

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**Sofralık Yeşil Zeytin Üretiminde Kırmızı Pancar ve Starter
Kullanımının Zeytin Fermantasyonu ve Kalite Üzerine Etkisi**

Şebnem GÜLER

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Nisan, 2023

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZ ONAYI

**Sofralık Yeşil Zeytin Üretiminde Kırmızı Pancar ve Starter
Kullanımının Zeytin Fermantasyonu ve Kalite Üzerine Etkisi**

Şebnem GÜLER

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu Doktora Tezi 17/04/2023 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Hüseyin ERTEN (Danışman)
: Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Prof. Dr. Ömer ŞİMŞEK
: Prof. Dr. Yeşim SOYER KÜÇÜKŞENEL

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Tez No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FBA-2021-13430

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

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	9
2.1. Zeytin	9
2.2. Dünya’da ve Türkiye’de Zeytincilik	12
2.3. Zeytin Meyvesinin Yapısı ve Bileşimi.....	18
2.4. Zeytinde Bulunan Fenolik Bileşikler	21
2.5. Zeytinde Bulunan Renk Bileşenleri	28
2.6. Sarıulak çeşidi	28
2.7. Sofralık Zeytin Üretimi	30
2.7.1. Sofralık Yeşil Zeytin Üretimi	30
2.8. Zeytin Fermantasyonu.....	33
2.9. Laktik Asit Bakterileri.....	34
2.10. Mayalar	36
2.11. Sofralık Yeşil Zeytin Üretiminde Starter Kültür Kullanımı.....	37
2.11.1. Laktik Asit Bakterilerinin Starter Kültür Olarak Önemi.....	38
2.11.2. Mayaların Starter Kültür Olarak Önemi.....	40
2.12. Zeytinin Fonksiyonel Özellikleri	42
2.13. Kırmızı Pancar	43
2.14. Kırmızı Pancarın Bileşimi.....	44
2.15. Kırmızı Pancarın Biyoaktif Bileşenleri.....	45
2.15.1. Betalain	45
2.16. Kırmızı Pancarın Önemi ve Değerlendirilmesi.....	47
3. MATERYAL VE METOT	51
3.1. Materyal	51
3.2. Metot	51
3.3. Zeytin Meyvesinde, Fermantasyon ve Depolama Sırasında Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	56

3.3.1. Zeytin Meyvesinin Olgunluk İndeksi	56
3.3.2. Meyve ve Çekirdek Boyutu	56
3.3.3. Kilogramdaki Tane Sayısı.....	57
3.3.4. Bin Dane Ağırlığı.....	57
3.3.5. Et/Çekirdek Oranı	57
3.3.6. Renk Analizi	57
3.3.7. pH Analizi.....	58
3.3.8. Toplam Asitlik Analizi	58
3.3.9. Tuz Analizi.....	59
3.3.10. Toplam Kuru Madde Miktarı Analizi (TKM).....	59
3.3.11. Kül Analizi.....	59
3.3.12. Şeker ve Organik Asit Analizi	60
3.3.13. Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi (TF).....	62
3.3.14. Fenolik Bileşikleri Analizi	63
3.3.15. Toplam Antioksidan Aktivite Analizi (TAA).....	64
3.3.16. Toplam Betalain Miktarı Analizi	64
3.3.17. Betalain Bileşikleri Analizi.....	65
3.4. Fermantasyon Sırasında Yapılan Mikrobiyolojik Analizler	66
3.4.1. Laktik Asit Bakterileri Sayımı	66
3.4.2. Maya Sayımı	66
3.4.3. Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayımı	66
3.5. Duyusal Analizler	66
3.6. İstatistiksel Analizler.....	70
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	71
4.1. Zeytin Meyvesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	71
4.2. Fermantasyon Sırasında Zeytinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerindeki Değişim	74
4.3. Fermantasyon Sırasında Salamuraların Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişim	86
4.4. Fermantasyon Sonunda Zeytinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	93
4.5. Fermente Zeytinlerin Şeker ve Organik Asit Miktarları	99
4.6. Fermente Zeytinlerin Toplam Fenolik Madde Miktarları (TF).....	106
4.7. Fermente Zeytinlerin Fenolik Bileşikleri Miktarları	109
4.8. Fermente Zeytinlerin Toplam Antioksidan Aktivite Değeri (TAA)	114
4.9. Fermente Zeytinlerin Toplam Betalain Miktarları	115
4.10. Fermente Zeytinlerin Betalain Bileşikleri Miktarları.....	117
4.11. Fermente Zeytinlerin Duyusal Özellikleri.....	119
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	125
KAYNAKLAR	129

ÖZGEÇMİŞ	149
EKLER.....	150
Ek A. Fermantasyon sırasında starter kültür ilaveli zeytinlerin fiziksel özellikleri	152
Ek B. Fermantasyon sırasında spontan ve starter kültür ilaveli zeytinlerin fiziksel özellikleri	153
Ek C. Fermantasyon sırasında zeytinlerin laktik asit bakteri sayısı (MRS) log kob/mL.....	154
Ek D. Fermantasyon sırasında zeytinlerin laktik asit bakteri sayısı (M17) log kob/mL.....	155
Ek E. Fermantasyon sırasında zeytinlerin mezofil aerob bakteri sayısı log kob/mL	156
Ek F. Fermantasyon sırasında zeytinlerin toplam maya sayısı (MRS) log kob/mL.....	157
Ek G. Fermantasyon sırasında toplam asitlikteki değişme	158
Ek H. Fermantasyon sırasında pH'daki değişme.....	159
Ek I. Zeytinlerinin fermantasyon başında (0.gün) organik asit değerleri.....	160
Ek J. Sarıulak çeşidi zeytin örneklerine ait fenolik bileşiklerin kromatogramı.....	161
Ek K. Sarıulak çeşidi zeytin örneklerine ait betalain bileşiklerin kromatogramı.....	162

Sofralık Yeşil Zeytin Üretiminde Kırmızı Pancar ve Starter Kullanımının Zeytin Fermantasyonu ve Kalite Üzerine Etkisi

Şebnem GÜLER

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZ

Bu çalışmada “Tarsus Sarıulak çeşidi” kullanımı ile kırma yeşil zeytin üretiminde %20 kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) ve starter kültür olarak *Lactiplantibacillus* (eski adı *Lactobacillus*) *plantarum*, *Lactiplantibacillus* (eski adı *Lactobacillus*) *pentosus* ve *Wickerhamomyces anomalus* (eski adı *Pichia anomala*) ilavesinin fermantasyon ve son ürün kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Fermantasyonun başlangıcı, orta ve ileri safhası ile sonunda hem salamurada hem de zeytinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Oda sıcaklığında fermantasyona bırakılan örneklerle 128 gün boyunca pH, toplam asitlik, renk, şeker, organik asit, toplam fenol, fenolik bileşikler, toplam betalain, betalain bileşikleri ve antioksidan aktivite analizleri yapılmıştır. Fermantasyon sonunda salamurada pH 3,83-4,53 ve toplam asitlik, laktik asit cinsinden, %0,84-0,90 arasında değişmiştir. Fermantasyon boyunca laktik asit bakterisi (LAB) ilave edilerek üretilen kırmızı pancarlı zeytinlerde, daha yüksek bir LAB sayısı gelişmesi ile bağlantılı hızlı asitlik gelişimi ve pH düşüşü tespit edilmiştir. *L. plantarum* kullanılarak fermente edilen kırmızı pancarlı zeytinlerin daha az oleuropein içerdiği ve şekerin daha hızlı tükendiği belirlenmiştir. Son üründe yapılan duyu analizi sonuçlarına göre, *L. plantarum* kullanılan kırmızı pancarlı zeytinler yeterli asitlik/ekşilik, az tuzluluk değeri, ayrıca “bal”, “kuru ot/bitki” ve “baharat” gibi aromatik kokular ile karakterize edilmiştir. Kırmızı pancar ilavesi sonucu, zeytinlerde toplam laktik asit, toplam fenolik madde, toplam betalain, betalain bileşikleri miktarları ve buna bağlı olarak antioksidan aktivite miktarında artış olduğu tespit edilmiştir. Kırmızı pancarlı zeytin fermantasyonunda starter laktik asit bakterilerinin *W. anomalus* mayası ile karışık kültür olarak kullanılmasının zeytinlerde hidrokisitirozol (%57) ve laktik asit (%77) miktarlarında artış sağladığı, ancak bu kombinasyonun oleuropein hidrolizinde spontan fermente zeytinler kadar başarılı olamadığı ve asetik asit miktarında da (%85) artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen verilere göre, *L. plantarum* starter kültürü ve kırmızı pancar ilavesi ile fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş sofralık yeşil zeytin üretiminin mümkün olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sofralık zeytin, kırmızı pancar, LAB, maya, fermantasyon, Tarsus Sarıulak.

The Effect of Use of Red Beet and Starters on Table Olive Fermentation and Quality for the Production of Green Table Olives

Şebnem GÜLER

Advisor: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN

Department of Food Engineering

ABSTRACT

In this study the influence of the addition of 20% beetroot (*Beta vulgaris* L.) and starter cultures as *Lactiplantibacillus* (formerly *Lactobacillus*) *plantarum*, *Lactiplantibacillus* (formerly *Lactobacillus*) *pentosus*, and *Wickerhamomyces anomalus* (formerly *Pichia anomala*) on fermentation and end product quality of cracked green table olives (cv. Tarsus Sarulak) was studied. Physical, chemical, and microbiological analyses were performed on brine and fruit at the beginning, middle, and end of fermentation. Within the days of 128 fermentation at room temperature, the pH, total acidity, color, sugar, organic acid, total phenol, phenolic compounds, total betalain, betalain compounds, and antioxidant activity were measured. At the end of the fermentation, the pH ranged from 3,83 to 4,53 with a total acidity of %0,84-0,90 in terms of lactic acid in the brine. Rapid acidity development and a pH reduction associated with a higher lactic acid bacteria (LAB) level were observed in red beet olives produced using the LAB starter during fermentation. It has been discovered that red beet olives fermented with *L. plantarum* have less oleuropein and utilize sugar more quickly. According to the sensory analysis results of the final product, red beet olives produced using *L. plantarum* were characterized by appropriate acidity/sourness, low salinity value, and aromatic odors such as honey, herb and spice. It was discovered that the addition of the beetroot increased the amount of total acidity, total phenolic substance, total betalain, betalain compounds, and antioxidant activity in olives. It was found that using starter lactic acid bacteria as a mixed culture with *W. anomalus* yeast in red beet olive fermentation increased the amount of hydroxytyrosol by 57% and the amount of lactic acid by 77%. However, this combination increased the amount of acetic acid by 85% and was not as effective as spontaneous fermentation at the hydrolysis of oleuropein. According to the findings of this study, it is possible to develop green table olives with increased functional properties by combining starter *L. plantarum* culture and red beet.

Keywords: Table olive, red beet, LAB, yeast, fermentation, cv. Tarsus Sarulak.

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim sürecinde tez çalışmasının planlanması, hazırlanması, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi hususunda katkılarıyla yönlendiren, bilgi ve deneyimleri ile destekleyen, başta danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hüseyin ERTEN olmak üzere,

Doğrudan veya dolaylı olarak kıymetli tecrübeleriyle ışık tutarak yol gösteren, emekli olmadan önce Tez İzleme Komitesi'nde olan değerli hocam Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK'e, Tez izleme Komitesi'nde yer alan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU'na ve Sayın Prof. Dr. Ömer ŞİMŞEK'e,

Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren Sayın Prof. Dr. Serkan SELLİ'ye ve Sayın Prof. Dr. Yeşim SOYER KÜÇÜKŞENEL'e,

Doktora tez çalışması boyunca bilgi ve deneyimlerini sürekli paylaşan, analizlerin yapılmasına bizzat yardımcı olan ve HPLC cihazının kullanılmasını sağlayan Doç. Dr. Erdal AĞÇAM ile Dr. Öğretim Üyesi Merve DARICI ve Dr. Bilal AĞIRMAN'a,

Tez çalışması'nın gerçekleşmesinde maddi katkısı bulunan Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Birimi'ne (Proje no: FBA-2021-13430) ve Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'ne,

Yurt dışından materyal temini konusunda özel ilgi ve alâkasını esirgemeyen Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi (UZZK-İzmir) Başkanı Sayın Dr. Mustafa Tan ve İspanya'da mukim kızı Zeynep Hanım ile Uluslararası Zeytin Konseyi (IOC-Madrid) İcra Direktörü A. Ghedira'ya,

Muhtelif konularda doğrudan katkı sağlayan Gıda Mühendisi Serap DURAN ile isimleri burada zikredilmemiş olan tüm emeği geçen kişi ve kurumlara, TEŞEKKÜR EDERİM.

Ayrıca, henüz 3 yaşında iken beni zeytin ağacı ile tanıştıran, zeytin sektörü içinde yetişmemi ve gelişmemi sağlayan, daha sonra zeytin konusunda çalışmalar yapmak üzere Gıda Mühendisliğine yönlendiren, Master ve Doktora öğrenimi safhasında yurt dışındaki çalışmalarımı destekleyen, halen zeytin üreticiliği ile iştigal eden aileme gösterdikleri sabır ve anlayış için şükranlarımı arz ederim.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Tarsus Sarıulak çeşidi zeytinin genel ve meyve özellikleri.....	3
Çizelge 1.2.	Kırmızı pancarın şeker bileşimi	4
Çizelge 1.3.	Kırmızı pancarın organik asit dağılımı	5
Çizelge 1.4.	Kırmızı pancarın besin içeriği ve miktarları	6
Çizelge 2.1.	Ülkemizde yetişen zeytinin bilimsel sınıflandırılması	9
Çizelge 2.2.	Oleaceae familyası altındaki cinsler ile <i>Olea</i> cinsi altındaki türler ve <i>Olea</i> <i>europaea</i> türü altındaki bazı yerli çeşitler	11
Çizelge 2.3.	Dünya sofralık zeytin üretimi.....	13
Çizelge 2.4.	Ülkelere göre yaygın zeytin çeşitlerinden bazıları	14
Çizelge 2.5.	Dünyada birincil yağlık zeytin çeşitleri.....	15
Çizelge 2.6.	Ülkemizde zeytin üretimi 2011-2021	16
Çizelge 2.7.	Türkiye'nin bölgelerinde yetiştirilen başlıca zeytin çeşitleri	17
Çizelge 2.8.	Zeytin bileşimi	20
Çizelge 2.9.	Zeytin meyvesinde oleuropein birikimi	23
Çizelge 2.10.	Sarıulak zeytin çeşidi özellikleri	29
Çizelge 2.11.	Sarıulak çeşidi zeytinin klon ve özellikleri	29
Çizelge 2.12.	Kırmızı pancarın genel bileşenleri	44
Çizelge 2.13.	Kırmızı pancarda bulunan betalainler ve oranları (%)	47
Çizelge 3.1.	Şeker analizi için HPLC koşulları	60
Çizelge 3.2.	Şeker standartlarının kimyasal özellikleri	60
Çizelge 3.3.	Analizde kullanılan şekerlerin ve organik asitlerin genel verileri ve kalibrasyon denklemleri	60
Çizelge 3.4.	Fenolik bileşiklerin analizinde HPLC'nin çalışma koşulları.....	63
Çizelge 3.5.	Fenolik bileşiklerin analizinde mobil faz gradient akış programı	63
Çizelge 3.6.	Betalain bileşiklerinin analizinde HPLC'nin çalışma koşulları	65
Çizelge 3.7.	Betalain bileşiklerinin analizinde mobil faz gradient akış programı.....	65
Çizelge 4.1.	Hammadde olarak kullanılan Sarıulak çeşidi sofralık zeytinin fiziksel özellikleri.....	71
Çizelge 4.2.	Hammadde olarak kullanılan Sarıulak çeşidi sofralık zeytinin kimyasal özellikleri.....	72
Çizelge 4.3.	Fermantasyon sonunda Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin fiziksel özellikleri	95
Çizelge 4.4.	Fermantasyon sonunda Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin kimyasal özellikleri.....	98
Çizelge 4.5.	Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin fermantasyon başında, ortasında ve sonunda organik asit değerleri (mg/100g).....	101

Çizelge 4.6. Sariulak çeşidi sofralık zeytinlerin fermantasyon başında, ortasında ve sonunda şeker miktarları (mg/100g)	106
Çizelge 4.7. Sariulak çeşidi sofralık zeytinlerin fermantasyon başında, ortasında ve sonunda toplam fenol miktarı.....	108
Çizelge 4.8. Sariulak çeşidi sofralık zeytinlerin fermantasyon başında, ortasında ve sonunda fenol bileşikleri değerleri (mg/kg)	113
Çizelge 4.9. Sariulak çeşidi sofralık zeytinlerin fermantasyon başında, ortasında ve sonunda antioksidan aktivite değerleri.....	115
Çizelge 4.10. Sariulak çeşidi sofralık zeytin fermantasyonun sonunda duyusal analiz formu ile yapılan duyusal analizde tercih (sıralama) testine ait değerlendirme sonuçları	124



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Tarsus Sarıulak çeşidi zeytini genel görünümü.....	2
Şekil 1.2.	Tarsus Sarıulak çeşidi zeytinin yeşil olum safhası	2
Şekil 1.3.	Kırmızı pancar katkılı zeytin.....	5
Şekil 2.1.	Zeytin (<i>Olea europaea</i> L).....	10
Şekil 2.2.	Günümüzde Dünya zeytin üretiminin dağılımı	12
Şekil 2.3.	Türkiye yağlık zeytin üretimi.....	16
Şekil 2.4.	Zeytin meyvesini oluşturan kısımlar.	20
Şekil 2.5.	Fenolik bileşikler.....	27
Şekil 2.6.	Fenolik bileşikler (devamı)	27
Şekil 2.7.	Sarıulak çeşidi zeytini (1.klon).....	30
Şekil 2.8.	Kırma Sarıulak çeşidi zeytini.	32
Şekil 2.9.	Zeytin kırma aleti.	32
Şekil 2.10.	Kırma yeşil zeytin üretim akış şeması.....	32
Şekil 2.11.	Homofermentatif ve heterofermentatif fermantasyon.....	36
Şekil 2.12.	Dikenli armut ve kırmızı pancar.....	45
Şekil 2.13.	Betanidin, betanin ve betaksantin kimyasal yapısı.....	46
Şekil 3.1.	Denemelerin fermantasyonun başlangıcında (soldaki örnek), ortasında (ortadaki örnek) ve sonunda (sağdaki örnek) görüntüsü.....	54
Şekil 3.2.	Kırma aleti ile sofralık yeşil zeytinlere uygulanan kırma işlemi.....	54
Şekil 3.3.	Sofralık yeşil zeytinlere uygulanan işlemler	55
Şekil 3.4.	Zeytinlerin olgunluk dereceleri	56
Şekil 3.5.	Hunter L*, a*, b* sistem diagramı	58
Şekil 3.6.	Şeker ve organik asit miktarlarının belirlenmesi için zeytinlere uygulanan aşamalar.....	61
Şekil 3.7.	Sarıulak çeşidi zeytin örneklerinin ekstraksiyonu.....	62
Şekil 3.8.	Toplam fenolik madde miktarlarının belirlenmesi için zeytinlere uygulanan işlemler.....	62
Şekil 3.9.	Örneklerin duyusal analizleri sunumu.....	67
Şekil 3.10.	Koku profil analiz formu.....	68
Şekil 3.11.	Lezzet profil analizi formu.....	69
Şekil 3.12.	Tercih (sıralama) testi.....	70
Şekil 4.1.	Fermantasyon sırasında toplam asitlikteki değişme.....	74
Şekil 4.2.	Fermantasyon sırasında pH'daki değişme	75
Şekil 4.3.	Fermantasyon sırasında zeytinlerin pH ve salamura toplam asitlik oranındaki değişim	78

Şekil 4.4. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında L^* değerlerindeki değişim	79
Şekil 4.5. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında a^* değerlerindeki değişim	80
Şekil 4.6. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında b^* değerlerindeki değişim	81
Şekil 4.7. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında hue değerlerindeki değişim	82
Şekil 4.8. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında ΔC değerlerindeki değişim	83
Şekil 4.9. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında renk değerleri	84
Şekil 4.10. Sofralık zeytinlerin toplam kuru madde miktarları (%)	85
Şekil 4.11. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında MRS agarda laktik asit bakterileri sayısındaki değişim	87
Şekil 4.12. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında M17 agarda laktik asit bakterileri sayısındaki değişim	89
Şekil 4.13. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında mezofil aerob bakteri sayısındaki değişim	91
Şekil 4.14. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında toplam maya sayım sonuçlarındaki değişim	92
Şekil 4.15. Sofralık zeytin fermantasyonun başında (0. gün), ortasında (60. gün), sonunda (128. gün) toplam betalain miktarlarındaki değişim (mg/kg)	116
Şekil 4.16. Sofralık zeytinlerin fermantasyon başında (0. gün), ortasında (60. gün), ve sonunda (128. gün) betanin miktarları (mg/kg)	118
Şekil 4.17. Sofralık zeytinlerin fermantasyon başında (0. gün), ortasında (60. gün), ve sonunda (128. gün) izobetanin miktarları (mg/kg)	118
Şekil 4.18. Sofralık zeytin fermantasyonun sonunda duyu analizi formu ile yapılan duyu analizi “Koku Profilleri”ne ait değerlendirme sonuçları	120
Şekil 4.19. Sofralık zeytin fermantasyonun sonunda duyu analizi formu ile yapılan duyu analizi “Renk Değerlerine”ne ait değerlendirme sonuçları	121
Şekil 4.20. Denemede kullanılan Sarıulak çeşidi zeytinleri (solda), fermantasyon sonunda spontan pozitif kontrol denemesine ait zeytinler (ortada) ve duyu analizi deseni (sağda)	121
Şekil 4.21. Sofralık zeytin fermantasyonun sonunda duyu analizi formu ile yapılan duyu analizi “Lezzet Profilleri”ne ait değerlendirme sonuçları	122

SİMGELER VE KISALTMALAR

A	: <i>Lactiplantibacillus</i> (eski adı <i>Lactobacillus</i>) <i>plantarum</i> ilaveli örnek
A _K	: Kontrolün absorbans değeri
A _Ö	: Örneğin absorbans değeri
a*	: Kırmızıya ve yeşile gidiş
AgNO ₃	: Gümüş nitrat
ADP	: Adenozin difosfat
ATP	: Adenozin trifosfat
B	: <i>Lactiplantibacillus</i> (eski adı <i>Lactobacillus</i>) <i>pentosus</i> ilaveli örnek
b*	: Sarıya ve maviye gidiş
BD	: Biyodinamik
C	: <i>Wickerhamomyces anomalus</i> (eski adı <i>Pichia anomala</i>) ilaveli örnek
C.	: <i>Candida</i>
°C	: Santigrat derece
CaCl ₂	: Kalsiyum klorür
CO ₂	: Karbondioksit
cm	: Santimetre
cfu	: Koloni oluşturan birim
D	: Dara
D	: <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> + <i>Lactiplantibacillus pentosus</i> + <i>Wickerhamomyces anomalus</i> ilaveli örnek
dk	: Dakika
DHEA	: Dehidroepiandrosteron
DPPH*	: 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
e	: Molar absorpsiyon katsayısı (L/mol cm)
E	: 1 mL 0,1 N NaOH eşdeğeri asit miktarı g.
EDA	: Dekarboksimetil elenolik asit
ENT	: Entegre
F	: Titrasyon çözeltisinin faktörü
F.	: Fermantasyon
g	: Gram
GLN	: Geleneksel
H	: Hidrojen
H ₂ O ₂	: Hidrojen peroksit
HPLC	: Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi

HSV-1	: Herpes simpleks virüs tip 1
HTrz	: Hidroksitirozol (3,4-dihydroxyphenyl ethanol)
Hue	: Renk tonu
KA	: Kurutma kabı ve kurutulmuş örnek ağırlığı (g)
K	: Spontan pozitif kontrol örneği
K ₂ CrO ₄	: Potasyum kromat
KM	: Kurumadde
m	: Metre
M	: Örnek miktarı
mg	: Miligram
MgCl ₂	: Magnezyum klorür
MS	: Kütle spektrometresi
kg	: Kilogram
kob	: Koloni oluşturan birim
<i>L.</i>	: <i>Lactiplantibacillus</i> (eski adı: <i>Lactobacillus</i>)
L	: Litre
l	: Küvet katman kalınlığı (1 cm)
LAB	: Laktik asit bakterileri
log	: Logaritma
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
MRS	: de Man, Ragosa Sharpe
MW	: Moleküler ağırlık
N	: Azot
<i>N</i>	: Normalite
NaCl	: Sodyum klorür
NaOH	: Sodyum hidroksit
nm	: Nanometre
PCA	: Plate Count Agar
PE	: Polietilen
PVC	: Polivinil klorür
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
RT	: Standartların alıkonma zamanları
S _C	: ΔC bileşenlerinin katsayısı
S _F	: Seyreltme faktörü

S_H	: Hue bileşenlerinin katsayısı
S_L	: ΔL bileşenlerinin katsayısı
SLAB	: Starter olarak kullanılan laktik asit bakterileri
SOLAB	: Starter olarak kullanılmayan laktik asit bakterileri
sp.	: Species (tür, tekil)
spp.	: Türler
subsp.	: Subspecies (alt tür, çoğul)
O	: Oksijen
ORG	: Organik
TAA	: Toplam antioksidan aktivite (%)
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
TF	: Toplam fenolik (mg/kg)
TKM	: Toplam kuru madde (%)
Trz	: Tirozol (2-(4-hidroksifenil)-etanol)
UV	: Ultraviyole
V	: Titrasyonda kullanılan örneğin hacmi (mL)
<i>W.</i>	: <i>Wickerhamomyces</i>
Y	: Spontan negatif kontrol örneği
α	: Alfa
β	: Beta
Δ	: Delta
ΔC	: Renk doygunluğu
ΔE	: Toplam renk değişimi
ΔH	: Hue değerlerindeki fark
ΔL	: Açıklık/koyuluk değerindeki fark (+= daha açık, -= daha koyu)
%	: Yüzde
$\pm$	: Standart sapma
$^{\circ}\text{C}$	: Santigrat derece
μL	: Mikrolitre
μm	: Mikrometre

1. GİRİŞ

Zeytingiller (Oleacea) familyasının bir üyesi olan zeytin, delice/yabani zeytin ağacı (*Oleaster*) ve zeytin (*sativa*) adıyla bilinen iki ayrı tür olarak varlığını sürdürmektedir. Zeytin ağacı ılıman-sıcak iklim ve kireçli toprakları severken; don, aşırı ısı farklılıkları ve kuraklık istemez (Boynudelik ve Boynudelik, 2012). Bu özellikleriyle zeytin 25-45⁰ kuzey ve 15-35⁰ güney enlemleri arasında yetiştiriciliği yapılan Akdeniz ikliminin tipik bir bitkisidir (Öztürk ve ark, 2020). Zeytinin (*Olea europaea* L.) anavatanı, Güneydoğu Anadolu Bölgemizin de içinde bulunduğu yukarı Mezopotamya'dır (Özilbey, 2020).

Yüzyıllardır önemini yitirmemiş olan zeytincilik, zeytin bitkisinin özel iklim isteği nedeniyle dünyada daha çok Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Tunus, Suriye, Fas, Fransa ve Portekiz) yapılmakta ve halen dünya zeytin ağaç varlığının yaklaşık %93'ü bu ülkelerde yer almaktadır. Dünyada günümüzde yaklaşık olarak 10,6 milyon hektar alanda zeytin yetiştirilmekte olup, 16,6 milyon ton zeytin üretimi yapılmaktadır (FAO, 2021). Ülkemizde, 2021/2022 sezonunda 450 bin ton seviyelerinde sofralık zeytin üretimi gerçekleşmiş olup, 2022/2023 sezonunda ise 605 bin tona yükselmiştir (Çizelge 2.3). Sofralık zeytin tüketimi ise 2020/2021 sezonunda 325 bin ton seviyelerinde gerçekleşmiş olup, 2021/2022 sezonunda 335 bin ton olması beklenmektedir (IOC, 2023).

Ülkemizde 90'ın üzerinde zeytin çeşidi bulunmaktadır (Aktan ve Kalkan 1999). Sariulak çeşidi zeytinler Mersin'in İçel, Tarsus, Erdemli, Gülnar; Adana'nın Seyhan, Kozan ve Yumurtalık İlçelerinde yetiştirilen Akdeniz bölgesinin zeytin çeşitlerinden biridir. Akdeniz bölgesindeki zeytin ağaçlarının yaklaşık % 6'sını oluşturmaktadır. Meyvesi orta büyüklükte, uzun silindirik olup verimi ise orta düzeydedir. Düşük sıcaklıktan zarar görmektedir. % 18-22 oranında yağ içerir. Siyah ve yeşil sofralık zeytin olarak değerlendirilmektedir. Tarsus Sariulak çeşidi zeytinlerin orijini Mersin ili Tarsus ilçesidir (Efe ve ark, 2014; Kaya 2017; Özkaya, 2008). Tarsus Sariulak çeşidi zeytinlerini diğer çeşitlerden ayıran en önemli özellik Tarsus yöresinde yetişen ve T.C. Tarım ve Orman Bakanlığınca sertifikalandırılmış ağaçlardan faydalanılarak, genellikle yama-göz aşısı veya çelikle köklendirme yöntemiyle elde edilmiş olmasıdır (Şekil 1.1). Verimi orta düzeydedir. Genellikle yeşil sofralık, nadiren siyah sofralık olarak değerlendirilir. Yağ rengi açık yeşilimsi-sarı renkli ve kuvvetli meyvemsi yapıdadır (Şekil 1.2). Ağaç yapısı oldukça kuvvetli olup yayvan bir taç oluşturur. Aşırı düşük sıcaklıklara hassastır (Çizelge 1.1). Bu çeşidin ağaç sayısının 2020 yılında T.C. Tarsus İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarına göre kapama bahçe halinde yaklaşık 100 bin adet olduğu belirlenmiştir. Ancak doğada kendiliğinden yetişen halk arasında delice olarak isimlendirilen yabani formlarının aşılansak kùltüre alınanlar ilave edildiğinde bu sayının toplam 500 bin adet civarında bulunduğu ifade edilmektedir. Tarsus'ta yaklaşık 2 milyon olan zeytin ağacı varlığının %25'ini Tarsus Sariulak çeşidinin oluşturduğu belirlenmiştir (Anonim, 2020c).



Şekil 1.1. Tarsus Sarıulak çeşidi zeytinin genel görünümü

Sofralık zeytin işlemenin temel amacı, meyvelerin kendi bileşiminde bulunan başlıca oleuropeinden kaynaklanan doğal acılığını ortadan kaldırmak ve ayrıca onları mikrobiyolojik bozulmalardan korumaktır (Garrido-Fernández ve ark. 1997). Oleuropein, yeşil zeytinlerde en çok bulunan fenolik bileşiktir ve meyvenin acı tadından ve zeytinin işlenmesinden önce tatsız olmasından sorumludur (Othman ve ark. 2009).



Şekil 1.2. Tarsus Sarıulak çeşidi zeytinin yeşil olum safhası

Çizelge 1.1. Tarsus Sariulak çeşidi zeytinin genel ve meyve özellikleri (Canözer, 1991).

Tarsus Sariulak çeşidi zeytinlerinin genel özellikleri	
Verimi	Orta düzeyde
Periyodisite Durumu	Periyodisite göstermektedir.
Çiçeklenme Dönemi	15 Nisan – 14 Mayıs
Döllenme Durumu	Bilinmemektedir.
Meyve Bağlama Dönemi	20 Mayıs – 20 Haziran
Yeşil Olum Dönemi	Ekim ayı
Siyah Olum Dönemi	Aralık ayı
Üretilme Şekli	Aşı ve yeşil dal çelikleri ile üretilebilir. (Çelikle köklenme kabiliyeti düşüktür, aşı ile çoğaltılır.
Etmenlere Karşı Duyarlılık	Isının kritik seviyeye düşmesi halinde sürgün, ince dal ve dalcıklarda kabuk çatlamaları, meyvelerde %90'a varan oranlarda kurumalara rastlanmaktadır.
Tarsus Sariulak çeşidi zeytinlerinin meyve özellikleri	
Şekil	Uzun silindirik
Boyuna Simetri	Simetrik
Enine Simetri	Simetrik
En Geniş Nokta	Ortaya yakın kısımda bulunmaktadır.
Omurga Oluşumu	Yok
Ucu	Yuvarlak, memesiz.
Sap Cebi	Orta büyüklükte ve derinlikte olup genellikle yuvarlaktır ve bazen mekik şeklindedir.

Zeytinin etli kısmı streoidleri, serebrozidleri, sülfolipidleri, mineral ve organik asitleri içermektedir. Bu organik asitler okzalik asit, sitrik asit, malik asit ve eser miktarda malonik asit, fumarik asit, tartarik asit, laktik asit, asetik asit, trikarbalik asitlerdir. Zeytin yaklaşık 30 adet fenolik bileşik içerir (Öztürk ve ark, 2020).

Kırmızı pancar ya da pancar kökü, pancar bitkisinin yumrusudur ve *Amaranthaceae* ailesindendir. Yılda bir veya iki kere hasat edilmektedir (Oerke ve ark, 2012). Kırmızı pancarın (*Beta vulgaris* var. *cruenta*) anavatanı Akdeniz Bölgesi olup, son zamanlarda popülaritesinin artışına bağlı olarak Avrupa, Amerika ve Asya'da da yaygın olarak yetiştirilmektedir. Kırmızı pancar geleneksel tıpta yüzyıllardır kullanılmakla birlikte suyu ve ekstraktı, gıda renklendiricisi ve kozmetiklere ham madde olarak da kullanılmaktadır. Pancarın doğal ilaç olarak kullanıldığına dair kayıtlar Roma dönemine kadar uzanmaktadır (Akan ve ark, 2019). Kırmızı pancar Dünya'nın birçok ülkesinde yetiştirilmektedir. Türkiye'de ise daha çok sahil şeritlerinde yetiştirilmektedir.

Üretimin ve tüketimin en fazla olduğu bölgeler Ege ve Marmara bölgeleridir, kısmen Akdeniz bölgelerinde de yetiştirilmektedir (Ravichandran ve ark, 2013; Özcan ve Bilek, 2018).

Kırmızı pancarın morumsu kırmızı rengi, betalamik asit içeren ve karyofilat (Caryophyllate) bitkilerinin karakteristiği olan indol türevi maddeler olan betalainler sınıfına ait farklı pigmentlerden oluşan doğal bir boyadır (Şekil 1.3). Kırmızı pancar, sarı ve kırmızı rengin kaynağı olan betalainlerce zengindir. Betalainler kırmızı renkli betasiyaninlerle sarı renkli betaksantinleri içermektedir. Kırmızı pancarın ana betasiyanini betanindir, diğerleri ise şunlardır; izobetanin, probetanin ve neobetanin. Betaksantinler, bitkilerde vulgaxanthin, miraxanthin, portulaxanthin ve indicaxanthin içeren sarı-turuncu pigmentlerdir. Betanin, kırmızı pancarda betalainlerin % 75-95'lik kısmını oluşturur ve gıda endüstrisinde renklendirici olarak (E162) kullanılır. Günümüzde, doğal gıda renklendiricisi olarak suda çözünen betalain, antosiyanin ve karminik asit ile yağda çözünen karotenoidler ve klorofiller kullanılmaktadır. Karotenoidler ve antosiyaninler üzerine çalışmalar çoğunluktadır. Ancak, zayıf asidik özellik gösteren ortamlarda (pH değeri 3-7 arasında) antosiyaninlerden daha stabil ve suda çözünürlüklerinin daha yüksek olması nedeniyle betalainlere olan ilgi giderek artmakta ve antosiyaninler yerine tercih edilebilmektedir. Özellikle pH değeri 3-7 arasında stabil bir yapıya sahip olan betalainler, asidik ve nötr gıdalarda doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır. Kırmızı pancarın, toz veya ekstraktları renklendirici olarak kullanıldığından ticari olarak öneme sahiptir. Gıda maddelerinde kullanılan renklendiricilerin saflık kriterleri tebliğine (No: 2002/27) göre kırmızı pancar köklerinin sulu ekstraksiyonu ile elde edilen ve farklı pigmentlerden oluştuğu ifade edilmektedir. Ülkemizde kırmızı pancar turşu ve şalgam üretiminde kullanılmaktadır. Soslar, çorbalar, tatlılar, reçeller, dondurma, jeller ve kahvaltılık çerezlere renk vermek amacıyla katılmaktadırlar (Ravichandran ve ark, 2013; Chandran ve ark, 2014; Özcan ve Bilek, 2018; Tomar ve Yıldırım, 2019; Ferrera, 2020).

Çizelge 1.2'ye göre, kırmızı pancarda en çok bulunan şeker sakkaroz olduğu, fruktoz ve glikozun ise çok küçük miktarlarda olduğu bildirilmiştir (Rodriguez-Sevilla ve ark, 1999; Bavec ve ark, 2010). Fermantasyonun başarılı bir şekilde ilerlemesi ve asitliğin yükselmesi için, %2'den düşük şeker içeriğine sahip zeytinlerden sofralık zeytin üretiminde salamura şeker ilavesi yapılması önerilmektedir (Özdemir, 2011).

Çizelge 1.2. Kırmızı pancarın şeker bileşimi (Bavec ve ark, 2010).

Bileşen	Miktar (g/100g)
Sakkaroz	1,89-2,93
Glukoz	0,03-0,10
Fruktoz	0,11-0,16
Toplam	2,10-3,16

Kırmızı pancarın bileşiminde yer alan diğer bir grup da organik asitlerdir. Çizelge 1.3'e göre, kırmızı pancarda en çok bulunan organik asit şikimik asit olup, sitrik, malik ve fumarik asitin ise az miktarlarda bulunduğu bildirilmiştir (Bavec ve ark, 2010).

Çizelge 1.3. Kırmızı pancarın organik asit dağılımı (Bavec ve ark, 2010).

Bileşen	Miktar (g/100g)
Sitrik asit	0,02-0,03
Fumarik asit	0,0000-0,0001
Malik asit	0,16-0,24
Şikimik asit	1,38-3,68
Toplam	1,57-3,94

Kırmızı pancar, antioksidan bileşiklerin zengin bir kaynağıdır. Kırmızı pancar önemli miktarda betalain ve fenolik bileşiklerin yanı sıra askorbik asit de içermektedir. Pancardaki betalainler, renklendirici özellikleri yanında sağlık üzerine olan pozitif etkileriyle de önem taşımaktadırlar. Pancarda bulunan betalain ve fenolik bileşiklerin antimikrobiyal, antitümör, anti inflamatuvar, antiviral ve sitotoksik ve hepatoprotektif özelliklere sahip olduğu önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Vulić ve ark, 2014; Swamy ve ark, 2014; Clifford ve ark, 2015; Gandía-Herrero ve ark, 2016; Cho ve ark, 2017). Pancar katkılı zeytin, yeşil zeytinin kırmızı pancarla birlikte fermente edilmesiyle doğal olarak pembe renk almasıyla oluşmaktadır (Şekil 1.3). Pancar katkılı zeytin diğer sofralık zeytin çeşitlerine göre çok daha farklı bir damak tadı vermektedir (Anonim 2019).



Şekil 1.3. Kırmızı pancar katkılı zeytin (Anonim 2019)

Çizelge 1.4'e bakıldığında, kırmızı pancarın mineraller bakımından zengin olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle potasyum içeriğinin diğer besin öğelerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca yapısında bulunan nitrat, karotenoidler, askorbik asit, fenolik maddeler ve betalainler sağlık açısından önemli bileşenlerdir ve bu bileşenler kırmızı pancarın beslenmedeki önemini de arttırmaktadır (Özcan ve Bilek, 2018). Kırmızı pancarın fenolik asit içermesi ve

antioksidan aktiviteleri yüksek olan galik asit ve kafeik asitçe zengin olmasından dolayı yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıkan hastalıklara karşı da korunma sağladığı bildirilmiştir. Ayrıca önemli seviyede, antialerjik özelliğiyle bilinen kuersetin içermektedir (Ravichandran ve ark, 2013; Özcan ve Bilek, 2018). Kırmızı pancarın sahip olduğu betalainlerin ve diğer fenolik maddelerin lipid oksidasyonunu azaltıcı etkisinin olduğu ve betalainlerin DNA zincir parçalanmasını azalttığı bilinmektedir. Yapısındaki nitrit ve nitratların indirgenmesi sonucu oluşan nitrozaminler sebebiyle hücre mutasyonlarını azaltma potansiyeli, antioksidan kapasitesi sayesinde ise kalp ve damar hastalıklarını önleme etkisi olduğu belirlenmiştir. Nitratlar ayrıca atletik performansı artırır, oksijen tüketimini azaltır ve laktik asit oluşumunu engeller. Kırmızı pancar suyu tüketimi, kas verimliliğini artırarak, çeşitli mesafelerde performansı iyileştirerek, hipoksinin kardiyorespiratuvar dayanıklılık üzerindeki ergolitik etkilerini hafifleterek sporculara kardiyorespiratuvar dayanıklılığı artırmaktadır. Kırmızı pancar suyu bu olumlu etkileri göz önünde bulundurularak kronik obstrüktif akciğer hastalığı, hipertansiyon, kalp yetmezliği olan hastalarda terapötik destek takviyesi olarak önerilmiştir (Ravichandran ve ark, 2013; Özcan ve Bilek, 2018).

Çizelge 1.4. Kırmızı pancarın besin içeriği ve miktarları (Özcan ve Bilek 2018)

Besin İçeriği	Miktar (100g'da)
Karbonhidrat	9.56 g
Yağ	0.17 g
Protein	1.61 g
Lif	2.80 g
Sodyum	78 mg
Potasyum	325 mg
Magnezyum	23 mg
Kalsiyum	16 mg
Fosfor	40 mg
C vitamini	4.9 mg

Sebzelerin çoğu, uygun sıcaklıkta yeterli süre salamura içerisinde bırakıldığında floralarında bulunan LAB ve mayalar tarafından doğal olarak fermentasyona uğrarlar. Ancak, doğal olarak fermente edilmiş sebzelerde renk ve aroma kaybı, yumuşama gibi problemler meydana gelebilmektedir (Tangüler, 2010). Sofralık zeytin laktik asit fermentasyonu sonucunda üretilen önemli fermente bir gıdadır. Ülkemizde sofralık zeytin fermentasyonu genellikle spontan bir şekilde yürütülmektedir. Bu durum, üretim alanı ve üretilen zeytin miktarı bakımından dünyanın en önemli ülkelerinden biri olmamıza rağmen sofralık zeytin ihracatında gerekli payı alamamamıza neden olmaktadır. Fermentasyonda karşılaşılabilecek dezavantajların önlenmesi, optimum şartların sağlanabilmesi ve kaliteli sofralık zeytin üretimi için starter kültür kullanımı

önerilmektedir (Özdemir, 2011). Çeşide ve prosese bağlı olarak starter kültür aşılama oranı değişmekle birlikte, genellikle %1 civarındadır. Aşılanan mikroorganizmaların salamuradaki son konsantrasyonu 10^6 - 10^7 kob/mL arasındadır (Erten ve ark, 2016). Starter kültür ilavesi sırasında fermantasyonun gelişimine yardımcı olan faktörler; %0,1 laktik veya %0,5 sitrik asit ilavesi, pH değerinin 5,0-5,5 aralığına getirilmesi, tuz oranının %4-6,5 aralığında tutulması, ortam sıcaklığının 18 °C'den az olmaması, %2'den az şeker içeriğine sahip ise şeker ilavesi ve inokülasyon öncesi zeytinlerin salamurada bekleme süresinin yeterliliği olmaktadır (Akyar, 2008; MEGEP, 2008; Randazzo ve ark, 2010; Özdemir, 2011).

Sofralık zeytin fermantasyonunda en fazla tercih edilen iki tür ise *L. plantarum* ve *L. pentosus*'tur (Botta ve Cocolin, 2012). Uygun starter kültür, düşük sıcaklıklarda gelişme, hızlı asit üretme, yüksek asitlik, düşük pH, yüksek tuz koşullarını ve antimikrobiyal bileşikler tolerans edebilme; minimum besin gerektiren, bakteriyofajlara dirençli, pektinolitik olmayan, farklı karbonhidrat substratlarını fermente eden bazı özelliklere sahip olmalıdır. *L. plantarum* suşları, sebze fermantasyonları için uygun starter kültürleridir ve ticari olarak salatalık, lahana ve sofralık zeytinlerin fermantasyonunda kullanılır (Erten ve ark, 2016). Starter kültür hızlı asit üretimi ile bozulma yapan ve patojen mikroorganizmaların gelişmesini engelleyerek son ürün güvenliğinin sağlanmasında katkıda bulunur. *L. pentosus* gibi starter kültür kullanımı acılığa sebep olan oleuropein hidrolizini hızlandırırken, raf ömrünün de uzamasına katkıda bulunur. Ayrıca starter kültür kullanımının organoleptik özellikleri geliştirdiği de bilinmektedir.

Zeytinin çok tüketilen ve farklı alanlarda değerlendirilebilen sağlıklı bir ürün olması nedeniyle albenisinin artırılması önem taşımaktadır. Kırmızı renkli olarak kahvaltıda, sandviçlerde, salatalarda, mezelerde karşımıza çıkabilecek olan fermente zeytin, çocukların da çok hoşuna giden ve severek tüketecekleri bir seçenek olarak sunulabilmektedir (Erbay ve ark, 2010).

Ülkemizde, sofralık zeytin üretiminde starter kültür ilavesi ile ilgili yapılmış araştırmalar mevcut iken sofralık yeşil zeytin üretiminde kırmızı pancar ve starter kullanımının zeytin fermantasyonu ve kalite üzerine etkisi ile ilgili yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı;

- ✓ Tarsus Sarıulak çeşidi zeytinlerin kırmızı pancar ile fermente edilmesi sonucu elde edilen pancar katkılı zeytinlerin olgunluk durumunu, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerini belirlemek,
- ✓ Pancar katkılı zeytinlerin üretiminin elverişlilik durumunu ortaya koymak,
- ✓ Pancar katkısının zeytin fermantasyonuna ve fermantasyon sonrası ürüne olan etkisini belirlemek,
- ✓ Pancar katkılı zeytinlerin üretiminde starter kültür ilavesinin zeytin fermantasyonu ve ürün kalitesi üzerine etkisini belirlemektir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Zeytin

Zeytin, zeytingiller (*Oleacea*) familyasındandır. Bu familyanın birçok cinsi vardır. Zeytinin dünyada 27 türü, 600 civarında da varyetesi vardır (Efe ve ark, 2013). Oleacea familyasındaki *Olea* cinsine ait türlerin farklı kromozom sayıları ve büyüklüklerine sahip olmasının zeytinde çeşitliliğe neden olduğu düşünülmektedir (Tokuşoğlu, 2010). *Olea* cinsinin 20’den fazla türü vardır. *Olea*’nın en önemli türü olan zeytin, *Olea europaea*’dır ve bunun da iki alt türü vardır (Çizelge 2.1).

Alt tür *Olea europaea sativa* (Kültür zeytini)

Alt tür *Olea europaea oleaster* (Yabani zeytin, delice) (Aktan ve Yıldırım, 2012).

Çizelge 2.1. Ülkemizde yetişen zeytinin bilimsel sınıflandırılması (Efe ve ark, 2013)

Alem	Plantae (Bitkiler)
Bölüm	Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)
Sınıf	Magnoliopsida (İki çenekliler)
Takım	Lamiales
Familiya	Oleaceae (Zeytingiller)
Cins	<i>Olea</i>
Tür	<i>Olea europaea</i>
Binominal adı	<i>Olea europaea</i> L.

Zeytin, dünyada tarımı yapılan en eski ağaç türleri arasında yer almaktadır. Zeytinin gerçek atası tam olarak bilinmemesine karşın *Oleaster olea Sylvestris*’in tarımı yapılan en eski zeytin türü olduğu bilinmektedir. Bu tür yabani olarak Kuzey Afrika, Portekiz, Güney Fransa, İtalya, Türkiye ve Hazar denizi kıyılarında yetişmektedir (Özkaya ve ark, 2009). Küçük meyveli, yabani zeytinin (*Olea europaea oleaster*) milattan on bin yıl öncesi Doğu Akdeniz havzasının bir parçası olduğu bilinmektedir (Şekil 2.1). Diğer taraftan, uluslararası saygınlığa sahip Dünya Zeytin Ansiklopedisi’ne göre kültüre alınmış zeytin (*Olea europaea sativa*)’nin de yaklaşık 6000 yıl önce Anadolu’da mevcut olduğu kabul edilmektedir (Ünsal, 2008; Efe ve ark, 2013) (Çizelge 2.2).

Zeytin asırlardır insanların başlıca gıda ve gelir kaynağı olmuştur. Son yıllarda dünyada sağlıklı ve dengeli beslenme alışkanlıkları yanında uzun yaşamaya olan ilginin artması, insanların zeytin ve zeytinyağı tüketimini artırmıştır. Ülkemizde vazgeçilmez kahvaltılık gıda olan zeytin, birçok yemekle birlikte bilhassa salataların yanında değerlendirilen ve sağlığa olumlu katkıları nedeniyle tercih edilen, besleyici özellikte bir Akdeniz meyvesidir. Bu ürün, sofralık siyah ve yeşil zeytin olarak hazırlanıp muhtelif şekilde tüketiciye sunulmaktadır (Tokuşoğlu 2010).



Şekil 2.1. Zeytin (*Olea europaea* L) (Anon., 2022).

