



**SOFRALIK SİYAH ZEYTİN KALİTESİ ÜZERİNE
ACILIK GİDERME İŞLEMLERİNİN ETKİSİ**

Aytül KAYGULUOĞLU



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SOFRALIK SİYAH ZEYTİN KALİTESİ ÜZERİNE ACILIK GİDERME
İŞLEMLERİNİN ETKİSİ**

Aytül KAYGULUOĞLU

Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA– 2018

TEZ ONAYI

Aytül KAYGULUOĞLU tarafından hazırlanan “SOFRALIK SİYAH ZEYTİN KALİTESİ ÜZERİNE ACILIK GİDERME İŞLEMLERİNİN ETKİSİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

Başkan : Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU
Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ
Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Doç. Dr. Nurcan DEĞİRMENCİOĞLU
Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi,
Bandırma Meslek Yüksek Okulu
Gıda İşleme Programı

İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Elif Savaş
Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali BAYRAM

Enstitü Müdürü

1 .11.2018

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

05/09/2018



Aytül KAYGULUOĞLU

ÖZET

Doktora Tezi

SOFRALIK SİYAH ZEYTİN KALİTESİ ÜZERİNE ACILIK GİDERME İŞLEMLERİNİN ETKİSİ

Aytül KAYGULUOĞLU

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

Bu çalışmada acılık veren bileşikler arasında en büyük pay sahibi olan oleuropeinin parçalanmasına, dondurma tekniğinin etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, 2016 ve 2017 yılı ocak ayı hasat dönemlerinde toplanan Gemlik tipi siyah zeytinler materyal olarak kullanılmıştır. Zeytinler, IQF de hızlı dondurma , sonrasında 90 günlük -18°C ve -25°C depolarda donmuş muhafaza ve direk -18 ve -25°C depolarda 90 günlük periyotlarda yavaş dondurma yöntemleri olmak üzere 2 farklı yöntemle dondurulmuştur. 2016 yılında hasat edilen zeytinlerin dokusunda tespit edilen yumuşamadan dolayı, 2017 yılında zeytinler, dondurma öncesi, % 0,5 kalsiyum klorür içeren çözeltide 15 saat süreyle bekletilmiştir. Donmuş muhafaza sonrası zeytinler sele ve salamura zeytin olmak üzere 2 yöntemle işlenmiştir,

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, kalsiyum uygulamasının hammaddenin, tekstürel özellik olan sertlik (g) ve kesmeye karşı direnç (g.sn) değerleri üzerine etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı dondurma ve farklı sıcaklıklarda depolama sürelerinin zeytinlerin kurumadde (g 100 g⁻¹), protein (g 100 g⁻¹), kül (g 100 g⁻¹), yağ (g 100 g⁻¹), indirgen şeker (g 100 g⁻¹), oleuropein (mg kg⁻¹), antioksidan kapasite değeri (mmol GAEAC g⁻¹), sertlik (g) ve kesmeye karşı direnç (g.sn) değerleri, duyu özellikleri üzerine etkileri $p<0,01$ düzeyinde önemli, et : çekirdek oranı üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE 100 g⁻¹) üzerine farklı dondurma ve farklı sıcaklıklarda depolama yöntemlerinin etkisi önemsiz ($p>0,05$), depolama süresinin etkisi $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Kilogramdaki dane sayıları değerlendirildiğinde, 2016 yılı ocak ayında hasat edilen zeytinlere uygulanan dondurma yöntemi ve depolama sıcaklığının etkisi önemsiz ($p>0,05$), depolama süresinin etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. 2017 yılı ocak ayında hasat edilen zeytinlerin kilogramdaki dane sayısı üzerine depolama yöntemi, depolama sıcaklığı ve depolama sürelerinin etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Dondurma ve dondurarak muhafaza işlemlerinin Gemlik tipi siyah zeytin üzerine olumsuz bir etki yapmadığı, acılığın ve zeytin olgunlaştırma süresinin azalmasına olumlu etkide bulunduğu saptanmıştır. Duyusal analizler toplam kabul edilebilirlik değerine göre, kalsiyum uygulaması sonrası, -25°C de yavaş dondurulan ve muhafaza edilen, 90 gün sonunda yağlı sele olarak işlenen zeytin örnekleri panelistler tarafından daha çok tercih edilen ürün olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gemlik tipi siyah zeytin, oleuropein, IQF, acılık giderme, kimyasal özellikler, duyu özellikler, dondurarak muhafaza

2018, xii+163

ABSTRACT

PhD Thesis

THE IMPACT OF DEBITTERING METHODS ON BLACK TABLE OLIVE QUALITY

AYTÜL KAYGULUOĞLU

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. ARZU AKPINAR BAYİZİT

This study intends to determine the impact of freezing techniques on breaking of bitterness material (oleuropein). For this reason, Gemlik black olive that was harvested on 2016 and 2017 january are used as materials. Two different freezing methods were applied that individually quick frozen method (IQF) then stored in different frozen storage temperatures (frozen storage conditions were -18°C and -25°C) for 90 days period and slow freezing method in -18°C and -25°C frozen storage for 90 days period. 2016 harvested Gemlik variety black olives were evaluated for their sensory characteristics after freezing and 3 months of frozen storage period. As a result of sensory analysis, it was cleared that different freezing methods and frozen storage were decreased the bitterness but softened the texture of olives. Because of this, 2017 year harvested olives were held on 15 hours period in % 0,5 calcium chloride solution before freezing. After the frozen period, olives were processed by two different methods that were treated with dry salt and brine.

Statistical analysis revealed that calcium chloride treatment effect on firmness (g) and toughness (g.sn) values of raw material were significant ($p<0,01$). Different freezing methods, different frozen storage temperatures and storage period effects on, dry matter ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), protein ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), ash ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), oil ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), reduced sugar ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), oleuropein (mg kg^{-1}), antioxidant capacity (mmol GAEAC g^{-1}), firmness (g), toughness(g.sn) values and sensory properties were significant ($p<0,01$) but on fruit / stone ratio values were not significant ($p>0,05$). Freezing methods and frozen storage temperature effect on total phenolic content values were not significant ($p>0,05$) but storage period effect on were significant ($p<0,05$). The number of olive fruit per one kg values are showed differences between 2016 and 2017 January harvested olives. Freezing method and frozen storage temperature effect on 2016 January harvested black olives' the number of olive fruit per one kg values were not significant ($p<0,05$) but frozen storage period effect on were significant ($p<0,01$). Different freezing methods, different frozen storage temperatures and storage period effects on 2017 january harvested black olives' the number of olive fruit per one kg values were significant ($p<0,01$). As a result of analyses, it was indicated that different freezing methods and frozen storage have not negatively affected the material, in spite of this bitterness decreases, thus is affects positively to the decreasing of olive ripening period. For overall acceptability of sensorial properties sample that after calcium chloride treatment slow freezing in -25°C frozen storage, at the end of the 90 days storage period, processed as sele olives (treatment with dry salt) was preferred by panellists.

Keywords: Gemlik olive cv., oleuropein, IQF, debittering, chemical characteristics, sensory characteristics, frozen storage

2018, xii + 163 pages.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında bana destek olan, yardımlarını, güler yüzünü ve hoşgörüsünü hiç esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle yol gösteren, her zaman örnek aldığım çok değerli hocam, Sayın Doç. Dr. Arzu AKPINAR-BAYİZİT'e, analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilip yorumlanmasında desteğinden faydalandığım, ilgisini ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ-ERSAN'a, tecrübe ve birikimleriyle katkı sağlayan, saygıdeğer hocalarım Sayın Prof Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU'na, Sayın Doç Dr. Nurcan DEĞİRMENCİOĞLU'na, Sayın Doç. Dr. Tülay ÖZCAN'a ve Sayın Doç. Dr. Ayşegül KUMRAL'a, bu çalışmada yapılması gereken analizlere katkı sağlayan, tez projem boyunca, her konuda yardım ve hoşgörüsünü esirgemeyen değerli arkadaşım Sayın Dr. Oya Irmak ŞAHİN-CEBECİ'ye, katkılarından dolayı sevgili arkadaşım Sayın Berrak DELİKANLI-KIYAK'a, bazı analizlerin yapılması hususunda destek veren Marmara Zeytin Tarım ve Satış Kooperatifleri Birliği üst yönetimi ile Sayın Mustafa FINDIK'a, Sayın Ebru MUTLU'ya, Sayın Leyla BAYRAM'a, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını, hoşgörüsünü esirgemeyen Sayın Hayriye KELEŞOĞLU'na, beni her zaman güleryüzle karşılayan Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Sekreteri Sayın Meryem TÜRKÖZ ve tüm çalışanlara içtenlikle teşekkür ederim.

Bu çalışmada maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, tecrübe ve birikimleriyle bana ışık tutan, özveri gösteren, saygıdeğer işverenlerim, Göztepe Makina Sanayi Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Ahmet GÖZTEPE'ye, Göztepe Makina Sanayi Genel Müdürü Sayın Salih GÖZTEPE'ye ve Betka Gıda Sanayi İşletme Müdürü Sayın Tayfun POLAT'a sonsuz teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan ve her konuda beni yüreklendiren sevgili annem Serpil AKA'ya, babam İdris AKA'ya, kardeşim Selcen Aka Güler'e ve eşim Cem KAYGULUOĞLU'na maddi, manevi destekleri ve sabırlarından dolayı teşekkürü borç bilirim.

Aytül KAYGULUOĞLU

05 / 09 / 2018



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	8
2.1. Zeytin Meyvesinin Tanımı, Sistematikteki Yeri ve Yetiştiriciliği.....	8
2.2. Zeytinin Acılık Bileşeni: Oleuropein.....	15
2.3. Sofralık Zeytin Üretimi ve Acılık Bileşeninin Giderilmesi.....	19
2.4. Dondurarak Muhafaza.....	27
2.5. Önceki Çalışmalar.....	36
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	41
3.1. Materyal.....	41
3.2. Zeytinlere Uygulanan Ön İşlemler.....	41
3.3. Zeytinlerin Dondurulması.....	41
3.4. Hızlı Dondurma Sonrası Ürün Analizi.....	42
3.5. Zeytinlerin İşlenmesi.....	42
3.6. Ham Zeytinde ve Dondurulmuş Zeytinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	43
3.6.1. Kilogramdaki Tane Sayısı.....	43
3.6.2. Et : Çekirdek Oranları.....	43
3.6.3. Toplam Kurumadde Miktarı Tayini.....	43
3.6.4. Toplam Protein Miktarı Tayini.....	44
3.6.5. Toplam Yağ Miktarı Tayini.....	44
3.6.6. Toplam Kül Miktarı Tayini.....	45
3.6.7. İndirgen Şeker Miktarı Tayini.....	45
3.6.8. pH Tayini.....	46
3.6.9. Oleuropein Miktarı Tayini.....	46
3.6.10. Toplam Fenolik Bileşen Miktarı Tayini.....	47
3.6.11. Cu (II) İyonu İndirgeyici (CUPRAC) Antioksidan Kapasite Tayini.....	49
3.6.12. Tekstür Analizi.....	51
3.6.13. Duyusal Değerlendirme.....	51
3.7. İstatistiksel Analiz.....	53
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	54
4.1. 2016 ve 2017 Yıllarında Hasat Edilen Gemlik Tipi Siyah Zeytinde Hammaddeye Ait Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.....	54
4.2. Gemlik Çeşidi Siyah Ham Zeytinlerin CaCl ₂ Uygulaması Sonrasında Yapılan Tekstür Analizi.....	67

İÇİNDEKİLER (devam)

	Sayfa
4.3. Dondurarak Muhafaza Süresince Gemlik Çeşidi Siyah Ham Zeytinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinde Gözlenen Değişimler.....	70
4.3.1. Kilogramdaki Tane Sayısı.....	77
4.3.2. Et : Çekirdek Oranları.....	80
4.3.3. Toplam Kurumadde Miktarı.....	82
4.3.4. Toplam Protein Miktarı	85
4.3.5. Toplam Yağ Miktarı.....	86
4.3.6. Toplam Kül Miktarı.....	89
4.3.7. İndirgen Şeker Miktarı.....	91
4.3.8. pH Tayini.....	97
4.3.9. Oleuropein Miktarı.....	100
4.3.10. Toplam Fenolik Bileşen Madde Miktarı.....	106
4.3.11. Cu (II) İyonu İndirgeyici (CUPRAC) Antioksidan Kapasite.....	112
4.3.12. Tekstür Değişimi.....	116
4.4. Duyusal Özellikler.....	127
4.4.1. Renk.....	128
4.4.2. Doku Yapısı.....	130
4.4.3. Lezzet (tat ve koku).....	131
4.4.4. Tuzluluk.....	133
4.4.5. Tüm İzlenim.....	135
5. SONUÇ	138
KAYNAKLAR.....	142
ÖZGEÇMİŞ.....	163

SİMGELER DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
mL	Mililitre
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
µm	Mikrometre
p<0.01	Yüzde Birlik Önem Seviyesine Göre
cm ²	Santimetre kare
%	Yüzde
°C	Santigrat Derecesi
dk	Dakika
mg g ⁻¹	Gramda miligram
gmL ⁻¹	Mililitrede gram
mg/mg	Miligramda Miligram
mg L ⁻¹	Litrede miligram
µg mL ⁻¹	Mililitrede Mikrogram
µlmL	Mililitrede Mikrolitre
rpm	Dakikada Devir
v/v	Hacim/Hacim Oranı
adet kg ⁻¹	Kilogramdaki Adet Sayısı
mgGAE 100g ⁻¹	100 gramda miligram gallik asit eşdeğeri
mmolGAEAC g ⁻¹	Gramda milimol gallik asit eşdeğeri antioksidan kapasite
mmoltroloks kg ⁻¹	Kilogramda milimoltroloks
ppm	Milyonda bir kısım
mM	Milimolar
N / m ²	Metrekaredeki newton
ml dk ⁻¹	Dakikadaki mililitre
kPa	Kilopascal
h	Saat

KISALTMALAR DİZİNİ

Kisaltmalar	Açıklamalar
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
GAEAC	Gallik Asit Eşdeğeri Antioksidan Kapasite Tayini
TEAC	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite Tayini
CUPRAC	Cu (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite Tayini
FC	Folin-Ciocalteu Reagent
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
TRAP	Toplam radikal yakalama antioksidan kapasitesi
FRAP	Ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü
ABTS	2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit
TCA	Trikloro asetik asit
IC ₅₀	% 50 inhibisyonu gerçekleştiren antioksidan derişimi
t	Süre
T	Sıcaklık
NaOH	Sodyum hidroksit
H ₂ SO ₄	Sülfürik Asit
CuCl ₂ 2H ₂ O	Bakır (II) Klorür

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Oleuropeinin yapısı	1
Şekil 1.2. Gıdaların üç farklı hızda dondurulması sırasında elde edilen donma eğrileri.....	7
Şekil 2.1. Zeytin meyvesinin kesiti.....	9
Şekil 2.2. Zeytin olgunluk indeksi.....	14
Şekil 1.4. Oleuropein'in alt kimyasal yapısı.....	17
Şekil 1.2. Salamura tipi siyah zeytin işleme akış şeması.....	20
Şekil 1.3. Oleuropein'in hidrolizi.....	23
Şekil 3.1. Toplam fenolik bileşen miktarı hesaplamasında kullanılan gallik asit kalibrasyon grafiği.....	49
Şekil 3.2. CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayini hesaplamasında kullanılan troloks kalibrasyon grafiği.....	50
Şekil 4.1. Gıda kalite özelliklerinin sınıflandırılması.....	129

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Dünya sofralık zeytin üretimi (Bin Ton).....	2
Çizelge 1.2. Dünya sofralık zeytin ihracatı (Bin Ton).....	3
Çizelge 1.3. Dünya sofralık zeytin tüketimi (Bin Ton).....	3
Çizelge 1.4. Türkiye'nin zeytin üretim.....	4
Çizelge 2.1. Bölgelere göre Türk zeytin çeşitleri.....	12
Çizelge 2.2. Meyve olgunluğu grupları ve olgunluk dereceleri.....	14
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan katkı maddeleri.....	41
Çizelge 3.2. IQF çalışma koşulları.....	41
Çizelge 3.3. HPLC çalışma koşulları.....	47
Çizelge 3.4. Duyusal analiz için belirlenen beş ifadeli hedonik skala.....	51
Çizelge 3.5. Zeytin numunelerinin duyusal değerlendirme için esas alınan özellikler ve puanlamaları.....	52
Çizelge 3.6. Zeytin numunelerinin duyusal değerlendirme için kodlanması.....	53
Çizelge 4.1. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilen hammaddeye ait fiziksel analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.2. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen hammaddeye ait fiziksel analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.3. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilen gemlik tipi siyah zeytinlere hammaddeye ait kimyasal analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.4. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen gemlik tipi siyah zeytinde hammaddeye ait kimyasal analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.5. CaCl ₂ uygulamasının zeytinin sertlik (firmness) (g) değerleri üzerindeki değişimine ilişkin LSD testi sonuçları.....	68
Çizelge 4.6. CaCl ₂ Uygulamasının zeytinin kesmeye karşı gösterdiği direnç (work of cutting / toughness) (g.sn) değerleri üzerindeki değişimine ilişkin LSD testi sonuçları.....	68
Çizelge 4.7. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve depolanan Gemlik çeşidi zeytinlere ait fiziksel özellikler.....	71
Çizelge 4.8. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve depolanan Gemlik çeşidi zeytinlere ait fiziksel özellikler.....	72
Çizelge 4.9. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve depolanan Gemlik çeşidi zeytinlere ait kimyasal özellikler.....	73
Çizelge 4.10. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve depolanan Gemlik çeşidi zeytinlere ait kimyasal özellikler.....	74
Çizelge 4.11. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilen dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin kilogramdaki tane sayılarının depolama süresince değişimi.....	77
Çizelge 4.12. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince kilogramdaki tane sayılarının değişimine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	77

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Sayfa

Çizelge 4.13. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince kilogramdaki tane sayılarının değişimine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	78
Çizelge 4.14. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince et : çekirdek oranlarının değişimine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	80
Çizelge 4.15. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince et : çekirdek oranlarının değişimine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	81
Çizelge 4.16. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş zeytinlerin depolama süresince et : çekirdek oranlarının değişimine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	81
Çizelge 4.17. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen dondurulmuş zeytinlerin depolama süresince et : çekirdek oranlarının değişimine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	81
Çizelge 4.18. 2017 Yılı Ocak Ayında Hasat Edilen Dondurulmuş Gemlik Çeşidi Zeytinlerin Depolama Süresince Kurumadde Miktarlarındaki ($g\ 100\ g^{-1}$) Değişim Üzerine Dondurma ve Depolama Yönteminin Etkisine İlişkin LSD Testi Sonuçları.....	82
Çizelge 4.19. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince protein miktarlarındaki ($g\ 100\ g^{-1}$) değişim üzerine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları..	85
Çizelge 4.20. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince yağ miktarlarındaki ($g\ 100\ g^{-1}$) değişim üzerine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	87
Çizelge 4.21. 2017 yılı ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince kül miktarlarındaki ($g\ 100\ g^{-1}$) değişim üzerine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	89
Çizelge 4.22. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince indirgen şeker ($g\ 100\ g^{-1}$) miktarındaki değişime dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	92
Çizelge 4.23. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilen dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince indirgen şeker ($g\ 100\ g^{-1}$) miktarındaki değişime dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	93
Çizelge 4.24. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince indirgen şeker ($g\ 100\ g^{-1}$) miktarındaki değişime dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	94

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Sayfa

Çizelge 4.25. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince indirgen şeker ($g\ 100\ g^{-1}$) miktarındaki değişime dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	94
Çizelge 4.26. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince pH üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	97
Çizelge 4.27. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince pH üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	98
Çizelge 4.28. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince pH üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	98
Çizelge 4.29. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince pH üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	99
Çizelge 4.30. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince oleuropein miktarları ($mg\ kg^{-1}$) üzerine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	104
Çizelge 4.31. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince oleuropein miktarları ($mg\ kg^{-1}$) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	104
Çizelge 4.32. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince oleuropein miktarları ($mg\ kg^{-1}$) üzerine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	105
Çizelge 4.33. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince oleuropein miktarları ($mg\ kg^{-1}$) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	106
Çizelge 4.34. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince toplam fenolik madde miktarları ($mg\ GAE\ 100\ g^{-1}$) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	109
Çizelge 4.35. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince antioksidan kapasite değeri ($mmol\ GAEAC\ g^{-1}$) üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	114
Çizelge 4.36. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince antioksidan kapasite değeri ($mmol\ GAEAC\ g^{-1}$) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD Testi Sonuçları.....	114
Çizelge 4.37. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince sertlik değeri (g) üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	117

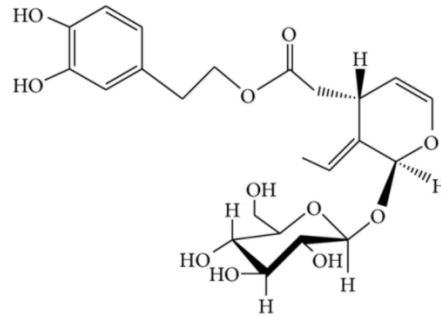
ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

	Sayfa
Çizelge 4.38. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince sertlik değeri (g) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	118
Çizelge 4.39. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin tekstürel özellik olan sertlik (g) değerlerinin değişimine uygulanan dondurma ve farklı sıcaklıklarda depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	119
Çizelge 4.40. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince kesmeye karşı gösterilen direnç (g.s) üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	122
Çizelge 4.41. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince kesmeye karşı gösterilen direnç (g.s) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	123
Çizelge 4.42. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik zeytinlerin tekstürel özellik olan kesmeye karşı gösterilen direnç (g.s) değerlerinin değişimine uygulanan dondurma ve farklı sıcaklıklarda depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD Testi Sonuçları.....	125
Çizelge 4.43. Zeytin örneklerinin renk değerleri üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	129
Çizelge 4.44. Zeytin örneklerinin doku yapısı değerleri üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	131
Çizelge 4.45. Zeytin örneklerinin lezzet değerleri üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	133
Çizelge 4.46. Zeytin örneklerinde tuzluluk değerleri üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	134
Çizelge 4.47. Zeytin örneklerinde tüm izlenim değerleri üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları.....	135
Çizelge 4.48. farklı yöntemlerle dondurulduktan sonra farklı sıcaklıklarda depolanan ve salamura ya da yağlı sele olarak işlenen Gemlik çeşidi zeytin örneklerinin duyusal analiz sonuçları.....	137

1.GİRİŞ

Zeytin meyvesi, kimyasal bileşim açısından diğer tek çekirdekli meyvelerden daha düşük şeker, buna karşılık daha yüksek yağ miktarına sahip olması ve “oleuropein” adı verilen acılık maddesini içermesi nedeniyle farklılık göstermektedir. Bu nedenle zeytin dalından koparıldığı anda tüketilemeyen bir meyvedir. Ancak ülkemizde sadece İzmir’in Karaburun ilçesinde yetiştirilen zeytinlerin (Erkence; Hurma zeytin) daneleri ağaç üzerinde iken iklim, çevre şartları ve “*Phoma oleae*” adı verilen mantarın enzimatik etkisi ile acılığını kaybetmekte ve dalından koparıldığı gibi yenilebilmektedir. Zeytin meyvesi, bünyesinde bulunan acılık unsuru bileşiklerin değişik yöntemler kullanılarak uzaklaştırılmasıyla tüketime hazır hale gelebilmektedir. Bu yöntemleri seçerken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta zeytin işleme tekniğine (kırama, çizme, konfit vb.) uygun acılık giderme yönteminin seçilmesidir. Uygulanacak işleme tekniğine göre zeytinler, su ya da NaOH çözeltisi ile acılığı giderildikten sonra, dondurma, enzim, yüksek hidrostatik basınç, yüksek dozda oksidasyon ya da sıcaklık uygulaması ya da acılık giderme ön işlemleri uygulanmadan doğrudan salamura/tuz ile fermentasyona tabi tutulmaktadır.

Acılık veren bileşikler arasında en büyük pay sahibi olan oleuropein, meyvenin olgunlaşması sırasında dönüşüme uğrayan glikozit karakterli ve fenolik yapıda bir bileşiktir (Ciafardini ve ark. 1994; Öngen ve ark. 2000, Soler-Rivas ve ark. 2000, Blekas ve ark. 2002, Romero ve ark. 2002, Owen ve ark. 2003, Romero ve ark. 2004; Şekil 1.1). Olgunlaşma ve fermentasyon ile zeytindeki oleuropein miktarı azalırken acı karakterde olmayan tirosol ve hidrositirosol oranı artmaktadır (Ryan ve ark. 1999, Piga ve ark. 2001, Ferreira ve ark. 2002).



Şekil 1.1. Oleuropeinin yapısı

Dünya sofralık zeytin üretimi son beş dönemdir ortalama 2,57 milyon ton civarında olmuştur. En önemli zeytin üretici ülkeler sırasıyla AB, Türkiye, Mısır, Cezayir, Fas ve Suriye'dir (Çizelge 1.1). AB ülkeleri arasında ilk sırayı İspanya alırken, onu Yunanistan ve İtalya izlemektedir. 2015/16 sezonunda İspanya'nın AB üretimindeki payının %70 seviyesinde olduğu tahmin edilmektedir (Anonim 2017a).

Çizelge 1.1. Dünya sofralık zeytin üretimi (Bin Ton)

ÜLKELER	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/2015	2015/2016
AB	8 285	741	7 805	794	860	860
Türkiye	330	400	410	430	390	397
Mısır	350	3 845	453	400	4 505	470
Cezayir	1 925	1455	175	208	2 335	2 330
Suriye	147	172	134	120	75	1500
Fas	110	100	100	120	100	120
Arjantin	90	150	60	140	120	50
Diğer	515	3395	393	4485	344	370
Toplam	256 300	243 250	251 250	266 050	25 730	26 500

Kaynak:Anonim 2016 a

Dünya sofralık zeytin üretiminde İspanya'dan sonra ikinci sırada bulunan ülkemiz, sofralık siyah zeytin üretiminde ise ilk sırada bulunmaktadır. Ancak Türkiye'nin sofralık zeytin üretiminde dünyada sahip olduğu konum dış satımda etkili olamamaktadır. Zeytin ihracatında ise üretime paralel olarak ilk sırayı AB ülkeleri almakta, bu ülkeleri Mısır, Fas ve Türkiye izlemektedir (Anonim 2017a; Çizelge 1.2). Türkiye üretimde ikinci sırayı alırken ihracatta dördüncü sırada yer almaktadır. İspanya sofralık zeytin üretiminin yarısını iç tüketime, diğer yarısını ise ihracata ayırmaktadır. Buna karşılık ülkemizde ise üretilen sofralık zeytinin %90'ından fazlası yurt içinde tüketilmekte, ihracatta fazla şans bulamamaktadır. Üretilen ürünlerin çok tuzlu olması, tekstürel ve duyuşsal özelliklerinin dış ülkelerdeki damak tadına uygun olmaması ihracatın önündeki en önemli engeller olarak belirtilmektedir (Çetin ve Tipi 2000a,b). Ülkemizin uluslararası pazarda kendine daha fazla yer bulabilmesi için önündeki en büyük engel olan ihracat sorununun çözümlenebilmesi üretim yöntemlerinin

iyileştirilmesi ve denenen yöntemlerin en kısa sürede üreticiye aktarılarak uygulamaya konulması gerekmektedir.

Çizelge 1.2. Dünya sofralık zeytin ihracatı (Bin Ton)

ÜLKELER	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
AB	290,5	298	270	283,5	315	271,5
Mısır	78	93,5	127,5	65	46,5	90
Fas	77	68	72,5	87	78	80
Türkiye	72	60	70	70,5	63,5	73
Arjantin	72	89,5	68	72	46,5	48
Suriye	30	35	23	5	4	5
Diğer	39,5	55,5	29	55	50,5	45,5
Toplam	659	699,5	670	638	604	613

Kaynak : T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2016 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu, UZK, Kasım 2016 (Anonim 2016 a)

Dünya sofralık zeytin tüketimi son beş yılda %2'lik artışla 2,55 tondan 2,6 tona yükselmiştir. AB ülkelerinde %7'lik tüketim azalışı gözlemlenirken, Türkiye'de bu oran %6 civarında olmuştur (Anonim 2017a: Çizelge 1.3).

Çizelge1.3. Dünya sofralık zeytin tüketimi (Bin Ton)

ÜLKELER	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
AB	664,5	621,5	530,5	549,5	618
Türkiye	350	350	355	330	327,5
ABD	210	210	210,5	185	192
Suriye	132	132	107	92	145
Brezilya	101,5	109	114	103	97
Fas	32	32	33	30	33
Tunus	20	22	21	26	24
Avustralya	21	21	21	19,5	20
Diğer	1 021,00	1 033,00	1 101,5	1 152	1 138,5
Toplam	2 552,00	2 528,5	2 493,5	2 487,5	2 595

Kaynak : T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2016 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu, UZK, Kasım 2016 (Anonim 2016 a)

Ülkemizde yıllara göre üretim miktarı değişkenlik göstermekte, yani var yılı yok yılı (periyodisite) özelliği belirgin olarak gözlenmektedir. Var yıllarında 170 000-200 000 ton olan zeytin üretimi, yok yıllarında 40 000-60 000 ton olmakta, üründe yok yıllarında %75 rekolte kaybı yaşanmaktadır (Anonim 2017a; Çizelge 1.4). İspanya’da ise bu oran %35-40 seviyelerinde kalmakta ve üretimde büyük dalgalanmaların önlenmesiyle sürekli ürün arzı sağlanabilmektedir. Ülkemizde periyodisite etkisinin azaltılması için, zeytin çeşitlerinin ıslahının yapılması, sulama, ilaçlama ve gübreleme gibi bakım işlemlerinin modernize edilmesinin yanı sıra üreticinin desteklenmesi sağlanmalıdır.

Çizelge 1.4. Türkiye’nin zeytin üretimi

YIL	Ağaç Sayısı (Bin adet)			Üretim (Ton)		
	Toplam	Meyve veren	Meyve Vermeyen	Toplam	Sofralık	Yağlık
2000	97 770	89 200	8 570	1 800 000	490 000	1 310 000
2001	99 000	90 000	9 000	600 000	235 000	365 000
2002	101 600	91 700	9 900	1 800 000	450 000	1 350 000
2003	102 750	92 250	10 500	850 000	350 000	500 000
2004	107 100	94 950	12 150	1 600 000	400 000	1 200 000
2005	113 180	96 625	16 555	1 200 000	400 000	800 000
2006	129 265	97 773	31 492	1 766 749	555 749	1 211 000
2007	144 329	104 219	40 110	1 075 854	455 385	620 469
2008	151 630	106 139	45 491	1 464 248	512 103	952 145
2009	153 723	109 127	44 596	1 290 654	460 013	830 641
2010	156 448	111 398	45 050	1 415 000	375 000	1 040 000
2011	154 611	117 942	36 339	1 750 000	550 000	1 200 000
2012	157 061	120 821	36 240	1 820 000	480 000	1 340 000
2013	167 030	129 161	37 869	1 676 000	390 000	1 286 000
2014	168 997	140 712	28 285	1 768 000	438 000	1 330 000
2015	171 992	144 760	27 232	1 700 000	400 000	1 300 000
2016	173 785	147 430	26 355	1 730 000	430 000	1 300 000
2017	174 594	148 263	23 331	2 100 000	460 000	1 640 000

Kaynak: Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ,www.tuik.gov.tr (Anonim 2017b)

Üretimin arttırılması için mevcut zeytin çeşit ve tipleri belirlenmeli, sertifikalandırılmalı ve genetik haritaları çıkarılmalıdır. Fidan üretiminde bölgesel adaptasyon önemli olup, coğrafi yöre ile özdeşleşmiş çeşitlerin diğer bölgelere dikimi engellenmelidir. Her bölgenin yerli çeşitleri arasından yüksek ürün ve ağaç özellikleri gösteren çeşitler seçilerek ıslah çalışmaları yürütülmelidir (Anonim 2017a).

Sofralık siyah zeytin her çeşit zeytinden yapılabilmektedir. Ancak parlak koyu siyah renkli, etli, çekirdeği küçük ve kabuğu ince olan ve Bursa'nın Gemlik, İznik, Mudanya ve Orhangazi ilçelerinde yoğun olarak yetiştirilen "Gemlik çeşidi" zeytinlerden daha kaliteli ürün elde edilmektedir (Kılıç 1989). Gemlik zeytini orta boyda, kilogramdaki dane adedi 280–320 adet arasında, %25-28 oranında yağ içeren ve et : çekirdek oranı 6:1 ya da 7:1 oranında olan bir çeşittir (Tokuşoğlu 2010).

Marmara Bölgesi'ndeki ağaç varlığının %80'ini, Türkiye genelinde ise %11'ini Gemlik çeşidi teşkil etmektedir. Ağaç sayısına göre Memecik ve Edremit çeşitlerinden sonra Gemlik çeşidi üçüncü sırada yer almaktadır. Gemlik çeşidi zeytinin "siyah olum dönemi" Kasım ayının başı ile ortasına kadar olup, bu dönemde hasat edilen zeytin meyveleri genellikle doğal fermantasyon (tuzlu su) usulüne göre siyah sofralık olarak değerlendirilmektedir. Yağ bakımından zengin olan bu çeşit zeytinlerin sofralık kalite dışı olanları yağlık olarak da işlenebilmektedir (Canözer 1991).

Zeytinin yenilebilir duruma gelmesini sağlamak için yapısındaki acılığın uzaklaştırılması gerekmektedir. Zeytin işleme teknikleri acılık maddelerinin bünyeden uzaklaştırılmasına göre değişiklik göstermekte ve bu konuya yönelik çalışmalar gün geçtikçe büyük önem kazanmaktadır. İşlenecek sofralık zeytin çeşidi, süre, işletmenin üretim imkânları, maliyet gibi koşullara göre uygun acılık giderme yöntemlerinden biri kullanılmaktadır (Kılıç 1989, Canözer 1991, Garrido-Fernández ve ark. 1997, Alak 2016, Kailis ve Kiritsakis 2017).

Son yıllarda kahvaltılık özelliği ve yemeklik lezzeti açısından çizme ve sele tipi zeytinler pazarda aranmakta ve yüksek fiyat bulmaktadır. Ancak bu zeytinlerin uzun süre muhafazaları mümkün olmamakta, çizme zeytinler en iyi koşullarda dahi bir yılda,

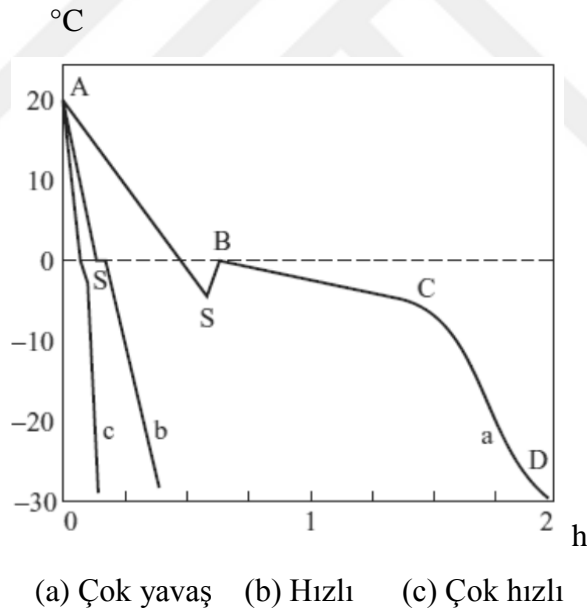
sele zeytinler ise birkaç ayda tüketilmemesi durumunda bozulmalar olmaktadır. Periyodisite nedeniyle her yıl aynı kalite ve miktarda ham zeytini işlemek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle tüm yıl boyunca satış durumuna göre periyodik zamanlarda ham zeytine ihtiyaç bulunmaktadır (Türk ve ark. 2000).

Gıdaların dondurularak muhafazası, onların taze niteliklerine en yakın olarak korunabildiği bir yöntemdir (Skrede 1996, Cemeroğlu 2003). Dondurma işlemi ile gıdaların içerdikleri su, buz kristallerine dönüşerek bozulmaya neden olan mikroorganizmaların faaliyetleri engellenmekte, kimyasal ve biyokimyasal değişimler, yani kalite kayıpları, en aza indirgenerek gıdaların en doğal haliyle korunması sağlanmaktadır (George 1993, Anonim 2001a, Petzold ve Aguilera 2009).

Gıdaların dondurulması, gıda sıcaklığının donma noktasının altındaki bir sıcaklığa düşürüldüğü (kabul edilen -18°C) ve içerdığı suyun önemli bir kısmının buz kristallerine dönüştüğü (yaklaşık suyun %85'i) bir işlemdir. Meyve ve sebzelerde %85-90 arasında donabilir nitelikte (serbest) su bulunmakta olup, bu suyun buza dönüştürülmesiyle ürünlerin su aktivitesi düşürülmektedir. Su aktivitesiyle birlikte sıcaklığın da düşürülmüş olması, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar ile mikrobiyel faaliyetlerin hızını azaltmaktadır (Rickman ve ark. 2007).

Dondurulması istenilen üründe, donma noktası sıcaklığına ulaşılması ile buz kristal oluşumu hemen başlamamaktadır. Öncelikle, kristal çekirdeklerinin oluşup kaybolması şeklinde gerçekleşen kararsız bir süreç yaşanmaktadır. Bu süreçte kristalizasyonun gecikmiş olmasından dolayı, ürün sıcaklığı donma sıcaklığının birkaç derece altına kadar düşebilmektedir. Bu olay aşırı soğuma olarak bilinmektedir. (Şekil 1.2; 0°C ile S noktası arası). Bu aşamadan sonra S ile B noktaları arasında buz kristallerinin oluşmaya başlamasıyla açığa çıkan kristalizasyon gizli ısısının etkisiyle sıcaklık hızlı bir şekilde donma noktasına yükselmektedir. "Donma bölgesi" olarak adlandırılan B ve C arasındaki bölgede gıda maddesinde bulunan suyun tamamına yakınının kristalizasyon gizli ısısı uzaklaştırılmaktadır. Bu bölgenin başlangıcında saf buz kristalleri, daha sonra ise çözünmüş madde kristalleri ile karışmış olan buz kristalleri oluşmaktadır. Meyve sebzelerin dondurulmasında bu aşamada konsantre olmuş fakat donmamış, ancak

“donabilir nitelikte” olan sıvı faz bazı fiziksel özelliklerin (pH, viskozite vb.) değişimine yol açabilmektedir. Bunun sonucunda da meyve ve sebzelerde enzimatik esmerleşme, oksidasyon ve indirgenme reaksiyonları gibi kimyasal reaksiyonların gerçekleşme riski artabilmektedir. Bu reaksiyonlar dondurulmuş ürün kalitesinin düşmesine neden olduğu için BC bölgesi ne kadar hızlı olarak geçilirse kalite kayıpları da o kadar az olmaktadır. Bu nedenle daha çok hızlı dondurma işlemi tercih edilmektedir. C noktası (son kriyohidrik nokta), donma işleminin sona erdiği noktadır. Buradan sonra gıdanın sıcaklığı hızla düşmekte donma işlemi tam olarak gerçekleşmektedir (Reid 1996, Rahman 1999, De Ancos ve ark. 2006, Demiray ve ark. 2010). C ve D bölgeleri arasında ürünün soğutulması depolama sıcaklığına kadar devam etmelidir çünkü dondurulmuş gıdalarda bir miktarda olsa daima donmamış fakat donabilir nitelikte su bulunmaktadır. Çoğunlukla bu su ile birlikte proteinler ya da polisakaritler gibi makromoleküller de bulunabilmekte ve fiziksel ve kimyasal reaksiyonların oluşmasına neden olabilmektedirler (Demiray ve ark. 2010).



Şekil 1.2. Gıdaların üç farklı hızda dondurulması sırasında elde edilen donma eğrileri

Bu nedenle, planlanan tez çalışmasında yıl boyunca ham zeytine duyulan ihtiyacı karşılamak ve üretici için alternatif olabilecek, meyve ve sebze sanayinde yaygın olarak kullanılan dondurarak muhafaza yöntemi ham Gemlik tipi siyah zeytinlere uygulanarak dondurma öncesi, sonrası ve belirli periyotlarla yapılan analizler ile zeytinlerin fiziksel ve kimyasal değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Zeytin Meyvesinin Tanımı, Sistematikteki Yeri ve Yetiştiriciliği

Oleacea familyasının bir üyesi olan zeytinin (*Olea europea* L.) anavatanı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni de içine alan Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya'dır. Günümüzde 20. yüzyılın bitkisi olarak gösterilen ve yüzyıllardır önemini yitirmemiş olan zeytin bitkisinin anavatanı Mardin, Hatay, Suriye, Filistin ve Kıbrıs adasını içerisine alan bölge kabul edilmektedir (Tanker ve ark. 2004, Altınyay ve Altun 2006, Therios 2009, Elgin Cebe ve ark. 2012, Anonim 2015).

Dünyadaki tropikal ve subtropikal bölgelerde yetişen ve yenilebilir meyvesi bulunan *Olea* türü hem sofralık zeytin işleme hem de yağlık için kullanılmaktadır. Yenilebilir meyvesi olan tek tür kültür zeytininin dahil olduğu *Olea europaea*'dır.

Zeytinin Cronquist (1988) sistemine göre yapılan sınıflandırması aşağıda verilmiştir:

Bölüm (Division)	: Spermatophyta
Altbölüm (Subdivision)	: Angiospermae
Sınıf (Class)	: Magnoliopsida (Dicotyledonea)
Alt Sınıf (Subclass)	: Asteridae
Takım (Order)	: Contortae
Aile (Family)	: Oleaceae (Zeytingiller)
Cins (Genus)	: <i>Olea</i>
Tür (Species)	: <i>Olea europea</i> L.
Alttür (Subspecies)	: <i>Olea europea europaea</i> subsp <i>europaea</i> (Avrupa zeytini) <i>Olea europea europaea</i> subsp <i>cuspidata</i> Cif. (Afrika zeytini)
Varyete (Variety)	: <i>Olea europea europaea</i> subsp <i>europaea</i> var. <i>zhukovsky</i>

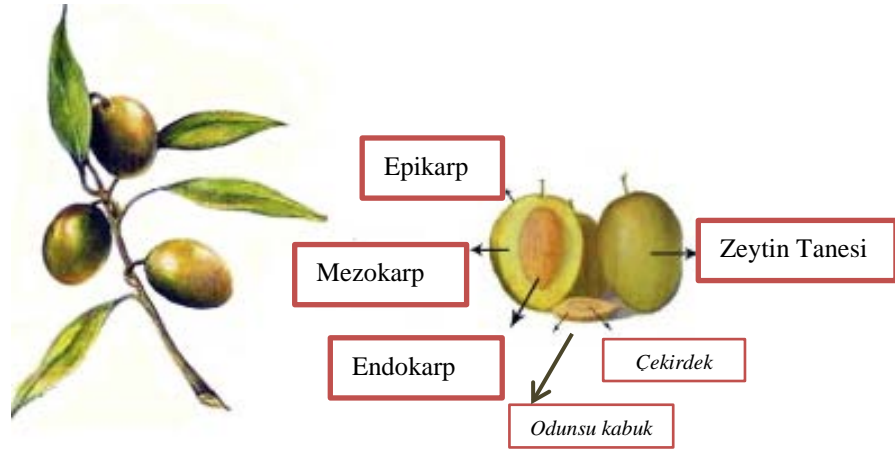
Zeytin yetiştiriciliğinin ilk insanlarla birlikte başladığı kabul edilmekte ve “Zeytin bütün ağaçların ilkidir” denilmektedir. Zeytinin insanlık tarihindeki önemine tüm kutsal kitaplarda, yaratılış ve kuruluş efsanelerinde yer verilmektedir. Arkeolojik ve jeolojik buluntular da zeytinin M.Ö. 6000 yılından beri kullanıldığını göstermektedir. Zeytin 6000 yıldır Anadolu'da, çeşitli medeniyetlerin arazilerinde büyümekte ve bu topraklara barış, sağlık ve güzellik katmaktadır. Zeytin aynı zamanda Akdeniz insanlarının uzun ömürlü olmalarının formülüdür. Bugün için dünya üstünde bulunmuş en eski zeytinyağı

tesisi, M.Ö. 6. yüzyıla aittir ve Türkiye'nin batısında bulunan İzmir'in Urla ilçesi yakınlarındaki antik Klazomenai kentinde bulunmaktadır. Son zamanlarda, ilk yapılmış zeytin ticareti kanıtı İzmir'in Urla ilçesinde bulunmuştur (Anonim 2016).

Zeytin meyvesi ortalama olarak 2-3 cm uzunluğunda ve 1-2 cm eninde bir meyvedir (Fernandez-Diez 1983). Meyve ağırlığı genel olarak 3-10 g arasında değişmektedir. Zeytin meyvesi oval şekilli olup, çekirdek, meyve eti ve kabuktan meydana gelmiştir (Ergönül 2006, Asıgöz 2007).

Çeşit, yetiştiği toprak ve iklim koşulları, bakım yöntemleri ve olgunluk derecesi zeytinlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde görülen değişikliklerde etkilidir (Mafra ve Coimbra 2004, Lanza ve ark. 2010, Susamcı ve ark. 2011, Sarı 2016). Meyve şekli ve büyüklüğü, çukur büyüklüğü ve yüzey morfolojisi çeşitler arasında büyük farklılıklar gösteren ve zeytin çeşitlerinin belirlenmesinde önemli olan morfolojik özelliklerdir (Garcia ve ark. 2005, Özkaya ve ark. 2008, Kaynaş 2015).

Zeytin meyvesinin kesitinde, diğer sert çekirdekli meyvelerde olduğu gibi şu kısımlar görülmektedir: i) meyveyi dala bağlayan, besleyici değeri olmayan sap, ii) kabuk olarak adlandırılan ve toplam meyve ağırlığının %1,5-3,5'ünü teşkil eden epikarp, iii) meyvenin et kısmını oluşturan ve kimyasal yapının depo edildiği bölüm olan mezokarp, iv) çekirdek olarak adlandırılan endokarp (Erol 1983, Anonim 1997). Tohum ise endokarp'ın içinde bulunan, gri renkli kısımdır (Asıgöz 2007).



Şekil 2.1. Zeytin meyvesinin kesiti

Diğer tek çekirdekli meyveler %12 gibi yüksek oranda şeker ile %1-2 gibi düşük oranda yağ içerirken, zeytin yüksek oranda yağ, düşük şeker içeriği ve kendine has acı tadı ile farklı bir meyvedir (Mafra ve ark. 2006, Irmak ve ark. 2010). Bileşiminde yağ, şeker ve suyun yanı sıra protein, mineral maddeler, selüloz ve antosiyaninler, oleuropein, fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşikler de yer almaktadır (Alkan ve Kalkan 1999, Tetik 2001, Connor ve Fereres 2005, Kailis ve Harris 2007, Tokuşoğlu 2010, Alak 2016, Kallis ve Kristakis 2017). Ağırlıklı olarak triaçilgliserollerden oluşan yağ oranı nedeniyle yüksek kalori değerine sahiptir. %65,7-83,6 arasında değişen oranda oleik asit (C18:1, n9) içermektedir (Boskou ve ark. 2006, Tanılğan ve ark. 2007, Montaña ve ark. 2010). Protein miktarı düşük olmasına rağmen bütün aminoasitleri yapısında bulundurmaktadır ve bu özelliği biyolojik değerini arttırmaktadır. Zeytin etinde bulunan amino asitler aspartik asit, sistin, arjinin, lösin, alanin, isoleüsin, histidin, glutamik asit, glisin, lizin, metiyonin, serin, prolin, fenilalanin, trosin, trionin, triptofan ve valin'dir (Nosti-Vega ve ark. 1984, Bülbül 2007, Montano ve ark. 2010). Glukoz, fruktoz, sakkaroz ve mannitol gibi şekerleri içermektedir (Kailis ve Harris 2007, Cardoso ve ark. 2008). Zeytin yağda çözünen ve sadece yağlar ile birlikte alınabilen antioksidan özelliğine sahip Vitamin A ve Vitamin E içeriğiyle de sağlıklı beslenmede önemli bir yer tutmaktadır (Aktan ve Kalkan 1999, Conde ve ark. 2008). Araştırmacılar tarafından, zeytinin fenoliklerinin serbest radikalleri bağladığı, antiaterojenik, antiviral, antiinflamatuvar ile antimikrobiyel aktivite gösterdiği, lipoproteinlerin oksidasyonunu engellediği ve kalp-damar rahatsızlıkları, kanser, alzheimer gibi hastalıkların önlenmesinde etkili olduğu bildirilmektedir (Dıraman 2000, Owen ve ark. 2000, Uccella 2001, Tuck ve ark. 2002, Visioli ve ark. 2002, Bianchi 2003, Del Río ve ark. 2003, Micol ve ark. 2005, Tripoli ve ark. 2005, Gikas ve ark. 2007, Casas-Sánchez ve ark. 2007, Omar 2010, Yıldız ve Uylaşer 2011, Czerwinska ve ark. 2012, Ötleş ve Özyurt 2012, Uylaser 2015).

Zeytin, genetik olarak periyodisite eğilimi gösteren bir meyve ağacıdır (Tunalıoğlu 2003). Zeytin ağacı, 6-10 yaşları arasında ekonomik olarak ürün vermeye başlayan ve 80-100 yaşlarına erişen bir bitkidir. Kurak ve fakir topraklarda az suyla yaşamını sürdürebilmekte ya da kuvvetli kökleri ve dayanıklı gövdesiyle iklimsel koşullara ayak uydurabilmektedir, ancak bu faktörler ağacın meyve ve meyvenin yağ verimini etkilemektedir. Yurdumuzda zeytinlerin yaklaşık %75'inin eğimli, dağlık ve yamaç

arazilerde yer alması kültürel bakım tedbirlerini zorlaştırmaktadır ve bunun sonucu olarak elde edilen ürün miktarı yıldan yıla değişiklik göstermektedir. Bu periyodisiteye halk arasında "var yılı" ve "yok yılı" denilmektedir (Tetik 2001).

Dünyada Akdeniz havzası iklim özellikleri gösteren yaklaşık 40 ülkede zeytin üretiminin yapıldığı ifade edilmektedir (Özkaya ve ark. 2010). Türkiye, kendi ekolojilerinde yetişen “zeytin çeşitleri” ile dağlık ve kıyı bölgelerde normal vejetasyon içerisinde yer bulan “delice” tipleri ile zengin bir gen havuzuna sahiptir. Mevcut çeşitlerin seleksiyon ve karakterizasyon çalışmaları 1968 yılında başlamış ve günümüzde halen devam etmektedir. Bugüne kadar Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü tarafından tescilli yapılmış 90 zeytin çeşidi bulunmaktadır; bunlardan 89 adedi ülkenin değişik yerlerinden selekte edilirken, 90. çeşit olan “Hayat”, MemecikxGemlik çeşitlerinin melezlenmesi ile elde edilmiştir (Çizelge 2.1) (Veral 2016).

Ülkemizde, en geniş dağılıma sahip olan zeytin çeşidinin Gemlik zeytini olduğu ve Edremit, Ayvalık, Domat, Memecik, Memeli, İzmir Sofralık, Çilli, Çelebi ve Uslu çeşitlerinin ise çeşitli bölgelerde yetişen başlıca zeytin çeşitlerini oluşturduğu bildirilmiştir (Özilbey 2011).

Gemlik zeytini, Türkiye’de Marmara Bölgesi başta olmak üzere, Ege Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi’nde yetişebilen bir çeşittir. Yöresel olarak “Tirilye”, “Kaplık” ve “Kıvırcık” isimleri ile anılmaktadır (Canözer 1991). Gemlik çeşidi Bursa, Tekirdağ, Kocaeli, Bilecik, Kastamonu, Zonguldak, Sinop, Samsun, Trabzon, Balıkesir, İzmir, Manisa, İçel, Adana ve Antalya illerinde yetiştirilmekte ve oldukça geniş bir coğrafi dağılım göstermektedir. Bununla birlikte, Marmara Bölgesi’nde yetiştirilen zeytinlerin %90’ını bu çeşit oluşturmaktadır (Canözer 1991, Asıgöz 2007).

Gemlik zeytin ağacı orta büyüklükte olup, düzgün yuvarlak bir taç oluşturmaktadır. İyi bakım şartlarında kuvvetli gelişerek düzenli ürün vermektedir. Ana dallar dik açılı, genç dallar ise geniş açılı olup; dallar gri-yeşil renktedir. Zeytin meyveleri orta büyüklükte

olup yuvarlağa yakın silindirik şekillidir. Meyvenin et ile çekirdek bağlantısı zayıftır. Meyve eti orta sertliktedir (Asıgöz 2007).

