±0,17
	KS	15,26±0,07	11,28±0,32	14,96±0,08
	V	15,29±0,06	11,33±0,32	15,03±0,09

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu (P>0.05)

‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ilişkin yapılan varyans analizi sonucunda tüm meyvedeki protein miktarlarının depolama yöntemleri arasındaki farkı aylara göre her iki yılda da istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmektedir.



Şekil 4.7 ‘Chandler’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait protein değişim oranları (%)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait hasat sonrası muhafaza sürecindeki protein değişim miktarları Çizelge 4.4 de sunulmuştur. Analiz sonuçları incelendiğinde, üç farklı depolama yönteminin farklı muhafaza sürecindeki ceviz protein içeriklerinde önemli bir değişim etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır.

Muhafaza sürecinde kabuksuz depolanan cevizlerin her zaman diğer yöntemlere nispeten daha düşük protein içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Denemenin birinci yılında kabuklu depolanan cevizler 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %0,25 kayıpla %24,04 gerilemiştir. Bu durum kabuksuz depolanan cevizlerde %0,79 azalma oranı ile %23,91, vakum ile depolanan cevizlerde %0,37 azalma oranı ile %24,01, olarak görülmüştür. Denemenin ikinci yılında kabuklu depolanan cevizler 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %0,47 kayıpla %21,10’a gerilemiştir. Bu durum kabuksuz

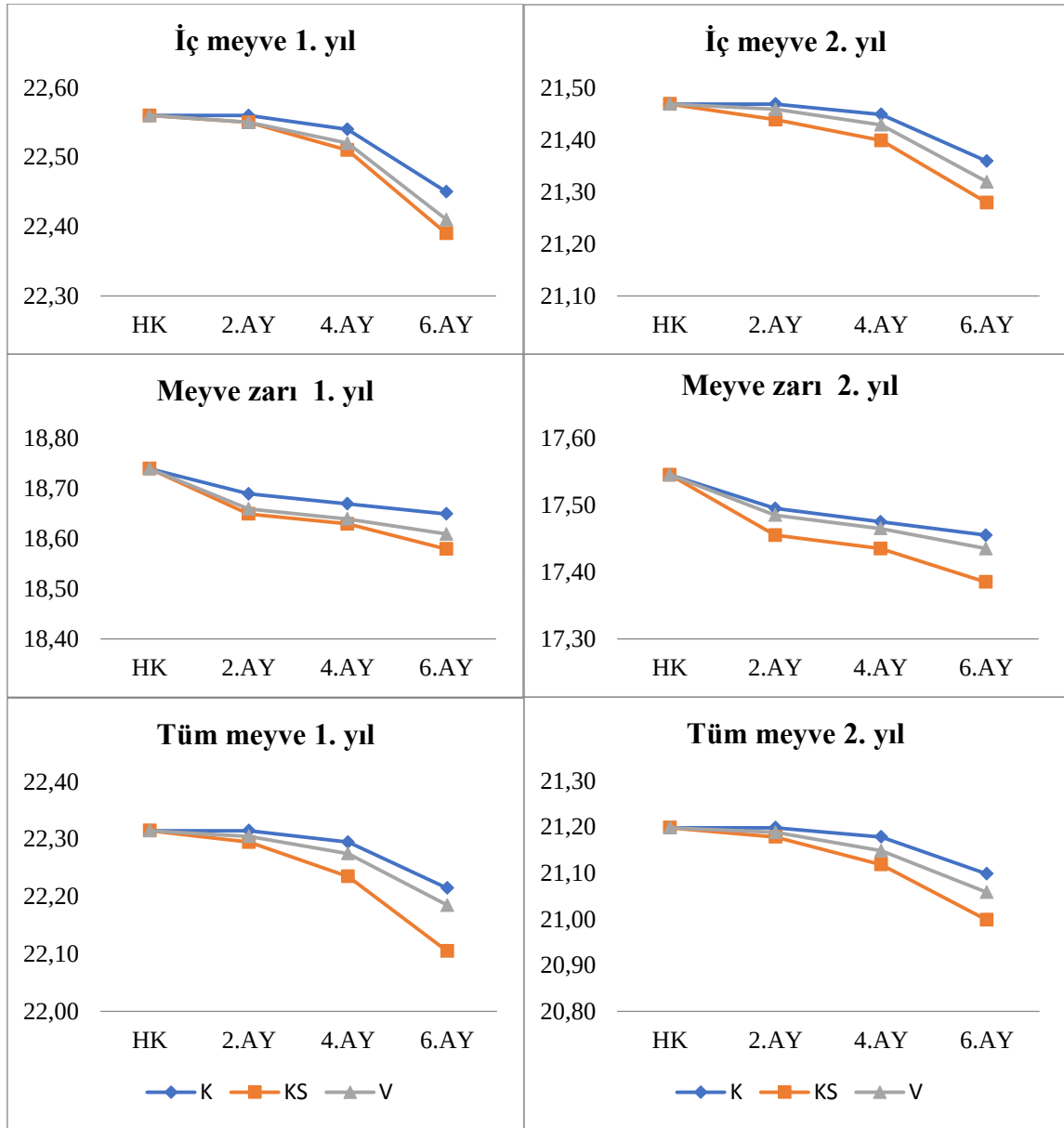
depolanan cevizlerde %94 azalma oranı ile %21,0, vakum ile depolanan cevizlerde %0,66 azalma oranı ile %21,06 olarak görülmüştür. Bu gerileme denemenin her iki yılında da benzer azalma grafiği oluşturmuştur (Şekil 4.8).

Çizelge 4.4 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait protein miktarları (%)

1. Yıl (2019)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
HK		22,56±0,11	18,74±0,32	22,32±0,08
2 AY	K	22,56±0,07	18,69±0,43	22,32±0,09
	KS	22,55±0,09	18,65±0,39	22,30±0,13
	V	22,55±0,12	18,66±0,32	22,31±0,18
4 AY	K	22,54±0,06	18,67±0,31	22,30±0,23
	KS	22,51±0,09	18,63±0,36	22,24±0,12
	V	22,52±0,04	18,64±0,32	22,28±0,12
6 AY	K	22,45±0,03	18,65±0,44	22,22±0,11
	KS	22,39±0,09	18,58±0,32	22,11±0,14
	V	22,41±0,07	18,61±0,36	22,19±0,07
2. Yıl (2020)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
HK		21,47±0,05	17,55±0,47	21,20±0,09
2 AY	K	21,47±0,09	17,50±0,31	21,20±0,07
	KS	21,44±0,12	17,46±0,41	21,18±0,16
	V	21,46±0,09	17,49±0,29	21,19±0,07
4 AY	K	21,45±0,08	17,48±0,36	21,18±0,09
	KS	21,40±0,09	17,44±0,36	21,12±0,17
	V	21,43±0,08	17,47±0,29	21,15±0,17
6 AY	K	21,36±0,12	17,46±0,47	21,10±0,09
	KS	21,28±0,11	17,39±0,28	21,00±0,16
	V	21,32±0,09	17,44±0,23	21,06±0,15

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu (P>0.05)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ilişkin yapılan varyans analizi sonucunda tüm meyvedeki protein miktarlarının depolama yöntemleri arasındaki farkı aylara göre her iki yılda da istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmektedir.

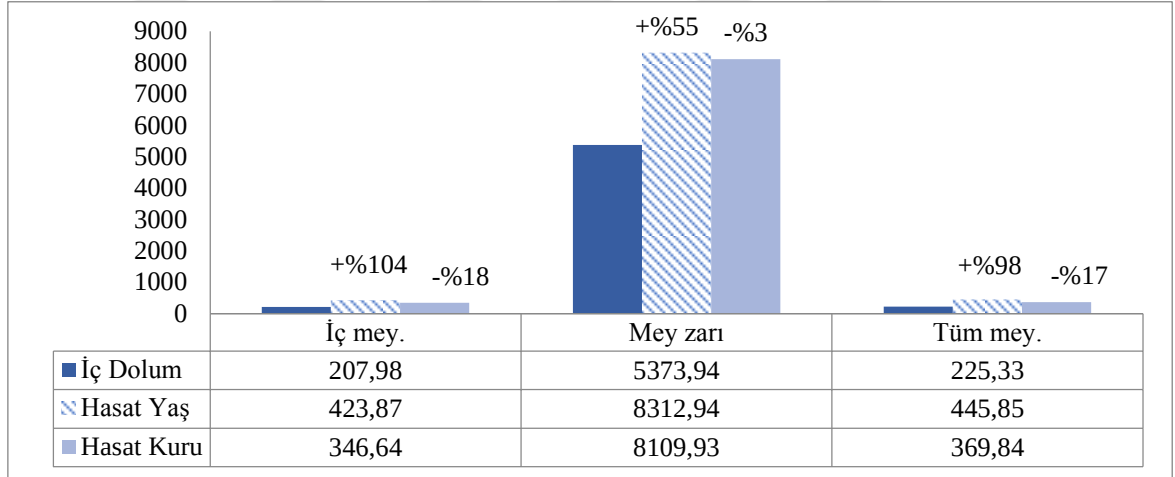


Şekil 4.8 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait protein değişim oranları (%)

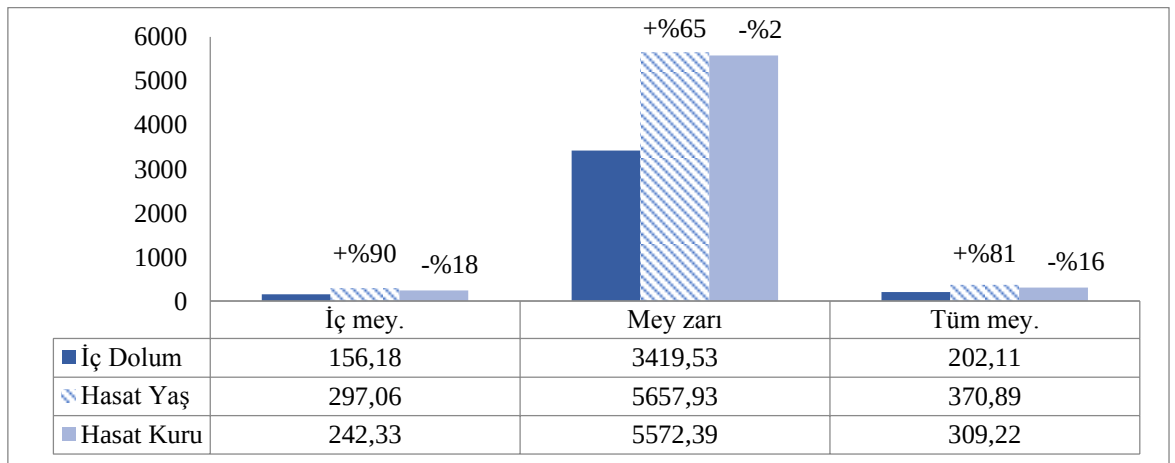
4.3 Ceviz Çeşitlerinin Tokoferol İçerikleri

Tokoferollerin en önemli işlevi, yağların özellikle çoklu doymamış yağ asitleri ile ilgili çeşitli mekanizmalara katılarak yağ asidlerinin bütünlüğünü korumaktır (Ledford ve ark., 2007). Tokoferoller, lipid oksidasyonunda etkili bir serbest radikal tuzağı oluşturur ve doğrudan serbest radikallerle reaksiyona girerek birincil antioksidanlar olarak hareket ederler (Huang ve ark., 1994). Ceviz meyvelerine ait yağlar zamanla ışık, sıcaklık, nem ve oksijenin etkisiyle okside olurlar. Bu olay sonucunda istenmeyen serbest radikaller ceviz kalitesini düşürücü tat ve koku meydana gelmesine neden olur. Ceviz yapısında bulunan doğal antioksidan olan bileşikler bu serbest radikalleri süpürücü görev üstlenmişlerdir.

‘Chandler’ ceviz çeşidine ait iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerine ait toplam tokoferol miktarları Şekil 4.9a ve Şekil 4.9b de sunulmuştur. Araştırmanın 1. yıl denemesinde iç dolum döneminde 225,33 $\mu\text{g.g}^{-1}$ olan tüm meyvedeki toplam tokoferol miktarı %98 oranında artış göstererek hasat yaş döneminde 445,85 $\mu\text{g.g}^{-1}$ a ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde 445,85 $\mu\text{g.g}^{-1}$ olan toplam tokoferol miktarı %17 düşüş ile hasat kuru dönemde 369,84 $\mu\text{g.g}^{-1}$ a gerilemiştir. Araştırmanın 2. yıl denemesinde iç dolum döneminde 202,11 $\mu\text{g.g}^{-1}$ olan tüm meyvedeki toplam tokoferol miktarı %81 oranında artış göstererek hasat yaş döneminde 370,89 $\mu\text{g.g}^{-1}$ a ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde 370,89 $\mu\text{g.g}^{-1}$ olan toplam tokoferol miktarı %16 düşüş ile hasat kuru dönemde 309,22 $\mu\text{g.g}^{-1}$ a gerilemiştir. Her ne kadar yıllar arasında ceviz toplam tokoferol miktarı açısından farklılık olduğu gözlemlensede her iki yılda da hemen hemen aynı oranlarda toplam tokoferol değişimi kaydedilmiştir.



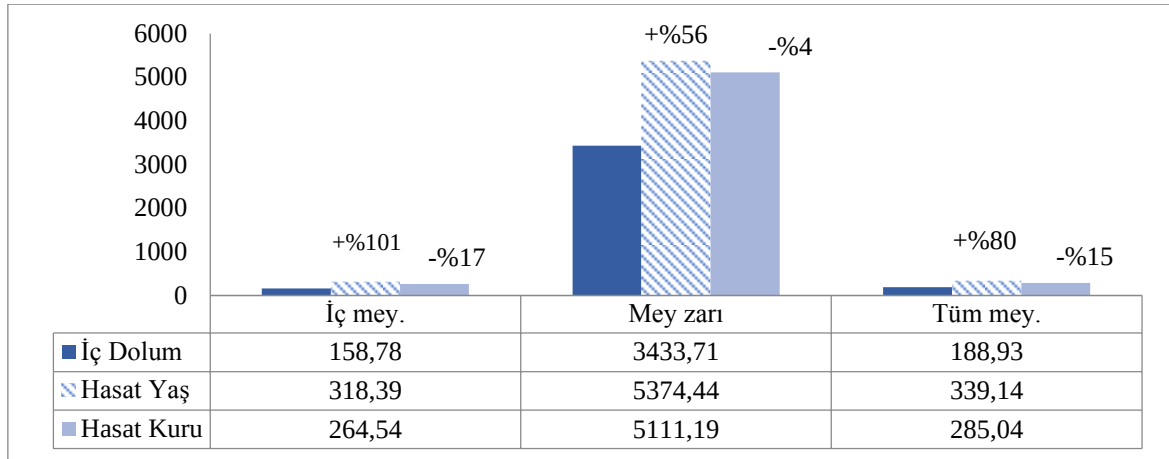
Şekil 4.9a ‘Chandler’ ceviz çeşidine meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait toplam tokoferol oranları ($\mu\text{g.g}^{-1}$)



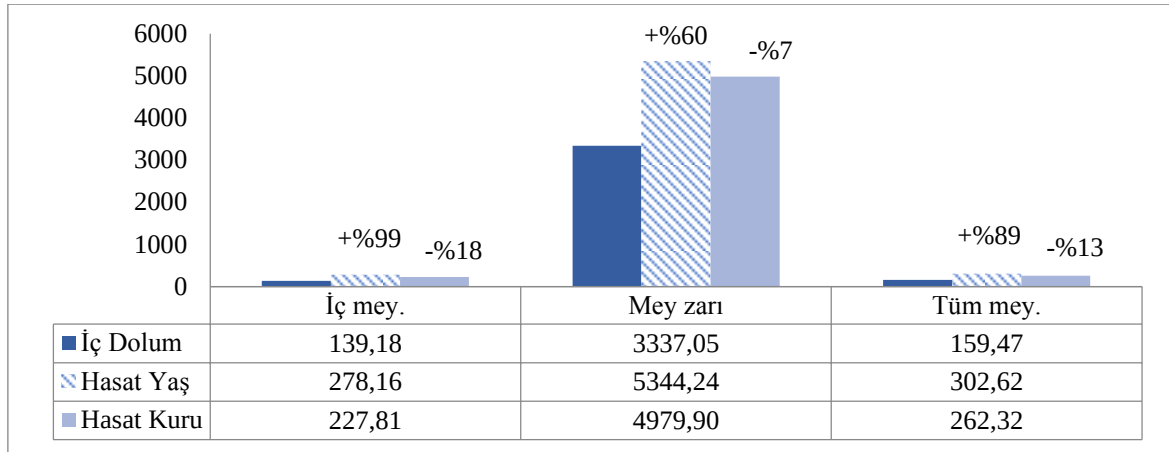
Şekil 4.9b ‘Chandler’ ceviz çeşidine meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait toplam tokoferol oranları ($\mu\text{g.g}^{-1}$)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerine ait toplam tokoferol miktarları Şekil 4.10a ve Şekil 4.10b de sunulmuştur. Araştırmanın 1. yıl denemesinde iç dolum döneminde $188,93 \mu\text{g.g}^{-1}$ olan tüm meyvedeki toplam tokoferol miktarı %80 oranında artış göstererek hasat yaş döneminde $339,14 \mu\text{g.g}^{-1}$ a ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde $339,14 \mu\text{g.g}^{-1}$ olan toplam tokoferol miktarı %15 oranında düşüş ile hasat kuru dönemde $285,04 \mu\text{g.g}^{-1}$ a gerilemiştir. Araştırmanın 2.yıl denemesinde iç dolum döneminde $159,47 \mu\text{g.g}^{-1}$ olan tüm meyvedeki toplam tokoferol miktarı %89 oranında artış göstererek hasat yaş döneminde $302,62 \mu\text{g.g}^{-1}$ a ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde $302,62 \mu\text{g.g}^{-1}$ olan toplam tokoferol miktarı %13 oranında düşüş ile hasat kuru dönemde $262,32 \mu\text{g.g}^{-1}$ a gerilemiştir. Her ne kadar yıllar arasında ceviz toplam tokoferol miktarı açısından farklılık olduğu gözlemlensede her iki yılda da hemen hemen aynı oranlarda toplam tokoferol değişimi kaydedilmiştir.

Araştırmada her iki ceviz çeşidinde de bütün dönemlerde meyve zarının iç meyveden daha fazla tokoferol içerdiği gözlemlenmiştir. Hasat yaş döneminden hasat kuru döneme geçişte tüm meyve olarak cevizlerin kurutma esnasındaki toplam tokoferol kaybı her iki deneme yılında da ‘Chandler’ (% 17-16) çeşidine ait iç meyvelerde ‘Maraş 18’ (% 15-10) çeşidine ait iç meyvelere oranla daha fazla azalış göstermiştir. Bununla birlikte Hasat kuru dönemde tüm meyve olarak ‘Chandler’ ($369,84-309,22 \mu\text{g.g}^{-1}$) ceviz çeşidi ‘Maraş 18’ ($285,04-262,32 \mu\text{g.g}^{-1}$) çeşidine göre daha fazla toplam tokoferol içermektedir. Daha önce yapılan bir çalışmada ‘Chandler’çeşidi için toplam tokoferol miktarı $313,59 \mu\text{g.g}^{-1}$, ‘Maraş 18’ çeşidi için ise $287,87 \mu\text{g.g}^{-1}$ olduğu bildirilmiştir (Beyhan ve ark., 2017). Bu çalışmada da ‘Chandler’ın nispeten daha fazla tokoferol içerdiği belirtilmiştir ve denememizde ki sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.10a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait toplam tokoferol oranları ($\mu\text{g.g}^{-1}$)



Şekil 4.10b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait toplam tokoferol oranları ($\mu\text{g.g}^{-1}$)