Zeytin ağacı, yaklaşık olarak 2-10 metre arasında boylanabilmektedir. Genellikle ömürleri 300-500 yıl kadardır, ancak 2000 yıl yaşayabilen dayanıklı türleri de vardır. Gövde genişliği 40-50 cm olabilmektedir. Bu genişlikteki gövde çürümeye karşı oldukça dayanıklıdır. Bir kök parçası veya küçük bir sürgünü yeni bir zeytin ağacı oluşumu için yeterli olmaktadır. Herdem yeşil bitkilerden olan zeytinin gövdesi genelde geniş kıvrımlı ve açık bej renkte olup ileri yaşta çatlamış gibi bir görünüme sahiptir. Yaprakları kısa saplı, karşılıklı dizilmiştir. Yaprığın ömrü 2-3 yıldır. Dökülen yaprakların yerine yenisi çıktığından sürekli yeşil görünümlüdür. Bitkinin çiçeklenme dönemi iklim şartlarına ve bölgelere göre değişmekle beraber Nisan-Mayıs aylarına denk gelmektedir. Çiçekleri 2-4 mm boyunda, kremi beyaz renkli, küme halinde veya çoğunlukla salkım halindedir. Her salkımda 5 ila 65 adet çiçek oluşabilmektedir. Çiçek salkımında 3-5 bazen de 1 adet meyve oluşur. Zeytin ağacının meyveleri önceleri yeşil renktedir. Ekim-Kasım aylarında olgunlaşarak meyveler morumsu ve siyah bir renk almaktadır. Ağustos ayı itibarıyla zeytin danelerinde yağ oluşumu başlamaktadır. Meyvenin olgunluğu arttıkça yağ oranı da çoğalmaktadır (Karabina ve ark, 2016; Öztürk ve ark, 2020). Zeytin ağacı Dünya’da 30⁰-45⁰ kuzey ve güney enlemleri arasındaki alanlarda yayılma göstermektedir (Özilbey, 2020).

Zeytin çiçeklerinin oluşumlarını tamamlayabilmeleri için zeytin ağacının belli bir süre boyunca soğukta kalması gerekir, buna soğuklama ihtiyacı denir. Ancak belli bir sıcaklığın altında çok uzun süre kalırsa, donarak ölür. Doğru sıcaklığın sağlıklı bir zeytin ağacı yetiştirmek için yeterli olduğu söylenemez zira, yağış kilit bir unsurdur. Zeytin ağacı için ideal yağış rejimi kışın bol, yazın daha az yağmur yağması istenir. Bu nedenle de Akdeniz Bölgesi iklimi uygundur (Blatchly ve ark, 2020). Günümüzde Dünya zeytin üretiminin dağılımı Şekil 2.2’de verilmiştir.

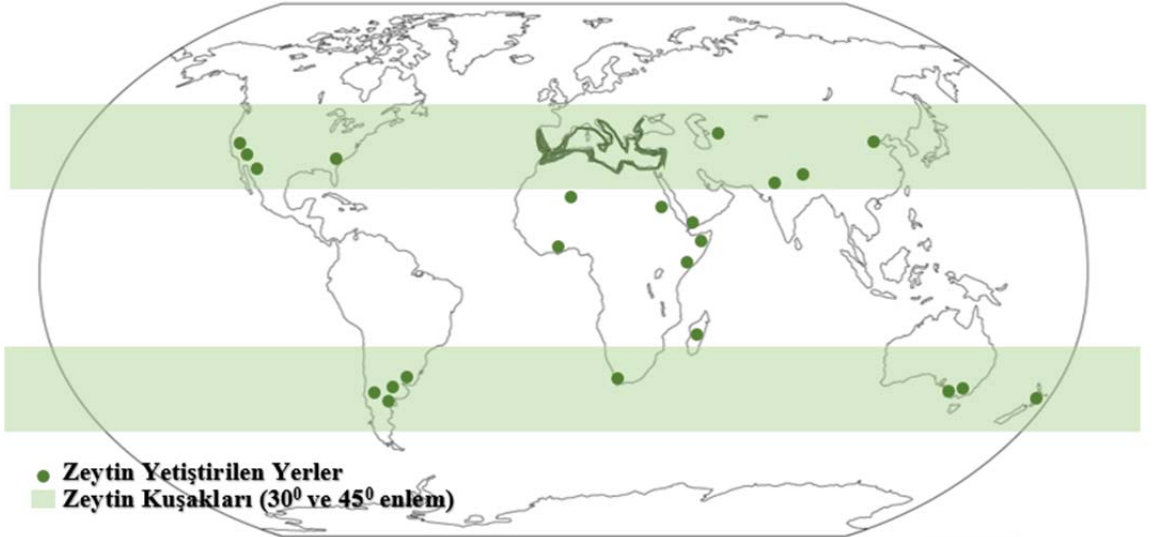
Çizelge 2.2. Oleaceae familyası altındaki cinsler ile Olea cinsi altındaki türler ve *Olea europaea* türü altındaki bazı yerli çeşitler (Özkaya ve ark, 2009)

Oleaceae familyası altındaki bazı cinsler	Olea cinsi altındaki bazı türler	<i>Olea europaea</i> türü altındaki bazı yerli çeşitler
Abeliophyllum	<i>Olea brachiata</i>	Ayvalık
Chionanthus	<i>Olea capensis</i>	Büyük Topak Ulak
Comoranthus	<i>Olea caudatilimba</i>	Çakır
Dimetra	<u>Olea europaea- Zeytin</u>	Çekişte
Fontanesia	<i>Olea exasperata</i>	Çelebi
Forestiera- Bataklik kurtbağrı	<i>Olea guangxiensis</i>	Çilli
Forsythia- Altınçanak	<i>Olea hainanensis</i>	Derik Halhalı
Fraxinus- Dişbudak	<i>Olea laxiflora</i>	Domat
Haenianthus	<i>Olea neriifolia</i>	Edincik Su
Hesperelaea	<i>Olea paniculata</i>	Erkence
Jasminum-Yasemin	<i>Olea parvilimba</i>	Gemlik
Ligustrum- Kurtbağrı	<i>Olea rosea</i>	İzmir Sofralık
Menodora	<i>Olea salicifolia</i>	Kalembezi
Myxopyrum	<i>Olea tetragonoclada</i>	Kançebe
Nestegis	<i>Olea tsoongii</i>	Karamürsel Su
Noronhia	<i>Olea undulata</i>	Kilis Yağlık
Notelaea		Kiraz
Nyctanthes		Manzanilla
<u>Olea- Zeytin</u>		Memecik
Osmanthus-Osmanthus		Memeli
Phillyrea-Akçakesme		Nizip Yağlık
Picconia		Samanlı
Priogymnanthus		Sarı Haşebi
Schrebera		<u>Sarıulak</u>
Syringa-Leylak		Saurani
		Tavşanyüreği
		Uslu
		Yağ Çelebi

Fermantasyon ürünleri içinde sofralık zeytinin ayrı bir yeri vardır. “Türk Gıda Kodeksi Sofralık Zeytin Tebliği”nde (No: 2008/24) Sofralık Zeytin; “*kültüre alınmış zeytin ağacı (Olea europaea) meyvelerinin tekniğine uygun olarak acılığı giderilip, fermantasyona tabi tutularak veya doğrudan, gerektiğinde laktik asit veya diğer katkı maddeleri ilâve edilerek pastörizasyon veya sterilizasyon işlemine tabi tutulan veya tutulmadan elde edilen ürün*” olarak tanımlanmıştır.

Zeytin hasadı, Ekim-Kasım aylarında başlamakta, bazı yıllar Mart ayına kadar devam etmektedir. Yeşil zeytinler Ağustos ayı sonu ile Kasım ayının ilk yarısına kadar olan süre içinde olgunlaşmaktadır (Tokuşoğlu, 2010). Zeytin, hasattan hemen sonra tadında acılık olduğu için taze olarak tüketilememektedir. Öncelikle bu acı tadın giderilmesi ve tüketime uygun hale gelmesi gerekmektedir. Zeytine acılık tadı veren başlıca bileşik, içeriğinde bulunan “Oleuropein”dir. “Oleuropein”, zeytin olgunlaştıkça miktarı azalan fenolik yapıda bir bileşiktir (Susamcı ve ark, 2011). Sofralık zeytin, çeşitli zeytinlerden elde edilebilmektedir. (Garrido-Fernández ve ark. 1997). Yeşil ve siyah sofralık zeytinlerin fermantasyonu laktik asit bakterileri (LAB) ve mayaların bir arada olduğu bir süreçtir. Zeytinlerde bulunan LAB, ağırlıklı olarak *L. plantarum*,

Lacticaseibacillus (eski adı *Lactobacillus*) *casei*, *Leuconostoc mesenteroides* gibi türlere aittir (Pino ve ark, 2019). Mayalar, yalnızca vitaminler, amino asitler ve pürinler gibi spesifik bileşikler üretemez, aynı zamanda LAB'nin büyümesi için çok önemli olan hidrokarbonları üretir. Bu sinerjistik simbiyoz, kontrollü ve kararlı bir fermantasyonun gelişimi için önemlidir (Bonatsou ve ark, 2017).



Şekil 2.2. Günümüzde Dünya zeytin üretiminin dağılımı

2.2. Dünya’da ve Türkiye’de Zeytincilik

Dünya üzerinde orta kuşakta ve Akdeniz ikliminin hakim olduğu sahalarda yetişen zeytin, ülkemizin de içinde yer aldığı Akdeniz ülkelerinde (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Fransa, Portekiz, Fas, Tunus ve Cezayir) yaklaşık 10 milyon hektar alan düzeyindedir ve tarımsal aktivitelerin en önemlilerinden biri kabul edilir (Arsel ve ark, 2006; TEPGE, 2021b).

Zeytinin yetiştiği ülkeler Türkiye, Kuzey ve Güney Kıbrıs, Yunanistan, Arnavutluk, Hırvatistan, Karadağ, Slovenya, İtalya, Malta, Fransa, İspanya, Portekiz, Kuzey Afrika’da Mısır, Fas, Tunus, Cezayir, Akdeniz’in doğusunda Suriye, Ürdün, Lübnan, Filistin, İsrail, Akdeniz havzası dışında Afganistan, Pakistan, Avustralya, Amerika Birleşik Devletleri (Kaliforniya), Arjantin, Peru ve Şili’dir (Çizelge 2.4). Dünya’da 2022-2023 sofralık zeytin üretiminde Türkiye ilk sırada gelmektedir, onu İspanya ve Yunanistan takip etmektedir (Çizelge 2.3).

Dünyada dane zeytin üretimi son on yılda artış eğiliminde olmakla birlikte bazı yıllarda periyodisite, hastalık ya da doğal koşullardan dolayı üretimde dalgalanmalar belirlenmiştir. Dane zeytin üretiminde en yüksek payı olan ilk beş ülke; İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye ve Fas’tır (TEPGE, 2021a).

Dünya sofralık zeytin tüketimi 2015-2021 yılları arasında, yaklaşık 2,5 milyon tondan 2,97 milyon tona yükselmiş, altı sezonun ortalamasına göre tüketim yaklaşık 2,79 milyon ton olarak

gerçekleşmiştir. Dünya sofralık zeytin üretimi ise 2017-2021 yılları arasında %18,9'luk bir düşüşle 3,28 milyon ton seviyelerinden 2,66 milyon ton seviyelerine inmiştir (IOC, 2023).

Çizelge 2.3. Dünya sofralık zeytin üretimi (üretim x1000 ton) (IOC, 2023)

	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	Ort.	2022/23	Ort.(%)	Dünya(%)
Dünya	2950	2961	2838	2886	2908	3100	%6,6	%100
IOC üyeleri	2596	2602	2558	2588	2586	2792	%8,0	%90,1
Avrupa Birliği	859	771	881	928	860	860	%0,0	%27,7
İspanya	591	458	546	659	564	449	%-20,3	%14,5
Yunanistan	199	222	230	175	206	315	%52,5	%10,2
İtalya	40	60	83	62	61	62	%1,8	%2,0
Portekiz	22	25	16	20	21	22	%6,3	%0,7
Diğer IOC üyeleri	1737	1831	1677	1660	1726	1932	%16,4	%62,3
Türkiye	423	414	360	450	412	605	%46,9	%19,5
Mısır	600	650	650	500	600	600	%0,0	%19,4
Cezayir	300	327	272	302	300	298	%-0,8	%9,6
Fas	130	135	130	130	131	128	%-2,5	%4,1
Arjantin	80	80	78	78	79	71	%-10,1	%2,3
İran	77	62	62	56	64	81	%26,3	%2,6
Ürdün	24	42	28	30	31	30	%-2,0	%1,0
Tunus	23	36	20	24	26	26	%1,0	%0,8
Arnavutluk	24	30	28	30	28	34	%20,9	%1,1

Günümüzde Dünya'da en az 1250 zeytin çeşidi olduğu tahmin edilmektedir. Zeytin çeşitlerinin özellikleri nerede ve nasıl yetiştiğine göre değişiklik gösterir. Dayanıklı ağaçlar soğuğa, kuraklığa, zararlılara ve hastalıklara karşı dirençlidirler ama daha az meyve verirler. Ülkelere göre yaygın bazı zeytin çeşitleri Çizelge 2.4'te verilmiştir (Blatchly ve ark, 2020).

Çizelge 2.4. Ülkelere göre yaygın zeytin çeşitlerinden bazıları (Blatchly ve ark, 2020).

Ülke	Çeşit	Notlar
İspanya	Picual	Yeşil, kendine has yakıcılık, tatlı
	Arbequina	Küçük boy, kahverengi, verimli
	Arbosana	Yüksek verim, sık dikime çok uygun
	Hojiblanca	Acı yağ
	Manzanilla	Küçük boy, morumsu yeşil, oval şekilde, verimsiz
İtalya	Frantoio	Kalıcı meyvemsilik, verimsiz
	Leccino	Yumuşak tatlı yağ, verimsiz
	Coratina	verimsiz
	Nocellara del Belice/ Castelvetrano	Büyük boy meyve, tereyağını andıran lezzet
	Pendolino	Orta irilikte, hafif meyvemsi yağ, evrensel tozlayıcı
Yunanistan	Koroneiki	Küçük alacalı meyve, yüksek verim, kalite, sık dikime çok uygun
	Kalamata	Büyük, siyah
	Thassos	Küçük, yeşil, ağaçta olgunlaşma
	Olympia	Çok acı yağ
Fransa	Picholine	Yeşil, orta boylu, yağda hafif fındık lezzeti
Türkiye	Ayvalık/Edremit	Mor, yağ oranı yüksek, dayanıklı, kendine has bir aroma, tozlayıcı
	Gemlik	Orta irilikte, verimli, soğuğa karşı kısmen dayanıklı
	Memecik	Dayanıklı, yağ oranı yüksek, meyvemsi aroma
	Erkence Hurma	Ağaçta olgunlaşma
	Delice (aşısız)	Yabani, minik, 2016 NYOOC’da altın madalya
Malta	Bidni	Canlı mor renk
İsrail	Barnea	Yüksek verim, zararlıya dayanıklı, yeşil yaprak tadı
Tunus	Chemlali	Kuraklığa dirençli, soğuğa dayanıklı, kendine verimli
ABD	Ascola	Soğuğa dayanıklı
	Mission	Büyük siyah, İspanyol misyonerler tarafından kıtaya getirilmiş

Dünya’da yağlık zeytin çeşitlerinin çoğu Akdeniz ülkelerinde üretilmektedir. Uygun tarımsal iklim koşullarında bu zeytinler; yüksek düzeyde üretkenlik, uyarlanabilirlik ve duyuşal özelliklerden (tat ve aroma) sorumlu yağ, fenol madde ve diğer bileşenleri içerirler. Zeytinyağı üretiminde kullanılan bazı birincil zeytin çeşitleri Çizelge 2.5’te verilmiştir (Kiritakis ve ark, 2018).

Çizelge 2.5. Dünyada birincil yağlık zeytin çeşitleri (Kiritsakis ve ark, 2018).

Çeşit	Yağ (%)	Soğuğa Dayanıklılık	Meyve Büyüklüğü	Polifenol İçeriği	Menşei
Arbequina	22–27	Dayanıklı	Küçük	Düşük	İspanya
Aglandau	23–27	Dayanıklı	Orta	Orta	Fransa
Barnea	-----	Hassas	Orta	Orta	İsrail
Bouteillan	20–25	Dayanıklı	Orta	Orta	Fransa
Chemlali	26–28	-----	Çok küçük	Yüksek	Tunus
Coratina	23–27	Dayanıklı	Orta	Çok yüksek	İtalya
Cornicabra	23–27	Dayanıklı	Orta	Çok yüksek	İspanya
Frantoio	23–26	Hassas	Orta	Orta-yüksek	İtalya
Farga	23–27	Dayanıklı	Orta	Orta	İspanya
Koroneiki	24–28	Hassas	Çok küçük	Çok yüksek	Yunanistan
Leccino	22–27	Dayanıklı	Orta	Orta	İtalya
Mastoidis (Tsounati)	28–35	Dayanıklı	Çok küçük	Çok yüksek	Yunanistan
Maurino	20–25	Dayanıklı	Orta	Yüksek	İtalya
Pendolino	20–25	Dayanıklı	Orta	Orta	İtalya
Picudo	22–24	Dayanıklı	Büyük	Düşük	İspanya
Picual	24–27	Dayanıklı	Orta	Çok yüksek	İspanya
Picholine	22–25	Ilıman	Orta	Yüksek	Fransa
Taggiasca	22–27	Hassas	Orta	Düşük	İtalya

Türkiye'de zeytin üretimi Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz'de yoğunlaşmış durumdadır (Özkaya ve ark, 2009). Gümrük ve Ticaret Bakanlığı (2020)'na göre, Tüm dünyada 900 milyon ağaçtan % 98'i Akdeniz çanağında yer almaktadır. Türkiye'de Aydın, İzmir, Muğla, Balıkesir, Bursa, Manisa, Çanakkale, Gaziantep ve Mersin önemli zeytin üretimi yapılan illerdir. Ege, Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ise önemli zeytin üreten bölgelerdir. Zeytin sektörüne yönelik uygulanan strateji çerçevesinde AB ve Tunus'tan sonra zeytinyağında dünyada üçüncü sıraya yükselen Türkiye'nin, sofralık zeytinde İspanya ve Mısır'ı takiben üçüncü sıradaki konumunu sürdürmekte olduğu bildirilmektedir. Türkiye'nin bölgelerinde yetiştirilen başlıca zeytin çeşitlerinden bazıları Çizelge 2.7'de verilmiştir (Erten ve ark, 2016).

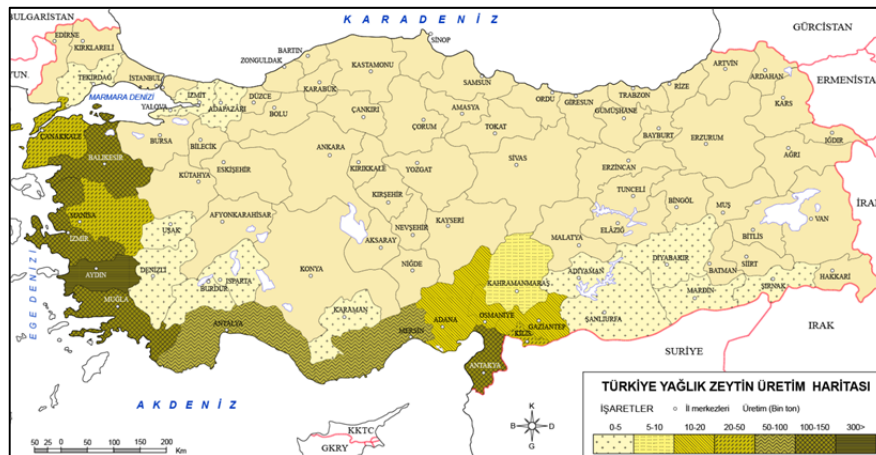
“*Türkiye Cumhuriyeti*”nin kuruluş yıllarında 20 milyon adet olan zeytin ağacı varlığı, yüce “*Atatürk*”ün katkıları ile “*Kanun*”laştırlarak güvence altına alınmış ve ilk 50 yıl içerisinde, ülkemizde toplam 55 milyon adet zeytin ağacı dikilmesi sağlanmıştır. 1973 yılında ağaç sayısı olarak 75 milyon adet’e ulaşan zeytin varlığımız, 1990’lı yılların sonuna kadar muhtelif sebeplerle ihmal edilmiş ve 2000’li yıllarda tekrar ivme kazanmıştır. 2001 yılında ağaç sayısının 90 milyon

olduğu belirlenmiştir. Son 20 yılda dikilen zeytin ağacı sayısı ise yaklaşık 89 milyon adet olarak tespit edilmiştir.

Zeytinin, Dünyada toplam üretimi yaklaşık 20 milyon tondur. Bunun %98'i yaklaşık takriben 10,5 milyon hektar alan üzerinde, Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerden elde edilmektedir. Ülkemizde zeytin ağacı sayısı 2020 yılı verilerine göre, kapama ve dağınık olmak üzere yaklaşık 939601 hektar alan üzerinde toplam 187920323 adete ulaşmıştır. 2020-2021 yılı üretim döneminde 1365362 ton dane zeytin hasadı yapıldığı, bunun 907976 tonu yağlığa, 457386 tonu sofralığa ayrılarak, toplam 177689 ton zeytinyağı elde edildiği belirlenmiştir (Şekil 2.3). Türkiye'de 164218243 adet meyve veren ağaçtan ortalama 9,92 kg/ağaç ürün alındığı hesaplanmıştır. Zeytinlerimizin %12,61'i olan 23702080 adet ağaç ise henüz meyve vermemektedir. Ülkemizde 2011-2021 yılları arasında üretilen zeytin miktarları Çizelge 2.6'da verilmiştir (TÜİK, 2021).

Çizelge 2.6. Ülkemizde zeytin üretimi 2011-2021 (TÜİK, 2021).

	Ağaç sayısı (Bin)			Üretim (Ton)		
	Toplam	Meyve veren	Meyve vermeyen	Toplam	Sofralık	Yağlık
2011	154611	117942	36669	1750000	550000	1200000
2012	157061	120821	36240	1820000	480000	1340000
2013	167030	129161	37869	1676000	390000	1286000
2014	168997	140712	28285	1768000	438000	1330000
2015	171992	144760	27232	1700000	400000	1300000
2016	173785	147430	26355	1730000	430000	1300000
2017	174594	148263	26331	2100000	460000	1640000
2018	177843	151069	26774	1500467	426995	1073472
2019	182076	154037	28039	1525000	415000	1110000
2020	187163	159382	27781	1316626	513140	803486
2021	188679	157850	30829	1738680	555833	1182847



Şekil 2.3. Türkiye yağlık zeytin üretimi (Anonim, 2020a).

“Akdeniz Bölgesi”nde zeytincilik, özellikle geçit yörelerde yoğunlaşmıştır. 2020 yılı verilerine göre, Türkiye zeytin ağacı varlığının % 24,20’si, toplam zeytin üretiminin % 23,40’ı ve zeytinyağı üretiminin ise % 28,44’ü “Akdeniz Bölgesi” tarafından karşılanmaktadır. Adana, Antalya, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye olmak üzere 6 il’de, bugünkü tarih itibarıyla toplam 45487592 adet zeytin ağacı varlığı tespit edilmiştir. 38810617 adet meyve veren ağaçlardan ortalama 11,04 kg/ağaç ürün alındığı hesap edilmektedir. Toplam ağaç sayısının % 85,32’si meyve veren, ağaç sayısının % 14,68’i olan 6676975 adet ağacın ise henüz meyve vermediği göz önüne alındığında “Akdeniz Bölgesi”nin, ülkemizde zeytin ve zeytinyağı üretiminde Ege Bölgesi’nden sonra en büyük potansiyele sahip olduğu anlaşılmaktadır. 2020 yılı sonu itibarıyla 319622 ton zeytin hasadı yapıldığı belirlenen bölgemizde 83.126 ton sofralık ve 236.496 ton yağlık zeytin ile toplam 50546 ton zeytinyağı elde edildiği belirlenmiştir (IOC, 2023). Çizelge 2.7’de görüldüğü gibi ülkemizde bölgelere göre yer alan çeşit isimleri oldukça fazladır.

Çizelge 2.7. Türkiye'nin bölgelerinde yetiştirilen başlıca zeytin çeşitleri (Erten ve ark, 2016).

Bölge	Çeşit
Ege	Gemlik
	Memeli
	Memecik
	Ayvalık
	Domat
	Uslu
	Yamalak
	Çilli
Marmara	Manzanilla (İspanyol Çeşit)
	Gemlik
	Edremit
	Edincik Su
	Karamürsel Su
	Samanlı
Akdeniz	Tavşan Yüreği
	Sarıulak
	Kan Zeytini
	Gemlik
Güneydoğu	Halhalı
Anadolu	Kan Çelebi
	Eğriburun

Adana’da, 1995 yılından günümüze kadar en çok 2005 ve 2006 yıllarında zeytin fidanı dikildiği tespit edilmiştir. 2005 yılında 659650 adet ve 2006 yılında ise 640000 adet fidan dikimi yapılmıştır. 2020-2021 yılı üretim döneminde, Adana ilinde yaklaşık 26667 hektar alan üzerinde 3753395 adet meyve veren ve 38056 adet meyve vermeyen olmak üzere toplam 3.791.451 adet zeytin ağacı olduğu belirlenmiştir. Ağaç başına 14,25 kg zeytin verimi ile 29233 ton sofralık 26499 ton yağlık zeytin olmak üzere 2020 yılı sonu itibarıyla, toplam 55732 ton zeytin hasadı yapılmış olup yağlık zeytinlerin sıkılmasıyla 5889 ton zeytinyağı elde edildiği tespit edilmiştir. Zeytin üretiminin % 19,07’si (10631 ton) Karaisali, % 15,58’i (8687 ton) Kozan, % 15,34’ü (8552 ton) Ceyhan, % 13,23’ü (7373 ton) Sarıçam, % 12,14’ü (6765 ton) Yumurtalık, % 7,75’i (4320 ton) İmamoğlu, % 7,02’si (3916 ton) Yüreğir, % 6,11’i (3407 ton) Çukurova, % 1,55’i (867 ton) Seyhan, % 0,97’si (546 ton) Aladağ, % 0,71’i (399 ton) Karataş ve % 0,27’si (154 ton) Feke ilçesinde gerçekleşmiştir (Güler ve Güler, 2020).

Mersin ili 123031 ton/yıl zeytin üretimi ile ülke üretiminin %8,06’sını, Akdeniz Bölgesi üretiminin ise %37,45’ini karşılamaktadır (Seyran, 2009).

2.3. Zeytin Meyvesinin Yapısı ve Bileşimi

Bir Akdeniz bitkisi olan zeytin Akdeniz’i çevreleyen ülkelerin hemen hepsinde yayılma imkanı bulmuştur. En kötü toprak koşullarında dahi doğal olarak yetişebilen zeytin doğanın ilk ağacı olarak da tanımlanır. Zeytin ağacı, 6-10 yaşları arasında ekonomik olarak ürün vermeye başlayan ve 80-100 yaşlarına erişebilen bir bitkidir (Tetik, 2005). Zeytin ağacı diğer meyve ağaçlarına kıyasla daha uzun ömürlüdür. Zeytinde meyve oluşumu geç başlamakta ancak verim süresi uzun olmaktadır. Ilıman iklim zeytin ağacı için uygundur, çok kurak ve çok sulak yerler ise pek uygun değildir (Erten ve ark, 2020). Zeytin ağacının meyvesi; çeşidine, toprağın yapısına, yılın hava durumuna vb. bağlı olarak boyutu değişen, sert çekirdekli bir meyvedir (Villalta, 2008). Meyvenin yaşamı döllenmeyle başlar. Yumurtalığın (ovaryum) duvarları büyüyerek tohumu oluşturur. Tohum, üzeri gittikçe etlenerek meyveye dönüşür. Bu süreç için gereken enerji, yapraklarda sentezlenip meyveye iletilen şeker moleküllerinden elde edilir. Mevsim ilerledikçe, artık belli bir büyüklüğe erişmiş meyvenin kendisi de şeker sentezlemeye başlar. Olgunlaşma döneminde bitki hormonlarından gelen sinyaller sayesinde tohum sert bir çekirdeğe dönüşür, pH yükselir (asidik ortam nötrleşir), nişasta molekülleri parçalanıp şekere dönüşür, pektin azalır ve böylece meyvenin etli kısmı yumuşar, büyük moleküller parçalanarak koku veren uçucu maddelere dönüşür (Blatchly ve ark, 2020).

Zeytin meyvesi, erik, kiraz ve badem gibi ince kabuklu, sert çekirdekli meyve grubundandır. Bu meyve grubuna kıyasla zeytin, karakteristik acılık veren fenolik bir bileşik olan zeytine özgü oleuropein, düşük şeker içeriği (%2,6-6) ile periyodisite ve çeşide bağlı olarak yüksek yağ içeriğine (%12-30) sahiptir. Bu özellikleri nedeniyle zeytin ağaçtan toplandığında doğrudan tüketilemez ve tüketilebilmek için çeşitten çeşide önemli ölçüde farklılık gösteren bir dizi işlem

geçmek zorundadır. Bununla birlikte, bazı zeytinler bu kuralın bir istisnasıdır, çünkü olgunlaştıkça dalındayken tatlanırlar ve bu nedenle koparıldığı anda bile yenilebilmektedir. Buna örnek olarak, Türkiye'de sadece Urla ve Karaburun Yarımadası'nda yetişen hurma zeytini (Erkence zeytin çeşidi) ve Yunanistan'daki Thrubolea zeytin çeşidi gösterilebilir (Susamcı, 2018; IOC, 2023).

Zeytin meyvesi oval şekildedir ve iki ana kısımdan oluşmaktadır, bunlar perikarp ve endokarptır. Perikarp; epikarp (zar) ve mezokarp (pulp) kısmından oluşur. Zeytinde meyve ağırlığının %2 ile 2,5'ini oluşturan, epikarp adı verilen, sarımsı görevi gören yüzeysel bir doku ayırt etmek mümkündür. Zeytinin etli kısmı, meyvenin ağırlığının %70 ile %80'ini oluşturan mezokarptır. Zeytin meyvesinin üç kısmından yalnızca mezokarp besinsel ve biyolojik değere sahiptir. Zeytin kabuk kısmının insanlar tarafından yenmesine rağmen besin değeri yoktur. Çünkü mumsu bir tabaka (kütin) ile doymuş durumdadır. Bu epidermis hücrelerinin hazmı mümkün değildir. Meyvenin toplam ağırlığının %1,5-3'ü kadardır ve sadece meyvenin ağaçtaki gelişimi sırasında ve evde veya endüstride işlenmesi sırasında meyveyi korur. Zeytinin ağırlığının %15 ile %23'ü arasındaki endokarp veya çekirdek, embriyo ile tohumu (meyve ağırlığının %2 ile %4'ü) çevreler (Tetik, 2005; Villalta, 2008).

Yeşil zeytinin 100 gramında, 145 kcal enerji, 75,28 g su, 1,03 g protein, 3,84 g karbonhidrat, 0,54 g toplam şeker, 3,3 g toplam lif, 15,32 g toplam yağ, 2,029 g toplam doymuş yağ asitleri, 11,314 toplam tekli doymamış yağ asitleri, 1,307 g toplam çoklu doymamış yağ asitleri, 0,02 mg A vitamini, 0,231 mg β -karoten, 0,009 mg β -kriptoksantin, 0,51 mg lutein + zeaksantin, 0,021 mg tiamin, 0,007 mg riboflavin, 0,237 mg niasin, 0,031 mg B6 vitamini, 0,003 mg folat, 14,2 mg kolin, 3,81 mg E vitamini, 0,014 mg K vitamini, 52 mg kalsiyum, 4 mg fosfor, 11 mg magnezyum, 0,49 mg demir, 0,04 mg çinko, 0,12 mg bakır, 0,009 mg selenyum, 1556 mg sodyum bulunmaktadır (USDA, 2020). Ek olarak zeytin meyvesi, selüloz (%5,8), inorganik maddeler (%1,5) ve fenolik bileşikler (%1-3) içermektedir (Goulas ve ark, 2012).

Zeytin; su, yağ, şeker, protein, pektin, organik asit, tanen, oleuropein, inorganik bileşik ve diğer bileşenleri içermektedir. Ham zeytinde yağ maddede %2,5-6,5 arasında fermente olabilir madde bulunmaktadır. Fermente edilebilir madde miktarı arttıkça, zeytin meyvesinin fermentasyonu daha kolay olmakta ve depolama sırasında ürünün muhafaza edilmesini kolaylaştırmaktadır. Zeytinin etli kısmında bulunan ana şekerler; glikoz, fruktoz ve az miktarda sakkarozdur. Şeker alkolü mannitol de bulunur. Çekirdekte glikoz ve daha az miktarda fruktoz bulunmaktadır. İşlenmiş siyah zeytin ve kuru sele zeytin üretiminde şeker miktarı önemli olmamakta, fakat İspanyol yöntemi ile işlenen yeşil zeytin, kırma yeşil zeytin ve işlem görmemiş salamura siyah zeytin üretiminde özel bir öneme sahiptir. Genelde fermente olabilir maddeler son ürünün organoleptik özelliklerinin gelişiminde rol oynamaktadır. Lipogenesizin (yağ sentezi ve birikimi) başlangıcı ile şekerlerin miktarları arasında doğrudan bir ilişki vardır. Yağın kalitesi arttıkça, şeker içeriğinde azalma görülmektedir. Olgunlaşma ile aromatik bileşiklerin (yüksek dereceli alkoller ve terpenler) birikmesi meydana gelmektedir. (Balatsouras, 1997; Tetik, 2005;

Villalta, 2008; Özkaya ve ark, 2009; Tokuşoğlu, 2010). Yağın neredeyse tamamı mezokarpta bulunurken, ham selüloz endokarpta baskın olmaktadır (Villalta, 2008). Perikarp meyve ağırlığının %66-85'ini oluşturur, yağın toplam miktarının %96-98'ini içerir ve geri kalan kısım endokarptir. Endokarp (çekirdek) tohum kısmını içerir. Zeytin meyvesinin %70-80'i meyve eti ve kabuğunu oluştururken, çekirdek %20-30'nu teşkil eder. Tohum ise endokarpın %12-80'ini teşkil eder. Zeytin çekirdeği meyve ağırlığının %3'ünü geçmemektedir.

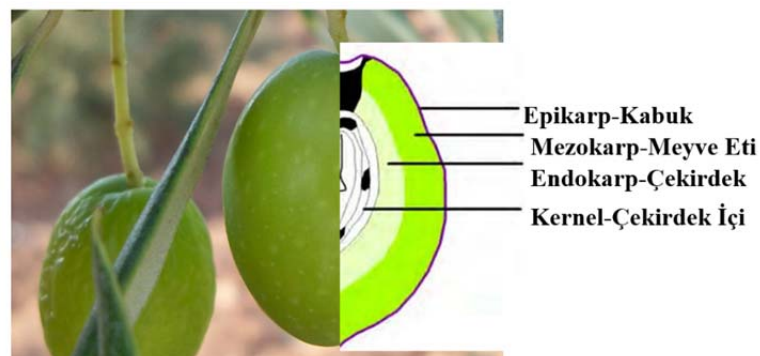
Yağ üretimi açısından zeytinin hasat edildiğindeki bileşimi aşağıda verilmiştir (Villalta, 2008):

Bitki özsuyu	%40-55
Yağ	%18-32
Çekirdek	%14-22
Tohum	%1-3
Epikarp ve kalan posa	%8-10

Zeytinde bulunan diğer polisakkaritler; selüloz, yarı selüloz, hetrozan ve lignindir (alkol ve aldehit polimeri). Zeytinin işlenmesi sırasında selülozik maddeler yaklaşık %32 azalarak son ürünün yumuşamasına neden olur. Selülozun orijinin meyve etinde olduğu, olgunlaşma ile selüloz makro moleküllerinin bozularak zeytin etinde yumuşamaya neden olduğu bildirilmiştir (Balatsouras, 1997). Zeytinin ana bölümlerinin kimyasal bileşimi Çizelge 2.8 'de verilmiştir.

Çizelge 2.8. Zeytin Bileşimi (Villalta, 2008).

% Kuru maddede					
Alan	Azotlu kısım	Yağlı kısım	Ham selüloz	Azotlu olmayan ekstrakt	Mineral madde içeren kısım
Epikarp	9,8	3,4	2,4	82,8	1,6
Mezokarp	9,6	51,8	12	24,2	2,3
Endokarp	1,2	0,8	74,1	22,7	1,2



Şekil 2.4. Zeytin meyvesini oluşturan kısımlar.

Organik asitler, sebze ve meyvelerde doğal olarak bulunan birincil metabolitlerdir ve fermentasyon gibi işlemler sırasında oluşabilir veya üretim işlemi sırasında gıdaya eklenebilirler. Asitlerin bazıları sitrik asit döngüsünün bileşenleri iken, diğerleri karbonhidratlardan aromatik bileşiklere veya izoprenoid türevlerine giden yolda ara ürünlerdir. Sitrik asit, malik asit ve tartarik asitler meyvelerde yaygın olarak bulunurken, oksalik asit yeşil yapraklarda daha yüksek miktarlarda bulunur. Organik asitler, zeytin meyvesinin minör sınıfı bileşenlerinden olup, mezokarpın %1,5'i oranında bulunmakta ve metabolik aktivitede önemli rol oynamaktadırlar. Zeytin meyvesindeki karbonhidratlar gibi diğer bileşenlerin oluşumu ve parçalanması sırasında oluşmaktadırlar. Zeytinin rengini etkileyen malik asit ve sitrik asit zeytinde bulunan başlıca organik asitlerdir. Ayrıca zeytin üretiminde dokunun korunmasında önemli bir role sahiptirler (Arslan ve Özcan, 2011a). Zeytin çeşidi ve meyvenin gelişimine bağlı olarak toplam organik asit miktarı (oksalik, malik ve sitrik asitler) %0,10-0,20 arasında olarak bildirilmiştir. İspanyol yöntemi ile üretilen yeşil zeytinlerde organik asitler işlemede rol oynamazken, kırma veya yeşil zeytin üretiminde organik asitler başlangıçta asidik bir ortam oluşmasını sağlayarak normal fermentasyondan sapmayı ve işleme sırasında bozulmayı önlemektedir (Balatsouras, 1997).

Organik asitlerin bitki köklerinden atılarak fosfor eksikliğinin giderilmesine katkı sağladığı bildirilmiştir (Bavec ve ark, 2010). Zeytinin etli kısmında, sitrik asit, oksalik asit, malonik asit, fumarik asit, tartarik asit, laktik asit, asetik asit ve trikarbalik asit bulunmaktadır (Özkaya ve ark, 2009).

2.4. Zeytinde Bulunan Fenolik Bileşikler

Zeytin ürünlerinin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri yapılarında bulunan çok yönlü biyoaktif bileşiklere dayandırılır. Bu bileşikler tokoferoller, polifenoller, fosfolipidler, karotenoidler, klorofiller, steroller ve skualen olarak gruplandırılır (Visioli ve ark. 2002). Zeytin biyofenolleri dört ana alt grupta sınıflandırılmaktadır (Goulas ve ark, 2012):

1. Fenolik asitler ve alkoller
2. Flavonoidler
3. Lignanlar
4. Sekoiridoidler

Fenolik bileşikler antioksidan özelliklerinin yanı sıra tat, aroma, renk ve son ürünün raf ömrü üzerindeki olumlu özellikleri sayesinde, sofralık zeytinde kaliteyi arttıran en önemli maddelerdir. Ancak, insan sağlığı üzerinde de etkileri olduğu bilinmektedir (İrmak ve ark, 2010; Artık ve ark, 2016).

En az bir aromatik halka ve bu halkada sayı bakımından birçok hidroksil grubu bulunduran bileşikler fenolik bileşikler olarak adlandırılmaktadır (İçli, 2017). Fenolikler, zeytin meyvelerinde bulunan ve çoğu zaman düşük yoğunluklu lipoproteinlerin oksidasyonunda koruyucu bir rol ve serbest radikaller ve diğer reaktif türler tarafından oksidatif değişiklikler nedeniyle potansiyel sağlık yararları ile bağlantılı olan önemli bir bileşik sınıfıdır (Albuquerque ve ark, 2019). Fenolik bileşiklere olan ilgi öncelikle antioksidan aktiviteleri ile ilgilidir. İn vivo olarak önemli bir biyolojik aktivite gösterirler ve insan vücudu antioksidan savunma kapasitesini aştığında oksijen radikal oluşumu ile ilgili hastalıkları önlemeye katkıda bulunabilirler (Ben Othman ve ark, 2008). Zeytin meyve etinde C6-C2 basit fenoller, flavonoidler ve seikoiridoidler gibi fenolikler bulunmaktadır (Marsilio ve ark, 2001a). Fenolik bileşikler, flavonoidler ile fenolik asitler olmak üzere iki alt sınıfa ayrılmaktadır. Flavonoidler, bitkisel çayların, meyve ve sebzelerin doğal yapılarında bulunan polifenolik antioksidanlardır (İçli, 2017).

Zeytin meyvesindeki en önemli fenolik bileşikler; fenolik asitler, fenolik alkoller, flavonoidler ve seikoiridoidlerdir. Zeytinin fenolik alkolleri 3,4-dihidroksifeniletanol (hidroksitirozol- HTrz) ve p-hidroksifeniletanol (tirozol- Trz)'dir (Vinha ve ark, 2005).

Flavonoidler; luteolin-7-glikozid, antosiyaninler; siyanidin 3-o-glikozid ve siyanidin 3-o-rutinosid'dir. Meyve pulpunda baskın bulunan sekoroidler ise oleuropein ve ligustrozid'dir (Erten ve ark, 2020). Zeytinlerin yenilebilir hale gelmeden önce elimine edilmesi gereken acılıktan sorumlu seikoiridoid bileşeni olan oleuropein ve HTrz, oleuropein aglikonları ve oleoside-11-metil ester gibi hidrolitik türevler, zeytin meyvesinde bulunan baskın fenolik bileşenlerdir. İlâveten, zeytin meyvesinde verbacaside, ligstroside ve demetiloleuropein gibi birçok fenolik glikozit bulunmaktadır. Zeytin meyvesinde kantitatif olarak önemli ve yaygın olan diğer fenolik bileşikler, tirozol ve 3,4-dihidroksifenilglikol ile rutin ve luteolin-7-O-glukozit gibi bazı flavonol glikozitlerdir (Marsilio ve ark, 2001a). Fenolik bileşikler genelde orta seviye polar olduklarından hem suda hem de yağda çözünürler. Fenolik maddelerin ancak %1 kadarı zeytinyağına geçebilmektedir (Blatchly ve ark, 2020). Zeytinyağının ana fenolik bileşikleri olan oleuropein, HTrz ve Trz; endotel fonksiyonu etkileyen ve dolayısıyla aterosklerotik hastalığın ilerlemesine katkıda bulunan oksidatif stres ile bozulan antioksidan savunma arasındaki dengeyi düzeltmeye yardımcı olabilecek güçlü antioksidanlar ve radikal temizleyicilerdir (Perona ve ark, 2006).

Zeytin meyvesi ve zeytin yaprağı, önemli antioksidan potansiyele sahip fenolik maddelerce zengin olup, bu fenolik bileşenlerin başlıcası oleuropeindir. (Bouaziz ve ark, 2008; Susamcı ve ark., 2011). Oleuropein, *Oleaceae*, *Gentianaceae* ve *Cornaleae* familyalarında yüksek miktarda bulunan seikoiridoit grubu bir bileşiktir (Yıldız ve Uylaşer, 2011). Oleuropein maddesi, Avrupa ve Çin dışındaki ağaçları, leylak çeşitlerinin birçoğu, pembe ve beyaz yasemin ağaçları, kokulu çay zeytini (*osmanthus*) gibi zeytine akraba başka bitkilerde de bulunur. Ancak zeytin dışında hiçbirinin yenilebilir meyvesi yoktur, sadece *osmanthus* yapraklarından çay ve reçel yapılır. Oleuropein zeytin meyvesini ağza alınmayacak kadar acılaştırarak kuş, böcek gibi düşmanlardan

koruyan bir maddedir (Blatchly ve ark, 2020). Oleuropein, zeytin ağacı olarak bilinen *Olea europea*'nın ana bileşenidir. Yapraklarda ve meyvenin erken dönemlerinde meyvenin kuru ağırlığının %14'üne kadar bulunabilir (Goulas ve ark, 2012). Kimyasal sentez açısından oleuropeini üç temel yapıtaşı oluşturmaktadır. Apolar bir elenolik asit molekülü, suda çözünebilen glikoz molekülü olarak adlandırılan sekoiridoitler ve antioksidan özellikleri veren, HTrz olarak bilinen (4 (2-hidroksiethyl) benzen- 1,2-diol) polifenoldür (Ötleş ve Özyurt, 2012; Blatchly ve ark, 2020). Elenoik asit molekülü sadece zeytinde ve zeytine akraba çeşitlerde bulunur. Enzimlerin sayesinde altı adet asetil CoA bir araya getirilir, birkaç karbon ve oksijen atomu ayrılır, zincirlerin uçlarından birleştirilerek iki halka yapılır, halkalara oksijen atomları eklenir, bir halka kesilip başka moleküllerin bağlanması için reaktif bir alan hazırlanır (Şekil 2.5 ve 2.6). Elenoik asitin tek başına bir görevi yoktur ancak bir ucuna glikoz, diğer ucuna HTrz eklenerek bitki dünyasının en güçlü antioksidanlarından olan, oleuropeini oluşturur (Blatchly ve ark, 2020). Bu bileşik 1908 yılında Bourquelot ve Vintilesco tarafından keşfedilmiş, yapısının linoleik asit ve dihidroksifenil etanolün heterosiklik bir esteri olduğu belirtilmiştir (Özdemir ve ark, 2014).

Zeytin ağacının tamamında bulunan oleuropein yaprak, dal, kök, tomurcuk, çiçek gibi kısımlarında farklı miktarlarda bulunmaktadır. Doğada bilinen en önemli oleuropein kaynağı zeytinciliğin yan ürünü olan zeytin yaprağıdır ve en fazla Oleuropein yaprakta bulunur. En baskın fenolik bileşik olan oleuropein olgunlaşmamış zeytinlerin kuru maddesinde 140 mg/g'dan daha fazla ve yaprakların kuru maddesinde 60-90 mg/g konsantrasyona kadar bulunabilir (Ötleş ve Özyurt, 2012). Oleuropein, zeytin meyvesinin ilk dönemlerinde meyvede daha fazla bulunurken olgunlaşmanın ilerlemesi ile zamanla metabolize olarak miktarı azalmaktadır. İyice olgunlaşmış meyvelerde ise oldukça az kalır (Yıldız ve Uylaşer, 2011, Blatchly ve ark, 2020). Zeytin meyvesinde oleuropein birikimi Çizelge 2.9'da verilmiştir (Ötleş ve Özyurt, 2012).

Çizelge 2.9. Zeytin meyvesinde oleuropein birikimi (Ötleş ve Özyurt, 2012).

Büyüme Fazı	Oleuropein miktarı artar.
Yeşil Olgunlaşma Fazı	Bu süreçte klorofil ve oleuropein miktarları azalır.
Siyah Olgunlaşma Fazı	Bu süreçte oleuropein içeriği azalırken, antosiyanin oluşumu gerçekleşir.

Yapılan çalışmalar, yüksek miktarda oleuropein içeren zeytin yapraklarından elde edilen fenolik fraksiyonun, lipoprotein oksidasyonunu önlediği ve bu nedenle besin takviyesi olarak önemli rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca oleuropeinin alzheimer hastalığının etyolojik faktörü Aβ amiloid peptid ile non-kovalent kompleks oluşturduğu ileri sürülmektedir (Yıldız ve Uylaşer, 2011).

Bir fenolik alkol olan HTrz'in, çok çeşitli biyolojik etkilere sahip olduğu, kalp koruyucu, antikanser, nöroprotektif antimikrobiyal, yararlı endokrin ve diğer etkiler gösterdiği

düşünülmektedir. Ancak bu eylemlerin çoğunun altında yatan kesin moleküler mekanizmalar henüz tam olarak açıklığa kavuşturulmamıştır. HTrz, serbest radikal toplayıcı ve metal şelatör olarak görev yapmaktadır. HTrz'nin yüksek antioksidan etkinliği, o-dihidroksifenil parçasının varlığına bağlanmaktadır (Marković ve ark, 2019). HTrz'nin insülin duyarlılığını iyileştirerek, uygun insülin sinyalini geri kazandırdığı ve bu sonucun Akdeniz diyeti (zeytinyağı) ile bilişsel bozukluk arasındaki ters ilişki konusuna destek bilgi sağladığı bildirilmiştir (Crespo ve ark, 2017). Özellikle HTrz; oleuropein ve Trz'ye göre daha güçlü antioksidan radikal süpürücüdür ve HTrz'nin diğer fenolik bileşiklere oranla antioksidan kapasitesi daha yüksek olup, insan vücudunda doğrudan tüketilebilmektedir (Özkan, 2012).

Trz, zayıf antioksidan aktivitesine rağmen hücre içi birikimi sayesinde antioksidan savunmalarını güçlendirme yetenekleri sayesinde, yüksek bir koruyucu etki gösterdiği bildirilmiştir (Benedetto ve ark, 2016). Ayrıca Trz kararlı bir bileşik olması sebebiyle otooksidasyona çok daha az maruz kaldığı bildirilmektedir (Perona ve ark, 2006).