Çizelge 2.1. Bölgelere göre Türk zeytin çeşitleri (Anonim 2016c)

Bölgeler	Çeşitler		
Ege Bölgesi	Ayvalık (Edremit) Çakır (İzmir) Dilmit (Bodrum) Erkence (İzmir) Eşek Zeytini (Ödemiş) Hurma Kaba (Karaburun) Kara Yaprak (Aydın) Yağ Yeytini (Aydın)	Hurma Karaca (Karaburun) Memeli (Menemen) Memecik (Muğla) Girit (Bodrum) Çekişte (Ödemiş) Taşarası (Aydın) Taşarası (Kuşadası) Aşiyeli (Aydın)	Çilli (Kemalpaşa) İzmir sofralık (İzmir) Tavşan yüreği (Muğla) Ak Zeytin (Milas) Domat (Akhisar) Kiraz (Akhisar) Uslu (Akhisar) Yerli Yağlık (Aydın)
Akdeniz Bölgesi	Küçük Topak Ulak (Adana) Çelebi (Silifke) Halhalı (Hatay) Sarı Habeşi (Hatay)	Sarı Ulak (Tarsus) Elmacık (Hatay) Yağlık Sarı Zeytin (K.Maraş) No: 7	Büyük Topak Ulak (Tarsus) Sayfi (Hatay) Karamani (Hatay) Saurani (Hatay)
Marmara Bölgesi	Siyah Salamuralık (Tekirdağ) Beyaz Yağlık (Tekirdağ) Eşek Zeytini (Tekirdağ) Erdek Yağlık (Erdek)	Çizmelik (Tekirdağ) Edincik (Balıkesir) Karamürsel Su (Kocaeli) Şam (İzmit)	Gemlik (Bursa) Samanlı (İzmit) Çelebi (İzmit)

Çizelge 2.1 Bölgelere göre Türk zeytin çeşitleri (devam)

Güney Doğu Anadolu Bölgesi	Kilis Yağlık (Kilis) Nizip Yağlık (G.antepe) Kalembezi (G.antepe) Eğriburun (Nizip) Tespilh Çelebi (G.antepe) Eğriburun (Tatayn) Yağ Çelebi (G.antepe)	Halhalı Çelebi (G.antepe) Mavi (Derik) Hırhalı Çelebi (Tatayn) Belluti (Mardin) Melkabazı (Derik) Zoncuk (Derik)	Kan Çelebi (G.antepe) Hamza Çelebi (G.antepe) Yuvarlak Halhalı (G.antepe) Yün Çelebi (G.antepe) Yuvarlak Çelebi (Halfeti) İri Yuvarlak (Tatayn) Hursiki (Mardin)
Karadeniz Bölgesi	Görvele (Artvin) Butko (Artvin) Samsun Ufak Tuzlama Sinop No: 1 Sinop No: 2 Sinop No: 5	Sinop No: 6 Sinop No: 4 Samsun Salamuralı Patos (Trabzon) Otur (Artvin) Satı (Artvin)	Samsun Yağlık Marantelli (Trabzon) Samsun Tuzlamalık Trabzon Yağlık

Olgunlaşma sırasında meyve rengi, yeşilden mor-menekşe ya da siyah renge kadar değişmektedir. Gelişmenin ilk aşamalarında zeytinin rengi klorofil miktarına bağlı olarak açık renkte olmakta, ilerleyen safhalarda soluk yeşil, saman sarısı, pembe, mor-pembe ve siyaha dönüşmektedir. Bu renk değişimi; klorofil, karotenoid ve antosiyonin gibi önemli pigmentlerin değişik konsantrasyonlarda olmasına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Roca ve Minguez-Mosquera 2001, Bianchi 2003).

Zeytinlerin hasat edilme olgunlukları, son ürün haline gelen sofralık zeytinlerin kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Yağlık zeytinlerin hasat zamanının belirlenmesinde zeytin kabuk ve et rengine göre oluşturulan bir olgunluk indeksi kullanılmaktadır (Şekil 2.2 ve Çizelge 2.2) (Devarenne 2006, Cebeci 2007, Özdemir ve

ark. 2011). Ancak sofralık zeytinlerin işlenecekleri metoda ve arzu edilen son ürüne göre hasat edilmeleri gerektiği için kullanılan bir olgunluk indeksi mevcut değildir (Garrido-Fernández ve ark. 1997, Rejano ve ark. 2010, Özdemir ve ark. 2011).

Sofralık zeytinler, taze meyvelerin olgunluk derecesine bağlı olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Anonim 2015):

- **Yeşil Zeytin:** Olgunlaşma periyodu başlangıcında renk değişiminden önce normal iriliğe erişince hasat edilen meyvelerdir. Zeytin rengi yeşilden saman sarısına kadar değişebilmektedir.
- **Rengi Dönen Zeytin:** Tam olgunlaşma periyodundan önce önce hasat edilen meyvelerdir. İşleme sonrasında zeytinin rengi pembe, kırmızı, şarabi ve açık kahverengi olabilir.
- **Siyah zeytin:** Tam olgunlaşma döneminde ya da hemen öncesinde hasat edilen meyvelerdir. İşlenmiş siyah zeytinlerin rengi siyah ya da siyaha yakın, koyu mor, yeşilimsi siyah, koyu kahverengi ya da kırmızı siyahtan menekşe siyahına kadar değişebilmektedir.



Şekil 2.2. Zeytin olgunluk indeksi

Çizelge 2.2. Meyve olgunluğu grupları ve olgunluk dereceleri

Meyve Kabuğu	Koyu yeşil	0
Meyve Kabuğu	Sarı, sarımsı yeşil	1
Meyve Kabuğu	Renk değişimi (kızarma-morarma yarıdan az)	2
Meyve Kabuğu	Renk değişimi (kızarma-morarma yarıdan fazla)	3
Meyve Eti	Kabuk siyah-mor, et beyaz	4
Meyve Eti	Kabuk siyah-mor, et morluğu yarıdan az	5
Meyve Eti	Kabuk siyah-mor, et morluğu yarıdan fazla	6
Meyve Eti	Kabuk siyah-mor, et çekirdeğe kadar siyah-mor	7

Geleneksel Gemlik yöntemiyle işlenecek Gemlik zeytinin hasat zamanı; siyah rengin zeytin etinin yarısına kadar ilerlediği ya da çekirdeğe yaklaştığı zaman (6. olgunluk derecesi) olarak tarif edilmektedir (Varol ve ark. 2009).

Meyvenin karbonhidrat içeriği olgunlaşmanın ilk dönemlerinde hızla artmakta ve çekirdeğin sertleşmesi sırasında en üst seviyeye ulaşmaktadır (Monseline ve Lavaee 1985). Meyvenin olgunlaşması ile şeker içeriği azalmaktadır. Mezokarpta glukoz ve früktoz; sakkaroz ve mannitole göre daha fazla bulunmaktadır (Bianchi 2003, Mafra ve ark. 2001, 2006b). Nergiz ve Engez (2000) tarafından yapılan çalışmada yağ oluşumu ile şeker içeriği arasında ilişki olduğu belirtilmektedir. Karbonhidratların meyvede meydana gelen yağ biyosentezi için ön madde olarak rol aldığı düşünülmektedir. Bununla birlikte malate ve sitrat miktarı gibi diğer faktörlerinde yağ biyosentezi için gerekli olduğu belirtilmektedir. Zeytin meyvesindeki toplam şeker miktarını Raina (1995) %3-7,5, Aktan ve Kalkan (1999) %2,8-6,2; Başoğlu (2002) %2,6, Bianchi (2003) %3,5-6,0; Mafra ve Coimbra (2004) %3-6 ile Karaman ve ark. (2006) % 1,3-3,1 arasında değişkenlik gösterdiğini saptamışlardır.

Meyve ve sebzelerin aynı çeşitlerinde dahi görülen bileşim farklılığı üzerine, ürünün yetiştirildiği yörenin ekolojik koşulları özellikle toprak niteliği, varyete, yetiştirme tekniği ve kültürel önlemler, olgunluk düzeyi, taşıma ve depolama gibi sayısız faktörler etkili bulunmaktadır. Meyve-sebzelerin ve bunların işlenmesiyle elde edilen ürünlerin bileşimindeki farklılıklar doğanın kendine özgü davranışının bir sonucudur (Cemeroğlu 2001).

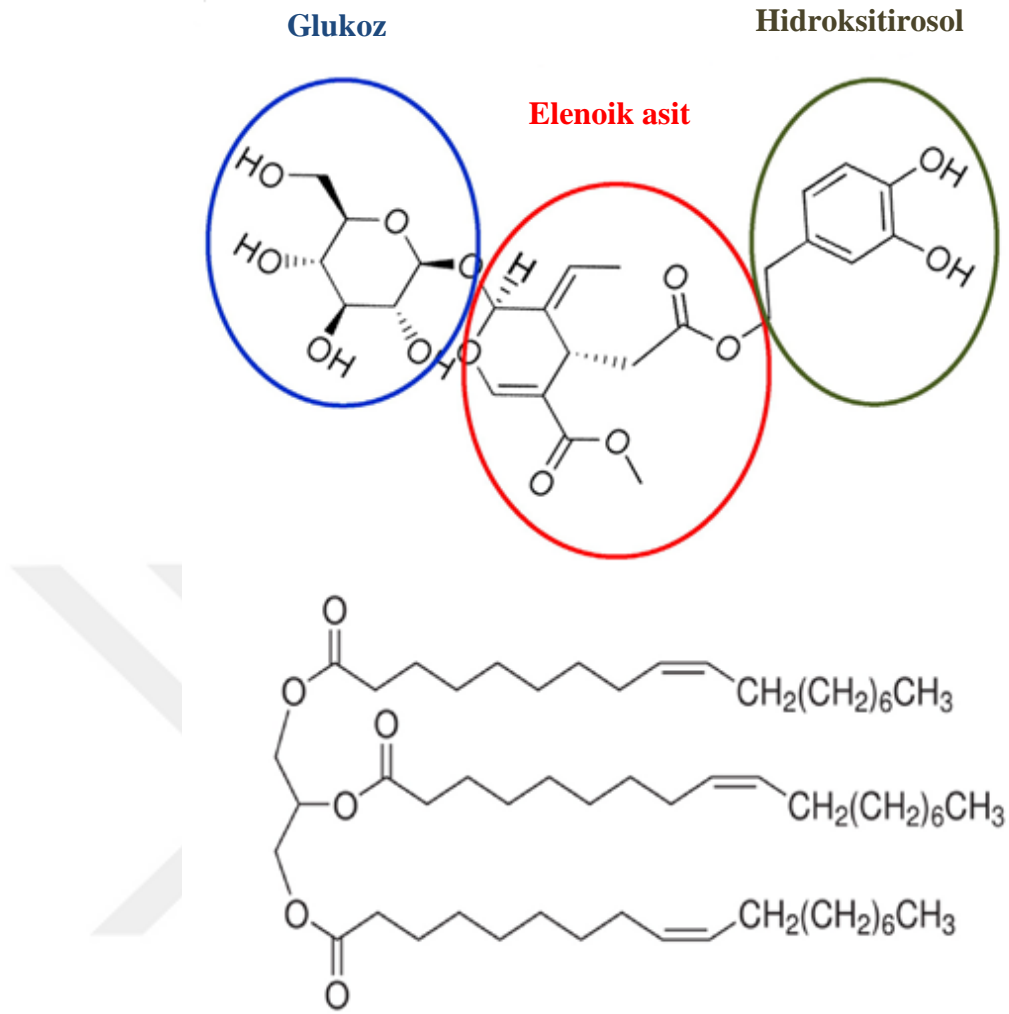
2.2. Zeytinin Acılık Bileşeni: Oleuropein

Yüzyıllarca yaşayabilen zeytin ağacının ürünlerinin, yapılarında buldukları oleuropeinin antioksidan, antimikrobiyel, antiinflamatuvar, antiaterojenik, antikarsinojenik, antiviral aktiviteler dahil olmak üzere çok sayıda farmakolojik özelliğe sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Visioli ve ark. 1998, Owen ve ark. 2000, Visioli ve ark. 2002, Carluccio ve ark. 2003, Micol ve ark. 2005, Tripoli ve ark. 2005, Sanchez ve ark. 2007, Gikas ve ark. 2007). Zeytin meyvelerinin

karakteristik acı tadından sorumlu oleuropein, zeytin ağacının başlıca fenolik bileşimidir. İlk kez 1908 yılında Bourquelot ve Vintilesco tarafından keşfedilen bu bileşiğin yapısı ancak 1960 yılında tanımlanabilmiştir (Panizzi ve ark. 1960).

Oleuropein, zeytin meyvesinin ilk dönemlerinde meyvede daha fazla bulunan, olgunlaşmanın ilerlemesi ile zamanla metabolize olarak miktarı azalan ve meyveye acılık veren bir maddedir (Amiot ve ark. 1989, Esti ve ark. 1998, Ryan ve ark. 1999, Sanchez ve ark. 2007). Olgunlaşmamış zeytinlerde oleuropein, meyve ağırlığının yaklaşık %2'sini oluşturmaktadır. Olgunlaşma ve fermentasyon ile zeytindeki glikozit yapılı oleuropein miktarı azalırken acı karakterde olmayan tirosol ve hidroksitirosol oranı artmaktadır (Ryan ve ark. 1999, Piga ve ark. 2001, Ferreira ve ark. 2002). Zeytin meyvesinin oleuropein içeriği, genç meyvedeki kuru maddenin %14'üne erişebilmektedir. (Tokuşoğlu 2010, Yıldız ve Uylaşer 2011).

Zeytinin doğrudan yenilebilir nitelikte olmamasının en önemli nedeni bünyesinde bulunan acılık unsuru bileşiklerdir. Zeytin işleme teknikleri bu acılık unsuru bileşiklerin bünyeden uzaklaştırılması amacıyla yönelik olarak geliştirilmiştir. Acılık veren bileşikler arasında en büyük pay sahibi olan oleuropeindir (Şekil 1.4) (Amiot ve ark. 1989, Ciafardini ve ark. 1994, Esti ve ark. 1998, Ryan ve ark. 1999, Öngen ve ark. 2000, Soler-Rivas ve ark. 2000, Blekas ve ark. 2002, Romero ve ark. 2002, Owen ve ark. 2003, Romero ve ark. 2004, Sanchez ve ark. 2007). Zeytinin yenilebilir hale gelmesi için meyveden uzaklaştırılması gerekmektedir (Soler-Rivas ve ark. 2000).



Şekil 1.4. Oleuropein'in alt kimyasal yapısı

İspanyol usulü üretim tekniği kullanılması sırasında alkali uygulanması ile oleuropein, hidroksitirosol ve elenolik asit-glikozidaza dönüşmekte, diğer esterler ve glikozitler tamamen hidrolize olmaktadır. Kaffeoli-glikoz ve rutin tamamen yok olurken, tirosol, kafeik, vanilik ve *p*-kumarik asit miktarları artmaktadır. Hidroksitirosol-glikozidaz gibi fenolikler ise değişmeden kalmaktadır. Bu bileşikler salamurada tespit edilmiştir (Soler-Rivas ve ark. 2000).

NMR tekniği kullanılarak yapılan bir çalışmada oleuropeinin β -glikozidaz enzimi kullanılarak hidrolizi sonucunda 2-diastereoisomerik aglikonlar oluştuğu saptanmıştır (Limiroli ve ark. 1995).

Gourama ve Bullerman (1987) tarafından yapılan bir araştırmada, oleuropeinin *Aspergillus parasiticus*'un gelişimi ve aflatoksin oluşturması üzerine etkileri incelenmiştir. Oleuropeinin biyolojik kütle oluşumunu olumlu yönde etkilediği ve aflatoksin üretimini (6 mg oleuropein mL⁻¹ üretim ortamı değerinde) %98'e varan oranlarda azalttığı belirlenmiştir.

Oleuropeinin antimikrobiyel özelliklerinin incelendiği bir araştırmada, zeytin meyvesinin bileşiminde yer alan fenolik bileşikler etil asetat ile ekstrakte edilmiş, ekstrakttaki fenolik bileşiklerin *Bacillus cereus* T sporlarının çimlenmesini ve gelişmesini engellediği tespit edilmiştir (Tassou ve ark. 1991). Yapılan başka bir araştırmada ise, zeytin ztnn *Staphylococcus aureus*'un protein yapısına zarar vererek çoğalmasını ve enterotoksin B sentezlemesini engellediği bildirilmiştir (Tassou ve ark. 1994).

Oleuropein ve hidroliz ürünleri olan elenolik asit ve aglikonun *Lactobacillus plantarum* dışında, yeşil zeytin fermentasyonunda rol oynayan *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Geotrichum candidum*, *Rhizopus* sp., *Phizoctania solani* ve *Pediococcus cerevisiae* gibi mikroorganizmalar üzerine de inhibe edici aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Soler-Rivas ve ark. 2000).

Fermentasyon sırasında ortama kontamine olan mikroorganizmalar tarafından oleuropein karbon kaynağı olarak kullanılabilir. Oleuropein konsantrasyonunun %0,2'den %0,4'e (w/v) yükselmesinin bozulmaya neden olan mikroorganizmalar üzerine çok az ya da hiçbir etki göstermediği ancak ilave edilen glukozidin bazı laktik asit bakterilerinin gelişmesinin gecikmesine neden olduğu bildirilmiştir (Garrido-Fernndez ve Vaughn 1978).

Zeytin fermentasyonunda rol alan mikroorganizmaların ve özellikle de *Lactobacillus plantarum*'un zeytinde bulunan oleuropein ve türevlerinden olumsuz yönde etkilenmesi bu unsurların ortamdaki hızlı bir şekilde uzaklaştırılmasını gerektirmektedir (Fleming ve ark. 1973, Öngen ve ark. 2000).

2.3. Sofralık Zeytin Üretimi ve Acılık Bileşeninin Giderilmesi

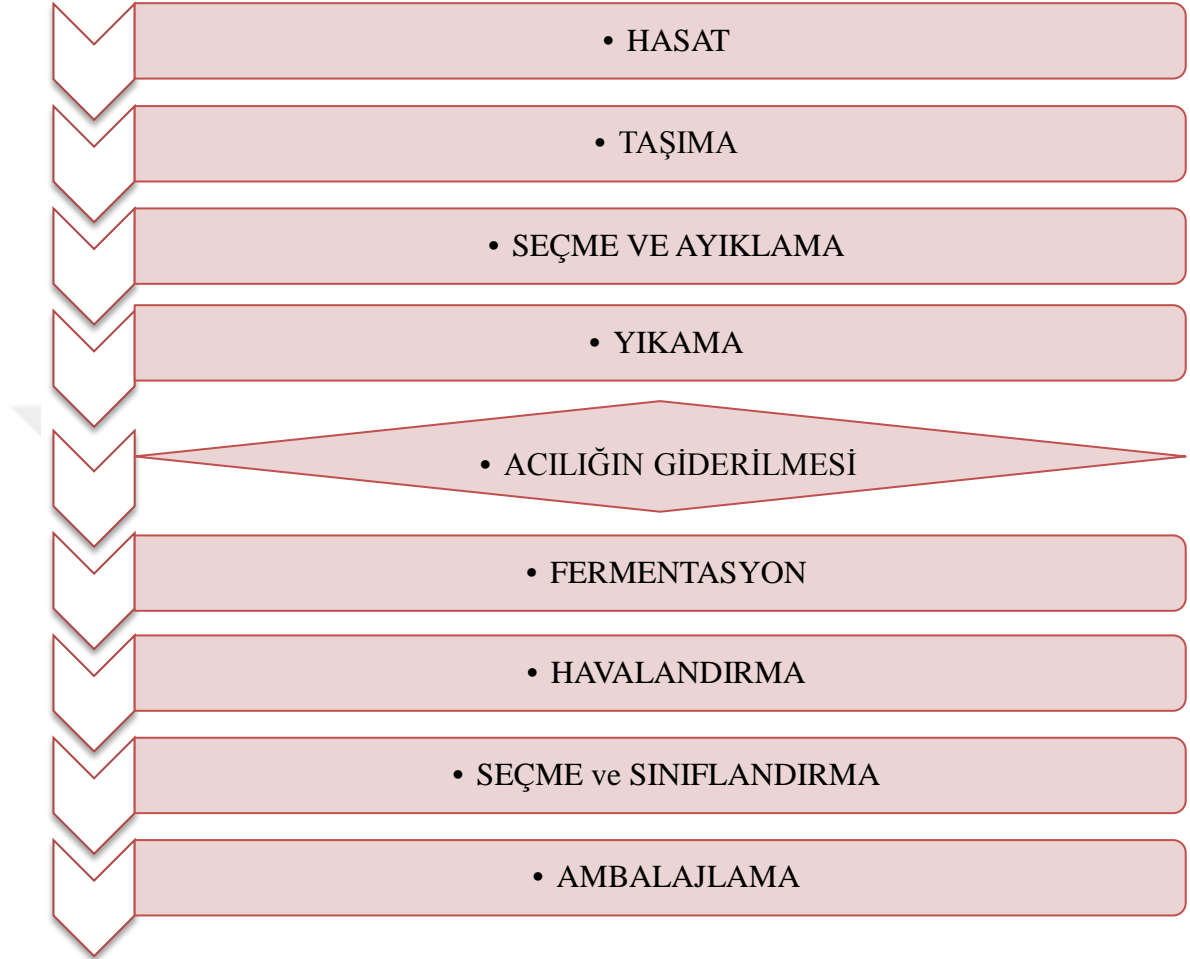
Sofralık siyah zeytin her çeşit zeytinden yapılabilmektedir. Ancak parlak koyu siyah renkli, etli, çekirdeği küçük ve kabuğu ince olan ve Bursa'nın Gemlik, İznik, Mudanya ve Orhangazi ilçelerinde yoğun olarak yetiştirilen "Gemlik çeşidi" zeytinlerden daha kaliteli ürün elde edilmektedir (Kılıç 1989). Gemlik zeytini, kilogramdaki tane adedi orta boyda 280-320 adet arasında, %25-28 oranında yağ içeren ve et:çekirdek oranı 6:1 ya da 7:1 oranında olan bir çeşittir (Tuna 2006).

Marmara Bölgesi'ndeki zeytin ağaç varlığının %80'ini, Türkiye genelinde ise %11'ini Gemlik çeşidi teşkil etmektedir. Ağaç sayısına göre Memecik ve Edremit çeşitlerinden sonra Gemlik çeşidi üçüncü sırada yer almaktadır. Gemlik çeşidi zeytinin "siyah olum dönemi" Kasım ayının başı ile ortasına kadar olup, bu dönemde hasat edilen zeytin meyveleri genellikle salamurada doğal fermentasyon usulüne göre siyah sofralık olarak değerlendirilmektedir. Yağ bakımından zengin olan bu çeşit zeytinlerin sofralık kalite dışı olanları yağlık olarak da işlenebilmektedir (Canözer 1991).

Ülkemizde tüketilen zeytinin yaklaşık %85'i siyah, %15'i ise yeşil ve rengi dönük zeytinlerden oluşmaktadır (Tunalıoğlu 2003, Tokuşoğlu 2010). İspanya, Yunanistan, Türkiye ve Akdeniz havzasındaki birçok başka ülkede sofralık zeytin üretimi geleneksel ve endüstriyel olarak halen devam etmektedir (Garrido-Fernández ve ark. 1997, Renowden 1999, Kailis ve Harris 2007, Kailis ve Kristakis 2017). Siyah zeytin işleme aşamaları Şekil 1.2'de verilmiştir.

Hasat: Siyah zeytin işlemede en önemli kalite kriterleri hasat zamanı ve toplama şeklidir. İşlenecek zeytinin rengi önemli olup siyah, kırmızı kahve-rengi tonlarında olabilmektedir. Ancak dikkat edilmesi gereken husus sadece kabuk renginin

koyulaşması değil, rengin ete de işlemesidir. Hasat zamanı bölgelere, çeşide ve iklim şartlarına göre değişmektedir.



Şekil 1.2. Salamura tipi siyah zeytin işleme akış şeması

Taşıma: Toplanan zeytinler plastik kasalarla taşınmakta ve zeytin kasaları arasında hava sirkülasyonu yaratılarak zeytinin dayanıklılığı artırılmaktadır.

Seçme ve Ayıklama: Dal, yaprak, kusurlu, yaralı, hastalıklı taneler ayıklanarak aynı olgunluktaki sağlam zeytinler boyanmaktadır.

Yıkama: Yıkama ile kirlilik etmenleri zeytinden uzaklaştırılarak zeytinin bozulma tehlikesi azaltılmaktadır. Zeytinde bulunan acılık maddesinin uzaklaştırılması açısından da yıkama önemlidir. Yıkama ya zeytin dolu havuzlara üstten su verilerek alttan belirli zamanlarda bu suyun atılması ya da zeytine su püskürtmek suretiyle yapılabilmektedir. Zeytin üretiminde su hem temizlik hem de salamura hazırlanmasında kullanılmaktadır.

Salamura hazırlanmasında kullanılan su; asıl ürünle birlikte tüketime kadar ulaştığından zeytin üretiminde bir tür hammadde olarak kabul edilmektedir (Garrido-Fernández ve ark. 1997). Su; İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’de yer alan özelliklere uygun olmalıdır (Anonim 2005c). Ayrıca zeytin yapımında kullanılan suyun sert olmaması, ağır metal iyonları ve katekolik özellikteki tuzları içermemesi gerekmektedir. Salamura suyunda demir, bakır gibi ağır metal iyonlarının fazla olması istenmeyen renk oluşumlarına, bazı tat bozukluklarına ve fermentasyon sürecinde aksaklıklara neden olmaktadır. Suların sert ya da kireç bakımından zengin olması fermentasyonda asit oluşumu sonucu çökelmelere neden olmaktadır (Aktan ve Kalkan 1999).

Acılığın Giderilmesi: Zeytin meyvesi, bünyesinde bulunan acılık unsuru bileşiklerin değişik yöntemler kullanılarak uzaklaştırılmasıyla tüketime hazır hale gelebilmektedir. Bu yöntemleri seçerken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta zeytin işleme tekniğine (kıırma, çizme, konfit vb.) uygun acılık giderme yönteminin belirlenmesidir. Uygulanacak işleme tekniğine göre zeytinler, su ya da NaOH çözeltisi, enzim, yüksek hidrostatik basınç, ultra ses, yüksek dozda oksidasyon, sıcaklık uygulaması ya da dondurma ile acılığı giderildikten sonra ya da acılık giderme ön işlemleri uygulanmadan doğrudan salamura/tuz ile fermentasyona tabi tutulmaktadır.

- **Tuzlu Suda Bekletme:** %10’luk hazırlanan tuzlu su; fermentasyon işlemi için kullanılacak kaplara kap hacminin 1/3 oranında konulduktan sonra üzerine zeytin ilave edilmektedir. Kabın ağzı zeytinlerin yüzmesi için kafes şeklinde delikli kapla kapatılmaktadır. Zeytinin hava ile temasını ve gaz çıkışını kontrol edebilmek için uygun kapaklar kullanılmalıdır. Zeytin ve salamura arasında bir ozmos gerçekleşmekte zeytin bünyesindeki suda eriyen maddeler salamuraya geçerken zeytin tuzu bünyesine almaktadır. Salamuranın tuz oranı bu alışveriş nedeniyle sürekli olarak azalmaktadır. Zeytin tanesi ile salamura arasındaki tuz dengesini sağlayabilmek için düzenli olarak tuz miktarı tayini yapılmalı ve gerekli miktar ilave edilerek tuz oranı sabitlenmelidir. Aksi takdirde sodyum klorür konsantrasyonu çok yüksek olduğunda yoğunluk farkı nedeniyle zeytin dış yüzeyi aşırı su kaybı sonucu buruşmaktadır (Hamdi 2008, Kailis ve Kristakis 2017). Fermentasyon için en uygun sıcaklık 20°C’dir. Uygun pH değeri 4.5 olup düşük pH değerinde zeytinin rengi açılmakta, yüksek pH değerinde ise enzimatik

aktivite sonucu yumuşama gözlenmektedir. Kapağı açık olan fermentasyon kaplarında salamura aşamasında yüzeyde bulunan maya ve küfler gelişerek asitliği yükseltmekte ve bozulmaya neden olmaktadır (Kailis ve Harris 2007).

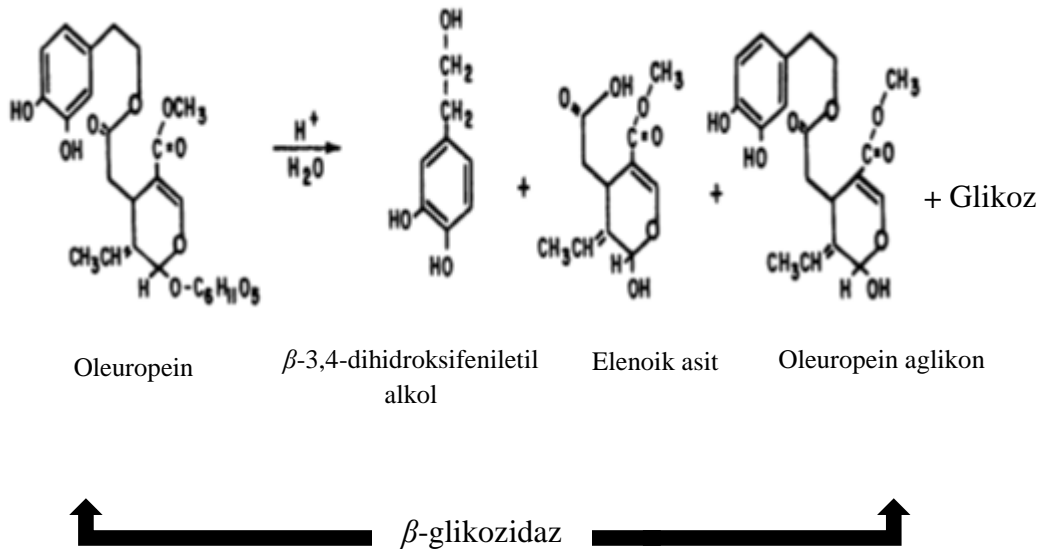
- **Alkali ile Muamele:** Zeytinlerin acılığının giderilmesinde alkali ile muamele işlemi daha çok yeşil zeytin üretiminde kullanılmaktadır. En fazla İspanya’da uygulanan bu yöntem sofralık siyah zeytin üretiminde de denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır (Kılıç 1986). Kullanılacak olan alkali çözeltisinin konsantrasyonu zeytin çeşidi ve meyvenin olgunluk durumu göz önüne alınarak belirlenmelidir. Çözelti konsantrasyonunun yüksek olduğu durumlarda meyve eti ve kabuk arasında hava kabarcığı meydana geldiği belirtilmektedir (Şahin 1982). Çabuk yöntem olarak adlandırılan ve kısa sürede zeytinlerin yenilebilir duruma getirilmesi yönteminde, 15°C’deki alkali çözeltisinin danenin ¾’üne 11 saatte, tamamına ise 15-16 saatte işlediği belirtilmektedir. Alkali ile muamele edilerek acılığın giderilmesinde bir miktar acılığın kalması istenmekte bu nedenle kullanılan alkalinin danenin ¾’üne kadar işlemesine izin verilmektedir (Kılıç 1989).

Sofralık siyah zeytin işleme yöntemlerinden bir diğeri de “Ripe Olive” ya da “Kaliforniya Yöntemi” olarak bilinen yöntemdir. Bu yöntemde birbirini takip eden üç aşama bulunmaktadır. Zeytin meyveleri 3 ya da 5 kez NaOH ile muamele edilmekte, her kostikleme işleminden sonra zeytinler su içerisinde bekletilmekte ve hava verilerek zeytinlerin tamamının hava ile temas etmesi sağlanmaktadır. Böylece meyve eti ve kabuğunun siyah renk alması sağlanmaktadır. NaOH’in uzaklaştırılması için yıkama işlemi uygulanmakta, daha sonra salamuraya demir tuzları (ferro glukonat ya da laktat) ilave edilerek renk oluşumu sabitlenmektedir. Bu işlemlerden sonra istenen renge ulaşan zeytin kutularak sterilize edilmektedir (Marsilio ve ark. 2001).

Alkali uygulamasının temel nedeni oleuropeini hidrolize ederek uzaklaştırmaktır (Brenes ve DeCastro 1998). Bununla birlikte, alkali uygulama mekanizması çözünür şeker, organik asitler gibi çeşitli bileşenlerin zeytin yüzeyinden ve tanesinden önemli miktarda uzaklaşmasına neden olan karmaşık bir yapıdadır (Garrido Fernandez ve ark. 1997). Alkali uygulaması ile epikutiler mumsu tabaka çözünerek meyve etinden dışarı difüzyon artmaktadır ve doku sertliği

azalmaktadır (Araujo ve ark. 1994, Coimbra ve ark. 1996, Marsilio ve ark. 1996, Sanchez-Romero ve ark. 1998, Jimenez ve ark. 1995).

- **Enzim uygulaması:** Oleuropeinin ortamda bulunmasından dolayı oluşabilecek sorunları en aza indirmek amacıyla geliştirilen yeni yöntemlerden biri alkali uygulamasının yerine oleuropeini hidrolize edebilen mikroorganizmaların kullanılmasıdır (Ciafardini ve ark. 1994, Ciafardini ve Zullo 2000, Tuna ve Akpınar 2009). Bazı maya (*Candida veronae* gibi) ve küflerin sahip oldukları β -glikozidaz enziminin aktivitesi sonucunda oleuropein; glukoz, β -3-4-dihidroksifeniletıl alkol ve elenolik asit maddelerine dönüşmektedir. Oleuropeinin bakteriyel hidrolizi β -glikozidaz ve esteraz enzimlerinin çalışmasıyla gerçekleştirilmektedir. β -glikozidaz enziminin oleuropein üzerine etki etmesiyle glikoz ve oleuropein aglikon oluşmaktadır (Şekil 1.3). Daha sonra esteraz enziminin aktivitesi ile hidroksitirozol ve elenolik asit oluşmaktadır. β -glikozidaz enzimi glikoza karşı oldukça duyarlıdır ve aktivitesi sınırlıdır (Woodwart ve Wiseman 1982). Marsilio ve Lanza (1998) tarafından yapılan bir araştırmada ortamda glikoz olmadığında oleuropein miktarında bakteriyel β -glikozidaz aktivitesine bağlı olarak belirgin bir düşüş olduğu ve inkübasyondan 3 hafta sonra ortamdaki oleuropeinin tamamının hidrolize olduğu belirtilmektedir.



Şekil 1.3. Oleuropein'in hidrolizi (Ciafardini ve ark. 1994)

- ***Yüksek Hidrostatik Basınç (HHP) Uygulaması:*** ısısal olmayan bir proses olup gıdaları oda sıcaklığında işleme ve koruma metotlarının en önemlilerinden biridir (Trujillo ve ark. 2002, Tülek ve Filizay 2006). Yüksek basınç işlemi ya da ultra yüksek basınç olarak da tanımlanan yüksek hidrostatik basınç, katı ve sıvı gıdaların ambalajlı ya da ambalajsız olarak, 100 ve 1000 MPa (1 000 ile 10 000 bar) arasında basınca maruz bırakılmasını içine alan bir işlemdir (Arıcı 2006, Akdemir Evrendilek ve ark. 2010). Yüksek basınç sistemlerinde basınç doğrudan ya da dolaylı olarak gerçekleştirilmektedir. Basıncın doğrudan gerçekleştiği sistemlerde piston bulunmakta ve gıda piston üzerinde oluşturulan basınçla sıkıştırılarak doğrudan basınç işlemine tabi tutulmaktadır. Bu yöntem çok hızlı bir basınç artışı sağlamasına rağmen pratikte sadece küçük ölçekli çalışmalar için daha uygundur. Dolaylı basınç işleminde ise gıda basınç pompası ile bir kaba basılarak istenilen basınca dolaylı olarak ulaşılmaktadır. Endüstriyel soğuk, sıcak ve çok sıcak izostatik basınç uygulamalarında bu yöntem kullanılmaktadır (Mertens and Deplace 1993, Gökmen ve Acar 1995, Ensoy ve Çoşar 2013). Yüksek basınç yöntemi oda sıcaklığında uygulandığı için gıdaların renk, lezzet ve besin öğeleri gibi kalite özelliklerini değiştirmemekte ya da çok az değiştirmektedir. Gıdalarda bozulmaya neden olan saprofit mikroorganizmaların ve bozulmaya neden olan bazı enzimlerin faaliyetini engellediği için gıdaların raf ömürlerini arttırmaktadır (Oğuzhan 2013). HHP yönteminin etki mekanizması hücre zarı ve duvarlarında morfolojik değişimlere neden olmasından kaynaklanmaktadır (Gökmen ve Acar 1995).
- ***Ultra Ses (US) Uygulaması:*** Ultrasonik ses dalgaları, insan kulağının işitebileceğinin üzerindeki ses dalgalarıdır. İnsanın işitme sınırı 15–20 kHz olup, ultrasonik ses dalgalarının frekansı 50 kHz'in üzerindedir. Yüksek enerjili ses dalgaları bir sıvı içinden geçtikleri zaman üründe lokal olarak yüksek sıcaklık ve basınç oluştursa da, genelde çok az bir ısı artışı meydana gelmekte ve bu nedenle sıcaklık yükselmesinden kaynaklanan olumsuz etkiler önemli oranda azalmaktadır. Lokal sıcaklık ve basınç artışı hücre duvarının yapısında değişimlere neden olmaktadır. Ses dalgaları gıda sanayinde, oksidasyonun hızlandırılmasında, mikroorganizma ve enzim aktivitesinin inhibisyonunda, emülsiyon, ekstraksiyon, kristalizasyon, filtrasyon ve gaz çıkarma işlemlerinin

gerçekleştirilmesinde kullanılmaktadır (Bayraktaroğlu ve Obuz 2006, Ulusoy ve Karakaya 2011, Açu ve ark. 2014, Degirmencioglu 2016).

- **Sıcaklık Uygulaması:** Meyve ve sebzelere sıcaklık uygulaması pek çok ülkede hastalıkların önlenmesi ve işleme ya da depolama sırasında kalite kontrolün sağlanması için tercih edilmektedir. Yüksek olmayan sıcaklıkların uygulanması meyve ve sebzelerde depolama ömrünü artırmakla birlikte rengin korunmasına da katkı sağlamaktadır. Kontrollü bir yöntem olup $24 \pm 4^{\circ}\text{C}$ ya da 40°C civarında sıcak hava kurutma tünelleri, mikrodalga fırın ya da infrared fırınlarda uygulanmaktadır. Enerjinin gıda maddesi içindeki su molekülleri tarafından hızlı bir şekilde absorbe edilmesi sonucu mikrobiyal ve enzimatik aktivite minimize edilmektedir (Marsilio ve ark. 2000, Maskan 2000, Soysal ve ark. 2006, Colak ve Hepbasli 2007, Darvishi ve ark. 2013, Mahdhaoui ve ark. 2014).
- **Dondurma:** Başlık 2.4’de detaylı olarak anlatılmıştır.
- **Fermentasyon:** Fermentasyon yüzyıllardır uygulanmakta olan en ekonomik gıda üretim ve koruma yöntemlerinden biridir. Fermente gıdalar dünyadaki her toplumun beslenme kültürünün temel bileşeni olup, etnik toplulukların kültürel tarihini taşımaktadırlar (Karaçıl ve Acar Tek 2013). Fermentasyon teknolojisi ile gıdaların kalite özelliklerini koruyarak uzun süre muhafazası sağlanmaktadır. Fermente gıdalar bitkisel ve hayvansal ürünlere doğal yolla ya da starter kültürlerin ilave edilmesiyle elde edilen ürünlerdir. Fermentasyon sonucu esansiyel aminoasit ile vitaminlerin senteziyle gıdanın besin değeri ve sindirilebilirliği artarken, çiğ besinlerde bulunan fitat, tanen ve polifenoller gibi istenmeyen maddelerin detoksifikasyon ve yıkımı da gerçekleştirilmektedir (Kabak ve Dobson 2011, Karaçıl ve Acar Tek 2013).

Biyokimyasal olarak fermentasyon, karbonhidrat ve ilgili bileşiklerin herhangi bir elektron alıcısının yokluğunda kısmen okside edilerek enerjinin serbest bırakıldığı metabolik bir enerji sağlama sürecidir (Fitzgerald ve Caplice 1999, Paulová ve ark. 2013).

Fermente gıdaların üretiminden bakteri, maya ve mantarlar gibi mikroorganizmalar ve enzimler sorumludur (Tamang 2010, Moresi ve Parente 2000).

Ürüne kendine has duyuşsal karakteristikleri kazandırmanın yanı sıra kalitenin korunması ve raf ömrünün geliştirilmesi amacıyla laktik asit fermentasyonu meyve ve sebzelerin muhafazasında tercih edilmektedir. Turşu, boza, tarhana, sirke, sauerkraut ve yeşil ya da siyah zeytin salamuracılığı ekonomik öneme sahip ürünlerin geleneksel üretim yöntemlerinden birisi olarak bildirilmektedir (Erten 2000, Sanchez ve ark. 2001, Randazzo ve ark. 2004, Savaş 2006).

Zeytin fermentasyonu diğere sebze fermentasyonlarında olduğu gibi hammadde üzerinde ve işleme ortamında bulunan mikroorganizmalara bağılı olarak kendiliğinden meydana gelmektedir (Garrido-Fernandez ve ark. 1995). Doğal fermentasyona bırakılan ürünlerde karakteristik aromanın oluşması ve bozulmalara karşı korumanın sağlanması için gerekli olan laktik asit miktarının oluşturulabilmesi *Lactobacillus plantarum*'un fermentasyon ortamında kısa sürede gelişmesi ile mümkün olmakta, başlangıç koşulları gelişmesi istenen mikroorganizmalar için sınırlayıcı olmaktadır (Borbolla y Alcalá ve Navarro 1981, Tseng ve Montville 1992, Tuna 2006).

Lb. plantarum populasyonu genellikle fermentasyonun sonuna kadar ve depolama sırasında maya populasyonu ile beraber gelişmektedir. Fermentasyon sırasında yeterli miktarda laktik asit oluşmadığı zaman, sonraki basamaklarda ortamdaki diğere mikroorganizmaların faaliyetleri sonucu bozulmalar meydana gelmektedir. Uygun *Lb. plantarum* starter kültürünün kullanılması, prosesin mikrobiyel kontrolü, laktik asit verimi ve yüksek kaliteli zeytin eldesi için önemli bir faktördür (Marsilio ve ark. 2001, Sanchez ve ark. 2002).

Fernandez ve ark. (1983) 'na göre zeytin için fermentasyon sıcaklığı 20°C olmalıdır. Laktik asit bakterilerinin gelişimi için gerekli optimum sıcaklık 20–30°C arasındadır. Ancak 30°C Koliform grubu bakterilerin de gelişimi için uygun bir sıcaklık olduğu için 20°C daha uygun olmaktadır (Kılıç 1986, Biricik 2004).

Zeytin fermentasyonunda son ürün kalitesini etkileyen bir diğere faktör de fermentasyon için gerekli olan substrat konsantrasyonu'dur. Ham zeytinde %2–6 arasında glukoz, fruktoz, sakkaroz ve mannitol bulunmaktadır. Bu substratlar homo-fermentatif laktik asit bakterileri tarafından laktik aside dönüştürülürken, hetero-fermantatif laktik asit bakterileri tarafından laktik asit yanında CO₂ ve etil alkole de metabolize edilmektedir (Romeo ve ark. 2009). Zeytin

fermentasyonunda polifenol ve indirgen şeker içeriğinin yanında, meyvelerin mikrobiyal yükü ve salamura tuz konsantrasyonu ile salamuranın başlangıç pH'ı ve uygulanan sıcaklığın önemli faktörler olduğu bildirilmektedir. Araştırmacılar tarafından, fermentasyon gelişimini sağlamak ve yüksek kalitede ürün elde etmek için bu parametrelerin kontrol altında tutulması gerektiği ifade edilmektedir (Özay ve Borcaklı 1996, Uylaser ve ark. 2000, Tassou ve ark. 2002, Savaş 2006).

Zeytin fermentasyonunda starter kullanılarak fermentasyonun istenen şekilde devam etmesi ve tamamlanması, duyuusal ve fizikokimyasal özelliklerin daha iyi kontrol edilmesi ile salamuraya koyma işleminden sonra laktik mikrofloranın gelişmesi için gerekli olan sürenin azalması sağlanmakta ve böylece fermentasyon süresi kısaltılmaktadır (Garrido-Fernandez ve ark. 1997).

Havalandırma: Fermentasyon tamamlandığında tatlandırılan zeytinler sudan çıkartılarak, rengin kararması amacıyla havalandırılmaktadır. Hava ile temas eden zeytinin rengi siyahlaşır.

Seçme-Sınıflama: Kusurlu olan zeytinler ayıklanarak zeytinler boylarına göre sınıflandırılmaktadır.

Ambalajlama: Son olarak zeytinler kuru ve salamuralı olmak üzere iki şekilde ambalajlanabilmektedir. Salamuralı ambalajlamada zeytinler hazırlanan %8-9 tuzlu su içerisinde plastik, cam ya da metal esaslı ambalajlara konulmaktadır. Olası bozulmaları engellemek amacıyla benzoik asit, sorbik asit ve bu maddelerin tuzları gibi koruyucu maddeler ambalaj salamurasına ilave edilebilmektedir. Ayrıca isteğe bağlı olarak pastörizasyon işlemi de uygulanmaktadır. Kuru ambalajlamada ise zeytine hava verilerek ya da ısıl işlem uygulanarak nem miktarı %20'nin altına düşürülmekte ve modifiye atmosfer ya da vakum altında ambalajlanabilmektedir (Renowden 1999).

2.4. Dondurarak Muhafaza

Dondurma, gıdanın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden bozulmasını önleyerek gıdanın uzun süre dayanıklı ve kaliteli olarak kalmasını sağlayan önemli bir muhafaza yöntemidir. Dondurma işlemi ile gıdaların bünyesindeki serbest suyun buz kristallerine dönüşümü sonucu gıdanın su aktivitesi azalmaktadır. Böylece kimyasal ve biyokimyasal

reaksiyonların hızları azalmakta, mikrobiyal aktiviteler yavaşlamakta veya tamamen durdurulabilmektedir (Fennama ve Powrie 1964, Skrede 1996, Tülek ve ark. 1999, Becker ve Fricke 1999, Umut 2007, Pham 2008, Wang and Wang 2009, Demiray ve Tülek 2010, Alhamdan ve ark. 2018).

Gıdaların donması saf suyun donmasına göre karmaşık bir prosesdir. Bunun nedeni yapısında bulunan mevcut suyun tek bir sıcaklıkta değil, bir sıcaklık aralığında donmasıdır (Pham 2002).

Donma öncesinde gıda maddesinin sahip olduğu sıcaklıktan donma başlangıç sıcaklığına düşürülmesi için görünür ısısının uzaklaştırılması gerekir. Gıdaların donmaya başladığı ilk sıcaklık, yapısında bulunan çözünmemiş maddeler nedeniyle saf suyun donma sıcaklığından farklıdır (Becker ve Fricke, 1999). Donma sırasında her gıdaya göre karakteristik olan T_d donma sıcaklığında buz formasyonu oluşmaya başlayarak geniş bir sıcaklık aralığında devam etmektedir (Salvadori ve ark. 1997).

Uluslararası Soğutma Enstitüsü (IIR) tarafından iki farklı donma zamanı tanımı yapılmıştır (Anonim 1972). Bunlar; “nominal donma zamanı” ve “efektif donma zamanı”dır. Donma zamanlarının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların hemen hemen hepsinde efektif donma zamanı üzerinde durulmaktadır (Hung ve Thompson, 1983, Tülek ve ark. 1999).

Teorik olarak gıdaların donması sırasında Fourier'in ısı iletim eşitliği ile tanımlanabilmektedir. Düzgün şekilli, sabit termofiziksel özelliklere sahip, tekdüze başlangıç koşullarında, dış koşulların sabit olduğu durumlarda, belirli yüzey sıcaklığı veya taşınım sınır koşullarında Fourier eşitliğinden yola çıkılarak donma süresini hesaplayacak analitik çözümler yapılabilmektedir. Ancak pratikte gıdalar donma sürecinde düzgün şekilde değildir (Becker ve Frenkie 1999)

Gıda maddelerinin dondurulmasında, donma ve çözünme hızına bağlı donma ve çözünme zamanları önemlidir. Donma zamanı; gıdanın donma noktası üzerinde sahip olduğu ilk sıcaklıktan, termal merkezinde istenen donma sıcaklığına ulaşmak için

ihtiyaç duyulan zamandır. Çözünme zamanı da; gıda maddesinin termal merkezinde başlangıçta sahip olduğu donma noktası altındaki herhangi bir sıcaklık derecesinden 0°C'ye ulaşmak için gerekli zaman olarak tanımlanmaktadır. Donma ve çözünme hızı gıdaların şekline, boyutlarına, fizikokimyasal özelliklerine, donma ve çözünme ortamı ile sıcaklık farkına, ısı enerjisinin transfer şekline (kondüksiyon-konveksiyon-radyasyon) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Anonim 1972, Cleland 1985, Tülek 1994, Tülek ve ark. 1999, Pham 2008, Ekinci ve Yapar 2004).

Gıda maddelerinin dondurulması ve çözünmesi süresince sıcaklık değişimi ön soğutma, donma ve tempering periyodu olmak üzere üç bölgede incelenmiştir (Succar 1989). Ön soğutma periyodu; gıdanın başlangıçtaki sıcaklığından donma noktasına kadar soğutulduğu evredir. Bu bölgede faz değişimi yoktur. Donma evresi gıda maddesinin içerisindeki serbest suyun buza dönüştüğü evredir. Tempering devresi ise donduktan sonra sıcaklığın düşürülmeye devam ettiği ve merkez noktasında istenilen sıcaklığa ulaşıncaya kadar devam eden evredir (Mallet 1993).

Donma ve çözülme zamanlarının tahmini Hung (1990) tarafından basit eşitlikler ve sayısal yöntemler olmak üzere iki grupta incelenmiştir. Basit eşitlikler de analitik yöntemler ve boyutsuz değişkenler olmak üzere araştırmacı tarafından iki alt grupta toplanmıştır. Analitik yöntemler teorik temellere ve bazı kısıtlayıcı kabullenmelere dayandırılmıştır (Cleland 1986). Sayısal yöntemlerin, kompleks ısı transfer problemlerinin matematiksel ifadesi olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiş olup, analitik yöntemlere göre daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir (Ramaswamy ve Tung, 1983; Hung, 1990, Tülek ve ark. 1999). Delgado ve Sun (2001) tarafından donma işlemini tanımlayan yöntemler, analitik, sayısal ve deneysel olmak üzere 3 grupta incelenmiştir. Plank tarafında 1913'de türetilen eşitlik analitik ifadelerin ilki ve en basit olanıdır (Tülek ve ark. 1999). 1941 yılında Plank tarafından gıdaların kullanıldığı eşitlik yayınlanmıştır (Umut 2007). Plank eşitliği şu şekildedir:

$$t = \frac{L}{(T_d - T_c)} \left[\frac{Pd}{h} + \frac{Rd^2}{k_d} \right] \quad (2.1)$$

(2.1) numaralı eşitlikte, t donma zamanını, L hacimsel gizli ısı, T_d gıdanın donma başlangıç sıcaklığı, T_c donma çevre sıcaklığı, d levha kalınlığı, küre ve silindirin çapı, h yüzey ısı transfer katsayısını, k_d tamamen donmuş gıdanın ısı iletim katsayısını temsil etmektedir. P ve R değerleri de geometrik faktörler olup sırasıyla, sonlu levha için $1/2$ ve $1/8$, sonlu silindir için $1/4$ ve $1/16$ ve küre için $1/6$ ve $1/24$ 'ü ifade etmektedirler (Heldman ve Singh,1989)

Plank'ın 1941'de yayınlamış olduğu bu eşitlikte tahmin hatasını artıran çok fazla kabullenmeler bulunmaktadır (De Michelis ve Calvelo, 1983; Hung, 1990). Bu kabullenmeler: 1) Gıda maddesinin donma başlangıcında donma sıcaklığında bulunduğu ve donma süreci boyunca bu sıcaklığın sabit kaldığı, 2) Gıda içindeki suyun tamamının ilk donma noktasında buz haline dönüştüğü, dolayısıyla latent (gizli) ısının tamamının bu sıcaklıkta uzaklaştırıldığı, 3) Gıdanın termofiziksel özelliklerinin sadece faz değişimi ile değiştiği, sıcaklık ile değişmediği, 4) Gıda maddesinin donmuş tabakasında ısı transferinin kararlı rejimde gerçekleşmesi için donma işleminin yeterince yavaş olduğu, 5) Donma işlemi boyunca yoğunluğun değişmediği, 6) Dondurucu ortam koşullarının sabit kaldığı, 7) Bütün köşe etkilerinin ihmal edilebilir olduğu, 8) Gıdanın yüzey ısı transfer katsayısı bilindiği takdirde dondurucu tipinin önemli olmadığı varsayımlarıdır. Daha sonra bu eşitliğe donma öncesi ve sonrası zamanları içermediğinden yeni terimler ve parametreler eklenerek donma sürecine uygun hale getirilmesi için birçok çalışma yapılmıştır (Tanaka ve Nishimoto 1964, Cleland 1985, Becker ve Fricke, 1999). Cleland ve Earle (1977, 1979a,b), görünür ısının uzaklaştırılması için ilk donma sıcaklığı öncesi, sonrası ve donma sırasında sıcaklık değişimi dikkate alarak, Plank'ın modelini modifiye etmiştir.