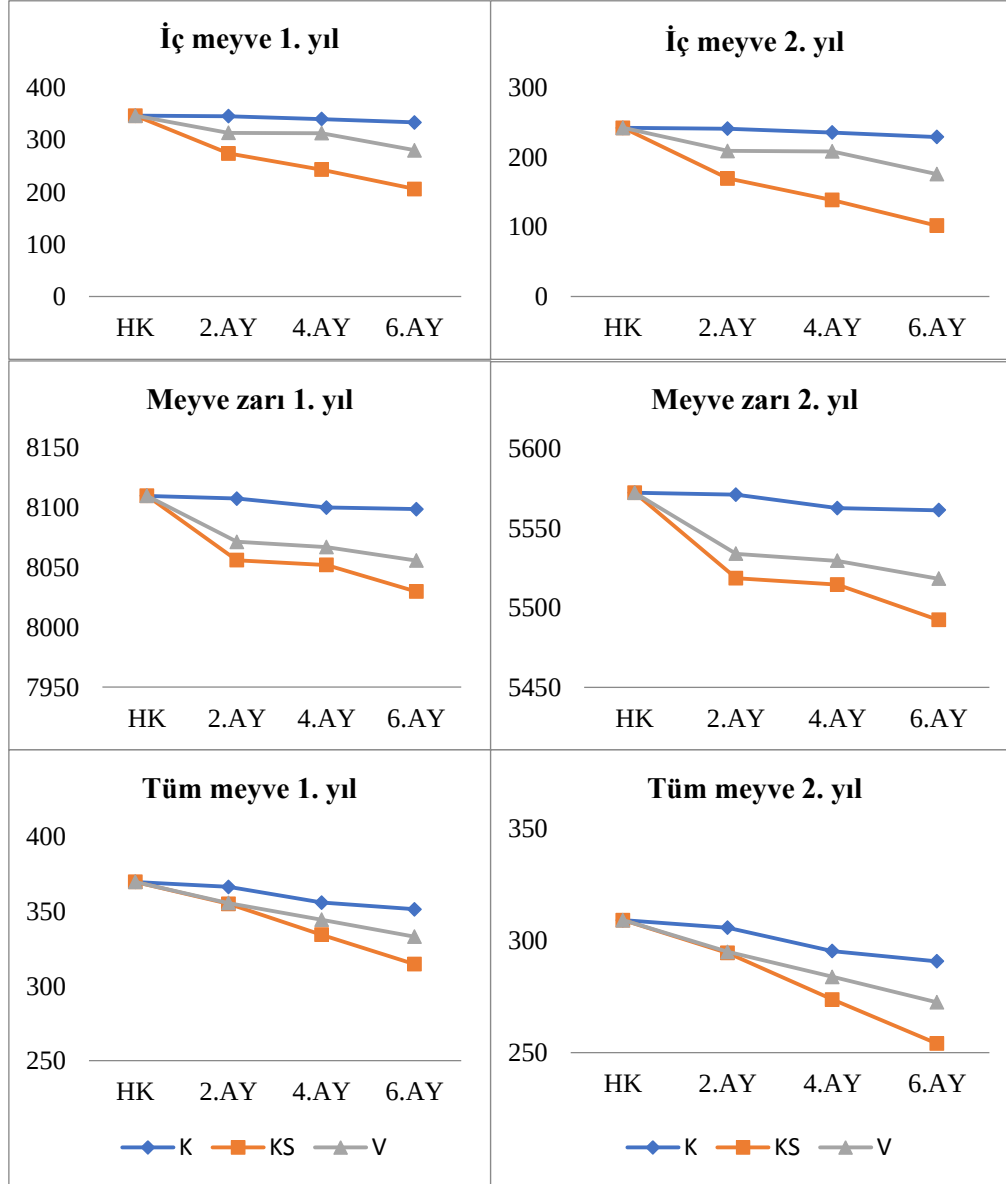
‘Chandler’ceviz çeşidine ait hasat sonrası muhafaza sürecindeki toplam tokoferol değişim miktarları Çizelge 4.5 de sunulmuştur. Muhafaza sürecinde kabuksuz depolanan cevizlerin her zaman diğer yöntemlere daha düşük toplam tokoferol içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Denemenin 1. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç toplam tokoferol miktarına oranla %5 oranında bir kayıpla $369,84 \mu\text{g.g}^{-1}$ dan $351,44 \mu\text{g.g}^{-1}$ a gerilemiştir. Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde %10 azalma oranı ile $333,07 \mu\text{g.g}^{-1}$, kabuksuz depolanan cevizlerde %15 azalma oranı ile $314,68 \mu\text{g.g}^{-1}$ olarak görülmüştür. Denemenin 2. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç toplam tokoferol miktarına oranla %6 oranında kayıpla $309,22 \mu\text{g.g}^{-1}$ dan $290,82 \mu\text{g.g}^{-1}$ a gerilemiştir. Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde %12 azalma oranı ile $272,45 \mu\text{g.g}^{-1}$, kabuksuz depolanan cevizlerde %18 azalma oranı ile $254,06 \mu\text{g.g}^{-1}$ olarak görülmüştür. Bu gerileme denemenin her iki yılında da benzer azalma grafiği oluşturmuştur (Şekil 4.11).

Çizelge 4.5 ‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait tokoferol miktarları ($\mu\text{g.g}^{-1}$)

1. Yıl (2019)													
		İç meyve				Meyve zarı				Tüm meyve			
		α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam	α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam	α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam
HK		27,43	298,54	20,67	346,64 $\pm$ 2,8a	597,68	6785,61	726,64	8109,93 $\pm$ 3,6a	33,65	310,61	25,59	369,84 $\pm$ 2,2a
2. AY	K	27,12	298,34	20,04	345,49 $\pm$ 2,5a	596,64	6784,96	726,03	8107,62 $\pm$ 3,9a	31,53	309,63	25,27	366,44 $\pm$ 1,3b
	KS	14,61	241,56	17,87	274,03 $\pm$ 2,6f	553,36	6777,05	725,70	8056,11 $\pm$ 2,7c	29,68	300,63	24,80	355,11 $\pm$ 1,4d
	V	18,76	274,90	19,99	313,66 $\pm$ 1,7d	597,64	6748,02	725,86	8071,52 $\pm$ 2,6b	31,00	299,37	25,27	355,64 $\pm$ 1,5cd
4. AY	K	26,64	293,65	19,77	340,06 $\pm$ 3,2b	593,63	6779,83	726,73	8100,20 $\pm$ 2,6a	29,63	301,58	24,75	355,97 $\pm$ 0,9c
	KS	12,62	213,44	16,97	243,03 $\pm$ 1,2g	552,68	6774,67	724,70	8052,05 $\pm$ 2,5c	23,66	286,69	24,01	334,36 $\pm$ 1,5g
	V	18,63	274,93	19,43	312,99 $\pm$ 1,7d	597,13	6744,18	725,73	8067,04 $\pm$ 2,6bc	25,80	294,68	24,00	344,48 $\pm$ 2,3f
6.AY	K	26,40	288,44	18,78	333,62 $\pm$ 2,1c	593,61	6778,56	726,71	8098,87 $\pm$ 1,7a	27,65	299,78	24,01	351,44 $\pm$ 2,6e
	KS	9,67	180,67	15,68	206,02 $\pm$ 2,4h	551,49	6756,62	721,74	8029,85 $\pm$ 2,5d	21,65	275,25	17,78	314,68 $\pm$ 1,8i
	V	15,56	249,04	15,70	280,31 $\pm$ 2,1e	579,67	6764,80	711,29	8055,77 $\pm$ 2,8c	23,65	289,72	19,70	333,07 $\pm$ 1,9h
2. Yıl (2020)													
		İç meyve				Meyve zarı				Tüm meyve			
		α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam	α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam	α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam
HK		12,84	212,28	17,21	242,33 $\pm$ 0,9a	511,22	4371,34	689,83	5572,39 $\pm$ 2,5a	17,65	269,65	21,92	309,22 $\pm$ 0,9a
2. AY	K	12,28	211,73	17,17	241,18 $\pm$ 0,8b	510,50	4370,88	689,78	5571,15 $\pm$ 2,7a	16,76	267,60	21,47	305,82 $\pm$ 0,7c
	KS	9,76	145,50	14,47	169,72 $\pm$ 1,4e	492,67	4338,13	687,78	5518,58 $\pm$ 2,9cd	15,82	261,54	17,13	294,49 $\pm$ 1,9c
	V	10,09	182,67	16,58	209,35 $\pm$ 1,0d	493,17	4351,12	689,70	5533,99 $\pm$ 1,9b	16,69	259,24	19,09	295,02 $\pm$ 1,7
4. AY	K	11,93	206,73	17,08	235,75 $\pm$ 2,5bc	510,50	4364,59	687,58	5562,66 $\pm$ 1,5a	16,46	258,10	20,79	295,35 $\pm$ 1,9b
	KS	8,27	116,50	13,96	138,72 $\pm$ 2,5f	491,69	4336,90	685,93	5514,51 $\pm$ 1,9d	14,27	242,40	17,06	273,73 $\pm$ 2,4f
	V	10,81	181,27	16,60	208,68 $\pm$ 1,6d	493,12	4348,65	687,75	5529,51 $\pm$ 2,1bc	15,64	249,93	18,29	283,86 $\pm$ 0,7e
6.AY	K	11,38	201,11	16,82	229,30 $\pm$ 1,3c	510,28	4363,89	687,16	5561,33 $\pm$ 2,7a	15,69	254,59	20,54	290,82 $\pm$ 1,4d
	KS	4,54	86,89	10,29	101,72 $\pm$ 1,5g	492,67	4317,72	681,93	5492,31 $\pm$ 3,8e	13,62	223,60	16,85	254,06 $\pm$ 1,7g
	V	8,66	151,73	15,60	175,99 $\pm$ 1,9e	492,59	4341,06	684,59	5518,24 $\pm$ 2,3cd	14,88	239,82	17,75	272,45 $\pm$ 2,6f

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu (P<0,05)

‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ilişkin yapılan varyans analizi sonucunda tüm meyvedeki toplam tokoferol miktarlarının depolama yöntemleri arasındaki farkı aylara göre her iki yılda da istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 4.11 ‘Chandler’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam tokoferol değişim oranları ($\mu\text{g.g}^{-1}$)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait hasat sonrası muhafaza sürecindeki toplam tokoferol değişim miktarları Çizelge 4.6 da sunulmuştur. Muhafaza sürecinde kabuksuz depolanan cevizlerin her zaman diğer yöntemlere daha düşük toplam tokoferol içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Denemenin 1. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç toplam tokoferol miktarına oranla %14 oranında bir kayıpla $285,04 \mu\text{g.g}^{-1}$ dan $244,15 \mu\text{g.g}^{-1}$ a gerilemiştir. Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde

%25 azalma oranı ile 213,26 $\mu\text{g.g}^{-1}$, kabuksuz depolanan cevizlerde %40 azalma oranı ile 171,58 $\mu\text{g.g}^{-1}$ olarak görülmüştür. Denemenin 2. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %12 oranında kayıp ile 262,32 $\mu\text{g.g}^{-1}$ dan 230,72 $\mu\text{g.g}^{-1}$ a gerilemiştir. Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde %19 azalma oranı ile 213,45 $\mu\text{g.g}^{-1}$, kabuksuz depolanan cevizlerde %31 azalma oranı ile 182,13 $\mu\text{g.g}^{-1}$ olarak görülmüştür. Bu gerileme bütün muhafaza süresince hemen hemen benzer oranlarda devam etmiştir ve denemenin her iki yılında da benzer azalma grafiği oluşturmuştur (Şekil 4.12).

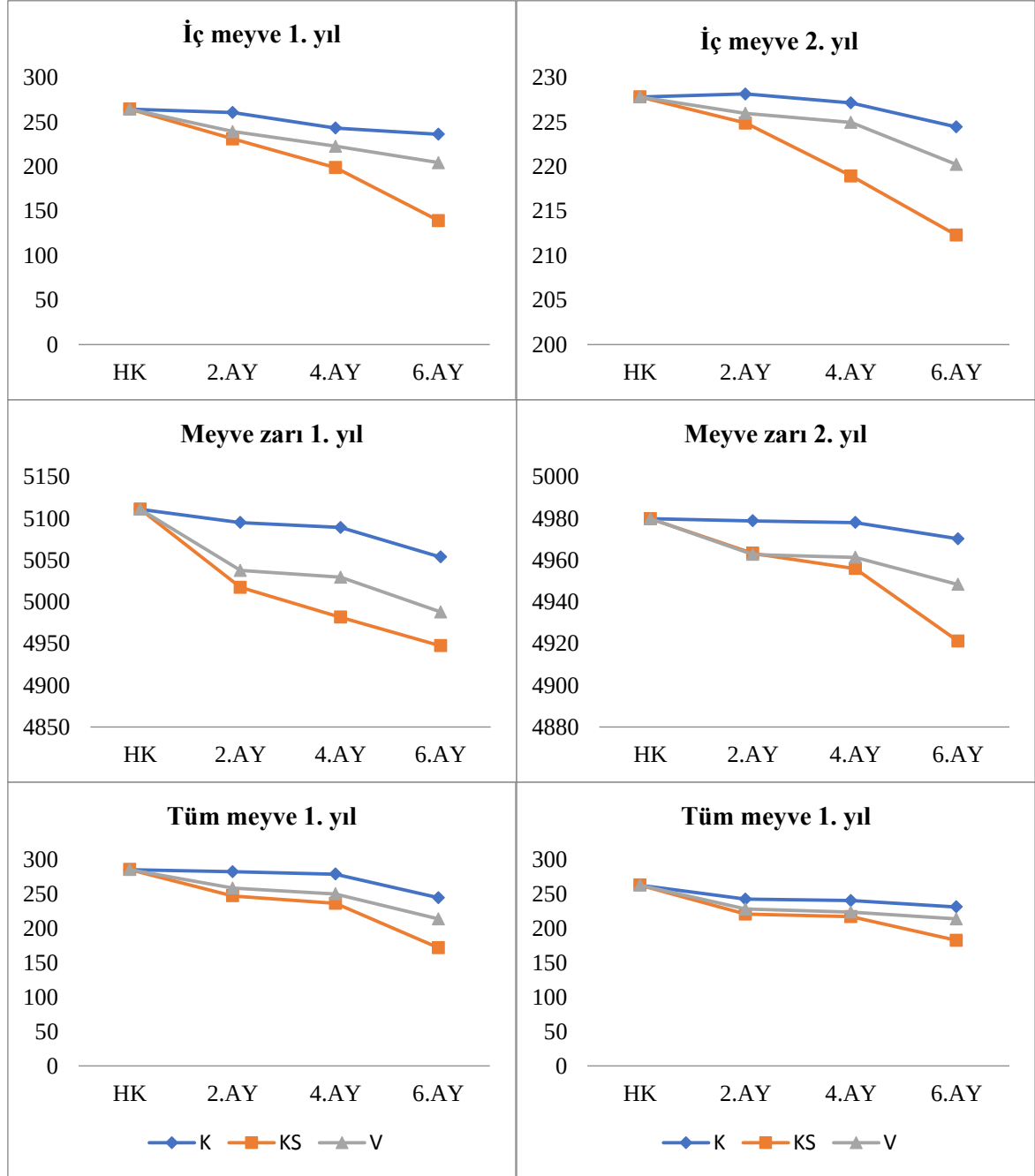
Sıcaklık, ışık, nem ve oksijene maruz kalma oksidasyona katkıda bulunan ana faktörlerdir (Jan ve ark., 1988; Mate ve ark., 1996; Koyuncu ve Aşkın, 1999; Stark ve ark., 2000). Bu araştırmanın sonuçları göstermektedir ki ışık, nispeten sıcaklık, nem ve oksijen varlığına karşı ceviz kabuğunun fiziksel yapısı ve biyokimyasal içerikleri sayesinde oluşturduğu koruma kalkani ile iç meyve zarının bütünlüğü ceviz meyvelerinde oluşabilecek oksidasyon miktarını azaltmaktadır. Buna bağlı olarak ceviz meyvesindeki tokoferol gibi koruyucu antioksidant miktarlarının düşüş oranı azalmaktadır. Ayrıca vakumlu paketlemenin kabuksuz ceviz meyvelerini oksijen ile temasını minimuma indirmesinden dolayı nispeten oksidasyona karşı koruyucu olabileceği bu sayede tokoferol miktarının korunabileceği söylenebilir.

Çizelge 4.6 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidindehasat sonrası muhafaza sürecine ait tokoferol miktarları ($\mu\text{g.g}^{-1}$)

1. Yıl (2019)													
		İç meyve				Meyve zarı				Tüm meyve			
		α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam	α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam	α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam
HK		21,54	223,76	19,25	264,54 $\pm$ 1,3a	536,60	3879,33	695,26	5111,19 $\pm$ 3,4a	28,60	230,73	25,71	285,04 $\pm$ 1,3a
2. AY	K	21,00	221,71	18,01	260,71 $\pm$ 2,5b	535,74	3864,77	694,61	5095,12 $\pm$ 3,3b	27,76	228,77	25,41	281,94 $\pm$ 1,3b
	KS	17,75	195,72	17,47	230,94 $\pm$ 3,3f	518,81	3810,86	687,75	5017,42 $\pm$ 1,3g	21,64	200,71	24,46	246,81 $\pm$ 2,5
	V	18,72	203,78	16,76	239,26 $\pm$ 3,5c	528,73	3817,26	691,71	5037,69 $\pm$ 2,4e	23,64	209,74	24,70	258,07 $\pm$ 2,1
4. AY	K	19,76	205,76	17,74	243,26 $\pm$ 2,6b	521,76	3876,75	690,81	5089,32 $\pm$ 2,4c	26,71	226,76	24,97	278,44 $\pm$ 1,5c
	KS	12,55	170,61	15,66	198,82 $\pm$ 2,7i	500,63	3802,19	678,71	4981,53 $\pm$ 3,7i	20,56	192,20	23,17	235,93 $\pm$ 1,5
	V	17,35	190,46	15,00	222,81 $\pm$ 1,9g	511,37	3827,65	690,55	5029,57 $\pm$ 3,4	22,67	202,66	24,37	249,70 $\pm$ 2,8
6. AY	K	16,72	202,76	16,74	236,23 $\pm$ 1,6	513,77	3852,23	687,78	5053,78 $\pm$ 3,5d	21,61	198,76	23,78	244,15 $\pm$ 1,3
	KS	7,67	116,76	14,71	139,14 $\pm$ 1,5j	487,17	3800,94	659,26	4947,37 $\pm$ 3,5j	8,42	141,48	21,67	171,58 $\pm$ 1,6
	V	14,60	184,20	15,52	214,33 $\pm$ 1,7h	499,37	3802,79	685,66	4987,81 $\pm$ 2,4	13,64	176,75	22,87	213,26 $\pm$ 1,5
2. Yıl													
		İç meyve				Meyve zarı				Tüm meyve			
		α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam	α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam	α -toc	γ + β -toc	δ -toc	Toplam
HK		9,66	198,67	19,49	227,81 $\pm$ 0,9a	500,84	3787,28	691,78	4979,90 $\pm$ 3,5	13,78	222,77	25,78	262,32 $\pm$ 1,3a
2. AY	K	9,64	198,65	19,47	228,16 $\pm$ 1,3a	500,79	3787,31	691,69	4978,91 $\pm$ 3,5	13,61	202,67	25,68	241,99 $\pm$ 2,5a
	KS	8,28	196,73	19,47	224,88 $\pm$ 1,2b	500,05	3772,33	691,47	4963,31 $\pm$ 3,6	10,34	186,26	23,33	220,25 $\pm$ 2,4e
	V	9,00	197,06	19,46	225,97 $\pm$ 1,3b	500,91	3770,31	692,00	4962,78 $\pm$ 3,1	12,23	190,76	24,33	227,64 $\pm$ 1,2c
4. AY	K	9,14	198,83	19,32	227,14 $\pm$ 2,9a	500,62	3786,64	691,52	4978,07 $\pm$ 2,6	13,14	201,86	25,27	240,12 $\pm$ 2,1a
	KS	7,01	192,93	19,03	218,93 $\pm$ 2,7d	500,00	3765,42	691,27	4955,96 $\pm$ 2,4	8,54	182,96	25,07	216,63 $\pm$ 1,2f
	V	8,53	196,87	19,27	224,95 $\pm$ 1,4b	500,23	3769,24	691,95	4961,37 $\pm$ 2,4a	11,88	188,15	23,64	223,17 $\pm$ 2,4d
6. AY	K	8,88	196,83	19,26	224,44 $\pm$ 2,6b	496,44	3783,14	690,70	4970,24 $\pm$ 2,5a	11,04	194,86	24,80	230,72 $\pm$ 2,5b
	KS	6,31	190,20	16,28	212,28 $\pm$ 1,3e	499,17	3731,45	691,27	4921,16 $\pm$ 3,5b	6,76	152,23	24,57	182,13 $\pm$ 1,3h
	V	7,78	194,11	18,67	220,23 $\pm$ 1,4c	496,63	3760,75	691,29	4948,38 $\pm$ 1,3ab	9,68	178,64	25,02	213,45 $\pm$ g

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu (P<0,05)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ilişkin yapılan varyans analizi sonucunda tüm meyvedeki toplam tokoferol miktarlarının depolama yöntemleri arasındaki farkı aylara göre her iki yılda da istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.