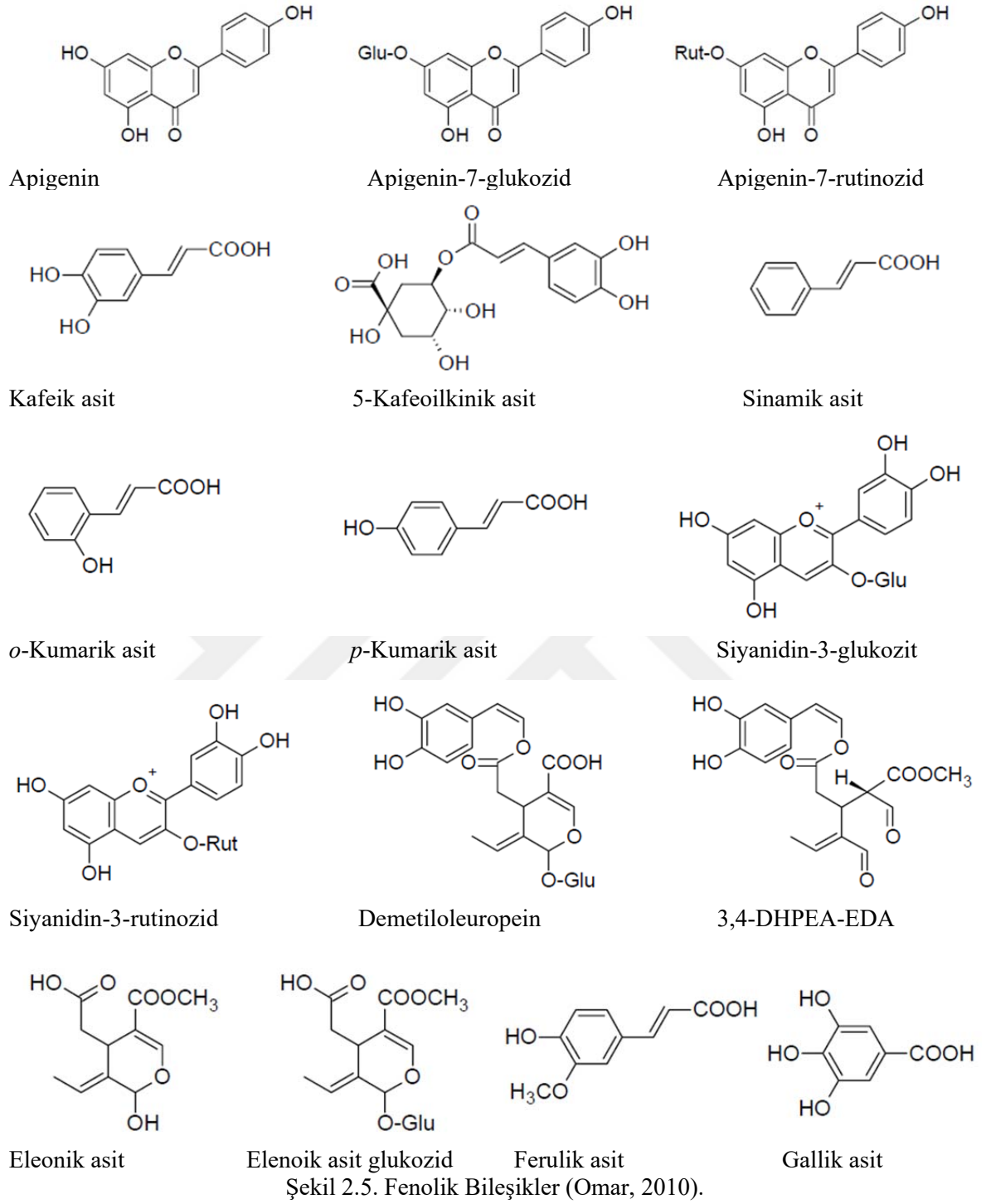
Bisignano ve ark (1999) ve Sousa ve ark (2006) çalışmalarında oleuropein ve HTrz'nin *Staphylococcus aureus*, *Moraxella catarrhalis*, *Haemophilus influenzae*, *Salmonella typhi*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio alginolyticus* üzerinde inhibitör özellik gösterdiği belirtilmiştir. Oleuropeinin bu etkisinin, yapısında bulunan ortodifenol grubundan kaynaklanabileceği ileri sürülmektedir. Etki mekanizması henüz tam olarak bilinmemekle birlikte fenolik bileşiklerin, proteinleri denatürasyona uğratarak hücre zarı permeabilitesini olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Genel olarak bu bileşikler antimikrobiyal aktivitelerini, hücre membranlarında hasarlar oluşturarak veya hücre peptidoglikanlarını parçalayarak; protein, inorganik fosfat, potasyum veya glutamat gibi sitoplazma bileşenlerinin sızmasına sebep olarak gerçekleştirilmektedirler.

Ma ve ark (2001) çalışmalarında *Ligustrum lucidum* (Oleaceae)'dan izole edilen lucidumosid C, oleosid dimetilester, neonuezhenid, oleuropein, ligustrosid ve lucidumosid A olmak üzere toplam 6 çeşit glukozidin Herpes virüs (HSV-1) üzerine etkilerini araştırmış ve çalışma sonucunda oleuropeinin HSV-1 üzerinde inhibe edici özelliği anlamlı ölçüde olumlu bulunurken diğer glukozidlerin etkisi anlamlı ölçüde olumlu bulunmamıştır.

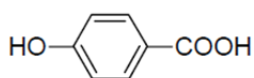
Medina ve ark (2007) sofralık zeytinlerin laktik asit fermentasyonunda yer alan inhibitörleri, Manzanilla ve Gordal çeşitlerinin aseptik zeytin salamuralarında araştırdıkları çalışmalarında, sofralık zeytinlerde ilk kez tanımlanan dekarboksimetil elenolik asidin dialdehidik formunun ve oleoside 11-metil esterinin bir izomerinin de *L. pentosus*'a karşı etkili olduğu ve zeytinin antimikrobiyal aktivitesine katkıda bulunabileceği bildirilmiştir. Sofralık zeytin salamuralarındaki ana antimikrobiyal bileşiklerin, dekarboksimetil elenolik asit (EDA), HTrz ile bağlantılı EDA ve bir oleoside 11-metil ester izomeri olduğu gösterilmiştir. Geleneksel inhibitörlerin (oleuropein, oleuropein aglikonu, HTrz ve elenolik asit) zeytin salamuralarında bulunmadığını bildirmişlerdir.

Medina ve ark (2009) Dünya sofralık zeytin çeşitlerinde, zeytin salamuralarında anti-laktik asit bakteri bileşiklerinin analizi ve oluşumu çalışmalarında, NaOH ile işlenmemiş zeytin spontan salamuralarında laktik asit bakterilerinin büyümesinin antimikrobiyal bileşiklere HTrz ve EDA'daki içeriğine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, en aktif antimikrobiyal bileşik, hidroksitirosole bağlı dekarboksimetil elenolik asidin dialdehidik formu olup, ham zeytinde tespit edilmemiş, ancak oleuropeinin glikozidik bağının β -glukozidazlar tarafından ayrılması nedeniyle ancak oleuropeinin hidrolizinde salamurada tespit edildiği ve enzimatik olarak katalizlendiğini bildirmişlerdir.

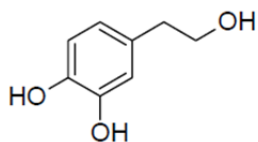
Zeytinin minör bileşenlerinden olan fenolik maddeler, suda çözünabilir bileşikler olup antikanserojenik, antimikrobiyal, antioksidan, antiviral, hipokolesterolemik ve hipoglisemik özellikleri nedeniyle önemli rollere sahiptirler. Fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri dışında tat, aroma, renk ve son ürünün raf ömrü üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır. Ayrıca bu bileşikler tekstürel özelliklerin oluşumunda rol oynamaktadırlar (Erten ve ark, 2020).



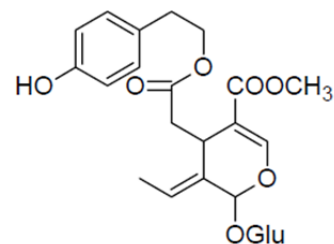
Şekil 2.5. Fenolik Bileşikler (Omar, 2010).



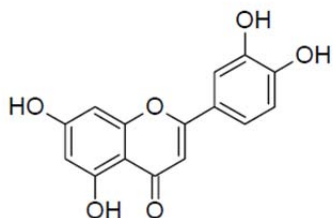
4-Hidroksibenzoik asit



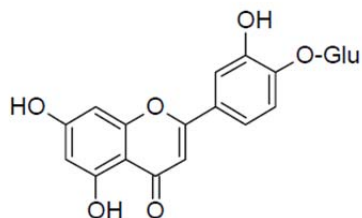
Hidroksitirozol



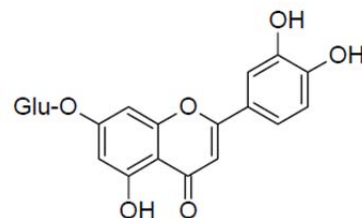
Ligstrozid



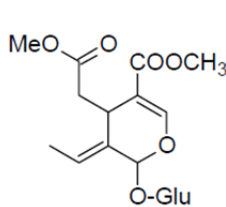
Luteolin



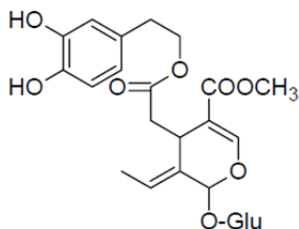
Luteolin-4-glukozid



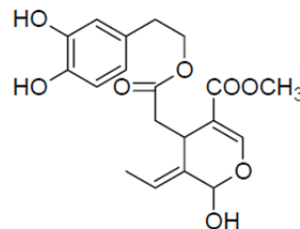
Luteolin-7-glukozid



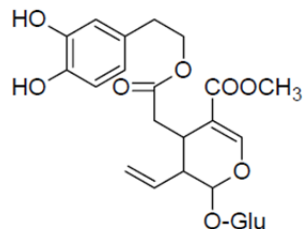
Oleoizid



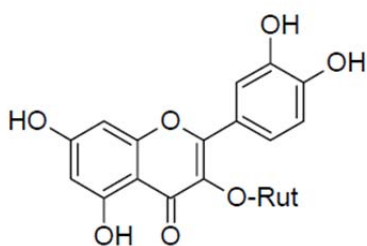
Oleuropein



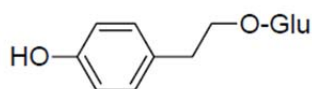
Oleuropein aglikon



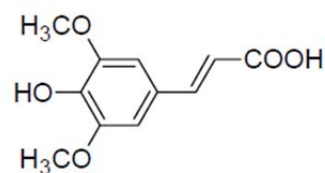
Oleurozid



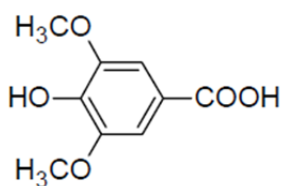
Rutin



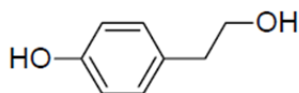
Salidroizid



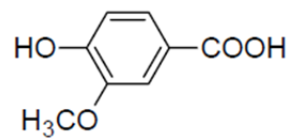
Sinapik asit



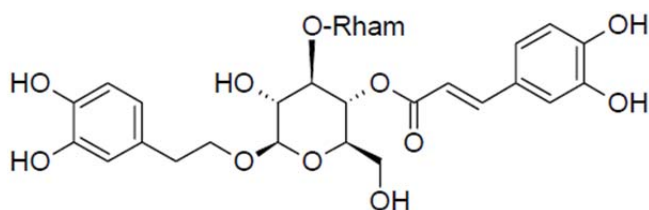
Siringik asit



Tirozol



Vanilik asit



Verbaskosid

Şekil 2.6. Fenolik Bileşikler devamı (Omar, 2010).

2.5. Zeytinde Bulunan Renk Bileşenleri

Zeytinin rengi olgunlaşma ile yakından ilgilidir ve en çok dikkate alınan faktördür (Villalta, 2008). Zeytin ağacının meyveleri ilk oluştuklarında küçücük ve yeşildir. Meyveler yaz boyunca büyür, yaz sonuna doğru renk değiştirmeye başlar. Sonbaharın sonlarına doğru koyu mor rengine dönüşür. Yeşil zeytinin rengi klorofil ailesine mensup moleküllerden gelir. Ham zeytinlerde çok, alacalı zeytinlerde az, siyahlaşmış zeytinlerde daha az klorofil vardır. Sarı lutein ve turuncu karoten pigmentleri trigliseritlerle beraber meyvenin kabuk ve etinde bulunur. Meyve olgunlaşınca fotosenteze gerek kalmaz, klorofil molekülleri parçalanır, böylece yeşil renk kaybolur. Bu nedenle olgunlaşma başlangıcı, antosiyanin birikiminden hemen önce, meyvede klorofilin azalmaya başladığı anı ifade eder. Bu pigmentlerin çeşitliliği veya varlığı, altın yeşili tona sahip olan zeytinin renklenmesine etki eder. Parçalanan klorofil molekülleri yerine antosiyanin molekülleri grubu gelir. Bunlardan biri olan luteloin molekülü zeytine karakteristik morumsu-siyah rengini verir ve olgun zeytinlerin kabuğunda bulunur. Böylece meyve güneş ışınlarının zararlarından korunur. Antosiyanin mor ve mavi renkten sorumludur ve epikarpta her iki uçta sentezlenmeye başlar, daha sonra mezokarpa yayılır. Siyah renk, oleuropein dahil olmak üzere fenolik bileşiklerin oksidasyonundan kaynaklanmaktadır. Antosiyanin, suda kolayca çözünür bu sebeple zeytinyağında bulunmaz, zeytinyağı oluşurken atık (kara) su rengini antosiyaninden alır ve ayrıca kuvvetli antioksidan etkiye sahiptir. Antosiyaninler sadece zeytinde değil pancar, patlıcan, siyah erik ve diğer koyu mor meyve, sebze ve çiçeklerde bulunurlar (Villalta, 2008; Kayaesh ve ark, 2013; Blatchly ve ark, 2020). Zeytinyağı, klorofil (yeşil renk) ve feofitin (kahverengi renk) içerir. Klorofil 320 ile 700 nm bölgesinde ışığı emdiği için ışık varlığında oksitleyici bir etkiye sahiptir, ancak karanlıkta antioksidan görevi görür (Villalta, 2008).

2.6. Sarıulak çeşidi

Mersin ilinin Tarsus ilçesi orijinli olup, coğrafi işaretli bir üründür (Özkaya ve ark, 2008). Oldukça kuvvetli ağaçlara sahiptir. Büyük, yayvan ve dağınık bir taç yapısına sahiptir. Orta büyüklükte (yaklaşık 3,76 gr) ve uzun-silindirik bir meyve yapısına sahiptir. Zeytin dane iriliği, ortalama 266 adet/kg kalibreliedir. Meyvede yağ oranı % 18,84-19,00, nem oranı % 52,86, et oranı % 71,8-72'dir. Çekirdekleri, silindirik şeklindedir ve çekirdek boyutu orta irilikte olmaktadır. Bu çeşide ait taze zeytinlerin 1 kilogramdaki dane adedi 261-290 arasında değişmektedir. Meyveleri yağlık veya sofralık olarak değerlendirilebilmektedir. Akdeniz bölgesi ağaç varlığının % 6'sını, Türkiye genelindeki ağaç sayısının ise % 0,6'sını Sarıulak zeytin çeşidi teşkil etmektedir. Kendi ekolojisinde aile ihtiyacını karşılamak üzere, siyah ve yeşil sofralık olarak değerlendirilir (Tetik, 2005; Seyran, 2009; Tokuşoğlu, 2010). Sarıulak zeytin çeşidinin özellikleri Çizelge 2.10'da verilmiştir (Canözer 1991, Özkaya ve ark., 2009).

Çizelge 2.10. Sarıulak zeytin çeşidi özellikleri (Canözer 1991, Özkaya ve ark., 2009).

Adı ve Sinonimi	Orijini, Coğrafi Dağılımı ve Önemi	Bazı Özellikleri
Sarıulak	Orijini Tarsus Mersin'in İçel, Tarsus, Erdemli, Gülnar, Adana'nın Seyhan, Kozan ve Yumurtalık İlçeleri 500.000 civarında ağaç sayısı bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesi ağaç varlığının %6'sını, toplam ağaç varlığının %0,6'sını oluşturur. Siyah ve yeşil olarak değerlendirilir.	Kuvvetli gelişir, Meyveleri orta iriliktir. Alternans gösterir. Verimi orta düzeydedir. Soğuğa duyarlıdır. Aşı ve çelikle çoğaltılır.

Tarsus Ziraat Odası Başkanlığı, Tarsus İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Küçükkösebalı Köyü muhtarlığı, Hacıhamzalı Köyü muhtarlığı ve Kızılçukur Köyü muhtarlığı ile zeytinyağ fabrikası sahipleri olan ve konu hakkında oldukça tecrübeli, Girit mübadili Sadık Boltaç ve Ali Şendağ'dan elde edilen bilgilere göre Sarıulak çeşidi zeytinlerde toplam iki farklı klon varlığı teyit edilmiştir. Sarıulak çeşidi zeytinin klon ve özellikleri Çizelge 2.11'de verilmiştir (UZZK, 2019).

Çizelge 2.11. Sarıulak çeşidi zeytinin klon ve özellikleri (UZZK, 2019).

1. klon	iri çekirdekli, orta büyüklükte, yağ oranı %18-22 olup, geç olgunlaşma özelliğindedir.
2. klon	küçük çekirdekli, meyve büyüklüğü daha küçük, yağ oranı %30-35 olup, geç olgunlaşmakta ve halk arasında "yağulak" olarak bilinmektedir.

Yağulak olarak bilinen zeytinlerin ayrı bir çeşit olmadığı ve Sarıulak çeşidinin bir klonu olduğu konusunda bir mutabakat sağlanmıştır. Bu konuda Tarım Bakanlığının yaptığı bir çalışma bulunmamaktadır ve bu konuda bilimsel bir çalışma yapılmamıştır, fakat kurumlar ve kişiler tarafından bu konu teyit edilmekte olup, yeni bir tespit değildir. Ayrıca, İzmir-Bornova Zeytincilik Araştırma Müdürlüğü teknik elemanları "yağulak"ın "klon" olduğu hususunda olumlu görüş beyan etmişlerdir.

Sarıulak çeşidi zeytinlerin meyve bağlama oranı, ağacın büyüklük ve yaşına göre değişmektedir. Genç bir ağaçtan 15-25 kg taze zeytin, gövde çapı (kudur) iri ve büyük taçlı olan ağaçlardan 200-300 kg/ağaç zeytin elde edildiği bilinmektedir. Sarıulak çeşidi zeytin ağacının kökleri saçak (adventif) yapılı olup, toprak altında 1,5 m derinliğe kadar inebilmektedir. Gemlik çeşidi zeytin ağaçları çok su isteyen ve erken olgunlaşan bir bitki iken Sarıulak çeşidi zeytin ağaçları, köklerinin daha derinlere ulaşması sayesinde susuzluğa oldukça dayanıklıdır. Geç olgunlaşma özelliği ile parlak yeşil rengini daha uzun süre muhafaza edebilmektedir. Mersin ve Adana illeri dahilinde, hasat süresi, yıllara göre değişmekle beraber Kasım'da başlayıp ocak ayına

kadar uzayabilmektedir. Sariulak çeşidi zeytinlerin yağı daha açık yeşil renkli, güzel aromalı ve lezzetlidir. Sariulak çeşidi zeytin meyveleri, Gemlik çeşidi zeytinlere göre, iki fazlı “Continue” sistem fabrikalarda malaksör’e (yoğurma safhası) girdiği zaman kesecikler içindeki yağı daha erken bırakmaktadır. Bu sayede, fabrikada nispeten az süre kalarak, üretici için ekonomik ve cazip hale gelmektedir.



Şekil 2.7. Sariulak çeşidi zeytini (1. klon)

2.7. Sofralık Zeytin Üretimi

Sofralık zeytin laktik asit fermentasyonu ile elde edilmekte ve üretiminde yeşil, kırmızı (rengi dönük) ve siyah zeytinler kullanılmaktadır.

Dünya genelinde, sofralık zeytin üretiminde, İspanyol usulü yeşil zeytin üretimi yöntemi, Kaliforniya (Ripe olive) yöntemi, doğal fermente siyah zeytin (Yunan usulü) üretimi yöntemi ve kuru tuzlama (Sele) yöntemi olmak üzere dört farklı yöntem uygulanmaktadır. Ancak yeşil ve siyah zeytin üretiminde bunlara ilave olarak farklı üretim yöntemleri de bulunmaktadır (Erten ve ark, 2020).

2.7.1. Sofralık Yeşil Zeytin Üretimi

Yeşil zeytin üretiminde farklı metotlar bulunmakla birlikte hasat/taşıma, boylama/ayıklama ve yıkama basamakları tüm yöntemlerde aynı şekilde uygulanır.

Sofralık yeşil zeytin işleme yöntemleri genel olarak dört grup altında incelenebilir (Erten ve ark, 2020);

- 1) Bütün yeşil zeytin üretimi (İspanyol yöntemi),
- 2) Çizme yeşil zeytin yöntemi,
- 3) Kıрма yeşil zeytin yöntemi,
- 4) Çekirdeksiz ve dolgulu yeşil zeytin yöntemi.

En yaygın olarak kullanılan metot “İspanyol Yöntemi” dir. Bu yöntemde zeytinler boylanarak, ayıklama bantlarına dökülmekte ve el ile seçilmektedir. Daha sonra zeytinlerin acılığının giderilmesi için NaOH (kostik) uygulaması yapılmaktadır. Zeytinler % 1-2,5’luk NaOH’lı su çözeltisi içerisine konulur. NaOH zeytin etinin 2/3’üne işleyene dek zeytinler, NaOH’lı suyun içerisine bırakılır. NaOH yani alkali madde istenilen derinliğe işledikten sonra zeytinler derhal yıkama işlemine tabi tutulmaktadır. Kaptaki çözelti boşaltılarak yerine temiz su doldurulur. 4 ilâ 6 saat arayla mütemadiyen yıkamalar yapılır. Yıkama işlemi tamamlanan zeytinler % 5-6 oranında tuzlu su içerisinde fermantasyona bırakılır. Fermantasyon başlangıcında pH yükselmesini önlemek için az miktarda laktik asit veya sitrik asit ilâvesi yapılmaktadır. En uygun fermantasyon sıcaklığı 20-26°C’dir. Bu sıcaklıkta fermantasyon 1-3 ayda tamamlanır. Tuz, asitlik kontrolleri, salamuranın üst yüzeyinde gelişen maya ve küf temizliği yanı sıra sirkülasyon işlemi ile fermantasyon sürecine devam edilir. En son yapılan işlem, ambalajlama ve pastörizasyondur (Tokuşoğlu, 2010).

Zeytin üretiminde alkali ile acılığın giderilmesi işlemi daha çok yeşil zeytinlere uygulanmaktadır. Alkali uygulanmasının temel nedeni oleuropeini hidroliz ederek ortamdaki uzaklaştırmaktır. Ancak alkali uygulamasının çözünür şeker ve organik asit gibi çeşitli bileşenlerin zeytin yüzeyinden önemli miktarda uzaklaşması ve zeytinin epikutiler mumsu tabakasının çözünerek meyve etinden dışarı difüzyonuyla birlikte zeytinin doku sertliği azalmaktadır.

Çizme yeşil zeytin üretiminde acılığın giderilmesi dışındaki tüm basamaklar, İspanyol yönteminde olduğu gibidir. İşletme içerisinde boylamadan geçirilen zeytinler seçilir, yıkanır ve çizme makinasından geçirilir. Bu arada zeytinin acılığı giderilinceye kadar düzenli olarak su değiştirme uygulanır. Daha sonra zeytinler % 7’lik NaCl salamuraya konularak 10-30 gün fermantasyona bırakılır. Ortamda şeker mevcutsa laktik asit fermantasyonu da gerçekleşebilir. İspanyol usulünde olduğu gibi, % 6-8 tuz ve % 1’e yakın laktik veya sitrik asit içerisinde zeytinin muhafazası sağlanır (Erten ve Tangüler, 2014; Tokuşoğlu, 2010).

Kırma zeytin üretim yöntemi yeşil zeytin tatlandırma yöntemlerinden biridir ve çizme zeytin ile aynı işlemlere tabidir (Tetik, 2005; Gürbüz ve Değirmencioğlu, 2019) (Şekil 2.8). Ülkemizde oldukça yaygın olarak kullanılan bu yöntemde, yeşil zeytin hem aile ihtiyaçlarını karşılamak için yapılmakta hem de işletmelerde uygulanarak iç ve dış tüketime hazır halde getirilmektedir (Tetik, 2005). Yeşil olgunluk dönemindeyken hasat edilen zeytinler, çekirdekleri zarar görmeden ancak meyve etinin bütünlüğü bozacak şekilde üzerine vurularak ya da zeytin kırma makinaları kullanılarak kırılmaktadır (Gürbüz ve Değirmencioğlu, 2019). Bunun için çeşitli zeytin kırma aletleri de kullanılabilir (Şekil 2.9).

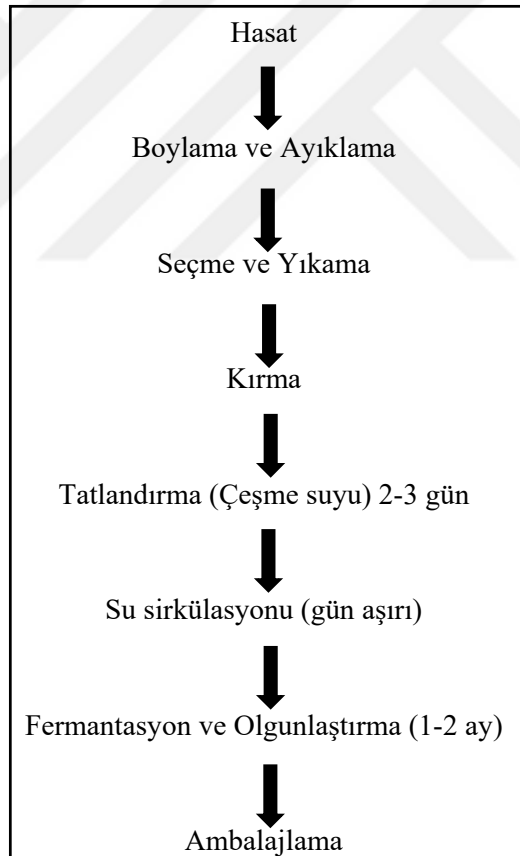
Kırma zeytin üretiminde kırılmış zeytinler çeşme suyu içerisinde 2-3 gün bekletilir ve suyu gün aşırı değiştirilir. Bu yöntem ile oleuropein maddesinin zeytinden uzaklaşması sağlanır. Sonra % 6-8 tuz ve % 0,5-0,7 laktik veya sitrik asit içeren salamuraya zeytinler konulur ve ambalajlama aşamasına kadar bu şekilde bekletilir. Ortamda şeker bulunduğu takdirde laktik asit fermantasyonu gerçekleşebilir. Eğer zeytinler uzun süre muhafaza edilecekse tuz miktarı %10’a asit miktarı %1’e çıkarılabilir (Erten ve ark, 2020).



Şekil 2.8. Kırma Sarıulak çeşidi zeytini.



Şekil 2.9. Zeytin kırma aleti.



Şekil 2.10. Kırma yeşil zeytin üretim akış şeması

2.8. Zeytin Fermantasyonu

Fermente kelimesinin Latince bir terim olan “*Fervere*” kelimesinden türediği ve "kaynatmak" anlamına geldiği bilinmektedir. Fermente gıdalar, insanlar için faydalı olan kendine has özelliklere sahip olabildiği gibi bazı durumlarda ise gıdaların fermantasyonu bir zorunluluk haline gelmektedir. Zeytin kendine has acı bir tat veren fenolik bileşiklere sahiptir ve bu acılığı gidermek için fermentasyon ile bu fenolik bileşiklerin uzaklaştırılması sağlanır (Asghar ve ark, 2017). Bunun yanı sıra fermente edilmiş ürünlerde tat, koku, kıvam gibi çeşitli organoleptik özelliklerin de geliştiği belirtilmektedir (Oktay ve Özbaş, 2020).

Fermantasyon, gıdanın korunmasında biyolojik bir yöntem olarak değerlendirilebilir. Üretilen gıdalar fermantasyon sonunda; organik asitler, etanol ve bakteriyosinler gibi antimikrobiyel özellik gösteren son ürünlerle zenginleştiklerinden, sağlık açısından daha yararlı ve daha az mikrobiyolojik risk taşıyan ürünler haline gelirler (Anlı, 2019). Mayalar, bakteriler ve küfler gibi çeşitli mikroorganizmaların gerçekleştirdiği biyolojik işlemlerle karmaşık substratlar insanlık için yararlı bileşiklere dönüştürülür. Organik asitler ve alkol başlıca fermantasyon ürünleridir (Sağlam ve ark, 2020).

Sofralık zeytin laktik asit fermantasyonu ile elde edilir ve fermantasyon sırasında asıl gelişmesi istenen mikroorganizma grubu laktik asit bakterileridir. Ancak laktik asit bakterileri yanında mayalar da fermantasyonda etkin rol oynarlar (Erten ve ark, 2020). Başarılı bir fermantasyon gerçekleştirebilmek ve fermantasyonda yer alan mikroorganizmaların gelişimlerini sağlayabilmek için, optimum koşulların sağlanması ve mevcut floranın kontrol edilmesi son derece önem taşımaktadır. (Gürbüz ve Değirmencioğlu, 2019).

Zeytin doğal olarak yapısında bulunan acılık maddesi oleuropein giderildikten sonra yenilebilir hale gelmektedir. Bu bileşen alkali uygulaması ve yaygın olarak fermantasyon yoluyla zeytinden uzaklaştırılır. Fermantasyon sırasında ortamda gelişen maya ve LAB türleri tarafından üretilen β -glikozidaz enzimi yardımıyla oleuropein bileşiği hidroliz edilmektedir (Erten ve ark, 2020). Enzimatik hidroliz yönteminde oleuropein β -glikozidaz enzim aktivitesiyle glikoz ve oleuropein aglikona parçalanmakta, daha sonra esteraz enziminin etkisiyle hidroksitriosol ve elenolik asit oluşmaktadır (Yıldız ve Uylaşer, 2011).

Çoğu laktik asit bakterisi en fazla %10'a kadar tuza dayanıklıdır ve yüksek tuz konsantrasyonlarında etkileri büyük ölçüde zayıflar. Düşük sıcaklıklarda da laktik asit fermantasyonu tümünden engellenebilir. Ortam pH'nın da yüksek kalması, özellikle yaz aylarında bozucu bakterilerin gelişmesine ve üründe yumuşama ve kokuşma meydana gelmesine yol açmaktadır (Erten ve ark, 2020).

Salamuraya konulan ürünler, bazı ülkelerde starter kültür kullanılarak üretimleri yapılmasına karşın, genelde içerdikleri doğal mikrofloraları ile fermente edilmekte olup, fermantasyonun başlangıç aşamasında taze üründe bulunan fakültatif veya anaerobik mikroorganizmalar gelişir. Bu aşamada, LAB ortama hakim olarak pH'nın düşmesini sağlar, bunun

yanı sıra ortamda bazı fermantatif mayalar da bulunabilir. LAB ortamdaki şekerin tamamı kullanılıncaya kadar gelişmelerini sürdürürler. pH'nın düşmesi sonucunda LAB gelişimi yavaşlar ve fermantatif mayalar ortamda kalan şekeri fermente ederler. Fermantatif mayaların oluşturduğu CO₂ bozulmalara neden olabilmektedir (Erginkaya ve Kabak, 2011).

Mikrobiyal popülasyon ve etkileşimleri, fermantasyon sırasında son ürünü doğrudan etkilediğinden, sofralık zeytin fermantasyonları ile ilişkili laktik asit bakterilerinin ve maya türlerinin tanımlanması, zeytin kalitesinin iyileştirilmesinde büyük önem taşımaktadır (Leventdurur ve ark, 2016).

2.9. Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterileri sebzelerdeki fermente edilebilen şekerlerin laktik aside dönüşmesini sağlayarak istenmeyen mikroorganizmaların çoğalmasını önler, ortamdaki tuzun da katkısıyla, ürünlerin daha uzun süre muhafazasını olanaklı hale getirir (Özçelik ve Elmacı, 2020).

Biyokimyasal bir bakış açısıyla LAB, şekerleri fermente etme yeteneklerine göre homofermentatifler ve heterofermentatifler olarak iki grupta sınıflandırılır (Erten ve ark, 2016). Homofermentatif LAB, son ana ürün olarak laktik asit üreterek glikoliz yoluyla heksozları kullanırken, heterofermentatif LAB pentoz-fosfat yolunu kullanır ve laktik asit, CO₂, asetik asit ve/veya etanol oluşturur. LAB, türe ve büyüme koşullarına bağlı olarak başka son ürünler de üretebilir (Zuniga ve ark, 1993) (Şekil 2.11). Bu fermantasyonlar ile oluşan laktik, asetik ve propiyonik asitlerin antimikrobiyal etkisi ve bu etkinin istenmeyen bakterileri sitoplazmik membranın içinde organik asitleri aktif ederek inhibe etmesidir. Laktik asit pH 5'te maya ve küflere karşı etkisiz olmakla birlikte spor oluşturan bakterilere karşı da inhibitördür. Asetik asit ise Koliformlar ve Salmonella dahil çoğu bakteriye karşı antimikrobiyal etki göstermektedir (Karasu, 2006). LAB, bağırsak sisteminin doğal sakinleri olmaları yanında fermente gıdalara tekstür ve aroma vererek insanlar için önemli faydalar sağlayan mikroorganizma grubu olarak bilinirler. Ayrıca, uzun yıllardan beri gıdaların biyolojik olarak muhafazasında kullanılmaktadırlar. Bunlar; ürettikleri organik asitler, hidrojen peroksit ve bakteriyosinler gibi maddelerle gıda kaynaklı diğer bakterileri inhibe etme kabiliyetlerine sahiptirler (Arıcı ve Sağdıç, 2011).

LAB, Gram pozitif, spor oluşturmayan, katalaz negatif, fakültatif anaerobik, hareketsiz, solunum yapmayan ve aside toleranslı organizmaların tek hücreli prokaryotlarıdır. Karbonhidratların fermantasyonundan ana son ürün olarak laktik asit oluştururlar. Üretilen laktik asit L (+) veya D (-) şeklinde veya her ikisinin karışımı şeklinde olabilir. Yoğurt, şarap, turşu, sofralık zeytin, ekşi mayalı ekmek gibi fermente yiyecek ve içeceklerin üretiminde kullanılırlar (Erten ve ark, 2016).

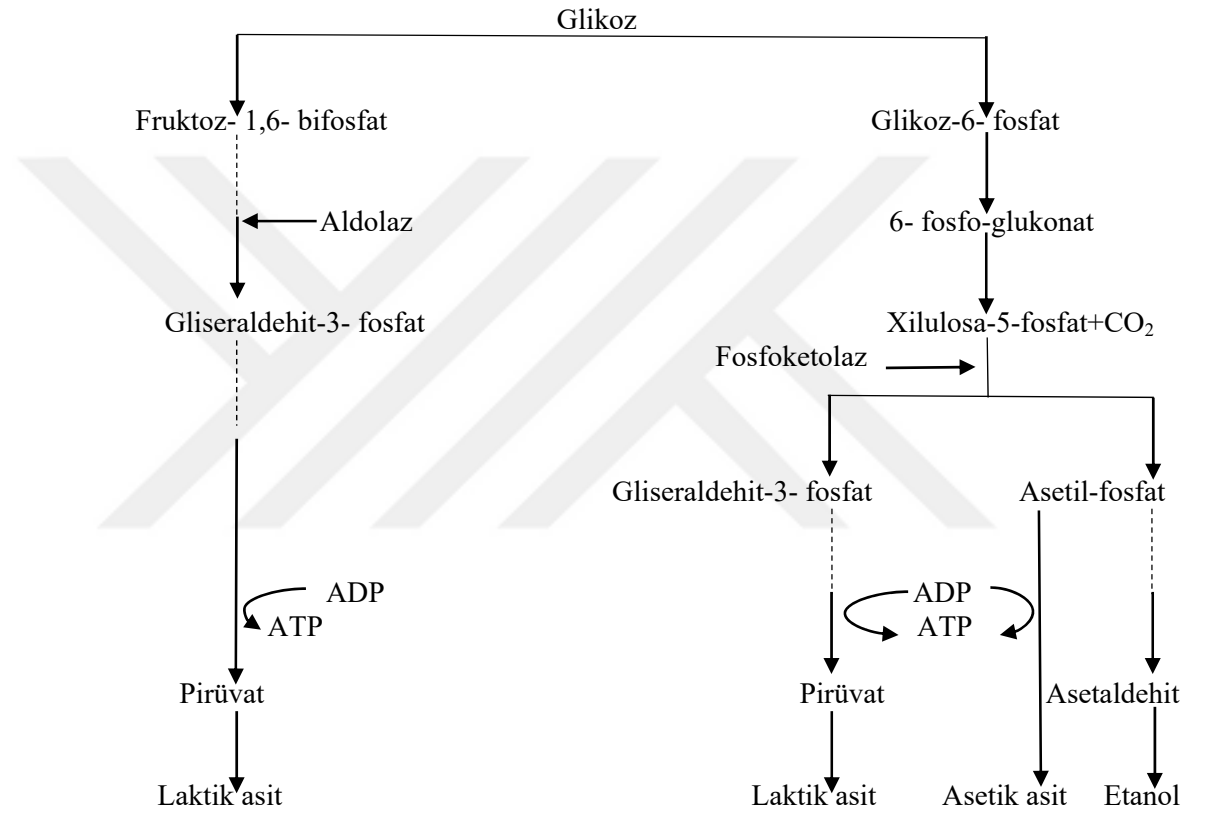
Laktik asit bakterileri zeytinde bulunan en önemli bakteri grubudur. Sofralık zeytin fermantasyonunda önemli role sahip mikroorganizmalar; laktik asit bakterileri (LAB) (*Lactiplantibacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Streptococcus*), maya, küf ve bozulmaya sebep

olabilecek diğer bakterilerdir (Bleve ve ark, 2014; Gürbüz ve Değirmencioğlu, 2019). Metabolik yollarına bağlı olarak fermente olabilen şekerleri laktik asit ve diğer organik asitlere çevirebilirler. Fermente zeytinlerde *Lactiplantibacillus*, *Streptococcus* ve *Pediococcus* gibi homo fermentatif LAB ve *Leuconostoc* ve *Lactiplantibacillus*'un bazı üyeleri gibi hetero fermentatif LAB bulunabilir. Özellikle, *Lactiplantibacillus* spp. önemli bir rol oynarken, *Leuconostoc* ve *Pediococcus* daha az derecede rol oynamaktadır (Bleve ve ark, 2014). LAB'ler, salamuraların hızlı ve güvenli asitlenmesini sağlayan laktik asit ve bakteriyosinler ürettikleri için faydalı mikroorganizmalar olarak kabul edilirler. LAB türleri arasında *L. plantarum* ve *L. pentosus* suşları ağırlıklı olarak karakterize edilirken, starter kültür olarak en çok kullanılan mayalar *W. anomalous* (eski adı *Pichia anomala*), *Saccharomyces cerevisiae* ve *Candida boidinii*'dir (Romero-Gil ve ark, 2013).

Laktik asit bakterilerinin fermantasyon ortamındaki varlıkları salamuradaki tuz konsantrasyonuna ve kullanılan zeytin çeşidine göre farklılık gösterir (Erten ve ark, 2020). Sofralık zeytinlerde *L. plantarum* ve *L. pentosus* çoğu fermantasyonda baskın türlerdir; ancak zeytin çeşidine, işleme yöntemine ve coğrafi kökene bağlı olarak diğer laktobasiller veya cinsler önemli bir rol oynayabilir ve hatta ana türler olabilir (Hurtado ve ark, 2012). Sofralık zeytin fermantasyonunda *L. plantarum*, *L. pentosus*, *Liquorilactobacillus* (eski adı *Lactobacillus*) *mali*, *Lactocaseibacillus casei*, *Levilactobacillus* (eski adı *Lactobacillus*) *brevis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus hirae*, *Enterococcus casseliflavus* gibi laktik asit bakterileri bulunur. Fermantasyon başlangıcında mikrobiyotaya *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, Gram pozitif bakteriler ve Gram negatif bakteriler hakimdir ve *Leuconostoc mesenteroides* baskın türdür. İlerleyen safhalarda ise Gram negatif bakteriler azalır, maya ve laktik asit bakterilerinin sayısında artış olur. Fermantasyonun ilerleyen safhalarında *Leuconostoc*'lar asitliğe daha az dayanıklı olmaları sebebiyle azalır ve *Lactiplantibacillus*'lar (*L. plantarum* ve *Levilactobacillus brevis*) ortama hakim olur (Erten ve ark, 2020). Düşük pH'larda bile varlığını sürdürebilen *L. plantarum* suşlarının oleuropeini ve hidroksitirozolu β -glukozidaz enzimi ile hidrolize edebildikleri bildirilmiştir (Ciafardini ve ark, 1994). *L. plantarum*, ürünün korunması için gerekli olan laktik asidin üretiminin yanı sıra zeytinin kendine özgü aromasının oluşmasından da sorumludur (Erten ve ark, 2020). *L. pentosus*, gliserolü fermente edebilen yuvarlak, çubuk şeklindeki bakterilerdir. Gram pozitif, katalaz negatif, fakültatif anaerob ve heterofermentatif özelliklerdedir. *L. pentosus* bakterileri, *L. plantarum*'a göre D-ksilöz ve gliserolden asit üretebilme özelliği ile ayırt edilebilmektedir (Zanoni ve ark, 1987).

Yapılan çalışmalarda *Lactiplantibacillus* cinsine ait 25 yeni sınıflandırma bildirilmiştir. *Lactiplantibacillus* spp.'ye ait yeni tanımlar yapılmıştır. Bu sınıfa *Lactiplantibacillus* (eski adı *Lactobacillus*) cinsi de dahil edilmiştir. *Lactiplantibacillus* türleri, Gram pozitif, spor oluşturmayan, homofermentatif ve hareketli olmayan çubuk şeklindeki bakterilerdir. *Lactiplantibacillus* türleri, çok çeşitli karbonhidratları fermente edebilmektedirler. Çoğu türleri

fenolik asitleri esteraz, dekarboksilaz ve redüktaz aktiviteleri ile metabolize eder. *L. plantarum* psödokatalaz aktivitesine ve nitrata indirgeme özelliğine sahip olması ile ayırt edici özelliklere sahiptir. *Lactiplantibacillus plantarum*'un çoklu gıda fermentasyonlarında starter kültür olarak ticari önemi bulunmakta ve probiyotik kültür olarak kullanılmaktadır (Zheng ve ark, 2020). *L. pentosus* mısır silajı, fermente zeytin, kanalizasyon, fermente dut yaprağı, fermente çaylar, yapışkan pirinç hamuru, mısır erişttesi, acı sos, hardal turşusu, kokmuş tofu, süt ürünleri, hardal turşusu, fermente idli hamuru, tempoyak ve insan gibi çeşitli kaynaklardan izole edilebilmektedir (Zheng ve ark, 2020).



Şekil 2.11. Homofermentatif ve heterofermentatif fermentasyon (Erten ve ark, 2016)

2.10. Mayalar

LAB dışında fermentasyon ortamında rastlanılan diğer bir mikroorganizma grubu ise mayalardır. Mayalar, ökaryotik tek hücreli mikroorganizmalardır. Doğada toprakta, bitki yüzeylerinde ve özellikle meyveler ve çiçekler gibi şeker oranı yüksek habitatlarda yaygın olarak bulunurlar ve gıda fermentasyonlarında kullanım özellikleri nedeniyle ekonomik öneme sahiptirler (Akçelik, 2019).

Ürünün son pH'sı 3,8- 4,0'e ulaştığında, fermentasyon ortamında mayaların baskın hale geldikleri belirtilmektedir. Mayaların zeytinin doğal fermentasyonu sırasında kritik/baskın bir role sahip oldukları bilinmektedir. Bunun nedeni, laktik asit üretimi sonucu ortam pH'sının düşmesi ve salamurada bulunan toksik fenolik bileşenler nedeni ile LAB'nin inhibe olması olarak

açıklanmaktadır (Kara ve Özbaş, 2013). Mayalar sahip oldukları lipolitik aktivite vasıtasıyla ve etil asetat, asetaldehit, bazı alkoller ve organik asitler üreterek zeytinlerde arzu edilen duysal özelliklerin gelişmesinde rol oynamaktadırlar. Ayrıca antioksidan ve antimikrobiyal bileşenler sentezlemeleri, oleuropeini parçalamaları ve killer aktivite göstermeleri gibi zeytin fermantasyonunda olumlu rol üstlenirler. Bunun yanında mayaların ürün kalitesini düşürücü etkileri de bulunmaktadır (Erten ve ark, 2020).

Mayalar, sofralık zeytinlerin duysal özelliklerini olumlu yönde etkiledikleri için arzu edilen mikroorganizmalar olup sofralık zeytin fermantasyonlarında kritik bir rol oynamaktadırlar. Mayalar gliserol, alkoller, esterler, karbonil bileşikler ve diğer aroma bileşiklerini üreterek sofralık zeytinlerin organoleptik özelliklerini geliştirebilirler. Ayrıca besleyici bileşiklerin sentezi ile fermantasyonun temel mikroorganizmaları olan laktik asit bakterilerinin büyümesine de katkı sağlarlar. Ek olarak, mayalar çok sayıda biyoaktif maddeleri ve antioksidan görevi gören bileşikler sentezleyebilirler. Diğer istenmeyen mayaların büyümesini engelleyen öldürücü toksinler olarak bilinen glikoproteinler üreterek zeytin fermantasyonlarında biyokontrol ajanları olarak hareket ederler. Sofralık zeytin fermantasyonlarında esas olarak bulunan maya türleri, *Saccharomyces*, *Pichia*, *Candida* cinsinin üyeleri ve daha az ölçüde *Debaryomyces*, *Rhodotorula*, *Issatchenkia*, *Zygorulasporea* ve *Wickerhamomyces* üyeleridir (Leventdurur ve ark, 2016).

2.11. Sofralık Yeşil Zeytin Üretiminde Starter Kültür Kullanımı

Starter kültür; fermente gıdaların üretiminde, lezzet, yapı, tekstür ve görünüm bakımından ürüne kendine özgü arzu edilen üstün nitelikler kazandırmak amacıyla, bilinçli olarak katılan, zararsız, belirli mikroorganizma suşları olarak tanımlanabilir. Gıdalarda starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmalar, şu şekilde gruplandırılmaktadır: (1) Laktik asit fermantasyonu oluşturmak için LAB, (2) Etil alkol fermantasyonu meydana getirmek için mayalardır (Sağdıç ve Arıcı, 2011).

Zeytin fermantasyonunda starter kültür kullanılarak,

1. Fermantasyonun istenen şekilde devam etmesi ve tamamlanması,
2. Duysal ve fizikokimyasal özelliklerin daha iyi kontrol edilmesi,
3. Salamuraya konulma işleminden sonra laktik mikrofloranın gelişmesi için gerekli olan sürenin azalması,
4. Fermantasyon süresinin kısalması sağlanabilmektedir (Gürbüz ve Değirmencioglu, 2019).

Endojen LAB florası hammaddenin kalitesi, hasat koşulları, sıcaklık gibi pek çok faktöre bağlı olarak değiştiğinden, spontan fermentasyon son ürünün güvenliği, stabilitesi ve duysal kalitesinde değişimlere yol açabilir (Özçelik ve Elmacı, 2020). Starter kültür olarak salamuraya laktik asit bakterilerinin inoküle edilmesi bozulma riskini azaltmakta, daha iyi ve sonucu tahmin edebilen fermantasyonun gerçekleştirilebilmesini sağlamaktadır (Tuna, 2006).

Starter kültürlerin seçimini belirleyen faktörler, fenotipik özelliklerine uygunluk ve teknolojik özellikleri içermesidir. Bazı fermente gıdalardaki laktik asit bakterileri, fermantasyon sürecindeki rollerine göre starter olan veya starter olmayan laktik asit bakterileri (SOLAB) gibi iki gruba ayrılabilir. SOLAB, peynir gibi fermente gıdalarda olgunlaşma ve lezzet gelişiminde önemli bir rol oynayabilir, buna karşılık starter laktik asit bakterileri (SLAB) laktozu fermente eder ve yüksek konsantrasyonlarda laktik asit üretir. Ancak zeytin üretimine bağlı LAB için bu farklılaşma peynirdeki kadar belirgin olmayabilir. Zeytinde starter kültür olarak kullanılan SLAB suşu, peynirde SOLAB'ın hem patojenik hem de bozulmaya neden olan mikroorganizmaların büyümesini önleyerek gıdaların korunması ve probiyotik özellikler gibi sağlık yararları vb. bazı avantajlara sahip olabilir (Heperkan, 2013). Ülkemizde ve tüm dünyada sevilerek tüketilen zeytinin kalitesinin yükselmesi, spontan floradan kaynaklanabilecek fermantasyon risklerinden kurtulması için starter kültür kullanımına gerek duyulmaktadır (Karasu, 2006).

2.11.1. Laktik Asit Bakterilerinin Starter Kültür Olarak Önemi

Laktik asit bakterileri (LAB), laktik asit fermantasyonunu gerçekleştirirler. LAB ile laktik asit fermantasyonu; (i) oleuropein hidrolizi yoluyla zeytinlerin acılığının giderilmesini, (ii) salamura pH'ının düşürülmesini teşvik etmesi, özellikle doğrudan salamura edilmiş zeytinlerle (yeşil veya siyah) spontan fermantasyon proseslerinde kilit adım olarak işlev görmesini, (iii) nihai üründe doğru bir tat ve doku profilinin geliştirilmesini sağlamaktadır (Bleve ve ark, 2014). Bu fermantasyon sayesinde sofralık zeytin, turşu, boza, şalgam, sosis, yoğurt ve peynir gibi ürünler üretilir. LAB cinsleri içinde *Lactiplantibacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Streptococcus* fermente ürünlerin üretiminde starter kültür olarak kullanılırlar (Sağlam ve ark, 2020).

Zeytinlerde starter kültür olarak kullanılan suşlardan *L. pentosus*, *L. plantarum* ve *Levilactobacillus paracasei* potansiyel probiyotik bakterilerdir. Ek olarak, bu üç türün az ya da çok antimikrobiyal potansiyeli vardır. *L. pentosus* ve *L. plantarum* Gram negatif bakterilerin yanı sıra Gram pozitif bakterileri de inhibe edebilmektedir (Heperkan, 2013).

Laktik asit bakterileri, sofralık zeytinlerin fermantasyonunda bulunan başlıca yararlı mikroorganizmalar olsalar da mayaların da faydalı oldukları bilinmektedir. Mayalar teknolojik ve probiyotik özellikler sağlamaktadırlar. Zeytinin yüzeyinde kararlı biyofilmler oluştururlar. Bu sebeple, yeterli teknolojik özelliklere ve probiyotik potansiyele sahip çok işlevli starter kültürlerle olan ilgi ve bu iki mikroorganizma grubu arasında sinerji bulma çabaları güçlü bir şekilde artmıştır. LAB, pH'ı düşüren laktik asit üretimi yoluyla ürünü stabilize ederken, lipaz ve esteraş gibi enzimlerin üretimiyle, acı bileşiklerin biyolojik hidrolizine de katkıda bulunmaktadırlar (Benítez-Cabello ve ark, 2019).