Gıdaların dondurulması ve çözündürülmesi ile ilgili karakteristik özelliklerin basit eşitlikler ile ifade edilmesi mümkün değildir. Çünkü gıda maddeleri homojen ve izotopik bir yapıya sahip değildir, termal özelliklerin farklılık göstermesi ve geniş bir sıcaklık aralığında faz değişiminin oluşması gibi, gıdaya özgü termal nedenler bu duruma etkindir. Sayısal yöntemler ile bu karakteristik özelliklere sahip gıda maddelerinin donma ve çözünme zamanlarının tahmini daha doğru ve gerçeğe yakın şekilde yapılabilmektedir (Comini ve ark. 1974, Ekinci ve Yapar 2004, De Ancos ve ak.

2006). Donma ve çözünme zamanlarının tespitinde kullanılan metotlar içerisinde deneysel metotların, diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verdiği araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Bakal ve Hayakawa 1973, Cleland ve Earle 1977).

Shomer ve ark . (1998) tarafından gıdaların dondurularak muhafazasında tercih edilen dondurma hızı, sıcaklığı ve süresinin gıdanın yapısına uygun olmadığı zaman hücre geçirgenliğinin etkilendiği ve buz kristallerinin hücrelerde fiziksel hasar oluşturmaya neden olduğu bildirilmiştir. Dondurma toleransının, membranın yağ kompozisyonu, doymamışlık derecesi, fosfotidilkolin, seramid ve asetil steril glikozit gibi yağ komponentlerinin kütleli oranı ile bağlantılı olduğu belirtilmiştir. Araştırmacı gıda maddesinin suda çözülmüş madde konsantrasyonunun dondurmada etkili olduğunu vurgulamıştır.

Alhamdan ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada enzim aktivitesinin dondurulmuş gıdalarının kalitesinin bozulmasında etkili olduğunu belirtilmiş, dondurma sıcaklığının azalmasıyla enzimatik aktivitenin yavaşladığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, hızlı dondurma ile yüksek kalitede dondurulmuş ürün eldesi arasında yakın bir ilişki olduğunu gösteren çok sayıda yayın olduğunu belirtmiş, bu yöntemle raf ömrünün uzadığını, başlangıçtaki ürün kalitesinin korunduğunu ifade etmişlerdir.

Dondurmanın temel ilkeleri: Dondurma işlemi düşük sıcaklık derecelerinde gıdalarda bulunan mikroorganizmaların çoğalma ve faaliyetlerin kesin olarak durdurulmasına, biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlara neden olabilecek enzim faaliyetinin durdurulması ya da yavaşlatılmasına dayanmaktadır (Hung ve Thompson 1983).

Dondurma işlemi sonucu donan hücrelerde meydana gelen değişimler aşağıda özetlenmiştir:

- Hücredeki serbest su donmaktadır
- Hücre içindeki materyalin viskozitesi artmaktadır
- Sitoplazmik gazlarda azalma meydana gelmektedir
- pH'da 0,3-2 pH'luk değişim görülmektedir
- Elektrolitlerin konsantrasyonu artmaktadır

- Hücre içi proteinler denatüre olmaktadır
- Çeşitli mikroorganizmalar için sıcaklık şoku oluşmaktadır

Suyun buz haline geçişinde kristallerin oluşumu ve kristallerin irileşmesi şeklinde iki aşama olmaktadır. Soğuma ile kristal çekirdeği denilen kümecikler oluşmaktadır. Soğuma ilerledikçe kararsız olan bu yapı ortadan kalkmakta ve kaybolmayan buz kristali çekirdeği oluşmaktadır. Çekirdek oluşuktan sonra hızlı ve yavaş donmaya bağlı olarak kristaller irileşmektedir. Kristallerin büyüme hızı ortamın sıcaklık derecesi ile ortamdaki ısının uzaklaştırılma hızına bağlıdır. Sıcaklık derecesi ne kadar düşükse kristal büyüme hızı o kadar küçüktür. Ortam ne kadar hızlı soğutulursa kristal büyüme hızı o kadar yavaş olmaktadır (Hung ve Thompson 1983).

Donma sırasında buz meydana geldikçe mikroorganizmaların besin almaları ve faaliyetleri için ihtiyaç duydukları su miktarı sınırlanmaktadır. Bütün serbest su donunca mikroorganizmaların gelişmesi de engellenmektedir. Gerek gıda zehirlenmesine neden mikroorganizmalar, gerekse psikrofilik mikroorganizmaların faaliyetleri -10°C 'nin altında durmaktadır. Bu nedenle dondurarak muhafazada mikrobiyolojik bozulmanın önlenmesi için uygulanabilecek en yüksek sıcaklık derecesi -10°C 'dir.

Donma süresine etki eden faktörler gıdanın ısı iletkenlik katsayısı, ısı transferinin gerçekleştiği yüzey alanı, gıdanın kalınlığı, ambalaj, gıda ve dondurucu ortamın sıcaklık farkı, yüzey filmi ve donma hızı'dır (Umut 2007).

Donma hızı: Dondurulan materyalin merkez noktasından yüzeye olan uzaklığın, bu merkezin sıcaklık derecesinin 0°C 'den -15°C 'ye düşmesi için geçen süreye oranıdır. Aşırı hızlı, çok hızlı, hızlı, yavaş ve çok yavaş dondurma olmak üzere sınıflandırılmaktadır.

Donma hızını etkileyen faktörler aşağıda özetlenmiştir:

- Gıda maddesinin su miktarı
- Gıda maddesinde bulunan gıda katkı maddesinin yapısı, derişimi ve su tutma kabiliyeti
- Uygulanan hava sıcaklığı ve havanın hızı
- Dondurma yöntemi
- Faz değişim özellikleri
- Maddenin viskozite ve difüzyon özellikleri
- Gıda maddesinin şekil ve boyutları, miktarı ile termal özellikleri
- Gıda ambalajlarının özellikleri

Yavaş dondurma sırasında birçok dokuda hücre dışında buz kristalleri oluşmakta kristal sayısı az ve büyüklüğü fazla olmaktadır. Dokulardaki kristal oluşumu $-1,5^{\circ}\text{C}$ 'de başlamaktadır. Hızlı dondurmada hücreler arası buz kristalleri oluşurken aynı anda hücre içinde de buz kristalleri oluştuğu için su bulunduğu yere bağlanmakta ve hücre parçalanmamaktadır.

Dondurma Yöntemleri

- Soğuk Hava ile Dondurma
 - Durgun Havada Dondurma
 - Hava Akımında Dondurma
 - Bireysel Hızlı Dondurma (IQF)
 - Hava Tüneli (Şok Tüneli)
- İndirekt Kontakt Dondurma
- Daldırarak Dondurma
- Kriyojenik Dondurma

Bir gıdanın dondurulması, gıdadaki ısı enerjisinin bir soğutucuya aktarılarak uzaklaştırılması ile gerçekleşmektedir. Soğutucu gaz, sıvı ya da gaz haline bulunabilir. Soğutucu gaz olarak genellikle, bir soğutma ekipmanının evaporatörü yardımı ile soğutulan soğuk hava kullanılmaktadır. Bu tip soğutma yöntemine “soğuk hava ile dondurma” denilmektedir. Sıvı soğutucu olarak, yine bir soğutma ekipmanında

soğutulmuş şeker şurubu, salamura ya da gliserol çözeltisinden yararlanılmaktadır. Gıda maddeleri bu sıvılara daldırılarak dondurulduğu için bu yöntem “daldırarak dondurma” adlandırılmaktadır. Dondurmada sıvılaştırılmış azot ya da karbondioksit de kullanılabilen, bu maddeler için soğutucu ekipmana ihtiyaç bulunmamakta, kendi fiziksel özellikleri ile soğutucu görevi yapabilmektedirler. Bu sıvılaştırılmış gazlar ile yapılan dondurma yöntemi “kriyojenik dondurma” olarak bilinmektedir. Katı soğutucu olarak genellikle, içten soğutulan metal plakalar kullanılmakta ve gıda maddesi bu plakalar üzerine tutularak dondurulmaktadır. Bu yöntem “indirekt kontakt metodu ile dondurma” olarak adlandırılmaktadır.

Soğuk hava ile dondurma: Yöntemin dayandığı nokta izole edilmiş bir soğuk odanın olmasıdır. Soğutma ekipmanının evaporatörü tavanda, duvarda ya da odanın ortasında yukarı doğru uzanan borular demeti şeklinde ya da dikine raflar şeklinde olabilir. Dondurulacak gıda rafların arasına yerleştirilir. Dondurma işleminin yapıldığı odalarda hava akımını sağlayan hiçbir sistem bulunmamaktadır yani kullanılan soğuk hava hareket etmemekte yani hava doğal akımla hareket kazanmaktadır. Soğuk odanın sıcaklık derecesi -15°C ile -30°C arasında değişmektedir. Havanın ısı iletkenliği düşük olduğundan işlem uzun sürmektedir.

Hava akımında dondurma: genel ilkesi, havanın dondurulan ürün ile evaporatör arasında hızlı hareket etmesidir. Hava güçlü fanlar ile hareket ettirilmekte, soğutma spiralleri üzerinden geçerken soğumakta ve sonra dondurulan ürün üzerinden $10-15\text{m/s}$ hızla geçmektedir. Isı transfer katsayısı hava hızına bağlı olarak arttığı için hızlı bir yöntemdir. Hava sıcaklığı -30°C ile 45°C arasında değişmektedir. En yaygın kullanılan soğutucu tünel donduruculardır. Ürün bantlar ya da kerevetlerden oluşan araba dizilerinin tünel içinde soğuk hava ile teması sonucu dondurulur. Hava akımı paralel ya da zıt olabilmektedir.

Bireysel hızlı dondurma (Individual Quick Freezing-IQF): Yöntemin çalışma prensibi yalıtılmış bir kabin içinde yer alan ve toplam uzunluğu $100-300\text{m}$ arasında değişen bantlı dondurucular üzerinde ilerleyen ürüne bant altından verilen çok yüksek hızdaki havanın bant üzerindeki gıda maddesinin havada yüzer gibi tutarak çok kısa sürede -40°C soğukta tek tek dondurulmasıdır. Böylece dondurulmuş ürün blok halinde değil tek tek parçalar halinde dondurulmaktadır. Bu yöntem “akışkan yatak dondurucu” da denilmektedir. Hava akım hızı $10-15\text{m/s}$ 'dir ve zıt akım prensibine göre verilmektedir.

Madde iriliğine göre değişkenlik göstermekle birlikte donma süresi çok kısadır. Ürünün hava akımında akışkanlık kazanabilmesi için bezelye, fasulye gibi küçük taneli ve doğranmış her türlü sebzelerde (kesilmiş havuç, doğranmış soğan gibi) yaygın olarak kullanılmaktadır. Spiral bantlı dondurucular da akışkan yataklı dondurucularda dondurulamayan, ambalajlanmış haldeki şekilsiz ürünlerin dondurulması için tercih edilmektedir

Hava tüneli (şok tüneli): Yöntemin esası, düşük sıcaklıkta yüksek hızlı hava akımının hem sıcaklık farkı hem de hızının fazlalığına bağlı olarak gözlenen yüksek ısı transferinden yararlanılmasıdır. Daha çok şekil ve fiziki boyutları düzgün olmayan gıda maddeleri için uygulanmaktadır.

İndirekt kontakt metodu ile dondurma: Yöntemin ilkesi, içten soğutkan iki plaka arasına yerleştirilmiş dikdörtgen prizması şeklinde ambalajlı ürünlerin plaka ile teması sonucu dondurulmasıdır. En yaygın sistem plakalı dondurucular olduğundan bu sisteme “plakalı dondurma metodu” da denilmektedir. Sistemi oluşturan plakalar 4 köşe ve içi boş alüminyum raflardan oluşmuştur. Plakaların içinde soğutma spiralleri, yani soğutucu akışkanın buharlaştığı evaporatörler yer almaktadır. İndirekt temas yöntemi sıvı ve püre halindeki gıdaların hızla dondurulmasında da kullanılan bir yöntemdir.

Daldırarak dondurma: Gıda maddesi ambalajlı/ambalajsız olarak düşük derecelere kadar soğutulmuş uygun bir sıvıya daldırılmakta ya da sıvı ürün üstüne püskürtülmektedir. Belirgin bir şekli olmayan ürünler için uygundur.

Kriyojenik dondurma: Kaynama noktası çok düşük olan sıvılaştırılmış gazlara kriyojenik sıvılar denilmektedir. En sık kullanılan kriyojenik sıvılar sıvı azot ve sıvı karbondioksittir. Sıvı azot -196°C , sıvı karbondioksit -145°C de kaynamaktadır. Ürün ya kriyojenik sıvıya daldırılır ya da kuru buzla karıştırılır. Kriyojenik dondurmada kullanılan cihazların basit ve ucuz olmaları, az yer kaplamaları nedeniyle avantajlıdır, fakat pahalı bir yöntem olması ise dezavantajdır.

Bir gıdanın dondurulmasında en uygun sistem seçiminde dikkat edilecek hususlar ise:

- Gıdanın fiziksel nitelikleri
- Gıda boyutu
- Ambalajlı/ambalajsız oluşu
- Ulaşılmak istenilen donma hızı
- Üretim maliyeti ‘dir.

2.5. Önceki Çalışmalar

Günümüzde gıdaların genel kalitesine ve besleyicilik değerine daha az etkili olacak yeni gıda işleme yöntemlerinin tüketiciler tarafından talep edilmesi nedeniyle yeni ve alternatif işleme yöntemleri önem kazanmaktadır (Bal 2016). Zeytinlerin de besin öğelerinin korunmasını sağlayarak, acılığın giderilmesi için daha az işlem uygulanması ve tüketici beklentileri ile tercihlerine uygun sofralık zeytin tiplerinin geliştirilmesi tüketimin arttırılmasına katkı sağlayacaktır (Öztürk ve Borcaklı 2012).

Doğal fermentasyon yani alkali uygulamasının olmadığı fermentasyon sürecinde zeytinin epidermis dokusunun zarar görmeden kalması ve kütle transferine izin vermemesi sonucu doğal acılık bileşenlerinin yani fenolik bileşenlerin difüzyonu sınırlanmakta ancak bünyede kalan fenolik maddeler antioksidan aktiviteyi ve besinsel değeri arttırmaktadır (Sánchez Gómez ve ark. 2006, Esteves da Silva 2010, Montano ve ark. 2010).

Bununla birlikte, doğal fermentasyon kimyasal madde kullanımı olmadığı için “organik acılık giderme yöntemi” olarak da ifade edilmektedir. Alkali uygulamasına göre oluşan atık su miktarı daha azdır (3.9-7.5 m³/ton’dan 0.9-1.9 m³/ton’a düşmektedir) ve kimyasal madde içermemektedir (Kyriacou ve ark. 2005). Tek dezavantajı teknolojik ve ekonomik kayıplara neden olabilecek şekilde uzun sürmesidir.

Hasat edilen zeytinlerin %5-20’lik salamurada 9 ay ya da daha fazla süre fermentasyona bırakılarak, acılığın giderilip olgunlaştırılmasına dayanan doğal salamuralı fermentasyon yönteminde, çözünen maddelerin salamuraya geçişinin çok yavaş olması nedeniyle olgunlaşma uzun sürmektedir (Kılıç 1989). Bu uzun fermentasyon süresinde karmaşık bir mikrobiyolojik gelişme görülmektedir. Tuz oranı %6-7’nin altında ise ortamda laktik asit bakterileri bulunsa bile mayaların hakim durumda olduğu belirtilmekte ve sonuçta kalitesi değişken bir nihai ürün elde edilmektedir (Garrido-Fernández ve ark. 1997, Yurtsever 2006).

Doğal acılık bileşeni oleuropeinin alkali (kostik/sodyum hidroksit uygulaması) ile muamele edilerek parçalanmasında dokuların yumuşaması ve kimyasal hidroliz için %1.5 ile 3.0 arasında bir konsantrasyon seçilmektedir (Esteves da Silva 2010). Alkali konsantrasyonun artırılması ya da sıcaklığın yükseltilmesi ile alkalinin zeytin dokusuna nüfuz etmesi hızlandırılabilir (Maldonado, Zuritz, & Assof, 2008). Bu uygulamada bir miktar acılığın kalması istenmekte, bu nedenle de kullanılan alkalinin tanenin $\frac{3}{4}$ 'üne kadar işlemesine izin verilmektedir (Kılıç 1989). Irmak ve ark. (2010) sofralık zeytin işleme tekniklerinin toplam fenolik madde içeriğinde önemli bir azalma meydana getirdiğini belirtmişlerdir. İzli (2017) ise sodyum hidroksit uygulamasının fenolik madde miktarında azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. Alkali ile muamele işleminin toplam fenolik madde miktarının azalmasını artırıcı yönde etkisi zeytin kabuğunda geçirgenliğin artması ve glikozitlerin hidrolizine neden olmasından kaynaklanmaktadır (Brenes ve ark. 1995).

Alkali uygulamasının yerine geliştirilen yöntemlerden biri de oleuropeini hidrolize edebilen mikroorganizmaların kullanılmasıdır (Ciafardini ve Zullo 2000). β -glikozidaz enzim aktivitesine sahip bakteri ve fungi türlerinin sofralık zeytin üretiminde kullanılmaları durumunda olumlu sonuçlar alınabileceğine yönelik bir çalışmada, *Candida veronae*'nin oleuropeini hidroliz edebilmesi incelenmiştir. Starter olarak β -glikozidaz sentezleyebilen mikroorganizmaların kullanılmasının NaOH uygulamasının yerini alabileceği belirtilmiştir. Aynı zamanda *Lactobacillus plantarum* A33 suşunun starter olarak kullanımının laktik asit fermentasyonunun biyokimyasal özelliklerine katkıda bulunduğu da belirtilmiştir (Yurtsever 2006).

En yeni, termal olmayan gıda işleme yöntemlerinden biri de ultra ses'tir., Güvenilir, toksik olmayan, çevre dostu ve sağlık riski taşımayan 20kHz'den 1 MHz'e kadar olan ses spektrumunu kapsamaktadır (Aday ve ark. 2013, Farahnaky ve ark. 2013). Moleküler harekete neden olan akustik kaviteasyon yüksek verimlilik, kısalmış işlem süresi, düşük çözgen kullanımı gibi avantajlar sağlamaktadır (Jerman ve ark. 2010). Bu özellikler dikkate alındığında, ultra sesin zeytin işleme teknolojisinde de kullanılabilirliği gündeme gelmiştir.

Habibi ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, Dezfuli cinsi zeytinler materyal olarak kullanılmış ve farklı NaOH konsantrasyonları (%1,5, 1,75, 2,00, w/v) ile farklı sıcaklıklar (25, 30, 35°C) kullanılarak ultra ses ile hızlandırılarak acılık giderilmesinin zeytinin fizikokimyasal ve tekstürel özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Ultra ses uygulaması ile taze zeytine sodyum hidroksit penetrasyon hızının arttığı, oleuropeinin hidrolizinin hızlandığı, kullanılan sodyum hidroksit konsantrasyonunun azaldığı ve proses zamanının ticari alkali ile muamele yöntemine kıyasla %48 azaldığı gözlenmiştir.

Habibi ve ark. (2016) ise NaOH kullanılmadan yapılan zeytin tatlandırılmasında sürecin çok uzun olduğunu belirterek bu süresi kısaltabilmek için ultra ses uygulamasının uygunluğunu araştırmışlardır. Olgunlaşmasını tamamlayan Dezfuli cinsi zeytinler sodyum hidroksit kullanılmadan 15% NaCl içeren salamuraya konulmuş ve zeytinlerin acılığının giderilmesi üzerine power ultra sesin etkisi incelenmiştir. Zeytinde acılığa neden olan fenolik bileşenlerin uzaklaşma hızının poer ultra ses ile arttığı, proses sürecinin ticari NaOH uygulamasına göre %37,8-38,6 oranında kıaldığı tespit edilmiştir. Ultra ses uygulamasının zeytinin kimyasal kompozisyonu, yağ asitleri profili, toplam renk farklılıkları, sertlik ve diğer tekstürel özellikleri üzerinde herhangi bir değişikliğe neden olmadığı, buna karşılık antioksidan aktivitenin ticari NaOH uygulamasına göre arttığı belirlenmiştir.

García ve ark. (2005) sıcaklık uygulamasının zeytinyağının acılık bileşenleri üzerine etkisini incelemiştir. Manzanilla, Picual ve Verdial cinsi zeytinler henüz yeşil olgunluk döneminde, yani zeytinyağı endüstrisinde kullanılan olgunlaşma indeksi skalasına göre indeksi değerleri 1 iken, hasat edilmiş ve 60 ile 72°C arasında hazırlanan sıcak su içerisinde 3 dakika bekletilmiştir. $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 'de 3 dakika sıcaklık uygulamasının asitlik, UV absorpsiyon, peroksit sayısı ve duyuşal özellikler üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı, fakat oksidasyon stabilitesini azalttığı tespit edilmiştir. Sıcak su ile muamele edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağının daha yüksek konsantrasyonda klorofil ve karoten içerdiği, ancak daha düşük fenolik bileşen içeriğine sahip olduğu ifade edilmiştir.

Gıdaların soğutulularak ve dondurularak muhafazası, gıda sanayinin üretim, depolama, pazarlama ve tüketim gibi birçok safhasında kullanılan en etkin ve yaygın muhafaza yöntemidir. Bununla beraber bu muhafaza yöntemi, gıda maddelerinin tüketiciye miktar ve kalite yönünden en az kayıpla ulaşmasını da sağlamaktadır (Kundakçı 1992, Tülek 1994, Skrede 1996, Shomer 1998, Gros ve ark. 2004, Ekinci ve Yapar 2004, Wang and Wang 2009, Demiray ve Tülek 2010). Dondurma prosesinin kullanılması meyvelerin yaşayabilme sürelerini arttırmaktadır. Sıfırlı derecelerde mevcut suyun buz kristallerine dönüşümü kimyasal reaksiyonları azaltmakta, depolamada stabiliteyi arttırmaktadır (Sirijariyawat ve Charoenrein 2012). Düşük sıcaklıkların mikroorganizmalar üzerine etkileri çok çeşitli olmakla beraber, düşük sıcaklıkta ölmeleri başta yapılarındaki suyun buz kristallerine dönüşmesi ve böylece hücredeki ozmotik basınç dengesinin bozulması olgusuna dayanmaktadır. Psikrofil mikroorganizmaların optimum gelişme sıcaklığı 15°-20°C arasında olmakla beraber gelişmeleri ancak -10°C 'nin altında tamamen durmaktadır (Cemeroğlu 2001).

Çalışma öncesi, zeytinin dondurularak muhafazası üzerine literatür araştırması yapılmış, konuyla ilgili sınırlı çalışma olduğu gözlenmiştir.

Türk ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada Gemlik ve Ayvalık zeytin çeşitlerinin dondurularak muhafazasında fiziksel ve kimyasal değişimler incelenmiştir. -40°C de IQF de dondurulan zeytinler -25°C de muhafaza edilmiş, dondurma öncesi ve sonrası ayrıca belirli periyotlarla alınan örneklerde %nem, %yağ, acılık (oleuropein), şeker, renk, pH, asitlik ve sertlik analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda hızlı dondurmanın (IQF) ve donmuş muhafazanın materyal üzerine olumsuz bir etki yapmadığı, acılığın azalmasına ve böylece zeytin olgunlaştırma süresinin kısılmasına olumlu etkilerde bulunduğu saptanmıştır.

Özen ve ark. (2000) kahvaltılık özelliği ve yemeklik lezzeti açısından pazarda aranan ve yüksek fiyat bulan sele tipi zeytinlerin uzun süre muhafazalarının mümkün olmadığını birkaç ayda tüketilmemesi durumunda zeytinde bozulmalar olduğunu belirtmiştir. Bu amaçla dondurularak muhafazaya alınan ham Gemlik zeytinlerinden periyodik

zamanlarda sele zeytini yapma olanakları araştırılmıştır. Şoklama öncesi, şoklamadan 4 ay sonra, şoklamadan 8 ay sonra soğuk depodan alınıp, 5 farklı ortamda çözünerek sele zeytini olarak işlenmişlerdir. Uygulamalarda ham tanede, tatlanma süresince, tatlanma sonu ve ambalaj sonrası pH, serbest asit, tuz, şeker, acılık, renk ve sertlik analizleri ile duyu analizler yapılmış, şoklama öncesi zeytinlerden işlenen sele zeytinler ile şoklamadan sonra ve soğuk depodan belirli periyotlarda alınan ham zeytinlerden işlenen sele tipi zeytinlerin arasında fark olup olmadığını belirlemişlerdir. Acılığın depoda bekleme sırasında gittikçe azalması sonucu zeytinlerin işleme alınmasıyla mamul hale gelme süresinin kısalması olumlu bulunmuştur. Duyusal testlerde şoklama yapılan %15 iri tuz + %2,5 CaCl₂ ile seleye alınan zeytinler en fazla tercih edilmiştir.

Meyvelerin dayanma sürelerinin arttırılmasında, tüketiciye en az kayıpla ulaşmasında etkili olan dondurma prosesinin, zeytin meyvesi üzerine etkileri bu araştırmada incelenmiş olup, en uygun dondurma yöntemi ve muhafaza sıcaklığının saptanması üzerine çalışılmıştır.

3. MATERYAL YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada Gemlik Şahinyurdu (eski adı ile Yukarı Benli) Köyü'nden (40⁰26' 48" Kuzey (enlem), 29⁰15'09" Doğu (boylam) ve 233 m rakım) 2016 ve 2017 yıllarında hasat edilmiş Gemlik tipi siyah zeytin kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan katkı maddeleri aşağıda belirtilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan katkı maddeleri

KATKI MADDESİ	TEMİN EDİLDİĞİ FİRMA
<i>Kalsiyum Klorür</i>	Zeytin Fabrikası-BURSA
<i>Kaya Tuzu</i>	Yerel Market-BURSA
<i>Ayçiçek Yağı</i>	Yerel Market-BURSA

3.2. Zeytinlere Uygulanan Ön İşlemler

2016 yılında hasat edilen zeytinler direkt olarak dondurulmuştur. Bu zeytinlerin duyuşal değerdendirmesinde tane etinin yumuşak olması ve kabuk ayrılmasının gözlenmesi sonucu 2017 yılında hasat edilen zeytinler dondurma uygulamasından önce 15 saat süre ile 0,5% CaCl₂ içeren solüsyonda bekletilmiştir.

3.3. Zeytinlerin Dondurulması

Zeytinlerin bir kısmı (15 kg) LDPE poşet ve koliler içerisinde -18 ve -25°C depolarda direk olarak dondurulmuştur. Diğer kısmı ise IQF'de dondurulmuştur. IQF çalışma koşulları aşağıda belirtilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. IQF çalışma koşulları

Fan Hızları	%90
1. Bant	1 dakika
2. Bant	9 dakika
Vakum Sıcaklığı	-40°C
Soğutucu Sıcaklığı	-32°C
Kabin Sıcaklığı	-25°C

3.4. Hızlı Dondurma Sonrası Ürün Analiz

2016 Ocak Hasat Yılı

IQF’de Dondurma sonrası Son Ürün Sıcaklığı: -17,4°C

Dondurulmak üzere IQF’e verilen 23,5 kg zeytin dondurma sonrası 23 kg zeytin olarak tartılmıştır. 0,5 kg kaybın IQF’ de dondurma sırasında oluşan süblimasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hızlı dondurma sonrası -18 ve -25°C depolarda muhafazaya alınmıştır.

2017 Ocak Hasat Yılı

IQF de Dondurma sonrası Son Ürün Sıcaklığı: -18,1°C

Dondurulmak üzere IQF’e verilen 11 kg zeytin dondurma sonrası 10,6 kg zeytin olarak tartılmıştır. 0,4 kg kg kaybın IQF’ de dondurma sırasında oluşan süblimasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.5. Zeytinlerin İşlenmesi

90 günlük depolama süresi sonunda zeytinler %6’lık salamurada fermentasyon ve yağlı sele olmak üzere iki farklı yöntemle işlenmiştir:

I. Yöntemde kaya tuzu kullanılarak %6 tuzlu sıcak salamura hazırlanmış ve 720 cc’lik kavanozlara dolun yapılmıştır.

2. Yöntemde ise 2 000 cc’lik kavanozlara 1 kg zeytin, %6 tuz ve 100 mL ayçiçek yağı ilave edilerek yağlı sele uygulaması gerçekleştirilmiştir. Zeytinler gün aşırı ters düz edilerek, tuz ve yağın tüm zeytinlere homojen dağılımı sağlanmıştır.

Her iki yöntemle işlenen zeytinlere 15 günlük depolama sonunda duyu analizler uygulanmıştır.

3.6. Ham ve Dondurulmuş Zeytinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.6.1. Kilogramdaki Tane Sayısı

Tesadüfi olarak 100'er adet meyve alınarak hassas terazide tartılmış ve orantı yöntemi kullanılarak kilogramdaki dane (adet kg⁻¹) sayısı hesaplanmıştır (Anonim 2015).

3.6.2. Et : Çekirdek Oranları

Et çekirdek oranlarının belirlenmesi amacıyla tesadüfi olarak seçilen 100 adet zeytin tartılmıştır. Daha sonra zeytinlerin çekirdekleri ayrılmış ve tartılmıştır. Bütün meyve ağırlığından çekirdek ağırlığı çıkartılarak etli kısmın ağırlığı bulunmuş etli kısmın ağırlığı ile çekirdek ağırlığı birbirine oranlanmıştır (Kılıç 1986).

3.6.3. Toplam Kurumadde Miktarı Tayini

Sabit ağırlığa getirilmiş kurumadde kaplarının içine yaklaşık 3 g parçalanmış zeytin örneği tartılmıştır. Kabin kapağı yanına bırakılmış, etüv 70°C'e ayarlanmış, basınç 3 kPa'a düşürülerek kuru havanın 40 L/h hızla akışı sağlanmış ve 4 h süre ile kurutulmuştur. Bu süre sonunda numune kurutma dolabından çıkarılmadan önce kapak kapatılmış, desikatöre alınmış ve soğuduktan sonra tartım yapılmıştır. Birbirini takip eden iki tartım arasındaki fark ±0,001 g'dan fazla olmayacak şekilde, analiz sonucu "g 100 g⁻¹" olarak hesaplanmıştır (Anonim 1998).

$$\text{Toplam Kurumadde Miktarı (g100g}^{-1}\text{)} = \frac{M_1 - M_0}{\ddot{O}} \times 100$$

$$M_0 = \text{Kabin darası (g)}$$

$$M_1 = \text{Kabin darası (g)} + \text{Kurumadde (g)} \quad (3.1)$$

$$\ddot{O} = \text{Alınan örnek miktarı (g)}$$

3.6.4. Toplam Protein Miktarı Tayini

Blenderde parçalanmış zeytin örneğinden yaklaşık 2 g tartılarak Kjeldahl yakma tüpüne konulmuştur. Üzerine 15 mL derişik H₂SO₄ (d=4,84) ile 1 tablet selen reaksiyon karışımı ilave edilerek yakma düzeneğine yerleştirilmiştir. Örnek berrak yeşil renge kadar 400°C’de yakılmıştır. Soğuduktan sonra tüp içeriğine 125 ml % 40’lık NaOH çözeltisi ilave edilmiş ve distilasyon ünitesine alınmıştır. Burada azot içeren bileşikler beher içerisinde bulunan 50 mL %4’lük borik asit çözeltisinde toplanmıştır. Toplanan damıtığın üzerine 2 damla metilen mavisi-metilen kırmızısı belirteç çözeltisi ilave edilerek 0.1 N HCl ile renk dönüm noktasına kadar titre edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan ham azot miktarı “g 100 g⁻¹” olarak bulunmuş, bulunan değer 6,25 faktörü ile çarpılarak %protein miktarı hesaplanmıştır (Anonim 2010).

$$\text{Ham Azot Miktarı (g 100 g}^{-1}\text{)} = \frac{(V_1 - V_0) \times N \times \text{meq} \times 100}{\ddot{O}}$$

V_1 = Titrasyonda harcanan HCl çözeltisi miktarı (mL)

V_0 = Kör deneme titrasyonunda harcanan HCl çözeltisi miktarı (mL)

N = Titrasyonda kullanılan HCl çözeltisinin normalitesi (0,1 N) (3.2)

meq = Azotun mili ekivalent ağırlığı (g)

\ddot{O} = Alınan gıda örneği miktarı (g)

3.6.5. Toplam Yağ Miktarı Tayini

Zeytin örneklerinin toplam yağ miktarı Soxhelet Yöntemi’ne göre belirlenmiştir. Yağ içermeyen bir kartuşun içine parçalanmış 10 g örnek tartılmış ve üzeri pamuk ile kapatılmıştır. Daha önce sabit ağırlığa getirilerek tartılmış olan yağ balonları, örneğin içinde bulunduğu kartuş ve kartuşu içeren ekstraktör kısmı Soxhelet sistemine dahil edilmiştir. Çözücü olarak 150 mL petrol eter kullanılmış ve sıcaklık geri damıtma hızı dakikada en az üç damla olacak şekilde ayarlanmıştır. 6 saat süre ile ekstrakte edilmiştir. Süre sonunda çözücü uzaklaştırılmış, yağ balonları sabit ağırlığa gelene

kadar $80\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ta vakum altında bekletilmiş ve sonuçlar “g 100 g⁻¹” yağ miktarı olarak hesaplanmıştır (Anonim 2012).

$$\text{Toplam Yağ Miktarı (g 100g}^{-1}\text{)} = \frac{M}{\ddot{O}} \times 100 \quad (3.3)$$

$M = \text{Balondaki yağ ağırlığı (g)}$

$\ddot{O} = \text{Kartuşa tartılan örnek miktarı (g)}$

3.6.6. Toplam Kül Miktarı Tayini

Sabit ağırlığa getirilmiş yakma kaplarının içine yaklaşık 5 g parçalanmış zeytin örneği tartılmış ve $525\pm 25^{\circ}\text{C}$ 'deki kül fırınında beyaz kül elde edilinceye dek yakılmıştır. Analiz sonucu “g 100 g⁻¹” olarak hesaplanmıştır (Anonim 2005b).

$$\text{Toplam Kül Miktarı (g100g}^{-1}\text{)} = \frac{M_1 - M_0}{\ddot{O}} \times \frac{100}{100 - N}$$

$M_0 = \text{Krozenin darası (g)}$

$M_1 = \text{Krozenin darası (g) + Kül (g)}$ (3.4)

$\ddot{O} = \text{Alınan örnek miktarı (g)}$

$N = \text{Örneğin nem miktarı (\%)}$

3.6.7. İndirgen Şeker Miktarı Tayini

Alkali ortamda ve kaynama sıcaklığında kompleks olarak bağlı Cu (II) iyonu, indirgen şekerler tarafından Cu (I)-oksit'e indirgenmektedir. Buna göre bir alkali kompleks Cu çözeltisi, şeker içeren bir örnekten hazırlanmış çözeltiliye kaynama sıcaklığında titre edilmekte ve titrasyonun son noktasını belirlemede redoks indikatörü olarak metilen mavisi kullanılmaktadır. Ortamdaki bakırın tümünün Cu (I)-oksit'e indirgenmesi tamamlandığında metilen mavisi indirgenerek renksiz formuna dönüşmektedir.

Zeytinler çekirdekleri çıkarılıp blenderden geçirilmiş ve homojen hale getirilmiştir. Homojen örnekten 20 g 250 mL'lik balon jöjeye tartılmıştır. Üzerine 50 mL damıtık su eklenerek iyice karıştırılmıştır. Bu karışımın üzerine önce 8 mL Carrez I ve sonra da 8 mL Carrez II çözeltisi ilave edilerek balon içeriği çalkalanmış ve 30-45 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda üzerine 3 mL 1 N NaOH ilave edilerek hacmi damıtık su ile 250 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan karışım 250 mL'lik erlene kaba filtre kağıdından süzölmüştür. 300 mL'lik erlene 5 mL Fehling A çözeltisi, 5 mL Fehling B çözeltisi ve 10 mL süzöntü alınarak ısıtıcılı manyetik karıştırıcı üzerinde kaynatılmıştır. Kaynama başladıktan sonra çözelti kiremit kırmızısı renge dönünceye kadar erlen tahta maşayla çalkalanarak süzöntüden ilave edilmiştir. Renk kırmızısı olduğunda 3-4 damla metilen mavisi damlatılarak renk mavimsi/ lacivert yapılmıştır. Renk tekrar kiremit kırmızısı olana dek süzöntüden ilave edilmiş ve renk dönümünde gözlenen sarfiyat kaydedilmiştir. Sonuçlar “g 100 g⁻¹” indirgen şeker olarak aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır (Anonim 2005a).

$$\text{Örnekteki doğal indirgen şeker miktarı (g 100 g}^{-1}\text{)} = F / M_1 * 100 \quad (3.5)$$

F = Ayarlama da belirlenmiş olan, 10 mL Fehling çözeltisine eşdeğer invert şeker miktarı (g)

M₁ = Titrasyonda harcanmış çözeltinin içerdiği örnek miktarı (g)

3.6.8. pH Tayini

WTW pH 3110 marka pH metre kullanılarak pH tayini yapılmıştır (Anonim 2015).

3.6.9. Oleuropein Miktarı Tayini

5 g zeytin örneği (çekirdekleri hariç) homojen hale getirildikten sonra üzerine 50 mL metanol eklenerek manyetik karıştırıcıda 2 h masere edilmiştir. Süre sonunda kaba filtre kağıdından süzölen ekstrakt evaporatör balonuna aktarılmıştır. 40°C'de metanol uzaklaştırılmıştır. Daha sonra kalıntı tekrar 50 mL metanol içinde çözöndürölmüş ve 0,45 mikronluk filtreden geçirilmiştir. 20 µL ekstrakt HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

İzokratik ayırışma ile yapılan HPLC analizinde cihaza ait çalışma koşulları Çizelge 3.3'de gösterilmiştir.

Stok oleuropein çözeltisini hazırlamak için 25 mL'lik ölçü balonuna 25 mg oleuropein tartılmış ve metanolde çözündürülerek çizgisine tamamlanmıştır. Bu stok çözeltiden değişik oleuropein konsantrasyonlarında hazırlanan ara çalışma çözeltilerinden 20 µL HPLC cihazına enjekte edilerek elde edilen pik alanları, pik normalizasyon değerleri üzerinden grafiğe kaydedilmiştir. Gerekli ekstraksiyon seyreltmeleri de dikkate alınarak oleuropein miktarı “mg kg⁻¹ kuru ağırlık” olarak ifade edilmiştir. Analizler iki tekerrür ve iki paralelli olarak yürütülmüş, sonuçlar üç ayrı enjeksiyonun ortalaması olarak verilmiştir (Altınyay ve Altun 2006, Tayoub ve ark. 2012).

Çizelge 3.3. HPLC çalışma koşulları

Enjeksiyon hacmi	20 µL
Akış hızı	1,2 mL dk ⁻¹
Kolon sıcaklığı	30°C
Dedektör	DAD
Stop time	28 dk
Mobil Faz	%85 Tampon, %15 Asetonitril
Max Basınç	400 bar
Dalga Boyu	240 nm
Kolon özellikleri	NC100-5C18-3848 HICHROM
Tampon	%84,6 Su + %0,4 Formik asit
Analiz Süresi	40 dk

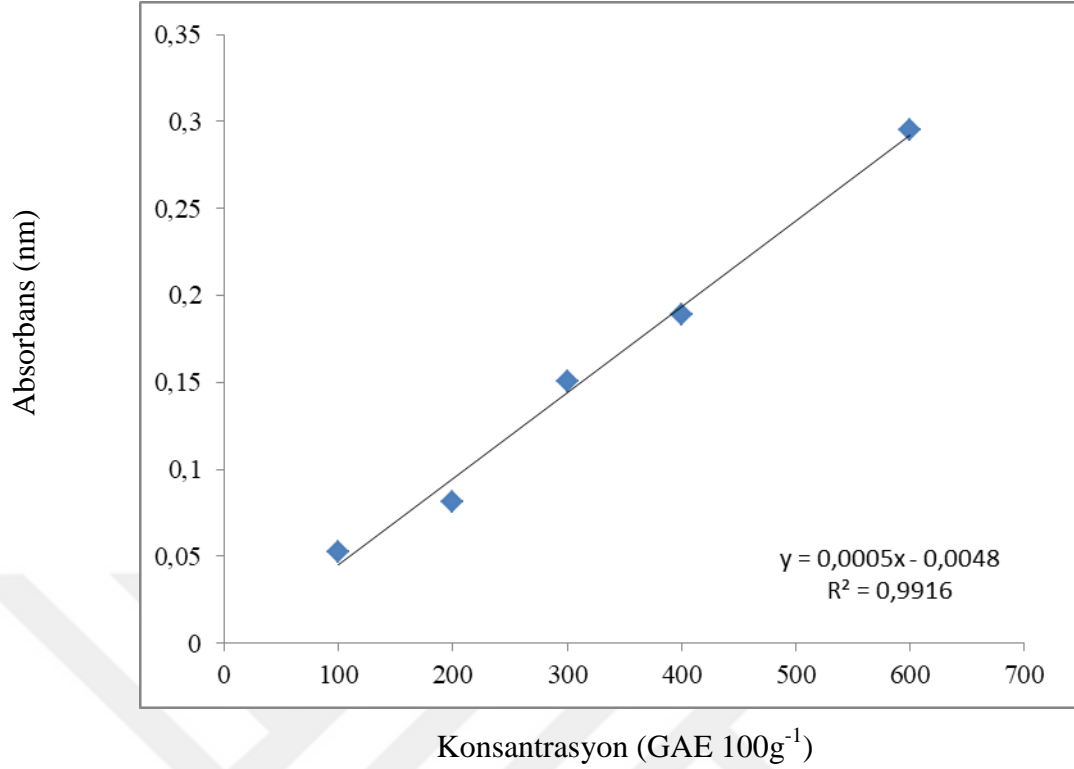
3.6.10. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Analizin prensibi, fenolik bileşiklerin Folin-Ciocalteu çözeltisinde bulunan fosfotungstik ve fosfomolibdik asitlerin kompleks polimerik iyonları ile oksidasyonu sonucu oluşan mavi renkli molibden-tungsten kompleksinin konsantrasyonunun spektrofotometrik olarak ölçülmesidir.

Çekirdeği çıkarılan zeytinler blendırda parçalanmıştır. 1 g zeytin tartılarak üzerine 5 mL %60'lık metanol (metanol:su, 60:40 v/v) ilave edilmiş ve 2 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda 10 dakika 3 500 devirde santrifüjlenmiştir. Üstteki faz (ekstrakt) membran filtre kağıdı ile filtre edilerek 10 mL'lik santrifüj tüpüne aktarılmıştır. İşlem iki defa tekrarlanmış ve ekstraktlar birleştirilerek saf su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır.

Hazırlanan berrak ekstraktan 0,1 mL kapaklı santrifüj tüpüne alınmış, üzerine 5 mL saf su ile 0,5 mL Folin-Ciocalteu ayracı (0,5 birim FC:5 birim saf su, v/v) eklenmiş ve karışım 15 saniye süreyle vortekste karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında 3 dakika inkübe edildikten sonra üzerine 1 mL %35'lik (doymuş) Na_2CO_3 çözeltisi ilave edilip çalkalanan tüp içeriği saf su ile 50 mL'ye tamamlanmıştır. Karanlık ortamda oda sıcaklığında 2 saat süre ile bekletilen örneklerin absorbansı, ekstrakt yerine çözücüyle hazırlanmış tanık örneğe karşı 725 nm'de okunmuştur.

Sonuç 500 mgL^{-1} 'lik stok gallik asit çözeltisinden farklı konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltilere, örneklere uygulanan analiz aşamaları uygulanmış ve 725 nm'de absorbans değerleri saptanmıştır. Örneklerin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarları, gallik asit ile hazırlanan kalibrasyon kurvesi yardımıyla formüle göre “mg gallik asit eşdeğeri (GAE) 100 g^{-1} ” olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.1) (Gutfinger 1981, Poiana ve Romero 2006).



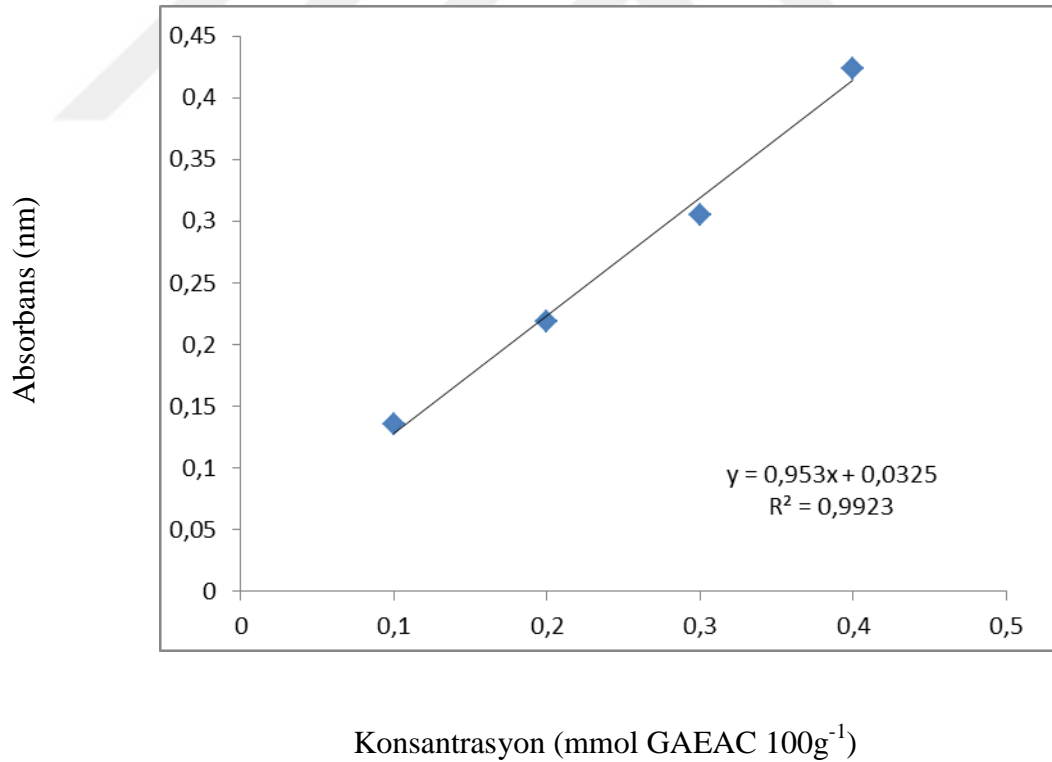
Şekil 3.1. Toplam fenolik bileşen miktarı hesaplamasında kullanılan gallik asit kalibrasyon grafiği

3.6.11. Cu (II) İyonu İndirgeyici (CUPRAC) Antioksidan Kapasite Tayini

Çekirdeği çıkarılan zeytinler blendırda parçalanmıştır. 1 g zeytin tartılarak üzerine 5 mL %80'lik metanol (metanol:su, 80:20 v/v) ilave edilmiş ve karışım 2 dakika süreyle vortekste karıştırılmıştır. Süre sonunda 15 dakika orbital çalkalayıcıda çalkalanan karışımın üzerine 1 mL hegzan ilave edilerek 10 dakika daha çalkalanmıştır. 25°C'de 3 200 g devirde 10 dakika santrifüjlenmiştir. Üstteki faz (ekstrakt) membran filtre kağıdı ile filtre edilerek 10 mL'lik santrifüj tüpüne aktarılmıştır (Serreli ve ark. 2017). Elde edilen ekstraktın antioksidan kapasitesini belirlemek amacıyla CUPRAC yöntemi uygulanmıştır. CUPRAC yönteminin esası 2,9-dimetil-1,10-fenantrolin (Neokuproin, Nc)'in Cu (II) ile oluşturduğu bakır (II)-neokuproin kompleksinin (Cu (II)-Nc), 450 nm'de maksimumu absorbans veren bakır (I)-neokuproin (Cu (I)-Nc) şelatına indirgenme yeteneğinden yararlanılarak antioksidan kapasitenin belirlenmesidir (Apak ve ark. 2004).

10 mM $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve 1 M $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$ çözeltileri, saf suda hazırlanırken, 7.5 mM konsantrasyondaki neokuproin çözeltisi (Nc) mutlak etanolde günlük olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan berrak ekstraktan 0,5 mL kapaklı santrifüj tüpüne alınmış, üzerine 1 mL Cu (II), 1 mL Nc ve 1 mL $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$ çözeltileri ilave edilmiş ve nihai hacim saf su ile 4,1 mL'ye tamamlanmıştır. Karışım 15 saniye süreyle vortekste karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında 30 dakika inkübe edilmiştir. Elde edilen bakır-neokuproin kompleksinin (T80 + UV-VIS Spektrometre, PG Instruments Ltd.) absorbans ölçümü, 1 mL Cu (II), 1 mL Nc, 1 mL $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$ çözeltisi ve 1,1 mL saf su ile hazırlanan tanık örneğe karşı 450 nm'de belirlenmiştir (Karadirek ve ark. 2016).

Sonuç 500 mgL^{-1} 'lik stok gallik asit çözeltisinden farklı konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltilere, örneklere uygulanan analiz aşamaları uygulanmış ve 450nm'de absorbans değerleri saptanmıştır. Örneklerin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan antioksidan kapasitesi, gallik asit ile hazırlanan kalibrasyonkurvesi yardımıyla “mmol gallik asit eşdeğeri(GAE) 100 g^{-1} ” olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayini hesaplamasında kullanılan gallik asit kalibrasyon grafiği

3.6.12. Tekstür Analizi

Tekstür analizleri TA.XT Express Texture Analyser (Stable Microsystems Inc., Surrey, UK) kullanılarak yapılmıştır. Ölçümde HDP/BS probu ile Exponent Stable Micro System Version 6.1.11.0 kullanılmıştır. HDP/BS probu yani “bıçak seti” kullanılmıştır. Eski şekline dönebilir giyotin uçlu Warner Blatzer bıçağı, yarıklı bıçak girişi ve bıçak tutucudan oluşan bu prob kesme/kayma (cutting/shear force) kuvveti uygulamaları için uygundur. Test hızı 2 mms⁻¹ olacak şekilde ayarlanmıştır. %20 deformasyon sinyali alındığında analize son verilmiştir. Birincil tekstürel özellik olarak sertlik (firmness) ve kesmeye karşı gösterilen direnç (work of cutting/toughness) değerleri belirlenmiştir (Pradas ve ark. 2012).

3.6.13. Duyusal Değerlendirme

Panelistlerin tercih ya da beğeni/beğenmeme durumlarının değerlendirilebildiği hedonik skala yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla, Marsilio ve ark.’nın (2008) önerdiği kriterler, 5 ifadeli hedonik skalaya göre modifiye edilerek, panelistler için duyusal değerlendirme puan çizelgesi hazırlanmıştır (Çizelge 3.4, Çizelge 3.5, Çizelge, 3,6). Değerlendirmeyi gerçekleştiren 6 kişilik panelist grubu, Altuğ (1993)’un belirttiği parametrelere göre bölüm öğretim üye ve yardımcıları arasından belirlenmiştir. Panelist seçiminde test için ayırabilecek yeterli zamanlarının olması, görev almaya hevesli olmaları, çok aşırı dışadönük ya da içeri-dönük bir karakterde olmamaları, yaşlarının 20 ile 65 arasında olması ile fiziksel ve ruhsal sağlıklarının iyi olması gibi özellikler dikkate alınmıştır.