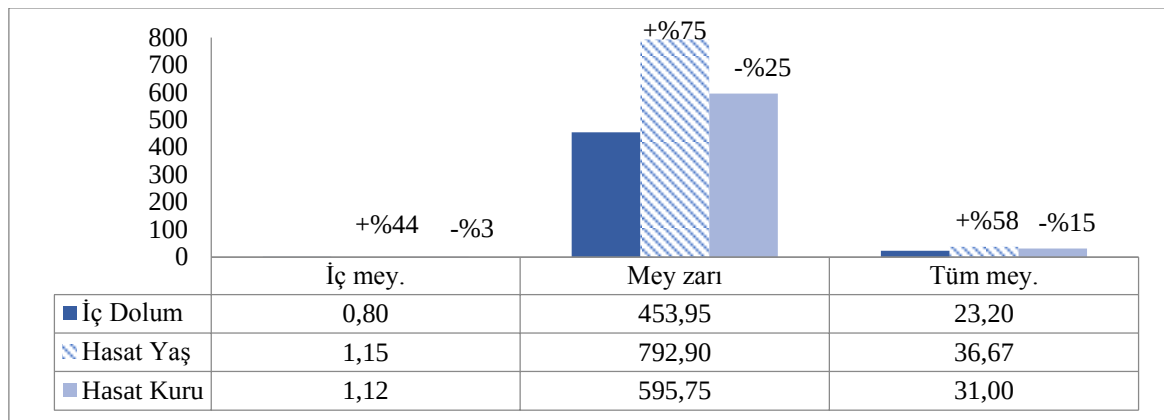


Şekil 4.12 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam tokoferol değişim oranları ($\mu\text{g.g}^{-1}$)

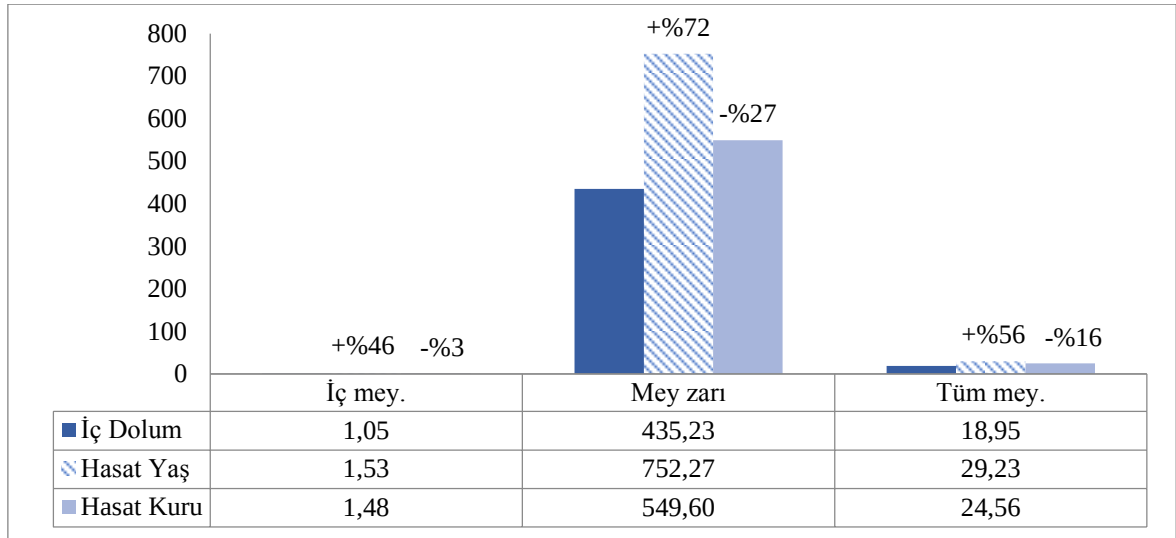
4.4 Ceviz Çeşitlerinin Toplam Fenol İçerikleri

Toplam fenol miktarı ismindende anlaşılacağı gibi bitkilerde ikincil metabolit olarak bulunan, farklı işlevselliklere sahip çeşitli fenolik bileşiklerin toplam ölçüsüdür. Araştırmalar neticesinde bildirilen sonuçlara göre çeşit önemsenmeden *Juglans regia* türlerinde en fazla görülen fenoller juglon, ellagik asit ve siringik asit olarak düşünebiliriz (Colaric ve ark., 2005).

‘Chandler’ ceviz çeşidine ait iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerine ait toplam fenol miktarları Şekil 4.13a ve Şekil 4.13b de sunulmuştur. Araştırmada bütün dönemlerde meyve zarının iç meyveden daha fazla toplam fenol içerdiği gözlemlenmiştir. Araştırmanın 1. yıl denemesinde iç dolum döneminde 23,20 mgGAE.g⁻¹ olan tüm meyvedeki toplam fenol miktarı %58 artış ile hasat yaş döneminde 36,67 mgGAE.g⁻¹ a ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde 36,67 mgGAE.g⁻¹ olan toplam fenol miktarı %15 azalış ile hasat kuru dönemde 31,0 mgGAE.g⁻¹ a gerilemiştir. Araştırmanın 2. yıl denemesinde iç dolum döneminde 18,95 mgGAE.g⁻¹ olan tüm meyvedeki toplam fenol miktarı %56 artış ile hasat yaş döneminde 29,23 mgGAE.g⁻¹ a ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde 29,23 mgGAE.g⁻¹ olan toplam fenol miktarı ise %16 azalış ile hasat kuru dönemde 24,56 mgGAE.g⁻¹ a gerilemiştir. Her ne kadar yıllar arasında ceviz toplam fenol miktarı açısından farklılık olduğu gözlemlensede her iki yılda da hemen hemen aynı oranlarda toplam fenol değişimi kaydedilmiştir. Yıllar arasındaki bu farklılık iklim ve kültürel işlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü bitkilere ait fenolik bileşik profili çeşit, tür ve coğrafi konumun yanı sıra sıcaklık-nem-ışık gibi farklı çevresel etmenlerden ile sulama-gübreleme uygulamalarından etkilenebilir.

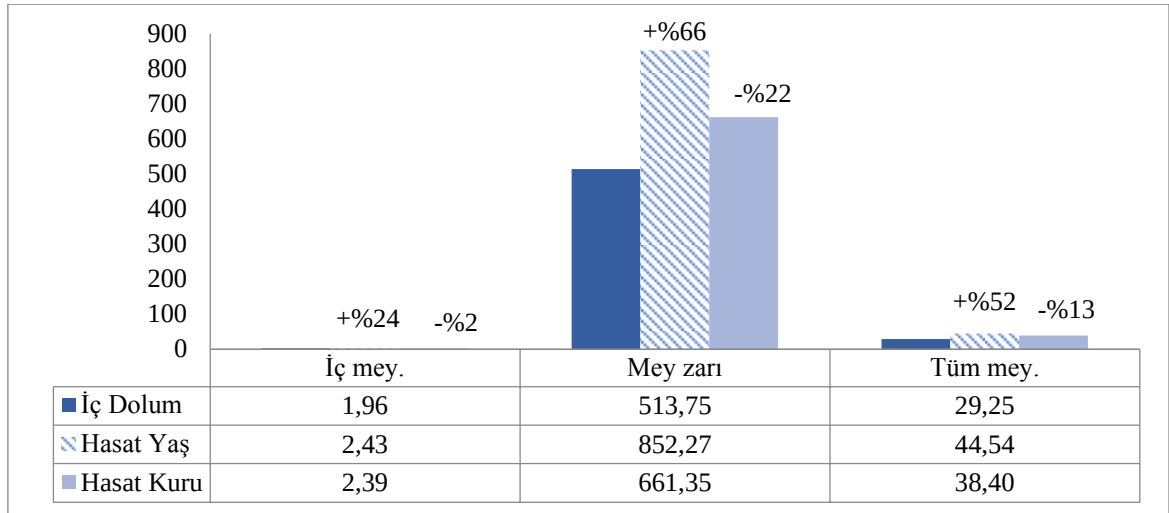


Şekil 4.13a ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait toplam fenol oranları (mgGAE.g⁻¹)

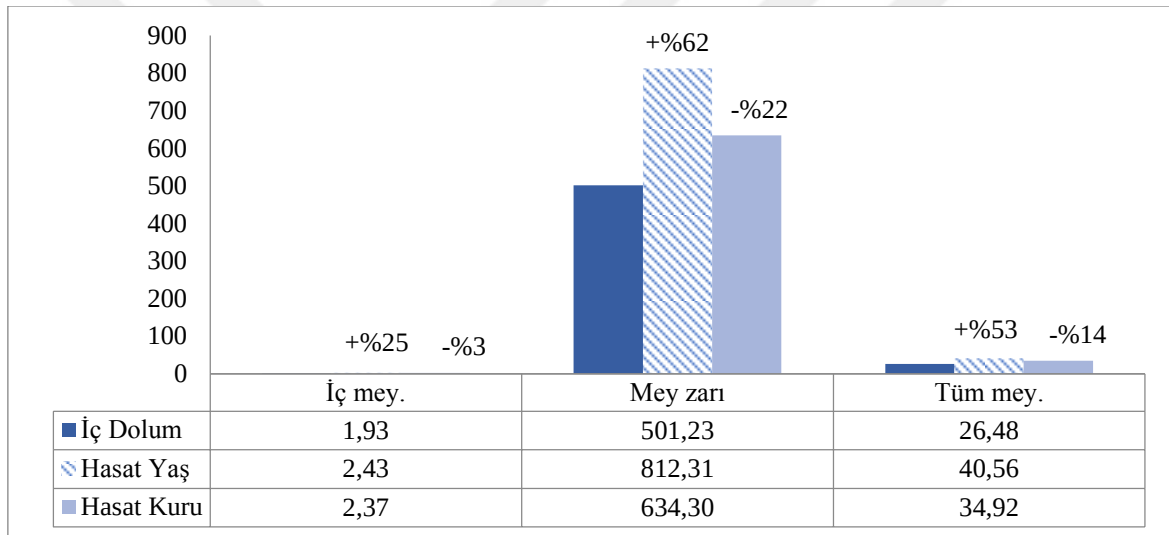


Şekil 4.13b ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait toplam fenol oranları (mgGAE.g⁻¹)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerine ait toplam fenol miktarları Şekil 4.14a ve Şekil 4.14b de sunulmuştur. Araştırmada ‘Maraş 18’ ceviz çeşidi ‘Chandler’ ceviz çeşidi ile benzerlik göstererek bütün dönemlerde meyve zarının iç meyveden daha fazla toplam fenol içerdiği gözlemlenmiştir. Araştırmanın 1. yıl denemesinde iç dolum döneminde 29,25 mgGAE.g⁻¹ olan tüm meyvedeki toplam fenol miktarı %52 artış ile hasat yaş dönemde 44,54 mgGAE.g⁻¹ a ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde 44,54 mgGAE.g⁻¹ olan toplam fenol miktarı %13 azalış ile hasat kuru dönemde 38,40 mgGAE.g⁻¹ a gerilemiştir. Araştırmanın 2. yıl denemesinde iç dolum döneminde 26,48 mgGAE.g⁻¹ olan tüm meyvedeki toplam fenol miktarı %53 artış ile hasat yaş dönemde 40,56 mgGAE.g⁻¹ a ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde 40,56 mgGAE.g⁻¹ olan toplam fenol miktarı ise %14 azalış ile hasat kuru dönemde 34,92 mgGAE.g⁻¹ a gerilemiştir. Her ne kadar yıllar arasında ceviz toplam fenol miktarı açısından farklılık olduğu gözlemlensede her iki yılda da hemen hemen aynı oranlarda toplam fenol değişimi kaydedilmiştir.



Şekil 4.14a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait toplam fenol oranları (mgGAE·g⁻¹)



Şekil 4.14b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait toplam fenol oranları (mgGAE·g⁻¹)

Amini ve ark. (2016) nın farklı ceviz çeşitleri ile yaptığı çalışmada hasat yaş ve hasat kuru toplam fenol miktarlarını sırası ile 30,45 mgGAE.g⁻¹ ile 25,30 mgGAE.g⁻¹, 24,54 mgGAE.g⁻¹ ile 20,0 mgGAE.g⁻¹, 22,12 mgGAE.g⁻¹ ile 17, mgGAE.g⁻¹, 28,30 mgGAE.g⁻¹ ile 25,2 mgGAE.g⁻¹ olarak belirtmiştir. Bu çalışmada ki toplam fenol azalış oranları bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Araştırmada her iki çeşitte meyve zarının iç meyveden çok daha fazla toplam fenol içerdiği görülmüştür. Hasat kuru dönemde yıllara göre sırası ile 1,12 mgGAE·g⁻¹ ve 1,48 mgGAE·g⁻¹ iç meyvede toplam fenol içeren ‘Chandler’ın meyve zarında 595,75 mgGAE·g⁻¹ ve 549,60 mgGAE·g⁻¹ toplam fenol içerdiği görülmüştür. ‘Maraş 18’ ceviz

çeşidinde ise bu durum $2,39 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ ve $2,37 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ iç meyveki toplam fenol $661,35 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ ve $634,30 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ meyve zarındaki toplam fenol olarak tespit edilmiştir. Samaranayaka ve ark. (2008)'nın yaptığı bir araştırmada cevizlere (*Juglans regia* L.) ait toplam fenol oranlarını iç meyvede $0,46 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ meyve zarında $126,90 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ ve tüm meyvede $11,59 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ olarak belirtmişlerdir. Akbari ve ark. (2012) nin yaptığı çalışmada ise farklı ceviz çeşitlerine ait ortalama toplam fenol miktarı iç meyvede $145 \text{ mgGAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$ olarak meyve zarında $5205 \text{ mgGAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$ olarak belirtilmiştir. Bu çalışmalardaki meyve zarının iç meyveden daha fazla toplam fenol içerdiği için bizim çalışmamızı desteklemektedir.

Hasat yaş döneminden hasat kuru döneme geçişte tüm meyve olarak cevizlerin kurutma esnasındaki toplam fenol kaybı 'Chandler' çeşidine ait meyvelerde (% 15-16) 'Maraş 18' çeşidine ait meyvelere (% 13-14) oranla nispeten daha fazla azalış gösterdiği saptanmıştır. Araştırmada tüm meyve açısından 'Maraş 18' çeşidi yıllara göre sırasıyla $38,40 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ ve $34,92 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ hasat kuru döneme ulaşırken 'Chandler' çeşidinde bu durum $31,0 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ ve $24,56 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ olarak görülmüştür. Labuckas ve ark. (2008) nin yaptığı bir çalışmada 'Chandler' çeşidine ait kuru tüm meyvede toplam fenol miktarı $16,3 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ olarak belirtilmiştir. Başka bir araştırmada Kafkas ve ark. (2020) 'Chandler' ceviz çeşidinin $540,08 \text{ mg GAE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ toplam fenol içerdiğini bildirilmiştir.

Bu çalışmada için 'Maraş 18' ceviz çeşidinin 'Chandler' ceviz çeşidine oranla daha fazla toplam fenol içerdiğini söyleyebiliriz. Beyhan ve ark., (2017) yaptıkları bir araştırmada 'Chandler'çeşidine ait toplam fenol miktarını $2650 \text{ mgGAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$, 'Maraş 18' çeşidine ait toplam fenol miktarını $2840 \text{ mgGAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$ olduğunu belirtmişlerdir. Okatan ve ark. (2021a) nin yaptığı çalışmada ise 'Chandler'çeşidine ait toplam fenol miktarı $690,88 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ve 'Maraş 18' çeşidine ait toplam fenol miktarı $1014,19 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ olduğu bildirilmiştir. Miktarlar farklılık göstersede bu her iki çalışmada da 'Maraş 18' ceviz çeşidinin 'Chandler'ceviz çeşidine oranla daha fazla toplam fenol içerdiği görülmektedir ve bu sonuç bizim çalışmamızı destekler niteliktedir.

'Chandler'ceviz çeşidine ait hasat sonrası muhafaza sürecindeki toplam fenol değişim miktarları Çizelge 4.7'de sunulmuştur. Muhafaza sürecinde kabuksuz depolanan cevizlerin her zaman diğer yöntemlere nispeten daha düşük toplam fenol içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Denemenin 1. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %9 oranında kayıpla $28,16 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ a

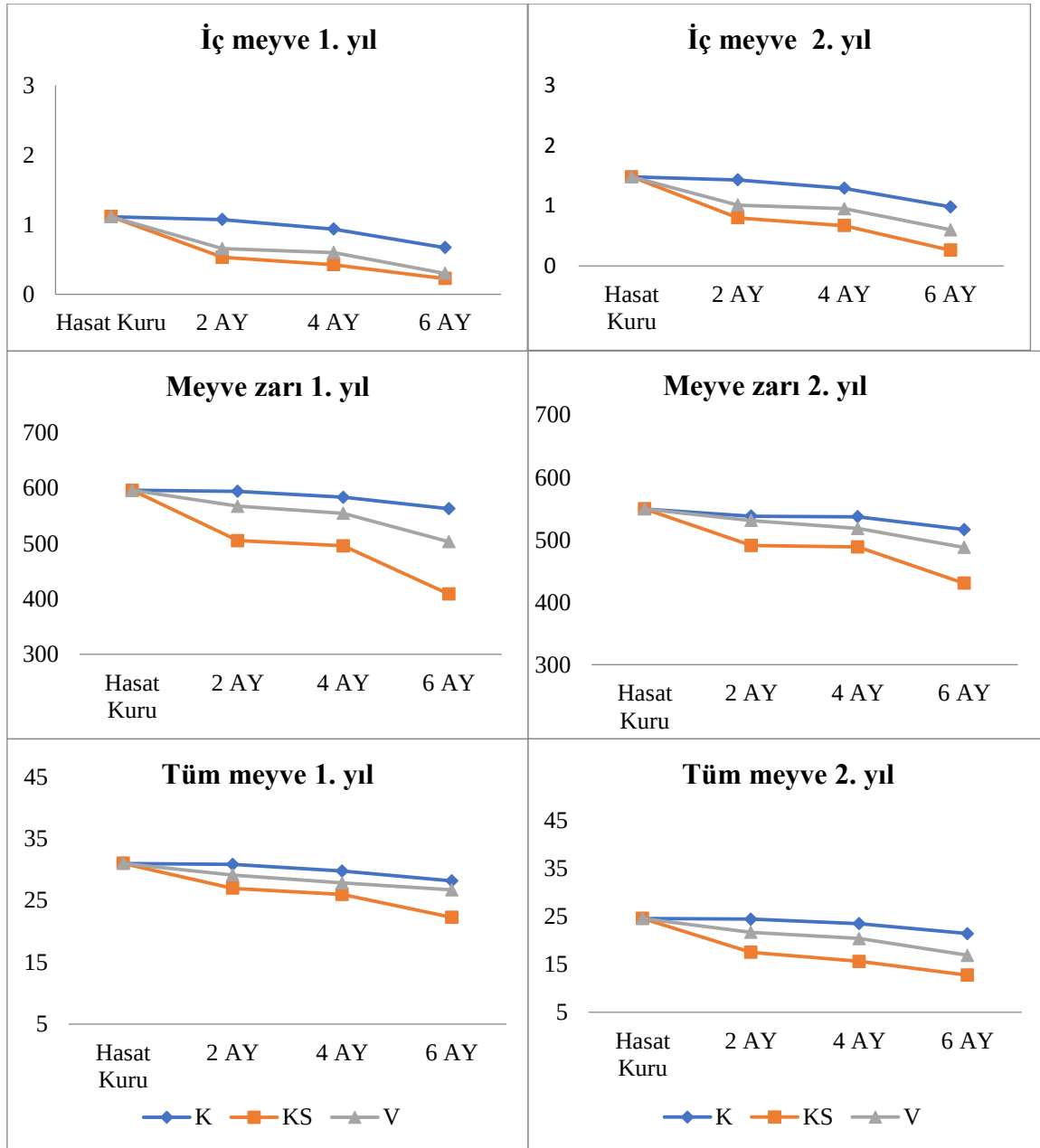
gerilemiştir. Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde %13 lik azalma oranı ile 26,71 mgGAE·g⁻¹, kabuksuz depolanan cevizlerde %28 lük azalma oranı ile 22,26 mgGAE·g⁻¹ olarak görülmüştür. Denemenin 2. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %13 oranında kayıpla 24,56 mgGAE·g⁻¹ dan 21,38 mgGAE·g⁻¹ a gerilemiştir. Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde %31 azalma oranı ile 16,86 mgGAE·g⁻¹, kabuksuz depolanan cevizlerde %48 azalma oranı ile 12,74 mgGAE·g⁻¹ olarak görülmüştür (Şekil 4.15).