Özdemir (2011), melez zeytinlerin starter kültür kullanımı ile sofralık zeytin üretimine uygunluklarını belirlemeyi amaçlamıştır. Zeytinlerin acılığı NaOH ile giderilmiş, ardından zeytinler %5 NaCl içeren ve pH değeri 4,5'e ayarlanan salamuraya konulmuştur. Zeytinlerin

salamuraya konulmasının dördüncü gününde salamurada 10^7 kob/mL *L. plantarum* olacak şekilde salamuraya inokulasyon yapılmıştır. Geleneksel yöntem ile işlenen zeytininin daha yüksek oranda HTrz, oleuropein ve luteolin içerdiği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirilmede yeşil zeytinler siyah zeytinlere göre daha fazla beğeni görmüştür.

Sánchez ve ark (2001), yüksek pH değerlerinde *L. pentosus* ve *L. plantarum* suşlarını İspanyol tipi zeytin üretimde kullanıp en uygun fermantasyon koşullarını belirlemeye çalışmışlardır. En iyi fermantasyon koşullarını sağlamak için, pH 6 değerinde olan % 4 NaCl içeren salamuraya, inokulasyondan 4 veya 5 gün sonra dahi salamurada 10^7 kob/mL olacak şekilde salamuraya aşılama yapılması gerektiği belirtilmiştir. Tüm denemelerde kontrol gruplarına göre daha hızlı toplam asitlik artışı ve pH düşüşü görülmüştür. Elde edilen sonuçlar starterlerin yüksek pH değerlerinde de kullanımının mümkün olduğunu göstermiştir.

Aponte ve ark (2011), İspanyol tarzı yeşil zeytin üretim teknolojisinde starter kültür kullanımını inceledikleri çalışmalarında sulanan ve sulanmayan bahçelerden elde edilen zeytinleri (Nocellara del Belice) fermente edip ve LAB izole etmişlerdir. 88 izolat arasında *L. pentosus* suşu tuzda yüksek asitlenme göstermiştir. İkinci aşamada seçilen tür starter kültür olarak kullanılmıştır. Spontan fermantasyonda, aşılama denemeleriyle aynı popülasyona ulaşabilmek için 14 günlük bir gecikme süresi gerekmiştir. Starter kültürle elde edilen sofralık zeytinlerin duyusal özellikleri, diğerlerine kıyasla, özellikle kötü kokuları içermemesi nedeniyle daha iyi özellikler gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Baráth ve ark (2004), doğal ve starter laktik asit bakterileri (*L. plantarum* 2142, *Latilactobacillus* (eski adı *Lactobacillus*) *curvatus* 2770 ve *Lacticaseibacillus casei pseudoplantarum* 274) yardımıyla fermente ettikleri kırmızı pancar sularının laktik asit, H_2O_2 , biyogenik amin ve betalain içerikleri açısından izlemişlerdir. Starter LAB ile fermente edilenlerde histamin ve tiramine rastlanmazken spontan fermente olanlarda aminlere rastlanmış, toplam amin düzeyi yüksek bulunmuştur. *Latilactobacillus curvatus* 2770 ile fermente edilenlerde en hızlı pH düşüşü sağlanmış, ancak en az laktik asit oluşumu gerçekleşmiştir. Ürünlerde H_2O_2 oluşumu aynı olmuştur. Betalainlerin LAB ile fermente olanlarda aynı düzeyde bulunduğunu, spontan fermente olanlarda çok düşük düzeyde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Caponio ve ark (2018) *L. plantarum*'u starter olarak kullandıkları sofralık zeytinlerden, zeytin yaprağı ekstrakte ettikleri bir çalışmada, *L. plantarum* ile sinerjik bir etki beraberinde antimikrobiyal bir etkinin sağlandığını bildirmişlerdir.

Benítez-Cabello ve ark (2020) Manzanilla çeşidi kullanarak İspanyol tarzı sofralık yeşil zeytin üretiminde *L. pentosus* LPG1, *L. pentosus* Lp13, *L. plantarum* Lp15 ve *W. anomalous* Y12 (tek başlarına veya kombinasyon halinde) kullanımının etkisini araştırdıkları çalışmalarında, fonksiyonel zeytin üretimi için en iyi sonuçları *L. pentosus* LPG1, *L. pentosus* Lp13'ün tek başına veya *Wickerhamomyces anomalous* Y12 ile aşıladıkları kombinasyon denemelerinde bulmuşlardır.

Chranioti ve ark (2018) Conservolea çeşidi yeşil zeytin üretiminde *L. plantarum* ve *L. pentosus* ile aşılanan zeytinlerin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, fermantasyonun ilk on günü boyunca *L. plantarum* ile aşılanan zeytinlerde, *L. pentosus* ile aşılanan zeytinler veya kontrol denemesine göre laktik asit bakteri sayısının daha hızlı artış gösterdiğini ve daha yüksek popülasyonlara ulaştığını, bu durumun salamura pH'sının daha hızlı düşmesine neden olmasıyla daha hızlı bir fermantasyon gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Hurtado ve ark (2010) Arbequina çeşidi yeşil zeytin üretiminde starter kültür olarak *L. pentosus*, *L. plantarum* ve *Candida diddensiae* ilavesinin fermantasyona etkisini araştırdıkları çalışmalarında, *L. pentosus* suşlarının Arbequina salamuralarını fermente etmek için en iyi LAB olduğunu bildirmişlerdir.

Hurtado ve ark (2012) çalışmalarında zeytin fermantasyonlarından en sık izole edilen ve fermantasyonda önemli bir rol oynadıkları için, sofralık zeytin üretim yöntemlerindeki farklılıklara rağmen, starter kültür olarak en sık kullanılan suşların *L. plantarum* ve *L. pentosus* olduğunu bildirmişlerdir.

Tufariello ve ark (2015) iki İtalyan (Cellina di Nardó ve Leccino) ve iki Yunan (Kalamáta ve Conservolea) çeşidi siyah zeytinlere starter kültür olarak zeytinlerden izole ettikleri *Debaryomyces hansenii*, *L. plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*'i ilave ettikleri çalışmalarında, fermantasyon sonunda zeytinlerin organoleptik özelliklerinde önemli gelişmeler elde edildiğini, bu suşların fermantasyonda ortama hakim olduğunu, fermantasyon süresini kısalttığını ve fonksiyonel özellikte üretilen zeytinlerin Avrupa tescilli patentini aldıklarını bildirmişlerdir.

De Castro ve ark (2019) Manzanilla çeşidi kullanarak İspanyol tarzı sofralık yeşil zeytin üretiminde starter kültür olarak *L. pentosus* LP99 ilavesinin fermantasyona etkisini araştırdıkları çalışmalarında, aşılama sonucunda daha hızlı bir pH düşüşü ve daha yüksek asitlik elde edildiğini, fermantasyon sırasında mikrobiyal etkiden kaynaklı, çoğunlukla esterler ve fenoller olmak üzere 50'den fazla yeni uçucu bileşen üretildiğini ve duyu analizlerde koku algısında bir farklılık tespit edilmediğini bildirmişlerdir.

Anagnostopoulos ve ark (2020), Kıbrıs çeşidi yeşil kırma sofralık zeytin üretiminde, üç farklı yöntem kullanımının (spontan fermantasyon, %7 veya %10 NaCl konsantrasyonunda laktik asit bakterileri ile aşılama) etkisini araştırdıkları çalışmalarında aşılanan zeytinlerde beklendiği gibi LAB'lerin baskın olduğunu ancak spontan fermantasyonda mayaların baskın olduğunu bildirmişlerdir.

2.11.2. Mayaların Starter Kültür Olarak Önemi

Sofralık zeytin üretim sürecinde mayaların önemli rolleri bulunmaktadır. Bunlar: (i) Nihai ürünün organoleptik özelliklerini geliştirebilen uçucu bileşiklerin ve metabolitlerin üretilmesi, (ii) LAB büyümesini artıran besleyici bileşiklerin salınması, (iii) İstenmeyen mikroorganizmalara karşı aktivite olması ve fenolik bileşiklerin biyolojik indirgenmesidir. Diğer taraftan mayalar sofralık

zeytin üretimi sırasında gaz ceplerinin oluşması, zeytin dokusunun yumuşaması, ambalajların şişmesi, salamuraların bulanıklaşması ve kötü tatların oluşması gibi birçok soruna da neden olabilmektedirler. Bazı sofralık zeytin çeşitlerinin üretimleri sırasında mayaların, laktik asit bakterilerinin gelişmelerini arttırdıkları ve bazı maya türlerinin vitamin, aminoasit ve pürinleri sentezleyerek, kompleks karbonhidratları parçalayarak laktik asit bakterileri için optimum gelişme ortamı sağladıkları ifade edilmektedir (Bleve ve ark, 2014).

Son yıllarda sofralık zeytin üretiminde mayaların starter kültür olarak seçilmesinin önemi vurgulanmaktadır. Bu mikroorganizmalar, özellikle zeytinin paketlenmesinde veya depolanmasında zararlı olan CO₂ üretimi, kötü koku ve tat oluşumu, salamuranın bulanıklaşması veya zeytin dokusunun yumuşaması nedeniyle ürünün bozulmasına neden olmalarına rağmen önemli potansiyel, teknolojik ve probiyotik uygulamalar ile bazı arzu edilen faaliyetler de göstermektedir. Bu nedenle, mayalar sofralık zeytin üretiminde çok işlevli starter kültür olarak kullanılabilmektedir (Bonatsou ve ark, 2015).

Arroyo-López ve ark (2008), bazı mayaların sahip oldukları esteraz ve lipaz aktivitelerinin zeytinde aroma bileşenlerinin oluşumu açısından olumlu bir özellik olduğunu bildirmiştir.

Benítez-Cabello ve ark (2020), daha önce fermente edilmiş sofralık zeytin biyofilmlerinden izole edilen *L. pentosus* LPG1, *L. pentosus* Lp13, *L. plantarum* Lp115 ve *Wickerhamomyces anomalus* Y12'yi stater kültür olarak İspanyol tipi yeşil zeytinlere uyguladıkları çalışmalarında, duyu analizlerde maya ile aşılanmış zeytinlerin (tek başına veya *Lactiplantibacillus* suşları ile kombinasyon halinde) beğenildiğini, maya ve LAB kombinasyonu ile İspanyol tarzı sofralık zeytin fermantasyonu geliştirdiğini ve bu yöntemin uygulanabilirliğini bildirmişlerdir.

Starter olarak en çok kullanılan mayalar *W. anomalus*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Candida boidinii*'dir. Son yıllarda, zeytinler de dahil olmak üzere fermente gıdalarda öldürücü toksinler üreterek bozulmaya neden olan mayaların büyümesini engelleyen, “öldürücü mayalar” (killer yeast) olarak adlandırılan suşlar için de birçok çalışma yapılmıştır. Bunlar arasında zeytin fermantasyonu için *W. anomalus* ve *Saccharomyces cerevisiae* öldürücü suşlar olarak seçilmişlerdir. Bu suşlar, öldürücü bir toksin üretebilir, DNA replikasyonunu inhibe edebilir, membran geçirgenliği değişikliklerini indükleyebilir ve hücre döngüsünü durdurabilirler (Bencresciuto ve ark, 2023).

Bautista-Gallego ve ark (2011) çalışmalarında çeşitli yeşil zeytin fermantasyonlarından izole ettikleri mayalar içinde *W. anomalus* suşlarının hem kalitatif hem de kantitatif tahlillerde daha yüksek β -glukosidaz aktiviteye sahip olması neticesinde zeytinlerde bulunan doğal acılığı gidererek glikozit oleuropeini hidrolize etmek için kullanılabileceğini ve bu suşun esteraz aktivitesinin yanı sıra orta düzeyde de bir katalaz ve lipolitik aktiviteye sahip olduğunu, düşük pH ve yüksek NaCl konsantrasyonları gibi sofralık zeytin fermantasyonlarını yöneten çevresel koşullara daha iyi adapte olduğunu bildirmişlerdir.

W. anomalus, zeytinleri doymamış yağ asidi oksidasyonu ve peroksit oluşumuna karşı koruyan katalaz pozitif bir mayadır. Bu suşun önemli sayıda mikroorganizmaya karşı inhibitör aktivitesi kanıtlanmıştır. Ancak *W. anomalus*, olumsuz bir özellik olarak zeytinlerin yumuşamasına neden olabilecek enzimler üretebilmektedir (Leventdurur ve ark, 2016).

W. anomalus (eski adları *Pichia anomala*, *Hansenula anomala* ve *Candida pelliculosa*), bir ila dört şapka şeklinde askospor oluşturan heterotalik, askomisetöz bir mayadır. *W. anomalus* yaygın olarak kullanılan bir isimdir ve tür adı anomala (-us)'nun korunması için bir öneridir. *W. anomalus*, gıda ve biyoteknolojik olarak çevresel, endüstriyel ve tıbbi uygulamalar ile ilgili bir maya türüdür. *W. anomalus*'un doğal yaşam alanları çok çeşitlidir ve ağaçlar, çeşitli bitkiler ve meyve kabukları, böcekler, insan dokuları ve dışkı ile atık sular ve deniz ortamlarını içermektedir. Bu türün çok yönlülüğü, oksidatif, tuz ve ozmotik stres gibi aşırı çevresel koşulların yanı sıra pH ve sıcaklık şoklarını tolere etme yeteneğinden kaynaklanmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı bu maya, örneğin yüksek şekerli gıda ürünlerinde veya silajda bozulma etmeni olabilmektedir (Padilla ve ark, 2018).

Bonatsou ve ark (2015) siyah zeytin üretiminde starter kültür olarak mayaların kullanıldığı çalışmalarında, sofralık zeytinleri geleneksel bir gıdadan, tüketiciler için çok sayıda fayda sağlayan yeni bir fonksiyonel ürüne dönüştürmek için en uygun suşların seçimi konusunda *W. anomalus*'un (tek veya LAB ile kombinasyon halinde) kullanımının, bu suşun sahip olduğu yüksek lipaz, esteraz ve β -glukosidaz aktiviteleri nedeniyle sofralık zeytin üretimine çok önemli bir potansiyel teknolojik uygulama sağlayacağını bildirmişlerdir.

D'Antuono ve ark (2018) Bella di Cerignola, Termite di Bitetto ve Cellina di Nardò çeşidi zeytinlere starter kültür olarak *Debaryomyces hansenii*, *L. plantarum*, *W. anomalus* ve *Leuconostoc mesenteroides* ilavesinin fenolik bileşik ve antioksidan aktivite üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, Bella di Cerignola çeşidi zeytinlerinin polifenol miktarının iki katına çıktığını, Cellina di Nardò çeşit siyah zeytinlerin en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterdiğini, zeytinyağına göre fermente zeytinlerin HTrz ve Trz miktarlarının 8 kat daha fazla tespit edildiğini bildirmişlerdir.

2.12. Zeytinin Fonksiyonel Özellikleri

Günümüzde, çok sayıda tüketici, diyet düzeninin iyileştirilmesi ve sağlığının korunması amacıyla “fonksiyonel gıdaları” güçlü bir şekilde tercih etmektedir (Chen ve ark, 2021). Zeytin meyvesinin fenolik fraksiyonu kompleks bir yapıdır. Fenolik fraksiyon kalitesi ve bileşen düzeyi, çeşide göre sezona bağlı olarak meyvenin gelişimi ve olgunlaşma süreci ile yakından ilgilidir. Sofralık zeytin ve zeytinyağları, Akdeniz diyetinin önemli bir parçasıdır ve içerdikleri fenolik antioksidan maddeler ile “fonksiyonel gıda” olarak değerli bir kaynaktırlar (Irmak ve ark, 2010).

Reaktif oksijen türlerine karşı bitkisel kaynakların faydalı olduğu; meyve ve sebzelerin bu etkilerinin içerdikleri askorbik asit (C vitamini), α -tokoferol (E vitamini), karotenoidler, glutatyon,

flavonoidler ve fenolik asitler gibi doğal bileşiklerden kaynaklandığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (İçli, 2017).

Zeytinlerin mezokarpında, antioksidan nitelikte suda çözünür fenolik bileşikler bulunmaktadır. Zeytinlerde fenolik bileşim, zeytinin çeşidini belirlemek için kullanılabilir (Villalta, 2008). Fenolik bileşikler sekonder metabolitler olup sağlık açısından birçok faydaya sahiptir (anti bakteriyel, antiviral ve antioksidan gibi). Bununla birlikte fenolik bileşiklerin miktarı ve çeşitliği meyve türüne göre farklılık göstermekle birlikte yetiştikleri koşullara bağlı olarak değişebilmektedir (Lantzouraki ve ark, 2015). Fenolik bileşiklerin antioksidan, antitumör, antiarteriyosklerotik ve antiaterosklerotik gibi yararlı özelliklere sahip olduğu çeşitli araştırmalarda gösterilmiştir. Ayrıca, bakteriler, mantarlar ve virüsler de dahil olmak üzere istilacı patojenlere karşı bitkilerin savunmasında etkili olabildiği bildirilmiştir (Marsilio ve ark, 2001a).

2.13. Kırmızı Pancar

Antik çağlardan beri tüm iklim koşullarında yetiştirilebilen kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*), *Chenopodiaceae* familyasının (kapalı tohumlu filogenisi grubu: *Amaranthaceae*) bir üyesi olup çiçekli bir bitkidir (Kumar ve Brooks, 2018; Tomar ve Yıldırım, 2019). Son yıllarda kırmızı pancar insan tüketimi için (*Beta vulgaris* L.) potansiyel bir “fonksiyonel gıda” olarak daha popüler hale gelerek öne çıkmaktadır (Kumar ve Brooks, 2018; Chen ve ark, 2021). Kökleri salata ve çorbalarda kullanılır, yahni malzemesi olarak değerlendirilir, bütün olarak turta yapımında kullanılabilir, salamura, reçel, şarap ve meyve suyu olarak işlenebilir. Bununla birlikte, yaprakları aynı zamanda yenilebilir ve ıspanak gibi pişirilebilir, renk ve doku bakımından ıspanak ile benzerdir ve fitokimyasallar açısından da zengindir. Kırmızı pancar yaprakları potasyum açısından zengindir (Kumar ve Brooks, 2018). Dünya’da İngiltere, Kuzey Amerika ve Orta Amerika’da yaygın bir şekilde yetiştirilmektedir. Türkiye’de, daha ziyade Ege ve Marmara bölgelerinde, kısmen de Akdeniz bölgesinde üretilmektedir (Kumar ve Brooks, 2018; Tomar ve Yıldırım, 2019). Şu anda en iyi bilinen tür olan *Beta vulgaris* L., M.Ö. 1000 yılından beri Akdeniz havzasının tüm popülasyonları tarafından tüm kısımlarıyla hem gıda hem de tıbbi amaçlar için kullanılan *Beta maritima* adlı yabani türün kültürel olarak ıslah edilmesiyle elde edilmiştir (Ninfali ve Angelino, 2013; Ferrara, 2020). Kuzey Afrika kökenli olan yabani pancar, Asurlular ve Babilliler tarafından da bilinmektedir. Yunanistan’da Aristoteles, döneminde bilinen farklı pancar çeşitlerinin renklerine göre tasnif edilerek anlatıldığı bildirilmiştir (Ferrara, 2020). Romalılar kırmızı pancarın yapraklarını yemek için, köklerini ise tıbbî uygulamalar maksadıyla kullanmışlardır. Almanya’da şeker pancarının (*Beta vulgaris saccharifera*) geliştirilmesinin ardından kırmızı pancar 19. yüzyılda Avrupa’da ticarî olarak önemli hale gelmiştir (Ninfali ve Angelino, 2013).

Ülkemizdeki kırmızı pancar üretimine bakıldığında, 2017 yılında 7553 ton, 2018 yılında 8119 ton, 2019 yılında 9917 ton, 2020 yılında 7881 ton ve 2021 yılında ise 10444 ton olduğu görülmektedir (TÜİK, 2022).

2.14. Kırmızı Pancarın Bileşimi

Kırmızı pancarın 100 gramında, 43 kcal enerji, 87,58 g su, 1,61 g protein, 9,56 g karbonhidrat, 6,76 g toplam şeker, 2,8 g lif, 0,17 g yağ, 0,027 toplam doymuş yağ asitleri, 0,032 g toplam tekli doymamış yağ asitleri, 0,06 g toplam çoklu doymamış yağ asitleri, 0,002 mg A vitamini, 0,02 mg β -karoten, 0,031 mg tiamin, 0,04 mg riboflavin, 0,334 mg niasin, 0,06 mg B6 vitamini, 0,109 mg toplam folat, 6 mg kolit, 4,9 mg C vitamini, 0,04 mg E vitamini, 0,0002 mg potasyum, 16 mg kalsiyum, 40 mg fosfor, 23 mg magnezyum, 0,8 mg demir, 0,35 mg çinko, 0,07 bakır, 325 mg potasyum, 78 mg sodyum bulunmaktadır (USDA, 2020). Kırmızı pancar folat ve manganez açısından zengindir (Swamy ve ark, 2014). Nemzer ve ark (2011) yaptıkları çalışmalarında kırmızı pancarda en çok bulunan minerallerin potasyum, kalsiyum ve magnezyum olduğunu bildirmişlerdir. Kırmızı pancar B ve C vitaminlerinin önemli bir kaynağıdır, ayrıca yüksek oranda folik asit içermektedir (Hamouia, 2018).

Kırmızı pancar yüksek oranda su içermesi sebebiyle depolanması kolay bir sebze değildir. Çizelge 2.12’de görüldüğü gibi, kırmızı pancarın kuru madde diyet lif ve sakkaroz içeriği yüksektir (Hamouia, 2018).

Çizelge 2.12. Kırmızı pancarın genel bileşenleri (Hamouia, 2018).

Bileşen	Miktar (g/100g)
Diyet lif	2,00
Yağ	0,18
Protein	1,68
Sakkaroz	2,845
Glukoz	0,028
Fruktoz	0,110

Kırmızı pancarda bulunan trimetilglisin olarak bilinen betain, B grubu vitaminleri arasında sayılan doğal bir maddedir. Bu madde doğada, bitkilerde, hayvanlarda, mikroorganizmalarda, deniz ürünleri, ıspanak ve buğday kepeği gibi besin kaynaklarında bulunur. B12 vitamini ve folik asit ile betain takviyesi, metilasyonu iyileştirebilir, beyni inme riskinden ve bunamadan koruyabilir. Betainin hem sağlıklı deneklerde hem de karaciğer patolojileri olan kişilerde aşırı alkol tüketiminden kaynaklanan hasara karşı önemli bir hepatoprotektif etki gösterdiği bildirilmiştir (Ferrera, 2020).

Nemzer ve ark (2011) kırmızı pancarda 18 adet amino asit tespit etmişler ve kırmızı pancarın en çok glutamik asit içerdiğini bildirmişlerdir.

Venkatachalam ve ark (2014) yaptıkları çalışmada güney Hindistan’da seçilen bazı meyve ve sebzelerin askorbik asit içeriğini incelemişler ve kırmızı pancarın askorbik asit içeriğinin (48,40 mg/100g) yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

2.15. Kırmızı Pancarın Biyoaktif Bileşenleri

2.15.1. Betalain

Kırmızı pancarda bulunan betalainler (Latince beta: pancar) suda çözünür nitrojen içeren bitki pigmentleridir ve iki alt bileşiğe ayrılır: kırmızı-mor pigmentli betasiyaninler ve sarı-turuncu pigmente sahip olan betaksantinlerdir (Ravichandran ve ark, 2013; Kumar ve Brooks, 2018). Renklendirme gücü olan bu pigmentler, Caryophyllales bitki takımına ait türlerin çiçeklerinde, meyvelerinde ve köklerinde ve Basidiomycetes familyasının mantar türlerinde bulunur (Kumar ve Brooks, 2018).

Betalainleri içeren sayısız doğal kaynaklardan kırmızı pancar, dikenli armut, bu bileşikleri içeren gıdalardandır (Kanner, 2001) (Şekil 2.12). Buna ilaveten amarant tohumları, amarant filizleri, kırmızı ejder meyvesi veya pitaya, kırmızı dikenli armut veya kaktüs armudu, kırmızı-mor İsviçre pazı sapları, su yaprağı, renkli kinoa, frenk inciri, kırmızı frenk inciri ve hint inciri gibi yenilebilir bitkiler de betalain içermektedir (Nemzer ve ark, 2011; Hamouia, 2018; Kumar ve Brooks, 2018). Kırmızı pancarın toplam betalain içeriği 78,9-380 mg/100g arasında taze ağırlık olarak bildirilmiştir (Attia ve ark, 2013; Özcan, 2018).



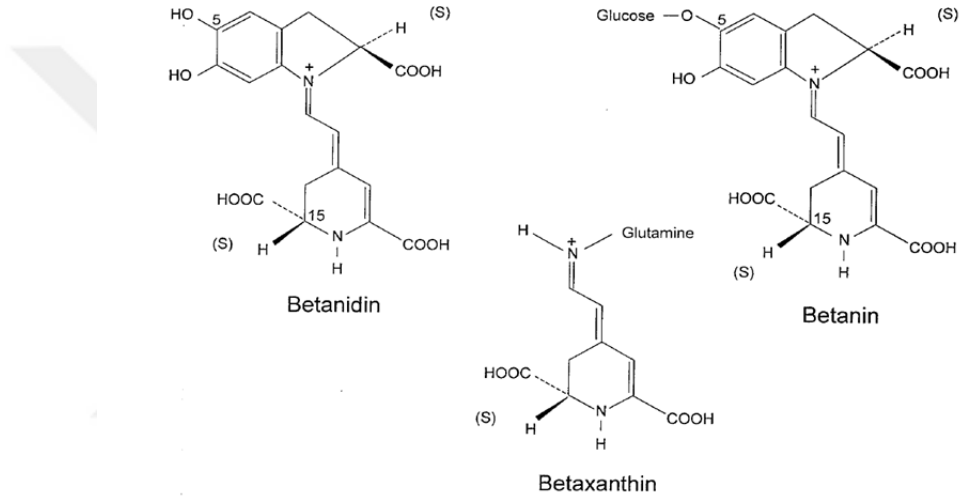
Şekil 2.12. Dikenli armut ve kırmızı pancar

Betalainler, bitki dünyasında yaygın olarak bulunmamaktadır, ancak özellikleri nedeniyle gıda endüstrisinde doğal kırmızı renk kaynağı olarak yaygın kullanılırlar. Bu bileşikler, geniş bir pH aralığında (3-7) nispeten kararlı olduğundan, çok sayıda gıda ürününe renk vermek ve görünümünü iyileştirmek için kullanılabilirler. Antosiyaninler kırmızı mor renk aralığını kapsayan en yaygın ve en çok kullanılan doğal pigmentler olmalarına rağmen, betalainler kadar pH ve sıcaklığa dayanıklı değildir. Betalainler, antosiyaninlerle renklendirmenin genellikle mümkün olmadığı düşük asitli gıdalar için daha uygundur (Ravichandran ve ark, 2013; Sawicki ve ark, 2016). Ayrıca, yapay pigmentler konusundaki tüketici farkındalığının artması sebebiyle, doğal gıda renklendiricilerine yönelik artan bir talebe neden olmaktadır. Bu nedenle, doğal pigmentler olarak betalainlerin popülaritesi sürekli gelişmektedir (Sawicki ve ark, 2016).

Kujala ve ark (2000) çalışmalarında kırmızı pancarda bulunan betasiyaninlerin, pancar kabuğu ve etinde değil, kökün dış kısımlarında daha çok bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Kırmızı pancardaki ana betalain, çok iyi elektron vericisi olarak gösterilen ve antioksidanlar olarak hareket eden bir fenolik asit ve bir de siklik amin grubu içeren 5-O- α -glukozit

olan betanindir (Kanner, 2001). Ayrıca kırmızı pancarda önemli miktarda bulunan betanin ve betanidin çok düşük konsantrasyonlarda lipid peroksidasyonunu inhibe etmektedir (Sawicki ve ark, 2016). Betalain içeren gıdalar, reaktif oksijen türü olarak bilinen, serbest radikaller ve ilgili molekülleri temizleyebilir ve antioksidan aktivite gösterebilir. Betalainlerin yapısındaki hidroksil ve amin grupları ne kadar fazla ise antioksidan özellikleri o kadar iyi olmaktadır, çünkü betalainlerin yapısında katekol bulunması antioksidan kabiliyetini arttırmaktadır. Betalainlerin glikozilasyonu ise antioksidan özelliğini azaltır. Karşılaştırıldığında betanin, diğer betasiyaninlerden daha fazla antioksidan aktiviteye sahiptir (Hadipour ve ark, 2020). Kırmızı pancarda bulunan betalainlerin kimyasal yapısı Şekil 2.13'te, betalainler ve oranları (%) Çizelge 2.13'te verilmiştir.



Şekil 2.13. Betanidin, betanin ve betaksantin kimyasal yapısı (Kanner, 2001).

Çizelge 2.13. Kırmızı pancarda bulunan betalainler ve oranları (%) (Sawicki ve ark, 2016).

Betasiyanin ve Türevleri	%
Betanin	42,7-52,1
Izobetanin	15,0-19,9
17-Dekarboksi-neobetanin	3,0-4,9
17-Dekarboksi-betanidin/izobetanidin	2,7-4,6
2,17-Bidekarboksi-betanin/izobetanin	2,5-4,8
2,17-Bidekarboksi-neobetanin	1,6-16,7
17-Dekarboksi-betanin	1,0-4,7
Prebetanin	1,0-2,2
Betanidin	0,8-1,0
15-Dekarboksi-betanidin/izobetanidin	0,7-1,8
2-Dekarboksi-neobetanin	0,7-1,6
2-Dekarboksi-betanin	0,7-1,1
Izoprebetanin	0,6-1,2
17-Dekarboksi-izobetanin	0,6-1,2
Neobetanin	0,6-1,0
6'-O-Feruloil-betanin	0,5-1,7
2-Dekarboksi-izobetanin	0,5-1,0
6'-O-Feruloil-izobetanin	0,5-0,7
Betaksantinler	%
Aspartik asit-betaksantin (miraksantin II)	18,9-32,7
Glutamin-betaksantin (vulgaksantin I)	13,3-32,1
Lösin-betaksantin (vulgaksantin IV)	11,5-20,3
Valin-betaksantin	5,0-12,0
3-Metoksitiramin-betaksantin	4,9-9,5
γ-Aminobütirik-asit-betaksantin	3,4-10,4
Asparajin-betaksantin (vulgaksantin III)	2,7-5,0
Treonin-betaksantin	1,2-19,0
Triptofan-betaksantin	1,1-2,5
Tiramin-betaksantin (miraksantin III)	0,8-2,5
Fenilalanin-izobetaksantin	0,1-1,2
Fenilalanin-betaksantin	0,1-1,2

2.16. Kırmızı Pancarın Önemi ve Değerlendirilmesi

Araştırmalara göre, kırmızı pancardaki biyoaktif bileşenlerin bağışıklık güçlendirici, anti inflamatuvar etkisinin yanı sıra kardiyovasküler hastalıklara ve diyabete karşı koruyucu ve bazı kanser tiplerinin baskılanmasında oldukça etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Akan ve ark, 2019).

Gıda endüstrileri tarafından kırmızı pancar pigmentleri; süt ürünleri (yoğurt, dondurma, süt, kefir), soslar (domates salçaları), çorbalar, şekerlemeler (reçel, jöleler, tatlılar ve kurabiyeler) kahvaltılık tahıllar, işlenmiş et ve sığır ürünleri (tütsülenmiş, pişirilmiş, fermente edilmiş veya yarı kuru sosisler) gibi gıdaların rengini iyileştirmek için ticari olarak kullanılmaktadır. Avrupa Birliği, betalainlerin gıdalarda kullanımını onaylamıştır ve E-162 olarak etiketlemiştir (Swamy ve ark, 2014).

Renk, tüketici tarafından ilk fark edilen ve tüketilmeden önce gıdanın tercih edilmesini belirleyen en önemli kalite parametrelerindendir (Swamy ve ark, 2014; Kavitkar ve ark, 2017). Kavitkar ve ark (2017) yaptıkları çalışmalarında kırmızı pancar ile renklendirdikleri bir Hint içeceğinde duyusal olarak en çok tercih edilen ürünlerin kırmızı pancar ekstraktı katılan ürünler olduğunu bildirmişlerdir.

Kırmızı pancardan elde edilen betalain pigmentlerinin gıdalara renk vermesinin yanında, antioksidan ve radikal süpürücü aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Kırmızı pancar, antioksidan bileşikler bakımından zengin bir kaynaktır. Vinson ve ark (1998) çalışmalarında pancarı, antioksidan içeriği açısından en güçlü 10. sebze olarak sıralamışlardır. Ayrıca, betalain içeren ürünlerin insanlardaki oksidatif strese bağlı pek çok hastalıklara karşı koruma sağlayabileceği rapor edilmiştir (Butera ve ark. 2002; Kumar ve Brooks, 2018). Betalainler, anti-inflamatuar etki, anti radikal ve antioksidan aktivite göstermektedirler (Gentile ve ark, 2004). Betalamik asit, betasiyanin ve betaksantin yapısal gruplarından oluşan betalain; tek pigmentli, suda çözünebilen, azotlu, değerli bir kaynaktır. Bu maddeler serbest radikal temizleyicileridir ve bu nedenle biyolojik moleküllerin oksidasyonunu önlerler (Swamy ve ark, 2014). Kırmızı pancardaki antioksidan aktivite, antioksidanların serbest radikallerinin temizlenmesinde ve dolayısıyla kanser, kardiyovasküler hastalıklar gibi hastalıkların önlenmesinde etkisi olmasıyla ilişkilidir (Ravichandran ve ark, 2013). Kırmızı pancardaki yüksek nitrat konsantrasyonları oral bakteriler tarafından nitrite dönüştürülür ve böylece kan akış hızını artırırlar (Swamy ve ark, 2014).

Czyżowska ve ark (2006) çalışmalarında, kırmızı pancar suyunu farklı probiyotik bakterilerle (*Lactocaseibacillus paracasei/casei* 0916, *Lactocaseibacillus paracasei/casei* 0923, *Lactocaseibacillus paracasei/casei* 0920, *L. plantarum* 0858, *Lactobacillus delbrueckii* 0854, *Levilactobacillus* (eski adı *Lactobacillus*) *brevis* 0944) inokule edip 30 °C’de 48 saat fermantasyona bırakmışlar, kontrol grubu olarak spontan fermantasyona bıraktıkları sebze sularını seçmişler ve fermantasyonun betalain kompozisyonu üzerine etkisini incelemişlerdir. Fermantasyonun hem kırmızı hem de sarı pigmentler üzerine etkili olduğunu, fermente olmamış sularda betaninin dominant pigment olduğunu, fermantasyon sonucunda betanidin ve isobetanidin oluştuğunu bildirmişlerdir.

Klewicka ve Czyżowska (2011) çalışmalarında, *Levilactobacillus brevis* 0944 ve *Levilactobacillus paracasei* 0920 ile fermente ettikleri kırmızı pancar sularını 4 °C’de 180 gün depolamışlardır. Depolama süresince periyodik olarak LAB miktarı, N-metil, N-nitro, N-nitrozoguanidinin indüklediği kimyasal mutasyonları sınırlama yeteneği ve betalain içeriğini izlemişlerdir. bir haftalık depolama sonunda betalain miktarındaki kaybın az olduğunu, başlangıç içeriğine göre % 88’i korunan betalain miktarının, 90. gün (betalain miktarının % 32’si korunmuştur) ve 180. gün (betalain miktarının % 25’i korunmuştur) hızla düştüğünü bildirmişlerdir. Bakteri popülasyonunun da 30. günden sonra hızla düştüğünü kaydetmişlerdir. Fermente pancar suyunun biyolojik aktivitesini 30 güne kadar koruduğunu bildirmişlerdir.

Jagannath ve ark (2015) çalışmalarında, *L. plantarum* ve *Lactobacillus delbrueckii* ile aşıladıkları kırmızı pancar örneklerini 4 ve 30 °C’de fermente etmişlerdir. 32 gün depoladıkları örneklerde periyodik olarak renk ve betalain analizi yapmışlardır. Çalışmada ayrıca, hem pH’nın (3,5-9,5 pH) hem de ısı işlem süresinin (0-60 dakika) etkisini belirlemek için 92 °C’de kırmızı pancar sularını bekletmişlerdir. 20 dakikaya kadar tüm pH’lardaki betalain kaybı hızlı olmuş, bu süreden sonra önemli kayıp olmamıştır. pH düştükçe betalain korunumu artmıştır. *L. plantarum* ile aşılanan örneklerin pH’sı 48 saat sonra 6,5’ten 4,0-4,3’e düşmüş ve betaninin %90’u korunmuştur. 32 gün sonunda *L. plantarum* ile aşılanan ve buzdolabında bekletilen ürünlerin kırmızılık değerleri daha yüksek olmuştur. Bu ürünlerin tat ve kokusu daha iyi olmuştur. 30 °C’de bekletilen *L. plantarum* ile aşılanan ürünlerde betalain korunumu iyi olmuş ama ürünler bozulmuştur.

Panghal ve ark (2017) çalışmalarında, LAB (*Lactobacillus rhamnosus*, *L. plantarum* ve *Lactobacillus delbrueckii* sp.) kullanarak probiyotik kırmızı pancar suyu üretmişlerdir. Fermantasyon sırasında pH ve şekerde azalış; toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve toplam antioksidan aktivitede ise artış olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada elde ettikleri probiyotik içeceğin sağlığa yararlı bileşenler içerdiğine dikkat çekmişlerdir.

Sawicki ve Wiczowski (2018) çalışmalarında, haşlama işlemine ve spontan fermentasyona tabi tutulan kırmızı pancarın betalain ve antioksidan kapasitesini araştırdıkları çalışmalarında, betalainleri mikro-HPLCTOF-MS/MS metoduyla belirlemişler, kırmızı pancar ürünlerinde 22 betalain bileşiği saptamışlar, bu bileşiklerden betanin, isobetanin, betanidin ve vulgaksantin I’in dominant olduğunu, haşlama işlemiyle % 51–61, fermantasyonla % 61–88 betalain kayıpları olduğunu bildirmişlerdir.

Tomar ve ark (2020) çalışmalarında, kırmızı pancar sirkesinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. Fermantasyon sonrasında sirke örneğinde ortalama asetik bakteri sayısı; $3,06 \pm 0,14$, laktik asit bakteri sayısı; $2,84 \pm 0,09$ ve maya/küf sayısı; $1,09 \pm 0,08$ log kob/mL olarak belirlenmiştir. Panelistler tarafından yapılan duyuşal analiz sonuçlarına göre; en yüksek puanı $7,67 \pm 0,57$ ile sirkenin rengi alırken en düşük puanı ise, $5,05 \pm 0,21$ ’lik değer ile sirkenin aroması almıştır.

Bavec ve ark (2010) çalışmalarında, taze kırmızı pancarda toplam şeker, organik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin belirlenmesinde, geleneksel (GLN), entegre (ENT), organik (ORG), biyodinamik (BD) ve tarım sistemlerinde yaygın kullanılan metotlarla kontrol etmişlerdir. Toplam şeker içeriğini 21,03 (GLN)-31,58 (BD) g/kg arasında saptamışlardır. Kırmızı pancarda en çok bulunan şekerin sakkaroz olduğu, fruktoz ve glikozun ise daha az oranlarda olduğunu bildirmişlerdir.

Ardıç (2022) sofralık yeşil zeytin üretiminde kırmızı pancar ve siyah havuç kullanımının etkisini araştırdığı çalışmasında, fermantasyona kırmızı pancar ve siyah havuç ilave edilmesi sonucunda zeytinlerin fonksiyonel özelliklerinin iyileştirildiği, fermantasyon sırasında hem zeytinde hem de salamura da toplam fenol değerlerinde artış olduğunu ve bu artışlara bağlı olarak antioksidan kapasitesinin arttığını, fermantasyonun sonunda zeytinlerin kırmızı-pembe renk aldığını, zeytindeki tuz konsantrasyonunun daha düşük tespit edildiğini ve mikrobiyolojik olarak tüketime uygun zeytinler üretildiği bildirilmiştir.



3. MATERİYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada, Küçükkösebalcı Köyü Tarsus/Mersin’de (37° 00’ 22° kuzey-34° 52’ 02° doğu) bulunan 170 m rakımlı, sıra üzeri ve sıra arası mesafeleri 7 m x 7 m olarak belirlenen bir bahçedeki zeytin ağaçlarından, 2020 yılı Eylül-Ekim ayları arasında hasat edilen coğrafi işaretli Tarsus Sariulak çeşidi, 1. klon, 291-320 (adet/kg) kalibreli boylanmış zeytinler, materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kırmızı pancar ise zeytinde olduğu gibi Eylül 2020-Ekim 2020 tarihleri arasında 14.000 dekar üretim alanı olan Balıkesir-Bursa Pancar Ekicileri Kooperatifi vasıtasıyla Karacabey/Bursa’dan temin edilmiş ve bekletmeden materyal olarak kullanılmıştır.

Aşılama kullanılan kültürlerin temini aşağıdaki gibidir;

- *Lactiplantibacillus plantarum* SM-199, Chr. Hansen A/S şirketi, Hoersholm, Danimarka.
- *Lactiplantibacillus pentosus* OL1, Lallemann Anonim şirketi, Danstar Ferment AG, İsviçre.
- *Wickerhamomyces anomalus* CBS 256, Westerdijk Fungal Biodiversity Enstitüsü, Utrecht, Hollanda.

3.2. Metot

Taze yeşil zeytin örnekleri, (6 faktör x 10 kg. x 2 tekrür) = 120 kg+% 20 fire = 144 kg. yere dökülmeden ve hasat tarağı kullanılmadan el ile hasat edilerek, zeytin için özel yapılmış 25 kg’lık polietilen plastik kasalar içerisine yaklaşık 20-22 kg. konularak, ağaç gölgesinde bekletilmiştir. Hasat sonunda, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ne aynı gün, bölgemizdeki iklim faktörü göz önünde tutularak, zeytin dolu kasalar en fazla üst üste 3 katlı yüklenmiş halde, kapalı tip kamyonet ile ivedilikle nakledilmiştir. Kırmızı pancar ilavesinin belirlenmesinde yapılan ön denemeler neticesinde en iyi sonucun %20 kırmızı pancar olduğu tespit edilmiştir.

Mikroorganizmaların sayımı için sıcaklığı ayarlanabilen “Sanyo MIR-153”, “Aqua Lytic AL654” ve “Velp Scientifica FTC 90E” marka inkübatörler kullanılmıştır. Sterilizasyon için “Hirayama (Japonya)” marka otoklav kullanılmıştır. pH tayininde “Mettler Toledo pH/Ion S 220” marka pH metre kullanılmıştır. Kuru madde tayininde “Venticell 222” marka fanlı etüv kullanılmıştır. Kül tayininde “SNOL 8,2/1100 LZM21” model kül fırını kullanılmıştır.

Starter kültürler MRS broth (*L. plantarum* ve *L. pentosus*) ve YPD broth (*W. anomalus*) kullanılarak, 28-30 °C’de 24-72 saat inkübe edilmiştir. 24, 48 ve 72 saat sonra spektrofotometrede absorbansları ölçülmüştür. Sonra MRS agar ve YPD agar besiyerlerine ekimleri gerçekleştirilmiş, petri kutuları 28-30 °C’de 24-72 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra 1 mL’de kaç koloni olduğu tespit edilmiştir. Bunların sonucunda, zeytinler aşağıdaki koşullarda fermentasyona bırakılmıştır:

1. Zeytinler ve %20 oranındaki pancarlar doğrudan %7 NaCl içeren salamura içerisine konulduktan bir süre sonra 6 log kob/mL olacak şekilde *L. plantarum* (Chr. Hansen, Hoersholm, Danimarka) liyofilize kültürü ilave edilmiş ve salamuradaki tuz konsantrasyonu %7’de sabit tutulmuştur (A kodlu deneme).
2. Zeytinler ve %20 oranındaki pancarlar doğrudan %7 NaCl içeren salamura içerisine konulduktan bir süre sonra 6 log kob/mL olacak şekilde *L. pentosus* (Lallemand, Danstar Ferment AG, İsviçre) liyofilize kültürü ilave edilmiş ve salamuradaki tuz konsantrasyonu %7’de sabit tutulmuştur (B kodlu deneme).
3. Zeytinler ve %20 oranındaki pancarlar doğrudan %7 NaCl içeren salamura içerisine konulduktan bir süre sonra 6 log kob/mL olacak şekilde *W. anomalus* (Westerdijk Fungal Biodiversity Enstitüsü-Utrecht, Hollanda) liyofilize kültürleri ilave edilmiş ve salamuradaki tuz konsantrasyonu %7’de sabit tutulmuştur (C kodlu deneme).
4. Zeytinler ve %20 oranındaki pancarlar doğrudan %7 NaCl içeren salamura içerisine konulduktan bir süre sonra toplam 6 log kob/mL olacak şekilde *L. plantarum*, *L. pentosus*, *W. anomalus* liyofilize kültürleri ilave edilmiş ve salamuradaki tuz konsantrasyonu %7’de sabit tutulmuştur (D kodlu deneme).
5. Yeşil zeytinler doğrudan %7 NaCl içeren salamura içerisine konulmuş ve salamuradaki tuz konsantrasyonu %7’de sabit tutulmuştur (Y kodlu deneme).
6. Zeytinler ve %20 oranındaki pancarlar doğrudan %7 NaCl içeren salamura içerisine konulmuş ve salamuradaki tuz konsantrasyonu %7’de sabit tutulmuştur (K kodlu deneme).

Yukarıda üretim yeri belirtilen zeytin bahçesinden hasat edilip Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümüne nakledilen zeytinler, bahçe içindeki seçme ve ayıklama işleminden sonra Gıda Mühendisliği Bölümünde tekrar ikinci seçme ve ayıklama işlemine tabi tutulmuştur. Çalışmaya elverişli olmayan ezilmiş, bozuk, yumuşak, fazla olgun ve rengi farklı olanlar ayıklanmıştır. Zeytinler, 2 paralelli olarak ve 6 farklı işlemle fermentasyona bırakılmıştır (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).

Faktörler

- 1- A kodlu deneme, *L. plantarum*, ilaveli
- 2- B kodlu deneme, *L. pentosus*, ilaveli
- 3- C kodlu deneme, *W. anomalus*, ilaveli
- 4- D kodlu deneme, *L. plantarum* + *L. pentosus* + *W. anomalus*, ilaveli
- 5- Y kodlu deneme, spontan negatif kontrol
- 6- K kodlu deneme, spontan pozitif kontrol

Fermantasyon kabı olarak 12 litrelik hacme sahip, PVC ile güçlendirilmiş PE hava sızdırmaz kavanozlar kullanılmıştır. 12 litrelik fermantasyon kaplarında tam doldurulmayıp, tepe boşluğu bırakılmıştır. Hasat edilen, boylanan ve ayıklanan zeytinler bekletilmeksizin kırma aleti kullanılarak kırılma işleminden sonra fermantasyon kaplarına alınmıştır. Çalışmada kullanılan zeytin kırma aleti Şekil 3.2’de verilmiştir. Fermantasyon kabında 3 gün boyunca üzerine ilave edilen su (çeşme suyu) içinde bekletilerek ve gün aşırı suyu değiştirilmek suretiyle oleuropeinin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Her bir fermantasyon kabı için oleuropeini uzaklaştırılan 10 kg sofralık yeşil zeytin ve üzerine 630 g NaCl (%7) içeren 9 lt salamura kullanılmış ve 2 kg pancar (%20) birlikte fermente edilmiştir. Kırmızı pancarların kabukları soyulup, küçük küçük doğranarak zeytin fermantasyonuna ilave edilmiştir (0. gün). Zeytinlerin salamura yüzeyine çıkışını önlemek için delikli diskler kullanılmıştır. Kapların sızdırmaz olmasına da azamî dikkat edilmiştir. Ayrıca nemli, ışıklı ve sıcak ortamdaki uzak tutulmuştur. Fermantasyon 2 paralelli olarak oda koşullarında gerçekleştirilmiştir. Fermentasyon sırasında salamuraların tuz oranları Bome areometresiyle kontrol edilmiş ve gerektiğinde NaCl ilavesi ile tuz konsantrasyonu ilk ay %7 seviyesinde sabit tutulmuştur. Fermantasyonun seyri toplam asitlik ve pH tayini ile takip edilmiştir. Toplam asitlik sabit kaldığında fermantasyon sonlandırılmıştır. Tüketime hazır hale gelen zeytinler, analiz materyali olarak kullanılmıştır. Fermantasyon 128 gün sürmüştür. HPLC analizleri için fermantasyonun başı (0. gün), fermantasyonun ortası (60. gün) ve fermantasyonun sonu (128. gün) örnekleri kullanılmıştır.