Çizelge 3.4. Duyusal analiz için belirlenen beş ifadeli hedonik skala

5	<i>Çok Beğendim</i>
4	<i>Beğendim</i>
3	<i>Ne Beğendim Ne Beğenmedim</i>
2	<i>Biraz Beğenmedim</i>
1	<i>Hiç Beğenmedim</i>

Çizelge 3.5. Zeytin numunelerinin duyuşal değerlendirmesi için esas alınan özellikler ve puanlamaları

DUYUSAL ÖZELLİKLER		PUAN	PANELİST DEğERLENDİRME
RENK	<i>Siyah</i>	5	
	<i>Siyah-Gri</i>	4	
	<i>Gri-Kahverengi</i>	3	
	<i>Kahverengi-Açık Kahverengi</i>	2	
	<i>Açık Kahverengi</i>	1	
DOKU YAPISI	<i>Istenilen Doku Yapısına Sahip</i>	5	
	<i>Sert</i>	4	
	<i>Çok Sert</i>	3	
	<i>Yumuşak-Kabuk Ayırışması Var</i>	2	
	<i>Çok Yumuşak-Kabuk Ayırışması Var</i>	1	
LEZZET (TAT ve KOKU)	<i>Acı Değil/Karakteristik Zeytin Kokusu</i>	5	
	<i>Hafif Acı/Karakteristik Zeytin Kokusu</i>	4	
	<i>Acı/Karakteristik Zeytin Kokusu</i>	3	
	<i>Çok Acı/Karakteristik Zeytin Kokusu</i>	2	
	<i>Yabancı Tat Ve Koku</i>	1	
TUZZLULUK	<i>Normal</i>	5	
	<i>Az Tuzlu</i>	4	
	<i>Çok Az (Yetersiz) Tuzlu</i>	3	
	<i>Fazla Tuzlu</i>	2	
	<i>Çok Fazla Tuzlu</i>	1	
TÜM İZZLENİM		5	
		4	
		3	
		2	
		1	

Çizelge 3.6. Zeytin numunelerinin duyuşal değerlendirme için kodlanması

	Kod	Örnek
2016 Ocak Ayında Hasat Edilen	A	<i>IQF’de dondurma + -18°C’de depolama, salamura zeytin olarak işleme</i>
	B	<i>IQF’de dondurma + -25°C’de depolama, salamura zeytin olarak işleme</i>
	C	<i>Direk dondurma, + -18°C’de depolama, salamura zeytin olarak işleme</i>
	D	<i>Direk dondurma, + -25°C’de depolama, salamura zeytin olarak işleme</i>
	E	<i>IQF’de dondurma + -18°C’de depolama, yağlı sele zeytin olarak işleme</i>
	F	<i>IQF’de dondurma + -25°C’de depolama, yağlı sele zeytin olarak işleme</i>
	G	<i>Direk dondurma, + -18°C’de depolama, yağlı sele zeytin olarak işleme</i>
	H	<i>Direk dondurma, + -25°C’de depolama, yağlı sele zeytin olarak işleme</i>
2017 Ocak Ayında Hasat Edilen	I	<i>IQF’de dondurma + -18°C’de depolama, salamura zeytin olarak işleme</i>
	J	<i>IQF’de dondurma + -25°C’de depolama, salamura zeytin olarak işleme</i>
	K	<i>Direk dondurma, + -18°C’de depolama, salamura zeytin olarak işleme</i>
	L	<i>Direk dondurma, + -25°C’de depolama, salamura zeytin olarak işleme</i>
	M	<i>IQF’de dondurma + -18°C’de depolama, yağlı sele zeytin olarak işleme</i>
	N	<i>IQF’de dondurma + -25°C’de depolama, yağlı sele zeytin olarak işleme</i>
	O	<i>Direk dondurma, + -18°C’de depolama, yağlı sele zeytin olarak işleme</i>
	P	<i>Direk dondurma, + -25°C’de depolama, yağlı sele zeytin olarak işleme</i>

3.7. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler, iki tekrarlı ölçümlerin ortalaması±standart sapma olarak gösterilmiştir. Sonuçlara ait tanıtıcı istatistikler ile aralarındaki korelasyonlar, “SPSS for Windows” paket programı (Versiyon 14) kullanılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. 2016 ve 2017 Yıllarında Hasat Edilen Gemlik Çeşidi Siyah Ham Zeytinlere Ait Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Zeytinlere uygulanan fiziksel analizlerin amacı kaliteli sofralık zeytin tanımlamasına uygunluklarının belirlenmesidir. Kaliteli sofralık zeytin, iri taneli, küçük çekirdekli, ince kabuklu, sert dokulu, kendine özgü tat ile aromada olmalı ve ürünün özelliklerini etkileyecek yabancı tat ya da koku içermemelidir (Anonim 1987, Biricik 2004).

Materyal olarak kullanılan, 2016 ve 2017 yıllarında hasat edilen Gemlik çeşidi zeytine kilogramdaki tane sayısı ve et : çekirdek oranı sonuçları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilen ham Gemlik çeşidi siyah zeytine ait fiziksel özellikler

Özellik	En Az	En Çok	Ortalama
Tane sayısı (adet kg ⁻¹)	390	400	394,50±3,97
Et : Çekirdek Oranı	2,56	2,65	2,58±0,04

Çizelge 4.2. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen ham Gemlik çeşidi siyah zeytine ait fiziksel özellikler

Özellik	En Az	En Çok	Ortalama
Tane sayısı (adet kg ⁻¹)	390	380	386,00±4,59
Et : Çekirdek Oranı	2,72	3,12	2,87±0,15

Gemlik çeşidi için kilogramdaki tane sayısını Kılıç ve Çakır (1989) 310-390, Canözer (1991) 270, Özay ve Borcaklı (1996) 318, Aktan ve Kalkan (1999) 280-320, Şahin ve ark. (2000) 304, Özdemir ve ark. (2011) ise 216-314 olarak belirtmişlerdir. Bununla birlikte, Yurtsever (2006) Gemlik çeşidi taze zeytinlerin kilogramdaki tane sayısını en

az 255 adet, en çok 273 adet arasında değişmiş ortalama $265 \pm 12,45$ adet olarak bulunmuştur.

Gemlik çeşidi için et : çekirdek oranını, Şahin ve ark. (2000) 2.98:1 olarak belirtirken, Canözer (1991) 5,5:1 olarak saptamıştır. Tuna (2006) Gemlik çeşidi zeytinlerin et : çekirdek oranlarının 4,30:1 ile 4,73:1 değerleri arasında değiştğini ve ortalama olarak $4,50:1 \pm 0,30$ olduğunu bildirmiştir.

Dağdelen (2008) ise Ağustos ve Aralık ayları arasındaki olgunlaşma sürecinde Gemlik zeytininin kilogramdaki dane sayısı ile et : çekirdek oranlarının 204-346 ve 3,00-4,92 aralığında değiştğini bildirmiş, en düşük kilogramda dane sayısı ile en yüksek et çekirdek oranının Ekim ayında hasat edilen zeytinlerde gözlendiğini vurgulamıştır. Özdemir ve ark. (2011) Gemlik çeşidi zeytinlerin kilogramdaki dane sayılarının 216-314 ve et : çekirdek oranlarının ise 3,15-4,87 olduğunu tespit etmişler, olgunlaşmayla dane iriliği, et : çekirdek oranı, meyve eti sertliği ile 6. ve 7. olgunluk indekslerinde önemli azalmanın olduğunu belirlemişlerdir.

Denemede kullanılan Gemlik çeşidi zeytinlerin küçük taneli olması nedeniyle kilogramdaki tane sayısı her iki yıl için önceki araştırmacıların bulduğu değerlerden yüksek, et : çekirdek oranlarının ise buna bağlı olarak daha düşük olarak gözlenmiştir. Balatsouras (1980) ile Garriado-Fernandez ve ark. (1997) bu farklılıkların yetiştirme koşulları, bölge, ekolojik durum, uygulanan işlemler, hasat yılı ve periyodiziteden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Materyal olarak kullanılan, 2016 ve 2017 yıllarında hasat edilen Gemlik çeşidi zeytine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1.3 ve Çizelge 4.1.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilen ham Gemlik çeşidi siyah zeytine ait kimyasal özellikler

Özellik	En Az	En Çok	Ortalama
İndirgen Şeker (g 100 g ⁻¹)	1,421	1,532	1,477±0,079
Oleuropein (mg kg ⁻¹)	2 485,13	2 488,13	2 486,63±2,12
pH	5,11	5,12	5,12±0,028

Çizelge 4.4. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen ham Gemlik çeşidi siyah zeytine ait kimyasal özellikler

Özellik	En Az	En Çok	Ortalama
Kurumadde (g 100 g ⁻¹)	66,38	66,46	66,42±0,057
Protein (g 100 g ⁻¹)	2,48	2,54	2,51±0,042
Kül (g 100 g ⁻¹)	1,63	1,67	1,65±0,02
Yağ (g 100 g ⁻¹)	37,80	37,64	37,72±0,113
İndirgen Şeker (g 100 g ⁻¹)	1,571	1,862	1,717±0,206
Oleuropein (mg kg ⁻¹)	1 942,10	1 956,28	1 949,19±10,027
pH	5,25	5,27	5,26±0,014
Toplam Fenolik Madde (mg GAE 100 g ⁻¹)	121,721	157,120	139,421±25,031
Antioksidan Kapasite (mmol GAEAC g ⁻¹)	2,21380	2,46974	2,3503±0,129

Toplam Kurumadde Miktarı

Korukluoğlu (1992) Gemlik çeşidi zeytinlerin toplam kurumadde oranının %56,83-59,33, Akpınar (1994) %56,71-62,17 ile Tuna (2006) %58,88-63,80 arasında değiştiğini belirtirlerken, Borcaklı ve ark. (1993) ise %56,82 olduğunu bildirmişlerdir.

Türk ve ark. (2000) taze meyvede kurumadde değerlerini Gemlik çeşidinde % 34,10 ve Ayvalık çeşidinde %35,81 olarak belirlemişlerdir. Şahin ve ark. (2002) meyve etindeki kurumadde oranının çeşide bağlı olarak %38,1-55,00 arasında değiştiğini, en yüksek Gemlik çeşidinde en düşük ise Uslu çeşidinde olduğunu gözlemişlerdir. Boskou ve ark.

(2006) siyah zeytinlerin kurumadde miktarını %29-46 arasında değiştiğini bildirirken, Owen ve ark. (2003) %50 olarak tespit etmişlerdir. Kadakal (2009) sekiz farklı bölgeden temin ettiği Gemlik çeşidi zeytinlerde kurumadde değerinin %41,75 ile 59,27 olduğunu bildirmiş ve en düşük kurumadde değeri Gemlik bölgesinden temin edilen çeşitlerde (%51,70-52,52) gözlenmiştir. Özdemir ve ark. (2011) ise Gemlik çeşidi zeytinlerin 4, 5, 6. ve 7. olgunluk indeks dönemlerinde su içeriklerini ortalama sırasıyla %59,35, 60.82, 52,17 ile 44,06 olarak saptamışlar ve zeytinin olgunlaşmasına paralel olarak nem içeriğinin azaldığını kurumadde değerinin arttığını ifade etmişlerdir.

2017 hasat yılı ham Gemlik çeşidi zeytinlerin kurumadde miktarı ortalama $66,42 \pm 0,057$ g 100 g⁻¹ olarak belirlenmiş olup literatür ile kıyaslandığında, Akpınar (1994) ve Tuna (2006) ile yakın değerlerde olmakla beraber, diğer araştırmacıların bildirdikleri değerlerden yüksek olduğu gözlenmiştir.

Toplam Protein Miktarı

Tuna (2006) Gemlik çeşidi zeytinlerin protein içeriklerinin %2,04-2,08 arasında değiştiğini ve ortalama $2,06 \pm 0,03$ olduğunu bildirmektedir. Korukluoğlu (1992) %2,06-2,41, Borcaklı ve ark. (1993) %1,67, Aktan ve Kalkan (1999) %1,9-2,5, Karaman ve ark. (2006) %2,34-3,09 ve Kadakal (2009) ise %0,9-1,7 ve olarak bildirmektedir. Mafra ve Coimbra (2004) zeytinlerde yetişme koşullarına bağlı olarak %1-2 arasında değişiklik gösteren toplam protein değeri 2017 yılı ocak ayında hasat edilen hammadde zeytinlere ait ortalama $2,51 \pm 0,042$ g 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Değerler Borcaklı ve ark. (1993) ile Kadakal (2009)'ın bildirdiği değerlerden daha yüksek iken, diğer araştırmacıların sonuçları ile uyumludur.

Toplam Yağ Miktarı

Tuna (2006) tarafından yapılan çalışmada Gemlik çeşidi zeytinlerin yağ oranları %10,24 ile %11,36 değerleri arasında olup ortalama $10,80 \pm 0,79$ olarak bulunmuştur. Aktan ve Kalkan (1999) çeşitli siyah zeytinlerin yağ oranını %25-38, şahin ve ark.

(2000) %23,60-41,70, Başoğlu (2002) ise %21 olarak bildirmektedirler. Kadakal (2009) Gemlik eşidi zeytinlerin yağ içeriğini %5,3 ile %14,8 olarak belirlemiştir.

Şahin ve ark. (2002) yağ oranını en yüksek Gemlik (%41,70) ve en düşük Uslu (%23,60) eşidinde bulmuşlardır. Özdemir ve ark. (2011) Gemlik zeytininin 4., 5., 6. ve 7. olgunluk indeksinde yağ miktarlarını ortalama sırasıyla %17,53; 17,72; 24,33 ve 32,05 olarak saptamışlardır. Benzer şekilde Dağdelen (2008) Ağustos ve Aralık ayları arasında hasat edilen Gemlik zeytininin yağ içeriğinin %5,71'den %31,86'ya yükseldiğini bildirmiştir.

2017 yılı Ocak ayında hasat edilen hammadde zeytinlerin $37,72 \pm 0,113$ g 100 g⁻¹ olan yağ miktarı Şahin ve ark. (2000a) ve Şahin ve ark. (2002) ile benzerlik göstermekte, ancak diğer araştırmacıların bildirdiği değerlerden yüksek olarak bulunmuştur. eşide bağlı olarak değişim gösteren yağ içeriğinin olgunlaşma ile arttığı ifade edilmektedir (Garrido-Fernandez ve ark. 1997, Morello ve ark. 2004).

Toplam Kül Miktarı

Tuna (2006) Gemlik eşidi zeytinlere ait kül oranı %1,67-1,89 arasında olup, ortalama $1,78 \pm 0,16$ olarak bulmuştur. Borcaklı ve ark. (1993) kül oranını %1,65, Akpınar (1994) %1,70-1,93, Korukluoğlu (1992) %1,35-1,53, Şahin ve ark. (2000) %1,87, Mafra ve Coimbra (2004) %1'den düşük ve Karaman ve ark. (2006) ise %1,45 olarak bildirmişlerdir. Kadakal (2009) tarafından Gemlik eşidi zeytinlerin kül oranı %0,9-0,94 olarak belirlenmiştir. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen hammadde zeytinlere ait ortalama $1,65 \pm 0,02$ g 100 g⁻¹ olan kül değerinin literatür ile uyumlu olduğu görölmektedir.

İndirgen Şeker Miktarı

Karbonhidratlar zeytin dokusundaki en önemli çözünür bileşenlerdir. Metabolik olaylar için enerjinin sağlanmasında, hücre duvarının önemli bir bileşeni olarak meyve tekstürel özelliklerinin şekillenmesinde ve yağ biyosentezinde rol oynadıkları bildirilmektedir

(Jiménez ve ark. 1995, Garriado-Fernandez ve ark. 1997, Marsilio ve ark. 2001, Lanza 2012). Zeytinin karbonhidrat içeriğinin olgunlaşma ile değişim gösterdiği, miktarının olgunlaşma ile hızla arttığı, çekirdeğin sertleşmesi ile en yüksek değere ulaştığı ve mezokarpa yer aldığı belirtilmektedir (Monselise ve Lavee 1985, Unal ve Nergiz 2003, Biricik 2004, Conde ve ark. 2008, Jemai ve ark. 2009, Bustan ve ark. 2011, Migliorini ve ark. 2011, Turktas ve ark. 2013). Olgunlaşmanın ilk dönemlerinde yüksek miktarlarda çözünür şeker olarak glikoz ve fruktoz ile iz miktarlarda sakkaroz bulunduğu, mannitol'un ağaç organları arasında sürekli yer değiştirdiği, olgunlaşma ile glikoz miktarının azaldığı, fruktoz oranının sabit kaldığı, yağ sentezinde rol alan mannitol miktarının olgunlaşma ile azaldığı, ve olgun zeytinlerde yağ birikimi arttıkça çözünür şeker miktarının azaldığı ifade edilmektedir (Nergiz ve Engez 2000, Kaillis ve Harris 2007, Menz ve Viriesekoop 2010, Özdemir ve Kurultay 2015, 2016).

Araştırmada 2016 ve 2017 Ocak aylarında hasat edilen hammadde zeytinlere ait indirgen şeker içerikleri sırasıyla $1,48 \pm 0,08$ ve $1,715 \pm 0,205$ g 100 g⁻¹ olarak bulunmuştur. Özdemir ve ark. (2011) farklı olgunluktaki Gemlik zeytinlerinin indirgen şeker içeriklerini %2,61 ile 3,09 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Tuna (2006) Gemlik çeşidi zeytinlerin indirgen şeker oranının %2,61 ile 2,83 arasında değiştiğini ve ortalama $2,72 \pm 0,15$ olduğunu bildirmiştir. Gemlik zeytininin indirgen şeker içeriğini Borcaklı ve ark. (1993) %4,45, Akpınar (1994) %2,53-3,01, Türk ve ark. (2000) %2,16 Şahin ve ark. (2002) %2,39-2,74, Uylaşer ve Şahin (2004) %2,94, Kumral (2005) %2,85 ve Kumral ve ark. (2009) %1,70 olarak saptamışlardır. Buna göre araştırmada kullanılan Gemlik çeşidi ham zeytinlerin indirgen şeker içerikleri literatürdeki çalışmaların sonuçlarından düşük olarak gözlenmiştir. Bu farklılık; olgunluk farkından kaynaklanabileceği gibi, yetiştirme ve iklim farklılıklarından da kaynaklanmış olabilir.

Oleuropein Miktarı

Tuna (2006) 345 nm dalga boyunda Gemlik çeşidi zeytinlerde oleuropein değerinin 0,430-0,450 arasında değiştiğini ve ortalama $0,440 \pm 0,014$ olduğunu belirtmiştir. Şahin ve ark. (2000) Gemlik çeşidi taze zeytinlerin oleuropein içeriğini 1,1, Türk ve ark. (2000) 0,95-1,05, Şahin ve ark. (2002) 0,51 ve Özdemir ve ark. (2011) ise 0,44-1,1

olarak bildirmişlerdir. Oleuropein içeriğinin olgunlaşma boyunca azalma gösterdiği, olgunluğun son aşamalarında zeytinlerde tespit edilebilir limitlerin altında olduğu, hatta sıfır düzeyine geldiği, ve buna karşılık oleuropein hidrolizi ile hidroksitirosol içeriğinin arttığı belirtilmektedir (Bouaziz ve ark. 2004, Jemai ve ark 2009, Ziogas ve ark 2010, Zoudou ve ark. 2010, Aktas ve ark. 2013, Dağdelen ve ark. 2013, Uylaşer 2015).

Öztürk ve Borcaklı (2012) yürüttükleri çalışmada Gemlik zeytinini oleuropein değeri 1,55 mg g⁻¹ olarak tespit etmişlerdir.

Tayaoub ve ark. (2012) Suriye’de yetişen 7 farklı zeytin çeşidinin yaprak ve meyvelerindeki oleuropein miktarlarını yüksek basınçlı sıvı kromatografi yöntemi ile belirlemişler ve zeytin meyvesinin oleuropein değerlerinin 635-1 026 mg kg⁻¹ arasında olduğunu saptamışlardır.

Yorulmaz ve ark. (2012) 2006/2007 and 2007/2008 hasat dönemlerinde zeytinlerin fenolik madde içerikleri incelenmiş olup, tüm çeşitlerde majör fenolik bileşenin oleuropein ve trans sinnamik asit olduğunu tespit etmişlerdir. Oleuropein konsantrasyonlarının 2006/2007 sezonunda 27,43-12 266,33 mgkg⁻¹ ile 2007/2008 sezonunda 57,53-17 461,77 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Kumral ve ark. (2013) Gemlik Merkez’den ve Gemlik’in Umurbey köyünden aldıkları ham zeytinlerde oleuropein miktarlarını sırasıyla 1,98 ve 3,40 mmol kg⁻¹ olarak bulmuşlardır. Hasat zamanı, olgunluk derecesi, çeşit, yetiştiği toprak, iklim koşulları, rakım, yetiştirme uygulamaları gibi değişik etkenlere bağlı olarak zeytin meyvesinin toplam fenolik bileşik içeriğinin farklılık gösterdiği ifade edilmektedir (Esti ve ark. 1998, Öleş ve Özyurt 2012).

Gürel ve ark. (2014) toprak özellikleri ve mineral kompozisyonu ile Gemlik zeytininde antioksidan kapasite, yağ asidi profili, fenolik bileşen kompozisyonu ve toplam fenolik madde miktarı arasındaki korelasyonu belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla Bursa’nın İznik, Orhangazi, Gemlik, Mudanya ve Nilüfer ilçelerinde bulunan 64 adet bahçeden toprak örneği ile yaprak ve Gemlik zeytini örneklerini temin ederek analiz etmişlerdir.

Taze zeytinin acılık bileşeni olan oleuropeinin en yüksek miktarı $138,45 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Oleuropein miktarını Romani ve ark. (1999) Toscana çeşitlerinde $35,83-2406,2 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında, Vinha ve ark. (2005) ise Portekiz çeşitlerinde $388-21681 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak bildirilmişlerdir.

2017 yılı ocak ayında hasat edilen hammadde zeytinlere ait ortalama $1949,19 \pm 10,027 \text{ mg kg}^{-1}$ olan oleuropein miktarının literatürde Gemlik zeytini için bildirilen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum Ötleş ve Özyurt (2012)'un bildirdiği gibi zeytinlerin oleuropein miktarları yıllara, çeşitlere, lokasyonlara hatta toplama periyoduna göre farklılık göstermesi ile açıklanabilir.

pH

Türk ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada Gemlik çeşidi zeytinlerin ham zeytin pH değerleri 5,10, Irmak ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada $5,68 \pm 0,03$ olarak bulunmuştur. Ünal ve Nergiz (2003) ham siyah zeytinde 5,1 olarak belirlediği pH değerinin aynı çalışmada incelenen ham yeşil zeytin ve ham kalamata zeytine göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumu siyah zeytinin daha olgun olması ve olgunluk arttıkça asit karakterdeki bileşenlerin enzimatik parçalanması ile pH değerinin yükselmesi ile açıklamışlardır.

Tassou ve ark. (2002) Conservolea cinsi siyah zeytin örneklerinin farklı sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarında hazırlanan salamuralardaki fizikokimyasal değişimlerini incelemişler, ham zeytinlerde pH değerini 6,2 olarak tespit etmişlerdir.

2016 yılı Ocak ayı hasat edilen Gemlik çeşidi ham zeytinlere ait ortalama pH değeri 5,115; 2017 yılı Ocak ayı hasat edilen Gemlik çeşidi hammaddeye ait ortalama pH değeri 5,26 olarak tespit edilmiştir. Değerler araştırmacıların Gemlik çeşidi siyah zeytinlerde buldukları değerlerle çok benzerlik göstermiştir.

Toplam Fenolik Madde Miktarı

Toplam fenolik madde içeriği büyük oranda genetik faktörler ve çevre koşullarına bağlıdır (Heim ve ark. 2002, Görünmezoğlu 2008).

Ham zeytinin sahip olduğu fenolik bileşikler son ürünün duyuusal ve terapötik özelliklerini etkilemektedir (Bianco ve Uccella 2000, Bendini ve ark. 2007, Uylaser ve Yıldız 2014). Zeytin meyvesindeki fenolik madde konsantrasyonunun zeytin çeşidine, olgunluğa, iklime, hasat zamanına, yetiştirme koşullarına, tanenin ağaç üzerindeki pozisyonuna ve kök durumuna göre değiştiği bildirilmiştir (Esti ve ark. 1998, McDonald ve ark. 2001, Ninfali ve ark. 2001, Fernandez-Escobar ve ark. 2004, Boskou et al. 2005, Gürel ve ark. 2014, Gouvinhas ve ark. 2017, Mutlu Keceli ve ark. 2017, İzli 2017).

Zeytinin daha çok kabuk ve çekirdek kısmında yer alan fenolik bileşikler nitelik ve nicelik olarak önemli farklılıklar göstermektedir. Çoğunluğu suda çözünür formda olan tanımlanmış fenolik bileşik arasında fenolik asitler (gallik, ferulik, vanilik, *p*-hidroksibenzoik vb), fenolik alkoller (hidroksitirozol ve tirozol), flavonoidler (rutin, luteolin, kuersetin-3-ramnosit vb) ile sekoiridoitler (oleuropein, verbaskosin vb) sayılabilir (McDonald ve ark. 2001, Bianchi 2003, Bouaziz ve ark. 2004, 2010, Jemai ve ark. 2009, Mansour ve ark. 2015, Tuberoso ve ark. 2016). Bu bileşiklerin oranları olgunlaşma ve acılığın giderilmesi aşamalarında ya azalmakta ya da artmaktadır (glikozitlerin hidrolizi, serbest fenolik maddelerin oksidasyonu ve polimerizasyonu).

Sekosteroid glikozit olan oleuropein işlenmemiş zeytinde acılığa neden olan baskın bir fenolik bileşiktir. Fermentasyon sırasında oleuropeinin parçalanması sonucu oluşan hidroksitirozol son ürünün en belirgin fenolik bileşimidir (İzli 2017). Bir mol oleuropeinin hidrolizinden 1 mol hidroksitirozol oluşmaktadır, ancak molekül ağırlıklarına göre 2 mg hidroksitirozol 7 mg oleuropeinin hidrolizinden elde edilmektedir (Öztürk ve Borcaklı 2012).

Menz ve Vriesekoop (2010) Gordal Sevillana çeşidi zeytinlerin kabuk renginin siyahlaşmasını takiben olgunluk periyodu boyunca toplam fenolik madde içeriğindeki değişimi incelemişlerdir. Olgunlaşma ile birlikte 3900 ppm GAE olarak belirlenen toplam fenolik madde miktarının 40. günde %50 düzeyinde azaldığını ve 171. güne kadar hemen hemen stabil kaldığını gözlemlemişlerdir. Olgunlaşma sırasında saptanan azalış ve artışların fenolik maddelerin dönüşümü ve tekrar sentezlenmesinden kaynaklandığını vurgulamışlardır.

Özdemir ve ark. (2011) Eylül ve Kasım aylarında hasat edilen Gemlik zeytinlerinin toplam fenolik madde içeriklerini 278,53 ve 206,02 mg GAE 100 g⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Dağdelen (2008) Gemlik zeytinin fenolik madde içeriğinin Ağustos ve Aralık ayları arasında olgunlaşmayla artış gösterdiğini belirlemiştir. Pirgün (2007) ise Gemlik zeytinin toplam fenol içeriğinin olgunlaşma ile azaldığını olgunluk başında 278,5 mg GAE 100 g⁻¹ olan bu değer olgunluk sonunda 206,5 mg GAE 100 g⁻¹'a düştüğünü bildirmiştir.

Yorulmaz ve ark. (2012) 2006/2007 and 2007/2008 hasat dönemlerinde Türkiye'de yetişen zeytinlerin toplam fenolik madde içeriklerini değerlendirmiş olup, 06/07 sezonunda 168,08 (Uslu) ile 2 1326,12 (Edremit yağlık) mg GAE kg⁻¹ arasında değiştiğini ve 07/08 sezonunda ise 396,46 (Gemlik) ile 20 122,45 (Mersin yağlık) mg GAE kg⁻¹ arasında olduğunu saptamışlardır.

Sahan ve ark. (2013) Bursa ilinin İznik ilçesinden temin ettikleri Gemlik çeşidi ham ve farklı yöntemler ile acılığı giderilen yeşil ve siyah zeytinlerde toplam fenolik madde, fenolik bileşen kompozisyonu, antioksidan kapasite ve antioksidan enzimlerin değişimini incelemişlerdir. Olgunluk döneminin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite üzerinde etkili olduğunu gözlemlemişler ve ham zeytinlerde daha yüksek olduklarını tespit etmişlerdir. İşleme yöntemleri arasında en yüksek antioksidan kapasite salamurada fermente edilen zeytinlerde, en düşük olarak da İspanyol yöntemi ile acılığı giderilen zeytinlerde bulunmuştur.

Gürel ve ark. (2014) Bursa ilinin 5 farklı ilçesinden temin ettikleri Gemlik çeşidi zeytinlerde olgunlaşma süreçlerinin toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve fenolik bileşen kompozisyonu üzerinde belirgin olarak etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Toplam fenolik madde miktarı 599,01 ile 3329,03 mg GAE 100 g⁻¹ arasında değişmiştir.

Uylaşer (2014) tarafından yapılan çalışmada, zeytin çeşitlerinin fenolik madde içeriği ve değişimi üzerine çok fazla çalışma olmasına karşın, dünyanın en kaliteli zeytin çeşitlerinden biri olan Gemlik zeytini üzerine az çalışma olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada Bursa'nın Mudanya, Çağrısan, Kumla ve Umurbey ilçelerinden beş farklı zamanda hasat edilen (22-24 Ağustos, 22-24 Eylül, 24-25 Ekim, 23-25 Kasım, 2-27 Aralık) Gemlik çeşidi zeytinlerin hasat zamanına göre toplam fenolik madde miktarlarındaki değişimler belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde içeriğinin 1. hasat dönem değerlerinin, 5. Hasat dönemlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Araştırmacı tarafından, Mudanya'dan ve Umurbey'den hasat edilen zeytinlerde 1. hasat döneminde, Çağrısan'dan hasat edilen zeytinlerde 4. hasat döneminde ve Kumla'dan hasat edilen zeytinlerde ise 2. hasat döneminde en yüksek toplam fenolik madde miktarı tespit edildiği bildirilmiştir.

Bu çalışmada 2017 yılı ocak ayında hasat edilen ham Gemlik çeşidi zeytinin toplam fenolik madde değeri ortalama 139,420±25,03 mg GAE kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Literatür ile kıyaslandığında bu değerlerin düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durumun Bianchi (2003), Boskou ve ark. (2006), Damak ve ark. (2008) ile Sahan ve ark. (2013) tarafından vurgulandığı gibi hasat zamanı ve uygulanan agronomik teknikler ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Olgunlaşma sürecinde gözlemlenen kimyasal ve enzimatik olaylar fenolik madde çeşit ve miktarlarını, dolayısı ile toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili olmaktadır. Menz ve Vriesekoop (2010) zeytinlerin toplam fenolik madde miktarlarının olgunlaşma ile azalış gösterdiğini, Bouaziz ve ark. (2004) Chemlali çeşidinde ve Ziogas ve ark. (2010) Chondrolia ile Amfissis çeşitlerinde siyah olgunlaşma döneminde en yüksek toplam fenolik madde değerine ulaşıldığını bildirmişlerdir. Uylaşer (2014) ise 1. Hasat döneminde 5. Hasat dönemine göre daha yüksek toplam fenolik madde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Antioksidan Kapasite

Bitkilerde antioksidan aktiviteden sorumlu birçok bileşik bulunmaktadır. Bu bileşiklerin önemli bir kısmı fenolik karakterde olduğu için fenolik bileşik içeriği genellikle antioksidan aktivitenin ölçüsü olarak düşünülmektedir. Özellikle hidrokstitirosol ve oleuropein gibi fenolik bileşenlerin radikal inhibisyonunda etkili olduğu bildirilmiştir (Damak ve ark. 2008). Bununla birlikte, mevcut fenolik bileşenlerin spesifik kimyasal yapısının ve aromatik halkada yer değiştiren hidroksil sayısının önemli olmaktadır. Ancak bu konuda pozitif bir korelasyon tanımlanmamıştır. Bu ilişki bitkiden bitkiye, hatta aynı bitkinin çeşitleri arasında bile farklılık göstermektedir (Heim ve ark. 2002, Boskou ve ark. 2006, Görünmezoglu 2008, Kaya 2009, Ziogas ve ark. 2010).

Arslan ve Özcan (2011) tarafından yapılan çalışmada, akdeniz ikliminin görüldüğü Antalya'nın Alanya, Mersin'in Silifke, Karaman'ın Bucakışla ve Adana'nın Ceyhan bölgelerinden toplanan Sariulak çeşidi zeytinlerin antioksidan aktivite değerleri 1. Hasat (15 Eylül-1 Ekim), 2. Hasat (20 Ekim-1 Kasım) ve 3. Hasat (20 Kasım-10 Aralık) dönemlerinde, 2006 ve 2007 yıllarında tespit edilmiş olup, hasat dönemlerinde antioksidan değerlerinde önemli düzeyde değişiklik olmadığı ama ilerleyen hasat dönemlerinde artma meydana geldiği tespit edilmiştir. 2006 ve 2007 yıllarında tespit edilen değerlerin istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı olduğu ve zeytinin yetiştiği bölgenin antioksidan kapasite değerinde önemli bir parametre olduğu belirtilmiştir.

Şahan ve ark. (2013) Bursa ilinin İznik ilçesinden temin ettikleri Gemlik çeşidi zeytinlerde en yüksek antioksidan kapasiteyi 189,58 mg troloks eşdeğeri g^{-1} yağ ağırlık ile ham siyah zeytin örneğinde saptamışlardır. İşleme yöntemleri arasında en yüksek antioksidan kapasite salamurada fermente edilen zeytinlerde, en düşük olarak da İspanyol yöntemi ile acılığı giderilen zeytinlerde bulunmuştur.

Gürel ve ark. (2014) Gemlik çeşidi zeytinlerde en yüksek antioksidan kapasiteyi 359,68 $\mu\text{mol Trolox } g^{-1}$ ile Mudanya ilçesinden temin edilen örneklerde belirlerken, en düşük ise 16,36 $\mu\text{mol Trolox } g^{-1}$ İznik ilçesinden temin edilen örneklerde tespit etmişlerdir.

Antioksidan kapasitenin Ziogas ve ark. (2010)'nın da belirttiği gibi yüksek rakımda daha düşük sıcaklık ile UV-B radyasyonun fazla olmasına bağlı olarak olgunlaşma dönemi ile yetiştirme bölgesine göre değiştiğini vurgulamışlardır.

Uylaşer (2014) tarafından yapılan çalışmada, Bursa'nın Mudanya, Çağrısan, Kumla ve Umurbey ilçelerinden beş farklı zamanda hasat edilen (22-24 Ağustos, 22-24 Eylül, 24-25 Ekim, 23-25 Kasım, 2-27 Aralık) Gemlik çeşidi zeytinlerin hasat zamanına göre antioksidan aktivite değerleri analiz edilmiştir. En yüksek antioksidan aktivite değeri 22-24 ağustos tarihleri arasında (1. hasat) Umurbey'den hasat edilen zeytinde (70,18%), en düşük antioksidan aktivite değeri ise 2-27 Aralık tarihleri arasında Kumla'dan hasat edilen zeytinlerde tespit edilmiştir (32,04%). 5. Hasat dönemi (2-27 Aralık) tarihinde elde edilen değerlerin tüm bölgelerde 1. Hasat dönemine (22-24 Ağustos) göre düşük olduğu tespit edilmiştir.

Bouaziz ve ark. (2004) Tunus'un Sfax bölgesinden temin ettiği Chemlali zeytinlerinde DPPH metodu ile belirledikleri antioksidan kapasitenin olgunlaşma ile arttığını, IC₅₀ değerinin 3,2 ile 1,5 $\mu\text{g mL}^{-1}$ arasında değiştiğini, düşük IC₅₀ değerinin hidroksitirozol ve luteolin gibi o-difenollerin miktarlarının yüksek olmasından kaynaklandığını ve antioksidan kapasitenin aromatik halkanın *para*- ve *orto*- pozisyonlarda yer alan hidroksil bileşen sayısına bağlı olduğunu gözlemlemişlerdir. Cuvelier ve ark (1992) bu bileşiklerin otooksidasyon sırasında oluşan serbest radikaller ile reaksiyona girdikleri ve aromatik çekirdeğin rezonans etkisi ile stabilize edilen yeni radikallerin oluşumunda rol aldıklarını bildirmişlerdir.

Bouaziz ve ark. (2009) yaptıkları bir diğer çalışmada ise Zelmati, Chemchali, Chemlali ve Chétoui çeşitlerinin yeşil olgunluk döneminden siyah olgunlaşma dönemine kadar (Ekim 2005-Şubat 2006) yağ miktarı, fenolik bileşen profili ve antioksidan potansiyelindeki değişimleri değerlendirmişlerdir. Zeytin ekstraktlarının toplam fenolik madde ve flavonoid içeriğine bağlı olarak antioksidan özellik gösterdiklerini, yeşil olgunluk döneminde IC₅₀ değerinin daha yüksek ve antioksidan kapasitenin düşük olduğunu (31,87-180,95 troluks eşdeğeri $\mu\text{g mL}^{-1}$), siyah olgunluk döneminde ise IC₅₀ değerinin azalarak antioksidan kapasitenin arttığını ifade etmişlerdir.

Machodo ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada Cobrancosa çeşidi zeytinde antioksidan değerleri Eylül ayında 236,6 mmol troloks kg⁻¹ olarak tespit edilmiş Aralık ayında azalma olduğu (43,2 mmol troloks kg⁻¹) tespit edilmiştir.

Bu çalışmada 2017 yılı ocak ayında hasat edilen ham Gemlik çeşidi zeytinin antioksidan kapasitesi 2,21380 ile 2,46974 arasında değişmiş ve ortalama 2,3503±0,129 mmol GAEAC g⁻¹ olarak bulunmuştur. Literatür ile kıyaslandığında bu değerlerin düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durumun önceki çalışmalarda belirttiği üzere hasat zamanı ve uygulanan agronomik teknikler ile fenolik madde çeşit ve miktarları bağlantılı olduğu düşünülmektedir.

4.2. Gemlik Çeşidi Siyah Ham Zeytinlerin CaCl₂ Uygulaması Sonrasında Yapılan Tekstür Analizi

Kalsiyum klorür (CaCl₂) meyve ve sebzelerin dayanımının artırılmasında etkili bir madde olup, hasat sonrası bozulmaların azaltılması, birçok fizyolojik hastalık oluşumunun kontrol edilmesi ve ürünün besin değerinin artırılmasını sağlamaktadır (Poovaiah 1986, Ouza ve ark. 1999, Chepngeno ve ark. 2016).

Kalsiyum ilavesi sonucunda yumuşamaya karşı direnç oluşumu ile dokudaki sertleşmenin nedeni, hücre zarını dayanıklı hale getirilmesi, geçirgenliğin azalması ve meyvenin hücre duvarı ile orta kısımlarının direnç kazanmasına yol açan kalsiyum pektat oluşumuna dayandırılmıştır (Jackman ve Stanly 1995, Gültaş ve Dağlıoğlu 2008).

Son yıllardaki çalışmalar, kalsiyumun hücre düzeyindeki etkisinin sadece çeper materyali ile sınırlı olmadığını, çok daha ayrıntılı ve geniş düzeyde olduğunu göstermiştir (Poovaiah 1986, Marme 1989, Şen ve Karaçalı 2005, Bal 2016).

2017 yılı Ocak ayında hasat edilen zeytinlerin sertlik (firmness) ve kesmeye karşı gösterilen direnç (work of cutting/toughness) değerleri üzerine CaCl₂ uygulamasının

etkisi incelenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre 2017 yılında hasat edilen zeytin örneklerinde CaCl_2 uygulamasının sertlik üzerine etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5). Analiz sonucu incelendiğinde CaCl_2 uygulaması sonrası zeytinlerin sertlik değerlerinin dondurarak muhafaza uygulamalarından bağımsız olarak artış gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. CaCl_2 uygulamasının zeytinin sertlik (firmness) (g) değerleri üzerindeki değişimine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek	N	Ortalama Değerler±St. sapma
Hammadde	5	1 964,79±240,672 ^a
CaCl_2 Uygulaması Sonrası	5	3 731,43±710,062 ^b

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Örnek: Kareler ortalaması (7802578**)

Varyans analiz sonuçlarına göre 2017 yılında hasat edilen zeytin örneklerinde CaCl_2 uygulamasının kesmeye karşı gösterilen direnç (toughness) üzerine etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. CaCl_2 uygulamasının zeytinin kesmeye karşı gösterdiği direnç değerleri üzerindeki değişimine ilişkin LSD sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Analiz sonucu incelendiğinde CaCl_2 uygulaması sonrası zeytinlerin kesmeye karşı gösterilen direnç değerlerinin dondurarak muhafaza uygulamalarından bağımsız olarak artış gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. CaCl_2 Uygulamasının zeytinin kesmeye karşı gösterdiği direnç (work of cutting / toughness) (g.sn) değerleri üzerindeki değişimine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek	N	Ortalama Değerler±St. sapma
Hammadde	5	2 618,03±768,982 ^a
CaCl_2 Uygulaması Sonrası	5	4 451,28±1 073,273 ^b

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Örnek: Kareler ortalaması (8401996**)

“Honeycrisp” çeşidi elmalara kalsiyumun püskürtülerek uygulanması ile uzun süreli depolama sürecinde yumuşama ve çürüme gibi fizyolojik kalite kayıplarının azaldığı, toplam asitlik ve sululuk gibi özelliklerinin ise geliştiği gözlenmiştir (Dris ve Niskanen 1999, Gardner 2006).

Hasat sonrası çileğin kalsiyum klorür çözeltisine daldırılması ile depolama süreci uzatılabilmektedir. Çilekte herhangi bir hasar oluşmadan önce kalsiyum uygulanması ile hastalık riski azaltılmakta ve sertlik gibi kalite özelliklerinin korunması sağlanabilmektedir (Güldaş ve Dağlıoğlu 2008).

Bal (2016) tarafından yapılan çalışmada “Santa Rosa” çeşidi erik meyvelerinde, kalsiyum klorür (CaCl_2) ile ultrases uygulamalarının modifiye atmosfer paketler içerisinde meyve kalitesi ve muhafaza süresi üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucuna göre, hasat sonrası ultrases ile birlikte CaCl_2 uygulamasının meyve eti sertliğinin korunması ve yumuşamasının yavaşlatılması üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Depolamanın sonunda en yüksek meyve eti sertliği değerini ultrases+ CaCl_2 (18.2 N) uygulamasının gösterdiği, bunu CaCl_2 (16.7 N) uygulamasının izlediği belirtilmiştir.

Tassou ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada salamurada doğal yolla fermente edilmiş *Conservolea* cinsi zeytinlerin mikrobiyel ve mekanik özellikleri üzerine kalsiyum klorür (5 g L^{-1}) ve farklı tuz (NaCl) konsantrasyonlarının (40, 60 ve 80 g L^{-1}) etkileri incelenmiştir. Kalsiyum klorür ilavesinin laktik asit bakterilerinin gelişiminde etkili olmadığı tespit edilmiştir. Zeytinin kabuğu et kısmından 10 kat daha sert olarak belirlenirken, kalsiyum klorür ve tuz ilavesinin et kısmında hücre duvarı yıkımına karşı dayanımını arttırdığı gözlenmiştir. 40 g L^{-1} tuz konsantrasyonu içeren salamuraya kalsiyum klorür ilave edilen örneklerde zeytin etinin dayanım gücünün 3 kat arttığı saptanmıştır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, araştırmacıların belirttiği kalsiyum klorürün meyve dokusu üzerinde gösterdiği olumlu etkileri ile uyumlu bulunmuştur. Zeytin tanelerinin sertlik ve kesmeye karşı gösterdiği direnç değerleri CaCl_2 uygulaması ile artmıştır.

4.3. Dondurarak Muhafaza Süresince Gemlik Çeşidi Siyah Ham Zeytinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinde Gözlenen Değişimler

Sofralık Zeytin Standardı (Anonim 2015)'na göre sofralık zeytin 'Kültüre alınmış zeytin ağacı (*Olea europaea* L.) meyvelerinin tekniğine uygun olarak acılığı giderilip, fermentasyona tabi tutularak veya tutulmayarak gerektiğinde laktik asit ve/veya diğer katkı maddeleri ilave edilen, pastörizasyon veya sterilizasyon işlemine tabi tutularak veya tutulmadan elde edilen mamul' olarak tanımlanmaktadır. Zeytinlere uygulanan fiziksel analizlerin amacı kaliteli sofralık zeytin tanımlamasına uygunluklarının belirlenmesidir. Kaliteli sofralık zeytin, iri taneli, küçük çekirdekli, ince kabuklu, sert dokulu, kendine özgü tat ile aromada olmalı ve ürünün özelliklerini etkileyecek yabancı tat ya da koku içermemelidir (Anonim 1987, Biricik 2004). Zeytinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, çeşit, zeytinin yetiştiği toprak ve iklim koşulları, bakım yöntemleri ve olgunluk derecesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Mafra ve Coimbra 2004, Lanza ve ark. 2010, Susamcı ve ark. 2011, Sarı 2016).

Farklı yöntemlerle dondurulan ve farklı sıcaklıklarda depolanan Gemlik çeşidi zeytinlerin 2016 ve 2017 yıllarında belirlenen fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.7, 4.8, 4.9, 4.10a ve 4.10b'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve depolanan Gemlik çeşidi zeytinlere ait fiziksel özellikler

Yöntem	Özellik	Sonuçlar	Depolama Süresi			
			1. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün
1	Dane sayısı (adet kg ⁻¹)	En Çok	400	395	390	385
		En Az	390	385	380	380
		Ortalama	397,5 ± 3,54	390 ± 7,07	385 ± 7,07	382,5 ± 3,54
	Et : Çekirdek Oranı	En Çok	2,70	2,67	2,72	2,70
		En Az	2,57	2,60	2,65	2,58
		Ortalama	2,64 ± 0,092	2,64 ± 0,05	2,685 ± 0,05	2,64 ± 0,084
2	Dane sayısı (adet kg ⁻¹)	En Çok	400	400	405	405
		En Az	390	390	395	385
		Ortalama	395 ± 7,07	395 ± 7,07	400 ± 7,07	395 ± 14,14
	Et : Çekirdek Oranı	En Çok	2,70	2,64	2,62	2,58
		En Az	2,58	2,62	2,56	2,56
		Ortalama	2,64 ± 0,085	2,63 ± 0,014	2,59 ± 0,042	2,57 ± 0,014
3	Dane sayısı (adet kg ⁻¹)	En Çok	400	405	400	380
		En Az	390	390	390	370
		Ortalama	395 ± 7,07	397,5 ± 10,61	395 ± 7,07	375 ± 7,07
	Et : Çekirdek Oranı	En Çok	2,65	2,64	2,68	2,62
		En Az	2,60	2,57	2,64	2,58
		Ortalama	2,63 ± 0,036	2,61 ± 0,05	2,66 ± 0,028	2,60 ± 0,028
4	Dane sayısı (adet kg ⁻¹)	En Çok	400	400	400	375
		En Az	390	390	390	370
		Ortalama	395 ± 7,07	395 ± 7,07	395 ± 7,07	372,5 ± 3,53
	Et : Çekirdek Oranı	En Çok	2,65	2,67	2,64	2,66
		En Az	2,56	2,58	2,60	2,62
		Ortalama	2,61 ± 0,064	2,63 ± 0,064	2,62 ± 0,028	2,64 ± 0,028

1: IQF'de Dondurma+ -18°C'de Depolama

2: IQF'de Dondurma+ -25°C'de Depolama

3: Direk -18°C'de Dondurma ve Depolama

4: Direk -25°C'de Dondurma ve Depolama

Çizelge 4.8. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve depolanan Gemlik çeşidi zeytinlere ait fiziksel özellikler

Yöntem	Özellik	Sonuçlar	Depolama Süresi			
			1. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün
1	Dane sayısı (adet kg ⁻¹)	En Çok	390	395	400	410
		En Az	385	390	395	400
		Ortalama	387,5 ± 3,54	392,5 ± 3,54	397,5 ± 3,54	405 ± 7,07
	Et : Çekirdek Oranı	En Çok	3,10	3,14	3,11	3,12
		En Az	2,74	2,80	2,94	2,92
		Ortalama	2,92 ± 0,25	2,97 ± 0,24	3,025 ± 0,12	3,02 ± 0,14
2	Dane sayısı (adet kg ⁻¹)	En Çok	390	390	385	380
		En Az	380	380	380	375
		Ortalama	385 ± 7,07	385 ± 7,07	382,5 ± 3,54	377,5 ± 3,54
	Et : Çekirdek Oranı	En Çok	3,08	3,12	3,10	2,88
		En Az	2,76	2,70	2,74	2,72
		Ortalama	2,92 ± 0,23	2,91 ± 0,296	2,92 ± 0,254	2,80 ± 0,113
3	Dane sayısı (adet kg ⁻¹)	En Çok	390	380	370	370
		En Az	380	370	365	360
		Ortalama	385 ± 7,07	375 ± 7,07	367,5 ± 3,54	365 ± 7,07
	Et : Çekirdek Oranı	En Çok	3,12	3,12	3,18	2,98
		En Az	2,74	2,72	2,80	2,74
		Ortalama	2,93 ± 0,268	2,92 ± 0,28	2,99 ± 0,269	2,86 ± 0,169
4	Dane sayısı (adet kg ⁻¹)	En Çok	395	380	370	360
		En Az	385	370	360	350
		Ortalama	390 ± 7,07	375 ± 7,07	365 ± 7,07	355 ± 7,07
	Et : Çekirdek Oranı	En Çok	3,14	3,16	3,14	3,06
		En Az	2,76	2,74	2,74	2,76
		Ortalama	2,95 ± 0,269	2,95 ± 0,297	2,94 ± 0,283	2,91 ± 0,212

1: IQF'de Dondurma+ -18°C'de Depolama

2: IQF'de Dondurma+ -25°C'de Depolama

3: Direk -18°C'de Dondurma ve Depolama

4: Direk -25°C'de Dondurma ve Depolama

Çizelge 4.9. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve depolanan Gemlik çeşidi zeytinlere ait kimyasal özellikler

Yöntem	Özellik	Depolama Süresi			
		1. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün
1	İndirgen Şeker (g 100 g ⁻¹)	1,475 ± 0,037	1,715 ± 0,014	1,665 ± 0,014	1,47 ± 0,000
	pH	5,209 ± 0,100	5,275 ± 0,01	5,22 ± 0,014	5,22 ± 0,014
	Oleuropein (mg kg ⁻¹)	2 351,466 ± 0,000	535,886 ± 0,000	390,382 ± 0,000	47,415 ± 8,49
2	İndirgen Şeker (g 100 g ⁻¹)	1,45 ± 0,014	1,80 ± 0,028	1,62 ± 0,085	1,55 ± 0,000
	pH	5,209 ± 0,100	5,0905 ± 0,000	5,19 ± 0,014	5,31 ± 0,014
	Oleuropein (mg kg ⁻¹)	2 351,466 ± 0,000	855,509 ± 0,000	544,458 ± 0,000	100,73 ± 12,74
3	İndirgen Şeker (g 100 g ⁻¹)	1,50 ± 0,028	2,03 ± 0,014	1,635 ± 0,065	1,67 ± 0,028
	pH	5,115 ± 0,000	5,100 ± 0,014	5,250 ± 0,014	5,29 ± 0,014
	Oleuropein (mg kg ⁻¹)	2 488,129 ± 0,000	352,725 ± 0,000	458,280 ± 0,000	40,61 ± 1,530
4	İndirgen Şeker (g 100 g ⁻¹)	1,49 ± 0,042	2,345 ± 0,036	1,685 ± 0,051	1,57 ± 0,028
	pH	5,115 ± 0,000	5,095 ± 0,014	5,255 ± 0,010	5,215 ± 0,014
	Oleuropein (mg kg ⁻¹)	2 488,129 ± 0,000	528,208 ± 0,000	524,462 ± 0,000	79,19 ± 3,78

1: IQF'de Dondurma+ -18°C'de Depolama

2: IQF'de Dondurma+ -25°C'de Depolama

3: Direk -18°C'de Dondurma ve Depolama

4: Direk -25°C'de Dondurma ve Depolama

Çizelge 4.10a. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve depolanan Gemlik çeşidi zeytinlere ait kimyasal özellikler

Yöntem	Özellik	Depolama Süresi			
		1. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün
1	İndirgen Şeker (g 100 g ⁻¹)	1,60 ± 0,0424	1,175 ± 0,149	1,225 ± 0,051	1,11 ± 0,014
	pH	5,19 ± 0,014	5,266 ± 0,000	5,336 ± 0,000	5,326 ± 0,000
	Oleuropein (mg kg ⁻¹)	1537,78 ± 3,366	2025,46 ± 14,347	1110,48 ± 26,502	976,67 ± 4,92
	Toplam Fenolik Madde (mg GAE 100 g ⁻¹)	205,98 ± 45,962	233,20 ± 25,33	204,43 ± 24,148	204,00 ± 21,21
	Antioksidan Kapasite (GAEAC g ⁻¹)	1,792 ± 0,09	5,055 ± 0,04	2,073 ± 0,02	2,534 ± 0,02
2	İndirgen Şeker (g 100 g ⁻¹)	1,82 ± 0,05	1,10 ± 0,014	1,125 ± 0,051	1,145 ± 0,065
	pH	5,209 ± 0,101	5,091 ± 0,000	5,19 ± 0,014	5,31 ± 0,014
	Oleuropein (mg kg ⁻¹)	1252,32 ± 61,64	1905,79 ± 5,25	1124,16 ± 87,03	1039,68 ± 1,67
	Toplam Fenolik Madde (mg GAE 100 g ⁻¹)	131,14 ± 16,25	228,10 ± 18,48	209,75 ± 3,875	284,5 ± 20,51
	Antioksidan Kapasite (GAEAC g ⁻¹)	2,2394 ± 0,25	3,186 ± 0,07	2,559 ± 0,09	2,9432 ± 0,054
3	İndirgen Şeker (g 100 g ⁻¹)	1,775 ± 0,065	1,425 ± 0,065	1,315 ± 0,093	1,365 ± 0,014
	pH	5,21 ± 0,014	5,285 ± 0,000	5,332 ± 0,000	5,371 ± 0,000
	Oleuropein (mg kg ⁻¹)	1942,100 ± 20,9	1970,76 ± 26,37	1528,295 ± 8,31	1492,735 ± 6,19
	Toplam Fenolik Madde (mg GAE 100 g ⁻¹)	145,43 ± 26,5	193,35 ± 21,96	266,35 ± 12,799	264,5 ± 43,13
	Antioksidan Kapasite (GAEAC g ⁻¹)	1,804 ± 0,04	2,585 ± 0,05	2,073 ± 0,02	2,201 ± 0,05

Çizelge 4.10a. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve depolanan Gemlik çeşidi zeytinlere ait kimyasal özellikler (devam)

4	İndirgen Şeker (g 100 g⁻¹)	1,735 ± 0,219	1,12 ± 0,085	1,32 ± 0,085	1,24 ± 0,071
	pH	5,235 ± 0,024	5,305 ± 0,014	5,221 ± 0,000	5,386 ± 0,000
	Oleuropein (mg kg⁻¹)	1519,25 ± 36,17	2043,45 ± 12,35	1995,33 ± 25,41	1843,69 ± 22,34
	Toplam Fenolik Madde (mg GAE 100 g⁻¹)	162,92 ± 26,057	246,035 ± 49,04	237,00 ± 43,56	279 ± 24,04
	Antioksidan Kapasite (GAEAC g⁻¹)	2,111 ± 0,00	2,163 ± 0,04	2,073 ± 0,02	1,753 ± 0,00

Çizelge 4.10b. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve 90 gün depolanan Gemlik çeşidi zeytinlere ait depolama sonu kimyasal özellikler

Yöntem	Özellik	Depolama Süresi
		90. Gün
1	Kurumadde (g 100 g ⁻¹)	65,72 ± 0,042
	Protein (g 100 g ⁻¹)	2,03 ± 0,01
	Yağ (g 100 g ⁻¹)	43,24 ± 0,14
	Kül (g 100 g ⁻¹)	1,64 ± 0,028
2	Kurumadde (g 100 g ⁻¹)	64,03 ± 0,028
	Protein (g 100 g ⁻¹)	2,26 ± 0,042
	Yağ (g 100 g ⁻¹)	43,10 ± 0,084
	Kül (g 100 g ⁻¹)	1,74 ± 0,022
3	Kurumadde (g 100 g ⁻¹)	65,63 ± 0,071
	Protein (g 100 g ⁻¹)	2,23 ± 0,042
	Yağ (g 100 g ⁻¹)	44,51 ± 0,113
	Kül (g 100 g ⁻¹)	1,72 ± 0,014
4	Kurumadde (g 100 g ⁻¹)	64,31 ± 0,057
	Protein (g 100 g ⁻¹)	2,11 ± 0,028
	Yağ (g 100 g ⁻¹)	44,81 ± 0,057
	Kül (g 100 g ⁻¹)	1,96 ± 0,000

1: IQF'de Dondurma+ -18°C'de Depolama

2: IQF'de Dondurma+ -25°C'de Depolama

3: Direk -18°C'de Dondurma ve Depolama

4: Direk -25°C'de Dondurma ve Depolama

4.3.1 Kilogramdaki Tane Sayısı

2016 yılında farklı yöntemlerle dondurulan ve farklı sıcaklıklarda depolanan zeytin örneklerindeki kilogramdaki tane sayısında gözlenen değişim ile depolama süresi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonuçlarına göre dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisi önemsiz bulunurken, depolama süresi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). 2017 yılında farklı yöntemlerle dondurulan ve farklı sıcaklıklarda depolanan zeytin örneklerinde ise hem dondurma ve depolama yöntemi hem de depolama süresi kilogramdaki tane sayısı üzerinde $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12, 4.13).