Çizelge 4.7 ‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam fenol miktarları (mgGAE·g⁻¹)

1. Yıl (2019)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
HK		1,12±1,3a	595,75±2,4a	31,00±1,2a
2 AY	K	1,07±1,5a	594,15±2,3b	30,84±1,2a
	KS	0,53±1,3e	505,10±2,1g	26,97±1,4e
	V	0,66±1,4c	567,16±2,0d	29,12±1,2c
4 AY	K	0,94±0,5b	583,25±2,1c	29,75±0,9b
	KS	0,43±0,9f	495,70±1,9ı	25,96±0,8f
	V	0,60±0,5d	554,36±1,9f	27,83±1,3d
6 AY	K	0,67±1,3c	562,65±1,8e	28,16±1,3d
	KS	0,23±1,5h	408,70±2,3j	22,26±1,5g
	V	0,30±1,6g	503,20±2,1h	26,71±0,9e
2. Yıl (2020)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
HK		1,48±0,7a	549,60±2,3a	24,56±0,9a
2 AY	K	1,43±0,9ab	538,00±2,1b	24,40±0,8ab
	KS	0,80±0,9d	490,95±1,9f	17,50±0,8e
	V	1,01±0,8c	531,01±1,9c	21,66±1,2c
4 AY	K	1,29±1,1b	537,10±2,6b	23,47±1,3b
	KS	0,67±1,2de	488,55±1,7g	15,60±1,2f
	V	0,95±1,2c	518,21±1,4d	20,36±0,7d
6 AY	K	0,98±1,5c	516,50±0,9e	21,38±0,6cd
	KS	0,26±0,8f	430,55±2,1h	12,74±0,8g
	V	0,60±1,3e	488,06±2,1g	16,86±0,9e

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu (P<0.05)

‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ilişkin yapılan varyans analizi sonucunda tüm meyvedeki toplam fenol miktarlarının depolama yöntemleri arasındaki farkı aylara göre her iki yılda da istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 4.15 ‘Chandler’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam fenol değişim oranları ($\text{mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait hasat sonrası muhafaza sürecindeki toplam fenol değişim miktarları Çizelge 4.8’de sunulmuştur. Muhafaza sürecinde kabuksuz depolanan cevizlerin her zaman diğer yöntemlere nispeten daha düşük toplam fenol içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Denemenin 1. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %10 kayıpla $34,4 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ a gerilemiştir. Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde %34 azalma oranı ile $25,29 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$, kabuksuz depolanan cevizlerde %46 azalma oranı ile $20,36 \text{ mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$ olarak

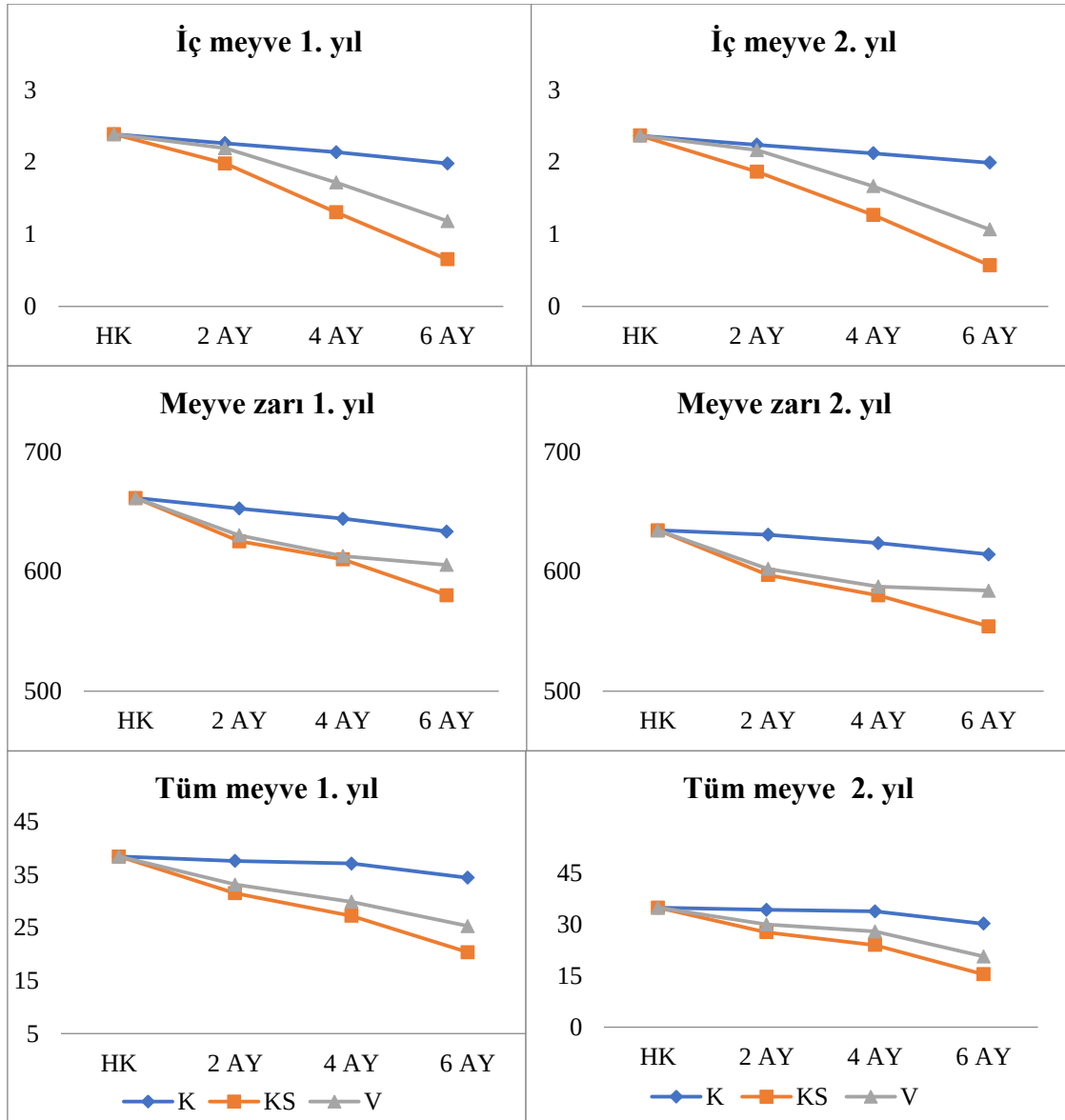
görülmüştür. Denemenin 2. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %13 oranında kayıp ile 34,92 mgGAE·g⁻¹ dan 30,23 mgGAE·g⁻¹ a gerilemiştir. Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde %41 azalma oranı ile 20,65 mgGAE·g⁻¹, kabuksuz depolanan cevizlerde %56 azalma oranı ile 15,43 mgGAE·g⁻¹ olarak görülmüştür. Bu gerileme denemenin her iki yılında da benzer azalma grafiği oluşturmuştur (Şekil 4.16).

Çizelge 4.8 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam fenol miktarları (mgGAE·g⁻¹)

1. Yıl (2019)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
HK		2,39±1,0a	661,35±2,3a	38,39±1,2a
2 AY	K	2,26±1,2ab	652,59±2,5b	37,58±1,3b
	KS	1,98±1,4bc	625,20±2,6f	31,48±0,9e
	V	2,19±1,5ab	630,10±1,9e	33,12±1,3d
4 AY	K	2,14±0,9ab	644,02±2,1c	37,07±1,3b
	KS	1,30±1,1d	610,01±2,1h	27,22±1,5g
	V	1,72±1,4c	612,82±2,6g	29,87±0,8f
6 AY	K	1,98±0,8bc	633,35±1,8d	34,4±1,8c
	KS	0,65±0,9e	580,15±1,9j	20,36±1,2ı
	V	1,18±0,9d	605,50±1,9ı	25,29±1,5h
2. Yıl (2020)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
HK		2,37±1,1a	634,30±1,9	34,92±1,2a
2 AY	K	2,24±1,1ab	630,65±1,9	34,29±1,2b
	KS	1,87±0,9d	597,05±2,1	27,75±0,9e
	V	2,17±1,3bc	602,1±2,1	30,03±0,9d
4 AY	K	2,12±0,8bc	623,61±2,4	33,84±0,7c
	KS	1,27±1,2f	579,99±2,4	23,98±1,2f
	V	1,67±1,7e	587,4±2,3	27,97±1,3e
6 AY	K	1,99±1,2cd	614,25±1,9	30,23±1,4d
	KS	0,57±0,8h	554,05±1,9	15,43±1,6h
	V	1,07±0,9g	583,95±1,8	20,65±1,3g

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu (P<0.05)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ilişkin yapılan varyans analizi sonucunda tüm meyvedeki toplam fenol miktarlarının depolama yöntemleri arasındaki farkı aylara göre her iki yılda da istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 4.16 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait toplam fenol değişim oranları ($\text{mgGAE} \cdot \text{g}^{-1}$)

Bu çalışmada depolanma süresince her iki çeşide de toplam fenol içeriğinin sürekli azaldığı gözlemlenmiştir. Christopoulos ve Tsantili (2012) da cevizin uzun süreli depolanması boyunca toplam fenol içeriğinin sürekli azaldığını bildirmiştir. Depolama esnasındaki bu toplam fenoldeki azalışlar muhafaza sırasında oluşan oksidasyon sonucu fenolik maddelerin tüketilmesinden kaynaklanmaktadır (Hashempour ve ark., 2017).

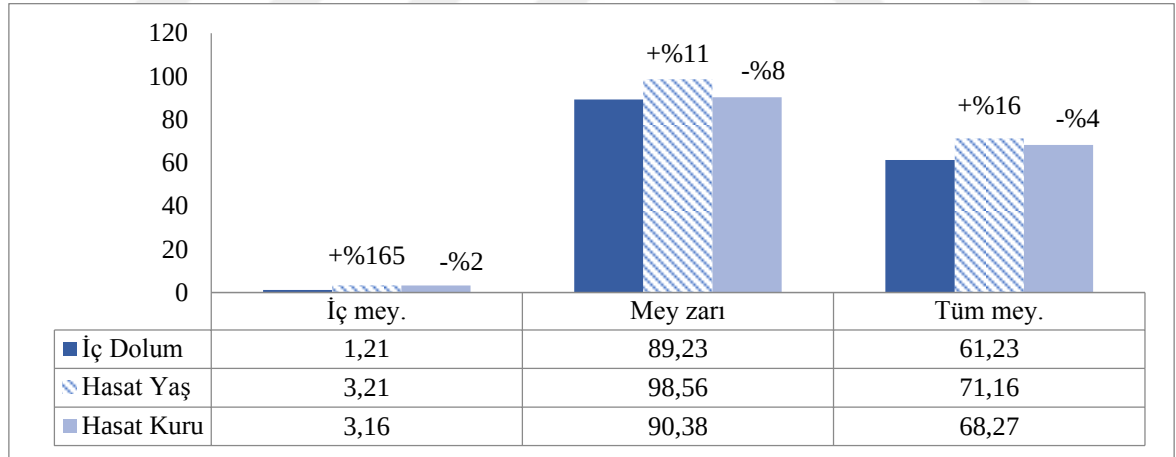
Her iki ceviz çeşitinde de en fazla toplam fenol azalışının kabuksuz depolanan ceviz meyvelerinde gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Şekil 4.15 ve Şekil 4.16 incelendiğinde toplam fenol miktarındaki azalışın bütün depolama sürecinde devam ettiği görülmektedir. Bu olay depolama sürecinde ışık, nem ve sıcaklığın etkisi ile oluşan oksidasyon olaylarının

kabuklu cevizde çok daha az gerçekleştiğinin kanıtıdır. Bununla birlikte bütün depolama yöntemlerinde 6. ayın sonunda toplam fenoldeki azalış oranının ‘Maraş 18’ çeşidine ait cevizlerde daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

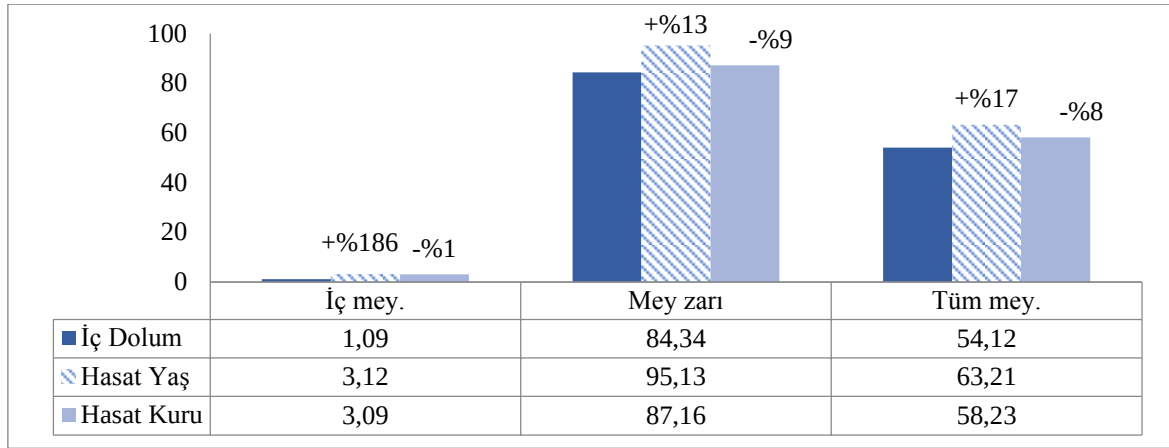
4.5. Ceviz Çeşitlerinin Toplam Antioksidan (DPPH) İçerikleri

Genel olarak antioksidanlar oksidasyon faaliyetinin önlenmesi ya da yavaşlatılmasında etkin rol oynayan maddelerdir (Albu ve ark., 2004).

‘Chandler’ ceviz çeşidine ait iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerine ait DPPH miktarları Şekil 4.17a ve Şekil 4.17b’de sunulmuştur. Araştırmanın 1. yıl denemesinde iç dolum döneminde %61,13 olan tüm meyvedeki DPPH miktarı %16 artış ile hasat yaş döneminde %71,16 ya ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde %71,16 olan DPPH miktarı %4 azalış ile hasat kuru dönemde %68,27 e gerilemiştir. Araştırmanın 2. yıl denemesinde iç dolum döneminde %54,12 olan tüm meyvedeki DPPH miktarı %17 artış ile hasat yaş döneminde %63,21 e ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde %63,21 olan DPPH miktarı ise %8 azalış ile hasat kuru dönemde %58,23 e gerilemiştir. Her ne kadar yıllar arasında ceviz DPPH miktarı açısından farklılık olduğu gözlemlensede her iki yılda da hemen hemen aynı oranlarda DPPH değişimi kaydedilmiştir.

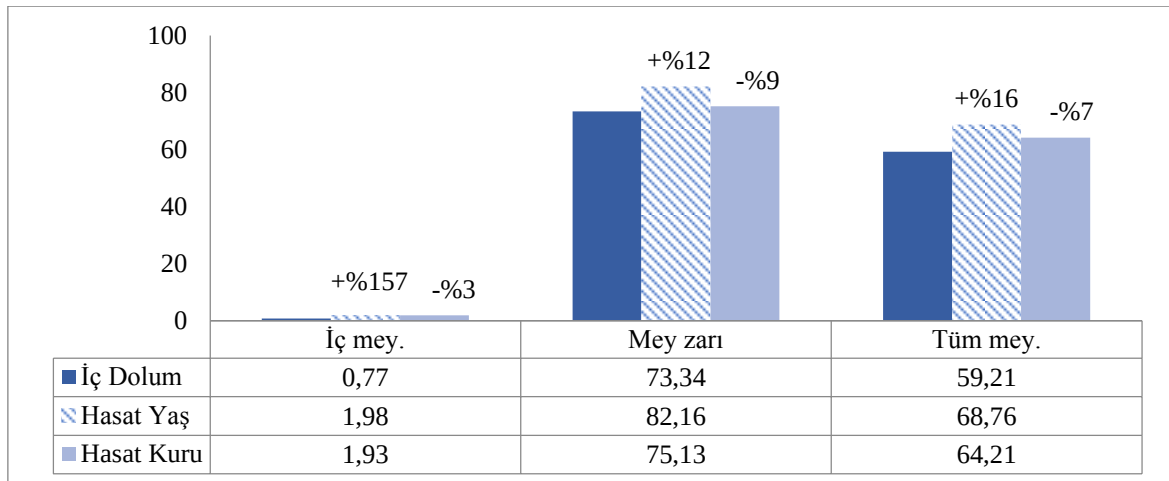


Şekil 4.17a ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait DPPH oranları (%)

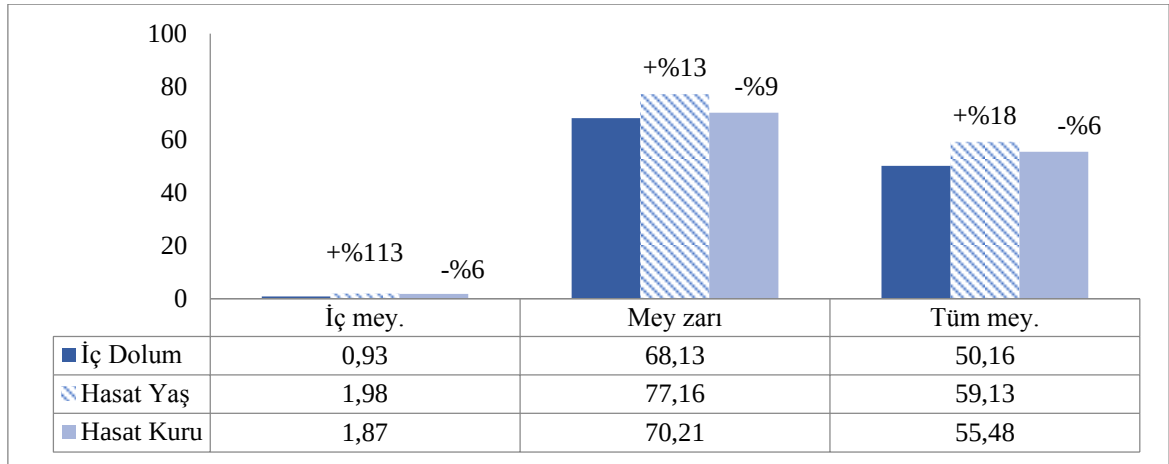


Şekil 4.17b ‘Chandler’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait DPPH oranları (%)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait iç dolum dönemi, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerine ait DPPH miktarları Şekil 4.18a ve Şekil 4.18b’de sunulmuştur. Araştırmanın 1. yıl denemesinde iç dolum döneminde %59,21 olan tüm meyvedeki DPPH miktarı %16 artış ile hasat yaş dönemde %68,76 ya ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde %68,76 olan DPPH miktarı %7 azalış ile hasat kuru dönemde %64,21 e gerilemiştir. Araştırmanın 2. yıl denemesinde iç dolum döneminde %50,16 olan tüm meyvedeki DPPH miktarı %18 artış ile hasat yaş dönemde %59,13 e ulaşmıştır. Hasat yaş döneminde %59,13 olan DPPH miktarı ise %6 azalış ile hasat kuru dönemde %55,48 e gerilemiştir. Her ne kadar yıllar arasında ceviz DPPH miktarı açısından farklılık olduğu gözlemlensede her iki yılda da hemen hemen aynı oranlarda DPPH değişimi kaydedilmiştir.



Şekil 4.18a ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2019 yılına ait DPPH oranları (%)



Şekil 4.18b ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde meyve gelişme döneminin 2020 yılına ait DPPH oranları (%)

Araştırmadaki her iki çeşitte de bütün dönemlerde meyve zarınının iç meyveden daha fazla DPPH içerdiği gözlemlenmiştir. Denemede ‘Chandler’ ceviz çeşidinin (%68,27- %58,23) ‘Maraş 18’ ceviz çeşidine (% 64,21-55,48) nispeten küçük fark ile daha fazla DPPH içerdiği görülmüştür. Okatan ve ark., (2021) nın araştırma sonucunda ‘Chandler’ çeşidine ait DPPH miktarı %54,07 ‘Maraş 18’ çeşidine ait DPPH miktarı %51,25 olarak bildirmiştir. Bu araştırmanın sonucu bizim çalışmamızı destekler niteliktedir.

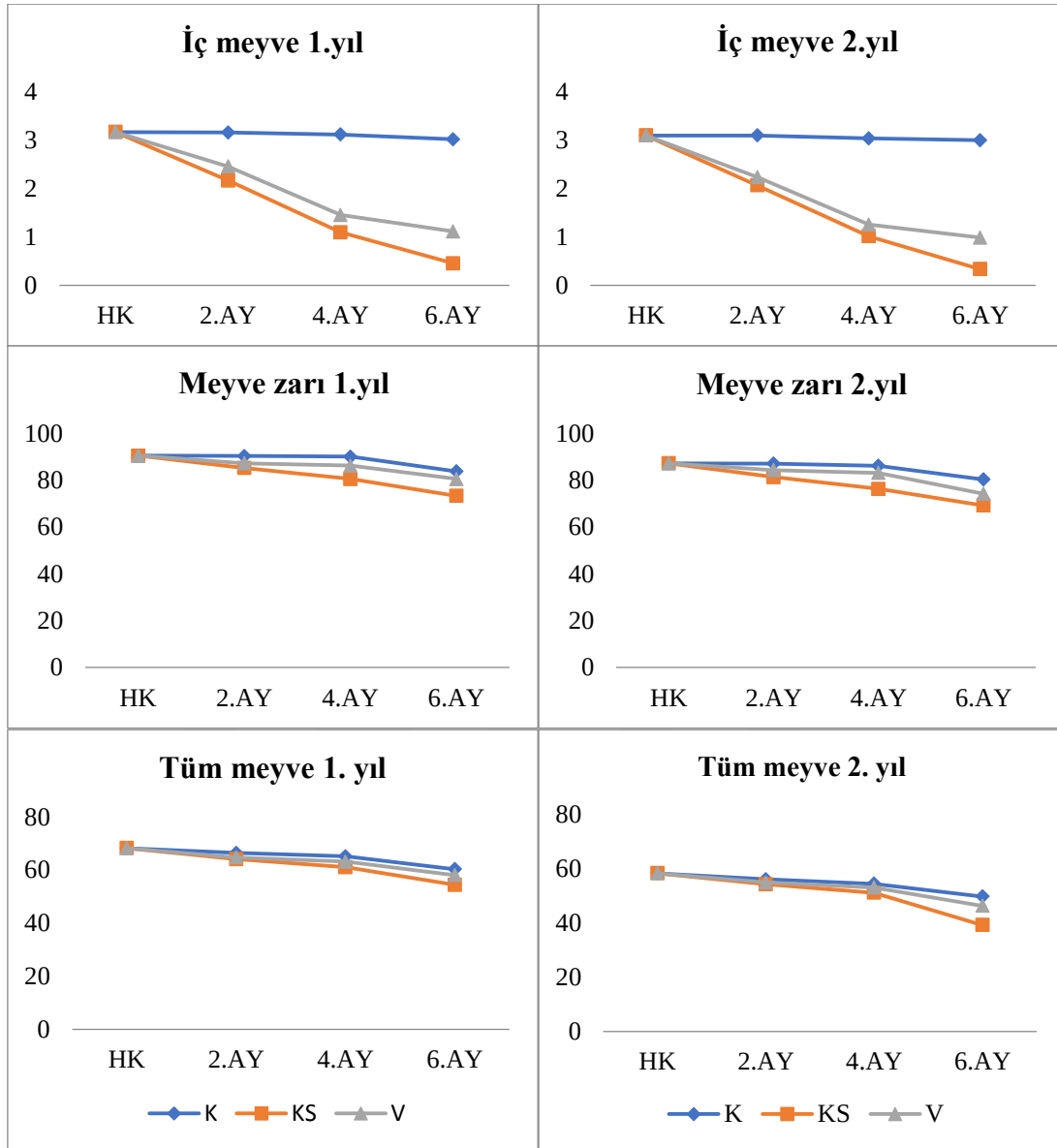
‘Chandler’ ceviz çeşidine ait hasat sonrası muhafaza sürecindeki DPPH değişim miktarları Çizelge 4.9’da sunulmuştur. Muhafaza sürecinde kabuksuz depolanan cevizlerin her zaman diğer yöntemlere nispeten daha düşük DPPH içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Araştırmanın 1. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %11 oranında bir kayıp ile %68,27 den %60,32 ye gerilemiştir. Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde %15 oranında azalma ile %58,13, kabuksuz depolanan cevizlerde %20 azalma oranı ile %54,45 olarak görülmüştür. Denemenin 2. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %15 oranında bir kayıpla %58,23 den %49,65 e gerilemiştir. Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde %21 oranında azalma ile %46,23, kabuksuz depolanan cevizlerde %33 azalma oranı ile %39,16 olarak görülmüştür. Bu gerileme denemenin her iki yılında da benzer azalma grafiği oluşturmuştur (Şekil 4.19).