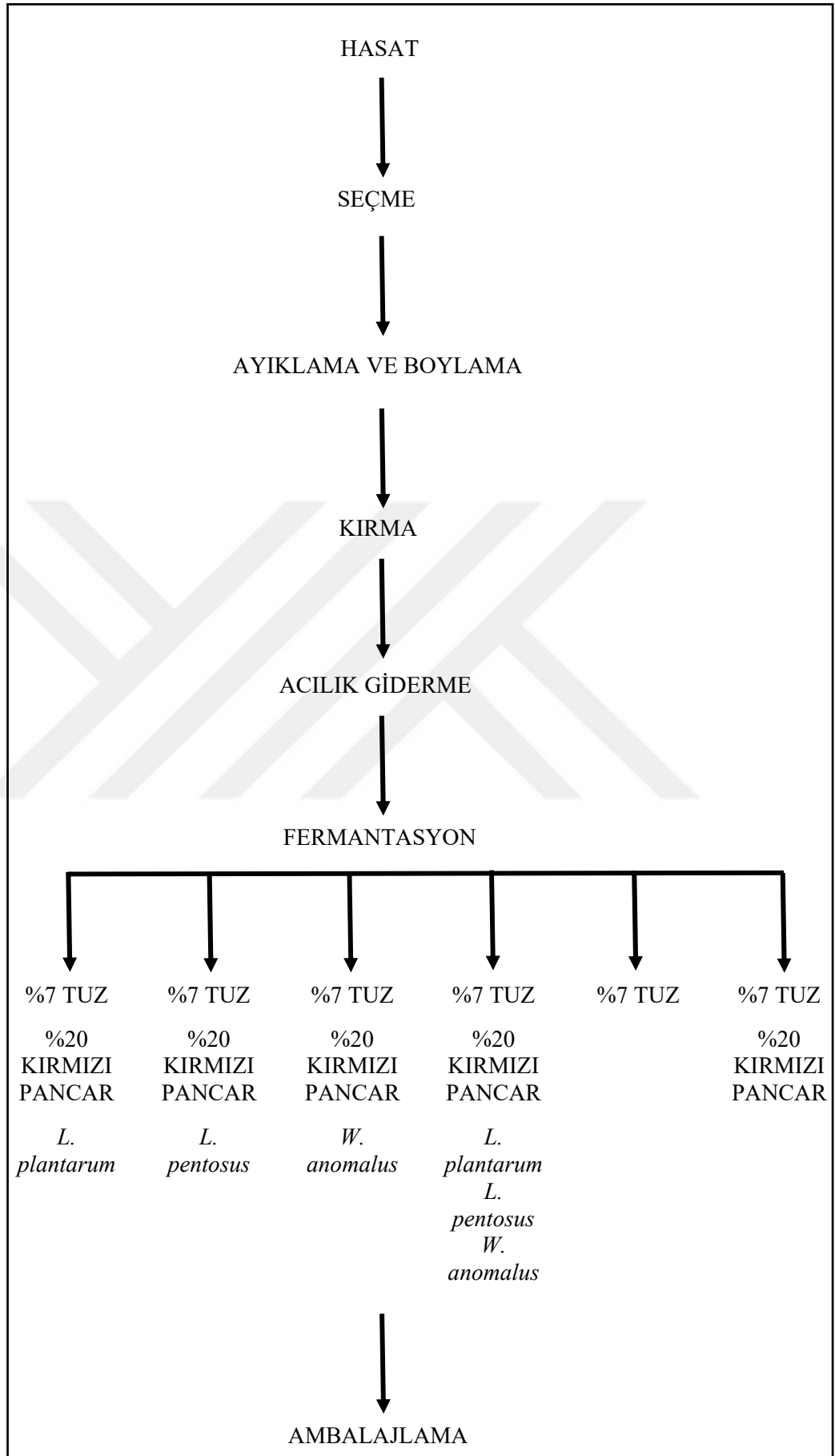
Yukarıda belirtilen zamanlarda alınan örnekler, Kraft marka, steril saklama poşetlerine dikkatle alınarak aynı gün mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Daha sonraki analizler için zeytinler, -20°C ’de kontrollü olarak muhafaza edilmiştir. Fermantasyon odasının sıcaklığı fermantasyon süresince ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Denemelerin fermentasyonun başlangıcında (soldaki örnek), ortasında (ortadaki örnek) ve sonunda (sağdaki örnek) görüntüsü.



Şekil 3.2. Kırma aleti ile sofralık yeşil zeytinlere uygulanan kırma işlemi



Şekil 3.3. Sofralık yeşil zeytinlere uygulanan işlemler

3.3. Zeytin Meyvesinde, Fermantasyon ve Depolama Sırasında Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler

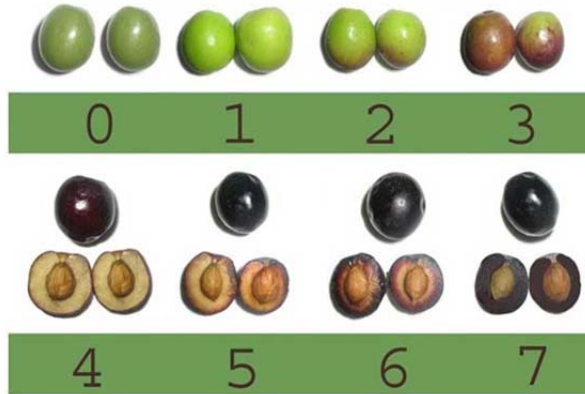
3.3.1. Zeytin Meyvesinin Olgunluk İndeksi

Her tekerrürden tesadüfi olarak seçilen 100 zeytin üzerinden tanımlanarak saptanmıştır. Olgunluk indeksinin belirlenmesinde meyve yüzeyi ve eti rengine göre 8 farklı gruba ayrılmıştır. Bu renk gruplarındaki tane sayıları (z) tespit edilmiştir.

Zeytinler ikiye kesilerek; 0= Meyve kabuğu koyu yeşil, 1= Meyve kabuğu sarı ya da sarımsı yeşil, 2= Meyve kabuğu sarımsı yeşil ancak üzeri kırmızımsı noktalı, 3= Meyve kabuğu kırmızımsı, mor ve siyah 4= Meyve kabuğu mor veya siyah ve meyve eti beyaz veya yeşil 5= Meyve kabuğu mor veya siyah ve meyve etinin yarıdan azı mor, 6= Meyve kabuğu mor veya siyah ve meyve etinin yarıdan fazlası mor, 7= meyve yüzeyi mor veya siyah ve meyve eti mor olmak üzere sınıflandırılmıştır (Şekil 3.4). Olgunluk indeksi; her sınıfa giren meyve adedi o sınıf değeri ile çarpılarak toplanıp, değerlendirilen toplam meyve sayısına bölünerek hesaplanmıştır (UC Cooperative Extension 2006).

Olgunluk indeksi=

$$(z_0 \times 0) + (z_1 \times 1) + (z_2 \times 2) + (z_3 \times 3) + (z_4 \times 4) + (z_5 \times 5) + (z_6 \times 6) + (z_7 \times 7) / 100 \quad (3.1)$$



Şekil 3.4. Zeytinlerin olgunluk dereceleri (Anonim, 2020b).

3.3.2. Meyve ve Çekirdek Boyutu

Gelişigüzel seçilen 10 adet zeytin meyvesinin eni ve boyu bir kumpasla 0,1 mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Ardından zeytinin çekirdekleri çıkartılmış ve aynı şekilde ölçülmüştür (Uğurlu ve Özkan, 2011).

3.3.3. Kilogramdaki Dane Sayısı

100 g zeytin meyvesi tartılmış ve bu miktarda kaç adet meyve olduğu sayılarak oran orantı yoluyla hesaplanmış ve kilogramdaki dane sayısı belirlenmiştir (Akpınar,1994).

3.3.4. Bin Dane Ağırlığı

100 g zeytin meyvesine denk gelen dane sayısı oranlanarak 1000 dane ağırlığı hesaplanmıştır (Kılıç, 1986).

3.3.5. Et/Çekirdek Oranı

100 g zeytin meyvesi tartılmış ve çekirdekleri çıkartılmıştır. Zeytin meyvesinin eti ile çekirdeği ayrı bir yerde tartılmış yüzde oranı hesaplanmıştır. Yüzde meyve eti oranı, yüzde çekirdek oranına bölünmüş ve et/çekirdek oranının değeri hesaplanmıştır (Akpınar, 1994).

3.3.6. Renk Analizi

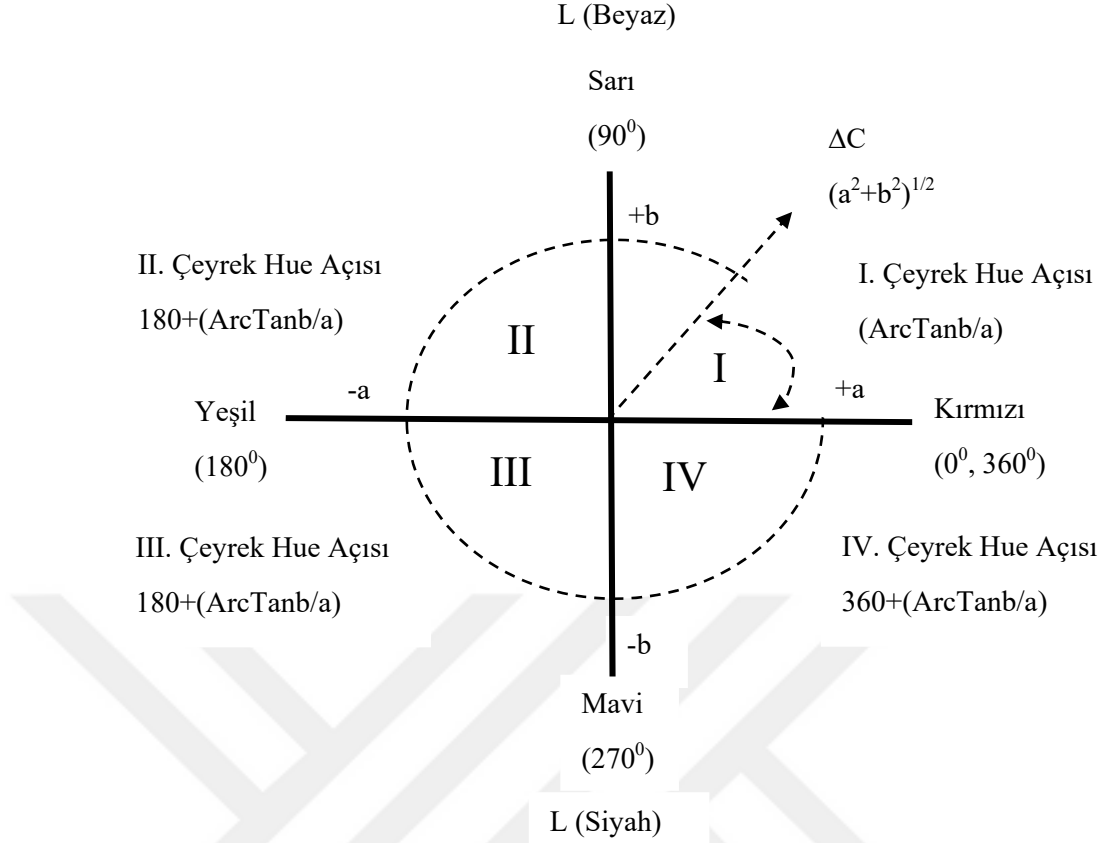
Zeytin örneklerinin rengi Konica Minolta Chroma Meter CR-400 (Japonya) cihazı ile ölçülmüştür. L^* , a^* , b^* değerleri beyaz plakaya göre kalibrasyon yapılarak belirlenmiştir. Renk ölçümü sırasında “ L^* , a^* , b^* ” değerleri elde edilmiş olup, L^* değeri parlaklıktan koyuluğa, a^* değeri +/- kırmızılık/yeşillik ve b^* değeri +/- sarılık/mavilik anlamını vermektedir. Bir örnek için 6 farklı okuma yapılmış ve okuma yapılan yüzeyin hasarlı olmamasına dikkat edilmiştir (MacDougall, 2002). Hue (tonlama), ΔC (doygunluk) değerleri ve ΔE_{2000} toplam renk değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Artes ve ark, 2002; Mutlu ve Ergüneş, 2008; Mokrzycki ve Tatol, 2011).

$$\text{Hue} = \tan^{-1}[b/a] \quad (3.2)$$

$$\Delta C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3.3)$$

$$\Delta E_{2000} = [(L^* - L_0^*/k_L S_L)^2 + (C^* - C_0^*/k_C S_C)^2 + (H^* - H_0^*/k_H S_H)^2 + R_{TF}((C^* - C_0^*/k_C S_C)(H^* - H_0^*/k_H S_H))]^{1/2} \quad (3.4)$$

ΔL^* ($L^* - L_0^*$), ΔC^* ($C^* - C_0^*$) ve ΔH^* ($H^* - H_0^*$), sırasıyla CIELAB metrik aydınlık, renk ve ton farklarıdır. ΔR , ΔC ve Hue arasındaki farkı gösteren bir terimdir. S_L , S_C ve S_H sırasıyla ΔL , ΔC ve Hue bileşenlerinin katsayılarıdır (Mokrzycki ve Tatol, 2011). Bu çalışmada k_L , k_C ve k_H ise “1” olarak ayarlanmıştır.



Şekil 3.5. Hunter L*, a*, b* sistem diagramı (McLellan ve ark, 1994).

3.3.7. pH Analizi

Fermantasyon sırasında salamura pH değeri doğrudan cam elektrotlu dijital pH-metre (Mettler Toledo, pH/Ion S 220) kullanılarak belirlenmiştir. Düzenli olarak kalibrasyon yapılmıştır. pH-metre probu salamura içerisine daldırılmış ve oda sıcaklığında okuma yapılmıştır. Zeytin meyve etinin pH değerini belirlemek için ise çekirdekleri çıkardıktan sonra, 25 g örnek tartılıp parçalayıcıda ezme haline getirildikten sonra 250 mL'ye saf su ile tamamlanmış ve ardından pH-Metre probu daldırılarak okuma yapılmıştır (Cemeroğlu, 2018).

3.3.8. Toplam Asitlik Analizi

Salamurada toplam asitlik tayini için 20 mL salamura örneği alınmış ve 0,1N NaOH ile salamuranın pH derecesi 8,1'e kadar titre edilmiştir. Zeytin meyve etinin asitliğini belirlemek için ise zeytinin çekirdekleri çıkartılmış ve eti parçalayıcıda ezme haline getirilmiş, belirli oranda seyreltilip, süzildükten sonra elde edilen süzöntü 0,1N NaOH ile pH derecesi 8,1'e kadar titre edilmiştir. Analiz sonuçları laktik asit cinsinden % olarak verilmiş ve sonuçlar aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2018).

$$\% \text{Laktik asit} = (V) \times (F) \times (E) \times 100 / M \quad (3.5)$$

V: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin hacmi (mL)

F: NaOH çözeltisinin normalitesi eğer tam 0,1 değilse, bu F değeri çözeltinin faktörüdür. Çözeltinin normalitesi tam 0,1 ise F=1'dir.

E: 1 mL 0,1N NaOH eşdeğeri asit miktarı, g

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı, mL veya g.

3.3.9. Tuz Analizi

Salamuranın tuz seviyesi Bome areometresi ile kontrol edilmiştir. Zeytin meyve etinin tuz miktarı için Mohr yöntemi olarak adlandırılan titrimetrik metot kullanılmıştır. Tuz miktarı için, toplam asitlik tayininde hazırlanan süzüntüden alınmış ve potasyum kromat indikatörü eşliğinde N/10'luk AgNO₃ çözeltisi ile titre edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2018).

$$\%Tuz = V \times (F) \times (0.005844) \times (S_f) \times 100/M \quad (3.6)$$

V: Titrasyonda harcanan AgNO₃ miktarı (mL)

F: 0,1 N AgNO₃ çözeltisinin faktörü

S_f: Seyreltme faktörü

M: Başlangıçta alınan örnek miktarı, g veya mL,

3.3.10. Toplam Kuru Madde Miktarı Analizi (TKM)

Zeytinlerin çekirdeği çıkartılmış, homojen hale getirilmiş, tartılmış ve sabit ağırlığa gelene kadar 105±2 °C'de kurutulmuştur. Ağırlıkça kayıp aşağıdaki formül yardımıyla yüzde olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2018).

$$\%KM = (KA - D/M) \times 100 \quad (3.7)$$

D: Kurutma kabının darası (g)

KA: Kurutma kabı ve kurutulmuş örnek ağırlığı (g)

M: Örnek miktarı (g)

3.3.11. Kül Analizi

Zeytinlerde kül tayini 600 °C'de kül fırınında zeytinler kül hale gelinceye kadar gerçekleştirilmiş ve “%” olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2018).

$$\text{Yaş ağırlıkta kül oranı, \%} = M_2/M_1 \times 100 \quad (3.8)$$

M₁: Tartılan örnek miktarı, g

M₂: Örnekten yanma sonucu kalan kül oranı, g

3.3.12. Şeker ve Organik Asit Analizi

Şeker ve organik asit miktarlarının belirlenmesinde ve tanımlanmasında Shimadzu LC-20AD marka refraktif indeks dedektörlü (RID) HPLC kullanılmıştır (Şekil 3.7). Kolon olarak Concise Separations marka karbonhidrat kalonu (300 x 7,8 mm) kullanılmıştır. Enjeksiyon miktarı 20 µL'dir. Taşıyıcı faz olarak 5 mM'lık sülfürik asit çözeltisi kullanılmış ve akış hızı 0,5 mL olarak ayarlanmıştır. Kullanılan HPLC koşulları Çizelge 3.1 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Şeker analizi için HPLC koşulları

Cihaz:	Shimadzu LC-20AD
Kolon:	Concise Separations Coregal WA-1 column (300x7,8 mm)
Kolon Dolgu Materyali:	Sülfonatlı divinil benzen-stiren kopolimeri
Dedektör:	Shimadzu RID 10A
Kolon Fırını ve Çalışma Sıcaklığı:	Shimadzu CTO-20A Kolon fırını, 50 °C
Akış Hızı:	0,5 mL/dak
Mobil Faz:	izokratik, 5 mM H ₂ SO ₄
Enjeksiyon Hacmi:	20 µL

Analiz için kullanılan şeker standartlarına ait kimyasal özellikler Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Şeker standartlarının kimyasal özellikleri

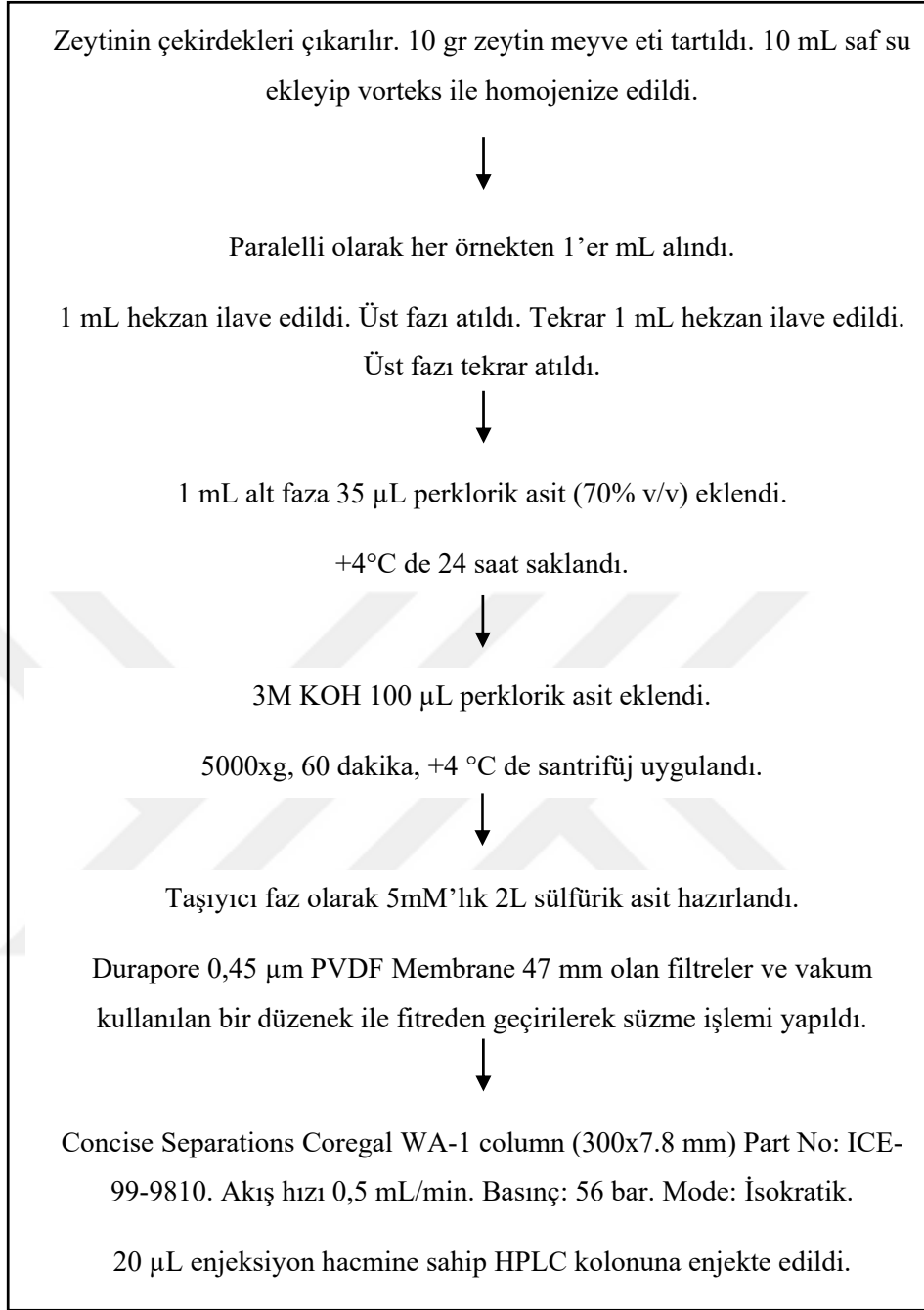
İsim	Safılık (%)	Molekül Ağırlığı (g/mol)	Cas No
Şekerler			
D-(+)-Glikoz	≥%99,5	180,16	49139-250G
D-(-)-Fruktoz	≥%99,0	180,16	47739-250G-F
Sakkaroz	≥%99,5	342,30	84097-250G

Şeker miktarlarının belirlenmesinde kullanılan standartların alıkonma zamanları (RT), konsantrasyon aralıkları, hesaplamada kullanılan denklemler ve bu denklemlere ait R² değerleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Analizde kullanılan şekerlerin ve organik asitlerin genel verileri ve kalibrasyon denklemleri

Standart	RT	MA (g/mol)	Konsantrasyon aralığı (g/kg)	R ²
Şekerler				
Sakkaroz	9,47	342,3	2,5-0,57	0,9997
Glikoz	11,27	180,16	5,0-1,54	0,9995
Fruktoz	12,56	180,16	5,0-2,0	0,9996
Organik Asitler				
Sitrik Asit	9,4	192,124	2,5-1,76	0,9992
Tartarik Asit	10,0	150,087	2,5-0,60	0,9990
Malik Asit	11,2	134,09	2,5-1,83	0,9990
Laktik Asit	14,4	90,08	5,0-3,54	0,9991
Asetik Asit	17,6	74,08	2,5-1,08	0,9993

Şeker ve organik asit miktarlarının belirlenmesi için zeytinlere uygulanan aşamalar Şekil 3.6'da verildiği gibidir.



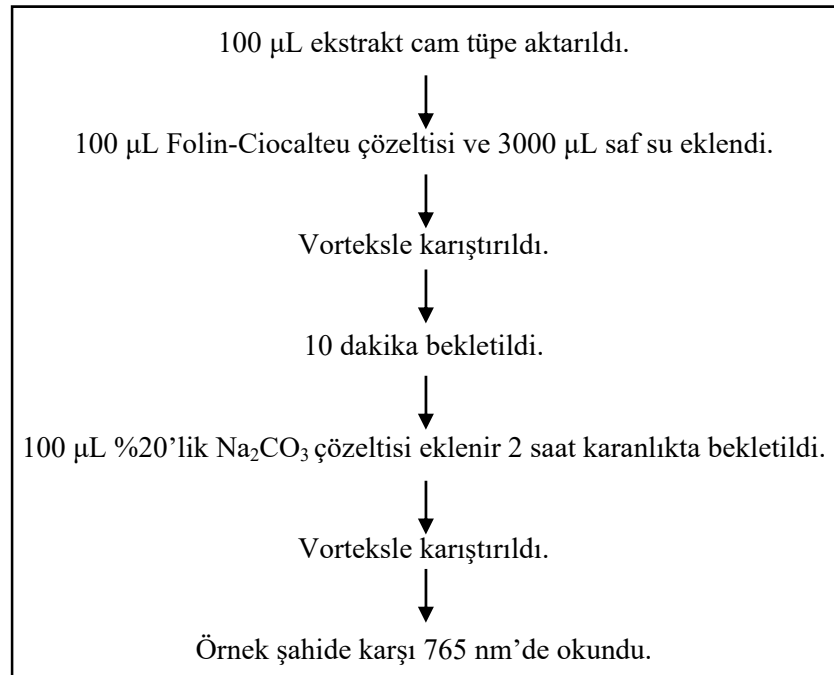
Şekil 3.6. Şeker ve organik asit miktarlarının belirlenmesi için zeytinlere uygulanan aşamalar



Şekil 3.7. Sarıulak çeşidi zeytin örneklerinin ekstraksiyonu

3.3.13. Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi (TF)

Abdulkasım ve ark. (2007) tarafından önerilen yöntemde küçük değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8). Önerilen yöntemde, fenolik maddelerin Folin-Ciocalteu çözeltisindeki fosfomolibdrik-fosfotungstik maddeleri indirgeyerek mavi renkli bir kompleks oluşturmaları ve bu renk değişiminin spektrofotometrik olarak 765 nm’de ölçülmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Zeytin ekstraktlarının spektrofotometrede ölçülen (Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS, Massachusetts, USA, 2005) absorbans değerlerinin eşdeğeri olan TF miktarı, gallik asidin 50-1000 ppm aralıklarında hazırlanmış olan standart eğri denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. Ekstraktlardaki TF miktarı "mg gallik asit/kg" cinsinden ifade edilmiştir.



Şekil 3.8. Toplam fenolik madde miktarlarının belirlenmesi için zeytinlere uygulanan işlemler

3.3.14. Fenolik Bileşikler Analizi

Çekirdeği çıkartılıp parçalayıcıda ezme haline getirilen zeytinden 1,5 g tartılmış ve üzerine 20 ml %80'lik metanol ilave edilip ultraturaks yardımıyla parçalandıktan sonra n-hekzan ile iki kere yıkanarak yağın uzaklaştırılması sağlanmıştır ve vorteks ile homojenize edilmiştir. 10 dk 6000 rpm'de santrifüj edilerek ekstrakt elde edilmiştir. 0,45 µm'lik PTFE membran filtreden geçirildikten sonra doğrudan HPLC sistemine enjekte edilmiştir. Ekstraktların fenolik bileşikler analizi HPLC (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) ile gerçekleştirilmiştir. Fenolik bileşik analizinde 1,5 g zeytin örneği üzerine 20 mL (80:20) metanol eklenip, santrifüjlenmesi ile elde edilen ekstraktlar, blenderden geçirilmiş ve 10 mL n-hekzan ile iki kere yıkanıp, yağın uzaklaştırılması sağlanmıştır. 0,45 µm'lik PTFE membran filtreden geçirildikten sonra doğrudan HPLC sistemine enjekte edilmiştir (Çizelge 3.4). Zeytin fenoliklerinin kolondan ayrımını sağlayacak akış profili ve yürütücü faz seçiminde ise en iyi sonuç vermiş olan akış koşulları uygulanmıştır (Çizelge 3.5). Fenolik bileşiklerin belirlenmesi piklerin çıkış süreleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Analizler her bir örnek için 2 paralelli olacak şekilde tekrarlanmıştır. Fenolik bileşikler miktarının belirlenmesi amacıyla verbaskosin, vanilik asit, oleuropein, rutin, apigenin-7-glukozid, p-kumarik asit, tirozol, hidroksitirozol standartları kullanılmıştır. Tüm bu standart bileşikler içeren stok çözeltiler hazırlanmış ve seyreltme yöntemi kullanılarak farklı konsantrasyonda çözelti hazırlanıp HPLC'ye enjekte edilerek kalibrasyon eğrileri oluşturulmuş ve elde edilen formüller doğrultusunda hesaplamalar yapılarak bileşiklerin miktarları belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. Fenolik bileşiklerin analizinde HPLC'nin çalışma koşulları

Cihaz:	Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006
Kolon:	XTERRA RP 18, 5µM, 4,6x250 mm Column (Waters marka)
Kolon Sıcaklığı:	30 °C
Mobil Faz:	%5 formik asit (A); %20 A + %80 Asetonitril (B), gradiyent akış
Akış Hızı:	1 mL/dak
Dedektör tipi:	Fotodiyot düzen detektör (PDA)
Dalga boyu:	280 nm ve 320 nm

Çizelge 3.5. Fenolik bileşiklerin analizinde mobil faz gradient akış programı

Süre (dak)	A (%)	B (%)
0.01	100	0
5.00	100	0
15.00	90	10
20.01	85	15
30.00	75	25
50.00	65	35
75.00	45	55
90.00	25	75
90.01	0	100
93.00	0	100
93.01	100	0
98.00	100	0

Ekstraktların fenolik bileşikleri analizine ilişkin elde edilen HPLC kromatogramı EK-J’de verilmiştir.

3.3.15. Toplam Antioksidan Aktivite Analizi (TAA)

Sarıalak çeşidi zeytin ekstraktlarının TAA analizinde Klimczak ve ark. (2007) tarafından önerilen spektrofotometrik yöntemde bazı değişiklikler yapılarak zeytin ekstraktı için uygun hale getirilmiştir. Analizi için 100 µL ekstrakt alınıp üzerine 3000 µL 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH*; % 80 metanolda 0,025g/L) ilave edilmiştir. Kontrol örneği için bu 100 µL saf su şeklinde olmuştur. Bunu takiben örnekler karıştırılmış ve reaksiyonun dengeye gelmesi için karanlıkta bir saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda örneklerin absorbanası %80 metanol çözeltisine karşı dalga boyu 515 nm’ye ayarlı spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS, Massachusetts, USA, 2005) ölçülmüştür. Örneklerin TAA değerleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak DPPH’ın inhibisyon %’si olarak ifade edilmiştir.

$$TAA(\%) = (A_K - A_O) / A_K \times 100 \quad (3.9)$$

A_K : Kontrolün absorbanası değeri

A_O : Örneğin absorbanası değeri

3.3.16. Toplam Betalain Miktarı Analizi

Çekirdeği çıkartılıp parçalayıcıda ezme haline getirilen zeytinden 0,1 g tartılmış ve üzerine 10 ml %80’lik metanol ilave edilip ultraturaks yardımıyla parçalandıktan sonra n-hekzan ile iki kere yıkanarak, yağın uzaklaştırılması sağlanmıştır ve vorteks ile homojenize edilmiştir. 10 dk 6000 rpm’de santrifüj edilerek ekstrakt elde edilmiştir. Betalain miktarı, Özcan (2018)’e göre UV spektrofotometre kullanılarak belirlenmiştir. Ektraktın betaksantin miktarı 532 nm’de, betasiyanin miktarı ise 480 nm’de ölçümler gerçekleştirilerek bulunmuştur. Aşağıdaki verilen formül kullanılarak betaksantin ve betasiyanin miktarları hesaplanmış, betaksantin ve betasiyaninlerin toplamı toplam betalain miktarı olarak verilmiştir.

$$\text{Betasiyanin (mg/L)} = [(A \times S_F \times MW \times 1000) / (e \times l)] \quad (3.10)$$

$$\text{Betaksantin (mg/L)} = [(A \times S_F \times MW \times 1000) / (e \times l)] \quad (3.11)$$

$$\text{Toplam betalain (mg/L)} = \text{Betasiyanin (mg/L)} + \text{Betaksantin (mg/L)}$$

A: absorpsiyon

S_F : seyreltme faktörü

l: küvet katman kalınlığı (1 cm)

e: molar absorpsiyon katsayısı (L/mol cm)

Betasiyanin için MW=550 g/mol; e=60,000 L/mol cm

Betaksantin için MW=308 g/mol; e=48,000 L/mol cm

3.3.17. Betalain Bileşikleri Analizi

Çekirdeği çıkartılıp parçalayıcıda ezme haline getirilen zeytinden 5 g tartılmış ve üzerine 20 ml saf su ilave edilip ultraturaks yardımıyla parçalandıktan sonra n-hekzan ile iki kere yıkanarak yağın uzaklaştırılması sağlanmıştır ve vorteks ile homojenize edilmiştir. 10 dk 6000 rpm'de santrifüj edilerek ekstrakt elde edilmiştir. 0,45 µm'lik PTFE membran filtreden geçirildikten sonra doğrudan HPLC sistemine enjekte edilmiştir. Ekstraktların betalain bileşikleri analizi HPLC (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) ile gerçekleştirilmiştir. Kırmızı pancarlı zeytin betalainlerinin kolondan ayrımını sağlayacak akış profili ve yürütücü faz seçiminde ise yapılan ön denemeler neticesinde en iyi sonuç vermiş olan akış koşulları uygulanmıştır (Çizelge 3.7). Betalain bileşiklerin belirlenmesi piklerin çıkış süreleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Analizler her bir örnek için 2 paralelli olacak şekilde tekrarlanmıştır. Betalain bileşikleri miktarının belirlenmesi amacıyla Betanin 901266 Sigma-Aldrich standardı kullanılmıştır. HPLC'ye enjekte edilerek kalibrasyon eğrileri oluşturulmuş ve elde edilen formüller doğrultusunda hesaplamalar yapılarak betanin ve izobetanin bileşiklerinin miktarları belirlenmiştir (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Betalain bileşiklerinin analizinde HPLC'nin çalışma koşulları

Cihaz:	Shimadzu, LC-20AT, Kyota, Japonya, 2006
Kolon:	XTERRA RP 18, 5µM, 4,6x250 mm Column (Waters marka)
Kolon Sıcaklığı:	30 ⁰ C
Mobil Faz:	%5 formik asit (A); %20 A + %80 Asetonitril (B), gradiyent akış
Akış Hızı:	1 mL/dk
Dedektör tipi:	Fotodiyot düzen detektör (PDA)
Dalga boyu:	530 nm

Çizelge 3.7. Betalain bileşiklerinin analizinde mobil faz gradient akış programı

Süre (dk)	A (%)	B (%)
0.01	100	0
20.00	85	15
40.00	65	35
40.01	100	0
45.00	100	0

Ekstraktların betalain bileşikleri analizine ilişkin elde edilen HPLC kromatogramı Ek-K'da verilmiştir.

3.4. Fermantasyon Sırasında Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

3.4.1. Laktik Asit Bakterileri Sayımı

Laktik asit bakterilerinin sayımında 50 mg/L sikloheksimit (aktidon) içeren MRS ve M17 agar kullanılmıştır. Ekimi yapılan petri kutuları, içerisinde oksijeni uzaklaştıran gaz paketleri bulunan anaerobik kavanozlarda 30 °C’de 48-72 saat inkübe edilmiştir. Süre sonunda sayım yapılmış ve sonuçlar dilüsyon katsayıları ile çarpılarak hesaplanmıştır (Tassou ve ark, 2002).

3.4.2. Maya Sayımı

Toplam maya sayımında YPD besiyeri kullanılmıştır. Ekimi yapılan petri kutuları 25 °C’de 96 saat inkübe edilmiştir. Süre sonunda sayım yapılmış ve sonuçlar dilüsyon katsayıları ile çarpılarak hesaplanmıştır (Perricone ve ark, 2010).

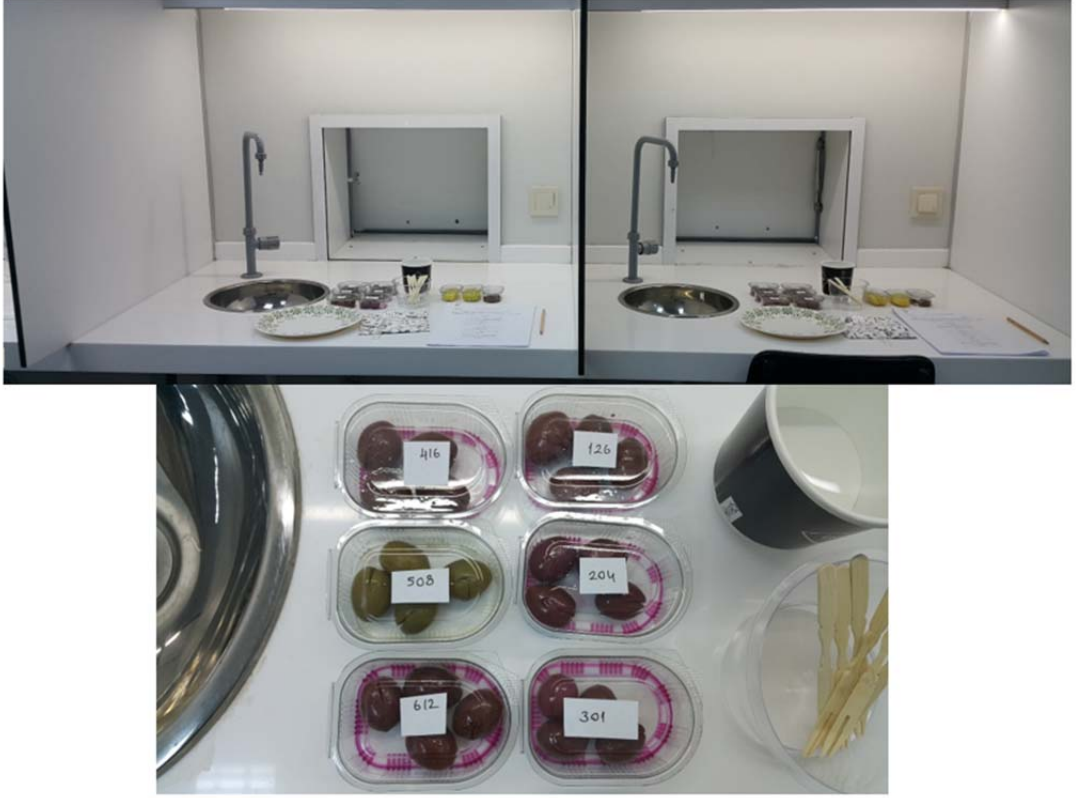
3.4.3. Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayımı

Toplam mezofil aerob bakteri sayımında Plate Count Agar (PCA) kullanılmış ve petriler 30 °C’de 72 saat inkübasyona bırakılmıştır (Özçelik ve ark, 2001; Halkman, 2005).

3.5. Duyusal Analizler

Duyusal analizde seçilen 12 panelistten örnekleri koku, tat, doku, renk ve görünüş açısından değerlendirmeleri istenmiş ve bu amaçla 0-10 arasında bir hedonik skala kullanılmıştır. Bu skalaya göre 10 “En Yüksek”, 0 “En Düşük” olarak değerlendirilmiştir. Duyusal analizlerde Lee ve ark (2012)’nin çalışmasında kullandığı formlar ile IOC (2023)’nin sofralık zeytinlerde duyusal değerlendirme kriterleri bu çalışmaya uyarlanarak koku profil analizi ile lezzet analizi için Şekil 3.10 ve 3.11’de verilen formlar oluşturulmuştur. Uceda ve ark (2017) ve Anagnostopoulos ve ark (2020)’na göre duyusal analizlerde belirtilen kriterler değerlendirilmiştir. Analiz sunumu Şekil 3.9’da verilmiştir.

Seçilen 10 panelistten (yaşları 30-45 arasında olan 4 kadın, 6 erkek) zeytin örneklerini en çok beğendiklerinden en aza doğru sıralamaları istenmiştir (Uceda ve ark, 2017). Panelistlerden en fazla beğendiklerine 6 puan, en az beğendiklerine 1 puan vermeleri istenmiştir. Bu amaçla “Tercih (Sıralama) Testi” kullanılmıştır. Kullanılan form Şekil 3.12’de verildiği gibidir (Altuğ-Onoğur ve Elmacı, 2005).



Şekil 3.9. Örneklerin duyuusal analizleri sunumu

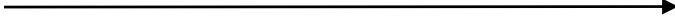
Adı/Soyadı:

Tarih.../...../.....

Ürün Kodu:

KOKU PROFİL ANALİZİ FORMU

Açıklama: Aşağıda verilen özellikleri “En düşük” den “En Yüksek” e doğru değerlendirerek “X” işareti ile skala üzerinde işaretleyiniz.

En Düşük  En Yüksek

Salamura

Sirke

Kırmızı meyve (Ahududu/Frambuaz)

Peynir (Beyaz Peynir)

Baharat

Pekmez

Alkol (Votka)

Bal

Toprak

Odunsu/Meşe Fıçı (Kırmızı Şarap)

Çiçeksi

Kuru Ot veya Bitki

Şekil 3.10. Koku profil analiz formu (Lee ve ark, 2012)

Adı/Soyadı:

Tarih:/...../...

Ürün Kodu:

LEZZET PROFİL ANALİZ FORMU

Açıklama: Aşağıda verilen özellikleri “Açık renk” den “Koyu renk” e doğru ; “Az” dan “Çok” a doğru değerlendirerek “X” işareti ile skala üzerinde işaretleyiniz.

	→	
Sarı/Açık Yeşil /Pembe	Kabuk Rengi	Koyu Yeşil/ Bordo-Mor
Sarı/Açık Yeşil /Pembe	Meyve Eti Rengi	Koyu Yeşil/ Bordo-Mor
	Koku ve Aroma	
Az Yoğun		Çok Yoğun
	Acılık (İşlenmemiş zeytin acılığı)	
Az		Çok
	Asitlik/Ekşilik	
Az		Çok
	Sertlik	
Aşırı Yumuşak		Aşırı Sert
	Tuzluluk	
Az		Çok
	Tat (Genel Tat)	
Kötü		İyi
	Genel Kabul Edilebilirlik	
Tüketilemez		Mükemmel

Şekil 3.11. Lezzet profil analizi (Lee ve ark, 2012) formu

Adı/Soyadı:

Tarih:../...../...

TERCİH (SIRALAMA) TESTİ

Açıklama: Ürünlerin tüm özelliklerini göz önüne alarak en çok beğenilenden en az beğenilene doğru sıralayınız.

Sıra	Ürün Kodu
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	

Şekil 3.12. Tercih (sıralama) testi (Altuğ-Onoğur ve Elmacı, 2005).

3.6. İstatistiksel Analizler

Fermantasyon öncesi ve fermantasyon sırasında zeytinlere yapılan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerin sonuçları Anova analizi ile değerlendirilmiş ve önemli bulunan farklılıklara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Analizlerde “IBM SPSS Statistics 22” programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Zeytin Meyvesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Sarılak çeşidi zeytinlerin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla; olgunluk indeksi, kilogramdaki dane sayısı, et/çekirdek oranı ve renk değerleri (L^* , a^* , b^* , Hue ve ΔC) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hammadde olarak kullanılan Sarılak çeşidi sofralık zeytinin fiziksel özellikleri

Olgunluk İndeksi	0,57±0,00
Kilogramdaki Dane Sayısı (adet/kg)	265±21,22
Bin Dane Ağırlığı (kg)	3,76±0,02
Meyve eti oranı (%)	73,40±0,00
Çekirdek oranı (%)	26,60±0,00
Meyve Eti/Çekirdek Oranı	2,75±0,06
Ortalama meyve boyu (mm)	21,09±1,49
Ortalama meyve eni (mm)	16,78±1,05
Ortalama çekirdek boyu (mm)	19,44±1,92
Ortalama çekirdek eni (mm)	13,68±1,83
Renk	
L^* değerleri	64,20±7,67
a^* değerleri	-13,74±3,36
b^* değerleri	34,08±7,00
Hue değerleri	111,96±2,73
ΔC değerleri	36,69±7,57

Sofralık zeytin üretimi için hammadde seçiminde dayanıklılık, zeytin meyvesinin boyutu, et/çekirdek oranı, tadı, sertliği ve çekirdeğin etli kısımdan kolay ayrılabilme özellikleri dikkate alınması gereken kalite özellikleridir (Kara ve Özbaş, 2013; Erten ve ark, 2020). Taze zeytinlerin fiziksel özellikleri ürünün kalitesinin belirlenmesinde, derecelendirilmesinde ve fiyatlandırılmasında önem taşımaktadır (Uylaşer ve ark, 2008).

Yeşil sofralık zeytinlerde olgunluk indeksi yaklaşık 1 olmaktadır (Tetik, 2005). Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, bu çalışmada temin edilen Sarılak çeşidi zeytinlerin olgunluk indeksi 0,57 olarak belirlenmiştir. Yaptıkları çalışmalarda; Seyran (2008) 0,85 ve Dalloul (2018) 0,48 olgunluk değerlerinde olan Sarılak çeşidi zeytinleri çalışmalarında kullanmışlardır. Çalışmada kullanılan zeytinlerin olgunluk indeksi Tetik (2005) ve Seyran (2008)’nın bildirdikleri değerlerden düşük, Dalloul (2018)’nın bildirdiği değerden yüksek bulunmuştur.

Meyve ve çekirdek özellikleri ile kilogramdaki dane sayısı bir diğer önem taşıyan kriterlerdir (Uylaşer ve ark, 2008; Kara ve Özbaş, 2013). Sofralık zeytin üretiminde kullanılan zeytinlerin kilogramdaki dane sayısı 265 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1). Bu değer Sarıulak çeşidi zeytinler için önceki çalışmalarda 198-277 adet arasında bulunmuştur (Canözer, 1991; Karadağ ve ark, 2007; Dalloul, 2018; Uylaşer ve ark, 2009). Canözer (1991) ve Karadağ ve ark (2007) bu değeri 265 adetten daha fazla bulurlarken, Uylaşer ve ark (2009) Gemlik zeytinlerinde 248-295 adet arasında bulmuşlar ve Dalloul (2018) ise 265'ten daha az olduğunu bildirmiştir.

Meyve oluşumu evresinde toprakta yeteri kadar su bulunup bulunmaması meyve büyüklüğü ve et/çekirdek oranını etkilemektedir (Öztürk ve ark, 2020). Çizelge 4.1'de de görüldüğü gibi, çalışmada kullanılan zeytinlerin meyve eti oranı %73,40 ve çekirdek oranı %26,60 olarak belirlenmiştir. Sarıulak zeytin çeşidinde belirtilen değerler önceki araştırmacılar tarafından meyve eti oranı %68,80-85,00 ve çekirdek oranı %28,15-31,20 olarak bildirmiştir (Canözer, 1991; Ulaş, 2001; Karadağ ve ark, 2007; Toplu ve ark, 2009; Demir, 2018). Bu çalışmada kullanılan zeytinlerin meyve eti/çekirdek oranı 2,75 olarak belirlenmiştir. Sarıulak zeytin çeşidinde bu değer önceki araştırmacılar tarafından 2,20-4,37 olarak belirlenmiştir (Canözer, 1991; Karadağ ve ark, 2007; Kayahan ve Tekin, 2009; Dalloul, 2018). Bu çalışmada kullanılan zeytinlerin ortalama meyve boyu, ortalama meyve eni, ortalama çekirdek boyu ve ortalama çekirdek eni sırasıyla; 27,91, 16,78, 19,44, 13,68 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Sarıulak çeşidinde bu değerler önceki araştırmacılar tarafından 23,37-25,25, 14,97-22,00, 16,73-20,14, 8,89-10,97 olarak bildirilmiştir (Canözer, 1991; Ulaş, 2001; Karadağ ve ark, 2007; Kılıçkan ve Güner, 2007; Seyran, 2008; Toplu ve ark, 2009). Bu sonuçlara göre çalışmamızda kullanılan Sarıulak çeşidi zeytinlerin büyük çekirdekli, etli ve orta irilikte olduğu tespit edilmiştir.

Ham madde olarak kullanılan zeytinlerin L*, a*, b*, hue ve ΔC değeri sırasıyla 64,20, -13,74, 34,08, 111,96 ve 36,69 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Dalloul (2018) çalışmasında Sarıulak zeytin çeşidinin zeytin çeşidinin L*, a*, b* ve ΔC değerlerini sırasıyla 69,79, -10,93, 38,25 ve 39,78 olarak bildirmiştir. Chranoti ve ark (2018) Conservolea çeşidi yeşil zeytinlerine ait L*, ΔC ve hue değerlerini sırasıyla 60,30, 38,70 ve 118,20 olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir. Hammadde olarak kullanılan Sarıulak çeşidi zeytinin kimyasal özellikleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Hammadde olarak kullanılan Sarıulak çeşidi sofralık zeytinin kimyasal özellikleri

pH	5,00±0,28
Toplam Asitlik (% laktik asit cinsinden)	0,29±0,42
Toplam Kuru Madde Oranı (%)	40,89±5,37
Yaş Ağırlıkta Kül Oranı (%)	0,28±0,17

Zeytin dane etinin pH'sı 4,5-5,68 arasında bulunmaktadır (Tetik, 2005). Çalışmada Sariulak çeşidi zeytinlerin pH değeri 5,00 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Önceki bir Sariulak zeytinlerinde pH değeri 5,13 olarak bildirilmiştir (Dalloul, 2018). Irmak ve ark (2010) Ayvalık, Domat, Gemlik, Memecik ve Uslu yeşil zeytin çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarlarının belirlenmesi ve farklı işleme tekniklerinin fenolik maddeler üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, ham zeytinlerdeki pH değerlerini 5,45-5,68 arasında bulmuşlardır. Uylaşer ve ark (2009), Gemlik zeytinlerinin pH değerlerini 5,27-5,50 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Küçükyaşar ve Pazır (2019) organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen Memecik çeşidi zeytinlerin fiziksel, kimyasal ve pomolojik analizlerini inceledikleri çalışmada pH değerini, sırasıyla 5,02 ve 5,23 olarak bulmuşlardır. Bulunan değerler çalışmamızda kullanılan Sariulak çeşidi zeytinlerin tarafımızdan tespit edilen sonuçları ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Çalışmada kullanılan Sariulak çeşidi zeytinlerde, meyve etinin toplam asitlik değeri %0,29 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Önceki çalışmada Sariulak zeytinlerinin toplam asitlik değeri 0,20 g/kg olarak bildirilmiştir (Dalloul, 2018). Irmak ve ark (2010) çalışmalarında zeytinlerin toplam asitlik değerinin laktik asit cinsinden, %0,17-0,26 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Küçükyaşar ve Pazır (2019) organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen Memecik çeşidi zeytinlerin titrasyon asitliğini, %laktik asit cinsinden, 0,47 ve 0,37 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada elde ettiğimiz toplam asitlik değeri Sariulak ve Gemlik çeşidi zeytinlere göre biraz yüksek, Memecik çeşidi zeytinlerden ise düşük bulunmuştur.