Çizelge 4.11. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilen dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin kilogramdaki tane sayılarının depolama süresince değişimi

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	395,63±4,955 ^a
30. Gün	8	394,38±6,780 ^a
60. Gün	8	393,75±7,905 ^a
90. Gün	8	388,75±11,259 ^b

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Dönem : Kareler ortalaması (360,42**)

Çizelge 4.12. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince kilogramdaki tane sayılarının değişimine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Yöntem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	8	395,63±7,763 ^a
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	8	382,50±5,345 ^b
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	8	373,13±9,613 ^c
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	8	371,25±14,821 ^c

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Örnek: Kareler ortalaması (993,75**)

Çizelge 4.13. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince kilogramdaki tane sayılarının değişimine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	386,88±5,303 ^a
30. Gün	8	381,88±9,234 ^{ab}
60. Gün	8	378,13±14,377 ^{ab}
90. Gün	8	375,63±20,605 ^b

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Dönem: Kareler ortalaması (191,67**)

2016 ve 2017 yılı zeytinlerin kilogramdaki tane sayısı 90 günlük donmuş depolama süresi sonunda hammaddeye oranla azalma göstermiştir. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulan zeytinlerin kilogramdaki tane sayıları 30. ve 60. günde $394\pm 3,97$ adet kg^{-1} olan hammaddeye çok yakın değerler gösterirken, 90. günde %1,45 azalarak $388,75\pm 11,259$ adet kg^{-1} olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Bununla birlikte, 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulan zeytinlerin kilogramdaki tane sayıları ise depolama süresi boyunca azalma göstermiştir (Çizelge 4.13). IQF’de dondurma ve -18°C muhafaza yönteminin uygulandığı 2017 yılı hasat zeytinlerinin kilogramdaki tane sayıları $386,00\pm 4,59$ adet kg^{-1} olan hammadde değerine göre %2,49 artarken diğer yöntemlerde azalma olduğu gözlenmiştir. IQF’de dondurularak -25°C ’de muhafaza edilen zeytinlerde %0,9, direkt -18°C ve -25°C sıcaklıkta dondurularak depolanan zeytinlerde ise sırasıyla %3,33 ve %3,82 azalma gözlenmiştir (Çizelge 4.12).

Türk ve ark. (2000) Bursa ve İzmir illerinden temin edilen ham Gemlik çeşidi zeytinlerde ortalama 253 ve 235 olarak belirlenen kilogramdaki dane sayısının dondurma işlemi uygulandıktan sonra arttığını, depolama süresi boyunca azalarak hammaddeye benzer değerler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Donma sırasında gerçekleşen en belirgin değişme gıdanın hacminde meydana gelmektedir. Saf su 0°C ’de buz haline dönüşünce hacmi yaklaşık olarak %8.3 oranında artarken, herhangi bir çözelti ya da gıdanın donması sırasında bu oranda bir hacim artışı

olmamaktadır. Bunun nedeni donma sonucu suyun hacminin artmasına karşın, ortamdaki katı maddelerin hacminin azalmasıdır (Rudolph 1950, Cemeroğlu 2005, Pham 2008). Bitkisel dokularda hacim artışını sınırlandırıcı diğer bir etken de buzun hacim artışını dengeleyen hücreler arası boşluklardır (Rudolph 1950, Demiray ve Tülek 2010).

Dondurarak muhafaza uygulaması ile depolama süresi arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur (*Örnek x Dönem Kareler ortalaması = 184,03***). 2016 yılı sonuçları incelendiğinde farklı yöntemlerle dondurulan ve farklı sıcaklıklarda depolanan zeytinlerin kilogramdaki tane sayıları depolama boyunca azalmış ancak ilk üç dönemde farklılıklar istatistiki olarak benzer bulunmuştur. 90. günde ise farklılık gözlenmiştir. 2017 sonuçları incelendiğinde ise uygulama yönteminden bağımsız olarak benzer değişim gözlenmiştir. Bununla birlikte, IQF ile dondurularak farklı sıcaklıklarda depolanan örneklerinin kilogramdaki tane sayısı direk dondurulmuş zeytinlerden daha yüksek bulunmuştur. -25°C’de depolanan zeytinlerde hem IQF hem direk dondurma uygulamasında kilogramdaki tane sayısı -18°C’de depolanan örneklere göre daha düşük olarak gözlenmiştir.

Meyve ve sebzelerde %85-90 arasında donabilir nitelikte (serbest) su bulunmakta olup, bu suyun buza dönüştürülmesiyle ürünlerin su aktivitesi düşürülmektedir (Rickman ve ark. 2007). Kilogramdaki tane sayısının sıcaklıkla azalması, depolama sıcaklığı düştükçe meyvenin yapısında bulunan donabilir nitelikteki suyun buza dönüşerek hacim artışına neden olması ile açıklanabilir. Şeker, dondurulan meyvenin donma noktasını düşürmekte ve böylece donma sonucu oluşacak hacim artışını sınırlamaktadır (Cemeroğlu 2005, De Ancos ve ark. 2006). Zeytin meyvesi diğer meyvelerden farklı olarak düşük oranda şeker içermektedir. Bu nedenle hacim artışının diğer meyvelere oranla daha yüksek olduğu ve kilogramdaki tane sayısındaki azalmanın hacim artması ile ilişkili olduğu da düşünülmektedir. Ayrıca, depolama sürecinde buzların süblimasyonu söz konusu olabilmektedir. Nem migrasyonu ve ağırlık kayıpları donmuş ürünlerin yüzeyinde yüksek oranda görülmekte, bunun sonucunda da görünüm, renk ve tekstürel değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimleri önlemek ya da en aza indirmek için ürünün su buharı geçirgenliği düşük bir ambalaj materyali ile sarılması

gerekmektedir (Sebranek 1996). Polietilen torbalara konularak yavaş dondurma uygulanan zeytinlerin kilogramdaki tane sayılarının IQF’de dondurularak kitle halinde depolanan zeytinlere göre düşük olması, daha az süblimasyona ve dolayısıyla ağırlık kayıplarına maruz kalmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3.2. Et : Çekirdek Oranı

2016 ve 2017 yılları Ocak ayında hasat edilen ve farklı yöntemlerle dondurularak farklı sıcaklıklarda depolanan Gemlik çeşidi zeytinlerin et : çekirdek oranlarında gözlenen değişim ile depolama süresi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçlarına göre, IQF’de hızlı dondurma sonrası -18°C ve -25°C depolarda depolama ile direk -18°C ve -25 °C depolarda yavaş dondurma ve depolama yöntemleri uygulanan zeytin örneklerinde depolama süresinin etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$) (Çizelge 4.14, 4.15, 4.16, 4.17).

Çizelge 4.14. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince et : çekirdek oranlarının değişimine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Yöntem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF’de Dondurma + -18°C’de Depolama	8	2,65±0,059 ^a
IQF’de Dondurma + -25°C’de Depolama	8	2,61±0,048 ^a
Direk Dondurma + -18°C’de Depolama	8	2,62±0,037 ^a
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama	8	2,62±0,039 ^a

Örnek: Kareler ortalaması (0,002353)

Dönem: Kareler ortalaması (0,000928)

Çizelge 4.15. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince et:çekirdek oranlarının değişimine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	2,63±0,057 ^a
30. Gün	8	2,62±0,038 ^a
60. Gün	8	2,64±0,049 ^a
90. Gün	8	2,62±0,048 ^a

Çizelge 4.16. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş zeytinlerin depolama süresince et:çekirdek oranlarının değişimine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Yöntem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	8	2,99±0,158 ^a
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	8	2,94±0,203 ^a
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	8	2,93±0,196 ^a
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	8	2,89±0,184 ^a

Örnek: Kareler ortalaması (0,012279)

Dönem: Kareler ortalaması (0,006613)

Çizelge 4.17. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen dondurulmuş zeytinlerin depolama süresince et:çekirdek oranlarının değişimine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	2,93±0,193 ^a
30. Gün	8	2,94±0,214 ^a
60. Gün	8	2,97±0,189 ^a
90. Gün	8	2,90±0,151 ^a

2016 ve 2017 yıllarında hasat edilen zeytinlerin et:çekirdek oranlarının dondurma ve depolama yöntemi ile depolama süresinden bağımsız olarak çok yakın değerlerde oldukları gözlenmiştir. Ham zeytin ile kıyaslandığında her iki yıl için IQF'de

dondurulmuş ve direk dondurulmuş zeytinlerin et : çekirdek oranı hammadde ile benzer olarak bulunmuştur. Analiz sonuçları, dondurma ve farklı sıcaklıkta depolama yöntemlerinin zeytinin et:çekirdek oranına herhangi bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Depolama sürecinde buzların süblimasyonu ile donmuş ürünlerin yüzeyinde nem migrasyonu ve ağırlık kayıpları görülmektedir. Zeytinlerin et:çekirdek oranlarının dondurma ve depolama yöntemlerinden etkilenmemesinin polietilen poşetlerde ağzı kapalı ya da karton kutulara konularak muhafaza edilmesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu ambalajlama şekli ile zeytinlerin hava ile teması önlenmiş olup, yapıda oluşabilecek nem migrasyonu ile kurumunun önlenmesi söz konusudur.

4.3.3. Toplam Kurumadde Miktarı

Toplam kurumadde analizi 2017 yılı hasat edilen ham zeytin ile depolama sonunda farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytin örneklerine uygulanmıştır. 2017 yılında hasat edilen zeytin örneklerinin kurumadde miktarı üzerine dondurma yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testinin sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir. Dondurma yönteminin zeytinlerin kurumadde içeriği üzerindeki etkisi $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.18. 2017 Yılı Ocak Ayında Hasat Edilen Dondurulmuş Gemlik Çeşidi Zeytinlerin Depolama Süresince Kurumadde Miktarlarındaki ($g \ 100 \ g^{-1}$) Değişim Üzerine Dondurma ve Depolama Yönteminin Etkisine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Yöntem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
Ham Zeytin	2	66,42 ± 0,057 ^a
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	2	65,72 ± 0,042 ^b
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	2	64,03 ± 0,028 ^d
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	2	65,63 ± 0,071 ^b
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	2	64,31 ± 0,057 ^c

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0.01$).

Örnek: Kareler ortalaması (2,05114**)

Taze meyve ve sebzeler yaşayan hücreler içerdiği için, hücre içerisinde birçok kimyasal ve biyokimyasal reaksiyon meydana gelmektedir. Dondurma işlemi sırasında da metabolik aktiviteyle ilgili birçok reaksiyon ya son bulmakta ya da çok yavaşlamaktadır (Jeremiah 1996). Dondurulacak üründe, donma noktası sıcaklığına ulaşılması ile buz kristal oluşumu hemen başlamamaktadır. Kristal çekirdeklerinin oluşup kaybolması şeklinde gerçekleşen ve kararsızlığın hüküm sürdüğü bir sürecin sonunda donma bölgesine ulaşılır. Donma bölgesinin başlangıcında saf buz kristalleri, daha sonra ise çözünmüş madde kristalleri ile karışmış olan buz kristalleri oluşmaktadır. Bu aşamada konsantre olmuş fakat donmamış, ancak “donabilir nitelikte” sıvı faz bazı fiziksel özelliklerin (pH, viskozite vb.) değişimine yol açabilmektedir. Bu donabilir su ile birlikte proteinler ya da polisakaritler gibi makromoleküller ile bu moleküllere bağlı bazı bileşenler de ortamda bulunabilir. Bu moleküllerin ve suyun varlığı, enzimatik ve kimyasal reaksiyonların gerçekleşme riski arttırabilmekte ve üründe kalite kayıplarına neden olabilmektedir. Donma bölgesi ne kadar hızlı geçilirse kalite kayıpları da o kadar az olmaktadır. Bu nedenle hızlı dondurma işlemi tercih edilmektedir. Donma olayı çok yavaş gerçekleşirse büyük buz kristallerinin hücre dışına çıkışı yavaş olmakta, gözenekli yapıdaki hücre zarı çözünme esnasında zarar görmekte, hücre içinde büyük buz kristallerinin oluşmasıyla organeller etkilenmekte ve enzimatik sistemler ile substratları reaksiyona girebilir nitelik kazanarak kalite kayıpları meydana gelebilmektedir. Hızlı dondurmanın yavaş dondurmaya göre en iyi yönü, depolama esnasında olası sıcaklık değişimlerine karşı meydana gelebilecek rekristalizasyon kayıplarının daha az olmasıdır (Demiray ve Tülek 2010).

Bitkisel bir doku dondurulurken, suyun kristalizasyonu ilk önce hücreler arası boşluklarda gerçekleşmektedir. Dondurulan dokudan ısı uzaklaştırıldıkça, hücrelerin çevresi, sıcaklığı gittikçe düşen bir buz yuvası ile sarılmaktadır. Hücre dışında buz kristallerinin oluşumu ve bunların büyümesi sonucunda, hücre dışında, hücre içi sıvısına kıyasla konsantrasyonu daha yüksek ve donamamış durumda yoğun bir çözelti oluşmaktadır. Böylece hücre içindeki donmamış sıvının su buharı basıncı hücre dışındaki sıvının su buharı basıncından daha yüksek olmaktadır. Bundan dolayı ozmotik basınç bakımından bir dengeye ulaşmak için hücre içinden hücre dışına su buharı transferi gerçekleşmekte ve hücre dışındaki kristaller daha da büyümektedir. Bu yolla

hücre içindeki kendi öz suyunu kaybetmekte, hücre içi sıvısının yoğunluğu artmakta ve aslında hücre kurumaktadır (Reid 1996, Rahman 1999, Cemeroğlu 2005). Bununla birlikte, hücre duvarı ve membranı hücre içinde buz oluşumuna karşı bir engel gibi davranmaktadır. Bu engelleme daha çok haşlanmamış bitkisel dokular için söz konusudur (Skrede 1996, De Ancos ve ark. 2006, Rickman ve ark. 2007).

Araştırma sonuçları incelendiğinde farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıklarda depolanmış zeytinlerin kurumadde miktarları hammadde ve depolama sonu örnekler için benzer görünmekle birlikte, donma işlemi ile kurumadde değerinde hammaddeye göre %1-3 arasında azalma olduğu gözlenmiştir. -18 derecede depolanmış zeytinlerin 90 günlük depolama süresi sonucunda bulunan kuru madde değerleri hem yavaş dondurulan hem de IQF'de hızlı dondurulan zeytinler için benzerdir. Sonuçlar depolama sıcaklığının kuru madde içeriği üzerinde etkisi olabileceğini vurgulamaktadır.

Buret (1983) bütün domateslerin dondurma ve dondurularak depolama sırasındaki çözünebilir kurumadde ile kurumadde (%) değerlerini incelemiş, bulunan değerlerin depolama süresince sabitlik gösterdiğini ve dondurma öncesi bulunan değerlerle çok yakın olduğunu tespit etmiştir.

Marin ve ark. (1992) mango dilimlerini -40°C'de dondurmuş ve -18 °C'de 4 ay boyunca muhafaza etmişlerdir. Bu süreçte mango dilimlerinde meydana gelen kimyasal ve biyokimyasal değişimleri incelemişler, nem içeriğinde ya da çözünebilir kurumadde içeriğinde değişim olmadığını bildirmişlerdir.

Bartolome ve ark. (1996) dondurulan ve -18°C de 12 ay süre ile muhafaza edilen ananas dilimlerinin depolama sonunda çözünebilir kurumadde ve şeker içeriklerinde minimal değişimlerin olduğunu ifade etmişlerdir.

Simandjuntak ve ark. (1996) 5 ve 10 ay süre ile -23°C'de muhafaza edilen Cantaloupe ve Honeydew cinsi kavunlarda çözünebilir kurumadde ve donma noktası arasında yüksek bir negatif korelasyon olduğunu saptamışlardır.

Türk ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, İzmir ve Bursa yöresinden alınan numunelerin %nem oranları tespit edilmiştir. Şoklama öncesi ham dane örneklerinde % kurumadde İzmir'den temin edilen zeytinlerde ortalama %34,11, Bursa'dan temin edilenlerde ise %44,22 olarak bulunmuştur. Şoklamanın 1. günü ile 4 ay ve 8 ay sonra İzmir'den temin edilen örneklerde % kurumadde değerleri sırasıyla %29, %37, %46,2 iken, Bursa'dan temin edilenlerde %46,38, %35,08, %47,09 olarak belirlenmiştir. Temin edilen bölgenin kurumadde değeri üzerine etkisinin önemli olduğu belirtilmiştir ($p<0,01$).

4.3.4. Toplam Protein Miktarı

Toplam protein analizi 2017 yılı hasat edilen ham zeytin ile depolama sonunda farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytin örneklerine uygulanmıştır. 2017 yılında hasat edilen zeytin örneklerinin protein miktarı üzerine dondurma yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testinin sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Dondurma yönteminin zeytinlerin protein içeriği üzerindeki etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.19. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince protein miktarlarındaki ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) değişim üzerine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Yöntem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
Ham Zeytin	2	2,51 ± 0,042 ^a
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	2	2,03 ± 0,010 ^c
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	2	2,26 ± 0,042 ^b
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	2	2,23 ± 0,042 ^b
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	2	2,11 ± 0,028 ^c

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Örnek: Kareler ortalaması (0,067840**)

Araştırma sonuçlarına göre, farklı dondurma yöntemleri ve farklı sıcaklıklarda depolama uygulamalarının 2017 yılı ocak ayında hasat edilen zeytinlerin protein

miktarında ham zeytine göre %9,96-19,01 oranında azalmaya neden olmuştur. Bu sonuçlara göre dondurma ve donmuş muhafaza sırasında meyve etinde bulunan proteinlerin, uygulama yöntemine bağlı olarak, parçalandığı gözlenmiştir. Hammadde Gemlik çeşidinin protein içeriğine en yakın değer IQF’de dondurulan ve -25°C’de depolanan zeytinlerde tespit edilmiştir. Hızlı dondurma ve düşük sıcaklıkta muhafaza uygulamasının, protein içeriğinin korunmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Kondaiah ve ark. (1986), Konieczny ve ark. (2007), Modak (2009) depolama boyunca kurumadde değerinin protein yapıların parçalanması ve su bağlama kapasitelerinin azalmasına bağlı olarak arttığını belirtmişlerdir.

Grzeszczuk ve ark. (2007) taze ıspanaklarda %5,56 olan protein değerinin haşlama sonrası %5,19, dondurma sonrası %4,06, 3 aylık donmuş muhafaza periyodu sonrası %2,05, 6 aylık donmuş muhafaza sonrası %2,03 ve 9 aylık donmuş muhafaza sonrasında ise %1,93 olduğunu saptamışlardır. Taze üründeki protein değerinde işleme ve depolama sırasında kayıplar olduğunu ifade etmişlerdir.

Alan ve ark. (2014) bazı şeker mısırı çeşitleri ile taze, dondurulmuş ve konserve tanelerin kalite özelliklerinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Dondurma işlemi ile taze taneye göre Lumina (-%2), Merit (-%8), Sunshine (-4%), Yellow baby (-%2) ve 2201(-%2) çeşitlerinin protein içeriğinde azalma olduğunu, bununla birlikte Jubile (%1) ve Challenger (4%) çeşitlerinde artış olduğunu gözlemişlerdir.

Demiray ve Tülek (2010), meyve ve sebzelerin dondurulması ve donmuş halde depolanması sırasında besin öğelerinde azalmaların olduğunu bildirmişlerdir.

4.3.5. Toplam Yağ Miktarı

Toplam yağ analizi 2017 yılı hasat edilen ham zeytin ile depolama sonunda farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytin örneklerine uygulanmıştır. 2017 yılında hasat edilen zeytin örneklerinin yağ miktarı üzerine dondurma yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testinin sonuçları Çizelge 4.20’de

verilmiştir. Dondurma yönteminin zeytinlerin protein içeriği üzerindeki etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Zeytinler hasat sonrası hemen işlenmedikleri için hasat sonrası saklama koşulları hem zeytinin duyu ve besinsel kalitesini hem de ekstrakte edilen yağın kalite özelliklerini etkilemektedir. Atmosferik basınç altında oda sıcaklığında üst üste yığınlar halinde işlenmeyi bekleyen zeytinlerde anaerobik ve aerobik fermentasyon gözlemlenmektedir. Asitlik artışı ile birlikte yağın stabilitesi azalabilmekte ve asetik ya da bütirik asit gibi uçucu asitlerin oluşumu ile küf kokusu hissedilmektedir. Bu nedenle yüksek kaliteli yağ ekstraksiyonu için zeytinlerin uygun koşullarda depolanması önem kazanmaktadır (Garcia ve ark. 1996a, Olias ve Garcia 1997, Inarejos-Garcia ve ark. 2010).

Çizelge 4.20. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince yağ miktarlarındaki ($g\ 100\ g^{-1}$) değişim üzerine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Yöntem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
Ham Zeytin	2	$37,72 \pm 0,113^d$
IQF'de Dondurma + $-18^\circ C$ 'de Depolama	2	$43,24 \pm 0,140^c$
IQF'de Dondurma + $-25^\circ C$ 'de Depolama	2	$43,10 \pm 0,084^c$
Direk Dondurma + $-18^\circ C$ 'de Depolama	2	$44,51 \pm 0,113^b$
Direk Dondurma + $-25^\circ C$ 'de Depolama	2	$44,81 \pm 0,057^a$

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Örnek: Kareler ortalaması (16,4887**)

Yapılan çalışmalar zeytinlerin soğukta muhafazası ile ürün özelliklerinin ve yağ kalitesinin korunabildiğini göstermiştir. Clovodeo ve ark. (2007) Corotina çeşidi zeytinleri farklı atmosferik koşullarda ve sıcaklıklarda 30 gün süre ile muhafaza ettikten sonra yağa işlemişlerdir. Nemlendirilmiş hava ya da $3\%O_2 + 5\%CO_2$ akışı altında $5^\circ C$ 'de muhafaza edilen zeytinlerden ekstrakte edilen yağların başlangıç kimyasal özelliklerini koruduklarını, bununla birlikte oda sıcaklığında depolanan zeytinlerin 15 gün sonunda bozunmaya başladığını ve yağ kalitesinin belirgin şekilde düştüğünü belirlemişlerdir.

Poerio ve ark. (2008) zeytinleri -18°C 'de 24 saat dondurduktan sonra yağı ekstrakte etmişlerdir. Dondurulmuş zeytinlerden ekstrakte edilen yağın serbest yağ asitliği ve peroksit değeri kontrol grubuna daha düşük bulunmuştur.

Asheri ve ark. (2017) İran'da yağ üretiminde kullanılan Mission, Arbequina ve Koroneiki çeşidi zeytinlerin -4°C 'de 1 ve 3 hafta süre dondurularak muhafazasının ekstrakte edilen yağların bileşimi üzerine etkisini incelemişler ve hasat sonrası ekstrakte edilen yağ ile karşılaştırmışlardır. -4°C de dondurularak muhafaza edilen zeytinlerden elde edilen yağların kontrol örneğinden farklı olmadıklarını, bununla birlikte peroksit değerinin azaldığını ve temel yağ asitleri kompozisyonunun değişmediğini gözlemlemişlerdir. Toplam yağ içeriği değerlerinde Koroneiki ve Arbequina kültürlerinde istatistiksel anlamda önemli bir değişiklik belirlenmemiş, Mission kültüründe 1. ve 3. haftada % yağ değerinde meydana gelen azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Türk ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, şoklama öncesi ham Gemlik zeytininin %yağ miktarını İzmir'den temin edilen zeytinlerde ortalama %23,82, Bursa'dan temin edilenlerde ise %26,90 olarak bulmuşlardır. Şoklamanın 1. günü ile 4 ay ve 8 ay sonra İzmir'den temin edilen örneklerde %yağ değerleri sırasıyla %23,40, %21,59, %24,80 iken, Bursa'dan temin edilenlerde %26,93, %22,91, %26,20 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, kurumadedde yağ oranı İzmir'den temin edilen zeytinlerde gözlenen kurumadde değişimine paralel olarak şoklama sonrası azalmış sonra artmıştır. Bursa'dan temin edilen örneklerde ise şoklama sonrası ve depolama süresince kurumadde miktarında çok belirgin değişim göstermediği için kurumadedeki yağ oranı da değişmemiştir.

Farklı dondurma yöntemleri uygulanarak farklı sıcaklıklarda depolanan zeytinlerin yağ miktarları incelendiğinde, ham zeytine göre %14,26-18,80 oranında artışın olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte, yavaş dondurulmuş örneklerin yağ içeriği hızlı dondurulan örneklere göre %4 daha yüksektir. Bu durumun donma prosesi ile hücrenin kendi içindeki öz suyunu kaybetmesi, hücre içi sıvısının yoğunluğunun artması (Reid 1996, Rahman 1999, Cemeroğlu 2005) ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Olgunlaşma

ile zeytinlerin yağ oranı artmaktadır (Dağdelen 2008, Özdemir ve ark. 2011). Belirlenen yağ miktarlarındaki değişimler hasat zamanı ve toplandıkları bölge aynı olsa bile zeytinler arasında olgunluk indeksinde farklılıklar olabileceğini gündeme getirmektedir.

4.3.6. Toplam Kül Miktarı

Toplam kül analizi 2017 yılı hasat edilen ham zeytin ile depolama sonunda farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytin örneklerine uygulanmıştır. 2017 yılında hasat edilen zeytin örneklerinin kül miktarı üzerine dondurma yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testinin sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Dondurma yönteminin zeytinlerin kül içeriği üzerindeki etkisi $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.21. 2017 yılı ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince kül miktarlarındaki ($g\ 100\ g^{-1}$) değişim üzerine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Yöntem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
Ham Zeytin	2	1,65 ± 0,020 ^c
IQF’de Dondurma + -18°C’de Depolama	2	1,64 ± 0,028 ^c
IQF’de Dondurma + -25°C’de Depolama	2	1,74 ± 0,022 ^b
Direk Dondurma + -18°C’de Depolama	2	1,72 ± 0,014 ^b
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama	2	1,96 ± 0,000 ^a

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0,01$).

Örnek: Kareler ortalaması (0,033460**)

Rao (1967) hızlı ve yavaş dondurmanın Northwest çilekleri toplam kül ve 6 N hidroklorik asitte çözünmeyen kül değeri üzerine etkisini incelemişler, taze ve donmuş çileklerin kül miktarları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğunu ifade etmişlerdir.

Bilişli ve ark. (2002) Cardinal, Sante, Resy, Marfona, İsola, Gronola, Ilona, Planta, 81016-16 ve Agria patates çeşitlerinin derin dondurmaya uygunluklarını araştırmışlardır. Parmak, kızartılmış parmak ve püre şeklinde işlenen patatesler -30°C 'de dondurulup -18°C 'de 9 ay süreyle depolanmış ve bazı fizikokimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. Taze patatesin kül değeri %0,98 iken; parmak patates şeklinde kesilip, haşlanıp dondurulduktan sonra %0,55, ön kızartma işlemin uygulanmış parmak patatesler dondurulduktan sonra kül değeri %0,86 ve püre haline getirilmiş patateslerin dondurulduktan sonra kül değeri %0,54 olarak tespit edilmiştir. Taze kül değeri %0,98 olan patateslerin dondurulma işlemin sonrası kül değeri %0,64 iken; -18°C 'de 3 ay muhafaza sonrası %0,67, 6 ay muhafaza sonrası %0,66 ve 9 ay muhafaza sonrası %0,63 olarak saptanmıştır. Patates kül miktarı üzerinde işleme yöntemi ve dondurulmuş muhafaza süresinin etkili olduğu ifade edilmiştir.

Grzeszczuk ve ark. (2007) taze ıspanakta %1,7 olarak tespit edilen kül miktarının, haşlama sonrası %0,8, dondurma sonrası %0,78, 3 aylık dondurulmuş muhafaza sonrası %0,78, 6 aylık dondurulmuş muhafaza sonrası %0,72 ve 9 aylık dondurulmuş muhafaza sonrası %0,74 olduğunu saptamışlardır. Kül miktarındaki en yüksek kayıp haşlama sonrası gözlenmiş olup dondurarak muhafaza yönteminin kül miktarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Dondurma sonrası IQF'de dondurulmuş -18°C de depolanmış zeytinlerin kül miktarı hammaddeye en yakın değerde, diğer örneklerin kül miktarı ise hammaddeye göre yüksek değerde bulunmuştur. LSD testi sonuçları incelendiğinde, kül miktarı ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) değerlerinin dondurma işlemin sonrasında depolama süresince arttığı ve en yüksek artışın ise -25°C 'de yavaş dondurulan zeytinlerde olduğu gözlenmiştir.

Zeytin kül miktarı üzerine dondurma işleminin etkisiyle ilgili literatür bilgisine rastlanmamıştır. Kül miktarlarındaki farklılığın raslantısal olarak seçilen zeytin örneklerinin içeriklerinin farklı olması, dondurma öncesi zeytinlere uygulanan kalsiyum klorürde bekletme uygulamasının toplam kül miktarında artışa neden olması ve dondurma prosesi sırasında oluşan sublimasyon sonucu zeytinin nem kaybetmesine bağlı olabileceği düşünülmüştür.

4.3.7. İndirgen Şeker Miktarı

Su ve yağ zeytinin iki ana bileşenidir. Zeytinde diğer bileşenler %1-5'ler arasında bulunurken yağ %15-30, su ise %60-70'e varan oranlarda bulunmaktadır. Genel olarak sofralık zeytinler yağlık zeytinlerden daha yüksek su ve daha düşük yağ içeriğine sahiptir (Varol ve ark. 2009). Zeytinde %2-6 arasında belirlenen şeker ise fermentasyonu gerçekleştirecek olan mikroorganizmalar için besin kaynağı olarak kullanılmaktadır (Perricone ve ark. 2010, Preedy ve Watson 2010). Aldoz ve ketoz tüm monosakkaritleri içeren indirgen şekerler ise zeytin meyvesinde bulunan karbonhidratların, yetiştirme koşulları ve çeşide bağlı olarak, %0,5 ile 5 arasında değişen miktarını teşkil etmektedir. Bu şekerler ester oluşturmakta ve oleuropein gibi glikozitlerin bileşeni olarak görev yapmaktadırlar. Zeytin fermentasyonu sırasında mikroorganizmaların gelişmesi ile istenilen tat ve aromadan sorumlu sekonder metabolitlerin sentezlenmesi için karbon kaynağı olarak görev yapan çözünmeyen şekerlere ilave olarak, oleuropein gibi glikozitlerin hidrolize olması sonucu serbest hale geçen indirgen şekerler de mikroorganizmalar tarafından kullanılmaktadır (Garriado-Fernandez ve ark. 1997, Romeo ve Poiana 2007, Tuna ve Akpınar-Bayizit 2009, Karaca ve ark. 2010, Medina ve ark. 2010, Tokatlı ve ark. 2012, Lanza 2013, Sönmez 2013, Bonatsou ve ark. 2017).

Kaygısız ve ark. (2007) olgunlaşma ilerledikçe Gemlik çeşidi zeytinlerde hasat süresi boyunca %0.98 ile %10.3 arasında değişen şeker miktarının ortalama %4.12 olduğunu, olgunlaşma ile toplam şeker miktarının azaldığını, şeker miktarındaki azalmanın zeytinde yağ miktarının artmasına neden olduğunu ve yağ miktarının düşük olduğu 15. 30. ve 45. günlerde (Araştırmacılar tarafından denemelere 23.08.2004 tarihinde başlanmış, 15 günde bir örnek alınmıştır.) hasattan kaçınılması gerektiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, şeker içeriğinin zeytin olgunlaşma periyodu boyunca azalış gösterdiği ve yeşil hasat edilen zeytinlerin siyah hasat edilenlerden daha yüksek şeker içeriğine sahip olduğu birçok araştırmada bildirilmektedir (Nergiz ve Engez 2000, Kailis ve Haris 2007, Varol ve ark. 2009).

Özay ve Borcaklı (1996) Gemlik çeşidi zeytininin toplam şeker içeriğini %4,62 olarak bildirmişlerdir. Özdemir (2011) Gemlik zeytininin sahip olduğu toplam şeker ve indirgen şeker içeriklerini birinci ve ikinci yıl denemelerinde sırasıyla %2,49±0,13 ile %2,45±0,19 ve %2,71±0,14 ile 2,65±0,13 olarak belirlemiştir. Garrido-Fernández ve ark. (1997) ise şeker içeriğinin %2,6-6,0 gibi geniş bir aralıkta seyrederek zeytin türüne ve olgunluğuna göre değişiklik gösterdiğini ifade etmişlerdir.

2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytinlerin indirgen şeker miktarında gözlenen değişim ile depolama süresi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.22 ve 4.23’de verilmiştir. IQF’de hızlı dondurma, daha sonra -18°C ve -25°C’de depolama ile direk -18°C ve -25°C depolarda yavaş dondurma uygulanan zeytinlerin indirgen şeker miktarları üzerine uygulanan yöntem ve depolama süresinin etkisi p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

LSD testi sonuçlarına göre, IQF’de dondurulan zeytinlerin indirgen şeker miktarları aynı grupta yer almıştır. En yüksek indirgen şeker değeri ise -25°C depoda yavaş dondurulan zeytinlerde tespit edilmiştir. Hammaddenin 1,48±0,08 g 100 g⁻¹ olan indirgen şeker değeri ile karşılaştırıldığında, uygulanan yöntem ve depolama sıcaklıklarının örneklerin indirgen şekeri değerlerini arttırdığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.22. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince indirgen şeker (g 100 g⁻¹) miktarındaki değişime dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF’de Dondurma + -18°C’de Depolama	8	1,581±0,119 ^c
IQF’de Dondurma + -25°C’de Depolama	8	1,605±0,141 ^c
Direk Dondurma + -18°C’de Depolama	8	1,709±0,212 ^b
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama	8	1,773±0,363 ^a

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01).

Örnek: Kareler ortalaması (0,064188**)

Çizelge 4.23. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilen dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince indirgen şeker ($g\ 100\ g^{-1}$) miktarındaki değişime dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	1,4788±0,031 ^d
30. Gün	8	1,9725±0,262 ^a
60. Gün	8	1,6513±0,052 ^b
90. Gün	8	1,5650±0,078 ^c

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Dönem: Kareler ortalaması (0,371787**)

Depolama süreleri arası farklılıklara ilişkin LSD testi sonuçları incelendiğinde 2016 yılı ocak ayında hasat edilen zeytinlerin indirgen şeker miktarları $p<0,01$ önem düzeyinde farklılık göstermiştir. En yüksek şeker değeri depolamanın 30. gününde tespit edilmiştir. 90 günlük depolama sonunda indirgen şeker değerleri uygulamanın hammaddenin indirgen şeker içeriğine benzer olan depolamanın ilk günü değerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. 2016 yılında depolamanın 1. gününde $1,479\pm 0,031\ g\ 100\ g^{-1}$ olan indirgen şeker miktarının dondurma işleminden 30 gün sonra $1,973\pm 0,262\ g\ 100\ g^{-1}$ ve 90 gün sonra ise $1,565\pm 0,078\ g\ 100\ g^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir. Tüm dönemlerin farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir.

2017 yılı için farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytinlerin indirgen şeker miktarında gözlenen değişim ile depolama süresi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.24 ve 4.25’de verilmiştir. 2016 yılı sonuçlarına benzer şekilde LSD testi sonuçları incelendiğinde, IQF’de hızlı dondurma ve daha sonra $-18^{\circ}C$ ve $-25^{\circ}C$ depolarda depolama yöntemi ile direk $-18^{\circ}C$ ve $-25^{\circ}C$ depolarda yavaş dondurma ve depolama yöntemlerinin zeytinlerin indirgen şeker miktarları üzerine etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. IQF’de hızlı dondurulan zeytinler aynı grupta yer alırken, yavaş dondurma işlemine tabi tutulan zeytinlerin indirgen şeker miktarları hızlı dondurulan zeytinlere göre daha yüksek olarak gözlenmiştir (Çizelge 4.24). Hammaddenin $1,715 \pm 0,205\ g\ 100\ g^{-1}$ olan indirgen şeker

değeri ile karşılaştırıldığında, uygulanan yöntem ve depolama sıcaklıklarının örneklerin indirgen şekeri değerlerinde azalmaya neden olduğu gözlenmiştir.

İstatistiksel anlamda depolama süreleri arası farklılıkları incelemek amacıyla yapılan LSD testi sonuçlarına göre en yüksek indirgen şekeri miktarı 1. günde bulunmuş olup, depolama sürecinde gözlenen değerler benzer olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.25). Benzer şekilde, depolama boyunca ilk gün hammaddeye yakın olarak belirlenen indirgen şekeri değeri 90 günlük depolama süresince azalmıştır.

Çizelge 4.24. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince indirgen şekeri ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) miktarındaki değişime dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	8	1,278±0,213 ^b
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	8	1,296±0,323 ^b
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	8	1,470±0,199 ^a
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	8	1,354±0,266 ^{ab}

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Örnek: Kareler ortalaması (0,060154**)

Çizelge 4.25. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince indirgen şekeri ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) miktarındaki değişime dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	1,732±0,125 ^a
30. Gün	8	1,205±0,155 ^b
60. Gün	8	1,247±0,101 ^b
90. Gün	8	1,215±0,112 ^b

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Dönem: Kareler ortalaması (0,520971**)

2016 ve 2017 yılı dondurma yöntemleri ve farklı sıcaklıklarda depolama uygulamalarının Gemlik çeşidi zeytinlerin indirgen şeker miktarları üzerindeki değişimler birbirine benzer olarak gözlenmiştir (Çizelge 4.3.17 ve Çizelge 4.3.19). Her iki yılda da IQF’de dondurulan ve -18 ya da -25°C’de depolanan zeytinlerin indirgen şeker değerleri aynı grupta yer almış ve yavaş dondurulan zeytinlerde göre düşük olarak belirlenmişlerdir. En yüksek indirgen şeker değeri -25°C’de depolanan yavaş dondurulan zeytinlerde bulunmuştur. Bununla birlikte, depolama süresinin etkisi farklıdır. Birinci yıl zeytinlerinde indirgen şeker değeri depolama süresince artarken, ikinci yıl zeytinlerinde azalmıştır.

İndirgen şekerler zeytin meyvesinde bulunan şekerlerin önemli bir kısmını oluşturmakta ve meyvedeki miktarları olgunlaşma derecesine bağlı olarak küçük farklılıklar göstermektedir (Tuna 2006).

Wang ve Wang (2009) turna yemişi (cranberry) çeşitlerinin kalite parametreleri üzerine depolama sıcaklıklarının etkisini incelemişler ve toplam şeker içeriğinin depolama sıcaklığının artmasıyla yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Alhamdam ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada Barhi çeşidi hurmalar, sıvı azot kullanılarak kriyojenik dondurma (CF), IQF kullanılarak hızlı dondurma (IQF) ve yavaş dondurma (CSF) yöntemleriyle dondurularak, 9 ay boyunca muhafaza edilmiş ve şeker içeriklerindeki değişimler gözlenmiştir. CSF metodu ile dondurulan ve -20°C’de muhafaza edilen hurmaların, ilk 3 aylık depolama süresi sonunda glukoz ve fruktoz değerleri önemli artış göstermiş, sonraki 3 aylık periyotta azalmış, diğer 3 aylık periyotta azalmaya devam ederek 9 ay sonunda en düşük seviyede tespit edilmiştir. Sakkaroz ise ilk 3 ayda %81 oranında azalmış ve depolama periyodu sonunda tamamen kayıp olmuştur. Sakkarozdaki bu azalma meyvedeki enzimatik aktiviteye bağlanmıştır. CF ve IQF metotları ile dondurulan ve -40°C’de muhafaza edilen hurmaların glukoz ve fruktoz değerleri ise depolamanın ilk altı ayında yavaş ve düzenli bir artış gösterirken 90 gün sonunda azalmıştır. Al-Mashadi ve ark. (1993) ile Zhao ve ark. (2015) indirgen şekerlerde (glukoz ve fruktoz) ilk 3 ay sonunda artış olduğunu, Mikki ve Al-Taisan

(1993) ise 90 günlük depolama sonunda indirgen şeker içeriğinin belirgin olarak azaldığını bildirmişlerdir.

Xu ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada Eylül ayında Çin'in Şangay kentinden hasat edilen havuçlar -20°C 'de kutu tip dondurucu (chest freezer) kullanılarak yavaş dondurma, -70°C 'de kriyojenik dondurucu kullanarak orta hızda dondurma ve -196°C sıvı azota daldırma yöntemiyle hızlı dondurma işlemine tabi tutulmuştur. Dondurma işlemi sonrası havuçlar hava geçirmez plastik ambalajlarda -20°C 'de 30 gün muhafaza edilmiştir. Havuçların glukoz, fruktoz ve sakkaroz içerikleri incelenmiş olup, uygulanan yöntemler sonrası çözünebilir şeker miktarının azaldığı bildirilmiştir. Bunun ana sebebinin, dondurma prosesi ile hücreden uzaklaşan su ile birlikte çözünebilir şekerin de uzaklaşması olduğu belirtilmiştir. Hammaddeye en yakın şeker içeriği -196°C 'de hızlı dondurulan havuçlarda tespit edilmiş, hızlı dondurmanın çözünebilir şeker içeriğinin korunmasında etkili olduğu ifade edilmiştir.

Alhamdam ve ark. (2018) Barhi çeşidi hurmalara, IQF'de hızlı dondurma, -40°C 'de muhafaza ve yavaş dondurma ile -20°C 'de dondurma prosesleri uygulamışlardır. Hızlı dondurma sonucu şeker içeriğinde meydana gelen değişimlerin yavaş dondurmaya göre daha düşük olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar bu durumun yavaş dondurma sonucu oluşan büyük buz kristalleri nedeniyle hücre duvarının daha fazla zarar görmesi ile ilgili olduğunu vurgulamışlardır.

Türk ve ark. (2000) şoklama öncesi ham Gemlik zeytininin %şeker miktarını İzmir'den temin edilen zeytinlerde ortalama %2,167, Bursa'dan temin edilen örneklerde ise %2,014 olarak bulmuşlardır. Şoklamanın 1. günü ile 4 ay ve 8 ay sonra İzmir'den temin edilen örneklerde %şeker değerleri sırasıyla %1,543, %1,671, %1,702 iken, Bursa'dan temin edilenlerde %1,542, %1,540, %2,098 olarak belirlenmiştir. Şoklama uygulaması ile İzmir'den temin edilen zeytinlerin şeker değerinde depolama boyunca azalma görülürken, Bursa'dan temin edilen örneklerde şeker miktarı şoklama ile azalmış ancak 8 aylık depolama sonunda hammaddeye yakın bulunmuştur.

Araştırmacıların sonuçları incelendiğinde indirgen şeker içeriğinin dondurma prosesi ile değişimi meyve ve sebzelerin çeşidine, uygulanan dondurma yöntemine, dondurarak muhafaza sıcaklığı ve süresine göre değişim göstermektedir. Uygulanan dondurma yöntemi sonucu hücre duvarında meydana gelen hasarın boyutu indirgen şeker içeriğini önemli ölçüde etkilemektedir (Alhamdan ve ark. 2015).

Bu çalışmada da yavaş dondurulan örneklerde indirgen şeker miktarı IQF dondurmaya göre daha yüksek bulunmuş, ancak dondurulmuş muhafaza sonunda azalmıştır.

4.3.8. pH Değişimi

2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytinlerin pH değerindeki değişim ile depolama süresi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.26 ve 4.27’de verilmiştir. Buna göre, 2016 yılı ocak ayında hasat edilen zeytinlere uygulanan dondurma yöntemlerinin ve farklı sıcaklıklarda depolama uygulamalarının zeytinlerin pH değerleri birbirine yakın değerlerde olmakla birlikte, uygulanan yöntemin pH üzerine etkisi $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.26). Gemlik çeşidi zeytinlerin pH değerleri depolama süresince değişkenlik göstermekle birlikte 90 günlük depolama süresi sonunda artmıştır. Depolama süresinin zeytinlerin pH değerleri üzerine etkisi ise $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.26. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince pH üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF’de Dondurma + -18°C’de Depolama	8	5,23±0,048 ^a
IQF’de Dondurma + -25°C’de Depolama	8	5,20±0,092 ^{ab}
Direk Dondurma + -18°C’de Depolama	8	5,19±0,089 ^{ab}
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama	8	5,17±0,072 ^b

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Örnek: Kareler ortalaması (0,05228*)

Çizelge 4.27. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince pH üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	5,16±0,074 ^b
30. Gün	8	5,14±0,084 ^b
60. Gün	8	5,23±0,029 ^a
90. Gün	8	5,26±0,046 ^a

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Dönem: Kareler ortalaması (0,024747**)

2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytinlerin pH değerinde gözlenen değişim ile depolama süresi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.28 ve 4.29'da verilmiştir. Buna göre, 2017 yılı ocak ayında hasat edilen zeytinlere uygulanan dondurma yöntemlerinin ve farklı sıcaklıklarda depolama uygulamalarının zeytinlerin pH değerleri birbirine yakın değerlerde bulunmuştur. Sadece IQF'de dondurulan ve -25°C'de depolanan zeytinlerin pH değeri diğer yöntemlere göre daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.28). Gemlik çeşidi zeytinlerin pH değerleri depolama süresince artış göstermiştir ($p<0,01$) (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.28. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince pH üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	8	5,28±0,063 ^a
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	8	5,20±0,092 ^b
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	8	5,30±0,064 ^a
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	8	5,29±0,070 ^a

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Örnek: Kareler ortalaması (0,01628**)

Çizelge 4.29. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince pH üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	5,21±0,043 ^c
30. Gün	8	5,24±0,091 ^b
60. Gün	8	5,27±0,070 ^b
90. Gün	8	5,35±0,041 ^a

**Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01).*

*Dönem: Kareler ortalaması (0,028332**)*

2016 yılı ve 2017 yılı pH değerleri incelendiğinde 90 günlük depolama süresi sonunda pH değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Bunun sıcaklığın azalması ile ürün yapısında bulunan serbest suyun donması ve böylece mikrobiyel aktivite ile enzimatik reaksiyonların durması ya da çok yavaşlamasına bağlı olduğu düşünülmektedir (Demiray ve Tülek 2010). Mikroorganizma faaliyetlerinin durması ya da çok yavaşlaması sonucu ortamda asitliği yükseltebilecek metabolitlerin oluşumu da sınırlanmaktadır.

Türk ve ark. (2000) şoklama öncesi ham Gemlik zeytininin pH değerini İzmir'den temin edilen zeytinlerde ortalama 5,00, Bursa'dan temin edilen örneklerde ise 5,10 olarak bulmuşlardır. Şoklamanın 1. günü ile 4 ay ve 8 ay sonra İzmir'den temin edilen örneklerde pH değerleri sırasıyla 5,30, 5,46, 5,21 iken, Bursa'dan temin edilenlerde 5,30, 5,60, 5,50 olarak belirlenmiştir. Şoklama uygulaması ile İzmir'den ve Bursa'dan temin edilen zeytinlerin pH değeri 4. aya kadar artmış ama 8. ayda azalmıştır.

Buret (1983) bütün domateslerin dondurma ve dondurularak depolama sırasındaki çözülebilir pH değerlerini analiz etmiş, depolama süresince pH'nın stabil olduğunu ve hammaddeye benzer değerlerde olduğunu ifade etmiştir.

Grzeszczuk ve ark. (2007) pH değerinin araştırılan materyale uygulanan deneysel işlemlerle önemli ölçüde değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar tarafından New

Zealand ıspanakları materyal olarak kullanılmış, en düşük pH değeri hammaddede saptanırken (5,96), en yüksek haşlama sonrası tespit edilmiştir (6,75). Dondurma sonrası 6,45 olan pH, -25/-27°C'lik depoda 3 ay muhafaza sonrası 6,37, 6 ay muhafaza sonrası 6,53 ve 9 ay muhafaza sonrası 6,56 olarak gözlenmiştir.

Van den Berg (1961) karnabahar, yeşil fasulye ve domateslerin -10°C ve -18°C'de depolanma sırasındaki pH değişimleri incelemişler ve depolamanın ilk 3 ayında pH değerinde 0,3-2 aralığında değişimlerin olduğunu tespit etmişlerdir.

Rao (1967) çilek boyutunun ve uygulanan dondurma yönteminin çileklerin pH değeri üzerindeki etkisinin önemli olduğunu belirtmiş, büyük çileklerin ortalama pH değerini 3,58, küçük çileklerin 3,52, orta çileklerin ise 3,51 olarak tespit etmiştir. Taze çileklerde ortalama 3,46 olan pH değerinin yavaş dondurma sonrasında 3,62 değerine, hızlı dondurma sonrasında ise 3,52 değerine yükseldiğini bildirmiştir.

Araştırma sonuçlarında, uygulanan dondurma yöntemleri ve depolama süresi boyunca pH değerinde yükselme gözlenmiştir. Elde edilen sonuçların literatür ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

4.3.9. Oleuropein Miktarı

Zeytin meyve pulpunda bulunan baskın sekoiridoitler oleuropein ve ligustrosit iken verbaskosit ise ana hidroksisinnamik asittir (Vinha ve ark. 2005). Oleaceae, Gentianaceae ve Cornaleae familyalarında bulunan oleuropein sekoiridoit glikoziti yapısında siklopentanopiran halkası bulunmaktadır. Oleaceae familyası için infra-jenerik sınıflandırmada kemotaksonomik marker olarak ifade edilmektedir (Jensen ve ark. 2002).

Tadı acı olan monoterpen lakton olan iridoitler ile siklopentan halkasının parçalanması sonucu meydana gelen oleuropein kimyasal olarak; hidroksitirosol olarak bilinen 4-(2-hidroksietil)benzen-1,2-diol polifenolü, elenolik asit sekoiridiotu ile glukoz molekülünden oluşmaktadır (Gutierrez-Rosales ve ark. 2010, Yıldız ve Uylaşer 2010, Hassen ve ark. 2015). Suda çözündüğü için zeytinin yağa işlenmesinde ve sofralık

zeytin üretimi sırasında sulu faza geçerek miktarı azalmaktadır (Yorulmaz ve Tekin 2008, Ünlüel ve Aydın 2016).