Çizelge 4.9 ‘Chandler’ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait DPPH miktarları (%)

1. Yıl (2019)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
HK		3,16±0,11a	90,38±0,33a	68,27±0,11a
2 AY	K	3,15±0,09a	90,23±0,23a	66,5±0,17b
	KS	2,16±0,12c	85,16±0,23bc	64,15±0,18cd
	V	2,45±0,09b	87,13±0,43b	64,78±0,12c
4 AY	K	3,11±0,09a	89,98±0,34a	65,2±0,11c
	KS	1,09±0,03e	80,43±0,23d	61,13±0,17e
	V	1,45±0,17d	86,14±0,32b	63,23±0,17d
6 AY	K	3,01±0,06a	83,67±0,43c	60,32±0,9e
	KS	0,45±0,05f	73,21±0,43e	54,45±0,32g
	V	1,11±0,21e	80,45±0,36d	58,13±0,12f
2. Yıl (2020)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
HK		3,09±0,03a	87,16±0,34a	58,23±0,16a
2 AY	K	3,09±0,04a	87,03±0,34a	56,02±0,15b
	KS	2,06±0,04c	81,23±0,43e	54,17±0,09c
	V	2,23±0,05b	84,24±0,12c	54,86±0,05c
4 AY	K	3,03±0,05a	86,11±0,41b	54,36±0,03c
	KS	1,01±0,12e	76,23±0,37g	51,02±0,12e
	V	1,25±0,09d	83,02±0,26	52,98±0,18d
6 AY	K	2,99±0,12a	80,23±0,31f	49,65±0,09f
	KS	0,33±0,09f	69,15±0,34ı	39,16±0,08h
	V	0,98±0,11e	74,16±0,32h	46,23±0,11g

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu (P<0.05)

‘Chandler’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ilişkin yapılan varyans analizi sonucunda tüm meyvedeki DPPH miktarlarının depolama yöntemleri arasındaki farkı aylara göre her iki yılda da istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 4.19 ‘Chandler’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait DPPH değişim oranları (%)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait hasat sonrası muhafaza sürecindeki DPPH değişim miktarları Çizelge 4.10 da sunulmuştur. Muhafaza sürecinde kabuksuz depolanan cevizlerin her zaman diğer yöntemlere nispeten daha düşük DPPH içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Denemenin 1. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %12 oranında bir kayıp ile %64,21 den %56,65 e gerilemiştir. Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde %16 oranında azalma ile %54,16, kabuksuz depolanan cevizlerde %28 azalma oranı ile %46,11 olarak görülmüştür. Denemenin 2. yılında kabuklu depolanan cevizler tüm meyve olarak 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %17 oranında bir kayıp ile %55,48 den %46,34 e gerilemiştir.

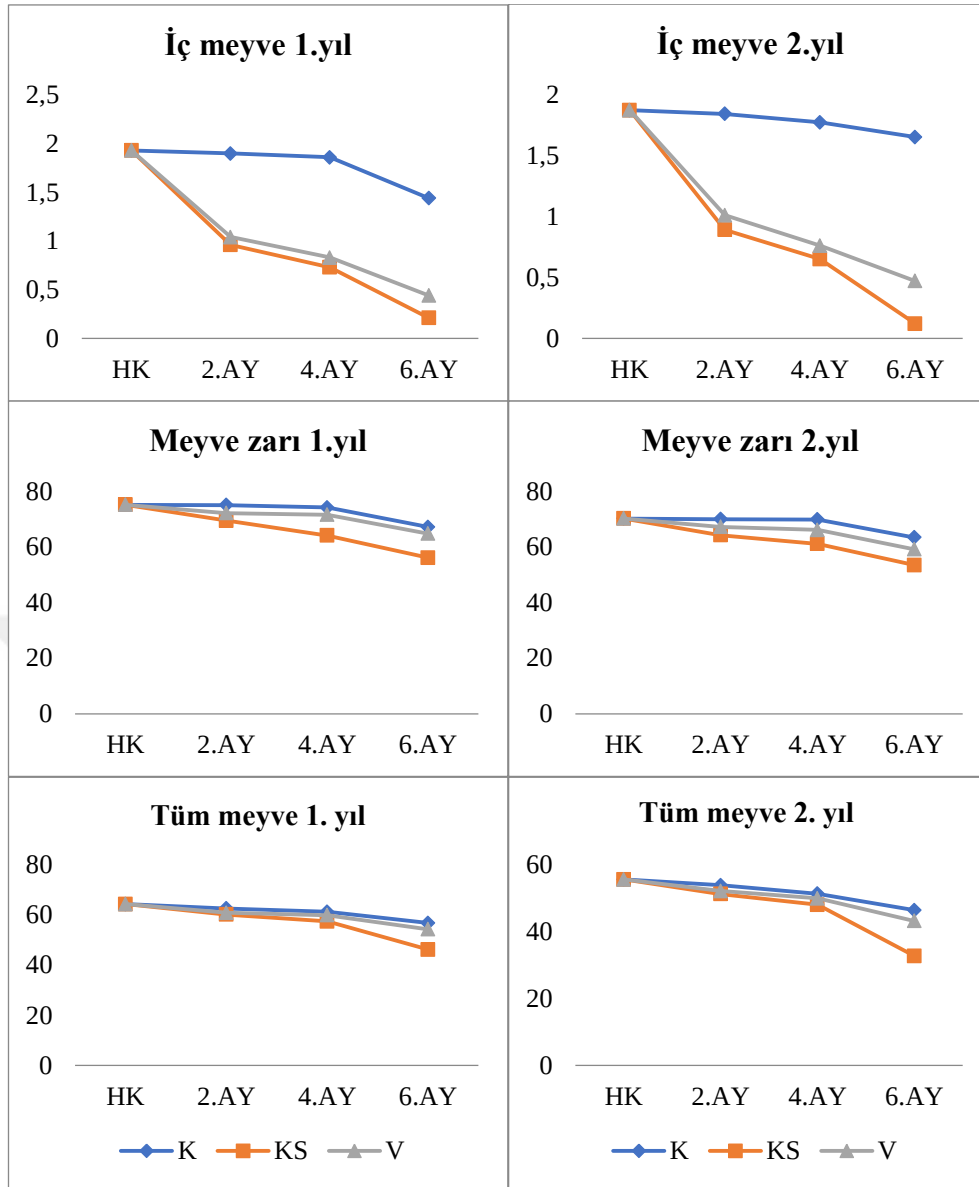
Bu durum vakum ile depolanan cevizlerde %22 oranında azalma ile %43,12, kabuksuz depolanan cevizlerde %41 azalma oranı ile %32,65 olarak görülmüştür. Bu gerileme 2. ay ve 4. ay depolamada daha düşük 6. ay depolamada daha fazla gerçekleşmiştir ve denemenin her iki yılında da benzer azalma grafiği oluşturmuştur (Şekil 4.20).

Çizelge 4.10 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait DPPH miktarları (%)

1. Yıl (2019)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
HK		1,93±0,03a	75,13±0,33a	64,21±0,15a
2 AY	K	1,9±0,03a	75,02±0,45a	62,45±0,34b
	KS	0,96±0,09c	69,43±0,45d	60,04±0,12de
	V	1,04±0,05c	72,16±0,43c	60,76±0,09cd
4 AY	K	1,86±0,11a	74,16±0,34b	61,12±0,12c
	KS	0,73±0,05e	64,13±0,34f	57,32±0,23f
	V	0,83±0,08d	71,56±0,32c	59,78±0,32e
6 AY	K	1,44±0,09b	67,16±0,17e	56,65±0,09f
	KS	0,21±0,07g	56,11±0,23g	46,11±0,09h
	V	0,44±0,09f	64,78±0,42f	54,16±0,12g
2. Yıl (2020)				
		İç meyve	Meyve zarı	Tüm meyve
HK		1,87±0,03a	70,21±0,33a	55,48±0,09a
2 AY	K	1,84±0,04a	70,00±0,12b	53,76±0,17b
	KS	0,89±0,06e	64,23±0,42e	51,16±0,17e
	V	1,01±0,05d	67,21±0,23c	52,04±0,18c
4 AY	K	1,77±0,06b	69,87±0,34b	51,23±0,08d
	KS	0,65±0,04g	61,09±0,23g	47,94±0,12g
	V	0,76±0,03f	66,13±0,28d	49,87±0,23f
6 AY	K	1,65±0,03c	63,43±0,29f	46,34±0,34h
	KS	0,12±0,02ı	53,48±0,09ı	32,65±0,23j
	V	0,47±0,02h	59,13±0,12h	43,12±0,12ı

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu (0<0.05)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ilişkin yapılan varyans analizi sonucunda tüm meyvedeki DPPH miktarlarının depolama yöntemleri arasındaki farkı aylara göre her iki yılda da istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 4.20 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait DPPH değişim oranları (%)

Bu araştırmanın sonuçları göstermektedir ki ışık, nispeten sıcaklık, nem ve oksijen varlığına karşı ceviz kabuğunun fiziksel yapısı ve biyokimyasal içerikleri sayesinde oluşturduğu koruma kalkanı, ceviz meyvelerinde oluşabilecek oksidasyon miktarını azaltmaktadır. Buna paralel olarak da ceviz meyvesindeki antioksidant miktarının düşüş oranı azalmaktadır. Thewes ve ark. (2021) sert kabuklu meyvelerde dış kabuğun, meyve içi ile dış ortamdaki oksijenin sirkülasyonunu minimum seviyede tutan bu sayede muhafaza sürecinde meyve kalitesini koruyan bir bariyer olarak nitelendirmiştir. Vakumlu paketlemenin kabuksuz ceviz meyvelerini oksijen ile temasını minimuma indirmesinden dolayı nispeten oksidasyona karşı koruyucu olabileceği söylenebilir. Maté ve ark., (1996)

ile Ribeiro ve ark., (2020) araştırmalarında oksijen miktarının yüksek seviyelerde olup ceviz yağı ile etkileşime girmesi sonucunda acılaşmaya sebep olabildiğini ayrıca farklı seviyelerdeki oksijen miktarının muhafaza sürecinde kaliteyi etkileyebileceğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada kabuksuz cevizlerin 6. ayın sonunda yapılarındaki antioksidant (DPPH) miktarının yaklaşık tebirini kaybettiği ve bütün depolama yöntemlerinde 6. ayın sonunda toplam antioksidantaki azalış oranının toplam fenol oranı ile benzer olarak ‘Maraş 18’ çeşidine ait cevizlerde daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

4.6 Ceviz eşitlerine Ait Melatonin İçerikleri

Melatonin bitkilerde sirkadiyen düzenleyici, hücre koruyucu, hücre iskeleti modülatörü, büyüme hızlandırıcı ve rizojenez, hücresel genişleme ve antioksidan olarak bazı fizyolojik eylemlerde de yer alabilmektedir (Hernández Ruiz ve ark, 2004, 2005; Hernández -Ruiz ve Arnao, 2008; Arnao ve Hernández-Ruiz, 2007; Van Tassel ve O'Neill, 2001).

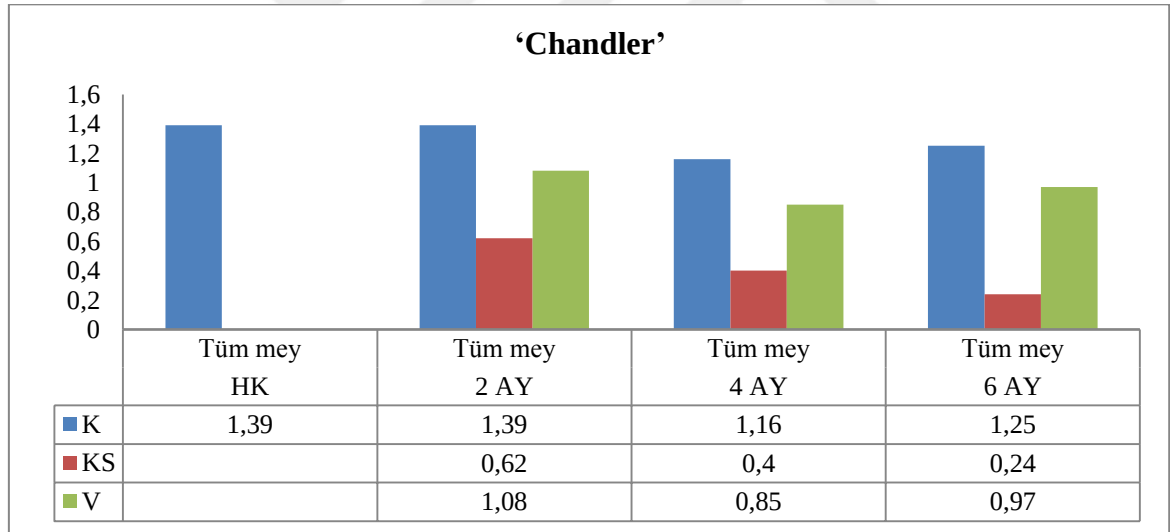
Çeşitlere ait melatonin miktarları izelge 4.11 de sunulmuştur. Kurutmadan sonra ‘Chandler’ceviz çeşitlerine ait meyvelerde melatonin miktarı ortalama $1,39 \text{ ng.g}^{-1}$, ‘Maraş 18’ ceviz çeşitlerine ait meyvelerde melatonin miktarı ortalama $1,21 \text{ ng.g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Farklı birçok bitkide melatonin çalışması mevcuttur. Fakat ceviz ile ilgili çalışma yok denecek kadar azdır. Reiter ve ark. (2005), farklı ceviz çeşitlerde melatonin içeriğinin $3,5 \text{ ng.g}^{-1}$ olduğunu bildirmiştir. Bu değer bizim melatonin değerimizden büyüktür. Fakat çalışmada hangi çeşidin kullanıldığı hakkında bilgi mevcut değildir. Tapia ve ark. (2013) nın farklı ceviz eşitleri ile yaptığı araştırmada Serr: $0,06 \text{ ng.g}^{-1}$, Hartley: $1,77 \text{ ng.g}^{-1}$, ‘Chandler’: $1,37 \text{ ng.g}^{-1}$, Howard: $1,9 \text{ ng.g}^{-1}$ olarak bildirilmiştir ve bu değerler bizim çalışmamızı destekler niteliktedir.

Çizelge 4.11 Ceviz çeşidlerinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait melatonin miktarları (ng.g⁻¹)

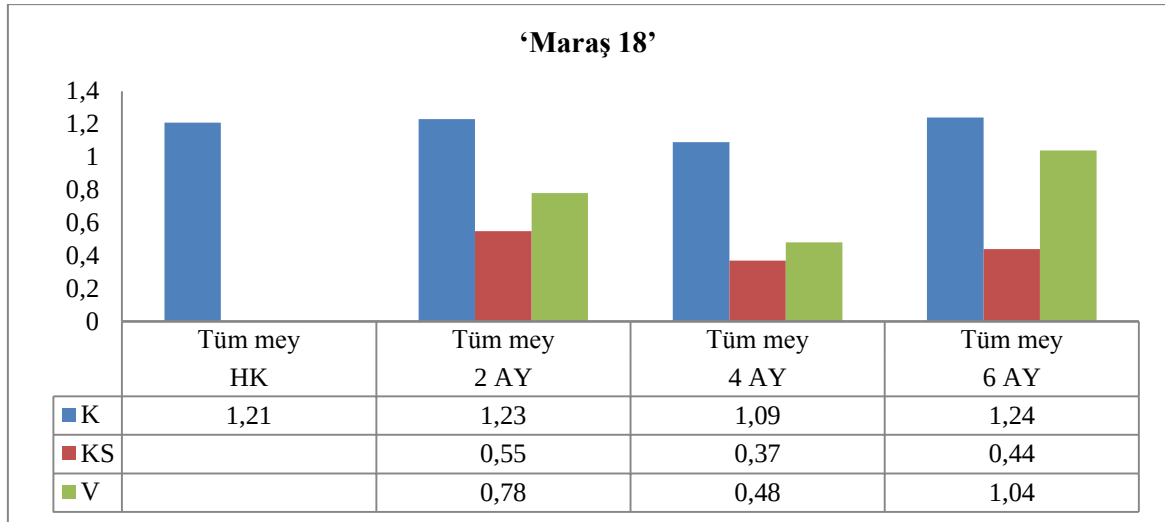
'Chandler'			'Maraş 18'		
		Tüm meyve			Tüm meyve
Hasat kuru		1,39±0,35	Hasat kuru		1,21±0,43
2. AY	K	1,39±0,46	2. AY	K	1,23±0,33
	KS	0,62±0,33		KS	0,55±0,45
	V	1,08±0,52		V	0,78±0,43
4. AY	K	1,16±0,45	4. AY	K	1,09±0,34
	KS	0,40±0,43		KS	0,37±0,35
	V	0,85±0,36		V	0,48±0,45
6. AY	K	1,25±0,34	6. AY	K	1,24±0,48
	KS	0,24±0,45		KS	0,44±0,38
	V	0,97±0,43		V	1,04±0,37

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu (P<0.05)

'Chandler' ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ilişkin yapılan varyans analizi sonucunda tüm meyvedeki peroksit miktarlarının depolama yöntemleri arasındaki farkı aylara göre her iki yılda da istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 4.21 'Chandler' ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecinin 2020 yılına ait melatonin oranları (ng.g⁻¹)



Şekil 4.22 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecinin 2020 yılına ait melatonin oranları (ng.g⁻¹)

Araştırmada belirlenen melatonin miktarlarında aylar arasında tutarlı sonuçlar elde edilememiştir. Melatonin içeriğinin net olarak belirlenebilmesi çok zordur. Melatonin güçlü bir antioksidandır (Tan ve ark., 1993; 2007) ve diğer gıda bileşenleriyle hızla reaksiyona girer. Ekstraksiyon aşamasında melatonin oksidanlar tarafından kolayca yok edilebilir. Çok düşük miktarlarda bulunan melatonin, liflere ve havan gibi kullanılan ekstraksiyon gereçlerine yapışma eğilimi göstererek geri kazanım oranını düşürebilir. (Reiter ve ark, 2005). Ekstrasyon yöntemi ve ekstrasyonda kullanılan kimyasallar melatonin belirlenmesinde büyük farklılıklar oluşturabilir (Tan ve ark, 1993). Genel olarak kırılan ceviz meyveleri (kabuksuz ve vakum) bütün dönemlerde kabuklu cevizlere oranla nispeten daha düşük melatonin göstermiştir. Yine bu araştırmada kabuksuz cevizlerin kabuklu cevizlere oranla daha fazla yağ asidi (PUFA, MUFA) azalışı gösterip peroksit miktarının daha fazla arttığı gözlemlenmiştir. Kabuksuz cevizlerde oluşan bu daha yüksek oksidlenme miktarı antioksidanların daha fazla etkileşime girip azalmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Nitekim melatonin güçlü bir serbest radikal süpürücü ve geniş spektrumlu antioksidandır ve antioksidan vitaminlerin etkinliğini güçlendirir (Hardeland ve Perumal, 2005). Ayrıca melatonin güneş ışığına veya foto-oksidasyonu destekleyen UV ışığına duyarlıdır (Murch ve ark., 2000; Tan ve ark., 2007) ve bu duyarlılığın kabuksuz cevizlerdeki melatonin azalması ile doğrudan ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada ‘Chandler’ ceviz çeşidinde ‘Maraş 18’ ceviz çeşidine göre daha fazla melatonin elde edilmiştir. Enzim etkisinin zayıf olduğu, PUFA içeriği yüksek (kolay

oksitlenir), uykuda olan bir sistem olan tohumlarda yüksek miktarda ki antioksidan koruması için melatonin gibi düşük moleküler ağırlıklı antioksidanlar avantajlıdır (Manchester ve ark., 2000; Reiter ve ark., 2005). Bu yüksek PUFA içeriğine sahip çeşidin aynı zamanda daha yüksek melatonin içerebileceği (ve tokoferol içeriği) yorumu ile çalışmamızın sonuçları uyumludur.

4.7. Ceviz Çeşitlerinin Peroksit İçerikleri (meq O².kg⁻¹ yağ)

Ceviz yağlarının depolanma sırasında oksijenin, sıcaklığın, ışığın etkisiyle bozulmaları söz konusudur. Peroksit değeri yağlarda oksidasyon derecesinin birinci kademesini gösteren bir parametredir ve yağların bozulma (acılaşma, renk, koku gibi) durumlarının tespiti için uygulanır. Bunun yanında peroksit değerinin duyu kalite ile ilişkilendirilmemektedir.