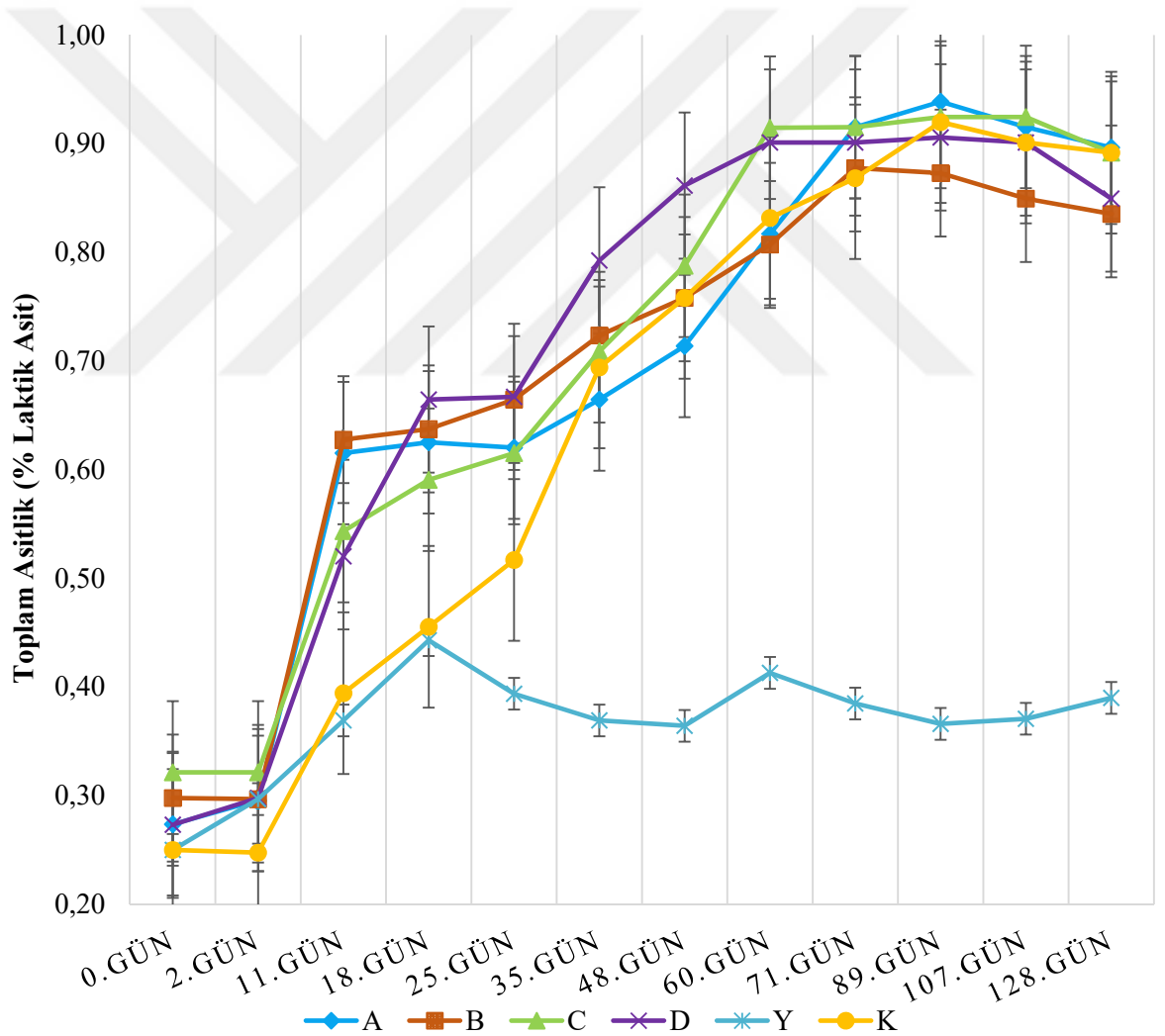
Çalışmada zeytinlerin TKM oranı %40,89 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Önceki çalışmalarda Sariulak çeşidi zeytinlerin TKM oranı %34,39 olarak bildirilmiştir (Dalloul, 2018). Uylaşer ve ark (2008) ve Uylaşer ve ark (2009) çalışmalarında Gemlik çeşidi zeytinlerin TKM oranlarını %37,81 ve %49,68 olarak bildirmişlerdir. Küçükyaşar ve Pazır (2019) organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen Memecik çeşidi yeşil zeytinlerin TKM oranını %31,68-38,67 arasında olarak bildirmişlerdir. Tuna (2006) çalışmasında Edincik Su çeşidi zeytinlerin TKM oranlarını %39,57- 41,83 olduğunu belirtmiştir. Çalışmada kullanılan Sariulak çeşidi zeytinlerin TKM oranı önceki çalışmalardaki Sariulak çeşidi ve Memecik çeşidi zeytinlerin değerlerinden yüksek, Gemlik ve Edincik Su çeşidi zeytinler ile benzer bulunmuştur.

Çalışmada Sariulak çeşidi zeytinlerin yaş ağırlıktaki kül oranı %0,28 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Kadakal (2009) çalışmasında Gemlik çeşidi siyah zeytinlerin kül oranının %0,9-0,94 arasında olduğunu bildirmiştir. Tuna (2006) starter ilave ettiği Gemlik ve Edincik Su çeşidi siyah zeytinlerin kül oranlarını, sırasıyla %1,67-1,89 ve %1,45-1,47 arasında olarak bildirmiştir. Uylaşer ve ark (2009) çalışmalarında çeşitli bölgelerden elde ettiği Gemlik çeşidi siyah zeytinlerin kül oranlarının % 1,58-1,79 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Küçükyaşar ve Pazır (2019) organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen Memecik çeşidi yeşil zeytinlerin kül oranını sırasıyla %1,25 ve %1,42 olarak bildirmişlerdir. Çizelge 4.2'den de görüldüğü gibi çalışmada kullanılan Sariulak çeşidi yeşil zeytinlerin kül oranı, yukarıda ifade edilen çalışmalardaki diğer

siyah zeytin çeşitlerinin kül oranlarından düşük olduğu belirlenmiştir. Tuz oranı az ise kül oranının da az olduğu bildirilmiştir (Kılıç ve ark, 1984). Bu durum zeytindeki tuz oranının diğer çalışmalardan daha düşük olduğu şeklinde açıklanabilmektedir.

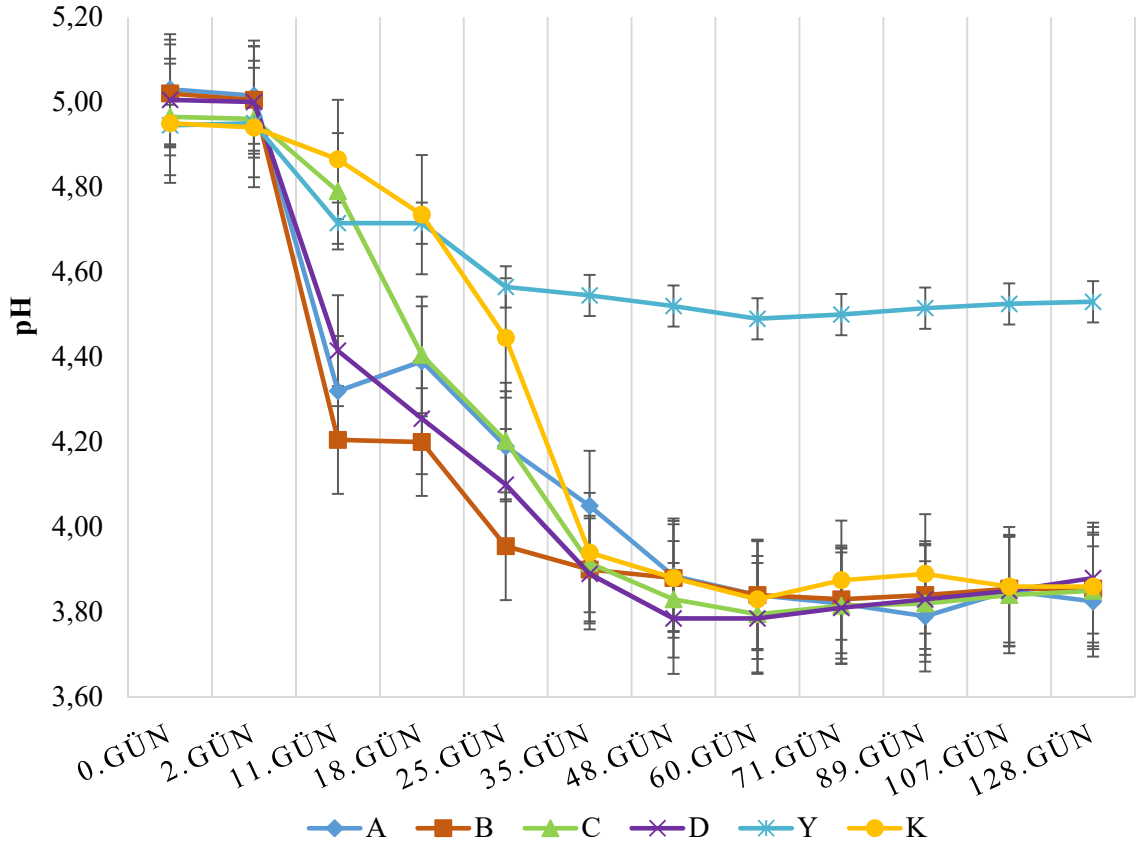
4.2. Fermantasyon Sırasında Zeytinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerindeki Değişim

Fermantasyon sırasında Sarıulak çeşidi zeytinlerin pH ve salamuradaki toplam asitlik değerleri, % laktik asit cinsinden, Şekil 4.1, Şekil 4.2, Ek-G ve Ek-H’de gösterilmiştir. Şekil 4.3’te fermantasyon sırasında zeytinlerin pH, salamura toplam asitlik oranlarındaki değişim karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Fermantasyon başında (0. gün) starter ve kırmızı pancar ilave edilmemiş olup, fermantasyonun 2. gününden itibaren starter ve kırmızı pancar ilavesiyle birlikte alınan örneklerin analizleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Fermantasyon sırasında toplam asitlikteki değişim

A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.



Şekil 4.2. Fermantasyon sırasında pH'daki değişme:

A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Fermantasyon proseslerinde, fermantasyonun takibi için gerekli bulunan en önemli parametreler pH ve toplam asitliktir (Dalloul, 2018). Zeytinlerin salamuraya konulmasıyla şekerler yavaş yavaş salamuraya geçiş yapmakta ve mikroorganizmalar tarafından kullanılarak aside dönüştürülmektedir (Koyuncu, 2020). Şekil 4.1 ve Ek-G'de görüldüğü gibi, çalışmada fermantasyon başında toplam asitlik değerlerinin %0,25-0,32 arasında olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyonun 2. gününden itibaren asitlikte, laktik asit cinsinden, hızlı bir artış meydana gelmiştir. Fermantasyon sırasında sofralık zeytin salamuralarının toplam asitlik değerleri, laktik asit cinsinden, %0,25-0,94 aralığında değişmektedir (Ek-G). Çalışmada fermantasyon sırasında, starter kültür ilave edilen denemelerde, pozitif kontrol denemesine göre daha hızlı bir asitlik artışı ve pH değerinin ise daha hızlı bir düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Starter kültür ve kırmızı pancar ilave edilen salamuraların asitlik değerlerinin genel olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur. Yukarıda ifade edilen denemelerin % toplam asitlik değerlerinin, fermantasyonun 71. gününde çok az bir azalma gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada fermantasyon sonunda kırmızı pancar ilave edilen zeytinlerin toplam asitlik değerlerinin laktik asit cinsinden %0,84-0,90 arasında, negatif kontrol denemesinin %0,39 olduğu görülmüştür (Ek-G). Bu durum kırmızı pancar ilaveli zeytinlerde laktik asit bakterilerinin ortama hakim olduğunu ancak negatif kontrol zeytinlerinin asitliğinin %0,39

olmasının muhtemelen fermentasyonda mayaların baskın olduğu veya düşük LAB popülasyonu olduğu şeklinde açıklanabilmektedir. Fermentasyon işlemi sonucunda en yüksek toplam asitlik (%0,90) ve en düşük pH (3,83) değerleri *L. plantarum* aşılı A kodlu denemede tespit edilmiştir. Negatif kontrol denemesi dışındaki tüm denemelerde toplam asitlik miktarında artış olduğu görülmüştür. Ardıç (2022) sofralık yeşil zeytin üretiminde fermentasyona kırmızı pancar ve siyah havuç ilavesinin etkisini araştırdığı çalışmasında, fermentasyon süresince salamuraların laktik asit miktarlarında artış ve azalışlar görüldüğünü bildirmiştir. Peres ve ark (2008) *L. pentosus* DSM 16366 ilaveli Portekiz Azeiteira çeşidi yeşil zeytinlerin fermentasyon sonunda toplam asitlik değerini %1 olarak bildirmişlerdir. Benítez-Cabello ve ark (2020) Manzanilla çeşidi İspanyol usulü sofralık yeşil zeytin üretiminde *L. pentosus* LPG1, *L. pentosus* Lp13, *L. plantarum* Lp115 ve *W. anomalus* Y12 (tek başlarına veya kombinasyon halinde) kullanımının etkisini araştırdıkları çalışmalarında, yalnızca LAB suşları ile aşılamanın, kontrol örneğinden daha yüksek toplam asitlik ve daha düşük pH değerlerine neden olduğunu bildirmişlerdir. Anagnostopoulos ve ark (2020), Kıbrıs çeşidi yeşil kırma sofralık zeytin üretiminde, üç farklı yöntem kullanımının (spontan fermentasyon, %7 veya %10 NaCl konsantrasyonunda laktik asit bakterileri ile aşılama) etkisini araştırdıkları çalışmalarında aşılamanın zeytin fermentasyonunda daha hızlı asitlenme ve pH'da daha hızlı bir düşüş meydana geldiğini, aşılamanın zeytinlerin laktik asit cinsinden asitliğinin sırasıyla % 0,81 ve 0,86, spontan fermentasyon salamurasının ise %0,48 olduğunu bildirmişlerdir.

Fermentasyon ortamları kurulurken, başlangıçta salamuralardaki pH'nın 4,95-5,03 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmada fermentasyonun 2. gününden itibaren tüm örneklerin pH değerlerinin düştüğü ve starter kültür ilaveli zeytin salamuralarının pH değerlerinin (3,73-4,79) spontan negatif ve spontan pozitif denemelere göre (3,83-4,87) daha düşük olduğu belirlenmiştir (Ek-H). Çalışmada fermentasyon sonunda starter kültür ilaveli zeytin salamuralarının pH değerleri (3,83-3,88) spontan pozitif ve spontan negatif denemelere göre (sırasıyla 3,86 ve 4,53) daha düşük bulunduğu tespit edilmiştir.

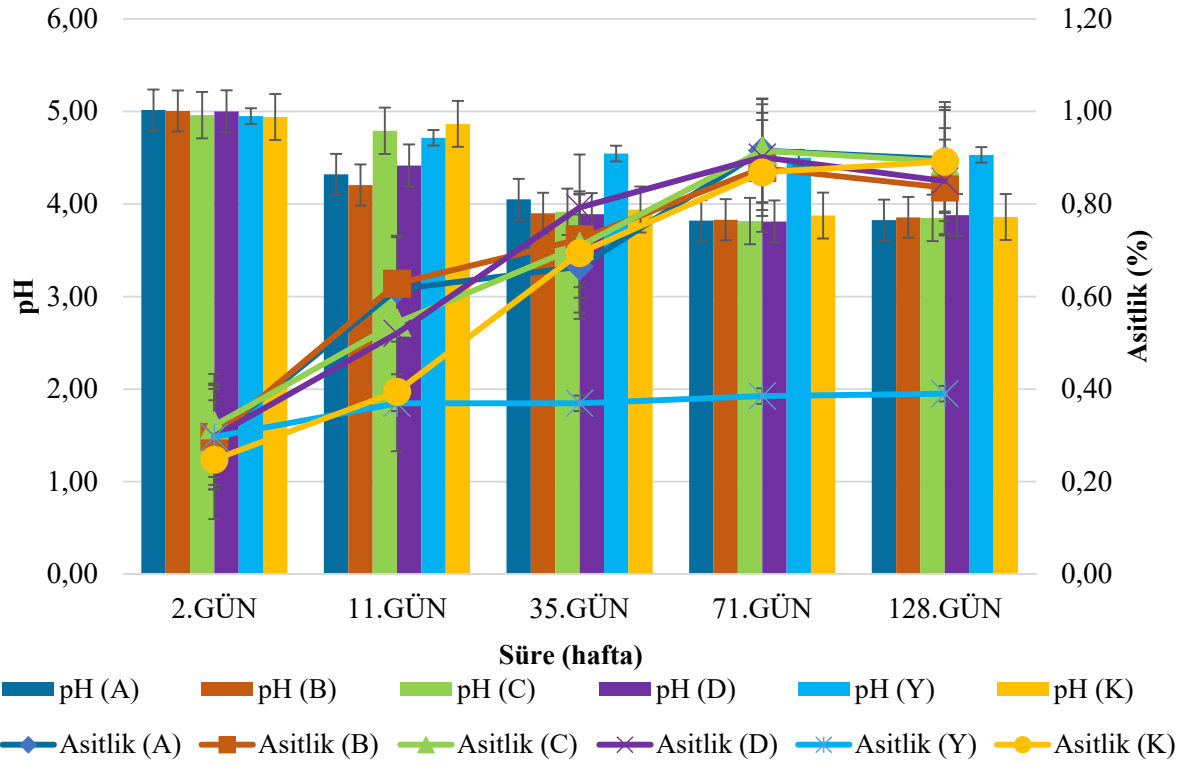
Durán ve ark (1993) *L. plantarum* aşıladıkları Hojiblanca ve Cacereña çeşidi yeşil zeytinlerin salamuralarında fermentasyonun ilk 8'inci gününde pH'nın 4,5'in üstünde olduğunu bildirmişlerdir. Randazzo ve ark (2014) starter ilaveli Giarraffa ve Grossa di Spagna çeşitlerindeki yeşil zeytinlerde başlangıç pH değerini 5,14 bulmuşlar ve fermentasyonun ilk 14 gününde hızlı bir düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir. Panagou ve Tassou (2006) çalışmalarında *L. plantarum* ve *L. pentosus* ile aşılama yaptıkları zeytin denemelerinde pH değerindeki düşüşün ilk günlerde daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir. Dalloul (2018) starter kullanmadan fermente ettiği yeşil Sarıulak çeşidi zeytinlerde fermentasyonun ilk 6 gününde pH değerinde hızlı bir düşüş olduğunu bildirmiştir.

Koyuncu (2019) starter kültür olarak *L. plantarum* ve *L. pentosus* kullandığı Gemlik çeşidi siyah zeytinlerde LAB ile aşılamanın zeytinlerdeki pH değerlerindeki bu düşüşün, spontan fermentasyon denemesinden daha fazla oranda gerçekleştiğini bildirmiştir. Fermente zeytin

üretiminde laktik asitler tarafından üretilen organik asitlerin pH değerinde düşüslere neden olduğu daha önceki çalışmalarla bildirilmiştir (Garcia ve ark, 2019; Garcia ve ark 2020). De Castro ve ark (2019) Manzanilla çeşidi yeşil zeytin üretiminde starter kültür olarak *L. pentosus* ilavesinin fermentasyona etkisini araştırdıkları çalışmalarında, aşılamaadan hemen sonra pH’da hızlı bir düşüş ve asitlikte hızlı bir artış gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Montaño ve ark (2010) İspanyol usulü işledikleri zeytinlerde salamura pH değerlerini 3.65-4.40 arasında, Tufariello ve ark (2015) iki İtalyan (Cellina di Nardó ve Leccino) ve iki Yunan (Kalamáta ve Conservolea) çeşidi siyah zeytinlere starter kültür ilave ettikleri çalışmalarında bütün denemelerde fermentasyonun ilk on beş günü içinde hızlı bir pH düşüşü gösterdiğini ve salamura pH değerinin 3,5-4,5 arasında olduğunu, Kiai ve Hafidi (2014) spontan fermante ettikleri Fas çeşidi yeşil zeytinlerin pH değerlerini 4,4-4,6 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan zeytinlerin pH değerlerinin fermentasyonun 25. gününden itibaren 4,10’nun altına ulaştığı ve asitlikte ise artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Garcia ve ark (2020) Manzanilla yeşil zeytinlerinde yaptıkları çalışmalarında fermentasyonun 20. gününden itibaren pH değerlerinde önemli ölçüde bir azalma olduğunu ve pH’nın 4,3’ün altına ulaştığını, laktik asit bakterilerine bağılı olarak laktik asit üretimiyle beraber, salamuraanın serbest asitliğinde bir artışa yol açtığını bildirmişlerdir.

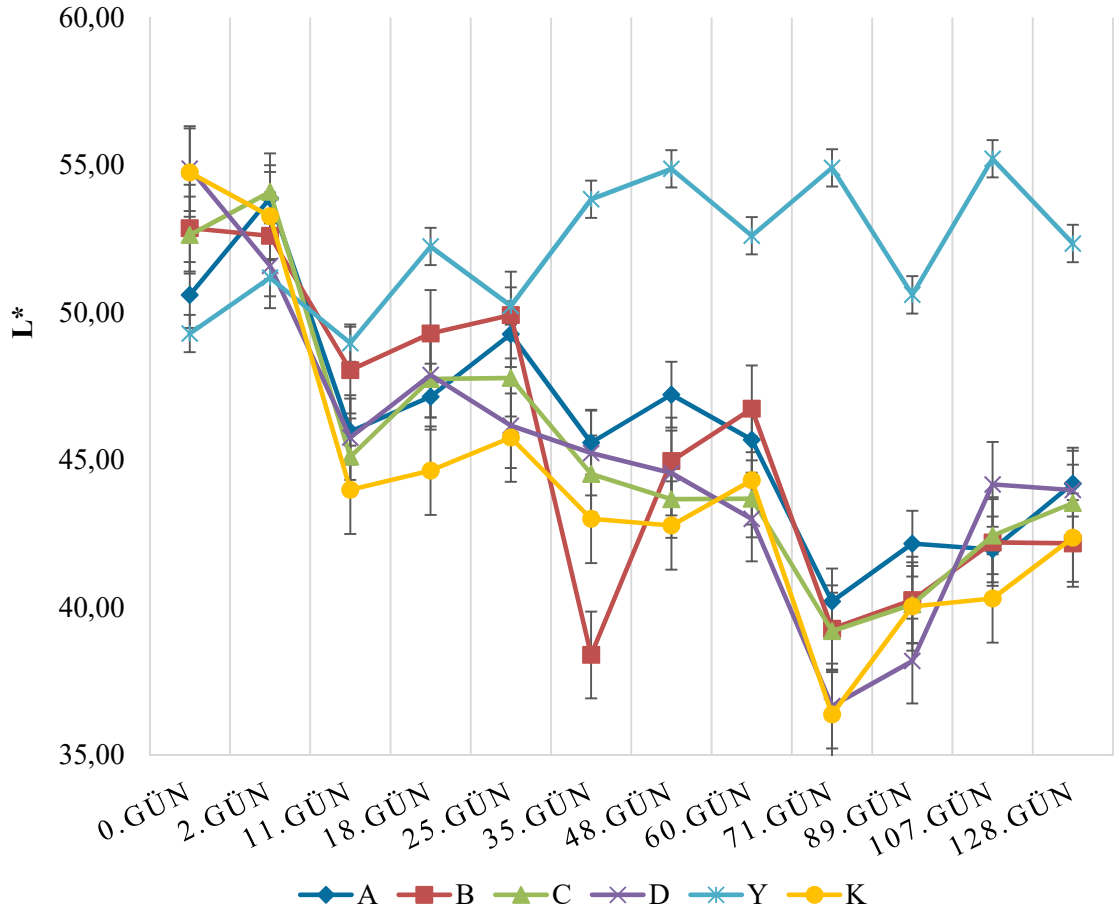
Randazzo ve ark (2014) starter ilaveli yeşil zeytinlerin fermentasyon sonundaki pH değerini 3,83-4,48 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Grounta ve ark (2016) Yunan usulü işlenen starter ilaveli denemelerin nihaî pH değerinin 3,9-4,0 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Irmak ve ark (2010) çalışmalarında fermentasyon sonunda Domat çeşidi yeşil zeytinlerin pH’sını 4,02 olarak bildirmişlerdir. Chranioti ve ark (2018) Conservolea çeşidi yeşil zeytinlerin, spontan fermentasyonda salamura pH değerinin 4,7 olarak belirtmişlerdir. Peres ve ark (2008) *L. pentosus* DSM 16366 ilaveli Portekiz Azeiteira çeşidi yeşil zeytinlerin fermentasyonu’nun sonunda pH değerini 3,8 olarak bildirmişlerdir. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu görülmüştür. De Castro ve ark (2002) İspanyol Manzanilla çeşidi yeşil zeytinlerde yaptıkları bir çalışmada *L. pentosus* ilaveli salamuraada hızlı bir asitlik gelişimi ile beraber, karbonhidrat yıkımı sonucunda, hızlı bir pH düşüşü olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada spontan fermentasyonda karmaşık bir mikrobiyolojik gelişim görüldüğü ve eğer tuz oranı %6-7’nin altına düşerse bazı *Lactiplantibacillus* türlerine rastlanıldığı, fakat genellikle fermentasyon ortamına mayaların hakim olduğu bildirilmiştir (Garrido Fernandez ve ark, 2004). Panagou ve ark (2008) *L. pentosus* ve *L. plantarum* ile aşıladıkları zeytin örneklerinin titrasyon asitliğinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.3. Fermantasyon sırasında zeytinlerin pH ve salamura toplam asitlik oranındaki değişim
A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında zeytinlerin fiziksel özellikleri Ek-A ve Ek-B 'de gösterilmiştir. Çalışmada Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin fermantasyonu esnasında L* değerlerindeki değişimler Şekil 4.4'te verilmiştir.

“L*” değeri parlaklığı ifade etmektedir ve 0-100 arasında değişmektedir (Artes ve ark, 2002). Sıfır değerini siyah renkte hiçbir yansımanın olmadığı durumda alırken, 100 değerini mükemmel yansımanın olduğu beyaz renkte almaktadır (Mutlu ve Ergüneş, 2008) (Şekil 3.4). Fermantasyon boyunca L* değeri negatif kontrol denemesi dışında, tüm denemelerde düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Tüm denemelerin renklerinde koyulaşma olduğu, negatif kontrol denemesinin renginde ise açılma olduğu tespit edilmiştir. Yeşil zeytinlerin rengindeki açılma, tüketici kabul edilebilirliği açısından pozitif olarak algılanan bir özelliktir (Chranioti ve ark, 2018). Fermantasyonun 71. gününden itibaren ise tüm kırmızı pancarlı denemelerdeki zeytinlerin rengindeki açılma olduğu belirlenmiştir. Açık renk, düşük bir pH değeri ile ilişkilendirilmiştir (Anagnostopoulos ve ark, 2020). Bu süreçte kırmızı pancarlı zeytinlerde pH'da düşme görülmüştür.

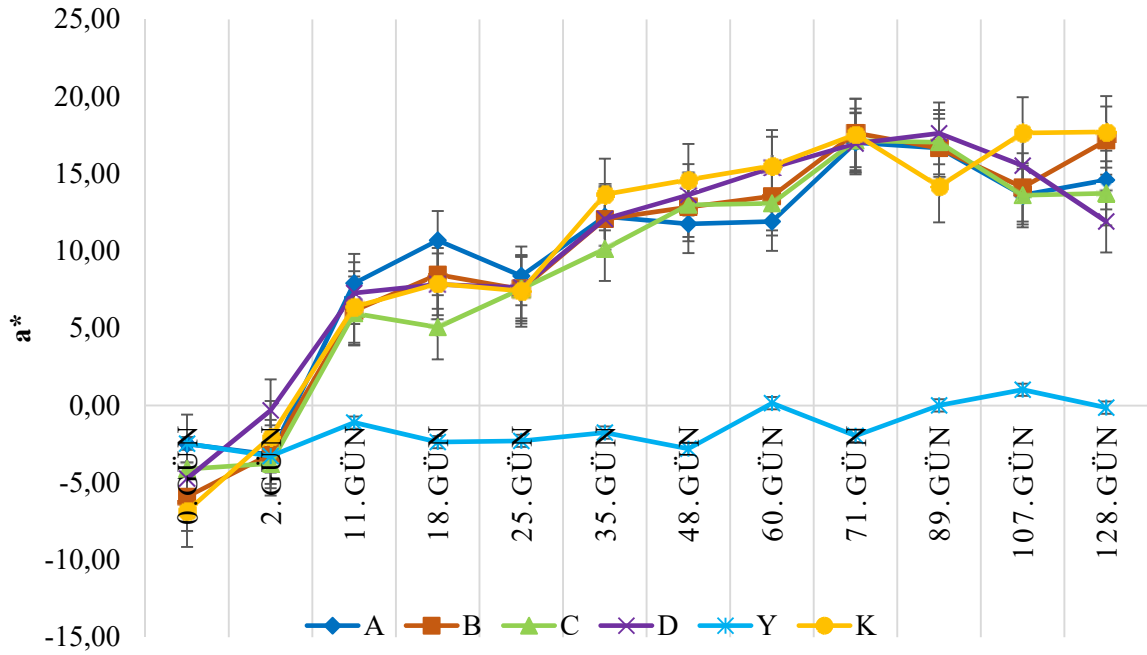


Şekil 4.4. Sofralık zeytin fermentasyonları sırasında L* değerlerindeki değişme
A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: spotan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Çalışmada sofralık zeytin fermentasyonları sırasında a* değerlerindeki değişme Şekil 4.5'te verilmiştir. Kırmızı renk kazanımını en iyi ifade eden renk bileşenlerinden biri a* değeri olup, sofralık zeytinlerin kırmızı renk kazanması ile bu değerde artış görülmüştür. Pozitif a* değerleri kırmızılığı ifade ederken, negatif a* değerleri yeşil rengi temsil etmektedir (Artes ve ark, 2002). Çalışmada sofralık zeytinlerin a* değerleri fermentasyonun 2. gününden itibaren pozitif olarak hesaplanmıştır ve -6,84 ile 17,62 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Fermentasyon boyunca a* değeri artış göstermiştir. Bu durum, spontan negatif kontrol denemesinde yeşil rengin azalışı, diğer tüm denemelerde fermentasyonun 2. gününden itibaren ise kırmızılığın artışı ile ifade edilmektedir. Spontan negatif kontrol zeytinlerinin yeşil renginin açılması, yeşil zeytin fermentasyonunda laktik asit tetrahirol merkez halkasından magnezyumu kopararak klorofil feofitin ve feoforbite dönüşmesi sonucunda meydana geldiği bildirilmiştir (Balatsouras, 1997). Fermentasyonun 11. günden sonra kırmızı pancarlı zeytinlerde betasiyaninlerin geçiş hızları yavaşlamış, daha sonra da zaman zaman düşüş, daha sonra tekrar artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumun sebebinin

pancardan zeytine bir taraftan betasiyanin ve betaksantin geçerken diğer taraftanda da bu pigmentlerin parçalanmaya uğramış olmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Homouia, 2018).

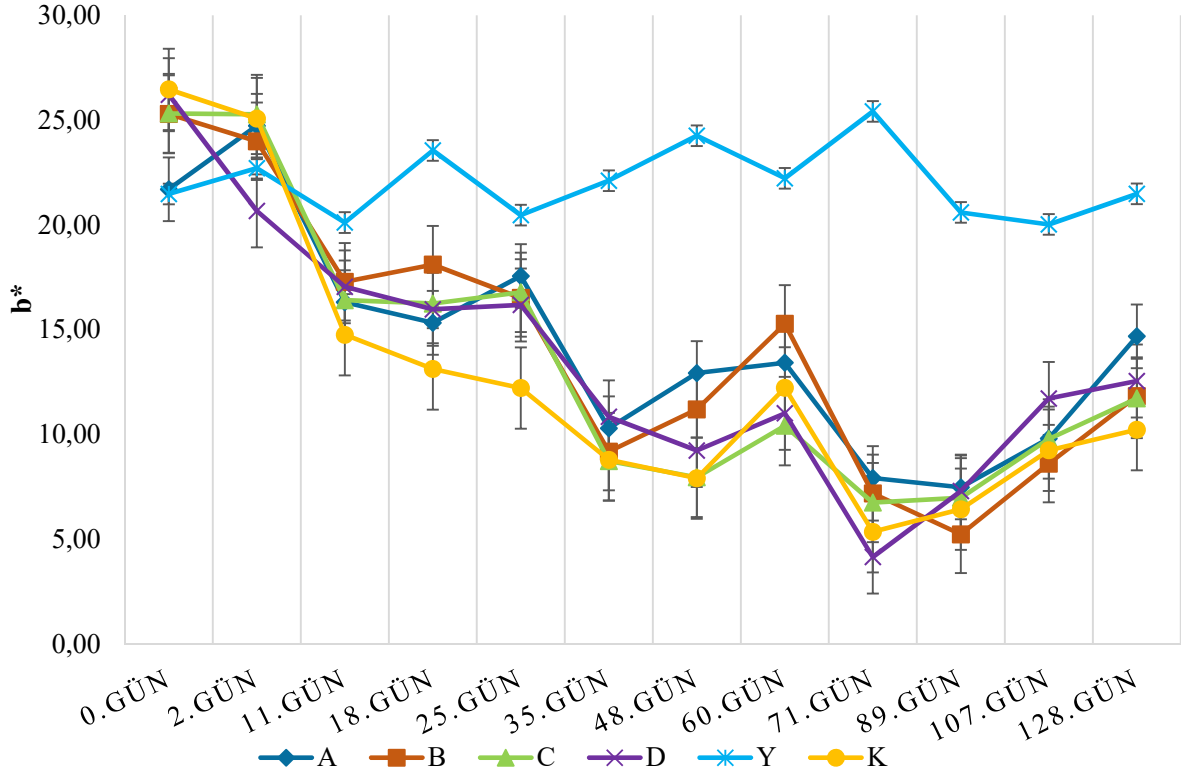
Şekil 4.5'te görüldüğü gibi, çalışmada en yüksek kırmızılık değeri, spontan pozitif kontrol K kodlu denemede fermentasyonun sonunda tespit edilmiştir. Fermentasyonun sonunda *W. anomalus* ile aşılana C kodlu ve karışık kültür aşılama D kodlu denemelerde pigmentlerin daha çok parçalandığı ve zeytinlerdeki kırmızılığın bu denemelerde daha düşük kaldığı gözlenmiştir. Fermentasyonun 71. gününden itibaren betasiyaninlerin parçalandığı ve zeytinin rengindeki kırmızılık oranının azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Sofralık zeytin fermentasyonları sırasında a* değerlerindeki değişim
A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Çalışmada zeytinlerin fermentasyon sırasında b* değerlerindeki değişim Şekil 4.6'da verilmiştir. Pozitif b* değeri sarılığı temsil ederken, negatif b* değeri maviliği temsil etmektedir (Artes ve ark, 2002). Sıfır kesim noktasında (a=0 ve b=0) renksizlik (grilik) olmaktadır (Mutlu ve Ergüneş, 2008). Çalışmada fermentasyon boyunca starter ve kırmızı pancar ilaveli zeytinlerin b* değerlerinde azalma olup, zaman zaman artış görüldüğü ve bu değerlerin negatif kontrol denemesinin b* değerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum zaman zaman sarı renkte azalış veya artış olduğu şeklinde açıklamaktadır. Fermentasyonun 2. gününden itibaren sarı rengin azaldığı ve betaksantinlerin zeytine geçişinde hızlanma meydana geldiği ancak zamanla bu pigmentlerin fermentasyon süresince parçalandığı ve sarılıkta tekrar azalma meydana geldiği görülmektedir. Çalışmada fermentasyon boyunca en düşük b* değeri karışık kültür aşılama D kodlu denemede fermentasyonun 71. günü tespit edilmiştir. Fermentasyonun 71. gününden itibaren

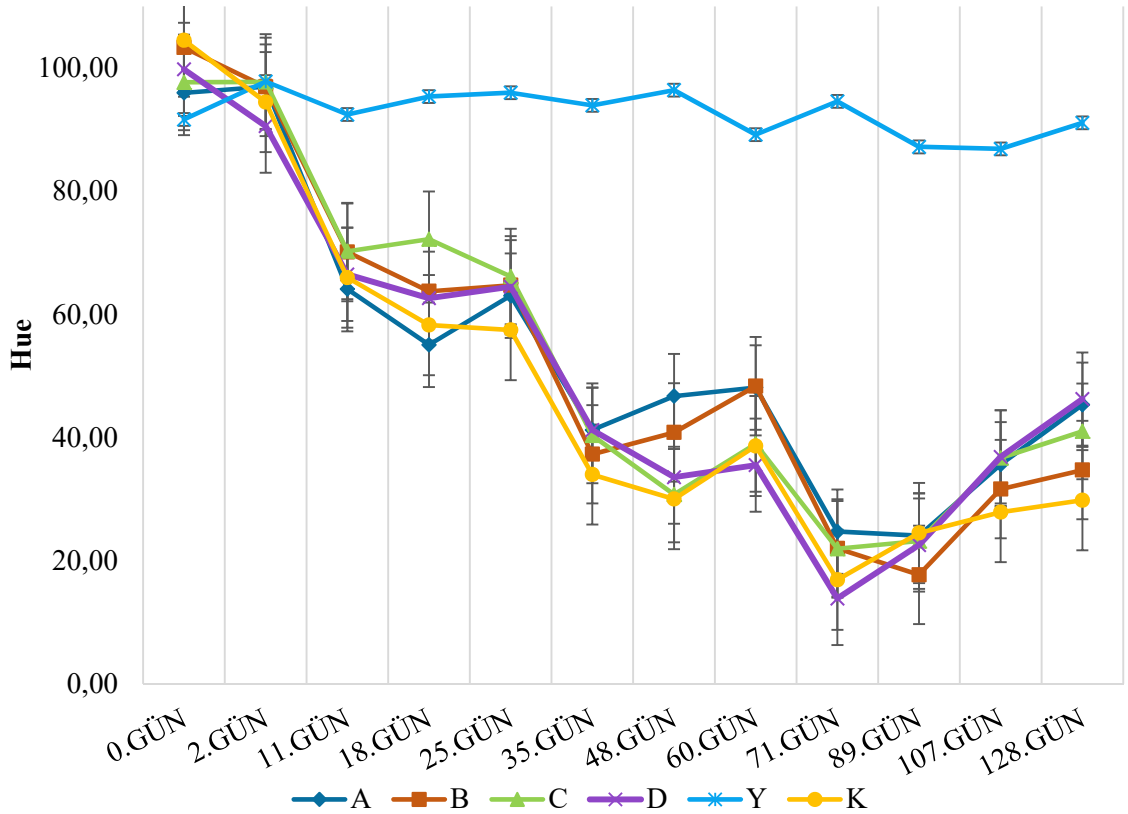
zeytinlerin rengindeki sarılığın arttığı belirlenmiştir. Kırmızı pancar konulmayan negatif kontrol Y kodlu denemede ise fermentasyon süresince sarılık renginde artış belirlenmiştir. Baráth ve ark (2004) ve Czyżowskavd (2006) çalışmalarında laktik asit bakterilerleriyle fermente ettikleri kırmızı pancarlar için fermentasyona tabi tutulduklarında kırmızı ve sarı renkte kayıplar yaşandığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.6. Sofralık zeytin fermentasyonları sırasında b* değerlerindeki değişim
A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Çalışmada sofralık zeytin fermentasyonları sırasında hue değerlerindeki değişim Şekil 4.7’de verilmiştir. L*, a* ve b* değerlerinden yararlanılarak renk algısına hitap eden “hue açısı” hesaplanmaktadır (Erbay ve ark, 2010). Hue açısı bir renk dairesi olarak tanımlanmakta olup kırmızı-mor renkleri 0°-360° açı değerlerinde, sarı rengi 90° açı değerinde ve mavimsi yeşil rengi de 180°-270° açı değerlerinde olmaktadır (Mutlu ve Ergüneş, 2008) (Şekil 3.4). Çalışmada fermentasyon başında tüm denemelerin hue değerlerinin 91.66°-104.58° arasında olduğu tespit edilmiştir. Fermentasyonun 2. gününden itibaren, negatif kontrol denemesi dışında, tüm denemelerin hue değerinde zaman zaman artışlar olsa da genel olarak bir düşüş olduğu Şekil 4.7’de görülmektedir. Bu durumda negatif kontrol denemesinin yeşil renginin değişmediği ancak kırmızı pancar katkılı zeytinlerin renk tonunun yeşilden kırmızıya doğru değişim gösterdiği belirlenmiştir. Fermentasyon boyunca, b* değerinde de olduğu gibi, en düşük hue değerini karışık

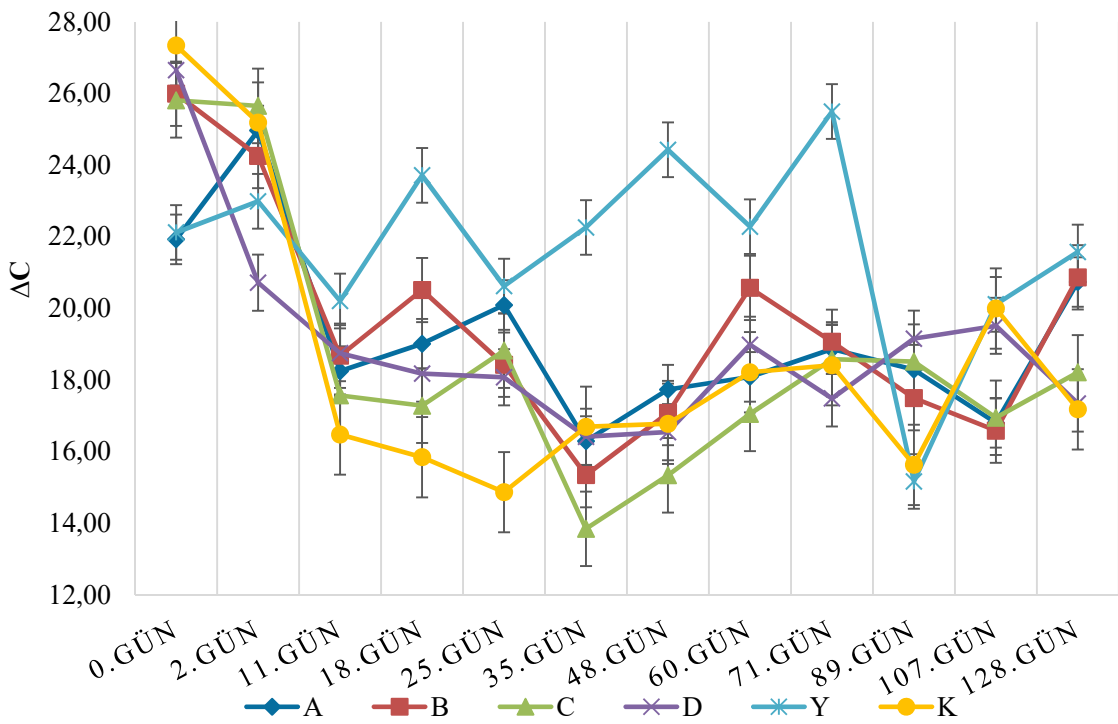
kültür aşılmalı D kodlu denemede (13,88°) fermantasyonun 71. gününde tespit edilmiştir. Bu durumda zeytinler en kırmızı rengini fermantasyonun 71. gününde aldıkları gözlenmiştir. Fermantasyonun 71. gününden itibaren zeytinlerin hue değerleri tekrar artış göstermiştir. Bu durum fermantasyon sırasında betalain maddelerinin parçalanmasıyla ilişkili bulunmuştur. Çalışmada fermantasyon sonunda tüm denemeler içinde en düşük hue değeri (en kırmızı renk) spontan pozitif kontrol K kodlu zeytinlerde (29,82°) tespit edilmiştir. Kırmızı pancar ilaveli zeytinler ile negatif kontrol denemesi arasında fark meydana geldiği gözlenmiştir (Şekil 4.7). Erbay ve ark (2010) Memecik çeşidi zeytinlerin şalgam, likopen ve boya ile renklendirildiği çalışmalarında, renklendirilen zeytinlerin hue açılarının 21,73⁰-34,61⁰ arasında olduğunu ve bu zeytinlerin kontrol denemesi ile aralarında çok fark bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada spontan pozitif kontrol K Kodlu zeytinlerindeki hue kaybının aşılı zeytinlerden daha hızlı olduğu tespit edilmiştir. Anagnostopoulos ve ark (2020), Kıbrıs çeşidi yeşil kırma sofralık zeytin üretiminde, üç farklı yöntem kullanımının (spontan fermantasyon, %7 veya %10 NaCl konsantrasyonunda laktik asit bakterileri ile aşılama) etkisini araştırdıkları çalışmalarında, hue kaybının spontan fermantasyonda daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.7. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında Hue değerlerindeki değişim
A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Çalışmada sofralık zeytin fermantasyonları sırasında ΔC değerlerindeki değişme Şekil 4.8’de verilmiştir.

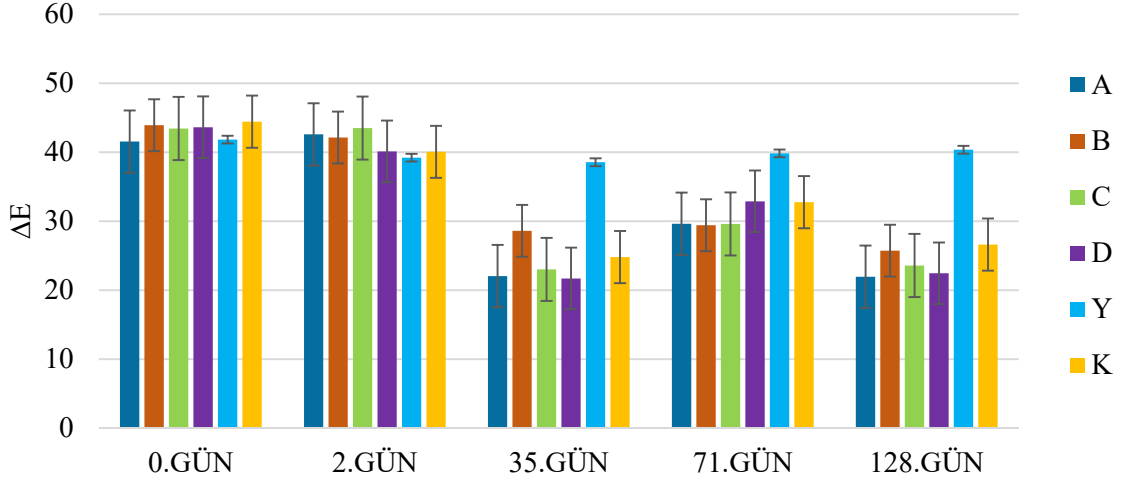
ΔC değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir (Artes ve ark, 2002). Donuk renklerde ΔC değerleri düşerken canlı renklerde ise ΔC değeri yükselmektedir (Mutlu ve Ergüneş, 2008). Fermantasyon boyunca ΔC değeri tüm denemelerde zaman zaman artışlar ve düşüşler gösterdiği belirlenmiştir. ΔC değerinin azalması, renk koyuluğunun arttığını göstermektedir. Negatif kontrol denemesinde genel olarak zeytinlerin renkleri açılırken, diğer zeytinlerin renk koyuluğunda genel olarak artış olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda en açık renk spontan negatif kontrol denemesinde, en koyu renk ise spontan pozitif kontrol denemesinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.8. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında ΔC değerlerindeki değişme
A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Çalışmada sofralık zeytin fermantasyonları sırasında ΔE değerlerindeki değişme Şekil 4.9’da verilmiştir. Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin L, a* ve b* değerleri kullanılarak ΔE_{2000} değerleri hesaplanmıştır. ΔE grafiğinde, renk değişiminin en fazla spontan pozitif kontrol K kodlu denemede gerçekleştiği görülmektedir. Çalışmada tespit edilen ΔE değerlerinin, yeşil zeytin fermantasyonunda %20 kırmızı pancar kullanılan bir çalışma ile Memecik çeşidi zeytinlerin renklendirilmesi üzerine yapılan bir çalışmanın ΔE değerlerinin benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Erbay ve ark, 2010; Ardıç, 2022).

Zeytinlerin Renk Özellikleri

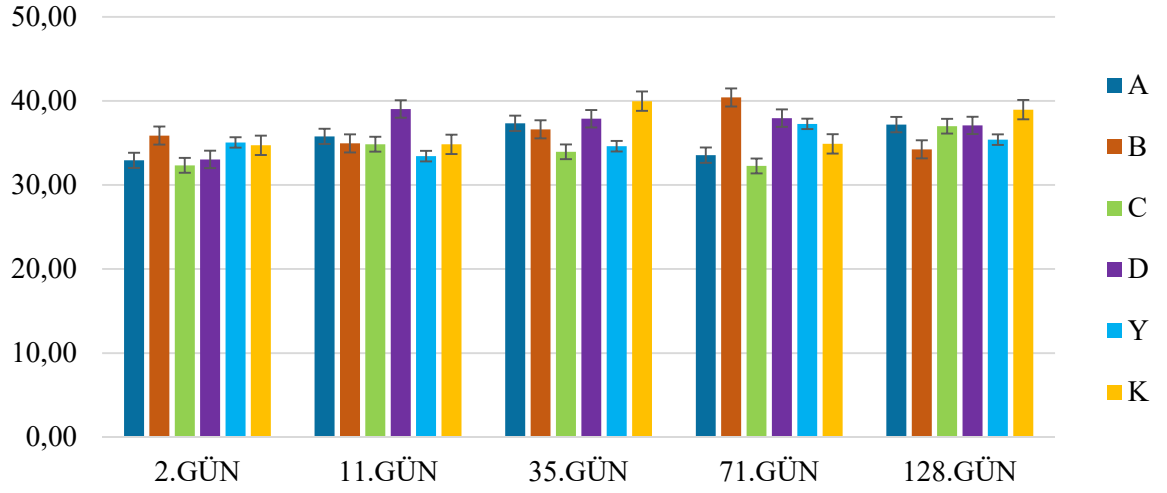


Şekil 4.9. Sofralık zeytin fermentasyonları sırasında renk değerleri

A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Çalışmada sofralık zeytin fermentasyonları sırasında TKM miktarlarındaki değişim Şekil 4.10'da verilmiştir. Fermentasyon boyunca starter ilaveli zeytinlerin TKM miktarlarında artış tespit edilmiştir (Ek-A ve Ek-B). Fermentasyonun 11. gününden itibaren tüm denemelerin TKM miktarlarındaki artışın, negatif kontrol olan Y kodlu denemesine göre daha fazla olduğu ve fermentasyon sonunda en fazla artışın *W. anomalus* ile aşıl原因 C kodlu denemede olduğu tespit edilmiştir. Memecik çeşidi zeytinlerin şalgam suyu, likopen çözültisi ve boya maddeleri ile renklendirildiği bir çalışmada, fermentasyon sonrası yeşil zeytinlerin toplam kuru madde miktarlarının, kontrol grubu örneklerine oranla bir miktar arttığı bildirilmiştir (Erbay ve ark, 2010). Sofralık yeşil zeytinlerde kırmızı pancar ve siyah havuç kullanılan bir çalışmada da fermentasyonun 10. gününden itibaren kuru madde miktarlarındaki artışın daha fazla olduğu bildirilmiştir (Ardıç, 2022). Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir. Fermente zeytinlerin TKM miktarlarındaki bu artış tuz difüzyonu ve pancardan zeytine betalainlerin geçişinden kaynaklandığı belirlenmiştir. TKM değerlerinde denemeler arasında istatistiksel anlamda fark görülmemiştir ($p>0,05$).