Oleuropeinin biyosentezi, mevalonik asit üzerinden gerçekleşmektedir. Karbon iskeletini oluşturan mevalonik asitin bir dizi reaksiyonu sonucu; geraniol,10-hidroksigeraniol ya da stereo izomeri 10-hidroksinerol ve iridodial oluşmaktadır. Bu bileşikler loganinin prekürsörü olarak bilinmektedir. Sırasıyla deoksiloganik asit, 7-epiloganik asit ve 7-ketologanik asit oluşumundan sonra, gerçekleşen bir dizi dönüşüm sonucu oleuropeinin direk prekürsörü olan ligstrosit meydana gelmektedir. Araştırmacılar tarafından deoksiloganik asit ve 7-ketologanik arasındaki gerçekleşen dönüşümlerin bitki türüne ve yılın belli zamanlarına göre değişiklik gösterdiği bildirilmektedir (Damtoft ve ark. 1993,1995, Soler-Rivas ve ark. 2000, Ryan ve ark. 2002a,b, Pérez ve ark. 2005).

Vinha ve ark. (2005) farklı coğrafi bölgelerden toplanan değişik tür ve olgunlaşma indekslerine sahip zeytin çeşitlerinin fenolik bileşenlerini incelemişlerdir. Aynı coğrafi bölge ve olgunlaşma indeksine sahip farklı çeşit zeytinler ya da aynı coğrafi bölge ama farklı olgunlaşma indeksine sahip aynı ya da aynı olgunlaşma indeksine sahip aynı çeşit ancak farklı coğrafi bölgelerden toplanan zeytinlerin fenolik profillerinin birbirlerinden değişik olduğunu gözlemlemişlerdir.

Basmacıoğlu-Malayoğlu ve Aktaş (2011) zeytin olgunlaştıkça elde edilen karasuda toplam polifenol içeriğinin azaldığını saptamışlardır. Bayrak ve ark. (2010) ile Ötleş ve Özyurt (2012) zeytinin olgunlaşması ve işlenmesi sırasında oleuropein azalırken onun serbest bileşeni olan hidrositirosol düzeyinde artış olduğu, bunların birbirlerine oranlarının ise yıl, çeşit ve lokasyonlara göre değişiklik gösterdiği bildirmişlerdir.

Bayrak ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, Ege Bölgesinin zeytincilik açısından önemli olan; Aydın, Muğla, İzmir ve Manisa illerinden bölgeye özgü Memecik, Gemlik, Domat, Uslu ve Ayvalık çeşitlerden, olgunlaşma indeksleri dikkate alınarak 2007-2008 ve 2008-2009 hasat dönemlerinde toplanan zeytinlerden zeytinyağı elde edilmiş ve oleuropein içerikleri tanımlanmıştır. Çalışma kapsamında toplanan tüm

numunelere ait zeytinyağlarının oleuropein ortalaması 1. yıl örneklerinde 7,38 mg kg⁻¹, 2. yıl örneklerinde ise 3,13 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Manisa'nın Akhisar ilçesinden toplanan Gemlik çeşidi zeytinlerden elde edilen zeytin yağının 1. yıl oleuropein miktarı 2,96 mg kg⁻¹ ve 2. yıl 1,83 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Muğla ili Milas beldesinden hasat edilen Gemlik çeşidi zeytinlerin oleuropein miktarı 1. yıl 1,26 mg kg⁻¹ ve 2. yıl 0,31 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Aynı zeytin çeşidi ama farklı yetiştirme koşullarının oleuropein içeriği üzerinde etkili olduğu ifade edilmiştir.

Şahan ve ark (2013) tarafından yapılan çalışmada olgunluk seviyelerinin toplam fenolik madde değeri değişimi üzerinde önemli olduğu bildirilmiş; birçok kimyasal ve enzimatik reaksiyonun zeytinde oleuropein konsantrasyonunun azalmasına ve hidroksitirozol konsantrasyonunun artmasına neden olduğu belirtilmiştir.

Dağdelen ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada Gemlik çeşidi zeytinlerin farklı aylarda oleuropein içerikleri incelenmiş olup, Ağustos ayında 23,41 mg kg⁻¹, Eylül ayında 56,76 mg kg⁻¹, Ekim ayında 33,85 mg kg⁻¹, Kasım ayında 98,24 mg kg⁻¹ ve Aralık ayında 146,62 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Önce artış, sonra azalış ve tekrar artış Amiot ve ark. (1989)'nın da ifade ettiği gibi zeytinin oluşturma sürecine dayandırılmıştır. Zeytinin olgunluk dönemi öncesi yapısında biriken oleuropein ile kendine has karakterinin oluştuğu da vurgulanmıştır.

Zeytinyağının fenolik özellikleri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen zeytin meyvesiyle ilgili fazla çalışma bulunmamaktadır. Zeytin meyvesininin çok kompleks bir yapı olması, çeşitlilik, coğrafik, işlemsel ve agronomik faktörler ile meyve olgunluk derecelerinin farklılığı bu mekanizmanın açıklanmasını zorlaştırmaktadır (Savarase ve ark. 2007, Irmak ve ark. 2010).

Asheri ve ark. (2017) saf natürel sızma zeytinyağı eldesi için hasat ve sıkım arasındaki depolama zamanının yağ kalitesini etkileyen en önemli faktör olduğu bildirmiş, zeytin miktarının fabrikalardaki sıkma makinalarının kapasitesinin çok üstünde olduğu dönemlerde, zeytinlerin yığın şeklinde ortam sıcaklığında uzun süre beklemek zorunda kaldığını ve yağ kalitesinin bozulduğunu belirtmişlerdir. -4°C'de 1 ve 3 hafta süre ile

dondurularak muhafaza edilen zeytinlerden ekstrakte edilen yağların pigment içeriğinin değişmediğini gözlemlemişlerdir.

Türk ve ark. (2000) şoklama öncesi ham Gemlik zeytininin oleuropein içeriğini İzmir'den temin edilen zeytinlerde ortalama 1,01, Bursa'dan temin edilen örneklerde ise 1,33 olarak bulmuşlardır. Şoklamanın 1. günü ile 4 ay ve 8 ay sonra İzmir'den temin edilen örneklerde oleuropein değerleri sırasıyla 0,93, 0,72, 0,55 iken, Bursa'dan temin edilenlerde ise 0,93, 0,79, 0,63 olarak belirlenmiştir. Şoklama uygulaması ile İzmir'den ve Bursa'dan temin edilen zeytinlerin oleuropein içeriği sekiz aylık depolama boyunca azalmıştır. Yapılan LSD gruplandırmasında Bursa'dan temin edilen zeytinlerin acılığı İzmir'den temin edilenlere göre daha yüksek olarak bulunmuştur. Şoklama ile oleuropein miktarı Bursa'dan temin edilen zeytinlerde %30,08 oranında azalırken, İzmir'den temin edilen zeytinlerde bu oran %7,92 olmuştur. Çalışma ile dondurma işleminin acılık maddesinin parçalanması üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytinlerin oleuropein miktarlarındaki değişim ile depolama süresi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.30 ve 4.31'de verilmiştir. IQF'de hızlı dondurma sonrası -18°C ve -25°C 'de depolanan ile direkt -18°C ve -25°C depolarda yavaş dondurma uygulanan zeytinlerin oleuropein miktarları üzerine uygulanan yöntem ve depolama süresinin etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Hızlı ya da yavaş dondurma uygulanan ve -18°C 'de depolanan zeytinlerde oleuropein parçalanması -25°C 'de depolamaya göre daha fazla olmuştur. Hammadde zeytinde ortalama $2\ 486,63\pm 2,12\ \text{mg}\ \text{kg}^{-1}$ olan oleuropein içeriği hızlı ya da yavaş dondurma uygulanan ve -18°C 'de depolanan zeytinlerde %66,42 ile 66,57 oranında azalırken, bu oranlar -25°C 'de depolamada %61,27 ile 63,61 arasında belirlenmiştir. Depo sıcaklık derecesinin düşmesi ile oleuropeinin parçalanma hızının yavaşladığı sonucuna varılmıştır.

Hammadde zeytinin oleuropein içeriği depolamanın ilk gününde azalmıştır. LSD testi sonuçları incelendiğinde, zeytinlerdeki oleuropein miktarının 90 günlük depolama süresince belirgin şekilde azaldığı, depolamanın ilk gününde $2\ 419,798\pm 73,049\ \text{mg}\ \text{kg}^{-1}$

olarak belirlenen oleuropeinin 90. günde %97,23 düzeyinde parçalandığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.30. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince oleuropein miktarları (mg kg⁻¹) üzerine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	8	831,287±957,242 ^c
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	8	963,041±903,669 ^a
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	8	834,935±1033,497 ^c
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	8	904,997±996,429 ^b

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05)

Örnek: Kareler ortalaması (31 663**)

Çizelge 4.31. 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince oleuropein miktarları (mg kg⁻¹) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	2 419,798±73,049 ^c
30. Gün	8	568,082±193,922 ^b
60. Gün	8	479,396±64,661 ^c
90. Gün	8	66,985±26,684 ^d

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01).

Dönem: Kareler ortalaması (8 772 523**)

2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytinlerin oleuropein miktarlarındaki değişim ile depolama süresi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.32 ve 4.33'de verilmiştir. Hızlı ya da yavaş dondurma uygulandıktan sonra -18°C ya da -25°C'de depolanan zeytinlerin oleuropein miktarları üzerine uygulanan yöntem ve depolama süresinin etkisi p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

2017 yılı Ocak ayında hasat edilen ve işlenen zeytinlerin oleuropein içeriği 2016 yılına göre daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde 90 günlük depolama sonunda da aynı eğilim gözlenmiştir. Önceki yıldan farklı olarak 2017 döneminde hızlı dondurma uygulanan zeytinlerde oleuropein parçalanması yavaş dondurmaya göre ve -25°C 'de depolama sırasında belirlenen parçalanma da -18°C 'deki depolamaya göre daha fazla olmuştur. Hammadde zeytinde ortalama $1\ 949,19 \pm 10,027\ \text{mg}\ \text{kg}^{-1}$ olan oleuropein içeriği hızlı dondurulan ve -18°C 'de depolanan zeytinlerde %27,53 ve -25°C 'deki zeytinlerde %31,74 oranında azalmıştır. Yavaş dondurmada ise oleuropein parçalanması sırasıyla %5,07 ve %11,07 olarak saptanmıştır. En yüksek oleuropein parçalanması hızlı dondurulan ve 25°C 'de depolanan zeytinlerde gözlemlenmiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince oleuropein miktarları ($\text{mg}\ \text{kg}^{-1}$) üzerine dondurma ve depolama yönteminin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler \pm St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	8	1 412,595 \pm 438,520 ^c
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	8	1 330,486 \pm 366,421 ^d
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	8	1 850,428 \pm 219,925 ^a
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	8	1 733,471 \pm 239,336 ^b

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0.05$)

Örnek: Kareler ortalaması (498 544**)

LSD testi sonuçları incelendiğinde, zeytinlerdeki oleuropein miktarının depolama süresince genel olarak azalma gösterdiği, depolamanın ilk gününde %19,82 azalma ile $1\ 562,86 \pm 264,875\ \text{mg}\ \text{kg}^{-1}$ olarak belirlenen oleuropein içeriğinde 90 günlük depolama sonunda %31,34 düzeyinde parçalanma gözlemlenmiştir (Çizelge 4.33). Bu oran 90. günde %97,31 oleuropein parçalanmasının belirlendiği 2016 yılından düşüktür.

Literatürde belirtilen oleuropein miktarları ile çalışmamızda elde edilen sonuçlar arasındaki farklılığın hammadde zeytinin yetiştirme koşulları, agroklimatik durum ve olgunluk seviyesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, dondurma

işleminin zeytin tanesindeki oleuropein miktarı üzerine etkisiyle ilgili literatür bilgisine de rastlanılmamıştır

Çizelge 4.33. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince oleuropein miktarları (mg kg^{-1}) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	1 562,860±264,875 ^b
30. Gün	8	1 986,363±58,708 ^a
60. Gün	8	1 439,566±388,799 ^c
90. Gün	8	1 338,191±377,775 ^d

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Dönem: Kareler ortalaması (649 614**)

4.3.10. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Biyofenoller genel olarak bitkisel kökenli gıdalarda bulunan aktif besleyici özellikte olmayan bileşiklerdir ve monomerik dihidroksi aromatik parçacıklar şeklindedirler (Ucella 2001). Zeytinler antioksidan potansiyele ve antimikrobiyel etkiye sahip kompleks fenolik bileşikleri yüksek konsantrasyonlarda içermektedir (Kadalkal 2009). Temel kimyasal özellikleri dolayısı ile, fenolik bileşikler lipid peroksidasyonunu engellemekte ve değişik fizyolojik aktiviteler göstermektedir (Ryan ve Robards 1998).

Meyve ve sebzelerin fenolik madde içeriğinde tür, çeşit, iklim koşulları, hasat dönemi, depolama ve işleme gibi etkilidir.

Fenolik bileşik içerikleri arasındaki farklılıklar üzerine bitkinin yetiştiği yükseklik, çeşit/tür, iklim şartları, olgunluk derecesi, hasat zamanı, sulama, genetik, ağaçtaki pozisyonu, kök durumu ve işleme yöntemi gibi birçok faktör etkili olmaktadır (Ryan ve Robards 1998, Ninfali ve ark. 2001, Briante ve ark. 2002). Su stresi ile güneş ışığına ve özellikle UV ışığına maruz kalma gibi çevresel faktörler fenolik madde sentezini ve dolayısıyla fenolik madde akümülyasyonunu artırmaktadır. Bazı meyvelerde

olgunlaşmanın ilerlemesiyle fenolik bileşen miktarlarında azalma tespit edilirken bazılarında artış tespit edildiği görülmektedir (Çoklar ve Akbulut 2016).

800 metre yükseklikteki bahçelerde yetişen zeytinlerden ekstrakte edilen yağın kalitesi acılaşıma değeri yani oksidatif stabilite olarak 100 m yükseklikteki zeytinlere göre daha dayanıklı olarak saptanmıştır. Bunun nedeninin yüksek bölgelerde zeytinlerin daha yüksek tokoferol ve toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu ifade edilmiştir (Ryan ve Robards 1998). Kadakal (2009) ise fenolik bileşen profili üzerine iklimin etkisini vurgulamış ve agroklimatik koşullara bağlı olarak alifatik alkoller, fenoller ve uçucu bileşenlerin çeşit ve miktarlarının değiştiğini bildirmiştir.

Kadakal (2009) tarafından yapılan çalışmada Gemlik tipi işlenmiş zeytinlerin kuru ve yaş bazda toplam fenolik madde içerikleri tespit edilmiş olup, kurumadde üzerinden en yüksek fenolik madde miktarı 1 343,97 mg kafeik asit (CA) 100 g⁻¹ ile Çandarlı ilçesinden temin edilen ikinci tekrar Gemlik tipi işlenmiş sofralık zeytin örneğinde, en düşük ise 634,18 mg CA 100 g⁻¹ ile İznik ilçesinden temin edilen ikinci tekrar Gemlik tipi işlenmiş zeytin örneğinde saptanmıştır. Kuru baz üzerinden toplam fenolik madde içeriklerine göre zeytinlerin Çandarlı > Mudanya > İznik > Gemlik > Edremit > Orhangazi > Sultanhisar > Akhisar şeklinde sıralandığı bildirilmiştir. Yaş baz dikkate alındığında ise, durum tamamen değişiklik göstermiş ve zeytinlerin nem içeriğindeki farklılığa bağlı olarak toplam fenolik madde içeriği sıralamasını da değiştirmiştir. Yaş baz üzerinden, en yüksek fenolik madde miktarı 582,82 mg CA 100 g⁻¹ ile Mudanya'dan temin edilen Gemlik tipi işlenmiş zeytinde, en düşük ise yüksek nem oranı dolayısıyla 345,38 mg CA 100 g⁻¹ ile Sultanhisar'dan temin edilen örneklerde saptanmıştır. Yaş baz üzerinden toplam fenolik madde içeriklerinin sırasının Mudanya > Çandarlı > Gemlik > İznik > Orhangazi > Edremit > Akhisar > Sultanhisar şeklinde olduğu belirtilmiştir.

Bianco ve Ucella (2000) siyah zeytin çeşitlerinde toplam fenolik madde miktarının tespiti için çözünebilir biyofenoller, çözünebilir ve esterleşebilir biyofenoller ve çözünemeyen bağlı biyofenoller geri kazanmak amacıyla farklı ekstraksiyon yöntemleri uygulanmış ve ekstraktlara Folin-Ciocalteu metodu ile toplam fenolik madde analizi uygulamışlardır. Çözünebilir biyofenol miktarının 394 ile 129 mg CA 100 g⁻¹,

çözünebilir esterleşebilir biyofenol miktarının 101 ve 232 mg CA 100 g⁻¹ ve çözünemeyen bağlı biyofenol miktarının ise 162 ve 130 mg CA 100 g⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır.

2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytinlerin fenolik madde miktarlarındaki değişim ile depolama süresi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla LSD testi yapılmıştır. Varyans analizi ve LSD testine göre zeytinlere uygulanan dondurma yöntemleri ile farklı depolama sıcaklıklarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE 100 g⁻¹) üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (p >0,05). IQF’de dondurma uygulamasını takiben -18°C’de ve -25°C’de depolanan zeytinlerin toplam fenolik madde miktarları sırasıyla ortalama 211,901±26,723 ile 213,373±59,933 mg GAE 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yavaş dondurma uygulamasını takiben -18°C’de ve -25°C’de depolanan zeytinlerin toplam fenolik madde miktarları ise sırasıyla ortalama 217,406±58,499 ile 231,236±53,402 mg GAE 100 g⁻¹ olarak saptanmıştır. Yavaş dondurma uygulanan zeytinlerin fenolik madde miktarı hızlı dondurulanlardan daha yüksektir. Bununla birlikte, istatistiki açıdan benzerlik gösteren değerlerin hammaddeye ait 121,721 ile 157,120 arasında değişen ve ortalama 139,42±25,031 mg GAE 100 g⁻¹ olan toplam fenolik madde miktarından %51,99-65,86 daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Farklılığın hammadde zeytinin yetiştirme koşulları, agroklimatik durum ve olgunluk seviyesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

2017 yılı ocak ayında hasat edilen dondurulmuş zeytinlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre depolama süresi toplam fenolik madde üzerinde p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.34). En yüksek fenolik madde içeriğine 90 günlük depolama sonunda ulaşılmıştır. Hammadde ile kıyaslandığında toplam fenolik madde miktarı depolamanın 1. gününde %15,74 artmış ve depolama süresince %61,51, 64,53 ve 85,05 artış göstermiştir.

Zeytinin dondurulması ve dondurularak muhafazası sonunda toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişimler ile ilgili herhangi bir literatür bilgisine rastlanmamıştır .

Çizelge 4.34. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince toplam fenolik madde miktarları (mg GAE 100 g⁻¹) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	161,365 ±37,945 ^b
30. Gün	8	225,171 ±31,424 ^a
60. Gün	8	229,380 ± 32,788 ^a
90. Gün	8	258,000 ± 40,553 ^a

**Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01).*

*Dönem: Kareler ortalaması (13 300,10**)*

Taze meyveler yaşayan hücreler içerdiği için, hücre içerisinde birçok kimyasal ve biyokimyasal reaksiyon meydana gelmekte ve dondurarak muhafaza prosesi sırasında metabolik aktiviteyle ilgili birçok reaksiyon ya son bulmakta ya da çok yavaşlamaktadır (Jeremiah 1996).

Ancos ve ark. (2000) 4 farklı ahududu çeşidini (Autumn Bliss, Heritage, Rubi ve Zeva) ticari olgunluğa geldiği dönemde toplamış, -80°C’de sıvı nitrojen kabininde 15 dakika dondurmuş ve 12 ay boyunca -20°C’de polietilen torbalarda muhafaza ederek 0., 90., 180., 270. ve 365. günlerde toplam fenolik madde miktarlarını belirlemiştir. Donma prosesi sonrası ve depolama süresince toplam fenolik madde değerlerinde çeşide bağlı olarak değişiklik olduğunu ifade etmişlerdir.

Mullen ve ark. (2002) İskoçya ahududularına dondurma işlemi uygulamış, dondurmanın toplam fenolik madde değerinde değişime etkisi olmadığını belirtmişlerdir.

Morelló ve ark. (2003) hasat zamanında don yaralanmasına uğramış Arbequina çeşidi zeytinlerden elde edilen zeytinyağının kalite ve kompozisyon indeksleri üzerine çalışmışlar, don sonrası vanillik asit and vanilin gibi basit fenollerin miktarında artma olduğunu ve bu artışın yağda tatlılaşmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Gómez-Alonso ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada başlangıç antioksidan miktarları farklı 7 adet zeytinyağı örneği 21 ay oda sıcaklığında ve karanlıkta muhafaza edilmiş olup, minör, majör komponentleri ve oksidasyon indeksleri değerlendirilmiştir. Araştırmacılar başlangıç toplam fenolik madde değerleri 1.08 to 3.88 mmol/kg arasında değişen zeytin yağı numunelerinin, muhafaze süresi sonunda toplam fenolik madde miktarlarındaki değişimin önemli derecede olduğunu bildirmiş olup, toplam fenolik madde miktarındaki azalmanın %43 ve %73 arasında değiştiğini, en fazla azalmanın başlangıç fenolik madde değeri yüksek olan zeytinyağı numunelerinde tespit edildiğini bildirmiştir.

Demiray ve Tülek (2010) yaptıkları çalışmada meyve ve sebzelerde dondurma işleminin toplam fenolik madde içeriğinde ve ellajik asit konsantrasyonunda değişmeye neden olmadığını ve antikarsinojen ile antioksidan özelliklerinden dolayı son yıllarda üzerinde çalışmaların odaklandığı ellajik asit ve gallik asit içeriğindeki kayıpların polifenol oksidaz enziminin donmuş ürünlerde inaktif hale getirilmesiyle azaltılabileceğini vurgulamışlardır.

Yousfi ve ark (2012) elle ve şarap üzümü biçerdöveriyle hasat edilmiş Arbequina çeşidi zeytinlerin karakteristik meyve özellikleri ve yağ kalitesi incelemiştir. Mekanik olarak hasat edilen meyvelerde oluşan içsel hasarlar yumuşamayı ve bozulmayı hızlandırmış ama daha yüksek miktarda yağ eldesini kolaylaştırmıştır. Ekstrakte edilen yağın depolama süresi boyunca bozunmasının hızlandığı da saptanmıştır. Elle hasat edilen zeytinlere göre tokoferol, fenolik madde içeriği ve oksidasyon stabilitesi daha düşük olan mekanik hasat zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu ise elle hasat edilen zeytinlerin yağına benzerlik göstermiştir. 3°C’de depolamanın bozunmayı yavaşlattığı da gözlenmiştir.

Bubolaa ve ark. (2014) Buža, Črna ve Rosinjola saf zeytinyağlarını +4°C, -20°C ve oda sıcaklığında 12 ay muhafaza etmişler ve zeytinyağlarının kalite parametreleri, fenolik içerikleri ve uçucu bileşen profillerini incelemiştir. Düşük sıcaklıklarda muhafaza edilen zeytinyağlarının kalite parametre değerleri oda sıcaklığında muhafaza edilen zeytinyağına göre daha iyi bulunmuş, toplam fenolik madde değerinde ise

önemsenmeyecek bir düşüş kaydedilmiştir. Toplam uçucu madde, aldehit, alkol ve ester değerlerinde ise taze zeytinden elde edilen zeytinyağına göre değişim olmadığı tespit edilmiştir.

Khatab ve ark. (2015) bal yemişi (haskap) meyvelerinden 3 farklı çeşidin (Tundra, Berry Blue ve Indigo Gem) polifenol bileşimi ve antioksidan özellikleri üzerine dondurarak muhafaza işleminin etkisini değerlendirmişlerdir. Meyveler taze (kontrol), buharda haşlama sonrası direk -18°C 'de depolama, haşlanmadan direk -18°C 'de depolama ve -32°C 'de depolama olarak 6 ay süre ile muhafaza edilmiş. Direk -18°C 'de depolanan meyvelerin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinde azalma gözlenmiştir. En hızlı azalma ilk üç ayda tespit edilirken, düşme hızı ilerleyen depolama süresince yavaşlamıştır. En yüksek azalma Berry Blue çeşidinde gözlenmiştir. Dondurma öncesi haşlama prosesinin ve -32°C 'de muhafaza yönteminin -18°C 'de muhafazaya göre meyvelerin toplam fenolik madde, antosiyanin ve antioksidan kapasite değerlerinin korunmasına katkıda bulunduğu da belirtilmiştir.

Asheri ve ark. (2017) İran'da yağ üretiminde en çok tercih edilen Mission, Arbequina ve Koroneiki çeşidi zeytinlerin -4°C 'de 1 ve 3 hafta süre dondurularak muhafazasının ekstrakte edilen yağların bileşimi üzerine etkisini incelemişlerdir. ve hasat sonrası ekstrakte edilen yağ ile karşılaştırmışlardır. -4°C de dondurularak muhafaza edilen zeytinlerden elde edilen yağların kontrol örneğinden farklı olmadıklarını, bununla birlikte peroksit değerinin azaldığını ve temel yağ asitleri kompozisyonunun değişmediğini gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar dondurma işlemi sonrası, pigment içeriğinde istatistiksel olarak önemsiz bir değişme olduğunu, farklı çeşitlerin klorofil içeriklerinin değişmediğini ancak karoten içeriklerindeki farklılığın istatistiksel olarak %99 düzeyinde önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Fenolik bileşenler arasında yer alan klorofil ve karotenler karanlıkta antioksidan yapıları, ışıktaki oksidasyonu hızlandırıcı etkileri nedeniyle, sağlık açısından ve üretilmiş gıda maddelerinin oksidasyon stabiliteyi açısından çok büyük öneme sahiptir (Fakourelis ve ark. 1987). Klorofil ve karoten miktarı ne kadar yüksek olursa yağların oksidasyona karşı stabilitesi de o kadar yüksek olmaktadır. Kiritsakis ve ark. (1998)

düşük sıcaklıklarda depolamanın pigment içeriğini düşürdüğünü, Morello ve ark. (2003) ise dondurulmuş zeytinin klorofilaz ve lipoksijenaz aktivitesine bağlı olarak klorofil ve karoten içeriğinde önemsenmeyecek düzeyde azalma olduğunu tespit etmiştir.

4.3.11. Cu (II) İyonu İndirgeyici (CUPRAC) Antioksidan Kapasite

Antioksidan potansiyel hipotezine göre, reaktif oksijen ve azot türleri (ROS/RON Reactive Oxygen Species, Reactive Nitrogen Species) enerji sağlanması, detoksifikasyon, kimyasal sinyalleme ve bağışıklık fonksiyonlarında önemli rol oynamaktadırlar (Dimitros 2006, Kadakal 2009). Antioksidan özellik gösteren bileşen ya da enzimlerin önemlerinin anlaşılması ile birlikte bu konuda yapılan çalışmaların sayısı da her geçen gün artmaktadır. Antioksidan aktivite tayin yöntemleri iki temel prensibe dayanmaktadır. Bunlardan birincisi 'Hidrojen Atom Transferi'ni (HAT) temel alan analizler, ikincisi ise 'Elektron Transferi'ni (ET) temel alan analizlerdir. HAT reaksiyon mekanizmasına dayalı başlıca analizler oksijen radikal absorpsiyon kapasitesi (ORAC) ve radikal-tutuklama antioksidan parametresi (TRAP)'dir. ET reaksiyon mekanizmasına dayalı başlıca analizler ise, ferrik tiyosiyanat (FTC) yöntemi ile total antioksidan aktivite tayin yöntemi, Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite yöntemi (ABTS/TEAC), kuprik iyon (Cu^{2+}) indirgeme antioksidan kapasite yöntemi (CUPRAC), demir iyonlarını indirgeme antioksidan kapasitesi yöntemi (FRAP) ve DPPH radikal süpürücü aktivite tayini ve toplam fenolik madde miktarı analizi için uygulanan Folin-Ciocalteu yöntemidir (Apak ve ark. 2007).

Kadakal (2009) farklı bölgelerden temin ettiği Gemlik tipi işlenmiş zeytin örneklerinin demir iyonlarını indirgeme antioksidan kapasite değerlerini incelemiştir. En yüksek ferrik indirgeme özelliği $2092,88 \text{ mg TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$ ile Çandarlı'dan temin edilen ikinci tekrar örneklerde, en düşük ise $315,75 \text{ mg TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$ değeri ile Orhangazi'den temin edilen birinci tekrar örneklerde tespit edilmiştir. Temin edilen bölgeye göre ortalama ferrik indirgeme özelliklerinin sıralamalarının yaş ve kuru bazda nem miktarlarındaki farklılıklar sebebi ile değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. İlçeler arası ortalama değerlerin kurumadde üzerinden sırasıyla; Çandarlı > Gemlik > Edremit > İznik > Mudanya > Sultanhisar > Akhisar > Orhangazi olarak sıralandığı; yaş baz

üzerinden Çandarlı > Gemlik > Mudanya > İznik > Edremit > Sultanhisar > Akhisar > Orhangazi olarak sıralandığı belirtilmiştir.

Saura-Calixto ve Goni (2006) tipik Akdeniz diyetinin antioksidan kapasitesinin belirlenmesine dayanan çalışmalarında, zeytinyağının ferrik indirgeme özelliğini 152 μmol troloks eşdeğeri g^{-1} olarak saptamışlardır.

Kelebek ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, Gemlik zeytin çeşidinden elde edilen zeytinyağının fenol bileşikleri içerikleri ve antioksidan kapasiteleri incelenmiştir. Gemlik çeşidine ait zeytinyağında antioksidan aktivite DPPH yöntemi ile $0,76 \pm 0,03$ mM troloks eşdeğeri kg^{-1} ve ABTS yöntemi ile $1,34 \pm 0,08$ mM troloks eşdeğeri kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıkta depolanmış zeytinlerin antioksidan kapasite değerinde gözlenen değişim ile depolama süresi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.35 ve 4.36’de verilmiştir. Buna göre, hem dondurma ve depolama yöntemi hem de depolama süresi Gemlik çeşidi zeytinlerin antioksidan kapasitesi üzerinde $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.35. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince antioksidan kapasite değeri (mmol GAEAC g^{-1}) üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler \pm St. sapma
IQF’de Dondurma + -18°C’de Depolama	8	$1,987 \pm 0,232^d$
IQF’de Dondurma + -25°C’de Depolama	8	$3,247 \pm 1,182^a$
Direk Dondurma + -18°C’de Depolama	8	$2,195 \pm 0,228^c$
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama	8	$2,358 \pm 0,468^b$

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0.05$)

Örnek: Kareler ortalaması ($1,36429^{**}$)

Tüm örnekler dondurma ve depolama yöntemine göre ayrı gruplarda yer alırken, en yüksek antioksidan kapasite değeri IQF’de dondurulmuş ve -18°C’de depolanan zeytinlerde tespit edilmiştir. IQF’de dondurulmuş ve -18°C ya da 25°C’de depolanan dondurulmuş zeytinlerin antioksidan kapasite değerleri, 2,350±12,88 mmol GAEAC g⁻¹ olan hammaddeye göre %13,98-17,92 ve 18°C ya da 25°C’de yavaş dondurulan zeytinlere göre %24,34-40,73 daha yüksek olarak bulunmuştur. Yavaş dondurma işlemi zeytinlerin antioksidan kapasite değerinin düşmesine neden olurken, hızlı dondurma ile antioksidan özelliğın korunduğı gözlenmiştir.

LSD testi sonuçlarına göre, 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen zeytinlerin antioksidan kapasite değerleri depolama süresince farklılıklar göstermiştir (p<0,01). Dondurma işleminin ilk gününde hammaddeye göre %15,45 oranında azalan antioksidan kapasite, 90 günlük depolama süresi sonunda hammaddeye değerine benzer olarak bulunmuştur. En yüksek değerin gözlendiğı 30. günde antioksidan kapasite hammaddeye göre %27,62, ilk depolama günü değerine göre ise %38,81 oranında artmıştır.

Çizelge 4.36 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince antioksidan kapasite değeri (mmol GAEAC g⁻¹) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD Testi Sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	8	1,987±0,232 ^d
30. Gün	8	3,247±1,182 ^a
60. Gün	8	2,195±0,228 ^c
90. Gün	8	2,358±0,468 ^b

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01).

Dönem: Kareler ortalaması (2,46339**)

Dondurma prosesi ve donmuş muhafaza sonucu zeytinin antioksidan kapasite değerinde meydana gelen değişimle ilgili literatür bilgisine rastlanmamıştır. Dondurma ve dondurulmuş muhafaza prosesinin zeytinyağı ve diğer meyvelerin antioksidan kapasite değerleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Ancos ve ark. (2000) 4 farklı ahududu çeşidini (Autumn Bliss, Heritage, Rubi ve Zeva) ticari olgunluğa geldiği dönemde toplamış, -80°C'de sıvı azot kabininde 15 dakika dondurdurtan sonra 12 ay boyunca -20°C'de polietilen torbalarda muhafaza etmişlerdir. 0., 90., 180., 270. ve 365. günlerde antioksidan kapasite değişimini belirlemişlerdir. Dondurma prosesi sonrasında tüm çeşitlerin antioksidan kapasite değerlerinde düşme olduğunu; Zeva ve Rubi çeşitlerinde bu azalmanın sırasıyla %26 ve %12, Autumn Bliss ve Heritage çeşitlerinde ise sırasıyla %9 ve %4 olduğunu; ancak depolama süresince antioksidan kapasite değerinde değişikliğin olmadığını bildirmişlerdir. Dondurma ve donmuş olarak uzun süre muhafaza yönteminin ahududu meyvesi için iyi bir koruma yöntemi olduğu belirtilmiştir.

Mullen ve ark. (2002) taze ahududuların antioksidan kapasite değerini 406×10^6 Fremy's radikal indirgeme g^{-1} ve donmuş ahududuların ise 420×10^6 Fremy's radikal indirgeme g^{-1} olarak belirlemişlerdir. Dondurma işleminin antioksidan kapasite değeri üzerinde etkisinin olmadığını vurgulamışlardır.

Nabil ve ark. (2012) Tunus'da yetiştirilen Chétoui and Chemlali çeşidi zeytin örneklerini 2 farklı depolama sıcaklığında (oda sıcaklığı ve 5°C) yağ ekstraksiyonu öncesi muhafaza etmişler, depolamanın 0, 7, 14, 21 ve 28. günlerinde bu zeytinlerden ekstrakte edilen yağların toplam fenolik ve antioksidan kapasite (radikal bağlama aktivitesi - RBA) değerlerini incelemişlerdir. Oda sıcaklığında RBA değerlerinde depolama boyunca önemli ölçüde azalma gözlenirken, 5°C'de depolanan zeytinlerden elde edilen yağların RBA değerlerindeki azalma önemsenmeyecek düzeyde düşük olmuştur. Zeytinlerin yağa işleme öncesi soğukta muhafazası ile yağın karakteristik özelliklerinin korunabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda tüm örnekler dondurma ve depolama yöntemine göre ayrı gruplarda yer alırken, en yüksek antioksidan kapasite değeri IQF'de dondurulmuş ve -18°C'de depolanan zeytinlerde tespit edilmiştir. IQF'de dondurulmuş ve -18°C ya da 25°C'de depolanan dondurulmuş zeytinlerin antioksidan kapasite değerleri, $2,350 \pm 0,1288$ mmol GAEAC g^{-1} olan hammaddeye göre %13,98-17,92 ve 18°C ya da 25°C'de yavaş dondurulan zeytinlere göre %24,34-40,73 daha yüksek olarak bulunmuştur. Yavaş

dondurma işleminin zeytinlerin antioksidan kapasite değerinin düşmesine neden olurken, hızlı dondurma ile antioksidan özelliğinin korunduğu gözlenmiştir. Bunun sebebinin yavaş dondurma ile hücre duvarı geçirgenliğinde meydana gelen hasarın daha yüksek olması sonucu antioksidan kapasite değerine etki eden maddelerin hücreden uzaklaşan su ile birlikte uzaklaşmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3.12. Tekstür Değişimi

Tekstür besinlerin yapısal, mekanik ve yüzey özelliklerinin, görme, işitme, dokunma ve kinestetik yol ile belirlendiği bir kalite kriteridir. Mekanik özellikler, geometrik özellikler ve bunlarla ilişkili olarak yağ ve su içerikleri (diğer özellikleri) olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Ertaş ve Doğruer 2010). Mekanik özellikler, besinin şekil değişikliği (deformasyon) ile ilgili özelliklerdir. Uygulanan basınca karşı besinin gösterdiği reaksiyonlar olarak ifade edilmektedir (Szczesniak 1963, Booth ve ark. 2003, Vincent 2004, Ertaş ve Doğruer 2010). Mekanik bir tekstürel özellik olan sertlik besin maddesinin uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücü olup, besinlerin damak ve dil arasındaki basınca karşı koyması için gerekli güç şeklinde tanımlanmaktadır. Dokunma ile de belirlenebilen sertlik sıklık değeri ile doğrusal bir ilişki gösterirken, (Andrew 1999, Szczesniak 2002, Kilcast 2004), nem içeriği ile ters bir korelasyona sahiptir (Girard ve ark. 1990).

Meyve ve sebzeler için özellikle sertlik ve sululuk kriterleri duysal beğeni ve tüketici tercihi açısından önemlidir. Gıda maddesinin tekstürel özelliklerinin beğenilip beğenilmemesi psikolojik faktörler, tüketicilerin yaşı, yaşadıkları bölge, eğitim durumları gibi sosyo-demografik duruma ve kültürel farklılıklara bağlıdır (Kramer 1965, Harper 1992, Guinard ve ark. 1996,).

2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıklarda depolanmış zeytinlerin tekstürel özelliklerinde, sertlik (firmness) ve kesmeye karşı gösterilen direnç (work of cutting/toughness), gözlenen değişim ile depolama süresi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.39, 4.40, 4.41, 4.42, 4.43 ve 4.44'de verilmiştir. Buna göre, hem dondurma ve

depolama yöntemi hem de depolama süresi Gemlik çeşidi zeytinlerin tekstürel özellikleri üzerinde $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Sertlik Değeri

LSD testi sonuçlarına göre, 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen zeytinlerin sertlik değerleri depolama süresince farklılıklar göstermiştir ($p<0,01$). Çizelge 4.37’de görüldüğü gibi, en yüksek sertlik değeri yavaş dondurma uygulamasını takiben -25°C ’de depolanan zeytinlerde ($4\ 229,10\pm 2\ 785,86$ g) gözlenmiştir. Uygulanan diğer yöntemlerde hammaddeye göre sertlik değerinde düşme olmuştur. Sertlik değeri hammaddeye göre IQF’de dondurulmuş ve -18°C ’de depolanan zeytinlerin %32,53; IQF’de dondurulmuş ve -25°C ’de depolanan zeytinlerde %1,25 ve yavaş dondurma uygulamasını takiben -18°C ’de depolanan zeytinlerde ise %3,70 oranında azalmıştır. Hızlı ya da yavaş dondurma uygulamaları dikkate alınmaz ise -25°C ’de depolamanın sertlik değerini hammaddeye benzer düzeyde koruduğu ya da geliştirdiği söylenebilir.

Çizelge 4.37. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince sertlik değeri (g) üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Yöntem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF’de Dondurma + -18°C’de Depolama	20	$2\ 517,62\pm 825,543^a$
IQF’de Dondurma + -25°C’de Depolama	20	$3\ 684,65\pm 2\ 763,44^b$
Direk Dondurma + -18°C’de Depolama	20	$3\ 593,38\pm 1\ 025,06^b$
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama	20	$4\ 229,10\pm 2\ 785,86^c$

**Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$)*

*Örnek: Kareler ortalaması (10 119 215**)*

Çizelge 4.38. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince sertlik değeri (g) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	20	2 274,51±880,202 ^c
30. Gün	20	2 253,46±602,969 ^c
60. Gün	20	6 158,77±2 473,609 ^a
90. Gün	20	3 338,01±898,94 ^b

**Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01).*

*Dönem: Kareler ortalaması (67704334**)*

Çizelge 4.38'de görüldüğü gibi, dondurma uygulanmasını takip eden depolamanın ilk gününde hammaddeye göre %.39,05 ve 30. günde %39,61 oranında azalan sertlik değeri, en yüksek 60. günde (6 158,77±2 473,609 g) olarak tespit edilmiştir. 90 günlük depolama süresi sonunda ise hammaddeden %8,93 oranında düşük bulunmuştur. En yüksek değer gözlemlendiği 60. günde sertlik hammaddeye göre %.65,05 ilk depolama günü değerine göre ise %170,77 oranında artmıştır.

2017 yılı ocak ayında hasat edilen dondurulmuş zeytinlerin sertlik (g) değerlerine ilişkin LSD test sonuçlarına göre dondurma ve depolama yöntemi ile depolama süresi arasındaki etkileşim önemli bulunmuştur (p<0.01) (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin tekstürel özellik olan sertlik (g) değerlerinin değişimine uygulanan dondurma ve farklı sıcaklıklarda depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek * Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama 1. Gün	5	1 776,16±104,120 ^f
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama 30. Gün	5	2 049,03±788,232 ^{ef}
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama 60. Gün	5	3 155,88±778,484 ^{cde}
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama 90. Gün	5	3 089,43±345,349 ^{cdef}
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama 1. Gün	5	1 844,99±216,460 ^f
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama 30. Gün	5	2 090,72±749,428 ^{ef}
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama 60. Gün	5	8 107,76±1 246,439 ^a
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama 90. Gün	5	2 695,13±1 013,328 ^{def}
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama 1.Gün	5	3 681,82±442,4493 ^{bcd}
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama 30.Gün	5	2 285,93±209,600 ^{ef}
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama 60.Gün	5	4 805,83±484,097 ^b
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama 90. Gün	5	3 599,93±729,973 ^{cd}
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama 1. Gün	5	1 795,06±349,874 ^f

Çizelge 4.39 (devam)

Direk Dondurma + -25°C’de Depolama 30. Gün	5	2 588,16±522,868 ^{def}
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama 60. Gün	5	8 565,61±1 058,752 ^a
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama 90. Gün	5	3 967,56±992,201 ^{bc}

**Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01)*

LSD testi sonuçlarına göre, farklı dondurma ve farklı sıcaklıkta depolama yöntemlerinin tümünde depolamanın 60. gününde en yüksek sertlik değerlerine ulaşıldığı, 90. günde ise sertlik değerlerinin yavaş dondurma uygulamasını takiben -25°C’de depolanan zeytinler hariç azaldığı gözlenmiştir. 90 günlük depolama sonunda sertlik değeri hammaddeye göre IQF’de dondurulmuş ve -18°C’de depolanan zeytinlerin %17,21; IQF’de dondurulmuş ve -25°C’de depolanan zeytinlerde %27,77 ve yavaş dondurma uygulamasını takiben -18°C’de depolanan zeytinlerde ise %3,50 oranında azalırken; ancak yavaş dondurma uygulamasını takiben -25°C’de depolanan zeytinlerde %6,33’lük artmıştır. 3 aylık depolama süresinin sonunda genel olarak yavaş dondurulan zeytinlerin sertlik değerlerinin hızlı dondurulan zeytinlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. 1. gün sertlik değerleri incelendiğinde ise, yavaş dondurulan zeytinlerin hızlı dondurulan zeytinlere göre düşük sertlik değerine sahip olduğu görülmüştür. Bu farklılığın yavaş dondurma yönteminin özelliğinden, rastlantısal olarak seçilen zeytinlerin tamamının aynı olgunluk indeksine sahip olmamasından ve aynı oranda donmuş olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mafra ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada siyah zeytin, yeşil zeytin ve cherry zeytinin tekstür özellikleri üzerine olgunlaşmanın etkisi sıkıştırma (*compression*) ve delme (*puncture*) testleri ile incelenmiştir. En fazla deformasyonun ve en kolay geçirgenliğin siyah zeytinde tespit edildiği belirtilmiş ve hücre yumuşamasının olgunlaşmayla redüklendiği bildirilmiştir.

Donma sürecinde oluşan en önemli hasar kendini tekstürde göstermekte ve sertlik değerini değiştirmektedir. Bu nedenle, dondurma prosesi için seçilen tanelerin çürük, çok yumuşak olmamasına dikkat edilmelidir. Taze meyvelerin kendilerine özgü tekstürünü oluşturan temel faktör turgor yani hücre içi basıncıdır. Meyve ağızda çiğnenirken, meyve dokusunu oluşturan hücrelerin iç basıncı, dışların basıncına karşı bir direnç gösterir. Donma sırasında hücre duvarının zedelenip, turgorun kaybolması, tekstür kaybının temel nedenidir. Bu yüzden dondurulmuş ve tüketilmek üzere çözülmüş meyvelerin çiğnenmesinde taze meyvelerdeki gibi bir direnç görülmez (Cemeroğlu 2003).

Dondurulmuş meyve ve sebzelerde meydana gelen tekstürel değişimler, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır. Bu reaksiyonlar bitki hücresi duvarının yapısında bulunan pektin, hemiselüloz ve selüloz gibi birleşiklerin parçalanmasından dolayı oluşmaktadır (Rickman ve ark. 2007). Donma sırasında oluşan buz kristallerinin boyutları ve hücre içindeki bulunduğu yer hücre duvarı açısından önemlidir. Çünkü buz kristallerinden dolayı meydana gelen enzimatik ve kimyasal reaksiyonlar hücre duvarında mekanik bir zarara neden olmaktadır. Donmuş ürünlerin depolanması sırasında meydana gelen rekristalizasyon nedeniyle de tekstürel değişimler meydana gelmektedir (Demiray ve ark. 2010) .

Dondurma sırasında karşılaşılan tekstür hasarı, donma hızının artmasıyla kısmen de olsa kontrol edilebilmektedir ancak aşırı ve kontrolsüz bir hızlı dondurma dondurulan gıdada çatlama ve hatta parçalanma gibi olumsuzluklara neden olabilmektedir (Rasmussen ve Olson 1972, Cemeroğlu 2003).

Fuchigami ve Teramoto (1997) tarafından yapılan çalışmada yüksek basınçlı dondurmanın Kinu-Tofu (soya fasulyesi) örneklerinde meydana getirdiği tekstürel değişimler incelenmiş olup, bu amaçla farklı basınçlarda dondurulan soya fasulyelerinin gerilme (stress) ($\times 10^3 \text{N/m}^2$), gerinim (strain) (%) ve kopma enerjisi (rupture energy) ($\times 10^2 \text{J/m}^3$) tekstürel özellikleri incelenmiştir. 200 MPa, 340 MPa and 400 MPa basınçta dondurmanın en iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. 100 MPa ve

500 MPa ve üzeri değerlerde kopma, gerilme, gerinim ve buz kristalleri boşluklarının ve kalite kayıplarının arttığı bildirilmiştir.

Kesmeye Karşı Gösterilen Direnç

LSD testi sonuçlarına göre, 2017 yılı Ocak ayında hasat edilen zeytinlerin kesmeye karşı gösterilen direnç değerleri depolama süresince farklılıklar göstermiştir ($p<0,01$). En yüksek değer, sertlik değerinde de görüldüğü gibi, yavaş dondurma uygulamasını takiben -25°C 'de depolanan zeytinlerde gözlenmiştir ($5\ 770,93\pm 3\ 307,585$ g.s) (Çizelge 4.40). Kesmeye karşı gösterilen direnç değerleri değerinde hammaddeye göre sadece IQF'de dondurulmuş ve -18°C 'de depolanan zeytinlerde %12,64 oranında azalma olmuştur. IQF'de dondurulmuş ve -25°C 'de depolanan zeytinlerde hammaddeye göre %13,87, yavaş dondurma uygulamasını takiben -18°C 'de depolanan zeytinlerde %11,43 ve yavaş dondurma uygulamasını takiben -25°C 'de depolanan zeytinlerde ise %29,65 oranında artış gözlenmiştir. Hızlı ya da yavaş dondurma uygulamaları dikkate alınmaz ise -25°C 'de depolamanın kesmeye karşı gösterilen direnç değerini hammaddeye göre belirgin şekilde geliştirdiği söylenebilir.

Çizelge 4.40. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince kesmeye karşı gösterilen direnç (g.s) üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Yöntem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	20	3 888,88±1 679,852 ^a
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	20	5 068,36±3 576,479 ^b
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	20	4 960,25±2 023,575 ^c
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	20	5 770,93±3 307,585 ^d

**Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$)*

*Örnek: Kareler ortalaması (12 673 149**)*

Çizelge 4.41. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytinlerin depolama süresince kesmeye karşı gösterilen direnç (g.s) üzerine dönemlerin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
1. Gün	20	2 745,62±1 054,41 ^c
30. Gün	20	2 985,76±967,94 ^c
60. Gün	20	8 419,58±2 554,34 ^a
90. Gün	20	5 539,42±1 247,07 ^b

**Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01).*

*Dönem: Kareler ortalaması (139 947 525**)*

Çizelge 4.41’de görüldüğü gibi, dondurma uygulanmasını takip eden depolamanın ilk gününde hammaddeye göre %.38,32 ve 30. günde %32,93 oranında azalan kesmeye karşı gösterilen direnç değeri, en yüksek 60. günde (8 419,58±2 554,34 g.s) tespit edilmiştir. 90 günlük depolama sonunda ise hammaddeden %24,45 oranında yüksek bulunmuştur. En yüksek değer gözlemlendiği 60. günde kesmeye karşı gösterilen direnç hammaddeye göre %.89,15, ilk depolama günü değerine göre ise %206,65 oranında artmıştır.

2017 yılı Ocak ayında hasat edilen dondurulmuş zeytinlerin kesmeye karşı gösterilen direnç değerlerine ilişkin LSD test sonuçlarına göre dondurma ve depolama yöntemi ile depolama süresi arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur (p<0.01) (Çizelge 4.42).

LSD testi sonuçlarına göre, farklı dondurma ve farklı sıcaklıkta depolama yöntemlerinin tümünde depolamanın 60. gününde en yüksek kesmeye karşı gösterilen direnç değerlerine ulaşıldığı, 90. günde ise bu değerlerinin azaldığı ancak hammaddeye göre %4.74 ile 40,01 arasında değişen oranlarda daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. 3 aylık depolama boyunca en yüksek değer 10 703,36±778,153 g.s ile IQF’de dondurulmuş ve -25°C’de depolanan zeytinlerde ve 10 527,70±1 196,870 g.s ile yavaş dondurma uygulamasını takiben -25°C’de depolanan zeytinlerde hammaddeye göre %140,46 ve 136.41 oranında yüksek bulunmuştur. 1. gün kesmeye karşı gösterdiği direnç değerleri

incelendiğinde, tüm uygulamalarda kesmeye karşı gösterilen direnç değerleri hammaddeye göre düşük bulunmuştur. Bu farklılığın yavaş dondurma yönteminin özelliğinden, zeytinlerin tamamının aynı olgunluk indeksine sahip olmaması ve aynı oranda donmuş olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuçlar sertlik değeri ile paralellik göstermektedir.