‘Chandler’ceviz çeşidine ait hasat sonrası muhafaza sürecindeki peroksit (meq O².kg⁻¹ yağ) değişim değerleri Çizelge 4.12 de sunulmuştur. Kurutma sonrası ‘Chandler’ çeşidine ait meyvelerde yıllara göre sırası ile 0,21 ve 0,28 meq O².kg⁻¹ peroksit değeri ölçülmüştür. Martínez ve Maestri (2008) ile Martínez ve ark. (2013) bazı ceviz çeşitleri (Franquette, Chandler, Hartley, Lara, Serr, Tulare, Sorrento) ile yaptıkları çalışmada peroksit miktarını 0,05-0,55 meq O². kg⁻¹ yağ aralığında bulduklarını rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

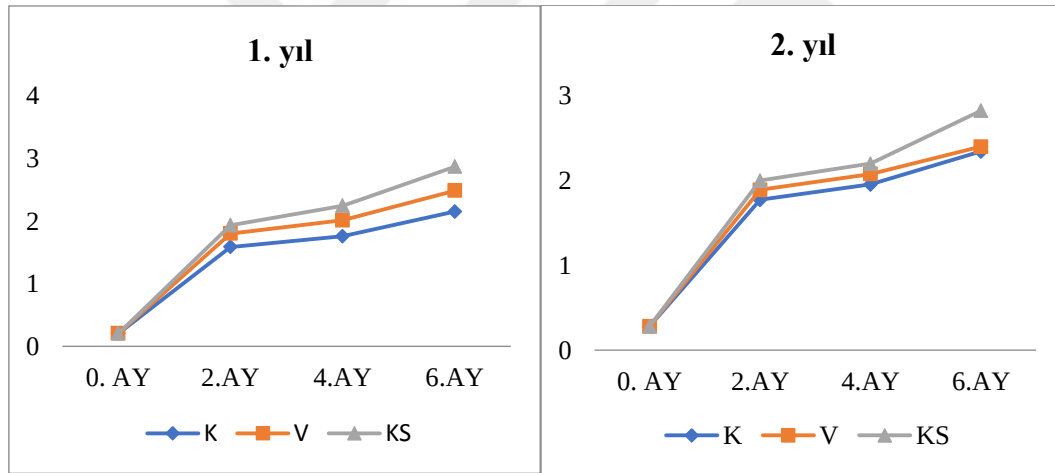
Çizelge 4.12 incelendiğinde kabuksuz depolanan cevizler 1. yıl denemede 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %92 lik bir artışla 0,21 meq O².kg⁻¹ yağ dan 2,87 meq O².kg⁻¹ yağ a yükselmiştir. Bu durum kabuklu depolanan cevizlerde %90 artış oranı ile 2,15 meq O².kg⁻¹ yağ iken vakum ile depolanan cevizlerde %91 artış oranı ile 2,49 meq O².kg⁻¹ yağ olarak ölçülmüştür. Kabuksuz depolanan cevizler 2. yıl denemede 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla %90 lık bir artışla 0,28 meq O².kg⁻¹ yağ dan 2,82 meq O².kg⁻¹ yağ a yükselmiştir. Bu durum kabuklu depolanan cevizlerde %88 artış oranı ile 2,34 meq O².kg⁻¹ yağ iken vakum ile depolanan cevizlerde %89 artış oranı ile 2,40 meq O².kg⁻¹ yağ olarak ölçülmüştür. Bu artış denemenin her iki yılında da hemen hemen benzer bir yükseliş grafiği oluşturmuştur (Şekil 4.32). Analiz sonuçları incelendiğinde, kabuksuz depolanan cevizlerin nispeten diğer yöntemlerden daha fazla peroksit miktarının artışına neden olduğu görülmektedir. Bu durum istatistiki olarak önemli görülsede farklılıkların çok küçük değerlerde olmasından dolayı üç farklı depolama yönteminin farklı muhafaza

sürecindeki ceviz peroksit ($\text{meq O}^2.\text{kg}^{-1}$ yağ) değerlerindeki etkileri önemsiz kabul edilmiştir.

Çizelge 4.12 ‘Chandler’ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait peroksit miktarları ($\text{meq O}^2.\text{kg}^{-1}$ yağ)

1. Yıl (2019)			2. Yıl (2020)		
Muhafaza süresi		Tüm meyve	Muhafaza süresi		Tüm meyve
HK		0,21±0,12ı	HK		0,28±0,11j
2. AY	K	1,59±0,11h	2. AY	K	1,77±0,09ı
	KS	1,94±0,16f		KS	2,00±0,08f
	V	1,80±0,17g		V	1,89±0,11h
4. AY	K	1,76±0,16g	4. AY	K	1,95±0,12g
	KS	2,25±0,11c		KS	2,19±0,17d
	V	2,02±0,17e		V	2,07±0,17e
6. AY	K	2,15±0,15d	6. AY	K	2,34±0,23c
	KS	2,87±0,12a		KS	2,82±0,24a
	V	2,49±0,08b		V	2,40±0,15b

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu



Şekil 4.23 ‘Chandler’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait tüm meyvedeki peroksit değişim oranı ($\text{meq O}^2.\text{kg}^{-1}$ yağ)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait hasat sonrası muhafaza sürecindeki peroksit ($\text{meq O}^2.\text{kg}^{-1}$ yağ) değişim değerleri Çizelge 4.13 de sunulmuştur. Kurutma sonrası ‘Maraş 18’ çeşidine ait meyvelerde yıllara göre sırası ile 1,13 ve 1,27 $\text{meq O}^2.\text{kg}^{-1}$ peroksit değeri ölçülmüştür. Kabuksuz depolanan cevizler 1. yıl denemede 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla ortalama %70 artış ile 1,13 $\text{meq O}^2.\text{kg}^{-1}$ yağ dan 3,78 $\text{meq O}^2.\text{kg}^{-1}$ yağ a yükselmiştir. Bu durum kabuklu depolanan cevizlerde %63 artış oranı ile 3,12 $\text{meq O}^2.\text{kg}^{-1}$ yağ iken vakum ile depolanan cevizlerde %65 artış oranı ile 3,29 $\text{meq O}^2.\text{kg}^{-1}$ yağ olarak ölçülmüştür. Kabuksuz depolanan cevizler 2. yıl denemede 6. ayın sonunda başlangıç

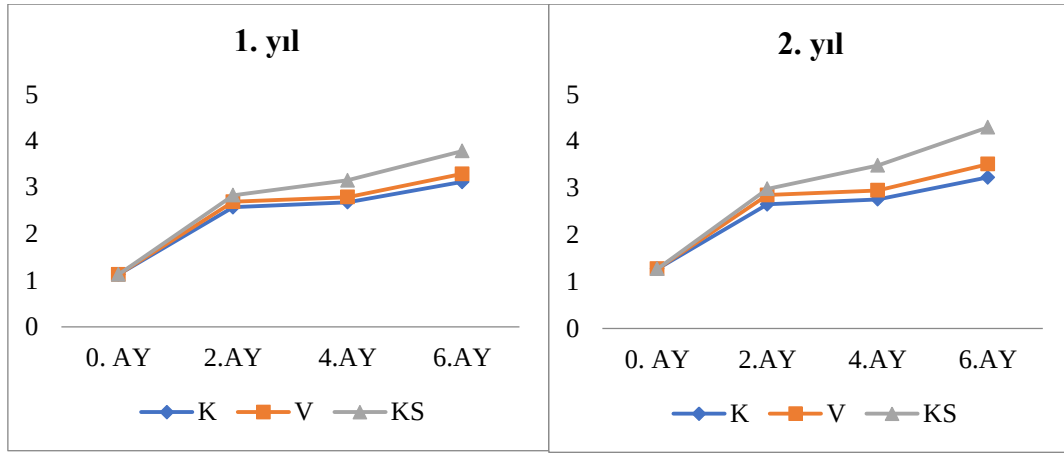
miktarına oranla ortalama %70 artış ile 1,27 meq O².kg⁻¹ yağ dan 4,29 meq O².kg⁻¹ yağ a yükselmiştir. Bu durum kabuklu depolanan cevizlerde %60 artış oranı ile 3,22 meq O².kg⁻¹ yağ iken vakum ile depolanan cevizlerde %63 artış oranı ile 3,51 meq O².kg⁻¹ yağ olarak ölçülmüştür. Analiz sonuçları incelendiğinde, üç farklı depolama yönteminin farklı muhafaza sürecindeki ceviz peroksit (meq O².kg⁻¹ yağ) değerlerindeki etkileri ‘Chandler’ ceviz çeşitlerine benzer olarak önemsiz bulunmuştur. Muhafaza sürecinde kabuksuz depolanan cevizlerin diğer yöntemlerden nispeten fazla peroksit miktarının artışına neden olduğu görülmüştür. Sert kabuklu meyveler ile daha önce yapılan bazı çalışmalarda da araştırmacılar farklı depolama yöntemleri denemiş ve çalışmanın sonucunda farklı metodla depolamanın peroksit miktarında önemli bir farklılık oluşturmadığını rapor etmişlerdir. (García-Pascual ve ark. 2003; Sanchez-Bel ve ark., 2011).

Çizelge 4.13 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ait peroksit miktarları (meq O².kg⁻¹yağ)

1. Yıl (2019)			2. Yıl (2020)		
Muhafaza süresi		Tüm meyve	Muhafaza süresi		Tüm meyve
HK		1,13±0,02g	HK		1,27±0,02g
2. AY	K	2,57±0,12f	2. AY	K	2,65±0,12h
	KS	2,83±0,22d		KS	2,98±0,11d
	V	2,69±0,16e		V	2,85±0,15f
4. AY	K	2,68±0,12ef	4. AY	K	2,76±0,16g
	KS	3,15±0,23c		KS	3,48±0,22b
	V	2,79±0,11de		V	2,95±0,23e
6. AY	K	3,12±0,12c	6. AY	K	3,22±0,15c
	KS	3,78±0,15a		KS	4,29±0,22a
	V	3,29±0,15b		V	3,51±0,23b

K: Kabuklu KS: Kabuksuz V: Kabuksuz olarak vakumlu (P<0.05)

‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde hasat sonrası muhafaza sürecine ilişkin yapılan varyans analizi sonucunda tüm meyvedeki peroksit miktarlarının depolama yöntemleri arasındaki farkı aylara göre her iki yılda da istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 4.24 ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin hasat sonrası muhafaza sürecine ait tüm meyvedeki peroksit değişim oranı (meq O₂.kg⁻¹ yağ)

Araştırmada her iki ceviz çeşidinin peroksit miktarı muhafaza sürecinde farklı dalgalanmalar göstermiş olsada 6. ayın sonunda başlangıç miktarına oranla artış göstermiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada 12 ay boyunca depolanan ceviz genotiplerine ait peroksit miktarlarının 10 °C ve 20 °C’de depolanan cevizlerde değişmediği 30 °C’de muhafaza edilen cevizlerde dalgalanarak artış gösterdiği bildirilmiştir (Bakkalbaşı ve ark., 2012).

Araştırmada hasat sonrası kurutulan ‘Maraş 18’ ceviz çeşitlerinin yıllara göre peroksit değeri (1,13-1,27 meq O₂.kg⁻¹ yağ) ‘Chandler’ceviz çeşidinin peroksit değerine (0,21-0,28 meq O₂.kg⁻¹) göre daha yüksek görülmüştür. Bununla birlikte ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde 6. ay sonunda tüm depolama yöntemlerinde ‘Chandler’ceviz çeşidine göre daha fazla peroksit değerlerine ulaşmıştır. Fakat Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13 incelendiğinde ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin depolama yöntemlerinin (kabuklu: % 63-60 kabuksuz: % 70-70 ve vakum: % 65-63) tümünde ‘Chandler’ ceviz çeşidine göre (kabuklu: % 90-88 kabuksuz: % 92-90 ve vakum: % 91-89) daha az peroksit değeri yükseliş oranı sergilediği anlaşılmaktadır. Bu tablo kurutma esnasında oluşan peroksit oluşum hızının ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinde ‘Chandler’ ceviz çeşidine oranla daha yüksek, parçalanma hızının ise daha düşük olduğunu göstermektedir. Cevizin yüksek doğal antioksidan (ör. E vitamini) içeriğinin, yüksek depolama stabilitesi elde etmede önemli bir rol oynaması muhtemeldir (Savage ve ark., 1998). Bu araştırma için de kurutma esnasında oluşabilecek oksidasyon miktarını engellemede tokoferollerin önemli rol üstlendiklerini söyleyebiliriz. Çünkü bu çalışmada kurutma işlemi öncesi ‘Chandler’ceviz çeşitleri hasat yaşı döneminde (445,85

$\mu\text{g.g}^{-1}$, 370,89 $\mu\text{g.g}^{-1}$) ‘Maraş 18’ ceviz çeşitlerine (339,14 $\mu\text{g.g}^{-1}$, 302,62 $\mu\text{g.g}^{-1}$) oranla daha fazla tokoferol içerdiğini göstermiştir

Ceviz depolaması ve peroksit değeri ile ilgili az sayıda çalışma bulunmasından kaynaklı verilerimizi tam olarak yerleştireceğimiz bir resim mevcut değildir. Peroksit değerinin ceviz kalitesi ile ilgili ilişkisini anlamak için özellikle çeşit bazında daha fazla analitik belirlemeye ihtiyaç vardır. Bunun yanında Gadani ve ark. (2017) peroksit miktarı açısından oksidlenme oranını sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre 1-5 meq $\text{O}^2.\text{kg}^{-1}$ yağ aralığı düşük oksidasyon miktarı, 5-10 meq $\text{O}^2.\text{kg}^{-1}$ yağ aralığı orta oksidasyon miktarı, 10 meq $\text{O}^2.\text{kg}^{-1}$ yağ üzerindeki değerleri ise yüksek oksidasyon miktarını temsil etmektedir. Bu sınıflandırmaya göre çalışmamızdaki her iki ceviz çeşidi de bütün depolama yöntemlerinde düşük oksidasyon göstermiştir.

Bu çalışma için kurutularak değerlendirilen ceviz çeşitlerinden ‘Maraş 18’ her ne kadar depolama süresince oransal olarak daha az peroksit miktarı göstereceği ‘Chandler’ceviz çeşidinin daha düşük peroksit miktarına sahip olduğu dolayısıyla daha az oksitlenme gösterdiği anlaşılmaktadır.

Depolama yöntemlerinden vakumlu paketlenme ceviz için oksijen ile temasını minimuma indirdiği için belli bir düzeye kadar koruma sağlayabilsede ceviz sert kabuğu, ceviz meyvelerinin kalitesi için en önemli doğal koruyucudur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ‘Chandler’ ve ‘Maraş 18’ çeşitlerine ait meyvelerde bazı kimyasal bileşenlerin meyve zarındaki ve iç meyvedeki miktarları, iç dolum, hasat yaş ve hasat kuru dönemlerde araştırılmıştır. Araştırmaya ek olarak hasat sonrası kurutulan cevizler kabuklu, kabuksuz ve kabuksuz şekilde vakumlanarak üç farklı yöntem ile altı ay depolanmıştır. Depolamanın iki, dört ve altıncı aylarında yapılan bazı analizler ile depolama sürecinde oluşabilecek kimyasal bileşen farklılıkları incelenmiştir. Ayrıca meyvelerinin peroksit ve melatonin içeriği tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma ile ulaşılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur:

1) Araştırmada her iki ceviz çeşidine ait meyvelerde, iç dolum döneminden hasat yaş döneme geçiş sürecinde ortalama %100 oranında toplam yağ artışı olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemdeki sulama, gübreleme ya da çevresel etmenler, oluşacak yağ miktarını beraberinde ceviz iç dolumunu, lezzeti, besin miktarını kısacası ceviz kalitesini önemli derecede etkileyecektir.

2) Araştırma her iki ceviz çeşidi için palmitik, stearik ve linolenik yağ asidlerinin oransal olarak meyve zarında daha fazla bulunduğunu buna karşın oleik ve linoleik yağ asidlerinin iç meyvede daha fazla olduğunu göstermiştir.

Analizler sunucunda kurutma işleminden sonra ‘Chandler’ çeşidinin daha fazla miktarda (linoleik, linolenik) PUFA’lar içerdiği, ‘Maraş 18’ çeşidinin ise daha fazla (oleik) MUFA’lar içerdiği belirlenmiştir

3) Araştırmada hem iç meyvede hemde meyve zarında ‘Maraş 18’ ceviz çeşidinin ‘Chandler’ceviz çeşidinden nispeten daha fazla protein içerdiği görülmüştür. Ayrıca her iki ceviz çeşidinde de iç meyvenin meyve zarından daha fazla protein içerdiği görülmüştür.

Bu araştırmaya göre ‘Maraş 18’ hem yüksek oranda oleik yağ asidine hem de yüksek oranda protein içeriğine sahip olması ile diyet programlarına dahil edilecek ideal bir gıda olarak tavsiye edilebilir.

4) Araştırmada tüm dönemlerde ortalama toplam fenol miktarının ‘Maraş 18’ çeşidinde daha fazla iken toplam tokoferol miktarının ‘Chandler’ çeşidinde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca her iki ceviz çeşidinde de bütün dönemlerde meyve zarının iç meyveden çok daha fazla tokoferol ve toplam fenol içerdiği tespit edilmiştir.

Kurutma işleminden sonra oransal olarak toplam tokoferol ve toplam fenol kaybının ‘Chandler’ çeşidinde ‘Maraş 18’e göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun ‘Chandler’ çeşidinin yüksek oranda PUFA içeriğinden kaynaklandığı özellikle de meyve zarında yüksek oranda bulunan ve sıcaklıktan çok fazla etkilenme eğilimine sahip olan linolenik yağ asidinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmada depolama süresi boyunca toplam tokoferol ve toplam fenol miktarında sürekli bir azalış görülmüştür. Bu durumun tüm depolama yöntemlerinde 6. ayın sonunda ‘Maraş 18’ çeşidine ait meyvelerde ‘Chandler’a göre oransal olarak daha fazla olduğu saptanmıştır.

5) Araştırmada her iki ceviz çeşidinde de bütün dönemlerde meyve zarının iç meyveden çok daha fazla toplam antioksidant (DPPH) içerdiği, hasat kuru dönemde ‘Chandler’ ceviz çeşidine ait meyvelerin ‘Maraş 18’e nispeten daha fazla antioksidant (DPPH) içerdiği görülmüştür.

Depolama süresince toplam antioksidan (DPPH) miktarlarında periyodik bir azalışın olduğu ve bütün depolama yöntemlerinde 6. ayın sonunda ‘Maraş 18’ çeşidine ait meyvelerin ‘Chandler’ a göre daha fazla azalış oranı gösterdiği belirlenmiştir.

6) Bu çalışmaya göre hasat kuru dönemde ‘Maraş 18’ ceviz çeşidine ait meyvelerin ‘Chandler’a nispeten daha yüksek peroksit değeri içerdiği görülmüştür.

Depolamanın altıncı ayında ‘Maraş 18’ çeşidine ait meyvelerin ‘Chandler’a göre daha yüksek peroksit değerlerine ulaştığı, bu yükselişin özellikle cevizlerin kurutma aşamasından kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Çünkü ‘Maraş 18’ çeşidine ait meyveler depolama sürecinde ‘Chandler’a göre daha düşük oranlarda peroksit artışı sergilemiştir.

7) DPPH ve melatonin miktarları yönünden çeşitler (‘Maraş 18’ ve ‘Chandler’) arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Depolama süresince genel olarak melatonin miktarında bir düşüş gözlemlenmesine karşın aylar arasında tam olarak tutarlı sonuçlar elde edilememiştir.

Genel olarak kırılan ceviz meyveleri (kabuksuz ve vakumlu paketlenme) bütün dönemlerde kabuklu cevizlere oranla daha düşük melatonin miktarı göstermiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgulardan biri de ceviz meyve zarının yüksek tokoferol ve fenol içeriği sayesinde farmakolojik açıdan değerli bir ürün olduğunun ortaya konmasıdır.

‘Chandler’ çeşidine ait meyvelerin ‘Maraş 18’ e göre depolamanın 6. ayının sonunda daha az miktarda peroksit içermesi ile depolama süresince daha az oranlarda toplam fenol, toplam tokoferol ve antioksidan (DPPH) kaybı sergilemesi bu çeşidin daha kararlı bir yapıya sahip olabileceğini göstermiştir. Bu durumun toplam yağ miktarı ile ilgili olduğu ve ‘Chandler’ eşidinin ‘Maraş 18’ çeşidine göre daha uzun bir raf ömrüne sahip olabileceğini ihtimalini yükseltmektedir.

Mevcut durumda bu çalışma göstermiştir ki ceviz meyvelerinin raf ömrü açısından en iyi metodun uygun ortamlarda olmak üzere kabuklu olarak muhafaza edilmesidir.

Araştırmada rnlerin oksijenle temasını azaltan vakumlu paketlemenin karmaşık oksidatif reaksiyonların engellenmesinde kabuklu depolama tekniği kadar etkili olamadığı belirlenmiştir. Bu sonuca göre meyve zarının koruyucu bariyer etkisinin zar bütünlüğünün bozulması ile azaldığı söylenebilir.

Ceviz meyvelerinin raf ömrü yönünden, kabuklu olarak muhafaza edilmesine bir alternatif olarak ceviz i meyvelerin i zarı parçalanmadan bir bütün olarak sert kabuktan çıkartılıp vakumlu paket olarak muhafaza edilmesi üzerinde çalışma yapılabilir. Bu durum ceviz i meyvesinin pratik olarak daha etkin kullanılması yanında muhafaza şartları yönünden daha avantajlı olabilir.