Zeytinlerin Toplam Kuru Madde Miktarları (TKM)



Şekil 4.10. Sofralık zeytinlerin toplam kuru madde miktarları (%)

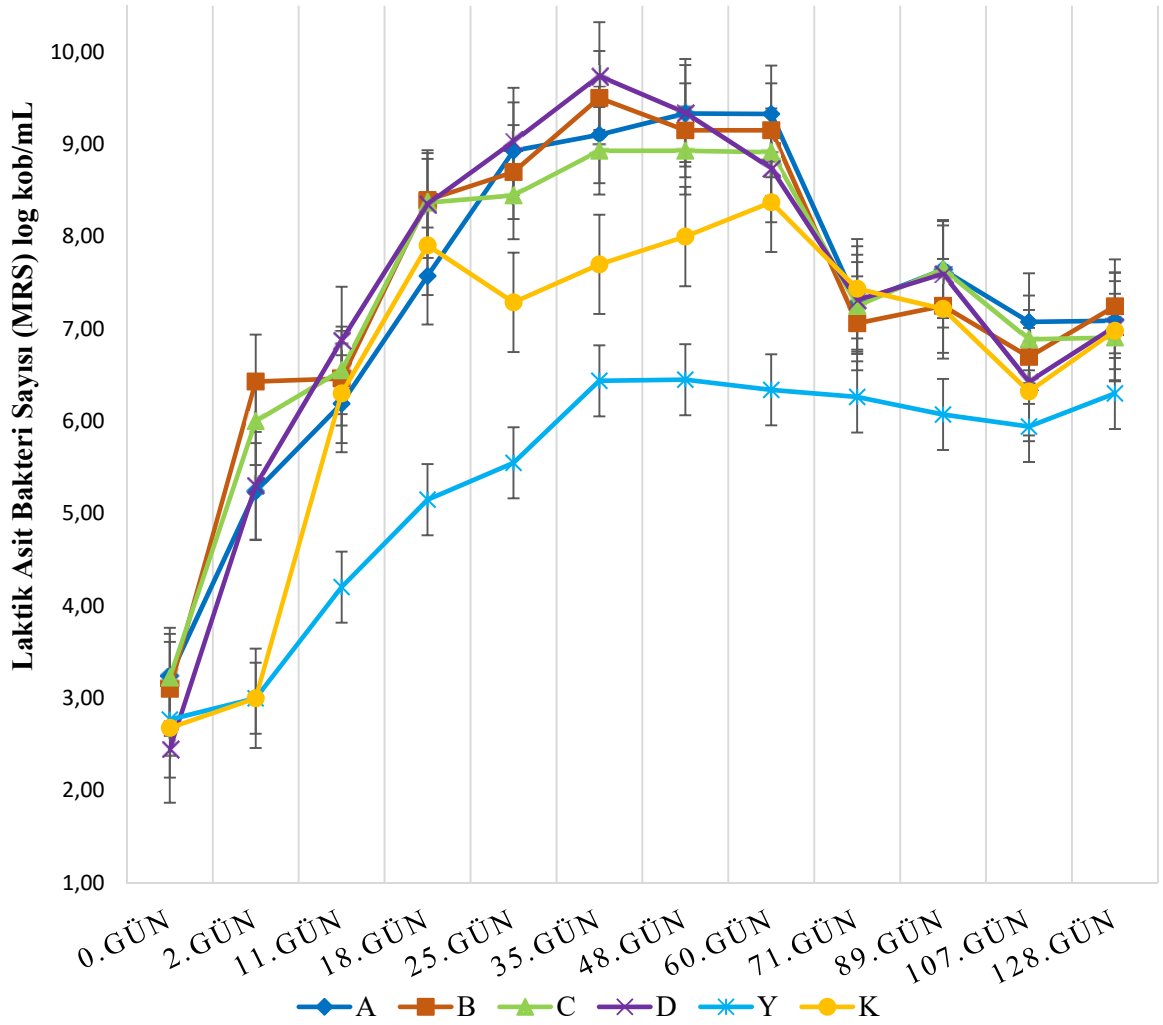
A: *L. plantarum* aşılama denemesi; B: *L. pentosus* aşılama denemesi; C: *W. anomalus* aşılama denemesi; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama denemesi; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

4.3. Fermantasyon Sırasında Salamuraların Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişim

Fermantasyon işlemi öncesinde Sarıulak çeşidi sofralık zeytinler salamuraya konulduğu zaman laktik asit bakterilerinin, mayaların ve mezofil aerob bakterilerin sayımları yapılmıştır. Bu sayım fermantasyon başında (0. gün) starter ve kırmızı pancar ilave edilmeden gerçekleştirilmiş olup, fermantasyonun 2. gününden itibaren starter ve kırmızı pancar ilavesiyle birlikte alınan örneklerin analizleri gerçekleştirilmiştir. LAB'nin sayımında, kok şeklindeki M17 besiyeri ve çubuk şeklindeki LAB'nin gelişimini teşvik eden MRS besiyeri, maya sayımında ise YPD ve mezofil aerob bakterilerin sayımlarında PCA besiyeri kullanılmıştır. Zeytinlerde küf üremesi tespit edilmemiştir. Fermantasyon süresince salamurada MRS besiyerindeki LAB gelişimi Şekil 4.11'de ve Ek-C'de verilmiştir.

Çalışmada başlangıçtaki LAB sayısı MRS besiyerinde 2,45-3,24 log kob/mL, M17 besiyerinde 3,60-4,54 log kob/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Zeytin salamuralarında sıcaklık, besinler, tuz konsantrasyonu ve diğer birçok LAB büyümesini etkileyebilecek değişken bulunmaktadır (Medina ve ark, 2009).

Çalışmada MRS besiyerindeki sayımında, LAB'nin gelişiminde negatif ve pozitif kontrol salamuralarının başlangıçta (0. gün) 2,77 ve 2,68 log kob/mL arasında olduğu, fermantasyon süresince artış gösterdiği ve en yüksek değerlere fermantasyonun 60. gününde, pozitif kontrol salamuralarında 8,37 log kob/mL, fermantasyonun 48. gününde, negatif kontrol denemesinde 6,45 log kob/mL olduğu belirlenmiştir. *L. plantarum* ile aşılana A kodlu ve *W. anomalus* ile aşılana C kodlu deneme de başlangıçtaki mikrroorganizma sayısı sırasıyla 3,24 ve 3,22 log kob/mL olup en yüksek popülasyona fermantasyonun 48. günü sırasıyla 9,33 ve 8,94 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. Bu değerler yukarıda bahsi geçen denemelerde fermantasyonun 48. gününden itibaren düşüş göstermiş ve fermantasyon sonunda sırasıyla 7,09 ve 6,91 log kob/mL olarak bulunmuştur. MRS besiyerindeki *L. pentosus* ilaveli B kodlu denemede ve karışık kültür aşılı D kodlu zeytin salamuralarında ise başlangıçta sırasıyla 3,10 ve 2,45 log kob/mL olup en yüksek popülasyona fermantasyonun 35. günü sırasıyla 9,50 ve 9,74 log kob/mL olarak ve fermantasyon sonunda 7,24 ve 7,02 log kob/mL olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.11. Sofralık zeytin fermantasyonları sırasında MRS agarda laktik asit bakterileri sayısındaki değişim

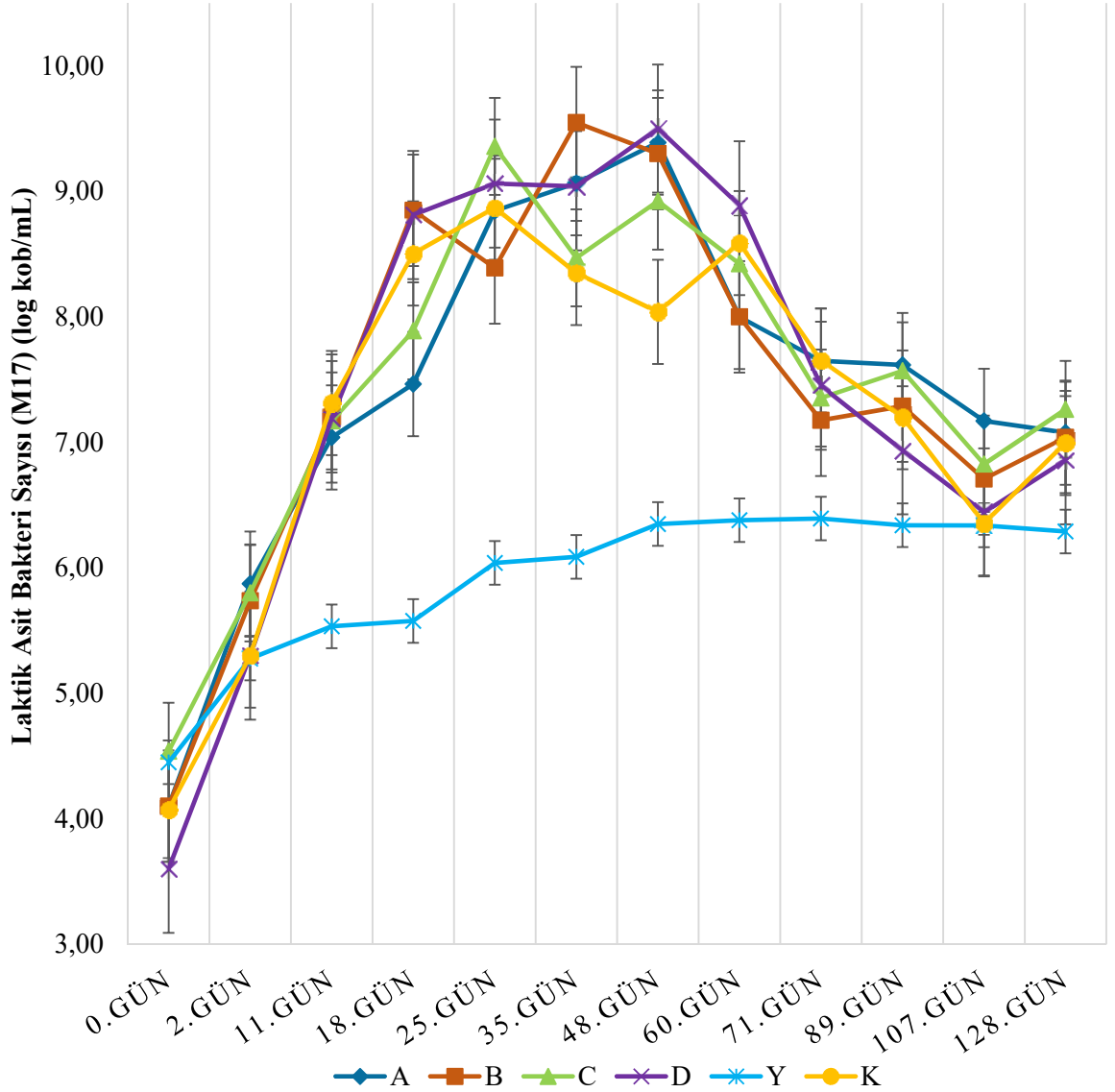
A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Ek-C’de görüldüğü gibi, çalışmada en yüksek çubuk şeklindeki LAB sayısına *L. pentosus* ilaveli denemelerde ulaşılrken (9,50 log kob/mL), onu *L. plantarum* ile aşıllı zeytinler ile karışık kültür aşılmalı D kodlu deneme (9,33 log kob/mL) takip etmiştir. Fermantasyon sonunda MRS besiyerindeki LAB gelişimi kontrol denemelerinde, aşıllı denemelere göre daha düşük değerlerde tespit edilmiştir (Ek-C).

Koyuncu (2019) siyah Gemlik çeşidi zeytinlerde benzer şekilde en yüksek çubuk şeklindeki LAB sayısına *L. pentosus* ilaveli denemelerde ulaşıldığını bildirmiştir. Randazzo ve ark (2014) starter ilaveli yeşil Giarraffa ve Grossa di Spagna çeşitlerindeki zeytinlerde fermantasyon sonunda LAB miktarının, MRS besiyerinde 6,38-7,61 log kob/mL aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Chorianopoulos ve ark (2005) MRS besiyerindeki LAB gelişiminin fermantasyona glikoz ve sakkaroz ilavesi yaptıklarında popülasyonun 8 log kob/mL, şeker ilave etmediklerinde ise

popülasyonun 7,5 log kob/mL olduğunu bildirmişlerdir. Peres ve ark (2008) *L. pentosus* DSM 16366 ilaveli Portekiz Azeiteira çeşidi yeşil zeytinlerin fermantasyonunda LAB popülasyonunun fermantasyonun 60. gününde 9 log kob/mL'ye ulaştığını bildirmişlerdir. Gallego ve ark (2011) çalışmalarında İspanyol Gordal çeşidi yeşil sofralık zeytinlerin fermantasyona starter eklenmesinin ilk 20 saat içinde LAB popülasyonunda bir değişiklik göstermediğini, starter kültür eklendikten sonra ise popülasyonunun 6 log kob/mL'e ulaştığını bildirmişlerdir. Panagou ve ark (2011) Conservolea çeşidi siyah zeytinlerde yaptıkları çalışmalarda MRS besiyerindeki LAB sayısının 7,2-7,6 log kob/mL arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Mayaların fermantasyonun temel mikroorganizmaları olan laktik asit bakterilerinin büyümesine katkı sağladığı bildirilmiştir (Leventdurur ve ark, 2016). Bautista-Gallego ve ark (2011) çalışmalarında çeşitli yeşil zeytin fermantasyonlarından izole ettikleri mayalar içinde *W. anomalous* suşlarının tespit ettikleri özellikleri neticesinde zeytin işleme sırasında tek başına veya LAB ile kombinasyon halinde starter olarak potansiyel kullanımının mümkün olduğunu bildirmişlerdir.

Fermantasyon süresince salamurada M17 besiyerindeki LAB gelişimi Şekil 4.12'de ve Ek-D'de verilmiştir. Çalışmada spontan negatif ve pozitif kontrol denemelerinin başlangıç salamurasında kok şeklindeki LAB sayıları 4,45 ve 4,07 log kob/mL olup, fermantasyonun 35. günü 6,09 ve 8,35 log kob/mL'ye ulaştığı tespit edilmiş ve fermantasyon sonunda, 6,29-7,00 log kob/mL değerine ulaşmıştır. *L. plantarum* aşılı A kodlu, *W. anomalous* ile aşılı C kodlu ve karışık kültür kullanılan D kodlu denemelerin başlangıç salamurasında kok şeklindeki LAB sayıları sırasıyla 4,10, 4,54 ve 3,60 log kob/mL olup, fermantasyonun 48. günü 9,39, 8,92 ve 9,50 log kob/mL olarak en yüksek popülasyona ulaşmış ve fermantasyon sonunda 7,08, 7,26 ve 6,86 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. *L. pentosus* ilaveli denemede ise başlangıçtaki kok LAB sayısı 4,10 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Tespit edilen en yüksek sayı fermantasyonun 35. günü 9,55 log kob/mL olup fermantasyonu 7,04 log kob/mL olarak tamamladığı tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin M17 besiyerindeki en yüksek LAB sayısına *L. pentosus* aşılı zeytin salamurasında (9,55 log kob/mL) ulaşılmıştır. Onu karışık kültür aşılı D kodlu deneme (9,50 log kob/mL) ile *L. plantarum* aşılı A kodlu deneme (9,39 log kob/mL) takip etmiştir. Fermantasyon sonunda M17 besiyerindeki LAB gelişimi spontan kontrol denemelerinde, aşılı denemelere göre daha düşük değerlerde tespit edilmiştir.



Şekil 4.12. Sofralık zeytin fermentasyonları sırasında M17 agarda laktik asit bakterileri sayısındaki değişim

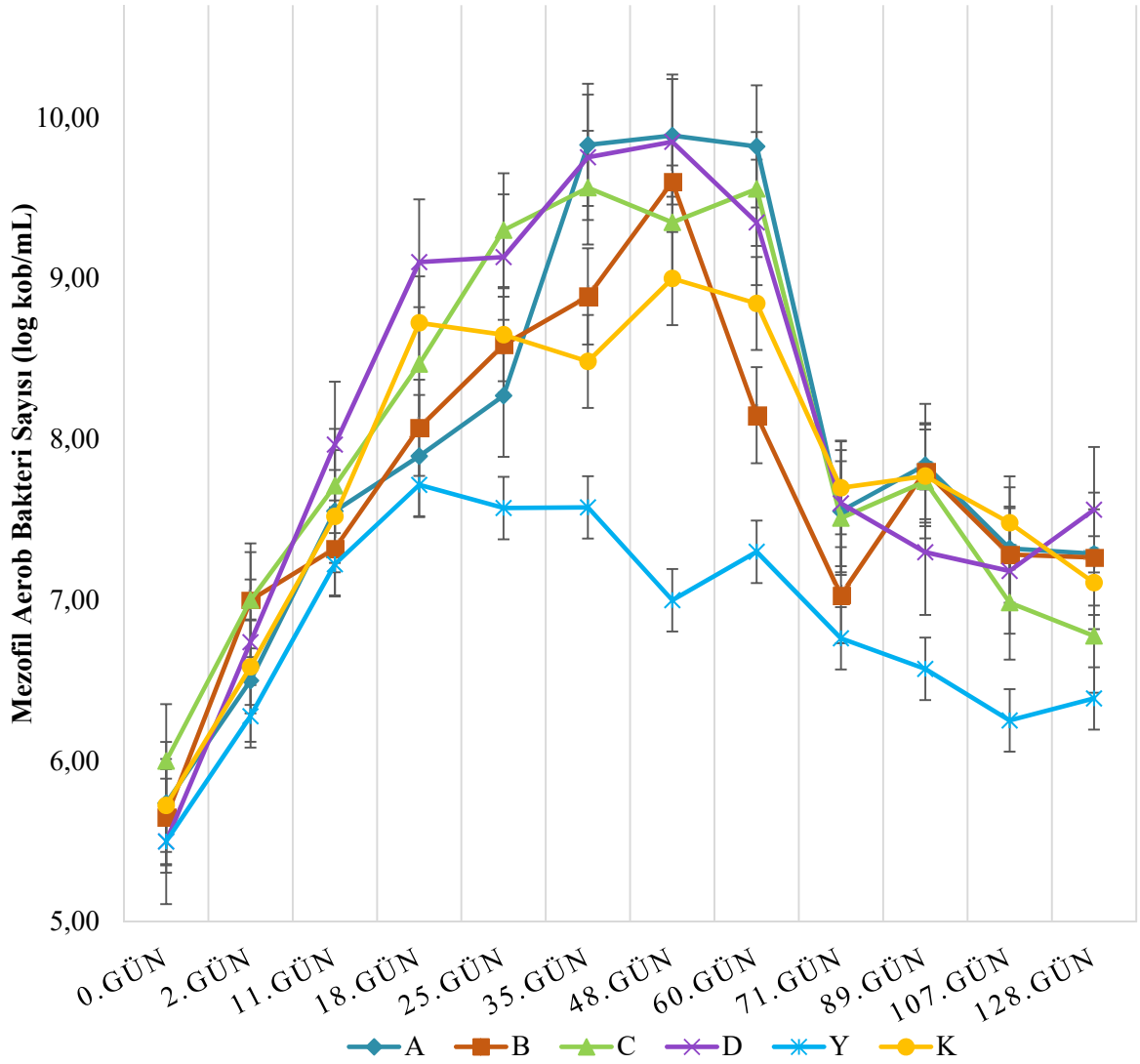
A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Koyuncu (2019) starter kullandığı Gemlik çeşidi siyah zeytinde fermentasyon sonunda *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde 8.05 log kob/mL, *L.* ilaveli zeytinlerde 8.07 log kob/mL olduğunu bildirmiştir. Arroyo-Lopez ve ark (2012) Manzanilla yeşil zeytinlerinde *L. pentosus*'un farklı suşlarıyla aşılادıkları çalışmalarında LAB sayısının en az 6 en çok 8 log kob/mL olduğunu bildirmişlerdir. Blana ve ark (2014) yeşil sofralık zeytinlere *L. pentosus* B281 ve *L. plantarum* B282 aşılادıkları çalışmalarında fermentasyon boyunca LAB sayısını 6-7 log kob/mL bulmuşlar ve baskın suşun *L. pentosus* olduğunu bildirmişlerdir.

Benítez-Cabello ve ark (2020) Manzanilla çeşidinde İspanyol usulü sofralık yeşil zeytin üretiminde *L. pentosus* LPG1, *L. pentosus* Lp13, *L. plantarum* Lp115 ve *Wickerhamomyces anomalous* Y12 tek başlarına veya kombinasyon halinde kullanımının etkisini araştırdıkları çalışmalarında, en yüksek LAB değerlerini (yaklaşık 7–8 log kob/mL) fermantasyonun 9. ve 19. günleri arasında, karışık kültür kullanılan zeytin salamuralarında tespit etmişler ve fermantasyonun sonunda (65. gün) yaklaşık 6 log kob/mL 'e ulaşan hafif bir düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir.

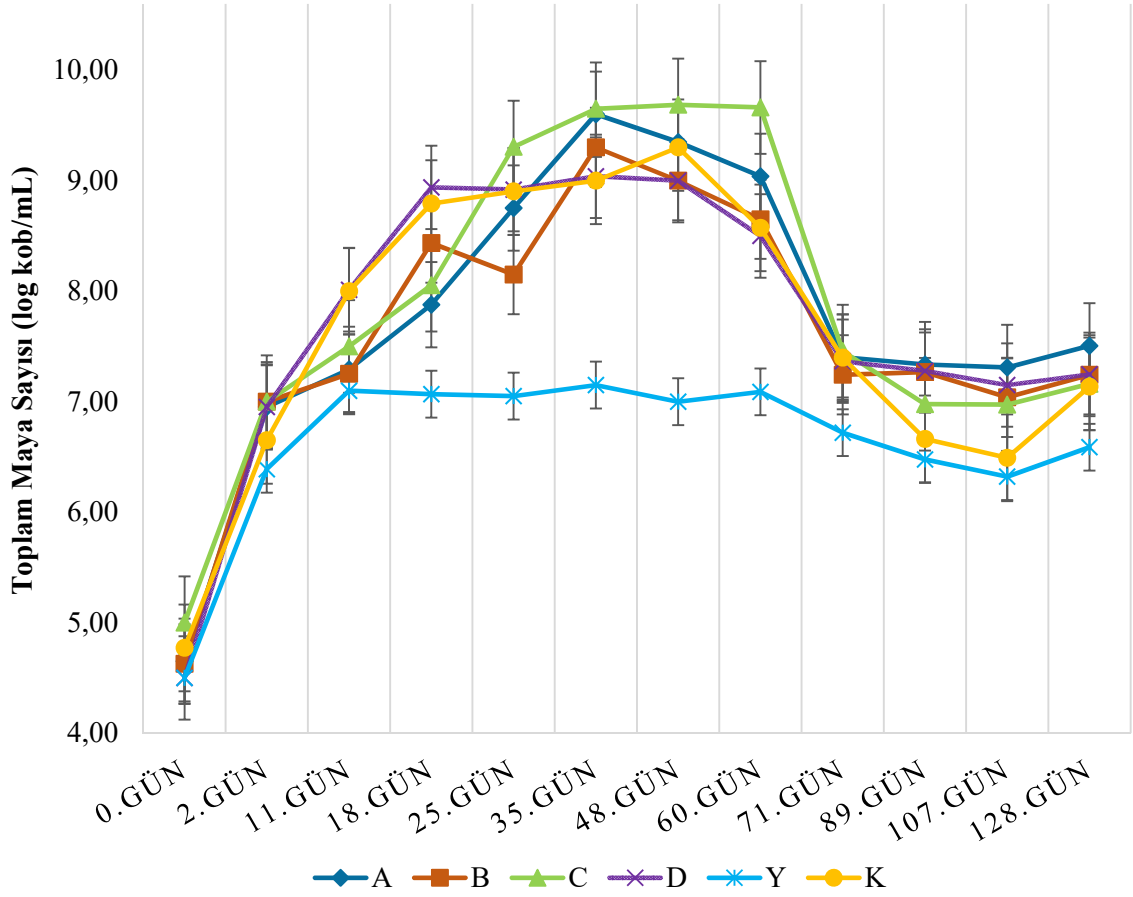
Fermantasyon süresince salamurada toplam mezofil aerob bakteri gelişimi Şekil 4.13 ve Ek-E'de verilmiştir. Çalışmada sofralık zeytinlerin fermantasyon başında toplam mezofil aerob bakteri sayısının 5,50-6,00 log kob/mL arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.13). Fermantasyon sonunda zeytin salamuralarının mezofil aerob bakteri sayısı 6,39-7,29 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. En yüksek karışık kültür kullanılan D kodlu denemede (7,56 log kob/mL) ve en düşük negatif kontrol denemesinde (6,39 log kob/mL) belirlenmiştir. Randazzo ve ark (2014) starter ilaveli yeşil zeytinlerin fermantasyon başında mezofil aerob bakteri sayısını 3,40-7,00 log kob/mL olarak bildirmişlerdir. Randazzo ve ark (2014) fermantasyon sonunda mezofil aerob bakteri sayısını 6,50-7,32 log kob/mL aralığında bildirmişlerdir. Ardıç (2022) çalışmalarında starter kullanmadan %10 ve %20 kırmızı pancar ile %10 ve %20 siyah havuç kullandıkları zeytinlerin fermantasyon sonunda toplam bakteri sayısını 6,05-7,58 log kob/g aralığında bildirmişlerdir. Literatürde yapılan diğer çalışmalarda fermente zeytinlerin toplam bakteri sayılarının çok yüksek olmadığı belirtilmektedir (Pereira ve ark, 2006; Sousa ve ark, 2008). Fermantasyondaki mikrobiyal gelişimde, starter kültür ilave edilen denemelerde spontanlara göre daha yüksek mezofil aerob bakteri sayısına ulaşıldığı tespit edilmiştir.

Anagnostopoulos ve ark (2020), Kıbrıs çeşidi yeşil kırma sofralık zeytinlerinde, üç farklı yöntem kullanımının (spontan fermantasyon, %7 veya %10 NaCl konsantrasyonunda laktik asit bakterileri ile aşılama) etkisini araştırdıkları çalışmalarında, fermantasyon sonunda spontan ve %10 NaCl kullanılan aşılama zeytinlerin salamuralarında LAB sayısını sırasıyla 7,67 ve 7,60 log kob/mL olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.13. Sofralık zeytin fermentasyonları sırasında mezofil aerob bakteri sayısındaki değişim
A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Çalışmada toplam maya sayısı YPD besiyeri kullanılarak tespit edilmiş ve fermentasyon boyunca salamuradaki maya sayısı gelişimi Şekil 4.14'te ve Ek-F'de gösterilmiştir. Çalışmada zeytin salamuralarının başlangıçtaki maya sayısı 4,50-5,00 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. Fermente zeytin salamuralarında mayaların en fazla tespit edildiği gün olan fermentasyonun 48. günü *W. anomalus* aşılama C kodlu denemede 9,69 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. Fermentasyon ortasından (60. gün) itibaren zeytin salamuralarında maya sayısında belirgin bir azalma olduğu, 71. günden sonra ise çok fazla bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Fermentasyon sonunda toplam maya sayısı 6,59-7,51 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. Çalışmada fermentasyon sonunda en düşük maya sayısı spontan negatif kontrol denemesinde belirlenmiştir. Fermentasyondaki mikrobiyal gelişimde starter kültür ilave edilen denemelerde spontanlara göre daha yüksek maya popülasyonunun olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.14. Sofralık zeytin fermentasyonları sırasında toplam maya sayım sonuçlarındaki değişim A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Ciafardini ve Zullo (2019) Taggiasca siyah zeytin fermentasyonunda mayalar starter olarak kullandıkları çalışmalarında başlangıç maya popülasyonunu 5,30-6,00 log kob/mL olarak bildirmişlerdir. Ardıç (2022) çalışmasında starter kullanmadan %10 ve %20 kırmızı pancar ile aynı oranlarda siyah havuç kullandıkları zeytinlerde maya-küf sayılarını 6,06-7,59 log kob/mL aralığında bulduklarını bildirmişlerdir. Leventdurur ve ark (2016) %10 NaCl içeren siyah zeytin fermentasyonlarında izole edilen mayalar içerisinde en sık (toplam mayaların %48'i) görülen suşun *W. anomalus* olduğunu ve fermentasyonda 60 gün boyunca baskın olduğunu bildirmişlerdir. Ciafardini ve Zullo (2019) çalışmalarında 120 günlük fermentasyon sonunda zeytin salamuralarının maya popülasyonunu 6,40-7,00 log kob/mL olarak bildirmişlerdir. Ardıç (2022) kırmızı pancar ve siyah havuç kullandığı fermente zeytinlerin 20 günlük fermentasyon süresince fermentasyonun ortasında (10'uncu gün) maya-küf sayılarında azalma, 15'inci günden itibaren ise belirgin bir değişim görülmediğini bildirmiştir.

Ürünün raf ömrü ve uzun süre tüketilebilir olması için maya sayısındaki azalma arzu edilen bir durumdur (Golomb ve ark, 2015). Benítez-Cabello ve ark (2020) Manzanilla çeşidinde İspanyol usulü sofralık yeşil zeytin üretiminde *L. pentosus* LPG1, *L. pentosus* Lp13, *L. plantarum* Lp115 ve

W. anomalous Y12 suşlarının tek başlarına veya kombinasyon halinde kullanımının etkisini araştırdıkları çalışmalarında, başlangıç maya sayısını 5 log kob/mL bulmuşlar, fermantasyonun 10. gününde maya popülasyonunun maksimum sayıya ulaştığını daha sonra fermantasyonun 20 ila 65'inci günleri arasında azalış ve tekrar artışlar olduğunu, fermantasyon sonunda maya sayısının 5 log kob/mL'e ulaştığını bildirmişlerdir.

Fermantasyon ortamındaki endojen maya florasının zeytin meyvesine, kullanılan suya, salamuraya, ortam pH'sına, zeytin dokusundan salamuraya geçen besin miktarına, zeytin yüzeyinin yapısına, salamuradaki fenolik bileşenler ve organik asitler gibi antimikrobiyal maddelerin miktarlarına, ortam sıcaklığına, kullanılan fermantasyon tanklarına/havuzlarına ve genel olarak kullanılan alet ve ekipmanlara bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

4.4. Fermantasyon Sonunda Zeytinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Fermantasyon sonunda, (128. gün) zeytinlerin kilogramdaki dane sayısı, meyve eti/çekirdek oranı, meyve uzunluğu, meyve genişliği, çekirdek uzunluğu, çekirdek genişliği ve renk (L^* , a^* , b^* , hue, ΔC ve ΔE değerleri) ile ilgili fiziksel özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.3'te verilmiştir. Fermantasyon sırasında zeytinlerin fiziksel özellikleri Ek-A ve Ek-B'de verilmiştir.

Çalışmada hasatta 265 olan kilogramdaki dane sayısı fermantasyon sonunda 255-285 arasında bulunmuştur. Fermantasyon sonunda kilogramdaki dane sayısı, *L. plantarum* aşılı A kodlu deneme dışındaki diğer tüm denemelerde artmıştır. LAB aşılama zeytinlerin kg'daki dane sayısı (A, B ve D kodlu denemeler) pozitif kontrol denemesine kıyasla daha düşük tespit edilmiştir. Zeytinin salamurada bekletilmesi sırasında bünyesine su alması sonucu kilogramdaki dane sayısında azalma olmaktadır (Kılıç ve ark, 1984). Denemeler arasında kilogramdaki dane sayısı açısından değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Koyuncu (2020) *L. plantarum* ve *L. pentosus* ile aşılama siyah sofralık Gemlik çeşidi zeytinlerin kg'daki dane sayısının kontrol denemelerine kıyasla daha düşük olduğunu ve fermantasyon sonunda örneklerin genelinde kg'daki dane sayısının arttığını bildirmiştir.

Çalışmada ham zeytinde 2,75 olan et/çekirdek oranı fermantasyon sonunda LAB ve *W. anomalous* ile aşılama denemeler (A, B ve C kodlu) azalış göstermiş, karışık kültür aşılı D kodlu zeytinlerde bir değişiklik göstermemiş ancak kontrol gruplarında ise artmıştır (Çizelge 4.3). Et oranının artması danenin irileşmesi ile paralellik göstermektedir (Kılıç ve ark, 1984). Bu durum kontrol grubu zeytinlerin, aşılı zeytinlerden daha iri olduğu şeklinde açıklanabilmektedir. Denemeler arasında meyve eti/çekirdek oranı açısından istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Denemeler arasında meyve uzunluğu, meyve genişliği, çekirdek uzunluğu ve çekirdek genişliği açısından istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Çalışmada ham zeytinde 64,09 olarak belirlenen L^* değeri fermantasyon sonunda azalış göstermiş ve kırmızı pancar ilave edilen denemelerde 42,18-44,20 aralığına, negatif kontrol denemesinde 52,34 değerine ulaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Denemeler arasında L^* değeri

açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). L^* değerinin azalması rengin koyulaştığını göstermektedir (Artes ve ark, 2002). Bu durumun, suda çözünen başta betalain olmak üzere çeşitli maddelerin salamuraaya geçişi ile ilgili olduğunu göstermektedir.

Çalışmada taze zeytinde -13,71 olan a^* değerinin, fermantasyon sonunda kırmızı pancar ilave edilen sofralık zeytinlerde 11,91-17,72 değerine ve kontrol denemesinde (Y kodlu) -0,13 değerine ulaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). En yüksek a^* değeri spontan pozitif kontrol zeytinlerinde gözlenmiştir. Denemeler arasında a^* değeri açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). Yukarıda bahsi geçen a^* değerinin + yönde artması kırmızılığın arttığı, - yönde artması ise yeşil rengin artması anlamına gelmektedir (Artes ve ark, 2002). Sonuçlar kırmızı pancar ilave edilen zeytinlerde kırmızılığın arttığını gösterirken, negatif kontrol denemesinde yeşil rengin arttığını göstermiştir. En kırmızı örnek spontan pozitif kontrol zeytinleridir.

Çalışmada ham örneklerde 33,99 tespit edilen b^* değeri kırmızı pancar ilave edilen sofralık zeytinlerde 10,22-14,68'e ve negatif kontrol denemesinde 21,48 değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.3). En yüksek b^* değeri *L. plantarum* aşılı denemede gözlenmiştir. Denemeler arasında b^* değeri açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). Yukarıda bahsi geçen b^* değerinin + yönde artması sarılığın, - yönde artması maviliğın artması anlamına gelmektedir (Artes ve ark, 2002). Örneklerin + yönde azalması sarılığın azaldığını işaret etmektedir.

Hue değeri rengin tonunu, ΔC değeri doygunluğu ve ΔE toplam renk farkını ifade etmektedir. Hue değerinin 0° - 360° olması kırmızı-mor renkleri, 90° olması sarı rengi ve 180° - 270° olması mavimsi yeşil rengi belirtir (Mutlu ve Ergüneş, 2008). Taze zeytinde 111,96 olan Hue değeri fermantasyon sonunda kırmızı pancar ilave edilen sofralık zeytinlerde $29,82^0$ - $46,26^0$ ve negatif kontrol denemesinde $89,66^0$ olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar kırmızı pancar ilave edilen zeytinlerde kırmızılığın arttığını gösterirken, negatif kontrol denemesinde yeşilliğın arttığını göstermektedir. Fermantasyon sonunda en kırmızı örnek spontan pozitif kontrol zeytinleridir. Denemeler arasında hue değeri açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Çalışmada taze zeytinlerde 36,69 olan ΔC değeri, fermantasyon sonunda sofralık zeytinlerde 17,34-21,58 aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). En fazla renk koyuluğu negatif kontrol denemesinde bulunmuştur. ΔC değerinin azalması rengin koyulaşması anlamına gelmektedir ve tüm denemelerde ΔC değeri açısından istatikselsel olarak fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Örneklerin toplam renk farkının belirlenmesi ham zeytinler referans alınarak yapılmıştır. Çalışmada fermantasyon sonunda negatif kontrol denemesinin ΔE değerinin diğer denemelerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum en az renk farkının negatif kontrol zeytinlerinde olduğunu göstermektedir. Kırmızı pancarlı zeytinlerin ΔE değerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Denemeler arasında ΔE değeri açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.3. Fermantasyon sonunda Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin fiziksel özellikleri

	<i>L. plantarum</i> aşılmalı	<i>L. pentosus</i> aşılmalı	<i>W.anomalous</i> aşılmalı	Karışık kültür aşılmalı**	Spontan negatif kontrol	Spontan pozitif kontrol
Kilogramdaki Dane Sayısı (adet/kg)	255±7,07	280±14,14	285±35,35	275±7,07	270±28,28	285±21,21
Meyve Eti/Çekirdek Oranı	2,72±0,07	2,54±0,02	2,62±0,13	2,75±0,05	2,94±0,18	2,86±0,30
Ortalama meyve uzunluğu (mm)	23,42±0,04	21,72±1,28	20,74±1,96	20,57±1,41	21,62±0,82	21,61±1,28
Ortalama meyve genişliği (mm)	17,63±0,59	46,43±0,86	16,15±1,49	16,74±0,17	16,33±0,26	16,67±0,05
Ortalama çekirdek uzunluğu (mm)	16,38±0,68	16,03±0,58	14,91±1,06	15,00±0,57	15,51±0,77	15,57±0,77
Ortalama çekirdek genişliği (mm)	9,58±0,34	9,30±0,46	9,61±0,68	9,30±0,23	9,37±0,03	9,42±0,47
Renk						
L* değerleri	44,20±0,12 ^b	42,18±1,83 ^b	43,54±0,90 ^b	43,99±1,85 ^b	52,34±5,55 ^a	42,37±1,78 ^b
a* değerleri	14,60±0,59 ^{ab}	17,16±1,29 ^a	13,74±1,22 ^{ab}	11,91±0,26 ^b	-0,14±2,72 ^c	17,72±0,40 ^a
b* değerleri	14,68±1,35 ^{abc}	11,82±0,58 ^{ab}	11,71±2,59 ^{bc}	12,54±1,32 ^c	21,48±4,57 ^d	10,22±0,54 ^b
Hue değerleri	45,34±1,13 ^b	34,73±3,53 ^{bc}	41,01±7,81 ^{bc}	46,26±3,94 ^b	89,66±7,19 ^a	29,82±1,69 ^c
ΔC değerleri	20,74±1,18	20,87±0,73	18,21±0,79	17,34±0,75	21,58±4,57	20,62±0,01
ΔE değerleri	21,87±0,44 ^b	24,97±2,17 ^b	23,20±1,90 ^b	22,28±2,24 ^b	40,37±2,16 ^a	25,11±2,40 ^b

**Karışık kültür aşılmalı; *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalous* aşılmalı deneme.

Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Fermantasyon sonundaki sofralık zeytinlerin pH, asitlik, tuz, toplam kuru madde ve yaş ağırlıkta kül oranı değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çalışmada fermantasyon başlangıcında 5 olan taze zeytinlerin pH'sı fermantasyon süresince düşüş göstermiştir. Fermantasyon süresince zeytinin pH değerindeki değişim Şekil 4.2'de ve Ek-H'de görülmektedir. Fermantasyon boyunca salamuradaki en fazla pH düşüşünü *L. pentosus* aşılama örneği gösterirken, en az negatif kontrol denemesi göstermiştir. Fermantasyon sonunda da sofralık zeytinlerin en düşük pH değeri *L. pentosus* aşılama denemesinde bulunurken, en yüksek pH değeri negatif kontrol denemesinde bulunmuştur. Denemeler arasında pH değeri açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Çalışmada %0,29 olan taze zeytinlerin toplam asitlik değeri (laktik asit cinsinden) fermantasyon süresince artış göstermiştir. Fermantasyon sonunda starter ve kırmızı pancar ilaveli zeytinlerin toplam asitlik değeri %0,70-0,78 aralığında, negatif kontrolde ise %0,23 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). En yüksek toplam asitlik değeri (%0,78) *L. plantarum* aşılı A kodlu denemesinde, en düşük toplam asitlik değeri negatif kontrol denemesinde tespit edilmiştir. Fermantasyon süresince zeytin salamurasının toplam asitlik miktarındaki değişim Şekil 4.1'de ve Ek-G'de görülmektedir. Salamuradaki pH düşüşü ve toplam asitlik artışı zeytin meyvesine göre daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. Aşılama yapılan denemelerde hem salamurada hem de zeytinde pH düşüşü ve toplam asitlik miktarının artışı daha etkin bir şekilde gerçekleşmiştir. İlave edilen starter kültürler fermantasyonda etkili olmuş ve *L. pentosus* ile *L. plantarum*, *W. anomalus* 'a göre daha iyi katkı sağlamıştır. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir. Denemeler arasında toplam asitlik değeri açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Çalışmada zeytinlerin tuz oranı %3,04-4,83 aralığında bulunmuştur (Çizelge 4.4). Kırmızı pancar kullanılmayan denemenin (negatif kontrol) tuz oranının, diğer denemelerden daha yüksek olduğu Çizelge 4.4'te görülmektedir. Önceki çalışmalarda tuz içeriğinin %1,91-10 aralığında olduğu bildirilmiştir (Kadalkal, 2009; Erbay ve ark, 2010; Yıldız, 2014; Ardıç, 2022). Ardıç (2022) çalışmasında kırmızı pancar ve siyah havuç ilaveli denemelerin tuz oranının, kontrol örneğinden daha düşük olduğunu bildirmiştir. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir. Denemeler arasında tuz değeri açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Çalışmada sofralık zeytinlerin toplam kuru madde miktarı fermantasyon ilerledikçe artış ve azalışlar göstermiştir (Ek-A ve Ek-B). Fermantasyon sonunda ise %34,23-38,95 aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Önceki çalışmalarda kuru madde miktarı %17,46-64,54 arasında bildirilmiştir (Özay ve Borcaklı, 1996; Uylaşer ve Şahin, 2004; Kadalkal, 2009; Erbay ve ark, 2010; Yıldız, 2014; Koyuncu, 2020). Ardıç (2022) çalışmasında fermantasyon sırasında toplam kuru madde miktarında artış ve azalış görüldüğünü bildirmiştir. Denemeler arasında kuru madde miktarı açısından istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Çalışmada %0,28 olan taze Sariulak çeşidi sofralık zeytinlerin yaş ağırlıkta kül oranının fermentasyon sonunda %2,89'a kadar arttığı tespit edilmiştir. Tuz oranı arttığında zeytinde kül oranının da arttığı bildirilmiştir (Kılıç ve ark, 1984). Bu durum zeytin bünyesindeki tuz miktarının, ham zeytine göre arttığı şeklinde açıklanabilmektedir. Kılıç ve ark (1984) Gemlik yöntemiyle %10 tuz ve starter kültür olarak yoğurt kullandıkları çalışmalarında kullandıkları siyah sofralık Gemlik çeşidi zeytinlerde ham zeytinde %1,97 oranında olan kül oranının, %5'a kadar arttığını bildirmişlerdir. Denemeler arasında kül oranı açısından istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ($p>0,05$).



Çizelge 4.4. Fermantasyon sonunda Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin kimyasal özellikleri

	<i>L. plantarum</i> aşılmalı	<i>L. pentosus</i> aşılmalı	<i>W. anomalus</i> aşılmalı	Karışık kültür aşılmalı**	Spontan negatif kontrol	Spontan pozitif kontrol
pH	4,13±0,01 ^b	4,33±0,02 ^b	4,36±0,04 ^b	4,35±0,01 ^b	4,69±0,06 ^a	4,36±0,14 ^b
Toplam Asitlik *(%)	0,78±0,00 ^a	0,70±0,01 ^c	0,74±0,00 ^b	0,71±0,02 ^{bc}	0,23±0,00 ^d	0,76±0,03 ^{ab}
Tuz (%)	3,08±0,02 ^a	3,04±0,01 ^b	3,41±0,01 ^{ab}	3,11±0,08 ^b	4,83±0,02 ^c	3,31±0,14 ^a
Toplam Kuru Madde Oranı (%)	37,17±4,14	34,23±0,47	36,99±4,50	37,08±0,18	35,38±0,96	38,95±0,59
Yaş Ağırlıkta Kül Oranı (%)	2,12±0,15	2,35±0,00	2,81±0,08	2,13±2,07	2,89±0,01	2,45±0,03

*laktik asit cinsinden değişme.

**Karışık kültür aşılmalı; *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme.

Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur.

Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

4.5. Fermente Zeytinlerin Şeker ve Organik Asit Miktarları

Zeytin meyve etinde organik asitlerden sitrik asit, malik asit ve oksalit asit bulunmaktadır (Tetik, 2005). Sofralık zeytinlerin fermentasyon başında, ortasında ve sonunda organik asit değerleri (mg/100g) Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Bu çalışmada Sarıulak çeşidi sofralık zeytin denemelerinde fermentasyon başında toplam organik asit içinde %28-43 oranında sitrik asit, %12-33 oranında tartarik asit, %12-20 malik asit, %13-27 laktik asit ve %4-6 asetik asit belirlenmiştir (Ek-I). Fermentasyonun başlangıcında en çok bulunan organik asitin, sitrik asit (127,35-258,42 mg/100g) olduğu görülmektedir. Bu çalışmada 0. günde malik asit miktarı 36,86-120,57 mg/100g, tartarik asit miktarı 75,58-104,31 mg/100g ve laktik asit miktarı 41,99-133,05 mg/100g, asetik asit miktarı 11,14-25,58 mg/100g arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Denemeler arasında fermentasyon başında sitrik asit, malik asit, laktik asit ve asetik asit miktarları açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Çalışmada fermentasyonun ortasında zeytinlerin sitrik asit miktarları azalırken, malik asit, tartarik asit, laktik asit ve asetik asit miktarlarında artış tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Sitrik ve malik asit değeri en az *W. anomalous* aşılı C kodlu zeytinlerde olup, tartarik asit miktarı en çok LAB aşılı denemeler ile (A, B ve D kodlu) spontan negatif kontrol denemesinde tespit edilmiştir. Spontan pozitif kontrol denemesinin tartarik asit miktarında bir değişim olmamıştır. Bu durumda, tartarik asit miktarının artmasının kırmızı pancar ilavesiyle ilgisi olmadığı sonucuna varılabilmektedir. Laktik asit miktarı en çok karışık kültür aşılı D kodlu zeytinlerde (392,79 mg/100g) olup, en az spontan negatif kontrol denemesinde (94,26 mg/100g) tespit edilmiştir. LAB aşılı (A ve B kodlu) denemelerin asetik asit miktarlarının spontan fermente olan zeytinlerden (Y ve K kodlu) daha az olduğu tespit edilmiştir. *W. anomalous* aşılı zeytinlerin (C ve D kodlu) asetik asit miktarı ise, LAB aşılı denemelerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Denemeler arasında fermentasyon ortasında sitrik asit, tartarik asit, malik asit, laktik asit ve asetik asit miktarları açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Çalışmada fermentasyonun sonunda starter ilaveli zeytinlerin (128. gün) sitrik asit, tartarik asit, malik asit, laktik asit ve asetik asit miktarı, sırasıyla 24,25-40,44, 57,94-142,22, 57,53-162,80, 349,98-392,79 ve 131,97-170,94 mg/100g arasında olarak tespit edilmiştir. Spontan (pozitif ve negatif kontrol) fermentasyon sonunda ise sırasıyla 20,52 ve 139,65, 96,55 ve 122,22, 81,65 ve 165,66, 378,71 ve 94,26, 149,67 ve 194,40 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Fermentasyon sonunda starter ilaveli denemeler arasında genel olarak sitrik asit ve tartarik asit miktarları azalırken, malik asit, laktik asit ve asetik asit miktarlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Spontan kırmızı pancar kullanılan pozitif kontrol denemesinin fermentasyon süresince tartarik asit miktarında bir değişimin olmaması, tartarik asit artışının kırmızı pancar ilavesiyle gerçekleşmediğini göstermektedir. Aşılı denemeler içinde *W. anomalous* aşılı zeytinlerin sitrik asit ve tartarik asit miktarları diğer denemelerden daha düşük olup, laktik ve asetik asit miktarları daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.5). Fermentasyon sonunda karışık kültür aşılmalı D kodlu örnekte çok az bir artış dışında diğer

tüm zeytinlerde tartarik asit miktarında azalma görülmüştür. Çalışmada fermentasyon sonunda laktik asit ve asetik asit miktarlarında, fermentasyon ortasına göre negatif kontrol zeytinlerinde bir miktar azalma olması dışında, diğer denemelerde artış olduğu tespit edilmiştir. En yüksek laktik asit üretimi karışık kültür aşılama D kodlu örnekte (392,79 mg/100g) bulunmuştur. En az laktik asit (94,26 mg/100g) ve en yüksek asetik asit üretimi (194,40 mg/100g) starter kullanılmayan spontan negatif kontrol denemesinde, Y kodlu örnekte tespit edilmiştir. Negatif kontrol denemesinde fermentasyon sonunda titrasyon asitliğinin de düşük bulunması laktik asit fermentasyonun yetersizliği ile açıklanabilmektedir (Çizelge 4.4). LAB ile aşılama A ve B kodlu denemelerde ise en az asetik asit üretimi (131,97 ve 139,66 mg/100g) gerçekleşmiştir. Bu durum LAB'lerin istenen fermentasyonu daha başarılı gerçekleştirdiklerini göstermektedir. Yüksek asetik asit üreten bir diğer örnek ise *W. anomalus* aşılı C kodlu denemedir. *W. anomalus* aşılı zeytinlerde %85 oranında asetik asit artışı belirlenmiştir. Denemeler arasında fermentasyon sonunda sitrik asit, tartarik asit, malik asit ve laktik asit miktarları açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.5. Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin fermentasyon başında, ortasında ve sonunda organik asit değerleri (mg/100g)

		Sitrik Asit	Tartarik Asit	Malik Asit	Laktik Asit	Asetik Asit
F. Başında (0.gün)	A	258,42±9,78 ^a	74,58±5,55 ^d	120,57±3,32 ^a	127,89±0,37 ^{ab}	25,00±4,30 ^a
	B	171,12±4,39 ^{bc}	87,12±4,74 ^c	103,26±0,84 ^b	126,66±0,38 ^b	23,82±2,84 ^a
	C	141,51±4,61 ^{cd}	104,31±4,86 ^a	94,79±1,00 ^c	133,05±1,01 ^a	24,58±4,59 ^a
	D	198,86±24,53 ^b	86,96±1,29 ^c	71,29±1,17 ^d	87,39±0,27 ^d	25,58±4,97 ^a
	Y	140,95±8,76 ^{cd}	91,46±1,91 ^{bc}	75,12±0,32 ^d	98,58±4,76 ^b	22,55±3,09 ^a
	K	127,35±28,20 ^d	97,96±1,17 ^{ab}	36,86±0,89 ^e	41,99±1,99 ^e	11,14±0,82 ^b
F. Ortasında (60.gün)	A	31,53±1,07 ^b	149,47±5,97 ^a	91,37±1,78 ^c	314,80±1,64 ^b	102,69±0,17 ^b
	B	37,32±10,00 ^b	109,29±4,50 ^b	108,61±0,55 ^b	304,30±0,01 ^c	101,92±0,03 ^b
	C	18,60±0,29 ^b	58,90±5,08 ^d	92,13±0,46 ^c	335,47±0,57 ^a	165,03±14,14 ^{ab}
	D	33,12±4,05 ^b	98,36±0,17 ^c	109,07±5,10 ^b	333,12±0,80 ^a	163,78±29,77 ^{ab}
	Y	142,90±22,17 ^a	143,80±1,83 ^a	183,01±1,51 ^a	164,40±4,93 ^d	216,65±54,24 ^a
	K	26,60±7,34 ^b	97,33±1,67 ^c	95,42±3,60 ^c	330,70±0,27 ^a	173,41±39,43 ^{ab}
F. Sonunda (128.gün)	A	40,44±25,64 ^b	142,22±4,06 ^a	162,80±1,82 ^a	366,30±6,49 ^b	131,97±26,99
	B	27,37±4,15 ^b	101,51±15,39 ^{cd}	95,69±3,97 ^c	349,98±5,81 ^c	139,66±38,31
	C	39,51±8,29 ^b	57,94±4,33 ^c	57,53±1,71 ^c	367,03±1,31 ^b	170,95±19,94
	D	24,25±4,98 ^b	116,91±7,78 ^{bc}	133,49±0,06 ^b	392,79±9,71 ^a	167,29±12,56
	Y	139,65±5,63 ^a	122,22±2,52 ^b	165,66±3,04 ^a	94,26±0,82 ^d	194,40±4,72
	K	20,52±0,41 ^b	96,55±0,68 ^d	81,65±1,69 ^d	378,71±9,50 ^{ab}	149,67±34,19

A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki olarak farklılığı göstermektedir. Farklılıklar Duncan testine göre %5 düzeyinde önemlidir.