Lasztity ve ark. (1992) Macaristan'da yetişen 5 adet vişne (Pandy, Erd, Meteor, M63 and M136), 4 adet elma (Starkrimson, Idared, Goldenspur, Jonathan), 2 adet şeftali (Elberta and Champion) ve 2 adet armut (Hardy and Alexander) çeşitlerinin olgunluk, dondurma ve donmuş muhafaza ile tekstürel değişimlerini penetrometrik ölçümler ile değerlendirmişlerdir. Dondurma işlemi ile tekstürde oluşan değişiklikler üzerinde meyvenin cins ve olgunluk derecesinin etkili olduğunu, -20°C ve daha düşük sıcaklıklarda muhafazanın tekstürel kalite özelliklerinin korunmasına yardımcı olduğunu ancak sıcaklığın stabil olması gerektiğini vurgulayarak dondurulmuş muhafaza süresinin tekstürel özellikler düşünülerek 6 ay ile 2 yıl arası periyotta olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Shomer ve ark. (1998) hurmanın yüksek şeker içeriğinden dolayı hasat sonrası dondurma prosesinin olgunlaşmayı hızlandırdığını belirtmişlerdir. -18°C 'de saklanan hurmalarda hücre hasarları, sarı-kahverengi lekeler, soluk renk, hücre suyu sızıntıları oluştuğunu birçok benzer çalışma sonuçlarıyla ilişkilendirdikleri çalışmada -35° ve -50°C aralığında dondurma ve depolama sonucunda hücre hasarı olmadığını bildirilmiştir. Düşük sıcaklıklarda dondurulan meyvelerden izole edilen mikrozomal membranlarda yüksek sıcaklıkta dondurulan meyvelere göre daha yüksek oranda protein, fosfolipit ile vanadat-duyarlı ATP-ase aktivitesi olduğunu ve hurmada yüksek sıcaklıklarda dondurma işlemi uygulandığı zaman meydana gelen tekstürel değişimlerin hücre membranı ve hücre duvarındaki hasarlardan kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.42. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek dondurulmuş Gemlik zeytinlerin tekstürel özellik olan kesmeye karşı gösterilen direnç (g.s) değerlerinin değişimine uygulanan dondurma ve farklı sıcaklıklarda depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD Testi Sonuçları

Örnek * Dönem	N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama 1. Gün	5	2 280,20±264,270 ^f
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama 30. Gün	5	2 618,50±1 003,146 ^{ef}
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama 60. Gün	5	5 512,98±708,770 ^{cd}
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama 90. Gün	5	5 143,83 ±1 143,533 ^{cd}
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama 1. Gün	5	2 216,60±169,590 ^f
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama 30. Gün	5	2 691,27±672,139 ^{ef}
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama 60. Gün	5	10 703,36±778,153 ^a
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama 90. Gün	5	4 662, 20±1 595,450 ^{cd}
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama 1.Gün	5	4 177,50±1 200,450 ^{de}
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama 30.Gün	5	2 617,40±437,900 ^{ef}
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama 60.Gün	5	7 303,40±775,330 ^b
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama 90. Gün	5	5 750,50±960,390 ^{bc}

Çizelge 4.42 (Devam)

Direk Dondurma + -25°C’de Depolama 1. Gün	5	2 308,10±564,250 ^f
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama 30. Gün	5	4 015,90±1 013,600 ^{de}
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama 60. Gün	5	10 527,70±1 196,870 ^a
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama 90. Gün	5	6 232,00±1 341,250 ^{bc}

**Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01)*

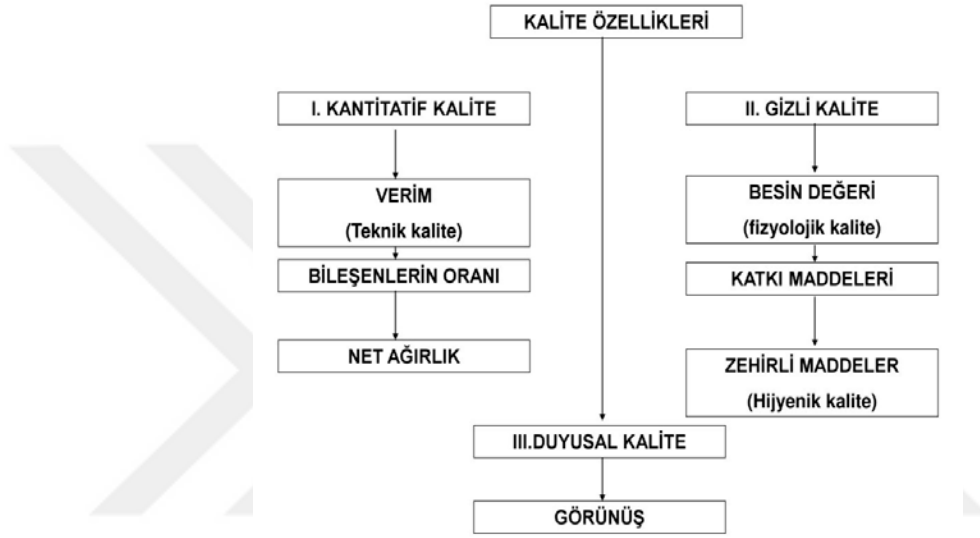
Sirijariyawat ve Charoenrein (2012) dondurulan ve çözündürülen elma, mango, kavun, ananas meyvelerinde tekstür değişimlerini incelemiştir. Sertlik değerlerinin taze meyveye oranla daha düşük olmasını, dondurma sırasında örneklerdeki suyun kısmi olarak buz kristalleri formuna dönmesi, oluşan kristallerin hücresel bölümler ile hücre bütünlüğüne zarar vermesi ve turgor basıncının düşmesi ile ilişkilendirmiştir.

Makri (2009) -22°C’de dondurulmuş çipura (*Sparus aurata*) filatolarının sertlik ve kesmeye karşı gösterilen direnç değerleri depolamanın 34., 91., 183., 266. ve 340. günlerinde Warner-Bratzler shear knife kullanarak ölçümlenmiş, değerlerin depolama süresi boyunca az oranda yükseldiğini gözlemlemiştir. Donmuş filatoların kesmeye karşı gösterilen direnç değerlerindeki bu değişimin miyofibril proteinler ve su tutma kapasitesindeki değişim ile ilgili olduğunu bildirmiştir.

4.4. Duyusal Özellikler

Kalite gıda maddeleri için “tüketicinin tercihinde rol oynayan, her biri ayrı ayrı ölçülüp kontrol edilebilen ve söz konusu gıda maddesini diğerlerinden ayırt etmeye yarayan karakteristiklerin bileşimi” şeklinde tanımlanmaktadır (İsaeva 2007). Bu nedenle gıda endüstrisinde tüketici istekleri esas alınarak elde edilen ürünün amaçlanan kaliteye uygunluğunun ölçülerek değerlendirilmesi ve tüketim anına kadar kontrol edilebileceği bir sistemin oluşturulması önem taşımaktadır (Şekil 4.1).

Gıda işletmelerinde ürün için kalite performans standartlarının ve spesifikasyonların oluşturulması; üretim öncesi gerekli hazırlıkların yapılması; üretimin gerçekleştirilmesi; kontrol ve uygunluğun belirlenmesi ile ürün/proses geliştirme için planlama yapılması aşamalarında kimyasal, mikrobiyolojik, fiziksel ve enstrümental kalite kontrol ölçüm tekniklerinin yanı sıra duyuusal değerlendirme yöntemlerinin de önemli bir yeri bulunmaktadır.



Şekil 4.1. Gıda kalite özelliklerinin sınıflandırılması(Anonim 2018)

Bir gıda maddesinin tüketici tarafından ilk izlenimini temel duyuusal özellikler olan görünüş (renk, boyut, şekil), lezzet (tat, koku) ve doku oluşturmaktadır. Gıda maddelerinin kimyasal, besinsel ve teknolojik özellikleri uygun olsa bile, tadı, rengi ve doku yapısı tüketici tarafından beğeni almadıysa kalitesi düşük olarak değerlendirilmektedir (Tuna 2006).

TS 5525 ISO 5492:2001'e göre duyuusal analiz; bir ürünün organoleptik özelliklerinin (tat, koku, tekstür vb. gibi) duyu organları yardımıyla muayenesi olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2001b).

Ürün hakkında nihai tüketim kararı genellikle duyu analizi sonuçları ile belirlendiği için hızlı ve yavaş dondurulmuş Gemlik çeşidi zeytin örnekleri 90 günlük depolama sonunda, sele ve salamura yöntemleri ile işlenerek panelistlerin değerlendirmesine sunulmuştur. Duyusal değerlendirilme için renk, doku yapısı, lezzet ve tuzluluk kriterleri değerlendirilmeye alınmıştır.

4.4.1. Renk

Gıda maddelerinde renk güvenilirlik ve kalite açısından ilk etkiyi oluşturan ve karar vermesini sağlayan en önemli duyu parametredir. Renk değeri tüketici algısında olumlu etki bırakmıyor ise doku ve lezzet için de ön yargı oluşmaktadır. Tüketici tarafından tercih edilme konusunda ilk izlenim olan rengin sağlanabilmesi için üretiminde kullanılacak siyah zeytinin iyi kalitede olması ve karakteristik siyah renge sahip olması önem arz etmektedir. Açık renkli/rengi bozuk zeytinler tüketici tarafından beğenilmemektedir.

Farklı yöntemlerle dondurulduktan sonra farklı sıcaklıklarda depolanan ve salamura ya da yağlı sele olarak işlenen zeytin örneklerinde renk kendi içinde siyah, siyah-gri, gri kahverengi, kahverengi-açık kahverengi ve açık kahverengi olmak üzere değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen LSD testi sonuçlarına göre, zeytin örneklerinin renk puanları üzerine dondurma yöntemi ve depolama sıcaklığının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Çizelge 4.43).

Panelistler tarafından en yüksek renk puanları, dondurma ve depolama yönteminden bağımsız, “sele zeytini olarak işlenen” zeytinlere verilmiştir. Benzer şekilde CaCl_2 ile ön muamele edilmeyen zeytinlerin sele zeytini olarak işlenmeleri renk değerini korurken, salamura zeytine işleme CaCl_2 ile ön muamele renk değerini yükseltmiştir. 2016 ve 2017 yılları ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve depolanan zeytinlerde sele yönteminde CaCl_2 ilavesi renk değerlerinde azalmaya neden olurken, salamuraya işlenen zeytinlerde renk değerini artırmıştır. IQF ya da yavaş dondurulan zeytinlerin -25°C 'de depolanması -18°C 'de depolamaya göre daha yüksek renk değerleri göstermiştir. Duyusal özellikler ile toplam kabul edilebilirlik arasındaki

korelasyon sonuçlarına göre; renk özelliği açısından IQF’de dondurulan ve -18 derecede depolanarak sele yöntemiyle işlenen zeytinlerin panelistler tarafından diğer yöntemler ile işlenen zeytinlere oranla daha fazla beğenildiği görülmektedir.

Çizelge 4.43. Zeytin örneklerinin renk değerleri üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek			N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF’de Dondurma + -18°C’de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	3,167±0,408 ^f
		<i>CaCl₂ var</i>	6	3,667±0,816 ^{cdef}
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	5,000±0,000 ^a
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,833±0,408 ^a
IQF’de Dondurma + -25°C’de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	3,333±0,516 ^{ef}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	3,833±0,753 ^{cde}
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	5,000±0,000 ^a
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,167±0,752 ^{bc}
Direk Dondurma + -18°C’de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	3,167±0,408 ^f
		<i>CaCl₂ var</i>	6	3,500±0,837 ^{def}
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	5,000±0,000 ^a
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,667±0,516 ^{ab}
Direk Dondurma + -25°C’de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	3,333±0,516 ^{ef}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,000±0,632 ^{cd}
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	5,000±0,000 ^a
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,667±0,516 ^{ab}

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$)

Örnek Kareler Ortalaması: 3,1750**

4.4.2. Doku Yapısı

Siyah zeytin örneklerinde doku, istenilen doku yapısına sahip, sert, çok sert, yumuşak-kabuk ayrışması var, çok yumuşak-kabuk ayrışması var şeklinde 5 grupta incelenmiştir. Zeytin örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşitleri doku yapısı puan değerleri arasındaki farklılık $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş ve doku puan değerindeki değişime ilişkin LSD testi Çizelge 4.44'de verilmiştir ($p<0.01$). LSD testi sonuçları incelendiğinde, 2016 yılı Ocak ayında hasat edilerek CaCl_2 ile ön muamele edilmeden dondurulan zeytinler yumuşak olarak nitelenmiş ve bu zeytinlerin doku yapısı salamura ya da sele zeytinine işleme sonucu panelistler tarafından en düşük puanlar ile değerlendirilmiştir. 2017 yılı Ocak ayında hasat edilerek farklı yöntemlerle dondurulan ve depolanan zeytinlerde CaCl_2 ile ön muamele işleminin dokuyu belirgin şekilde geliştirdiği ve kabuk ayrılmasının çok daha az olduğu gözlenmiştir. Sele yöntemi ile işlemede zeytinlerin dokularını salamura işlemeye göre iy korudukları da belirlenmiştir. Yavaş dondurulan zeytinler IQF'de dondurulan zeytinlere göre depolama sıcaklığından bağımsız olarak doku yapısı açısından daha yüksek puanla değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, IQF ya da yavaş dondurulan zeytinlerin -18°C 'de depolanması -25°C 'de depolamaya göre daha yüksek doku değerleri göstermiştir.

4.4.3. Lezzet (Tat ve Koku)

Tüketici tarafından gıda maddesinin ilk izlenimini görünüş, doku ve lezzet gibi duyu organlarını uyaran özellikler oluşturmaktadır. Lezzet algısı genellikle tat ve koku algılarının bileşimi olarak ifade edilmektedir. Gıdanın ağza alınmasıyla tat aktif bileşenlerinin dildeki tat reseptörlerini uyarması ile meydana gelen tat algısı dilin tatlı, tuzlu, ekşi, acı, metalik ve umami (glutamatlar ve nükleotitlerin tadı) tatlara verdiği yanıtların yanı sıra acılık hissi, sertlik ve sıcaklık uyarılarını algılamayı da kapsamaktadır. Koku (ağza alınan bir gıda maddesinden çıkan uçucu bileşenlerin burun boşluğundaki koku alma reseptörlerinde algılanması), tat (ağızda çözünen maddelerin tatma yoluyla algılanması) ve kimyasal algı (ağız ve geniz boşluğundaki sinirlerin uyarılması ile acı hissi, burukluk gibi kavramların algılanması) lezzeti oluşturmaktadır (Delwiche 2004, Tournier et al. 2009, Yaparel ve Elmacı 2016).

Çizelge 4.44. Zeytin örneklerinin doku yapısı değerleri üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek			N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	1,833±0,408 ^{ef}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,167±0,408 ^{bc}
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	2,333±0,516 ^{de}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	5,000±0,000 ^a
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	1,500±0,548 ^f
		<i>CaCl₂ var</i>	6	3,833±0,408 ^c
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	2,333±0,516 ^{de}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,667±0,516 ^{ab}
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	1,833±0,408 ^{ef}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,167±0,408 ^{bc}
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	2,500±0,548 ^d
		<i>CaCl₂ var</i>	6	5,000±0,000 ^a
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	1,833±0,408 ^{ef}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,000±0,000 ^c
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	2,500±0,548 ^d
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,833±0,408 ^a

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$)

Örnek Kareler Ortalaması: 10,0417**

Farklı yöntemlerle dondurulduktan sonra farklı sıcaklıklarda depolanan ve salamura ya da yağlı sele olarak işlenen zeytin örneklerinde lezzet kendi içinde acı değil/karakteristik zeytin kokusu, hafif acı/karakteristik zeytin kokusu, acı/karakteristik zeytin kokusu, çok acı/karactersitik zeytin kokusu ve yabancı tat ve koku olmak üzere 5 grupta incelenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, örneklerin lezzet puan değerleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Zeytin örneklerinin lezzet puanları üzerine dondurma yöntemi ve depolama sıcaklığının etkisine ait LSD testi Çizelge 4.45'de verilmiştir. Zeytin örnekleri lezzet parametreleri açısından benzerlik göstermiştir ($p>0,05$). Panelistler sele ya da salamuraya işlenen dondurulmuş zeytinlerin karakteristik zeytin kokusu içerdiğini, acılık bileşenin olmadığını ve tüketime uygun tatlılıkta olduklarını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, salamura yöntemine göre işlenen dondurulmuş zeytinlerin lezzet değerleri sele yöntemiyle işlenen örneklerden daha yüksek olarak belirlenmiştir. CaCl_2 ile ön muamele edilmeyen zeytinlerin lezzet değerleri de işleme ve dondurma yönteminden bağımsız olarak CaCl_2 ile ön muamele edilen zeytinlerden daha yüksek olarak gözlenmiştir.

4.4.4. Tuzluluk

Farklı yöntemlerle dondurulduktan sonra farklı sıcaklıklarda depolanan ve salamura ya da yağlı sele olarak işlenen zeytin örneklerinde tuzluluk değerleri kendi içinde normal, az tuzlu, çok az (yetersiz) tuzlu, fazla tuzlu, çok fazla tuzlu olmak üzere beş bölümde incelenmiştir. Gerçekleştirilen LSD testi sonuçlarına göre, zeytin örneklerinin tuzluluk puanları üzerine dondurma yöntemi ve depolama sıcaklığının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.46).

Çizelge 4.45. Zeytin örneklerinin lezzet değerleri üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek			N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,500 ± 0,05
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,333 ± 0,816
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,500 ± 0,548
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,000 ± 1,265
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,667 ± 0,516
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,000 ± 0,6325
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,667 ± 0,516
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,167 ± 0,516
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,333 ± 0,816
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,167 ± 0,753
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,833 ± 0,408
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,167 ± 0,753
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,667 ± 0,516
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,333 ± 0,516
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,500 ± 0,548
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,167 ± 0,753

Örnek Kareler Ortalaması: 0,3889

Çizelge 4.46. Zeytin örneklerinde tuzluluk değerleri üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek			N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,500 ± 0,548 ^{abc}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,833 ± 0,408 ^{ab}
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,833 ± 0,408 ^{ab}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,000 ± 0,000 ^c
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,667 ± 0,516 ^{ab}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,833 ± 0,408 ^{ab}
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	5,000 ± 0,000 ^a
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,833 ± 0,408 ^{ab}
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,333 ± 0,516 ^{bc}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,833 ± 0,408 ^{ab}
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,667 ± 0,516 ^{ab}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,333 ± 0,516 ^{bc}
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	<i>Salamura</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,500 ± 0,548 ^{abc}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,667 ± 0,516 ^{ab}
	<i>Sele</i>	<i>CaCl₂ yok</i>	6	4,667 ± 0,516 ^{ab}
		<i>CaCl₂ var</i>	6	4,833 ± 0,408 ^{ab}

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

Örnek Kareler Ortalaması: 0,3972*

4.4.5. Tüm İzlenim

Farklı yöntemlerle dondurulduktan sonra farklı sıcaklıklarda depolanan ve salamura ya da yağlı sele olarak işlenen zeytin örneklerinde tüm izlenim değerlerine ilişkin yapılan LSD testi sonuçlarına göre, dondurma yöntemi ve depolama sıcaklığının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.47. Zeytin örneklerinde tüm izlenim değerleri üzerine dondurma ve depolama yöntemlerinin etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek			N	Ortalama Değerler±St. sapma
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	Salamura	CaCl ₂ yok	6	3,333 ± 0,516 ^e
		CaCl ₂ var	6	3,833 ± 0,408 ^{cde}
	Sele	CaCl ₂ yok	6	4,000 ± 0,632 ^{bcd}
		CaCl ₂ var	6	4,333 ± 0,516 ^{abc}
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	Salamura	CaCl ₂ yok	6	3,500 ± 0,548 ^{de}
		CaCl ₂ var	6	4,000 ± 0,632 ^{bcd}
	Sele	CaCl ₂ yok	6	4,000 ± 0,632 ^{bcd}
		CaCl ₂ var	6	4,500 ± 0,548 ^{ab}
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	Salamura	CaCl ₂ yok	6	3,333 ± 0,516 ^e
		CaCl ₂ var	6	4,167 ± 0,408 ^{abc}
	Sele	CaCl ₂ yok	6	4,000 ± 0,632 ^{bcd}
		CaCl ₂ var	6	4,667 ± 0,516 ^a
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	Salamura	CaCl ₂ yok	6	4,167 ± 0,408 ^{abc}
		CaCl ₂ var	6	4,333 ± 0,516 ^{abc}
	Sele	CaCl ₂ yok	6	4,167 ± 0,408 ^{abc}
		CaCl ₂ var	6	4,500 ± 0,548 ^{ab}

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Örnek Kareler Ortalaması: 0,9493**

2016 ve 2017 yılı Ocak ayında Benli Köyü'nden temin edilen Gemlik çeşidi zeytinler IQF ya da yavaş dondurma yöntemleri ile dondurularak 90 gün süre ile acılık bileşenini degrade etmek amacıyla -18°C ya da -25°C 'de depolanmıştır. Dondurulmuş zeytinler depolama sonunda salamura ya da yağlı sele yöntemleriyle işlenerek duyuşal değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır (Çizelge 4.48).

2016 yılı duyuşal değerlendirme sonuçlarına göre, zeytinlerin renk, lezzet ve acılık oranlarının kabul edilebilir olduğu ancak yapılarının sert olmadığı ve ağızda kabuk ayrılmasının olduğu gözlemlenmiştir. Yavaş dondurulan zeytinlerin dokusu IQF'de dondurulan zeytinlere göre daha yüksek bulunmuştur. Kabuk ayrılmasını önlemek ve dokuyu sertleştirmek amacıyla 2017 yılında zeytinler %0,5 kalsiyum klorür içeren çözeltide 12-15 saat bekletildikten sonra IQF ya da yavaş dondurma yöntemleri ile dondurularak 90 gün süre ile -18°C ya da -25°C 'de depolanmıştır.

2017 yılında dondurulan zeytinlerin salamura ya da sele zeytine işlendikten sonra yapılan duyuşal değerlendirme sonucunda, %0,5 kalsiyum klorür içeren çözeltide 12-15 saat bekletmenin panelistlerin beğenisini artırdığı görülmüştür. Sele yöntemiyle işlenen zeytinler salamura zeytinlerden daha yüksek puan almıştır. Salamura yönteminde de sele yönteminde de en çok beğenilen zeytinler yavaş dondurulan ve -25°C 'de depolanan zeytinler olmuştur.

Çizelge 4.48. Farklı yöntemlerle dondurulduktan sonra farklı sıcaklıklarda depolanan ve salamura ya da yağlı sele olarak işlenen Gemlik çeşidi zeytin örneklerinin duyu analizi sonuçları

Örnek		Renk**	Doku**	Lezzet	Tuzluluk*	Tüm İzlenim**	Toplam	
IQF'de Dondurma + -18°C'de Depolama	Salamura	CaCl ₂ yok	3,167 ^f	1,833 ^{ef}	4,500	4,500 ^{abc}	3,333 ^e	17,333
		CaCl ₂ var	3,667 ^{cdef}	4,167 ^{bc}	4,333	4,833 ^{ab}	3,833 ^{cde}	20,833
	Sele	CaCl ₂ yok	5,000 ^a	2,333 ^{de}	4,000	4,833 ^{ab}	4,000 ^{bcd}	20,166
		CaCl ₂ var	4,833 ^a	5,000 ^a	4,500	4,000 ^c	4,333 ^{abc}	22,666
IQF'de Dondurma + -25°C'de Depolama	Salamura	CaCl ₂ yok	3,333 ^{ef}	1,500 ^f	4,667	4,667 ^{ab}	3,500 ^{de}	17,667
		CaCl ₂ var	3,833 ^{cde}	3,833 ^c	4,000	4,833 ^{ab}	4,000 ^{bcd}	20,499
	Sele	CaCl ₂ yok	5,000 ^a	2,333 ^{de}	4,667	5,000 ^a	4,000 ^{bcd}	21,000
		CaCl ₂ var	4,167 ^{bc}	4,667 ^{ab}	4,167	4,833 ^{ab}	4,500 ^{ab}	22,334
Direk Dondurma + -18°C'de Depolama	Salamura	CaCl ₂ yok	3,167 ^f	1,833 ^{ef}	4,333	4,333 ^{bc}	3,333 ^e	16,999
		CaCl ₂ var	3,500 ^{def}	4,167 ^{bc}	4,167	4,833 ^{ab}	4,167 ^{abc}	20,834
	Sele	CaCl ₂ yok	5,000 ^a	2,500 ^d	4,833	4,667 ^{ab}	4,000 ^{bcd}	21,000
		CaCl ₂ var	4,667 ^{ab}	5,000 ^a	4,167	4,333 ^{bc}	4,667 ^a	22,834
Direk Dondurma + -25°C'de Depolama	Salamura	CaCl ₂ yok	3,333 ^{ef}	1,833 ^{ef}	4,667	4,500 ^{abc}	4,167 ^{abc}	18,500
		CaCl ₂ var	4,000 ^{cd}	4,000 ^c	4,333	4,667 ^{ab}	4,333 ^{abc}	21,333
	Sele	CaCl ₂ yok	5,000 ^a	2,500 ^d	4,500	4,667 ^{ab}	4,167 ^{abc}	20,834
		CaCl ₂ var	4,667 ^{ab}	4,833 ^a	4,167	4,833 ^{ab}	4,500 ^{ab}	23,000

**Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0.01$).

*Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

5. SONUÇ

Farklı dondurma ve donmuş muhafaza yöntemlerinin Gemlik tipi siyah zeytin materyali üzerine olumsuz bir etki yapmamış, acılık maddesi oleuropeinin parçalanmasına, böylece zeytin olgunlaşma süresinin kısalmasına olumlu etkileri olmuştur.

Araştırmadan elde olunan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Zeytinlerin dondurulma öncesi % 0,5 kalsiyum klorür içeren solüsyonda bekletilmeleri dokunun yumuşamasının önlenmesi üzerine olumlu etkide bulunmuştur.
2. Polietilen torbalara konularak yavaş dondurma uygulanan zeytinlerin kilogramdaki tane sayıları IQF’de dondurularak kitle halinde depolanan zeytinlere göre düşük bulunmuştur. Bu durumun sebebi, daha az süblimasyona ve dolayısıyla ağırlık kayıplarına maruz kalmalarına dayandırılmıştır.
3. Zeytinlerin et:çekirdek oranları dondurma ve depolama yöntemlerinden etkilenmemiştir.
4. Araştırma sonuçları incelendiğinde farklı yöntemlerle dondurulmuş ve farklı sıcaklıklarda depolanmış zeytinlerin kurumadde miktarları hammadde ve depolama sonu örnekler için benzer görünmekle birlikte, donma işlemi ile kurumadde değerinde hammaddeye göre %1-3 arasında azalma olduğu gözlenmiştir. -18 derecede depolanmış zeytinlerin 90 günlük depolama süresi sonucunda bulunan kuru madde değerleri hem yavaş dondurulan hem de IQF’de hızlı dondurulan zeytinler için benzerdir. Sonuçlar depolama sıcaklığının kuru madde içeriği üzerinde etkisi olabileceğini vurgulamaktadır.
5. Dondurma ve donmuş muhafaza prosesi sonrası, zeytinlerin protein miktarında ham zeytine göre %9,96-19,01 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu sonuçlara göre dondurma ve donmuş muhafaza sırasında meyve etinde bulunan proteinlerin, uygulama yöntemine bağlı olarak, parçalandığı gözlenmiştir. Hammadde Gemlik çeşidinin protein içeriğine en yakın değer IQF’de dondurulan ve -25°C’de depolanan zeytinlerde tespit edilmiştir. Hızlı dondurma ve düşük sıcaklıkta muhafaza uygulamasının, protein içeriğinin korunmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

6. Farklı dondurma yöntemleri uygulanarak farklı sıcaklıklarda depolanan zeytinlerin yağ miktarları incelendiğinde, ham zeytine göre %14,26-18,80 oranında artışın olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte, yavaş dondurulmuş örneklerin yağ içeriği hızlı dondurulan örneklere göre %4 daha yüksektir. Bu durumun donma prosesi ile hücrenin kendi içindeki öz suyunu kaybetmesi, hücre içi sıvısının yoğunluğunun artması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Olgunlaşma ile zeytinlerin yağ oranı artmaktadır. Belirlenen yağ miktarlarındaki değişimler hasat zamanı ve toplandıkları bölge aynı olsa bile zeytinler arasında olgunluk indeksinde farklılıklar olabileceğini gündeme getirmektedir.
7. IQF’de dondurulmuş -18°C de depolanmış zeytinlerin kül miktarı hammaddeye en yakın değerde, diğer örneklerin kül miktarı ise hammaddeye göre yüksek değerde bulunmuştur. Zeytin kül miktarı üzerine dondurma işleminin etkisiyle ilgili literatür bilgisine rastlanmamıştır. Kül miktarlarındaki farklılığın raslantısal olarak seçilen zeytin örneklerinin içeriklerinin farklı olması, dondurma öncesi zeytinlere uygulanan kalsiyum klorürde bekletme uygulamasınının toplam kül miktarında artışa neden olması ve dondurma prosesi sırasında oluşan sublimasyon sonucu zeytinin nem kaybetmesine bağlı olabileceği düşünülmüştür.
8. 2016 ve 2017 yılı dondurma yöntemleri ve farklı sıcaklıklarda depolama uygulamalarının Gemlik çeşidi zeytinlerin indirgen şeker miktarları üzerindeki değişimleri birbirine benzer olarak gözlenmiştir En yüksek indirgen şeker değeri -25°C ’de depolanan yavaş dondurulan zeytinlerde bulunmuştur. Bununla birlikte, depolama süresinin etkisi farklıdır. Birinci yıl zeytinlerinde indirgen şeker değeri depolama süresince artarken, ikinci yıl zeytinlerinde azalmıştır. Araştırmacıların sonuçları incelendiğinde indirgen şeker içeriğinin dondurma prosesi ile değişimi meyve ve sebzelerin çeşidine, uygulanan dondurma yöntemine, dondurarak muhafaza sıcaklığı ve süresine göre değişim gösterdiği, uygulanan dondurma yöntemi sonucu hücre duvarında meydana gelen hasarın boyutunun indirgen şeker içeriğini önemli ölçüde etkilediği sonucuna varılmıştır.

9. Araştırma sonuçlarında, uygulanan dondurma yöntemleri ve depolama süresi boyunca pH değerinde yükselme gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırılmış, araştırmacıların sonuçları ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.
10. Dondurulmuş zeytinlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre depolama süresi toplam fenolik madde üzerinde $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.34). En yüksek fenolik madde içeriğine 90 günlük depolama sonunda ulaşılmıştır. Hammadde ile kıyaslandığında toplam fenolik madde miktarı depolamanın 1. gününde %15,74 artmış ve depolama süresince %61,51, 64,53 ve 85,05 artış göstermiştir.
11. Dondurma ve donmuş muhafaza yöntemlerinin zeytinlerin oleuropein miktarları üzerine etkileri hasat yılına göre farklılıklar göstermektedir. 2016 yılı oleuropein sonuçları incelendiğinde hammaddede 2486,63 ppm olarak bulunan (Çizelge 4.1.2.1) miktarın 90 günlük depolama süresi sonucunda en çok direk dondurulan ve -18 derece depoda muhafaza edilen zeytin ile IQF de dondurulan ve -18 derecede muhafaza edilen zeytinde azaldığı, sonuçların sırasıyla, 40,61 ppm ve 47,415 ppm olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.3). 2017 yılı oleuropein sonuçları incelendiğinde hammaddede 1949,19 ppm (Çizelge 4.1.2.2) olan oleuropein miktarının 90 günlük depolama süresi sonunda en fazla IQF de dondurulan ve -18 derece depoda muhafaza edilen zeytinde azaldığı ve miktarının 976,67 ppm olarak saptandığı (Çizelge 4.3.4) belirlenmiştir. Buradan IQF de dondurmanın ve -18 derecede depolamanın oleuropeinin azalmasına etkisinin -25 derece uygulamalarına göre daha yüksek olduğu sonucu çıkarılmıştır.
12. Yavaş dondurma işlemi zeytinlerin antioksidan kapasite değerinin düşmesine neden olurken, hızlı dondurma ile antioksidan özelliğin korunduğu gözlenmiştir. Bunun sebebinin yavaş dondurma ile hücre duvarı geçirgenliğinde meydana gelen hasarın daha yüksek olması sonucu antioksidan kapasite değerine etki eden maddelerin hücreden uzaklaşan su ile birlikte uzaklaşmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
13. Üretiminde kullanılan zeytinin tekstür özelliğinin son üründe duyuşsal özellikleri doğrudan etkilediği saptanmıştır. Ezik, yumuşak zeytinlerde dondurma prosesi sonrası kabuk ayrışması çok belirgin hissedilmektedir.

14. Duyusal analiz sonucunda, bazı panelistler tarafından, direk dondurulan zeytinler, IQF de dondurulanlara oranla daha çok beğenilmiştir, bazı panelistler tarafından farkın çok belirgin olmadığı belirtilmiştir.
15. Dondurma ve donmuş muhafaza sonrası sele zeytin olarak işlenen zeytinler tüm panelistler tarafında salamuraya işlenen zeytinlere göre daha çok beğenilmiştir.
16. Duyusal analizler açısından toplam kabul edilebilirlik değerine göre kalsiyum uygulaması sonrası, -25 °C depoda yavaş dondurulan ve 3 ay muhafaza edilen, daha sonra yağlı sele olarak işlenen zeytin örnekleri panelistler tarafından tercih edilen ürün olmuştur.

Sonuç olarak, yapılan çalışma ile dondurma işlemi ve 3 ay süre ile dondurarak muhafaza uygulamasının Gemlik çeşidi siyah zeytinin, acılığının azaltılması ve zeytin olgunlaşma süresinin kısılması üzerine olumlu etkide bulunduğu gözlenmiştir. Uygulanan dondurma yöntemleri sanayide geliştirilebilirse, bu geleneksel ürünün daha sağlıklı tüketilmesine olanak sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Aday, M.S., Temizkan, R., Büyükcan, M.B., Caner, C. 2013.** An innovative technique for extending shelf life of strawberry: Ultrasound. *LWT-Food Science and Technology*, 52 :93-101.
- Akdemir Evrendilek, G., Çağrı Mehmetoğlu, A., Çoşansu, S., Erkmen, O. 2010.** Yeni Yöntemlerle Gıdaların Korunması. Gıda Mikrobiyolojisi: Ed.: Erkmen, O, 2. Baskı. Efil Yayınevi, Ankara, s. 307-344
- Akpınar, A. 1994.** Tirilye (Gemlik) çeşidi zeytinlerin konserve tipi sofralık zeytin üretimine uygunluğu üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Aktan, N., Kalkan H. 1999.** Sofralık Zeytin Teknolojisi. Ege Üniversitesi, İzmir, 122 s.
- Aktaş, A.B., Özen, B, Tokatlı, F., Sen, I. 2014.** Comparison of some chemical parameters of a naturally debittered olive (*Olea europaea* L.) type with regular olive varieties. *Food Chemistry*, 161: 104-111.
- Alak, S. 2016.** Gemlik tipi sele zeytini üretiminde zeytin fermentasyon sürecinin mikrobiyolojik olarak izlenmesi ve pastörizasyonun ürünün raf ömrü üzerine etkisinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Alhamdan, A., Hassan, B., Alkahtani, H., Abdelkarim D., Younis, M. 2016.** Freezing of fresh Barhi dates for quality preservation during frozen storage. *Saudi Journal of Biological Sciences*, Doi: 10.1016/j.sjbs.2016.02.003.
- Alhamdan, A., Hassan, B., Alkahtani, H., Abdelkarim, D., Younis, M. 2018.** Cryogenic freezing of fresh date fruits for quality preservation during frozen storage. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17: 9-16.
- Al-Mashhadi, A.S., Al-Shalhat, A.F., Faoual, A., Abo-Hamrah, A.A. 1993.** Storage and preservation of dates in Rutab Stage. 3th Symposium on the Date Palm, 17-20 January, 1993, King Faisal University, Al-Hassa, Saudi Arabia.
- Altınyay, Ç., Altun, M.L. 2006.** HPLC analysis of oleuropein in *Olea europaea* L. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi (Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University)*, 35 (1): 1-11.
- Amiot, M.J., Fleuriet, A., Macheix, J.J. 1989.** Accumulation of oleuropein derivatives during olive maturation. *Phytochem*, 28: 67-69.
- Ancos, B.; Gonza'lez, E. M.; Cano, M. P. 2000.** Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 4565-4570.
- Andrew, JR, 1999.** Food Texture: Measurement and Perception. USA: Aspen Publishers, pp. 3-16.
- Anonim, 1972.** Recommendation for the Processing and Handling of Frozen Foods, International Institute of Refrigeration, Paris. (Erişim Tarihi:30.05.2018)
- Anonim, 1991.** Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. (Erişim Tarihi:28.05.2018)
- Anonim, 1997.** Dünya Zeytin Ansiklopedisi, Uluslararası Zeytinyağı Konseyi, Principe de Vergara, 154 28002, Madrid-İspanya, pp. 306-334.
- Anonim, 1998.** TS 1129 ISO 1026. Meyve ve Sebze Ürünleri-Düşük Basınç Altında Kurutma ile Kurumadde ve Azeotropik Distilasyon Metodu ile Su Miktarının Tayini. Kabul Tarihi:13.10.1998. 8s.

- Anonim, 2000.** Meyve-Sebze İşleme Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Salamura Ürünleri Alt Komisyon Raporu (Zeytin ve Turşu), VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı ÖİK Raporu, Ankara. (Erişim Tarihi: 27.05.2018)
- Anonim, 2001a.** Gıda Sanayii (Dondurulmuş Gıda Sanayii) , VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Yayın No: 2637, Ankara. <http://www.kalkinma.gov.tr> (Erişim Tarihi: 11.05.2018)
- Anonim, 2001b.** TS 5525 Tarım Ürünleri-Gıda Madde ve Mamulleri Duyusal Analizler -Metodoloji-Genel Kurallar.
- Anonim, 2005a.** ICUMSA Method GS-1/3/7-3. The Determination of Reducing Sugars in Cane Raw Sugar, Cane Processing Products and Specialty Sugars by the Lane and Eynon Constant Volume Procedure – Accepted.
- Anonim, 2005b.** NMKL 173: Ash, Gravimetric Determination in Foods. (NMKL 173, 2. Ed., 2005)
- Anonim, 2005c.** İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete Sayı:25730 ve Tarih:17.02.2005. (Erişim Tarihi:28.04.2018)
- Anonim, 2010.** AOAC 2010-960.52 Association of Analytical Communities (AOAC), 2010. Determination Nitrojen Micro Kjeldahl Method.
- Anonim, 2012.** Determination Fat in Foods. Gerhardt Aplikasyon Notları. (Erişim Tarihi:16.01.2017)
- Anonim, 2015.** TS 774. Sofralık Zeytin Standardı. Kabul Tarihi: 21.12.2015.
- Anonim 2016a.** T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2016 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu, UZK, Kasım 2016
- Anonim, 2016b.** Olivae. Uluslararası Zeytin Konseyi Resmi Dergisi. Türkçe Versiyonu. Sayı 123. Kasım 2016.
- Anonim, 2016c.** Resgen ve İzmir Dünya Zeytin Koleksiyonu Zeytincilik Araştırma Enstitüsü. Bornova-İzmir. Olivae.Uluslararası Zeytin Konseyi Resmi Dergisi. Türkçe Versiyonu. Sayı 123. <http://koop.gtb.gov.tr>. Erişim Tarihi:20.03.2018
- Anonim, 2017a.** 2016 yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu, T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, <https://koop.gtb.gov.tr/yayinlar/urun-raporlari/2017> (Erişim Tarihi: 10.05.2018).
- Anonim, 2017b.** Yıllara Göre Zeytin Üretimi. TÜİK 2017 Raporu, Ankara. <https://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 10.05.2018)
- Anonim, 2018.** Gıda Kalite Özelliklerinin Sınıflandırılması. Konu 5. <https://acikders.ankara.edu.tr> (Erişim Tarihi: 22.05.2018)
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., 2004.** Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC Method, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (26): 7970-7981.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S.E., Bektaşoğlu, B., Berker, K.I., Özyurt, D. 2007.** Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12: 1496-1547.
- Araujo, J.A., Labavitch, J.M, Moreno, A.H. 1994.** Changes in the cell wall of olive fruit during processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42: 1194-1199.
- Arıcı, M. 2006.** Gıda muhafazasında yüksek hidrostatik basıncın mikroorganizmalar üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1): 41-49.

- Arslan, D., Özcan., M.M. 2011.** Phenolic profile and antioxidant activity of olive fruits of the Turkish variety “Sarıulak” from different locations. *Grasas y aceites*, 62 (4): 453-461.
- Asheri, M, Sharifani, M.M ve Kıamı G. 2017.** An examination into the effects of frozen storage of olive fruit on extracted olive oils. *Advances in Horticultural Science*. 31(3): 191-198.
- Asigöz, T. 2007.** Türkiye’ de Yaygın Olarak Üretimi Yapılan Bazı Sofralık Zeytin Çeşitlerinde İz Element Miktarlarının Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.
- Bakal, A., Hayakawa, K.I. 1973.** Heat transfer during freezing and thawing foods. *Advances in Food Research*, 20: 217-223.
- Bal, E. 2016.** Derim Sonrası Santa Rosa Erik Çeşidinde Kalsiyum Klorür ile Ultrasound Uygulamalarının Modifiye Atmosfer Paketler İçerisinde Muhafaza Süresi ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 04-07 Ekim, 1: 12-18
- Balatsouras, G.D. 1980.** Nutritive and Biological Value of Greek Table Olives. Proceedings of the IIIrd International Congress on the Value of Olive Oil, Chaina, Greece, pp. 485-520.
- Balatsouras, G.D. 1990.** Edible Olive Cultivars, Chemical Composition of Fruit, Harvesting, Transportation, Processing, Sorting and Packaging, Styles of Black Olives, Deteriorations, Quality Standarts, Chemical Analysis, Nutritional and Biological Value of the End Product, in Proceedings of the ‘Seminario Internazionale Olio d’Oliva e Olive da Tavola: Tecnologia e Qualita’, Istituto Sperimentale per la Elaiotecnica de Pescara, Italy, pp. 291-330.
- Balatsouras,, G.D. 1985.** Taxonomic and physiological characteristics of the facultative rod type lactic acid bacteria isolated from fermenting green and black olives. *Grasas y Aceites*, 4: 239-249.
- Barret, D.M., Beaulieu, C., Shewfelt, R. 2010.** Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50: 369–389
- Bartolomé, A.P., Rupérez, P., Fúster, C. 1996.** Changes in soluble sugars of two pineapple fruit cultivars during frozen storage. *Food Chemistry*, 56: 163-166.
- Basmacıoğlu-Malayoğlu, H., Aktaş, B. 2011.** Zeytin yağı işleme yan ürünlerinden zeytin yaprağı ile zeytin karasuyunun antimikrobiyal ve antioksidan etkileri. *Hayvansal Üretim*, 52: 49-58.
- Başoğlu, F. 2002.** Yemeklik Yağ Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 91, Bursa. 249 s.
- Bayrak, A., Kiralan, M., Çalikoğlu, E., Kara, H. 2010.** Ege Bölgesi Zeytinyağlarının Aroma Profilleri ve Bazı Kalite Özelliklerinin Araştırılması, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi.
- Bayraktaroğlu, G., Obuz, E. 2006.** Ultrasound Yönteminin İlkeleri ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26, Bolu.
- Becker, B.R. and Fricke B.A., 1999.** Evaluation of semi-analytical/emprical freezing time estimation methods part I: regularly shaped food items. *HVAC&R Research*, 5: 149-167.
- Bianchi, G. 2003.** Lipids and phenols in table olives. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105: 229-242.

- Bianco, A., Ucella, N. 2000.** Biophenolic components of olives. *Food Research International*, 33: 475-485.
- Bilişli, A., Çevik, İ., Şentürk, A. 2002.** Bazı patates çeşitlerinin derin dondurmaya elverişliliği üzerine araştırmalar. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi*, 1: 12-18.
- Biricik, G.F. 2004.** Ekonomik Ölçekte Yetiştiriciliği Yapılan Zeytin Çeşitlerinin Bileşimi ve İşlemeye Uygunluğu, *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Blekas, G., Vassilakis, C. Harizanis, C., Tsimidou M., Boskou, D. 2002.** Biophenols in table olives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3688–3692.
- Booth, D.A., Earl, T., Mobini. S. 2003.** Perceptual channels for the texture of food. *Appetite*, 40(1): 69-76.
- Borbolla Y Alcalá, J.M.R. dela, Rejano-Navara, L. 1981.** Sobre la preparacion de la aceituna estillo Sevillano la fermentacion. *Grasas y Aceites*, 32: 103-113.
- Borcaklı, M., Özay, G., Alperden, I., Özsan, E., Erdek, Y. 1993.** Changes in the chemical and microbiological composition of two varieties of olive during fermentation. *Grasas y Aceites*, 44: 253-60.
- Boskou, D., Blekas, G., Tsimidou, M. 2005.** Phenolic compounds in olive oil and olives. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 3: 125-136.
- Boskou, D., Visioli, F. 2003.** Bioavailability of Micronutrients and Minor Dietary Compounds. Metabolic and Technical Aspect: Biophenols in Olive Oil and Table Olives. Ed.: M.P. Vaquero, T. Garcia-Arias A. Carbajal, F. J. y Sanchez-Muniz, Kerala, India: Research Signpost, 161-169.
- Boskou, G., Salta, F.N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A., Andrikopoulou, N.K. 2006.** Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. *Food Chemistry*, 94: 558-564.
- Breidt F., McFeeters, R.F., Perez-Diaz, I. Lee, C. 2013.** Fermented Vegetables, *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 4th Ed. Edited by M. P. Doyle and R. L. Buchanan, Washington, D.C., pp: 841-855.
- Brenes, M., DeCastro, A. 1998.** Transformation of Oleuropein and Its Hydrolysis Products during Spanish-Style Green Olive Processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77: 353–358.
- Brenes, M., Rejano, L., Garcia, P., Sanchez, A.H., Garrido, A., 1995.** Biochemical Changes in Phenolic Compounds during Spanish- Style Green Olive Processing, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 2702-2706
- Briante, R., Patumi, M., Limongelli, S., Febbraio F., Vaccaro C., Salle, A. D., Cara, F. L., Nucci, R. 2002.** Changes in phenolic and enzymatic activities content during fruit ripening in two Italian cultivars of *Olea europaea* L. *Plant Science*, 162: 791-798.
- Bubolaa, K. B., Koprivnjakb, O., Sladonjaa B., Belobrajčić, I . 2014.** Influence of storage temperature on quality parameters, phenols and volatile compounds of Croatian virgin olive oils. *Grasas y Aceites* 65 (3): doi: <http://dx.doi.org/10.3989/gya.0222141>
- Buret, M., Gormley, T.R., Roucoux, P. 1983.** Analysis of tomato fruit: effect of frozen storage on compositional values-an inter-laboratory study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34: 755-760.
- Bülbul, E. 2007.** Her Yönüyle Zeytincilik. İnkılap Kitabevi Baskı Tesisleri, İstanbul, ISBN-13: 978-975-10-2565-4, s. 12-28.

- Campestre, C., Marsilio, B., Lanza, C., Lezzi, B., Bianchi, G. 2002.** Phenolic Compounds and Organic Acids Change in Black Oxidized Table Olives. In “IV International Symposium on Olive Growing”, Eds. C. Vitagliano and G.P. Martelli, ISHS Acta Horticulturae, Abstr.
- Canözer, Ö. 1991.** Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Yayın No:334. Seri: 16, 107s.
- Cardoso, S.M., Mafra, I., Reis, A., Georget, D., Smith, A.C., Waldron, K.W., Coimbra, M.A. 2008.** Effect of dry-salt processing on the textural properties and cell Wall polysaccharides of cv. Thasos black olives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 2079-2086.
- Carluccio, M.A., Siculella, L., Ancora, M.A., Massaro, M., Scoditti, E., Storelli, C., Visioli, F., Distanto, A., De Caterina, R. 2003.** Olive oil and red wine antioxidant polyphenols inhibit endothelial activation: antiatherogenic properties of mediterranean diet phytochemicals. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 23 (4): 622-629.
- Casas-Sánchez, J., Alsina, M.A., Herrlein, M.K., Mestres, C. 2007.** Interaction between the antibacterial compound, oleuropein, and model membranes. *Colloid and Polymer Science*, 285: 1351-1360.
- Cebeci, Z. 2007.** Zeytinde Olgunluk Derecesi, Türkiye Tarımsal Öğrenme Nesneleri Deposu Öğrenme Nesnesi (Erişim Tarihi: 10.05.2018) http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/zeytin_olgunluk_indeksi_2007_1_1_27.ppt
- Cemeroğlu, B. 1992.** Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, No: 02-2, Ankara. 381s.
- Cemeroğlu, B. 2001.** Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. Gıda Teknolojisi Yayınları Derneği, No: 24, Ankara.328s.
- Cemeroğlu, B. 2003.** Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Yayınları Derneği, No: 28, Ankara.
- Cemeroğlu, B. 2005.** Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 29, Ankara.
- Ramaswamy, H.S., Tung, M.A. 1983.** A review on predicting freezing times of foods. *Journal of Food Processing Engineering*, 7 (3): 169-203.
- Charoenprasert, S., Mitchell A. 2012.** Factors influencing phenolic compounds in table olives (*Olea europaea*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 7081-7095.
- Chepngeno, J., Owino, W., Kinyuru J., Nenguwo, N. 2016.** Effect of calcium chloride and hydrocooling on postharvest quality of selected vegetables. *Journal of Food Research*, 5(2): URL: <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v5n2p23>.
- Ciafardini, G., Masillio V., Lanza B., Pozzi N. 1994.** Hydrolysis of oleuropein by *Lactobacillus plantarum* strains associated with olive fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 60: 4142-4147.
- Ciafardini, G., Zullo, B. A. 2000.** β -Glucosidase activity in olive brine during the microbiological debittering process. *Advances in Food Science*, 22: 69-76.
- Cinzia, L.R., Restuccia, C., Romano Daniele, A., Gaggia, C. 2004.** *Lactobacillus casei*, Dominant Species in Naturally Fermented Sicilian Green Olives. *International Journal of Food Microbiology*, 90: 9-14.

- Cleland, A. C. 1986.** A Review of Methods for Predicting the Duration of Freezing Processes. Food Engineering and Process Applications. 1. Elsevier Applied Science Publishers, New York, USA.
- Cleland, A.C. ve Earle, R.L. 1977.** A comparison of analytical and numerical method of predicting the freezing times of food. *Journal of Food Science*, 42: 1390-1395.
- Cleland, A.C. and Earle, R.L., 1979a.** A comparison of methods for predicting the freezing times of cylindrical and spherical food stuffs. *Journal of Food Science*, 44 (4): 958-963.
- Cleland, A.C. and Earle, R.L., 1979b.** Prediction of freezing times for foods in rectangular packages. *Journal of Food Science*, 44: 964-970.
- Cleland, D.J. 1985.** Prediction of freezing and thawing times for foods, *Ph.D. Tesis*, Massey University, Palmerston North, New Zealand, 1985.
- Clovedeo, M.L., Delcuratoro, D., Gomes, T., Celessi, G. 2007.** Effect of different temperatures and storage atmospheres on Coratina olive oil quality. *Food Chemistry*, 102: 571-576.
- Coimbra, M.A., Waldron, K.W., Delgadillo, I., Selvendran, R.R. 1996.** Effect of processing on cell wall polysaccharides of green table olives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 2394-2401.
- Colak, N., Hepbasli, A. 2007.** Performance analysis of drying of green olive in a tray dryer. *Journal of Food Engineering*, 80 (4): 1188-1193
- Comini G. ve Bonacina C. 1974.** Application of Computer Codes to Phase-change Problems in Food Engineering, International Institute of Refrigeration, Annexe-3, 15s.
- Conde, C., Delrot, C., Geros, H. 2008.** Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening. *Journal of Plant Physiology*, 165: 1545-1562.
- Connor, D.J., Fereres, E. 2005.** The physiology of adaptation and yield expression in olive. *Horticultural Reviews*, 34: 155-229.
- Czerwinska, M., Kiss, A. K., Naruszewicz, M. 2012.** A comparison of antioxidant activities of oleuropein and its dialdehydic derivative from olive oil, oleacein. *Food Chemistry*, 131: 940-947.
- Çetin, B., Tipi T. 2000a.** Dünyada ve Türkiye’de Zeytinciliğin Ekonomik Yönden Bugünkü Durumu ve Olası Gelişmeler. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu, 6-9 Haziran 2000, Bursa, 27-33.
- Çetin, B., Tipi T. 2000b.** Türkiye’de Sofralık Zeytin Üretimi ve Pazarlaması. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu, 6-9 Haziran 2000, Bursa, 34-40.
- Çoklar, H., Akbulut, M. 2016.** Olgunlaşma ile Alıç (*Crataegus orientalis*) Meyvesinin Antioksidan Aktivite, Toplam Fenolik Madde ve Fenolik Profilindeki Değişim. Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ISSN: 2148-0036, 3(2): 30-37
- Dağdelen, A., 2008.** Edremit (Balıkesir) Körfezi Çevresinde Yaygın Olarak Yetiştirilen Zeytin Çeşitlerinin Olgunlaşma Sürecinde Bazı Fizikokimyasal Özellikleri, Yağ Asidi Kompozisyonu, Tokoferol ve Fenolik Bileşik Miktarlarının Belirlenmesi. *Doktora Tezi*. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Balıkesir.
- Dağdelen, A., Tümen, G., Özcan, M.M., Dündar, E. 2013.** Phenolics profiles of olive fruits (*Olea europaea L.*) and oils from Ayvalık, Domat and Gemlik varieties at different ripening stages. *Food Chemistry*, 136: 41-45.
- Damtøft S., Franzyk H., Jensen S.R. 1993.** Biosynthesis of secoiridoid glucosides in Oleaceae. *Phytochemistry*, 34: 1291-1299.