KAYNAKLAR

- Abbey, M., Noaks, M., Belling, G. B., Nestel, P. J. (1994). Partial replacement of saturated fatty acids with almonds or walnuts lowers total plasmaA1:A153 cholesterol and low-density-lipoprotein cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.* 59:995–999.
- Abdel-Wahab, B. F., Abdel-Latif, E., Mohamed, H. A., Awad, G. E. A. (2012). Design and synthesis of new 4-pyrazolin-3-yl-1,2,3-triazoles and 1,2,3-triazol-4-yl-pyrazolin-1-ylthiazoles as potential antimicrobial agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 52, 263–268.
- Akbari,V., Jamei, R., Heidari, R., Esfahlan,J. (2012). Antiradical activity of different parts of walnut (*Juglans regia* L.) fruit as a function of genotype. *Food Chemisrty* 135:2404-2410.
- Albu, S., Joyce, E., Paniwnyk, L., Lorimer, J. P., Mason, T. J. (2004). Potential for the use of ultrasound in the extraction of antioxidants from *Rosmarinus officinalis* for the food and pharmaceutical industry. *Ultrasonics sonochemistry*, 11(3-4), 261-265.
- Al-Mahmood, A. A., Shu, L., Kim, H., Ramirez, C., Pung, D., Guo, Y., Kong, A. N. T. (2016). [www. jcps. ac. cn](http://www.jcps.ac.cn).
- Altiner, A., Atalay, H., Bilal, T. (2017). Bir Antioksidan Olarak E Vitamini. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi* 2146-9601.
- Amaral, J. S., Casal, S., Oliveira, B. P., Seabra, R. M. (2005). Development and evaluation of a normal phase liquid chromatographic method for the determination of tocopherols and tocotrienols in walnuts. *Journal of liquid chromatography and related technologies*, 28(5), 785-795.
- Amaral, J. S., Casal, S., Pereira, J. A., Seabra, R. M., Oliveira, B. P. P. (2003). Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* l.) cultivars grown in portuga, *J. Agric. Food Chem.* 51, 7698–7702.
- Ames, B. N. (1983). Dietary carcinogens and anticarcinogens. oxygen radicals and degenerative diseases. *Science* 221:1256–1264.

- Anjum, S., Gani, A., Ahmad, M., Shah, A., Masoodi, F., Shah, Y. and Gani, A. (2017). Antioxidant and antiproliferative activity of walnut extract (*Juglans regia* L.) processed by different methods and identification of compounds using GC/MS and LC/MS technique. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1).
- Anon.,(1991). California Walnuts—The Versatile Nut, *Eur. Food Drink Rev.* 121:123–125.
- Anonymous, 2022. <http://www.fao.org>
- Anusha, M. B., Shivanna, N., Kumar, G. P., Anilakumar, K. R. (2018). Efficiency of selected food ingredients on protein efficiency ratio, glycemic index and in vitro digestive properties. *Journal of food science and technology*, 55(5), 1913-1921.
- AOAC (1990). (Association of Official Analytical Chemists). Official methods of analysis.
- AOAC (2000). Official Methods of Analysis (18th ed.), Association of Official Analysis Chemists, Washington D.C.
- Arab, L., Ang, A. (2015). A cross sectional study of the association between walnut consumption and cognitive function among adult US populations represented in NHANES. *The journal of nutrition, health and aging*, 19(3), 284-290.
- Arnao, M. B., Hernández-Ruiz, J. (2007). Melatonin promotes adventitious and lateral root regeneration in etiolated hypocotyls of *Lupinus albus* L. *J Pineal Res* 42: 147–152.
- Arnao M. B., Hernández-Ruiz, J. (2007). Melatonin in plants: more studies are necessary. *Plant Signaling and Behavior*, 2(5), 381-382.
- Arnao, M. B., Hernández- Ruiz, J. (2009). Chemical stress by different agents affects the melatonin content of barley roots. *Journal of Pineal Research*, 46(3), 295-299.
- Bae, M. (2003). Troglitazone but not rosiglitazone induces G1 cell cycle arrest and apoptosis in human and rat hepatoma cell lines. *Toxicology Letters*, 139, 67–75.
- Bakkalbaşı, E., Yılmaz, Ö. M., Artık, N. (2010). Türkiye’de yetiştirilen yerli bazı ceviz çeşitlerinin fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşenleri. *Akademik Gıda*, 8(1), 6-12.

- Bakkalbaşı, E., Yılmaz, Ö. M., Javidipour, I., Artık, N. (2012). Effects of packaging materials, storage conditions and variety on oxidative stability of shelled walnuts. *LWT Food Sci. Technol.*, 46(1), 203-209.
- Ballistreri, G., Arena, E., Fallico, B. (2009). Influence of ripeness and drying process on the polyphenols and tocopherols of *Pistacia vera* L. *Molecules*, 14(11), 4358-4369.
- Barret, J. (2004). Walnut Creek.
- Barriuso, B., Astiasarán, I., Ansorena, D. (2013). A review of analytical methods measuring lipid oxidation status in foods: a challenging task. *European food research and technology*, 236(1), 1-15.
- Bastani, R., Rahemi, M., Mafoonzad, N., Zareifard, M. R. (2010). Study of the effect of two different edible coatings on walnut kernel shelf life, CIGR XVIIth World Congress – Québec City, Canada.
- Berlin, E., Bhathena, S. J., Judd, J. T., Nair, P. P., Peters, R. C., Bhagavan, H. N., Taylor, P. R. (1992). Omega- 3 Fatty Acid Supplementation Stimulates α - Tocopherol Incorporation in Erythrocyte Membranes in Adult Men. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 669(1), 322-324.
- Beyhan, O. E., Kaya, I., Sen, S. M., Dogan, M. (1995). Fatty acids composition of walnut (*juglans regia* l.) types selected in darende. *Ibid.* 19:299–302.
- Beyhan, O., Ozcan, A., Ozcan, H., Kafkas, N. E., Sutyemez, M., Ercişli, S. (2017). Fat, fatty acids and tocopherol content of several walnut genotypes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 45(2).
- Bhagavan, H. N., Nair, P. P. (1992). Antioxidants in fats. In: *Fatty acids in foods and their health implications*. Chow Ching Kuang Ed. Marcel Dekker, pp. 329-336.
- Bolling, B. W., Chen, C. Y. O., McKay, D. L., Blumberg, J. B. (2011). Tree nut phytochemicals: Composition, antioxidant capacity, bioactivity, impact factors. A systematic review of almonds, Brazils, cashews, hazelnuts, macadamias, pecans, pine nuts, pistachios and walnuts. *Nutrition Research Reviews*, 24(02), 244–275.

- Boschin, G., Arnoldi, A. (2011). Legumes are valuable sources of tocopherols. *Food Chem* 127: 1199-1203.
- Brawner, S.A., Warmund, M. R. (2008). Husk softening and kernel characteristics of three black walnut cultivars at successive harvest dates. *HortScience* 43:691–695.
- Bubenik, G. A. (2002). Gastrointestinal melatonin: localization, function, and clinical relevance. *Digestive diseases and sciences*, 47(10), 2336-2348.
- Buscemi, N., Vandermeer, B., Hooton, N., Pandya, R., Tjosvold, L., Hartling, L. (2005). The efficacy and safety of exogenous melatonin for primary sleep disorders a meta-analysis. *Journal of General Internal Medicine* 20 (12), 1151-1158.
- Byerley, L. O., Samuelson, D., Blanchard IV, E., Luo, M., Lorenzen, B. N., Banks, S., Taylor, C. M. (2017). Changes in the gut microbial communities following addition of walnuts to the diet. *The Journal of nutritional biochemistry*, 48, 94-102.
- Carvalho, M., Ferreira, P. J., Mendes, V. S., Silva, R., Pereira, J. A., Jeronimo, C., Silva, B. M. (2010). Human cancer cell antiproliferative and antioxidant activities of *Juglans regia* L. *Food Chem. Toxicol.* 48(1), 441–447.
- Chaiyasit, W., Elias, R. J., McClements, D. J., Decker, E. A. (2007). Role of physical structures in bulk oils on lipid oxidation. *Critical reviews in food science and nutrition*. 47(3), 299-317.
- Chatrabnous, N., Yazdani, N., Vahdati, K. (2018). Determination of nutritional value and oxidative stability of fresh walnut. *Journal of Nuts*, 9(1), 11-20.
- Choe, E., Min, D. B. (2006). Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 5(4), 169-186.
- Choi, Y., Abdelmegeed, M. A., Akbar, M., Song, B. J. (2016). Dietary walnut reduces hepatic triglyceride content in high-fat-fed mice via modulation of hepatic fatty acid metabolism and adipose tissue inflammation. *The Journal of nutritional biochemistry*, 30, 116-125.

- Christopoulos, M. V., Tsantili, E. (2012). Storage of fresh walnuts (*Juglans regia* L.) Low temperature and phenolic compounds. *Postharvest Biology and Technology*, 73, 80-88.
- Colaric, M., Veberic, R., Solar, A., Hudina, M., Stampar, F. (2005). Phenolic acids, syringaldehyde, and juglone in fruits of different cultivars of *Juglans regia* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(16), 6390–6396.
- Coupland, J. N., McClements, D. J. (1996). Lipid oxidation in food emulsions. *Trends in Food Science and Technology*, 7(3), 83-91.
- ristofori, V., Bertazza, G. and Bignami, C. (2015). Changes in kernel chemical composition during nut development of three Italian hazelnut cultivars. *Fruits*, 70(5), 311–322.
- Cristofori, V., Bertazza, G., Bignami, C. (2015). Changes in kernel chemical composition during nut development of three Italian hazelnut cultivars. *Fruits*, 70(5): 311-322.
- Cunnane, S. C., Ganguli, S., Menard, C., Liede, A. C., Hamadeh, M. J., Chen, Z., Wolever, T. M. S., Jerkins, D. J. A. (1993). High α -linolenic acid flaxseed (*linum usitatissimum*): some nutritional properties in humans, *Br. J. Nut.* 62:433–453.
- Damaso, H. M., Antonio, P. G., Isabel M. M. (2001). A rapid spectrophotometric method for the determination of peroxide value in food lipids with high carotenoid content, *JAACS*, Vol. 78, no. 11.
- Deckelbaum, R. J., Torrejon, C. (2012). The omega-3 fatty acid nutritional landscape: health benefits and sources. *The Journal of nutrition*, 142(3), 587S-591S.
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., Lorenzo, J. M. (2019). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 429.
- Donis-González, I. R., Bergman, S. M., Sideli, G. M., Slaughter, D. C., Crisosto, C. H. (2020). Color vision system to assess English walnut (*Juglans Regia*) kernel pellicle color. *Postharvest Biology and Technology*, 167, 111199.

- Dubbels, R., Reiter, R. J., Klenke, E., Goebel, A., Schnakenberg, E., Ehlers, C., Schiwara, H. W., Schloot, W. (1995). Melatonin in edible plants identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography-mass spectrometry. *J Pineal Res* 18: 28–31.
- Faroux, J. M., Ureta, M. M., Tymczyszyn, E. E., Gómez-Zavaglia, A. (2020). An overview of peroxidation reactions using liposomes as model systems and analytical methods as monitoring tools. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 195, 111254.
- Farr, O. M., Tuccinardi, D., Upadhyay, J., Oussaada, S. M., Mantzoros, C. S. (2018). Walnut consumption increases activation of the insula to highly desirable food cues: A randomized, double-blind, placebo-controlled, cross-over fMRI study. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 20(1), 173-177.
- Fraser, G. E., Sabaté, J., Beeson, W. L., Strahan, T. M. A. (1992). Possible protective effect of nut consumption on risk of coronary heart disease. *Arch. Int. Med.* 152:1416–1424.
- Gadani, B. C., Miléski, K. M. L., Peixoto, L. S., Agostini, J. D. S. (2017). Physical and chemical characteristics of cashew nut flour stored and packaged with different packages. *Food Sci. Technol*, 37(4), 657-662.
- Gandev, S. (2007). Budding and grafting of the walnut (*Juglans regia* L.) and their effectiveness in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 13(6), 683.
- Garcia, J. M., Agar, L. T., Streif, J. (1994). Lipid characterization in kernels from different walnut cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 18, 195–198.
- Garcia-Parrilla, M. C., Cantos, E., Troncoso, A. M. (2009). Analysis of melatonin in foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(3), 177-183.
- García-Pascual, P., Mateos, M., Carbonell, V., Salazar, D. M. (2003) Influence of storage conditions on the quality of shelled and roasted almonds. *Biosyst. Eng.*, 84(2), 201-209.
- Gómez-Caravaca, A. M., Verardo, V., Segura-Carretero, A., Caboni, M. F., Fernández-Gutiérrez, A. (2008). Development of a rapid method to determine phenolic and

other polar compounds in walnut by capillary electrophoresis–electrospray ionization time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1209(1), 238–245.

González-Domínguez, R., Urpi-Sarda, M., Jáuregui, O., Needs, P. W., Kroon, P. A., Andrés-Lacueva, C. (2019). Quantitative dietary fingerprinting (QDF)—a novel tool for comprehensive dietary assessment based on urinary nutrimetabolomics. *Journal of agricultural and food chemistry*, 68(7), 1851-1861.

Grace, M. H., Warlick, C. W., Neff, S. A., Lila, M. A. (2014). Efficient preparative isolation and identification of walnut bioactive components using high-speed counter-current chromatography and LC-ESI-IT-TOF-MS. *Food Chemistry*, 158, 229–238.

Greve, L. C., McGranahan, G., Hasey, J., Snyder, R., Kelly, K., Goldhamer, D., Labavitch, J. M. (1992). Variation in polyunsaturated fatty acids composition of Persian walnut. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(3), 518-522.

Griel, A. E., Kris-Etherton, P. M., Hilpert, K. F., Zhao, G., West, S. G., Corwin, R. L. (2007). An increase in dietary n-3 fatty acids decreases a marker of bone resorption in humans. *Nutrition journal*, 6(1), 1-8.

Grosso, A. L., Riveros, C., Asensio, C. M., Grosso, N. R., Nepote, V. (2020). Improving walnuts' preservation by using walnut phenolic extracts as natural antioxidants through a walnut protein- based edible coating. *Journal of Food Science*, 85(10), 3043-3051.

Grosso, G., Estruch, R. (2016). Nut consumption and age-related disease. *Maturitas*, 84, 11-16.

Halvorsen, B. L., Carlsen, M. H., Phillips, K. M., Bøhn, S. K., Holte, K., Jacobs Jr, D. R., Blomhoff, R. (2006). Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *The American journal of clinical nutrition*, 84(1), 95-135.

Hardeland, R., Pandi-Perumal, S. R. (2005). Melatonin, a potent agent in antioxidative defense: actions as a natural food constituent, gastrointestinal factor, drug and prodrug. *Nutrition and metabolism*, 2(1), 1-15.

- Hardeland, R., Pandi-Perumal, S.R., Cardinali, D. P. (2006). Melatonin. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 38(3), 313-316.
- Hasani, N. A, Yussof, P. A., Khalid, B. A. K., Ghapor, M. T. A., Ngah, W. Z. W. (2008). The possible mechanism of action of palm oil gamma-tocotrienol and alpha-tocopherol on the cervical carcinoma caski cell apoptosis. *Biomed Res –India* 19: 194-200.
- Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., Savage, G. P. (2017) Quality properties of sesame and olive oils incorporated with flaxseed oil. *Adv. Pharm. Bull.*, 7(1), 97.
- Hattori, A., Migitaka, H., Iigo, M., Itoh, M., Yamamoto, K., Ohtani-Kaneko, R., Reiter, R. J. (1995). Identification of melatonin in plants and its effects on plasma melatonin levels and binding to melatonin receptors in vertebrates. *Biochemistry and molecular biology international*, 35(3), 627-634.
- Hernández-Ruiz, J., Arnao, M. B. (2008). Melatonin stimulates the expansion of etiolated lupin cotyledons. *Plant Growth Regulation*, 55(1), 29-34.
- Hernández-Ruiz, J., Cano, A., Arnao, M. B. (2004). Melatonin: a growth stimulating compound present in lupin tissues. *Planta* 220: 140–144.
- Hernández- Ruiz, J., Cano, A., Arnao, M. B. (2005). Melatonin acts as a growth-stimulating compound in some monocot species. *Journal of pineal research*, 39(2), 137-142.
- Hsieh, R. J., Kinsella, J. E. (1989). Oxidation of polyunsaturated fatty acids. *Advances in Food and Nutrition Research* 43, 232-341.
- Hu, F. B., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Rim, E. B., Colditz, G. A., Rosner, B. A., Speizer, F. E., Hennekens, C. H., Willett, W. C. (1998). Frequent nut consumption and risk of coronary heart disease in women: prospective cohort study. *British Medical Journal* 317, 1341-1345.

- Huang, S. W., Frankel, E. N., German, J. B. (1994). Antioxidant activity of α - and γ -tocopherols in bulk oils and in oil-in-water emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(10), 2108-2114.
- Ichihara, K. I., Shibahara, A., Yamamoto, K., Nakayama, T. (1996). An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31(5), 535-539.
- International IDF Standards International Dairy Federation, IDF-Square Vergote 41, Brussels, Sec. 74A:1991.
- Jahanban-Esfahlan, A., Ostadrahimi, A., Tabibiazar, M., Amarowicz, R. (2019). A comprehensive review on the chemical constituents and functional uses of walnut (*Juglans* spp.) husk. *International journal of molecular sciences*, 20(16), 3920.
- Jakopic, J., Mikulic-Petkovsek, M., Likožar, A., Solar, A., Stampar, F., Veberic, R. (2011). HPLC–MS identification of phenols in hazelnut (*Corylus avellana* L.) kernels. *Food Chemistry*, 124(3), 1100–1106.
- Jan, M., Langerak, D. I., Wolters, T. G., Farkas, J., Kamp, H. J. V. D., Muuse, B. G. (1988). The effect of packaging and storage conditions on the keeping quality of walnuts treated with disinfection doses of gamma rays. *Acta Alimentaria Budapest*, 17, 13–31.
- Jensen, P. N., Sørensen, G., Brockhoff, P., Bertelsen, G. (2003). Investigation of packaging systems for shelled walnuts based on oxygen absorbers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(17), 4941e4947.
- Johnson, D. R., Decker, E. A. (2015). The role of oxygen in lipid oxidation reactions: a review. *Annual review of food science and technology*, 6, 171-190.
- Johnson, E. R., Clarkin, O. J., Dale, S. G., DiLabio, G. A. (2015). Kinetics of the addition of olefins to Si-centered radicals: the critical role of dispersion interactions revealed by theory and experiment. *The Journal of Physical Chemistry A*, 119(22), 5883-5888.

- Kader, A. A., Thompson, J. F. (2002). Postharvest handling systems: tree nuts, pp. 399-406. Postharvest technology of horticultural crops, 3rd ed. University of California, Agricultural and Natural Resources, Oakland, CA.
- Kafkas, N. E., Attar, S. H., Gundesli, M. A., Ozcan, A., Ergun, M. (2020). Phenolic and fatty acid profile, and protein content of different walnut cultivars and genotypes (*Juglans regia* L.) grown in the USA. International Journal of Fruit Science, 20(sup3), S1711-S1720.
- Kajarabille, N., Díaz-Castro, J., Hijano, S., López-Frías, M., López-Aliaga, I., Ochoa, J. J. (2013). A new insight to bone turnover: role of ω -3 polyunsaturated fatty acids. The Scientific World Journal.
- Karbownik, M., Lewinski, A., Reiter, R. J. (2001). Anticarcinogenic actions of melatonin which involve antioxidative processes: comparison with other antioxidants. The International Journal of Biochemistry and Cell Biology, 33(8), 735-753.
- Katz, D. L., Davidhi, A., Ma, Y., Kavak, Y., Bifulco, L., Njike, V. Y. (2012). Effects of walnuts on endothelial function in overweight adults with visceral obesity: a randomized, controlled, crossover trial. Journal of the American College of Nutrition, 31(6), 415-423.
- Khair, R., Atungulu, G. G., Pan, Z., Thompson, J. F., Zheng, X. (2014). Moisture-dependent color characteristics of walnuts. Int. J. Food Prop. 17 (4), 877-890.
- Kolář, J., and Macháčková, I. (2005). Melatonin in higher plants: occurrence and possible functions. Journal of pineal research, 39(4), 333-341.
- Koyuncu M. A., Askin M. A. (1995a). Bitlis ili Adilcevaz yöresinde seçilmiş ümitvar ceviz tiplerinin bazı bileşim maddelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 3-6 Ekim, Adana, s 475-478.
- Koyuncu, M. A., Askin, M. A. (1995a). A study on determination of main composition of promising walnut genotypes selected from Adilcevaz (Bitlis). Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Adana, 475-478.

- Koyuncu, M. A., Aşkın, M. A. (1999). Studies on the storage of some walnut types grown around Van Lake. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23(10), 785-796.
- Koyuncu, M. A., Koyuncu, F., Bakir, N. (2003). Selected drying conditions and storage period and quality of walnut selections. Journal of food processing and preservation, 27(2), 87-99.
- Kris-Etherton, P. M., Zhao, G., Binkoski, A. E., Coval, S. M., Etherton, T. D. (2001). The effects of nuts on coronary heart disease risk. Nutrition Reviews, 59 (4), 103–111.
- Labuckas, D., Maestri, D., Lamarque, A. (2008). Lipid and protein stability of partially defatted walnut flour (*Juglans regia* L.) during storage. Int. J. Food Sci. Technol., 46(7), 1388-1397.
- Laguerre, M., Lecomte, J., Villeneuve, P. (2007). Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. Progress in lipid research, 46(5), 244-282.
- Lavedrine, F., Ravel, A., Poupard, A., Alary, J. (1997). Effect of geographic origin, variety and storage on tocopherol concentrations in walnuts by HPLC,. Food Chemistry, Vol. 58, No. 1-2, pp. 135440, 140.
- Ledford, H. K., Chin, B. L., Niyogi, K. K. (2007). Acclimation to singlet oxygen stress in *Chlamydomonas reinhardtii*. Eukaryotic Cell, 6: 919-930.
- Li, L., Tsao, R., Yang, R., Kramer, J. K., Hernandez, M. (2007). Fatty acid profiles, tocopherol contents, and antioxidant activities of heartnut (*Juglans ailanthifolia* var. *cordiformis*) and Persian walnut (*Juglans regia* L.). Journal of agricultural and food chemistry, 55(4), 1164-1169.
- Liu, H., Li, H., Yang, G., Yuan, G., Ma, Y., Zhang, T. (2021). Mechanism of early germination inhibition of fresh walnuts (*Juglans regia*) with gamma radiation uncovered by transcriptomic profiling of embryos during storage. Postharvest Biology and Technology, 172, 111380.

- Lopez -Fernandez, J., Pereira-Lorenzo, S. (1995, July). Genetic control of growth in *Juglans regia* seedlings from open families of different provenances. In III International Walnut Congress 442 (pp. 69-76).
- Martínez, M. L., Maestri, D. M. (2008). Oil chemical variation in walnut (*Juglans regia* L.) genotypes grown in Argentina. European journal of lipid science and technology, 110(12), 1183-1189.
- Martínez, M. L., Maestri, D. M. (2016). A perspective on production and quality of argentinian nut oils. In Traditional Foods (pp. 387-398). Springer, Boston, MA.
- Martínez, M. L., Labuckas, D. O., Lamarque, A. L., Maestri, D. M. (2010). Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by- products. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(12), 1959-1967.
- Martínez, M. L., Pencic, M. C., Ixtaina, V., Ribotta, P. D., Maestri, D. (2013) Effect of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of walnut oil under different storage conditions. LWT Food Sci. Technol., 51(1), 44-50.
- Mate, J. L., Salveit, M. E., Krochta, J. M. (1996). Peanut and walnut rancidity: effects of oxygen concentration and relative humidity. Journal of Food Science, 61(2), 465–472.
- Mathäus, B. W. (1996). Determination of the oxidative stability of vegetable oils by Rancimat and conductivity and chemiluminescence measurements. Journal of the American Oil Chemists' Society, 73(8), 1039-1043.
- Matthäus, B., Özcan, M. M., Juhaimi, F. A., Adiamo, O. Q., Alsawmahi, O. N., Ghafoor K., Babiker, E. E. (2018). Effect of the harvest time on oil yield, fatty acid, tocopherol and sterol contents of developing almond and walnut kernels. J. Oleo Sci. 67, (1) 39-45
- McGranahan, G., Leslie, C. (1991). Walnuts (*Juglans*). Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops 290, 907-974.
- Medina- Meza, I. G., Rodriguez- Estrada, M. T., Lercker, G., Barnaba, C., García, H. S. (2014). Kinetics of 25- hydroperoxycholesterol formation during photo- oxidation

of crystalline cholesterol. Journal of the science of food and agriculture, 94(8), 1543-1551.

Murch, S. J., KrishnaRaj, S., Saxena, P. K. (2000). Tryptophan is a precursor for melatonin and serotonin biosynthesis in in vitro regenerated St. John's wort (*Hypericum perforatum* L. cv. Anthos) plants. Plant Cell Reports, 19 (7), 698-704.

Nasri, H., Bahmani, M., Shahinfard, N., Nafchi, A. M., Saberianpour, S., Kopaei, M. R. (2015). Medicinal plants for the treatment of acne vulgaris: a review of recent evidences. Jundishapur journal of microbiology, 8(11).

Njike, V., Ayettey, R., Petraro, P., Treu, J., Katz, D. (2015). Walnut ingestion in adults at risk for diabetes: effects on diet quality, body composition, and cardiac risk measures. The FASEB Journal, 29, 747-15.

Nogués, M. R., Giralt, M., Romeu, M., Mulero, M., Sánchez- Martos, V., Rodríguez, E., Mallol, J. (2006). Melatonin reduces oxidative stress in erythrocytes and plasma of senescence- accelerated mice. Journal of Pineal Research, 41(2), 142-149.

Nourooz-Zadeh, J., Gopaul, N. K., Barrow, S., Mallet, A. I., Änggård, E. E. (1995). Analysis of F2-isoprostanes as indicators of non-enzymatic lipid peroxidation in vivo by gas chromatography-mass spectrometry: development of a solid-phase extraction procedure. Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications, 667(2), 199-208.

Okatan V., Gündeşli M .A., Kafkas N. E., Attar Ş. H., Kahramanoğlu İ., Usanmaz S. Aşkın M.A. (2021a). phenolic compounds, antioxidant activity, fatty acids and volatile profiles of 18 different walnut (*Juglans regia* L.) cultivars and genotypes. Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature.

Okatan, V., Bulduk, İ., Kaki, B., Gündeşli, M., Usanmaz, S., Alas, T., Seyed Hajizadeh, H. (2021b). Identification and quantification of biochemical composition and antioxidant activity of walnut pollens. Pakistan Journal Of Botany, 53(6).

Ortiz, C. M., Vicente, A. R., Fields, R. P., Grilo, F., Labavitch, J. M., Donis-Gonzalez, I., Crisosto, C. H. (2019). Walnut (*Juglans regia* L.) kernel postharvest deterioration as

affected by pellicle integrity, cultivar and oxygen concentration. *Postharvest Biology and Technology*, 156, 110948.

Ozkan, G., Koyuncu, M. A. (2005). Physical and chemical composition of some walnut (*Juglans regia* L) genotypes grown in Turkey. *Grasas y Aceites*, 56(2), 141-146.

Özcan, A., Sütyemez, M., (2019). Cevizde Depolama Süresinin Protein ve Yağ Kompozisyonuna Olan Etkisinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* Cilt 29, Sayı 4.

Özcan, M. M., İman, C., Arslan D. (2010). Physico-chemical properties, fatty acid and mineral content of some walnuts (*Juglans regia* L.) types, *Agricultural Sciences*, Vol.1, No.2, 62-67.

Papoutsis, Z. Kassi, E. Chinou, I., Halabalaki, M., Skaltsounis, L. A., Moutsatsou, P. (2008). Walnut extract (*Juglans regia* L.) and its component ellagic acid exhibit anti-inflammatory activity in human aorta endothelial cells and osteoblastic activity in the cell line ks483. *Br. J. Nutr.* 99(4), 715–722.

Parrilla, M. C. G., Cantos E., Troncoso, A.M. (2009). Analysis of melatonin in foods, *Journal of Food Composition and Analysis* 22, 177–183.

Perugu, S., Vemula, R. (2014). Walnut pedunculagin a probable serm for breast cancer treatment. *Inter. J. Phar. Pharm. Sci*, 7, 233-235.

Prasad, R. B. N. (1994). Walnuts and Pecans in *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, Academic Press, London, , pp. 4828–4831.

Pycia, K., Kapusta, I., Jaworska, G., Jankowska A. (2019). Antioxidant properties, profile of polyphenolic compounds and tocopherol content in various walnut (*Juglans regia* L.) varieties. *European Food Research and Technology* 245:607–616.

Rabrenović, B., Dimić, E., Maksimović, M., Šobajić, S., Gajić-Krstajić, L. (2011). Determination of fatty acid and tocopherol compositions and the oxidative stability of walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Serbia. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(1), 74-78.

- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., and Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Reiter, R. J., Calvo, J. R., Karbownik, M., Qi, W., Tan, D. X. (2000). Melatonin and its relation to the immune system and inflammation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 917, 373-386.
- Reiter, R. J., Manchester, L. C., Tan, D. X. (2005). Melatonin in walnuts: influence on levels of melatonin and total antioxidant capacity of blood. *Nutrition*, 21(9), 920-924.
- Ribeiro, A. S., Estanqueiro, M., Oliveira, M. B., Sousa Lobo, J. M. (2015). Main benefits and applicability of plant extracts in skin care products. *Cosmetics*, 2(2), 48-65.
- Ribeiro, S. R., Klein, B., Ribeiro, Q. M., Dos Santos, I. D., Genro, A. L. G., Freitas Ferreira, D., Hamann, J. J., Barin, J. S., Cichoski, A. J., Fronza, D., Both, V. and Wagner, R., "Chemical composition and oxidative stability of eleven pecan cultivars produced in southern Brazil", *Food Res. Int.*, 136, 109596, (2020).
- Robards, K., Kerr, A. F., Patsalides, E. (1988). Rancidity and its measurement in edible oils and snack food: A Review, *Analyst*:213–225.
- Sabate, J., Fraser, G. E., Burke, K., Knutsen, S. F., Bennett, H., Lindsted, K. D. (1993). Effects of walnuts on serum lipid levels and blood pressure in normal men. *New England Journal of Medicine*, 328(9), 603-607.
- Salcedo, C. L., de Mishima, B. A. L., Nazareno, M. A. (2010). Walnuts and almonds as model systems of foods constituted by oxidisable, pro-oxidant and antioxidant factors. *Food research international*, 43(4), 1187-1197.
- Sanchez-Bel, P., Egea, I., Pretel, M. T., Flores, F. B., Romojaro, F., Martínez-Madrid, M. C. (2011). Roasting and packaging in nitrogen atmosphere protect almond var. Guara against lipid oxidation. *Food Sci. Technol. Int.*, 17(6), 529-540.
- Savage, G. P. (2000). Cardioprotective nutrients in walnuts, *Proceedings of the Nutrition Society of New Zealand*, Vol. 25 19.

- Savage, G. P. (2001). Chemical composition of walnuts (*Juglans regia* L.) grown in New Zealand. *Plant foods for human nutrition*, 56(1), 75-82.
- Savage, G. P., Dutta, P. C. McNeil, D. L. (1999). Fatty acid and tocopherol contents and oxidative stability of walnut oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(9), 1059-1063.
- Savage, G. P., McNeil, D. L., Dutta, P. C. (1997). Lipid composition and oxidative stability of oils in hazelnuts (*Corylus avellana* L.) grown in New Zealand. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 74, 755-759.
- Savage, G. P., McNeil, D. L., Dutta, P. C. (1998). Vitamin E content and oxidative stability of fatty acids in walnut oils. In *Proceedings of the Nutrition Society of New Zealand* (Vol. 23, pp. 64-69).
- Savage, G. P., McNeil, D. L., Österberg, K. (1999, September). Oxidative stability of walnuts during long term in shell storage. In *IV International Walnut Symposium* 544 (pp. 591-597).
- Savage, G. P., McNeil, D., Osterberg, K. (2001). Oxidative stability of walnuts during long term storage. *4th International Walnut Symposium. Acta Horticulturae*, 544, 591–597.
- Savage, G., Mcneil, D. L., Dutta, P. (1998). Vitamin E content and oxidative stability of fatty acids in. *Proceedings of the Nutrition Society*, 23, 65.
- Savagea, G. P., Duttat, P. C., McNeil, D. L. (1999). Fatty acid and tocopherol contents and oxidative stability of walnut oils. Paper no. J8955 in *JAOCs* 76, 1059–1063.
- Scalbert, A., Williamson, G. (2000). Dietary intake and bioavail-ability of polyphenols. *Journal of Nutrition*, 130(Suppl. 8S), 2073S–2085S.
- Scheer, F. A., Van Montfrans, G. A., Van Someren, E. J., Mairuhu, G., Buijs, R. M. (2004). Daily nighttime melatonin reduces blood pressure in male patients with essential hypertension. *Hypertension*, 43(2), 192-197.

- Schmitzer, V., Slatnar, A., Veberic, R., Stampar, F., Solar, A. (2011). Roasting affects phenolic composition and antioxidative activity of hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *Journal of Food Science*, 76(1), S14–S19.
- Schwarz, H., Ollilainen, V., Piironen, V., Lampi, A. M. (2008). Tocopherol, tocotrienol and 258 plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. *J Food Comp Anal* 21: 152-161.
- Schwingshackl, L., Hoffmann, G., Missbach, B., Stelmach-Mardas, M., Boeing, H. (2017). An umbrella review of nuts intake and risk of cardiovascular disease. *Current pharmaceutical design*, 23(7), 1016-1027.
- Shafiei, G., Ghorbani, M., Hosseini, H., Sadeghi Mahoonak, A., Maghsoudlou, Y., Jafari, S. M. (2020). Estimation of oxidative indices in the raw and roasted hazelnuts by accelerated shelf-life testing. *Journal of Food Science and Technology*, 57(7), 2433-2442.
- Shah, U. N., Mir, J. I., Ahmed, N., Zaid, A. , Jan, S., Fazili, K. M., Wani, S. H. (2018). Bio-techniques for improvement of qualitative and quantitative traits in walnut (*Juglans regia*). *Adv. Hort. Sci.*, 32(1): 113-135.
- Shahid, M., Farooq, A. B. U., Rabbani, F., Khalid, S., Dumat, C. (2020). Risk assessment and biophysiochemical responses of spinach to foliar application of lead oxide nanoparticles: A multivariate analysis. *Chemosphere*, 245, 125605.
- Shahidi, F., Zhong, Y. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical society reviews*, 39(11), 4067-4079.
- Shakerardekani, A., Karim, R. (2013). Effect of different types of plastic packaging films on the moisture and aflatoxin contents of pistachio nuts during storage. *Journal of food science and technology*, 50(2), 409-411.
- Sibbett, G., Martin, G., Draper, T. (1978). Effects of prolonged drying and harvest delay following ethephon on walnut kernel quality. *California Agriculture*, 32(6), 12-13.

- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Siu, A. W., Maldonado, M., Sanchez-Hidalgo, M., Tan, D. X., Reiter, R. J. (2006). Protective effect of melatonin in experimental free radical-related ocular diseases. *Journal of Pineal Research*.40(2).101-109.
- Srinivasan, V., Singh, J., Pandi-Perumal, S. R., Brown, G. M., Spence, D. W., Gardinali, D. P. (2010). Jet lag, circadian rhythm sleep disturbances, and depression: The role of melatonin and its analogs. *Advances in Therapy*, 27(11), 796-813.
- Stampar, F., Solar, A., Hudina, M., Veberic, R., Colaric, M. (2006). Traditional walnut liqueur–cocktail of phenolics. *Food Chemistry*, 95(4), 627–631.
- Stark, C., McNeil, D. L., Savage, G. P. (2000a). The effect of storage conditions on the stability of peroxide values of New Zealand grown walnuts. *Proceedings of the Nutrition Society of New Zealand*, 25, 43–54.
- Stark, C., Savage, G. P., McNeil, D. L. (2000b). Subjective preference tests on the storage stability of New Zealand walnut oils. *Southern Nut Growers Association: Health in a Shell*, 37, 3-10.
- Surai, P. F. (2000). Effect of selenium and vitamin content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. *Brit Poult Sci.* 41: 235–243.
- Surai, P. F., Noble, R. C., Speake, B. K. (1996). Tissue-specific differences in antioxidant distribution and susceptibility to lipid peroxidation during development of the chick embryo. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism*, 1304(1), 1-10.
- Sütyemez, M. (2016). New Walnut Cultivars: Maras 18, Sütyemez 1, and Kaman 1. *Hortscience* 51(10):1301–1303.
- Tan, D. X., Chen, L. D., Poeggeler, B., Manchester, L. C., Reiter, R. J. (1993). Melatonin: a potent, endogenous hydroxyl radical scavenger. *Endocrine Journal* 1, 57–60.

- Tan, D. X., Hardeland, R., Manchester, L. C. (2003). Mechanistic and comparative studies of melatonin and classic antioxidants in terms of their interactions with the ABTS cation radical. *Journal of Pineal Research*, 34(4), 249-259.
- Tan, D. X., Manchester, L. C., Hardeland, R., Lopez- Burillo, S., Mayo, J. C., Sainz, R. M., Reiter, R. J. (2003). Melatonin: a hormone, a tissue factor, an autocoid, a paracoid, and an antioxidant vitamin. *Journal of pineal research*, 34(1), 75-78.
- Tan, D. X., Manchester, L. C., Terron, M. P., Flores, L. J., Reiter, R. J. (2007). One molecule, many derivatives: a never- ending interaction of melatonin with reactive oxygen and nitrogen species?. *Journal of pineal research*, 42(1), 28-42.
- Tan, D. X., Pöeggeler, B., Reiter, R. J., Chen, L. D., Chen, S., Lucien, M. C., Barlow-Walden, L. R. (1993). The pineal hormone melatonin inhibits DNA-adduct formation induced by the chemical carcinogen safrole in vivo. *Cancer letters*, 70(1-2), 65-71.
- Tapia, M. I., Sánchez-Morgado, J. R., García-Parra, J., Ramírez, R., Hernández, T., González-Gómez, D. (2013) Comparative study of the nutritional and bioactive compounds content of four walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *J. Food Compos. Anal.*, 31(2), 232-237.
- Tapsell, L., Batterham, M., Tan, S. Y., Warensjö, E. (2009). The effect of a calorie controlled diet containing walnuts on substrate oxidation during 8-hours in a room calorimeter. *Journal of the American College of Nutrition*, 28(5), 611-617.
- Therond, P., Couturier, M., Demelier, J. F., Lemonnier, F. (1996). hydroperoxides of erythrocyte phospholipid molecular species formed by lipoxygenase correlate with α -tocopherol levels. *Ibid.* 31:703–708.
- Trandafir, I., Cosmulescu, S., Nour, V. (2017). Phenolic profile and antioxidant capacity of walnut extract as influenced by the extraction method and solvent. *International Journal of Food Engineering*, 13(1).
- Tsantili, E., Konstantinidis, K., Christopoulos, M. V., Roussos, P. A. (2011). Total phenolics and flavonoids and total antioxidant capacity in pistachio (*Pistachia vera*

L.) nuts in relation to cultivars and storage conditions. *Scientia Horticulturae*, 129(4), 694-701.

UNECE, (2020). UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) standart DDP-02 concerning the marketing and commercial quality control of walnut kernels [online]. United Nations, New York and Geneva, (14 Nisan 2020), https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/dry/Standards/DDP02_Walnutkernels_2019_e.pdf.

Vaisey-Genser, M., Malcolmson, L. J., Ryland, D., Przybylski, R., Eskin, N. A. M., Armstrong, L. (1994). Consumer acceptance of canola oils during temperature-accelerated storage. *Food quality and preference*, 5(4), 237-243.

Van Tassel, D. L., O'Neill, S. D. (2001). Putative regulatory molecules in plants: evaluating melatonin. *Journal of Pineal Research*, 31(1), 1-7.

Vanhanen, L. P., Savage, G. P. (2006) 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.

Vergano, G., Botta, R., Radicati, L. (1995). Preservation of *Juglans Regia* L. nuts under different storage conditions. *Acta Horticulturae*, 379, 451–457.

Vergano, P. J., Testin, R. F., Newall Jr, W. C., Trezza, T. (1995). Damage Loss Cost Curves For Peach Impact Bruising 1. *Journal of food quality*, 18(4), 265-278.

Warmund, M. R. (2008). Kernel color of three black walnut cultivars after delayed hulling at five successive harvest dates. *HortScience*, 43(7), 2256-2258.

Wu, G. L., Liu, Q. L., Da Silva, J. T. (2009). Ultrastructure of pericarp and seed capsule cells in the developing walnut (*Juglans regia* L.) fruit. *South African Journal of Botany*, 75(1), 128-136.

Xi, R.T., Liu, M. J. (2005). *China Dry Fruits*, China Forestry Press, Beijing, China , pp. 78-79

- Yuan-min, S. H. I. (2019). The Status and Measures for Excellent Variety Development of Walnut Industry in the Southwest Margin of the Sichuan Basin A Case Study of Ningnan County. 40(4), 61-65.
- Zaini, P. A., Feinberg, N. G., Grilo, F. S., Saxe, H. J., Salemi, M. R., Phinney, B. S., Dandekar, A. M. (2020). Comparative proteomic analysis of walnut (*Juglans regia* L.) pellicle tissues reveals the regulation of nut quality attributes. Life, 10(12), 314.
- Zambon, D., Sabate, J., Munoz, S., Campero, B., Casals, E., Merlos, M., Laguna, J., Ros, E. (2000). Substituting Walnuts for Monounsaturated Fat Improves the Serum Lipid Profile of Hyper Cholesterolemic Men and Women: A Randomised Crossover Trial. Annal of Internal Medicine, 137: 538-546.
- Zhang, Y., Fan, D., Zheng, Y. (2016). Comparative study on combined co-pyrolysis/gasification of walnut shell and bituminous coal by conventional and congruent-mass thermogravimetric analysis (TGA) methods. Bioresource Technology, 199, 382-385.
- Zhang, Z., Du, X., Carlson, K. H., Robbins, C. A., Tong, T. (2019). Effective treatment of shale oil and gas produced water by membrane distillation coupled with precipitative softening and walnut shell filtration. Desalination, 454, 82-90.
- Zingg, J. M. (2007a). Molecular and cellular activities of vitamin E analogues. Mini reviews in medicinal chemistry, 7(5), 545-560.
- Zingg, J. M. (2007b). Vitamin E: an overview of major research directions. Mol Aspects Med, 28: 400-422.
- Zwartz, L., Savage, G. P., McNeil, D. L. (1999). Fatty acid content of New Zealand grown walnuts (*Juglans regia* L.). International Journal of Food Sciences and Nutrition, 50, 189–194.