- Damtoft, S., H. Franzyk., S.R. Jensen. 1992.** Excelsioside, a secoiridoid glucoside from *Fraxinus excelsior*. *Phytochem.* 31: 4197-4201.
- Damtoft, S., Franzyk., H., Jensen, S.R. 1995.** Biosynthesis of iridoids in *Syringa* and *Fraxinus*: carbocyclic iridoid precursors. *Phytochem.* 40: 785-792.
- Darvishi, H., Ash, A.R., Najafi, G., Gazori, H.A. 2013.** Mathematical modeling, moisture diffusion, energy consumption and efficiency of thin layer drying of potato slices. *Food Processing and Technology*, 4: 215. doi: 10.4172/2157-7110.1000215
- De Ancos, B., Sanchez-Moreno, C., De Pascual- Teresa, S., Cano, M. P. 2006.** Handbook of Fruits and Fruit Processing: Fruit freezing principles, Ed.: Hui, Y.H., Blackwell Publishing, 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014, USA, pp. 59-79.
- De Michelis, A., Calvelo, A. 1983.** Freezing time predictions for brick and cylindrical shaped foods. *Journal of Food Science*, 48: 909-913.
- Değirmenciöglu, N. 2016.** Modern Techniques in the Production of Table Olives. *Intech*, 12: 215-234.
- Del Río, J.A., Báideza, A.G., Botíab, J.M., Ortuno, A. 2003.** Enhancement of phenolic compounds in olive plants (*Olea europaea L.*) and their influence on resistance against *Phytophthora sp.* *Food Chemistry*, 83: 75-78
- Delgado, A.E. and Sun, D., 2001.** Heat and mass transfer models for predicting freezing processes – a review. *Journal of Food Engineering*, 47: 157- 174.
- Demiray, E., Tülek, Y. 2010.** Donmuş muhafaza sırasında meyve ve sebzelerde oluşan kalite değişimleri. *Akademik Gıda*, 8 (2): 36-44
- Devarenne, A., 2006.** Olive Oil Yield Factors Affecting Production. *First Press*, Newsletter of Olive Oil Production and Evaluation, 2(1): 4p.
- Dıraman, H. 2000.** Zeytinyağı kalitesine etki eden faktörlere genel bir bakış. *Gıda*, 11: 88-93.
- Dris, R., Niskanen, R. 1999.** Quality changes of ‘Lobo’ apples during cold storage. *Acta Horticulturae*, 485: 125-133.
- Ekinci, R. ve Yapar, A. 2004.** Alabalıkların (*O.mykiss W.*, 1792) Donma ve Çözünme Süreleri Üzerine Dondurma Sıcaklığı ve Hava Sirkülasyonunun Etkileri. *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16 (1): 61-68.
- Engin Cebe, G., Konyaloğlu, S., Zeybek, U. 2012.** *Olea europaea var. europea* (zeytin) yaprak infüzyonunun antioksidan etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(3): 209-212.
- Ensoy, Ü. Çoşar, B. 2013.** Yüksek basınç uygulamalarının et ve et ürünlerinin duyuşal, fiziksel ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri. <http://forum.sogutma.net/gidalarin-sogutulmasi/10079-yuksek-basincin-et-urunlerinin-duyuşal-fiziksel-ve-biyokimyasalozelliklere-etkisi.html>. (Erişim tarihi 02.05.2018).
- Ergönül, P.G. 2006.** Zeytin Meyvesinin Olgunlaşması Sırasında, Bileşimindeki Organik Asit Miktarlarındaki Değişimler ve Bu Değişimlerin Yağ Birikimiyle Olan İlişkinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, CBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.
- Erol, A. 1983.** Yemeklik Zeytin Teknolojisi, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Yayınları No:30, Bornova, İzmir, s.19-20.
- Erol, A. 1984.** Salamura ile Muhafaza Yöntemlerindeki Gelişmeler. 9. İzmir Gıda ve Tarım Fuarı, Gıda Sanayinde Teknolojik Gelişmeler Sempozyumu, İzmir, 8 s.
- Ertaş N., Doğruer, Y. 2010.** Besinlerde Tekstür. *Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi* ., 7 (1): 35-42.

- Erten, H. 2000.** Fermentation of glucose and fructose by *Leuconostoc mesenteroides*. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 527-532.
- Esteves da Silva, J.C.G. 2010.** Chemometric classification of cultivars of olives: Perspectives on Portuguese olives. In: *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, Eds. Preedy, V.R. and Watson, R.R. 33-42, Academic Press.
- Esti, M., Cinquanta, L., La Notte, E. 1998.** Phenolic compounds in different olive varieties. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46: 32-35.
- Fakourellis, N., Lee, E.C., Mind, B. 1987.** Effects of chlorophylls and β -carotene on the oxidation stability of olive oil. *Journal of Food Science*, 52: 234-235
- Farahnaky, A., Azizi, R., Majzoobi, M., Mesbahi, G., Maftoonazad, N. 2013.** Using power ultrasound for food cold gelation of cappa-carrageenan in presence of sodium ions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 20: 173-181.
- Fennema, O., Powrie, W.D. 1964.** Fundamentals of low temperature food preservation. *Advances of Food Research*, 13: 219-223.
- Fernandez-Diez, M.J. 1971.** The Olive. In: *The Biochemistry of Fruits and Their Products*. Ed. A.C. Hulme, Vol 2, 255-279, Academic Press, London.
- Fernandez-Diez, M.J. 1983.** Biotechnology: Olives, Ed.: Rehm, H.J., Reed G., Vol 5, Verlag Chemie, Weinheim, Germany, pp. 379-97.
- Fernandez-Escobar, R. 2004.** Fertilization. In: *Olive Cultivation*. Eds. Barranco, D., Fernandez-Escobar, R., Rallo, R., 287-320, Mundi-Prensa, Madrid, Spain, pp 287-320.
- Ferraira, D., Guyot, S., Marnet, N., Delgadillo, I., Renard, M.G.C.C., Coimbra, A.M. 2002.** Composition of phenolic compounds in Portuguese pear (*Pyrus communis* L.var.S. Bartolomeu) and changes after sun-drying. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 4537-4544.
- Fitzgerald, G. F. and Caplice, E. 1999.** Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50: 131-149.
- Fleming, H.P., Walter, Jr, W.M., Etchells, J.L. 1973.** Antimicrobial properties of oleuropein and products of its hydrolysis from green olives. *Applied Microbiology*, 26: 777-782.
- Fuchigami, M., Teramoto, A. 1997.** Structural and textural changes in kinu-tofu due to high pressure-freezing. *Journal of Food Science*, 62 (4): 828-837
- García A., Romero, C., Medina, E., Garcí a, P. , Castro, A. D., Brenes, M. 2008.** Debittering of olives by polyphenol oxidation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56: 11862-11867
- García, E., Luh, B.S., Martin, M.H. 2005.** Olive: Processing Fruits Science and Technology. Ed.: Barret, D.M., Somogyi, L., Ramaswamy, H., CRC Pres, Boca Raton, pp: 751-765.
- García, J.M., Gutiérrez F., Barrera, M.J., Albi ,M.A. 1996b.** Storage of mill olives on an industrial scale. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 44: 590-593.
- García, J.M., Gutiérrez F., Castellano,J.M., Perdiguero, S., Morilla, A., Albi, M.A. 1996a.** Influence of storage temperature on fruit ripening and olive oil quality. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 44: 264-267.
- García, J.M, Yousfi, K., Oliva, J., García-Díaz MT, Pérez-Camino MC. 2005.** Hot water dipping of olives (*Olea europaea*) for virgin oil debittering. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 8248-8252
- Gardner J. 2006.** Affecting the maturity of 'Honeycrisp' using calcium chloride sprays for bitterpit control. *Orchard Network Newsletter*, 10 (3): 9

- Garrido-Fernandez, A., Fernandez-Diez, M.J., Adams, M.R. 1997.** Table Olives: Production and Processing. First Edition, Chapman & Hall Press, London, England. 236 p.
- Garrido-Fernandez, A., Vaughn, R.H. 1978.** Utilization of oleuropein by microorganisms associated with olive fermentations. *Canadian Journal of Microbiology*, 24: 680-684.
- George, R.M. 1993.** Freezing processes used in food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 4(5):134-138
- Gikas, E., Bazoti, F.N., Tsarbopoulos, A. 2007.** Conformation of oleuropein, the major bioactive compound of *Olea europea*. *Journal of Molecular Structure: Theochem*, 821 (1-3): 125-132
- Girard, J.P., Culioli, J., Maillard, T., Denoyer, C., Tauraille, C. 1990.** Influence of technological parameter on the structure of the batter and the texture of frankfurter type sausages. *Meat Science*, 27: 13-28.
- Gómez-Alonso, S., Mancebo-Campos, V., Salvador, M.D., Fregapane, G. 2007.** Evolution of major and minor components and oxidation indices of virgin olive oil during 21 months storage at room temperature. *Food Chemistry*, 100: 36-42.
- Gouroma, H., Bullerman, L.B. 1987.** Effects of Oleuropein on Growth and Aflatoxin Production by *Aspergillus parasiticus*. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 20: 226-228.
- Gökmen, V., Acar, J. 1995.** Yüksek Basınç teknolojisinin gıda endüstrisinde uygulamaları. *Gıda*, 20 (3): 167-172.
- Görünmezoğlu, Ö. 2008.** Kayısı ve İncir meyvelerinin Antioksidan Kapasitelerinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı. Aydın.
- Grzeszczuk, M. Jadczyk, D., Podsiadlo, C. 2007.** The effect of blanching, freezing and freeze-storage on changes of some chemical compounds content in New Zealand spinach. Vol. 66: 95-103. <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/vcrb.2007.66.issue-1/v10032-007-0012-x/v10032-007-0012-x.pdf> (Erişim Tarihi:20.06.2018).
- Guinard, J.X., Mazzucchelli, R. 1996.** The sensory perception of texture and mouthfeel. *Trends in Food Science & Technology*, 7(7): 213-219.
- Gutfinger, T. 1981.** Polyphenols in olive oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58: 966-968.
- Gutierrez-Rosales, F., Romero, M., P., Casanovas, M., Motilva, M., J., Minguez-Mosque, M.I. 2010.** Metabolites involved in oleuropein accumulation and degradation in fruits of *Olea europea L.* Hojiblanca and Arbequina varieties. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 58: 12924-12933.
- Güldaş M., Dağlıoğlu, F.. 2008.** Kalsiyum Klorürün Meyve ve Sebze İşlemede Kullanılması. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Gürel, S., Şahan, Y., Basar, H. 2014.** Antioxidative properties of olive fruits (*Olea europaea L.*) from 'Gemlik' variety and relationship with soil properties and mineral composition. *Oxidation Communications*, 37(4): 985-1004
- Habibi M, Golmakani, M.T., Farahnaky, A., Mesbahi, G., Mojzoobi, G. 2016.** NaOH-free debittering of table olives using power ultrasound. *Food Chemistry*. 192: 775-781.
- Habibi, M., Golmakani, M.T., Mesbahi, G., Majzoobi, M., Farahnaky, A. 2015.** Ultrasound accelerated debittering of olive fruits. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 31: 105-115.

- Hamdi, M. 2008.** New Trends of Table Olive Processing for Quality Control and Functional Properties: Handbook of Fermented Functional Foods, Ed.: Farnworth, E.R., CRC Press, Boca Raton, pp: 413-433.
- Harper, W.J. 1992.** Physical properties of food. *Food Science & Nutrition*, 541: 82-120.
- Hassen, I., Casabianca, H., Hosni, K. 2015.** Biological activities of the natural antioxidant oleuropein: exceeding the expectation—a mini-review. *Journal of Functional Foods*, 18: 926–940
- He, Z., Xia, W. 2007.** Analysis of phenolic compounds in Chinese olive (*Canarium album L.*) fruit by RPHPLC–DAD–ESI–MS. *Food Chemistry*, 105: 1307–1311
- Heim K.E., Tagliaferro A.R. , Bobilya, D.J. 2002.** Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13: 572-584.
- Hung, Y. C. 1990.** Prediction of cooling and freezing times. *Food Technology*, 44(5):137-153.
- Hung, Y. C., Thompson, D. R. 1983.** Freezing time prediction for slab shape foodstuffs by an improved analytical method. *Journal of Food Science*, 48: 555-560.
- Inarejos-Garcia, A., M., Santacatterina, M., Salvador, M.,D., Fregapane, G. and Gomez-Alonso, S. 2010.** PDO Virgin Olive Oil Quality – Minor Components and Organoleptic Evaluation. *Food Research International*, 43: 2138-2146.
- Irmak, Ş., Öztürk Güngör, F., Susamcı, E. 2010.** Bazı sofralık zeytin çeşitlerimizin toplam fenolik madde miktarları ve işleme tekniklerinin bu bileşikler üzerine etkileri. *Zeytin Bilimi* 1 (2): 57-64
- İsaeva, J. 2007.** Kayısı kurutmasının deneysel ve teorik olarak araştırılması. . *Doktora Tezi*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- İzli, G. 2017.** Phenolic compounds change in table olives. *Nutrition and Food Science International Journal*, 3 (5): 1-2.
- Jackman, R.L., Stanley, D.W. 1995.** Perspectives in the textural evaluation of plant foods. *Trends in Food Science & Technology*, 6 (6): 187-194.
- Jensen SR, Franzyk H, Wallander E. 2002.** Chemotaxonomy of the Oleaceae: iridoids as taxonomic markers. *Phytochemistry*, 60: 213-231.
- Jeremiah, Lester E. 1996.** Freezing Effect on Food Quality. Mercel Dekker Inc. 270 Mardison Avenue, New York, p.85.
- Jerman, T., Trebše, P., Mozetič Vodopivec, B. 2010.** Ultrasound-assisted solid liquid extraction (USLE) of olive fruit (*Olea europaea*) phenolic compounds. *Food Chemistry*, 123(1): 175-182.
- Jiménez, A., Guillén, R., Sánchez, C., Fernández-Bolaños, J., Heredia, A. 1995.** Changes in texture and cell wall polysaccharides of olive fruit during Spanish green olive processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 2240-2246
- Juven, B., Henis, Y., Jacoby, B. 1972.** Studies on the mechanism on the antimicrobial action of oleuropein, *Journal of Applied Bacteriology*, 35 (4): 559-567.
- Kabak, B., Dobson, A. D. 2011.** An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51: 248-260.
- Kadalkal, E. 2009.** Gemlik Yöntemi ile İşlenmiş Gemlik Tipi Sofralık Zeytinlerin Antioksidan Özellikleri ve Fenolik Profilleri. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Kailis, S., Harris, D. 2007. Table Olive Processing. CSIRO Publishing, Australia, 344 pp.

Kailis, S.G., Kristakis, A. 2017. Table Olives: Processing, Nutritional and Health Implications: Olives and Olive Oil as Functional Foods: Bioactivity, Chemistry and Processing. Edi.: A. Kristakis ve F. Shahidi, John Wiley and Sons, Hoboken, pp:295-324

Karaçıl, M. Ş., Acar Tek, N. 2013. Dünyada üretilen fermente ürünler: tarihsel süreç ve sağlık ile ilişkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2): 163-173.

Karadirek, Ş., Kanmaz, N., Balta, Z., Demirçivi, P., Üzer, A., Hızal, J., Apak, R. 2016. Determination of total antioxidant capacity of humic acids using CUPRAC, Folin-Ciocalteu, noble metal nanoparticle- and solid-liquid extraction- based methods. *Talanta*, 153: 120-129.

Karaman, B., Yılmaz, N., Tamer, C.E., Uylaşer, V., Çopur, Ö.U. 2006. Bursa yöresinde yetiştirilen zeytinlerin bileşimleri üzerine bir araştırma. *Hasad Gıda*, 248: 18-22.

Kaygısız, G., Güzel, E., İnce, A., Keçeli, T. 2007. Domat ve Gemlik zeytin çeşitlerinde bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin olgunlaşma süresince değişimi. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi, Kahramanmaraş, s.190-196.

Kaynaş, N. 2015. Zeytin Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, 192 s.

Keçeli, T., Büyükaslan, Y. 2008. Hatayda Yetiştirilen Bazı Zeytinlerin Antioksidan Etkilerinin Belirlenmesi, Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum.

Kelebek, H. Kesen, S., Sabbağ, Ç., Selli, S. 2012. Gemlik zeytin çeşidinden elde edilen natürel zeytinyağında fenol bileşiklerinin ve antioksidan kapasitenin belirlenmesi. *Gıda*, 37(3): 133-140.

Khattab, R., Celli, B.G., Ghanem, A. and Marianne Su-Ling Brooks, M. 2015. Effect of frozen storage on polyphenol content and antioxidant activity of haskap berries (*Lonicera caerulea* L.). *Journal of Berry Research*, 5: 231-242.

Kılıç, O. 1986. Sofralık Siyah ve Yeşil Zeytin Üretimi. Uludağ Üniversitesi Yayınları No: 7-006-0136, Bursa. 13 s.

Kılıç, O. 1989. Sofralık Zeytin ve Turşu Üretimi, Sim Ofset, Bursa.21 s.

Kılıç, O., Çakır, M.D. 1989. Kısa Sürede Sofralık Zeytin Üretiminde Uygulanabilecek Yeni Yöntemler, Bursa I. Uluslararası Gıda Sempozyumu, Bursa, s. 234-241.

Kilcast, D. 2004. Texture in Food: Solid Foods. USA: CRC Press, pp. 478-480.

Kiritsakis, A., Nanos, G.D., Polymenopoulos, Z., Thomai, T., Sfakiotakis, E.M. 1998. Effect of fruit storage conditions on olive oil quality. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75 (6): 721-724.

Korukluoğlu, M. 1992. Sofralık Zeytin Fermentasyonu Üzerine Araştırmalar. *Doktora Tezi*. UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Bursa.

Kramer, A. 1965. Food Quality: Evaluation of quality of fruits and vegetables, Ed.: G. W. Irving, Jr. and S. R. Hoover, American Association for the Advancement of Science, Washington, DC, pp. 9-18.

Kumral, A. 2005. Salamura Siyah Zeytin Üretiminde Farklı Tuzda ve Düşük Sıcaklıkta Fermantasyon Uygulamasının Olgunlaşma ve Kaliteye Etkisi. *Doktora Tezi*. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

- Kumral, A., Basoglu, F., Sahin, I. 2009.** Effect of the use of different lactic starters on the microbiological and physicochemical characteristics of naturally black table olives of Gemlik cultivar. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33: 651-664.
- Kumral, A., Korukluoğlu, M., Romero, C., Castro, A., Ruiz-Barba, J., Brenes, M. 2013.** Phenolic inhibitors involved in the natural fermentation of Gemlik cultivar black olives. *European Food Research and Technology*, 236: 101–107.
- Kundakçı, A. 1982.** Balıkların dondurulması ve dondurularak depolanması. Soğuk Tekniği ve Gıda Sanayinde Uygulanması Sempozyumu, Bursa, 4s.
- Kyriacou, A., Lasaridi, K.E., Kotsou, M., Balis, C., Pilidis, G. 2005.** Combined bioremediation and advanced oxidation of green table olive wastewater. *Process Biochemistry*, 40 (3-4): 1401-1408.
- Lanza B., Di Serio, M.G., Iannucci, E., Russi, F., Marfisi, P. 2010.** Nutritional, textural and sensorial characterization of Italian Table olives (*Olea europea L. cv. 'Intoso d'Abruzzo'*). *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 67-74.
- Lasztity, R. Sebok, A., Major, J. 1992.** Textural Properties of Fruits and Vegetables and Their Changes During Freezing and Storage at Low Temperatures. *Periodica Polytechnica Series in Chemical Engineering*, 36 (4): 225-238.
- Limiroli, R., Consonni, R., Ottolina, G., Marsillio, V., Bianchi, G., Zetta, L. 1995.** ¹H and ¹³C NMR characterization of oleuropein aglycones. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions*, 1 (5): 1519–1523.
- Machado, M., Felizardo, C., Fernandes-Silva, A.A., Nunes, F.M., Barros, A. 2013.** Polyphenolic compounds, antioxidant activity and L-phenylalanine ammonia-lyase activity during ripening of olive cv. "Cobrançosa" under different irrigation regimes. *Food Research International*, 51(1): 412-421.
- Mafra, I., Barros, A.S., Coimbra, M.A. 2006a.** Effect of black oxidising table olive process on the cell wall polysaccharides of olive pulp (*Olea europaea L. var. Negrinha do Douro*). *Carbohydrate Polymers*, 65: 1-8.
- Mafra, I., Barros, A.S., Nunes, C., Vitorino, R., Saraiva, J., Smith, A.C. 2006b.** Ripening-related changes in the cell walls of olive pulp (*Olea europaea L.*) of two consecutive harvests. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 988-998.
- Mafra, I., Coimbra, M.A. 2004.** Improving the Texture of Processed Fruit: the Case of Olives: *Texture in Foods*, Ed.: Kilcast D., Woodhead Publishing, Cambridge, pp. 410-431.
- Mafra, I., Lanza, B., Reis, A., Marsillio, V., Campestre C., Angelis, M. 2001.** Effect of ripening on texture, microstructure and cell wall polysaccharide composition of olive fruit (*Olea europaea*). *Physiologia Plantarum*, 111: 439–447.
- Mahdhaoui, B., Mechlouch, R. F., Mahjoubi, A. Ben Brahim, A. 2014.** Microwave drying kinetics of olive fruit (*Olea europaea L.*). *International Food Research Journal*, 21 (1): 67-72.
- Makri, M. 2009.** Biochemical and textural properties of frozen stored (-22°C) gilthead seabream (*Sparus aurata*) fillets. *African Journal of Biotechnology. Nairobi: Academic Journals* 8 (7): 1287-1299
- Maldonado, M.B., Zuritz, C.A., Assof, M.V. 2008.** Diffusion of glucose and sodium chloride in green olives during curing as affected by lye treatment. *Journal of Food Engineering*, 84: 224-230.
- Mallett, C.P. 1993.** *Frozen Food Technology*. Chapman and Hall, London, UK. 339 p.

- Marin, M.A., Cano, P., Fuster, C. 1992.** Freezing preservation of 4 Spanish mango cultivar (*Mangifera indica* L): chemical and biochemical aspects. *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 194: 566-569.
- Marme, D. 1989.** Second Messengers in Plant Growth and Development: The Role of Calcium and Calmodulin in Signal Transduction, Ed.: Boss, W, F., Morre, D.J., Alan R. Liss, Inc., NewYork, pp. 57- 81.
- Marsilio V., Russi F., Iannucci, E., Sabatini, N. 2008.** Effects of alkali neutralization with CO₂ on fermentation, chemical parameters and sensory characteristics in Spanish-style green olives (*Olea europaea* L.). *LWT*, 41: 796-802.
- Marsilio, V., Campestre, C., Lanza, B. 2001.** Phenolic compounds change during California-Style ripe olive processing, *Food Chemistry*, 74: 55-60.
- Marsilio, V., Campestre, C., Lanza, B., Angelis, M.D. 2000.** Oven-Dried table olives: textural properties as related to pectic composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1271-1276.
- Marsilio, V., Campestre, C., Lanza, B., De Angelis, M. 2001.** Sugar and polyol compositions of some European olive fruit varieties (*Olea europaea* L.) suitable for table olive purposes. *Food Chemistry*, 72: 485-490.
- Marsilio, V., Lanza, B. 1998.** Characterisation of an oleuropein degrading strains of *Lactobacillus plantarum* – combined effects of compounds present in olive fermenting brines (phenols, glucose and NaCl) on bacterial activity. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 76: 520-524.
- Marsilio, V., Lanza, B. De Angelis, M. 1996.** Olive cell wall components: physical and biochemical changes during processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70: 35-43.
- Maskan, M. 2000.** Production of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate by various heating methods: color degradation and kinetics. *Journal of Food Engineering*, 44: 71-78.
- Menz, G., Vriesekoop, F. 2010.** Physical and chemical changes during the maturation of Gordal Sevillana Olives (*Olea europaea* L., cv. *Gordal Sevillana*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 4934-4938.
- Mertens, B. and Deplace, G. 1993.** Engineering aspects of high-pressure technology in the food industry. *Food Technology*, 47 (6): 164-169.
- Micol, V., Caturla N, Perez-Fons L., Mas, V., Perez, L., Estepa, A. 2005.** The olive leaf extract exhibits antiviral activity against viral haemorrhagic septicaemia rhabdovirus (VHSV). *Antiviral Research*, 66: 129–136.
- Mikki, M.S., Al-Taisan, S.M. 1993.** Physico-chemical changes associated with freezing storage of date cultivars at their rutab stage of maturity. Proceedings of the third Symposium on the Date Palm in Saudi Arabia; 17-20 Jan., King Faisal University, Al-Hassa, Saudi Arabia (In Arabic). pp.253-266.
- Monseline, S.P., Lavaee, S. 1985.** Handbook of Fruit Set and Development: Olive, CRC Press, Inc., Connecticut, 2: 269-273.
- Montaño, A., Sanchez, A.H., Lopez-Lopez, A., de Castro, A., Rejano, L. 2010.** Chemical composition of fermented green olives: acidity, salt, moisture, fat, protein, ash, fiber, sugar and polyphenol. *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, 31: 291-297.
- Morello, J.R., Moltiva, M.J., Ramot, T., Romero, M.P. 2003.** Effect of freeze injuries in olive fruit on virgin olive oil composition. *Food Chemistry*, 81: 547-553.

- Morello, J.R., Romero, M.P., Motilva, M.J. 2004.** Effect of the maturation process of the olive fruit on the phenolic fraction of drupes and oils from Arbequina, Farga, and Morrut cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 6002-6009.
- Moressi, M., Parente, E. 2000.** Fermentation (industrial)/production of organic acids. In *Encyclopedia of Food Microbiology*, eds., R.K. Robinson, C.A. Batt, and P.D. Patel, 705–717. San Diego: Academic Press.
- Mullen W., Stewart, A.J., Lean, M.E., Gardner, P., Duthie, G.G., Crozier, A. 2002.** Effect of freezing and storage on the phenolics, ellagitannins, flavonoids, and antioxidant capacity of red raspberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5197-5201
- Nabil, B. Y., Youssef, O., Nizar, D., Bechir, B., Chedly, A., Mokhtar, Z. 2012.** Effect of olive storage period at two different temperatures on oil quality of two Tunisian cultivars of *Olea europea* Chemlali and Chétoui. *African Journal of Biotechnology*, 11(4): 888-895.
- Nergiz, C., Engez, Y. 2000.** Compositional variation of olive fruit during ripening. *Food Chemistry*, 69: 55-59.
- Ninfali P, Aluigi G, Bacchiocca M, Magnani M. 2001.** Antioxidant capacity of extra-virgin olive oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(3) :243-247.
- Nosti-Vega, M., de Castro-Ramos, R., Vazoquez-Ladron, R. 1984.** Composicion y valor nutritivo de algunas variedades espanolas de aceitunas de mesa. VI. cambios debidos a los procesos de elaboracion. *Grasas y Aceites*, 35: 11-44.
- Oğuzhan, P. 2013.** Yüksek hidrostatik basınç teknolojisinin gıda endüstrisinde kullanımı. *EÜFBED - Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (2): 205-2019.
- Olías JM., García J.M. 1997.** Olive. In: *Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits*. Mitra S. Ed. CAD International. Wallingfort. UK. pp: 225-239.
- Omar, S.H. 2010.** Oleuropein in olive and its pharmacological effects. *Scientia Pharmaceutica*, 78 (2): 133-154
- Owen, R.W., Giacosa, A., Hull W.E., Haubner R., Würtele , G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H. 2000.** Olive oil consumption and health: the possible role of antioxidants. *Lancet Oncology*, 1: 107-112.
- Owen, R.W., Haubner, R., Mier, W., Giacosa, A., Hull, W.E, Spiegelhalder, B. 2003.** Isolation, structure, elucidation and antioxidant potential of the major phenolic and flavonoid compounds in brined olive drupes. *Food and Chemical Toxicology*, 41: 703-717.
- Öngen G., Tetik D., Sargın S. 2000.** Sofralık Zeytin Üretiminde (Yeşil-Siyah) Enzimatik Yöntemlerin Kullanılması. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü: Sonuç Raporu Genel Yayın No: 85, İzmir, 55 s.
- Ötleş, S., Özyurt, H. 2012.** Oleuropein ve önemi. *Zeytin Bilimi*, 3 (1): 59-71.
- Özay, G., Borcaklı, M., 1996.** Effect of brine replacement and salt concentration on the fermentation naturally black olives. *Food Research International*, 28 (6): 553-559
- Özdemir, Y., Özkan, M., Kurultay, Ş. 2011.** Olgunlaşmayla Gemlik zeytininde oluşan fizikokimyasal değişimler. *Bahçe* 40 (2): 21-28.
- Özen H., Akan S., Türk, R. 2000.** Dondurarak Muhafazaya Alınan Gemlik Zeytininden Belirli Periyotlarda Sele Zeytini Yapma Olanaklarının Araştırılması. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu, 6-9 Haziran 2000, Bursa. s 194-199. .
- Özilbey, N. 2011.** Zeytin Çeşitlerimiz. Filiz Matbaacılık, Ankara, s. 13.

- Özkaya, M. T., Tunaloğlu, R, Eken, Ş., Ulaş, M., Tan, M., Danacı, A., İnan, N., Tibet, Ü. 2010.** Türkiye Zeytinciliğinin Sorunları Ve Çözüm Önerileri. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ocak, Ankara, 515-537.
- Özkaya, M.T., Ulaş, M., Çakır, E. 2008.** Zeytin Ağacı ve Zeytin Yetiştiriciliği: Zeytinyağı, Editörler: Göğüş, F., Özkaya, M.T., Ötleş, S., Eflatun Yayınevi, Ankara. s 1-25.
- Öztürk T., Borcaklı, M. 2012.** Gemlik ve Uslu zeytin çeşitlerinin besin öğelerinin karakterizasyonu. *Zeytin Bilimi*, 3 (1): 29-34.
- Özyürek, M., Güçlü K., Apak R. 2011.** The main and modified CUPRAC methods of antioxidant measurement. *Trends in Analytical Chemistry*, 30 (4): 652-664.
- Panizzi, L., M.L. Scarpatti and G. Oriente. 1960.** Chemical structure of oleuropein, bitter glucoside of olive with hypotensive activity. *Gazzetta Chimica Italiana*, 90: 1449-1485.
- Paulová L., Petra Patáková P. ve Brányik T. 2013.** Advanced Fermentation Process. In: Engineering Aspects of Food Biotechnology, Eds. Teixeira J. and Vincente A.A., pp.89-105. doi: 10.1201/b15426-6.
- Pereira, J.A., Pereira, A.P., Ferreira, I.C., Valentão, P., Andrade, P.B., Seabra, R., Estevinho, L., Bento, A. 2006.** Table olives from Portugal: phenolic compounds, antioxidant potential, and antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (22): 8425-8431.
- Petzold, G., Aquilera, J.M. 2009.** Ice morphology: fundamentals and technological applications in foods. *Food Biophysics*, 4 (4): 378-396
- Pham, Q. T. 2008.** Advances in food freezing/thawing/freezing concentration modelling and techniques. *Japan Journal of Food Engineering*, 9 (1): 21-32.
- Pham, Q.T., 2002.** Calculation of processing time and heat load during food refrigeration, Food for Thought – Cool AIRAH Conference, Sydney, Australia, May 2002.
- Piga, A., Gambella F., Vacca, Agabbio, M. 2001.** Response of three Sardinian olive cultivars to Greek-Style processing. *Italian Journal of Food Science*, 13: 29-40.
- Pirgün, Y., 2007.** Hatay’da Yetiştirilen Gemlik ve Halhalı Zeytinlerinin Antioksidan Etkilerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Pistarino, E., Alhakbarian, B., Casazza, A.A., Pain, M., Cosulich, M.E., Perego, P. 2013.** Combined effect of starter culture and temperature on phenolic compounds during fermentation of Taggiasca black olives. *Food Chemistry*, 138: 2043-2049.
- Poerio, A., Bendini, A., Cerretani, L., Bonoli-Car-Bognin, M., Lercker, G. 2008.** Effect of olive fruit freezing on oxidative stability of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110: 368-372
- Poiana, M. Romeo, F.V. 2006.** Changes in chemical and microbiological parameters of some varieties of Sicily olives during natural fermentation. *Grasas y Aceites*, 57: 402-408.
- Poovalah, B.W. 1986.** Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technology*, 40: 86-89.
- Pradas, I., Del Pine, B., Pena, F., Ortiz, V., Moreno-Rojas, J.M., Hernandez, A.F, Garcia-Mesa, J.A. 2012.** The use of high hydrostatic pressure (HHP) treatments for table olives preservation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 13: 64-68.
- Gross, K.C., Wang, C.Y. and Saltveit, M.E. 2004.** The Commercial Storage of Fruits,

- glucoside of olive with hypotensive activity. *Gazzetta chimica Italiana*, 90: 1449-1485.
- Rahman, M.S. 1999.** Handbook of Food Preservation: Food Preservation by Freezing, Ed.: Rahman, M.S., Marcel Dekker Inc., New York, p 259.
- Raina, B. 1995.** Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage and Processing: Olive, Ed.: Salunkhe, D. K., Kadam, S., Dekker, New York, 1995; pp 465-473.
- Randazzo, C.L., Restuccia, C., Romano, A.D., Caggia, C. 2004.** *Lactobacillus casei*, dominant species in naturally fermented Sicilian green olives. *International Journal of Food Microbiology*, 90 (1): 9-14.
- RAO, V.A. 1967.** The Effect of Freezing and Freeze-Drying on The Physico-Chemical Changes in Northwest Strawberries. *PhD Thesis*, Oregon State University, United States.
- Reid, D.S. 1996.** Fruit Freezing : Processing Fruits: Science and Technology, Vol 1 Biology, Principles and Applications. Ed.: Somogyi, L.P., Ramaswamy, H.S., Hui, Y.H., Technomic Co Publishing, Lancaster, Pennsylvania, pp:169-183.
- Rejano, L., Montano, A., Casado, F.J., Sánchez, A.H., de Castro, A. 2010.** Table Olives: Varieties and Variations: Olive and Olive Oil in Health and Disease Prevention, Ed.: Preddy, V.R. Watson, R.R, Academic Press, pp: 5-16.
- Renowden, G. 1999.** The Olive Book. Canterbury University Press, Christchurch New Zealand, 146 pp.
- Rickman, C.J., Barret, D.M., Bruhn, M.C. 2007.** Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 87: 930-944.
- Roca, M., Minguéz-Mosquera, M.I. 2001.** Changes in Chloroplast Pigments of Olive Varieties during Fruit Ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 832-839.
- Romani, A., Mulinacci, N., Pinelli, P., Vincieri, F.F, Cimato, A. 1999.** Polyphenolic content in Five Tuscany cultivar of *Olea europaea* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 964-967.
- Romeo, F.V., De Luca, S.V., Piscopo, A., Perri, M., Poiana, M. 2009.** Effects of post-fermentation processing on the stabilisation of naturally fermented green table olives (cv *Nocellara etna*). *Food Chemistry*, 116: 873-878.
- Romero, C., Brenes, M., Yousfi, P., Garcia, P., Garcia, A., Garrido, A. 2004.** Effect of cultivar and processing method on the contents of polyphenols in table olives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (3): 479-484.
- Romero, C., Garcia, P., Brenes, M., Garcia, A., Garrido, A. 2002.** Phenolic compounds in natural black Spanish olive varieties. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 215: 489-496.
- Rudolph C. Valore, 1950.** Volume changes observed in small concrete cylinders during freezing and thawing. *Journal Proceedings*, 46 (2): 417-434.
- Ryan, D., Robars, K. 1998.** Phenolic compounds in olives, *Analyst*, 123: 31-44.
- Ryan, D., Antolovich, M., Herlt, T., Prenzler, P., Lavee, S., Robards, K. 2002a.** Identification of phenolic compounds in tissues of the novel olive cultivar Hardy's Mammoth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(23): 6716-6724.
- Ryan, D., Antolovich, M., Prenzler, P., Robards, K., Lavee, S. 2002b.** Biotransformation of phenolic compounds in *Olea europaea* L. *Scientia Horticulturae* 92: 147-176.
- Ryan, D., Robards K., Lavee S. 1999.** Changes in phenolic content of olive during maturation. *International Journal of Food Science and Technology*, 34: 265-274.

- Salvadori, V.O., De Michelis, A. and Mascheroni, R.H., 1997.** Prediction of freezing times for regular multi-dimensional foods using simple formulae, *Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie*, 30: 30-35.
- Sánchez Gómez, A.H., García, P.G, Navarro, L.R. 2006.** Elaboration of table olives, *Grasas y Aceites*, 57 (1): 86-94.
- Sanchez, A.H., Rejano, L., Montano, A., Castro, A. 2001.** Utilization at high pH of starter cultures of *Lactobacilli* for Spanish-style green olive fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 67 (1-2): 115-122.
- Sanchez, J.C., Alsina, M.A, Herrlein, M.K., Mestres, C. 2007.** Interaction between the antibacterial compound, oleuropein, and model membranes. *Colloid and Polymer Science*, 285: 1351-1360.
- Sánchez-Gómez, D., Valladares, F., Zavala, M.A. 2006.** Functional traits and plasticity in response to light in seedlings of four Iberian forest tree species. *Tree Physiology*, 26: 1425-1433.
- Sanchez-Romero, C., Gullien, R., Heredia, A., Jimenez, A., Fernandez-Bolanos, J. 1998.** Degradation of pectic polysaccharides in pickled green olives. *Journal of Food Protection*, 61: 78-86.
- Sarı, İ. 2016.** Kutsal Yiyecek Zeytin: İnsanlık Tarihinin En Kutsal Yiyeceği. Nokta Kitap, Antalya, 181 s.
- Saura-Colixto, F., Goni, I. 2006.** Antioxidant capacity of Spanish -Mediterranean diet. *Food Chemistry*, 94 (3): 442-447.
- Savaş, E. 2006.** Salamura Yeşil Zeytin Üretiminde Farklı Uygulama Ve Acılık Giderme İşlemlerinin İşleme Süresi Ve Ürün Kalitesine Etkisi. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Sebranek, J.G. 1996.** Poultry and Poultry Products: Freezing Effects on Food Quality. Marcel Dekker, NY, USA, pp:85-108.
- Selli, S., Kelebek, H., Şen, K., Ulaş, M. 2013.** Ülkemizin Önemli Yağlık Zeytin Çeşitlerinden Elde Edilen Zeytinyağlarının Aroma-Aktif Maddeleri, Yağ Asitleri, Fenol Bileşikleri ve Antioksidan Aktivitelerini Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Proje No: 1100602. Adana.
- Serreli, G., Incani, A., Atzeri, A., Angioni, A., Campus, M., Cauli, E. Zurru, R., Deiana, M. 2017.** Antioxidant effect of natural table olives phenolic extract against oxidative stress and membrane damage in enterocyte-like cells. *Journal of Food Science*, 82 (2): 380-385.
- Sevim, D., Tuncay, Ö. 2012.** Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerinin yaprağı ve meyvelerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteleri. *Gıda*, 37 (4): 219-226.
- Shomer, I., Borochoy-Neori, H.,Luzki, B., Merin, U. 1998.** Morphological, structural and membrane changes in frozen tissues of Madjhoul date (*Phoenix dactylifera* L.) fruits. *Postharvest Biology and Technology*, 14: 207-215.
- Silva, S., Gomes, L., Leitao, F., Coelho A.V., Vilas-Boas, L. 2006.** Phenolic compounds and antioxidant activity of *Olea europea* L. fruits and leaves. *Food Science and Technology International*, 12 (5): 385-396.
- Simandjuntak, V., Barrett, D.M., Wrolstad, R.E.1996.** Cultivar and frozen storage effects on muskmelon (*Cucumis melo*) colour, texture and cell wall polysaccharide composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 7: 291-296.
- SirijarIywat, A., Sanguansri, C. 2012.** Freezing characteristics and texture variation after freezing and thawing of four fruit types. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 34 (5): 517-523.

- Skrede, G. 1996.** Fruits : Freezing Effects on Food Quality, Ed.: Lester, E.J. Marcel Dekker Inc., New York, pp: 183-245,
- Soler-Rivas, C., Espin J.C., Wichers H.J. 2000.** Oleuropein and related compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1013-1023.
- Souza, A. L. B. De, Paula, S. D. E., Scalon, Q., Isabel, M., Chitarra, F., Chitarra, A. B., Morango, E. M. 1999.** Postharvest application of calcium chloride in strawberry fruits (*Fragaria ananassa*):Evaluation of fruit quality and postharvest life. *Ciência e Agrotecnologia Lavras*, 23 (4): 841-848.
- Soysal, Y., Oztekin, S., Eren, O. 2006.** Microwave drying of parsley: modelling, kinetics, and energy aspects. *Biosystems Engineering*, 93: 403-413.
- Succar, J. 1989.** Heat Transfer During Freezing and Thawing of Foods:Developments in Food Preservation-5. Ed.: Thorne, S, Elsevier Applied Sci., Ltd, England, pp: 253-303.
- Susamcı, E., Ötleş, S., Irmak, Ş. 2011.** Sofralık zeytinin besin öğeleri, duyuşal karakterizasyonu ve işleme yöntemleri arasındaki etkileşimler. *Zeytin Bilimi*, 2 (2): 65-74.
- Szczesniak, A.S., 1963.** Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science*, 28: 385-389.
- Szczesniak, A.S., 2002.** Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13: 215-225.
- Şahan, Y., Cansev, A., Gülen, H. 2013.** Effect of processing techniques on antioxidative enzyme activities, antioxidant capacity, phenolic compounds, and fatty acids of table olives. *Food Science and Biotechnology*, 22(3): 613-620
- Şahin, İ. 1982.** Asit Fermentasyonları(Sirke, Laktik ve Sitrik Asit Fermentasyonları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Teksir No:78, Ankara, 142 s.
- Şahin, İ., Korukluoğlu, M., Gürbüz, O. 2002.** Salamura Siyah Zeytin İşlemede Çeşit, Maya ve Laktik Starter Kullanımı ve Bazı Katkıların Fermentasyon Süresi ve Ürün Kalitesine Etkilerinin Araştırılması.Türkiye 7.Gıda Kongresi, 22-24 Mayıs, Ankara. 203-212.
- Şahin, İ., Korukluoğlu, M., Uylaşer, V., Göçmen, D. 2000.** Diyet Zeytinin ve Zeytin Ezmesi Üretimi. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu, 6-9 Haziran, Bursa.179-184.
- Şahingil, D. 2018.** Duyuşal Analiz Ders Notları. <https://www.foodelphi.com/tag/duyusal-degerlendirmenin-tanimi>. Erişim Tarihi: 25.05.2018.
- Şen, F., Karaçalı, İ. 2005.** Hasat sonrası UV-C ışığı ve diğer bazı koruyucu uygulamaların Satsuma mandarinin kalite ve dayanım gücüne etkileri. *Derim*, 22 (1): 10-19.
- Tamang JP and Samuel D. 2010.** Dietary Cultures and Antiquity of Fermented Foods and Beverages:Fermented Foods and Beverages of the World. Ed.: Tamang, J.P., Kailasapathy, K., CRC Press Newyork, United States of America, pp. 1-40.
- Tanaka, K., Nishimoto, J.I. 1964.** Determination of the time required for contact freezing of whole meat. *Journal of Tokyo University of Fisheries*, 50: 49-55.
- Tanılđan, K., Özcan, M.M., Ünver, A. 2007.** Physical and chemical characteristics of five Turkish olive (*Olea europea* L.) varieties and their oils. *Grasas y Aceites*, 58: 142-147.
- Tanker, N., Koyuncu, M., Coşkun, M. 2004.** Farmasötik Botanik. Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayınları, Yayın No 88, 288 s.

- Tassou, C.C. 1993.** Microbiology of Olives with Emphasis on the Antimicrobial Activity of Phenolic Compounds. *PhD Thesis*, University of Bath, U.K.
- Tassou, C.C., Nychas, G.J.E. 1994.** Inhibition of *Staphylococcus aureus* by olive phenolics in broth and in a model food system. *Journal of Food Protection*, 57: 120-124.
- Tassou, C.C., Nychas, G.J.E., Board, R.G. 1991.** Effects of phenolic compounds and oleuropein on the germination of *Bacillus cereus* T spores. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 13 (2): 231-237.
- Tassou, C.C., Panagou, E.Z., Katsaboxakis, K.Z. 2002.** Microbiological and physicochemical changes of naturally black olives fermented at different temperatures and NaCl levels in the brines. *Food Microbiology*, 19: 605-615.
- Tayaub, G., Sulaiman, H., Hassan, A.H. 2012.** Determination of oleuropein in leaves and fruits of some Syrian olive varieties. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 2 (3): 428-433.
- Tayeb Idoui, I., Bouchefra, A. 2014.** The black olive fruits of *Jijelian sigoise* variety (Eastern Algeria): quality evaluation for possible use as table olives and pesticides research. *The Online Journal of Science and Technology*, 4 (1) : 45-52
- Tetik, D.H. 2001.** Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No.53, Sofralık Zeytin İşleme Teknikleri, 4. Baskı, s.11.
- Therios, I.N. 2009.** Olives. Crop Production and Science in Horticulture No: 18, CABI, UK, 432 pp.
- Tokuşoğlu, Ö. 2010.** Özel Meyve Zeytin: Kimyası, Kalite ve Teknolojisi. Seher Matbaacılık. Yayın No: 006-1B; Sidas Medya Ltd. Şti. İzmir. 350 s.
- Tripoli, E., Giammanco, M., Tabacchi, G., DiMajo, D., Giammanco, S., La Guardia, M. 2005.** The phenolic composition of olive oil: structure, biological activity, and beneficial effects on human health. *Nutrition Research Reviews*, 18 (1): 98-112.
- Trujillo, A. J., Capellas, M., Gervilla, R., Saldo, J., and Guamis, B. 2002.** Application of high hydrostatic pressure on milk and dairy products: a review, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3: 295-307
- Tseng, C.P., Montville, T.J. 1992.** Enzymatic regulation of glucose catabolism by *Lactobacillus plantarum* in response to pH shifts in a chemostat. *Applied Environmental Microbiology and Biotechnology*, 36: 777-781.
- Tuck, K.L., Hayball, P., Stuoans, I. 2002.** Structural characterization of the metabolites of hydroxytyrosol, the principal phenolic component in olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 2404-2409.
- Tuna, S. 2006.** Siyah sofralık zeytin fermentasyonunda alkali ve enzimatik yöntemlerin fizikokimyasal özellikler üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Tuna, S., Akpınar-Bayizit, A. 2009.** The Use of β -Glucosidase Enzyme in Black Table Olives Fermentation. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37 (2): 182-189.
- Tunahoğlu, R. 2003.** Sofralık Zeytin. T.E.A.E Bakış Raporu. Tarımsal Ekonomik Araştırma Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Tülek, Y. 1994.** Çok boyutlu dilim ve silindirik geometrili taze ve işlenmiş bazı et ürünlerinin donma ve çözünme zamanlarının deneysel yolla ve sonlu farklar yöntemiyle oluşturulmuş bilgisayar programı kullanılarak belirlenmesi. *Doktora Tezi*, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.

- Tülek, Y., Filizay, G. 2006.** Gıda endüstrisinde kullanılan yüksek hidrostatik basınç sistemleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (2): 225-231.
- Tülek, Y., Gökçalp, H.Y., Özkal, S. G. 1999.** Gıdaların donma ve çözünme zamanlarının belirlenmesinde kullanılan tahmin metotları I. basit eşitlikler. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5 (1): 943-950.
- Türk, R., Özen H., Akan S. 2000.** Gemlik ve Ayvalık Zeytin Çeşitlerinin Dondurularak Muhafazasında Fiziksel ve Kimyasal Değişimler. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu, 6-9 Haziran 2000, Bursa. 185-193.
- Uccella, N. 2001.** Olive biophenols: novel ethnic and technological approach. *Trends in Food Science and Technology*, 11: 328-339.
- Ulusoy, K., Karakaya, M. 2011.** Gıda endüstrisinde ultrasonik ses dalgalarının kullanımı. *Gıda Dergisi*, 36 (2): 113-120.
- Umut, S. 2007.** Gıdaların donma zamanları ile ilgili modellerin matematiksel analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Uylaşer, V. 2015.** Changes in phenolic compounds during ripening in Gemlik variety olive fruits obtained from different locations. *CyTA Journal of Food*, 13 (2): 167-173.
- Uylaşer, V., Korukluoğlu, M. Göçmen, D., Yıldırım, A., Şahin, İ. 2000.** Yeşil Zeytin Üretiminde Farklı Çeşit ve Uygulamaların Ürün Kalitesine Etkisi. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu. 6-9 Haziran 2000. Bursa. 222-226.
- Uylaşer, V., Şahin, İ. 2004.** Salamura siyah zeytin üretiminde geleneksel, Gemlik yönteminin günümüz koşullarına uyarlanması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18: 105-113.
- Ünal K., Nergiz, C. 2003.** The effect of table olive preparing methods and storage on the composition and nutritive value of olives. *Grasas y Aceites*, 54 (1): 71-76
- Ünlüel, İ., Aydın. Ö. 2016.** Bir zeytin fenoliği olan oleuropeinin sağlığımız üzerine etkileri. *Zeytin Bilimi*, 6 (2): 77-14.
- Van den Berg, L. 1961.** Changes in pH of some frozen foods during storage. *Food Technology*, 15: 434-437
- Varol, N., Erten, L., Turanlı T. 2009.** Zeytin. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü, Yayın No:52, Ankara, 330s.
- Veral, M. G. 2016.** Resgen ve İzmir Dünya Zeytin Koleksiyonu. *Olivae*. 23: 27-31.
- Vinha, A.F., Ferreres, F., Silva, B.M., Valentao, P., Gonçaves, A., Pereira, J.A., Oliveira, M.B., Seabra, R.M., Andrade, P.B., 2005.** Phenolic profiles Portuguese olive fruits (*Olea europea* L.) influences of cultivar and geographical origin. *Food Chemistry*, 89: 561-568.
- Vincent, J.F.V., 2004.** Application of fracture mechanics to the texture of food. *Engineering Failure Analysis*, 11: 695-704.
- Visioli, F., Bellosta, S., Galli, C. 1998.** Oleuropein, the bitter principles of olives, enhances nitric oxide production by mouse macrophages. *Life Science*, 62: 541-546.
- Visioli, F., Poli A., Galli, C. 2002.** Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Medicinal Research Reveals*, 22 (1): 65-75.
- Wang C.Y., Wang, S.Y. 2009.** Effect of Storage Temperatures on Fruit Quality of Various Cranberry Cultivars. Proc. IXth IS on Vaccinium, Eds.: K.E. Hummer et al. Acta Hort. 810, ISHS. <https://ucanr.edu/datastoreFiles/234-2402.pdf> (Erişim Tarihi:20.06.2018)

- Woodwart, J., Wiseman, A. 1982.** Fungal and other β -glicosidases: their properties and applications. *Enzyme Microbiology and Technology*, 4: 73-79.
- Yaralı, E. 2018.** Gıdalarda Duyusal Analizler. <http://www.akademik.adu.edu.tr>. (Erişim Tarihi: 30.05.2018).
- Yıldız, G., Uylaşer, V. 2011.** Doğal bir antimikrobiyel: oleuropein. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (1): 131-142
- Yorulmaz, A., Tekin, A. 2008.** Zeytin ve Zeytinyağı Fenolikleri. I. Ulusal Öğrenci Kongresi. 17-18 Mayıs, Balıkesir, s. 24-31
- Yousfi K., Weiland, C.M., Garcia, J.M. 2012.** Effect of harvesting system and fruit cold storage on virgin olive oil chemical composition and quality of superintensive cultivated 'Arbequina' olives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 4743-4750.
- Yurtsever, S. 2006.** Siyah Sofralik Zeytin Fermentasyonunda Alkali ve Enzimatik Yöntemlerin Mikrobiyolojik Özellikler Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Zago, M., Lanza, B., Rossetti, L., Muzzalupo, I., Carminati, D., Giraffa, G. 2013.** Selection of *Lactobacillus plantarum* strains to use as starters in fermented table olives: oleuropeinase activity and phage sensitivity. *Food Microbiology*, 34: 81-87.
- Zhao, J., Haoxia, L., Wanpeng, X., Wei, A., Linlin, N., Youlong, C., Huafang, W., Yajun, W., Yue, Y. 2015.** Changes in sugars and organic acids in wolfberry (*Lycium barbarum* L.) fruit during development and maturation. *Food Chemistry*, 173: 718-724.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aytül KAYGULUOĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara / 1978

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yılı)

Lise : Çelebi Mehmet Süper Lisesi (1992-1996)

Lisans : Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü (1996-2001)

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Bölümü (2006-2009)

Doktora : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Bölümü (2010-.....)

Çalıştığı Kurum ve Yıl : Baktat Gıda Sanayi (2001-2012)
Betka Gıda Sanayi (2014-.....)

İletişim (e-posta) : aytulaka@hotmail.com

Yayınları :

Kayguloğlu, A., Akpınar-Bayizit, A., Şahin-Cebeci, O.I. 2014. Evaluation of Physicochemical and Sensory Properties of Green Olive Pastes. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 13 (4): 654-658 (SCI-EXP).

Şahin, O.I., Aka, A., Akpınar-Bayizit, A., Baltaş-Minas, E., 2010. Sofralık Zeytin Üretim Sistemlerinde Gıda Güvenliği Sisteminin Uygulanması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (1): 11-24 (CAB Abstract kapsamında taranıyor).

Aka, A., Şahin, O.I., Akpınar-Bayizit, A. 2009. Nanokompozit Filmlerin Gıda Sanayi Uygulamaları. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 13 (29): 54-61.

Aka, A., Akpınar-Bayizit, A., Şahin, O.I. 2009. Yeşil Zeytin Ezmelerinin Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi. 6. Gıda Mühendisliği Kongresi. 06-08 Kasım, Antalya. Sözlü-Poster Bildiriler Kitabı: 183.