Arslan ve Özcan (2011a) Gemlik çeşidi zeytin çeşitlerinde organik asit konsantrasyonlarının değişimi üzerine yaptıkları bir çalışmada, zeytin meyvelerinde yedi organik asit (sitrik, oksalik, malik, tartarik, laktik, galakturonik ve süksinik asitler) tanımlamışlar ve miktarlarını toplam organik asit içinde %45 sitrik asit, % 7,8 tartarik, % 6,6 malik ve % 4,5 laktik asit olarak bildirmişlerdir. Nergiz ve Ergönül (2009) zeytinde (Domat, Memecik ve Uslu) farklı olgunlaşma evrelerinde yağ, şeker ve organik asit değişimlerini inceledikleri bir araştırmada, olgunlaşma ile organik asit içeriğinin düştüğünü ancak kasım ayından sonra Uslu çeşidi hariç diğer çeşitlerin organik asit miktarında artış olduğunu ve en fazla (%65'i) malik asit bulunduğunu bildirmişlerdir. Chang ve ark (2017) taze 10 farklı Çin çeşidi (*Canarium album* L.) zeytinlerinin malik asit miktarlarını 463,6-766,1 mg/100g ve tartarik asit miktarlarını 45,5-58,2 mg/100g arasında olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin sitrik asit miktarları diğer çeşitlerle uyumlu olup, diğer organik asit miktarları ile uyum göstermemektedir.

Bu çalışmada fermentasyonun ortasında *L. pentosus* aşılı zeytin denemelerinin (B ve D kodlu) ile spontan negatif ve pozitif kontrol zeytinlerinin malik asit miktarlarında artış olup, fermentasyon sonunda ise azalma meydana gelmiştir. Salamurada sitrik asit, tartarik asit ve malik asidin az miktarda fermentasyonun başlangıcında salamuraya geçmesi, asitliği arttırarak laktik asit bakterilerinin gelişmelerini ve ortama hakim olmalarını kolaylaştırmaktadır (Balatsauras, 1996). Panagou ve Tassou (2006) İspanyol yöntemiyle üretilen Conservolea çeşit yeşil zeytinleri, ticari olarak üretilen *L. pentosus* suşlarıyla aşılamanın etkisini araştırdıkları çalışmalarında, fermentasyon süresince malik asitin arttığını ardından azaldığını ve yeşil zeytin fermentasyonu sırasında azalan malik asidin, laktik asit bakteri sayısının artışı ile aynı zamana geldiğini, bunun malik asitin laktik asit ve CO₂'ye indirgenmesi olarak açıklanabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada fermentasyonun ortasında LAB aşılı zeytin denemelerinin (A ve B kodlu) ile spontan negatif kontrol zeytinlerinin tartarik asit miktarlarında artış olup, fermentasyon sonunda ise azalma meydana gelmiştir. Starter olarak laktik asit bakterilerinin kullanıldığı veya spontan bir yeşil zeytin fermentasyonunda, fermentasyonun ortasına doğru sitrik asit ve tartarik asit miktarında bir miktar artış olduğu ancak fermentasyonun sonunda azaldığı, malik asit miktarlarında ise fermentasyon boyunca azalma ve artma olduğu, laktik asit ve asetik asit miktarlarında ise artış olduğu önceki çalışmalarla da ortaya konulmuştur. Panagou ve ark (2003) *L. pentosus* suşu ile aşıl原因 Conservolea çeşidi yeşil zeytin fermentasyonuna glikoz ilavesinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında, spontan, aşılı-glikoz ilavesiz ve aşılı-glikoz ilaveli denemelerin tümünde fermentasyonun ortasında sitrik asit ve tartarik asit miktarında artış olduğunu, 50 günlük fermentasyonun sonunda bu miktarların azaldıklarını, fermentasyon süresince malik asit miktarında zaman zaman artış ve azalış meydana geldiğini ancak laktik asit ile asetik asit miktarlarında ise devamlı bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada *W. anomalus*'un tek başına kullanıldığı C kodlu denemede tartarik asit miktarı fermentasyon boyunca azalırken, LAB ile aşıl原因 D kodlu denemede tartarik asit miktarı artmıştır. Tufariello ve ark (2019) ticari olarak hamur

mayalanmasında kullanılan *Saccharomyces cerevisiae* suşları ile aşıladıkları Manzanilla çeşidi yeşil zeytinlerde fermantasyon süresince tartarik asit, malik asit, laktik asit ve asetik asit miktarında artış olduğunu ve bu artışın aşılı zeytinlerde daha fazla oranda olduğunu bildirmişlerdir. Anagnostopoulos ve ark (2020), Kıbrıs çeşidi yeşil kırma sofralık zeytin üretiminde, üç farklı yöntem kullanımının (spontan fermantasyon, %7 veya %10 NaCl konsantrasyonunda laktik asit bakterileri ile aşılama) etkisini araştırdıkları çalışmalarında, fermantasyon başında salamuraların sitrik asit miktarının diğer organik asitlerden fazla olduğunu, fermantasyon sonunda ise laktik ve asetik asit miktarının daha fazla olduğunu, ayrıca fermantasyonun ortasına doğru tartarik asit ve malik asit miktarında artış tespit edildiğini ve fermantasyon sonuna doğru tartarik ve malik asitlerin azaldığını bildirmişlerdir. Tartarik asitin maya ve diğer mikroorganizmalar tarafından metabolize edilemediği ve LAB bozulmalarını ve diğer bakterilerin çoğalmasını önlemek için şarap üretiminde kullanıldığı bildirilmiştir (Chidi ve ark, 2018). Bu çalışmada kullanılan *W. anomalus*'un, önceki çalışmalarda kullanılan *Saccharomyces cerevisiae* ile uyumluluk göstermediği, LAB aşılı denemelerin ise önceki çalışmaları desteklediği görülmüştür.

Organik asitler, mayaların gelişimi için besiyerinde bulunması gereken besleyici bileşenlerdir. Mayaların laktik asit gelişimini desteklediği, asetik asit miktarında ise artışa neden olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Botta ve Cocolin, 2012; Kara ve Özbaş, 2013). Fermantasyon süresince, LAB'ler laktik asit ve asetik asit gibi asitleri üretirler (Ardıç, 2022). Buna göre, bu çalışmada *W. anomalus*'un sitrik asit ve malik asidi kullanıp laktik asit ve asetik asit miktarında artışa neden olduğu söylenebilir. Bu çalışma önceki çalışmalarla uyumluluk göstermektedir. Mayaların zeytin fermantasyonu sırasında asetik asit, süksinik asit, formik asit, etanol, metanol, gliserol, esterler ve düşük miktarda asetaldehit ürettikleri bildirilmektedir (Kara ve Özbaş, 2013). Bu durum mayaların asetik asit miktarında artışa neden olduğu şeklinde açıklanabilmektedir. Hurtado ve ark (2010) Arbequina çeşidi yeşil zeytin üretiminde starter kültür olarak *L. pentosus*'un etkisini araştırdıkları çalışmalarında, asetik asit seviyesinin aşılınmış denemelerde daha yüksek olduğunu tespit etmişler ve bunun LAB suşlarının homofermentatif ve heterofermentatif metabolizmasına bağlı olmadığını, maya türlerinin şeker metabolizmasıyla açıklanabileceğini bildirmişlerdir. Fermantasyon sonunda malik asit değerlerinde *L. pentosus* aşılı B kodlu deneme ve *W. anomalus* aşılı C kodlu deneme dışındaki tüm denemelerde bir miktar artış olduğu belirlenmiştir. Bavec ve ark (2010) çalışmalarında, taze kırmızı pancarda GLN, ENT, ORG ve BD tarım sistemlerinde yaygın kullanılan metotlarla araştırdıkları çalışmalarında sitrik ve malik asit miktarlarını sırasıyla 21,84-32,20 ve 163-239 mg/100g arasında bildirmişlerdir. Bu durum kırmızı pancarla zeytin arasındaki madde alışverişine bağlı olarak değiştiği şeklinde açıklanabilmektedir.

Tufariello ve ark (2015) iki İtalyan (Cellina di Nardó ve Leccino) ve iki Yunan (Kalamáta ve Conservolea) çeşidi siyah zeytinlere starter kültür ilaveli zeytinlerin fermantasyon sonunda (90. gün) sitrik asit, tartarik asit, malik asit, laktik asit ve asetik asit miktarını sırasıyla 19-297, 46-150,

57-169, 249-572 ve 11-501 mg/100g; spontan kontrol örneğini ise sırasıyla 1-310, 65-290, 28-226, 74-822 ve 6-641 mg/100g arasında bildirmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan zeytinlerin fermantasyon sonunda organik asit değerleri, siyah zeytin çeşitleriyle uyumluluk göstermemektedir.

Sofralık zeytinlerin fermantasyon başlangıcında, ortasında ve sonunda sakkaroz, glikoz ve fruktoz miktarları (mg/100g) Çizelge 4.6'da verilmiştir. Zeytin meyve etinde bulunan başlıca şekerler glikoz, fruktoz ve sakkarozdur. Çeşide göre heksozların dağılımı değişmektedir (Tetik, 2005).

Çalışmada, starter ilave edilmeden önce, fermantasyon başında (0. gün) kırmızı pancarlı zeytinlerin ve spontan negatif kontrol zeytinlerinin sakkaroz miktarı 18,82-52,11 mg/100g arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Toplam şeker miktarı başta 224-315 mg/100g olurken, fermantasyon boyunca azalmıştır ve en az şeker *L. plantarum* aşılı denemede tespit edilmiştir. Fermantasyon süresi dahilinde en az sakkaroz tespit edilmiştir. Fermantasyon boyunca kırmızı pancar ilave edilmeyen negatif kontrol denemesinde, sakkaroz miktarının kırmızı pancar ilaveli diğer denemelere göre değişiklik göstermediği belirlenmiştir. Fermantasyon başında ve ortasında spontan pozitif kontrol denemesinin sakkaroz miktarı, diğer denemelerden yüksek bulunmuştur. Kırmızı pancarda en çok bulunan şekerin sakkaroz olduğu bildirilmiştir (Rodriguez-Sevilla ve ark, 1999; Bavec ve ark, 2010). Bu durum starter kültür ve kırmızı pancar ilaveli denemeler arasında spontan pozitif kontrol denemesinin fermantasyon süresince, kırmızı pancarla zeytinler arasındaki madde alışverişine bağlı olarak, şeker miktarının zeytinde daha hızlı artmasına rağmen tüketiminin ise daha yavaş olduğu şeklinde açıklanabilir. Fermantasyon boyunca sakkaroz miktarı düşüş göstermiştir. Fermantasyon sonunda en az sakkaroz miktarı *L. plantarum* aşılı zeytinlerde tespit edilmiştir. Bunu, *L. pentosus* aşılı zeytinler takip etmektedir. Bu durum laktik asit bakterilerinin diğer denemelere göre daha başarılı olduğu şeklinde düşünülebilir. Denemeler arasında fermantasyon ortasında ve sonunda sakkaroz miktarları açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Marsilio ve ark (2001b) farklı zeytin çeşitlerinin şeker içeriklerini inceledikleri çalışmalarında, taze zeytin küspesindeki başlıca serbest şekerler (glikoz, fruktoz ve galaktoz) içinde sakkarozu 440 mg/100g olarak bildirmişlerdir. Tufariello ve ark (2015) iki İtalyan (Cellina di Nardó ve Leccino) ve iki Yunan (Kalamáta ve Conservolea) çeşidi siyah zeytinlere starter kültür ilave ettikleri çalışmalarında hem starter ilaveli hem de kontrol denemesinde zeytinlerde fermantasyon boyunca sakkaroz miktarının düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin sakkaroz miktarı diğer çeşitlerden düşük bulunmuştur.

Çalışmada sofralık zeytinlerin fermantasyon başlangıcında, glikoz miktarı 59,53-136,79 mg/100g arasında belirlenmiştir. Fermantasyon başında spontan pozitif kontrol zeytinleri dışında tüm denemelerde glikoz miktarları birbirine yakın değerlerde olmasına rağmen, starter ilave edilmeyen kırmızı pancarlı denemenin (spontan pozitif kontrol denemesi) glikoz miktarının fermantasyon süresince diğer denemelerden daha yüksek olduğu, ancak glikoz tüketiminin starter

ilaveli pancarlı zeytinlere göre daha yavaş olduğu Çizelge 4.6'da görülmektedir. Tüm denemelerde fermentasyon süresince glikoz miktarları düşüş göstermiştir. Fermentasyon sonunda (128. gün) en az glikoz *L. plantarum* aşılı zeytinlerde tespit edilmiştir. Bu durum *L. plantarum* 'un daha başarılı bir fermentasyon gerçekleştirdiği şeklinde düşünülebilir. Denemeler arasında, fermentasyonun başlangıcında, ortasında ve sonunda glikoz miktarları açısından istatistiki olarak fark belirlenmiştir ($p<0,05$). Anagnostopoulos ve ark (2020), Kıbrıs çeşidi yeşil kırma sofralık zeytin üretiminde, üç farklı yöntem kullanımının (spontan fermentasyon, %7 veya %10 NaCl konsantrasyonunda laktik asit bakterileri ile aşılama) etkisini araştırdıkları çalışmalarında, aşılınmış zeytinlerde glikoz miktarındaki düşüşünün spontana göre daha hızlı olduğu bildirilmişlerdir. Marsilio ve ark (2001b) taze Hojiblanca çeşidi yeşil zeytinlerin glikoz değerini 319 mg/100g olarak bildirmişlerdir. Tufariello ve ark (2015) iki İtalyan (Cellina di Nardó ve Leccino) ve iki Yunan (Kalamáta ve Conservolea) çeşidi siyah zeytinlere starter kültür ilave ettikleri çalışmalarında, fermentasyon süresince Kalamáta hariç tüm denemelerde glikoz konsantrasyonunun azaldığını ve 90 günlük fermentasyonun sonunda starter kültür ilaveli denemelerin glikoz miktarını 1-42 mg/100g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin fermentasyon başındaki glikoz miktarları diğer çeşitlerden düşük, ancak fermentasyon sonundaki değerler ile de uyumlu bulunmuştur.

Çalışmada sofralık zeytinlerin fermentasyon başlangıcında, fruktoz miktarı 116,51-196,50 mg/100g arasında belirlenmiştir. Marsilio ve ark (2001b) farklı zeytin çeşitlerinin şeker içeriklerini inceledikleri çalışmalarında, taze Hojiblanca çeşidi yeşil zeytinlerin fruktoz miktarlarını başlangıçta 134 mg/100g olarak bildirmişlerdir. Çalışmada fermentasyon süresince fruktoz miktarları düşüş göstermiştir. Spontan negatif kontrol denemesinin starter kültür aşılı denemelere göre şekeri yeterince tüketemediği görülmüştür (Çizelge 4.5). Fermentasyon sonunda sofralık zeytinlerin fruktoz miktarları 42,80-124,93 mg/100g arasında tespit edilmiştir. Fermentasyon sonunda fruktoz miktarı en az *L. plantarum* aşılı denemede tespit edilmiştir. Fermentasyon sonunda kırmızı pancar ilaveli zeytinlerin toplam şeker miktarları, spontan negatif kontrol denemesinden daha az bulunmuştur. Bu durum kırmızı pancar ilavesinin LAB fermentasyonunda daha başarılı olduğu şeklinde açıklanabilmektedir. Fermentasyon sonunda fermentasyon sonunda *L. pentosus* aşılı zeytinlerde, spontan pozitif kontrole göre daha çok fruktoz miktarı kaldığı tespit edilmiştir. Anagnostopoulos ve ark (2020), Kıbrıs çeşidi yeşil kırma sofralık zeytin üretiminde, üç farklı yöntem kullanımının (spontan fermentasyon, %7 veya %10 NaCl konsantrasyonunda laktik asit bakterileri ile aşılama) etkisini araştırdıkları çalışmalarında, fermentasyon sonunda spontan zeytin fermentasyonu sonunda kalan fruktoz miktarı aşılı denemelere göre daha az bulunmuş ve aşılı zeytin salamuraalarında bir miktar fruktozun (yaklaşık 7 mM) tüketilmeden kaldığını bildirmişlerdir. Bulunan sonuçlar önceki araştırma sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. Tufariello ve ark (2015) iki İtalyan çeşidi Cellina di Nardó ve Leccino ile iki Yunan çeşidi olan Kalamáta ve Conservolea siyah zeytinlerine starter kültür ilave ettikleri çalışmalarında, fermentasyon sonunda (90. gün) fruktoz

miktarının 13-46 mg/100g arasında olduğunu hem starter ilaveli ve hem de kontrol denemesinde fermentasyon boyunca fruktoz miktarının düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir. Bulunan sonuçlar önceki araştırma sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Denemeler arasında fermentasyon başlangıcında, ortasında ve sonunda fruktoz miktarları bakımından istatistiki olarak fark tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Balatsouras (1997) taze Sevillano veya Gordal, Manzanilla ve Hojiblanca yeşil zeytin çeşitlerinin glikoz miktarının fruktoz miktarından daha fazla olduğunu (94,28:5,75, 87,85:12,5 ve 100:0) bildirmiştir. Bu çalışmada ise sofralık zeytinlerin fruktoz miktarlarının, glikoz ve sakkaroz göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin fermentasyon başında, ortasında ve sonunda şeker miktarları (mg/100g)

		Sakkaroz	Glikoz	Fruktoz	Toplam
Fermentasyon	A	18,82±1,43 ^d	66,11±4,39 ^{cd}	139,97±1,41 ^b	224,90±7,23 ^c
Başında	B	21,30±0,04 ^{cd}	112,93±0,52 ^b	142,91±7,90 ^b	277,14±7,42 ^b
(0.gün)	C	37,03±1,15 ^{ab}	81,25±0,46 ^c	181,16±3,45 ^a	299,44±2,75 ^{ab}
	D	27,51±8,89 ^{cd}	63,73±2,04 ^{cd}	196,50±14,68 ^a	287,73±19,61 ^{ab}
	Y	22,96±0,15 ^{bc}	50,20±0,62 ^d	150,72±2,32 ^b	223,88±3,09 ^c
	K	52,11±4,49 ^a	146,79±17,52 ^a	116,51±4,22 ^c	315,40±17,79 ^a
Fermentasyon	A	15,90±1,53 ^d	29,70±13,69 ^c	120,15±0,09 ^{bc}	165,75±15,31 ^b
Ortasında	B	17,07±1,08 ^{cd}	31,62±6,78 ^c	128,61±10,90 ^{ab}	177,31±18,76 ^b
(60.gün)	C	27,91±4,65 ^{ab}	67,76±7,13 ^b	94,09±1,78 ^d	189,77±13,56 ^b
	D	17,45±2,15 ^{cd}	58,87±1,34 ^b	107,51±8,17 ^{cd}	183,84±8,99 ^b
	Y	22,80±1,84 ^{bc}	32,21±0,73 ^c	142,00±10,45 ^a	197,01±11,56 ^b
	K	32,46±0,77 ^a	118,50±4,19 ^a	104,96±4,31 ^{cd}	255,91±0,89 ^a
Fermentasyon	A	12,65±0,55 ^b	24,64±0,60 ^c	42,80±0,26 ^c	80,09±0,20 ^d
Sonunda	B	12,90±3,24 ^b	28,85±1,47 ^{ab}	81,52±2,93 ^b	123,27±1,77 ^b
(128.gün)	C	18,26±1,39 ^a	29,92±1,92 ^a	51,64±9,90 ^c	99,82±6,60 ^c
	D	15,96±1,97 ^{ab}	26,40±0,07 ^{bc}	88,65±9,22 ^b	131,01±11,25 ^b
	Y	20,13±1,25 ^a	25,11±0,14 ^c	124,93±7,10 ^a	170,17±8,49 ^a
	K	13,70±0,05 ^b	29,59±0,08 ^a	45,14±2,84 ^c	88,43±2,88 ^{cd}

A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki olarak farklılığı göstermektedir. Farklılıklar Duncan testine göre %5 düzeyinde önemlidir.

4.6. Fermente Zeytinlerin Toplam Fenolik Madde Miktarları (TF)

Sofralık zeytinlerin fermentasyon başında, ortasında ve sonunda TF miktarları (mg gallik asit/kg) Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan zeytinlerin fermantasyon başındaki TF miktarı 4547,89-4879,49 mg gallik asit/kg olup, fermantasyon boyunca bu değer azalmış ve fermantasyon sonunda ise 1451,76-2008,40 mg gallik asit/kg aralığında olduğu tespit edilmiştir. Sofralık zeytinlerin fermantasyon başında TF miktarı, fermantasyonun ortası ve sonuna göre daha fazladır. Çalışmada fermantasyonun ortasında sofralık zeytinlerin TF miktarında bir miktar azalma olduğu görülmüştür. TF miktarındaki azalma daha çok spontan negatif kontrol denemesinde olup, kırmızı pancarlı zeytinlerde daha az olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Bu durum fermantasyona kırmızı pancar ilave edilmesinin, zeytin etinin TF miktarında daha az azalmaya neden olduğunu göstermektedir. Denemelerde fermantasyon sonunda TF de bir miktar artış olmuştur. Başka bir ifade ile, Fermantasyona kırmızı pancar ilave edilmesinin fermantasyon sonunda TF miktarında denemeler arasında fark olmasına neden olduğu ve bu farkın 366,22-556,64 mg gallik asit/kg arasında olduğu görülmüştür. Denemeler arasında fermantasyon başında, ortasında ve sonunda TF miktarları açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Zeytin etindeki fenol miktarı çeşide göre değişmektedir. Ham yeşil zeytin kuru maddede %7, yaş madde üzerinden %1,96-2,0 fenol içermektedir. Yeşil zeytinde kuvvetli yıkama fenol miktarını azaltır (başlangıçtaki fenol miktarının 1/3'ü). Fenoller, zeytin salamura suyundaki laktik asit bakterilerinin aktivite ve gelişimini kısıtlarken aynı zamanda karışık mikroplarının bazı üyeleri için karbon kaynağı olabilmektedir (Balatsauras, 1996). İşlenmemiş zeytinlerin TF miktarının, işlenmiş zeytine göre daha yüksek olduğu çeşitli araştırmacılar tarafında da bildirilmiştir (Marsilio ve ark, 2005; Chranioti ve ark, 2018). Turan (2005) çalışmasında kullandığı ham Tarsus Sariulak çeşidi sofralık zeytinde, 2860 mg/kg olarak toplam fenolik madde bulunduğunu bildirmiştir. Chranioti ve ark (2018) çalışmalarında ham Conservolea çeşidi yeşil zeytinlerin TF miktarını 5411 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, bu fenolik bileşiklerin en çok ham zeytinde (%48) bulunduğunu ve fermantasyon boyunca TF miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Fu ve ark (2011) çalışmalarında zeytinin TF miktarının gallik asit cinsinden $502,50 \pm 4,87$ mg gallik asit/kg olarak bildirmişlerdir. Sevim ve Tuncay (2012) çalışmalarında ham Ayvalık ve Memecik çeşidi zeytinlerin toplam fenol miktarını, Ayvalık çeşidi zeytinde 2793,90 ve 1988,70 mg gallik asit/kg ve Memecik çeşidi zeytinde ise 3497,20 ve 2534,00 mg gallik asit /kg olarak bildirmişlerdir. Keçeli ve Gordon (2001) çalışmalarında TF miktarını Ayvalık zeytin ekstraktlarında 5100 mg gallik asit/kg, Tarsus menşeli Sariulak çeşidi sofralık zeytinlerde 1940 mg gallik asit/kg ve Ege Bölgesi menşeli Sariulak çeşidi sofralık zeytinlerde 5800 mg gallik asit/kg tespit etmişlerdir. Irmak ve ark (2010) çalışmalarında Ayvalık, Domat, Gemlik, Memecik ve Uslu zeytin çeşitlerinin toplam fenol madde miktarını ham zeytinde 1898-4210 mg gallik asit/kg, fermente Domat yeşil zeytininde 1328 mg gallik asit/kg ve fermente Ayvalık çizme zeytininde 1332 mg gallik asit/kg olduğunu bildirmişlerdir. McDonald ve ark (2001) Manzanilla çeşidi yeşil zeytinden metanolik ekstraksiyonla elde ettikleri fenolik bileşiklerin toplam miktarını, Folin-Ciocalteou metoduyla 600-390000 mg gallik asit/kg kuru ağırlık olarak hesaplamışlardır. Irmak ve ark (2010) çalışmasında zeytine uygulanan işleme tekniklerinin zeytinin toplam fenol miktarında önemli bir farklılık

oluşturabileceğini belirtmişlerdir. Ardiç (2022) spontan yeşil zeytin fermantasyonunda %10 ve %20 kırmızı pancar kullandığı çalışmasında, başlangıç TF miktarını 3584,70 mg gallik asit/kg olarak ifade etmiştir. Fermantasyonun ortasına doğru, başlangıç zeytinlerine göre TF miktarında düşüş gerçekleştiğini ancak fermantasyon sonunda hafif bir artış tespit edildiğini bildirmiştir. *L. plantarum* ile aşılama A kodlu denemenin TF miktarında fermantasyon süresince azalmaya devam ettiği görülmektedir. *L. plantarum*'un, farklı fenolik bileşiklere karşılık gelen vinil türevlerine dekarboksilatlayan fenolik asit dekarboksilazları içerdiği ve fenolik maddelerin *L. plantarum* tarafından fermantasyon boyunca parçalanmaya devam ettiği bildirilmiştir (Rodriguez ve ark, 2008; Anagnostopoulos ve ark, 2020). Bu çalışmada kullanılan Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerinin fermantasyon başındaki toplam fenolik madde miktarları ile elde edilen sonuçlar, önceki araştırma sonuçları ile uyumluluk göstermekteyken, fermantasyon sonundaki zeytinlerin sonuçları, Domat ve Ayvalık çeşit zeytinlerinden yüksek bulunmuştur.

Sofralık zeytin ve zeytinyağlarının, içerdikleri fenolik antioksidan maddeler nedeniyle “fonksiyonel gıda”ların değerli bir kaynağı olduğu belirtilmektedir (İrmak ve ark, 2010). Zeytin meyvesinin fenolik madde miktarının belirlenmesi ile ilgili birçok çalışmanın yapılmış olduğu bilinmektedir. Bu maddelerin, meyvenin organoleptik kalitesinde önemli parametreler olduğu kabul edilmektedir (Amiot ve ark, 1986). Zeytinlerde, toplam fenolik madde miktarının çeşide bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Kiai ve Hafidi, 2014).

Çizelge 4.7. Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin fermantasyon başında, ortasında ve sonunda toplam fenol miktarı (mg gallik asit/kg)

	Toplam Fenol Miktarı (TF)		
	Fermantasyon Başında (0. gün)	Fermantasyon Ortasında (60. gün)	Fermantasyon Sonunda (128.gün)
A	4737,89±34,52 ^b	1983,99±62,15 ^a	1817,98±13,82 ^b
B	4547,46±41,44 ^d	1759,38±20,71 ^b	1827,74±6,91 ^b
C	4625,59±27,63 ^c	1734,96±0,00 ^b	1803,32±27,62 ^b
D	4659,77±6,91 ^c	1803,32±69,06 ^b	2008,40±55,24 ^a
Y	4879,49±0,00 ^a	1368,75±48,34 ^c	1451,76±41,43 ^c
K	4601,17±6,90 ^{cd}	1739,85±20,71 ^b	1827,74±20,71 ^b

A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki olarak farklılığı göstermektedir. Farklılıklar Duncan testine göre %5 düzeyinde önemlidir.

4.7. Fermente Zeytinlerin Fenolik Bileşikleri Miktarları

Sofralık zeytinlerin fermantasyon başlangıcında, ortasında ve sonunda fenol bileşikleri değerleri Çizelge 4.8’de belirtilmiştir. Zeytinlere ait fenol bileşikleri kromatogramları Ek-J’ de verilmiştir.

Tekli doymamış yağ ve fenolik bileşikler gibi küçük bileşenler, zeytin ürünlerinin besinsel yararını arttıran ana bileşenlerdir ve fenolik bileşikler zeytindeki ana ikincil metabolitlerden biri olup taze meyvenin %1-2’sini temsil etmektedirler (Ben Othman ve ark, 2008). Zeytin meyvesi, oleuropein, ligstroside, verbaskosit, rutin ve antosiyaninler, basit fenoller ve fenolik asitler gibi glikozitler dahil olmak üzere çok çeşitli fenolik bileşikleri bünyesinde bulundurur (Keçeli ve Gordon, 2001).

Çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin oleuropein içeriğinin, fermantasyon başında (0. gün) 624,36-997,33 mg/kg arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Fermantasyon boyunca oleuropein miktarı çok hızlı bir şekilde azalmış ve fermantasyon sonunda 24,46-45,79 mg/kg arasında olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin fermantasyon sonunda, oleuropeinin en az belirlendiği denemenin *L. plantarum* aşılı A kodlu örnek olduğu (21,46 mg/kg), onu spontan kırmızı pancar ilaveli K kodlu denemenin (21,65 mg/kg) takip ettiği belirlenmiştir. Kırmızı pancar kullanımının en az LAB ile aşılacak kadar oleuropein hidrolizinde etkili olduğu görülmüştür. Spontan negatif kontrol Y kodlu zeytinlerinin tüm denemelerden daha çok oleuropein miktarı (45,79 mg/kg) bulunduğu görülmüştür. Oleuropein miktarı en çok olan bir diğer denemenin de *W. anomalus* kullanılan C ve D kodlu örnekler (39,71 ve 35,18 mg/kg) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Zeytinde kırmızı pancar ve starter kültür olarak *W. anomalus*’u tek veya LAB ile kombinasyon halinde kullanmanın fermantasyon sonunda oleuropein hidrolizinde spontan kontrol grubu denemeler kadar başarılı olmadığı ancak LAB’leri tek olarak aşılamanın daha başarılı bulunduğu tespit edilmiştir. Denemeler arasında oleuropein miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Arslan ve Özcan (2011a) Alanya, Karaman, Ceyhan ve Silifke’de yetişen ham Sariulak çeşidi zeytin çeşidinin oleuropein miktarını 254,50-2981,80 mg/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir. Perona ve Vinha ve ark (2005), 29 zeytin örneğindeki fenolik bileşikleri analiz ettikleri araştırmalarında, ham zeytin örneklerinin kuru maddede oleuropein içeriğinin 388-21681 mg/kg arasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Esti ve ark. (1998) çalışmalarında oleuropein miktarında görülen azalmanın, yağ sentezinde aktivite gösteren enzimlerden ve olgunlaşmayla birlikte hidrolitik enzim aktivitesinin artmasından kaynaklandığını ve ham zeytinde en düşük oleuropein değerinin 855 mg/kg, en yüksek ise 3271 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. İtalyan çeşitleri arasında oleuropein 320-4800 mg/kg arasında değişmektedir (Sivakumar ve ark. 2005). Portekiz çeşitlerinde 18 farklı türden 29 örnek üzerinde yapılan araştırmaya göre 191-2973 mg/kg arasında değiştiği belirtilmiştir (Vinha ve ark. 2005). Sonuçlardaki farklılıklar fenolik bileşik niceliklerindeki değişimin her çeşit için farklı olabileceğini göstermektedir.

Fenoller, hidroliz yoluyla basit fenollere yol açan karmaşık formlarda bulunmaktadır; hidroksitirozol (HTrz) ve tirozol (Trz). Taze zeytinin en önemli iki fenolik bileşeni oleuropein ve HTrz'dir (Tokuşoğlu 2010). HTrz özel antioksidan aktiviteye sahip odifenol grubuna ait önemli bir biyofenol olan oleuropeinin hidrolizi sonucunda meydana gelmektedir ve zeytinin acılığının giderilip giderilmediğinin anlaşılmasında önemli bir belirteç olarak kabul edilmektedir (Anagnostopoulos ve ark, 2020). Çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin HTrz içeriği fermantasyon başında (0. gün) 133,19-252,87 mg/kg arasında bulunmuştur. Fermantasyon boyunca kırmızı pancar ve starter kültür kullanılan denemelerin HTrz miktarlarında artış olduğu, ancak negatif kontrol denemesinde ise düşüş olduğu gözlenmiştir. Fermantasyon sonunda, kırmızı pancar ve starter kültür kullanılan denemelerde, HTrz miktarlarının 269,01-357,72 mg/kg aralığına ulaştığı tespit edilmiş ve kırmızı pancarlı zeytinler ile negatif kontrol zeytinleri arasında ciddi bir fark olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin fermantasyon sonunda HTrz değerindeki artış en fazla karışık kültür kullanılan D kodlu denemede (%57) ve onu takiben *W. anomalus* ile aşıl原因 B kodlu denemede (%41) tespit edilmiştir. Bu çalışmada kırmızı pancar kullanılan spontan kontrol denemesinde (K kodlu deneme) HTrz değerinde %38 artış, spontan negatif kontrol denemesinde ise (Y kodlu) %54 azalma görülmüştür (Çizelge 4.8). Bu durumda kırmızı pancar kullanımının fermantasyon sonunda HTrz miktarında artışa neden olduğu söylenebilmektedir.

Çoğu literatürde zeytinlerin sahip olduğu HTrz miktarlarının 300 mg/kg ile 8000 mg/kg arasında değiştiği bildirilmektedir (Esti ve ark. 1998, Romani ve ark. 1999, Vinha ve ark. 2005). Arslan ve Özcan (2011b) Alanya, Karaman, Ceyhan ve Silifke'de yetişen ham Sarıulak çeşidi zeytinin HTrz değerinin 38,70-3596,40 mg/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir. Perona ve Vinha ve ark. (2005) zeytin örneklerinin kuru maddede; HTrz değerini 1477-15763 mg/kg arasında bulmuşlardır. Bencresciuto ve ark (2023) Leccino zeytin çeşidi ile gerçekleştirdikleri fermantasyonlarda seçilen iki maya türü olan *W. anomalus* ve *Saccharomyces cerevisiae* suşları ile *L. plantarum* suşlarının kullanımını inceledikleri çalışmalarında, önemli miktarda hidroksitirozol üretiminin gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Tufariello ve ark (2019) *Saccharomyces cerevisiae* suşları ile aşıladıkları Manzanilla, Picual ve Kalamata sofralık yeşil ve siyah zeytin çeşitlerinin fermantasyon sonunda HTrz miktarının arttığını ve spontan fermantasyon ile aralarında çok fark olduğunu bildirmişlerdir. Sonuçlardaki farklılıklar fenolik bileşik niceliklerindeki değişimin çeşide bağlı olduğunu göstermektedir. D'Antuono ve ark (2018) farklı çeşit zeytinlere starter kültür ilave ettikleri çalışmalarında, zeytinlerin HTrz miktarlarını 258,2-1393,3 mg/kg arasında bildirmişlerdir. Denemeler arasında HTrz miktarları açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). Kıbrıs çeşidi yeşil kırma sofralık zeytin üretiminde, üç farklı yöntem kullanımının (spontan fermantasyon, %7 veya %10 NaCl konsantrasyonunda laktik asit bakterileri ile aşılama) etkisini araştırdıkları çalışmalarında, fermantasyon sonunda aşıl原因 zeytinlerde HTrz miktarlarının arttığını

bildirmişlerdir. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir.

Çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin Trz miktarları fermantasyon başında (0. gün) 151,86-182,84 mg/kg arasında bulunmuştur (Çizelge 4.8). Fermantasyon boyunca denemelerin Trz miktarlarında düşüş olduğu gözlenmiştir. Fermantasyon sonunda denemelerin Trz miktarları 10,03-21,36 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Denemeler arasında Trz miktarları açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). Arslan ve Özcan (2011b) Alanya, Karaman, Ceyhan ve Silifke’de yetiştirilen ham Sarıulak çeşidi zeytinin Trz değerini 11,90-872,40 mg/kg arasında olarak bildirmişlerdir. D'Antuono ve ark (2018) farklı çeşit zeytinlere starter kültür ilave ettikleri çalışmalarında, zeytinlerin Trz değerini 28,00-411,60 mg/kg arasında olarak belirtmişlerdir. Ryan ve ark (2001) tarafından yapılan çalışmada zeytinin yeşil olgunlaşma döneminde yapılan analizlerinde, Trz miktarını kuru madde üzerinden 440 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalardan düşük bulunduğu görülmüştür.

Çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin apigenin miktarları fermantasyon başında (0. gün) 5,74-9,60 mg/kg arasında bulunmuştur (Çizelge 4.8). Fermantasyon boyunca denemelerin apigenin miktarlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda denemelerin apigenin miktarları 27,54-36,29 mg/kg aralığına ulaştığı belirlenmiştir. Denemeler arasında apigenin miktarları açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). D'Antuono ve ark (2018) farklı çeşit zeytinlere starter kültür ilave ettikleri çalışmalarında, zeytinlerin apigenin değerini 0,00-9,80 mg/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir. Arslan ve Özcan (2011b) Alanya, Karaman, Ceyhan ve Silifke’de yetiştirilen ham Sarıulak çeşidi zeytinin apigenin miktarının 1,30-79,80 mg/kg arasında bulunduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir.

Çalışmada kullanılan sofralık zeytinlere ait verbaskosit miktarlarının fermantasyon başında (0. gün) 719,72-1070,48 mg/kg arasında bulunduğu belirlenmiştir. (Çizelge 4.8). Fermantasyon sonunda denemelerin verbaskosit miktarlarında düşüş olduğu gözlenmiştir. Fermantasyon sonunda denemelerin verbaskosit miktarları 143,56-677,62 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Denemeler arasında verbaskosit miktarları açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). Perona ve Vinha ve ark. (2005), zeytin örneklerinin kuru maddede verbaskosit değerini 174 mg/kg olarak bildirmişlerdir. D'Antuono ve ark (2018) farklı çeşit zeytinlere starter kültür ilave ettikleri çalışmalarında, zeytinlerin verbaskosit değerinin 0-347,10 mg/kg arasında bulunduğunu ifade etmişlerdir. Arslan ve Özcan (2011b) Alanya, Karaman, Ceyhan ve Silifke’de yetiştirilen ham Sarıulak çeşidi zeytinlerde, verbaskosit miktarının 19,70-1107,50 mg/kg arasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu görülmüştür.

Çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin vanilik asit miktarları fermantasyon başında (0. gün) 19,16-33,66 mg/kg arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Fermantasyon boyunca denemelerin vanilik asit miktarlarında düşüş olduğu gözlenmiştir. Fermantasyon sonunda denemelerin vanilik asit miktarları 3,24-4,49 mg/kg olarak belirlenmiştir. Denemeler arasında vanilik asit miktarları açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). Arslan ve Özcan (2011b) Alanya, Karaman, Ceyhan ve Silifke’de yetişen ham Sarıulak çeşidi zeytinin vanilik asit miktarının 7,40-172,30 mg/kg arasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir.

Çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin rutin miktarları fermantasyon başında (0. gün) 53,72-66,29 mg/kg arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Fermantasyon boyunca denemelerin rutin miktarlarında düşüş olduğu gözlenmiştir. Fermantasyon sonunda denemelerin rutin miktarları 1,76-3,27 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Denemeler arasında rutin miktarları açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). Arslan ve Özcan (2011b) Alanya, Karaman, Ceyhan ve Silifke’de yetişen ham Sarıulak çeşidi zeytinin rutin miktarının 22,90-232,90 mg/kg arasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada tespit edilen sonuçların, yukarıda bildirilen önceki çalışmalarla uyumlu bulunduğu gözlenmiştir.

Fenolik bileşikler genelde orta seviyede polar olduklarından hem suda hem de yağda çözünürler (Blatchly ve ark, 2017). Zeytinde fenolik bileşenlere etki eden faktörler; zeytinin çeşit ve genetik özellikleri, olgunluk, iklim ve zeytinin ağaç üzerindeki konumu ile tarımsal uygulamalardır. İşlenmiş zeytinler söz konusu olduğunda, zeytin meyvelerinin maruz kaldığı teknolojik işlemler de fenolik içeriği önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Ryan ve Robards, 1998).

Zeytin, yaklaşık 30 basit fenolik bileşiğin kaynağıdır. Zeytin de fenolik bileşiklerin toplam miktarı 100-800 mg/kg’dır (Öztürk ve ark, 2020). Ben Othman ve ark (2008) Tunus zeytinlerinde fenolik bileşikleri ve antioksidan kapasitesini araştırdıkları çalışmalarında zeytin meyve etinde 13 basit fenolik bileşik tanımlamışlar ve ana bileşenlerin hidroksitirozol, tirozol ve vanilik asit olduğunu belirtmişlerdir. Bununla beraber, 50 gram sofralık zeytin meyve etinde, yaklaşık 152 mg fenolik bileşik olduğunu bildirmişlerdir. Visioli ve Galli (1994) ile Perona ve ark (2006) zeytin ve zeytinyağında fenolik bileşik içeriğinin 50-800 mg/kg değerleri arasında olduğunu bildirmektedirler.

Çizelge 4.8. Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin fermentasyon başında, ortasında ve sonunda fenol bileşikleri değerleri (mg/kg)

Fenoller		F. Başında (0. gün)	F. Ortasında (60. gün)	F. Sonunda (128. gün)
Verbaskosit	A	1070,48±0,14 ^a	168,48±4,92 ^d	188,04±5,56 ^e
	B	892,27±6,53 ^b	265,46±7,32 ^c	264,97±9,37 ^d
	C	719,72±8,38 ^e	426,54±8,92 ^b	478,69±11,73 ^c
	D	759,67±7,15 ^d	479,26±7,09 ^a	677,62±9,37 ^a
	Y	769,95±6,52 ^d	20,07±0,69 ^e	19,56±0,80 ^f
	K	835,32±11,90 ^c	441,15±12,27 ^b	650,22±18,13 ^b
Vanilik asit	A	23,18±3,20 ^b	1,20±0,20 ^c	4,17±0,67
	B	16,57±1,44 ^b	4,66±0,41 ^a	4,49±0,77
	C	24,99±7,92 ^{ab}	3,81±0,47 ^{ab}	4,03±1,08
	D	19,16±2,26 ^b	3,19±0,15 ^b	4,27±0,48
	Y	19,16±2,26 ^b	3,71±0,63 ^{ab}	3,24±0,01
	K	33,66±1,33 ^a	0,98±0,26 ^c	4,04±0,38
Oleuropein	A	745,16±9,05 ^d	28,49±0,09 ^d	21,46±0,52 ^a
	B	624,36±14,82 ^e	29,46±0,90 ^d	24,66±0,75 ^a
	C	922,57±15,07 ^c	39,55±0,64 ^b	39,71±0,76 ^b
	D	997,33±6,19 ^a	37,44±0,02 ^c	35,18±3,24 ^c
	Y	714,17±9,91 ^e	46,31±0,13 ^a	45,79±2,51 ^a
	K	956,48±8,90 ^b	24,30±0,36 ^c	21,65±1,06 ^a
Rutin	A	54,15±0,91 ^d	4,61±0,69 ^a	2,66±0,05
	B	53,72±0,46 ^d	3,94±0,57 ^{ab}	3,14±0,32
	C	66,29±0,78 ^a	2,36±0,88 ^b	2,34±0,33
	D	61,37±1,22 ^b	2,41±1,27 ^b	2,46±0,02
	Y	58,48±0,66 ^c	1,85±0,13 ^b	3,27±3,75
	K	65,46±0,53 ^a	2,33±0,97 ^b	1,76±0,24
Apigenin-7-glukozid	A	5,74±2,07	26,28±2,16	30,44±0,01 ^{ab}
	B	8,97±3,50	27,79±1,77	30,85±3,26 ^{ab}
	C	6,89±0,63	24,79±4,71	28,97±0,45 ^{ab}
	D	7,39±0,67	24,07±5,85	36,29±3,75 ^a
	Y	9,60±3,73	29,52±1,19	28,80±5,22 ^{ab}
	K	6,92±0,59	26,27±0,78	27,54±0,13 ^b

Çizelge 4.8'in devamı

p-Kumarik asit	A	3,41±1,02 ^{ab}	0,50±0,02 ^{ab}	0,51±0,17
	B	2,04±0,83 ^b	0,43±0,22 ^b	0,88±0,30
	C	2,67±0,12 ^{ab}	0,70±0,02 ^a	0,47±0,25
	D	1,84±0,34 ^b	0,53±0,02 ^{ab}	0,79±0,15
	Y	3,05±0,05 ^{ab}	0,40±0,06 ^b	0,49±0,10
	K	4,34±0,98 ^a	0,32±0,00 ^b	0,56±0,01
Tirozol (Trz)	A	182,84±29,97 ^a	30,49±6,68 ^c	20,14±0,11 ^c
	B	154,02±2,20 ^b	29,49±11,58 ^c	15,75±5,76 ^c
	C	174,57±32,43 ^{ab}	13,93±4,22 ^c	10,03±1,36 ^c
	D	151,86±1,93 ^b	8,96±3,62 ^c	21,36±3,89 ^c
	Y	167,54±12,39 ^{ab}	15,65±2,72 ^c	11,89±1,10 ^c
	K	166,68±0,61 ^{ab}	10,03±11,07 ^c	13,64±2,25 ^c
Hidroksitirozol (HTrz)	A	189,74±7,26 ^c	217,13±6,81 ^{cd}	272,68±15,39 ^c
	B	157,72±6,70 ^d	237,84±5,72 ^{bc}	269,20±8,52 ^c
	C	252,87±1,92 ^a	325,30±26,26 ^a	311,09±7,18 ^b
	D	133,19±1,79 ^e	253,58±12,47 ^{bc}	310,15±12,54 ^b
	Y	221,81±6,92 ^b	200,70±6,94 ^d	101,10±9,90 ^d
	K	221,20±9,21 ^b	265,32±17,42 ^b	357,72±11,71 ^a

A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki olarak farklılığı göstermektedir. Farklılıklar Duncan testine göre %5 düzeyinde önemlidir.

4.8. Fermente Zeytinlerin Toplam Antioksidan Aktivite Değeri (TAA)

Sofralık zeytinlerin fermantasyon başında, ortasında ve sonunda TAA değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerin fermantasyon başındaki TAA değerleri (%49,40-55,25) fermantasyonun orta ve sonuna göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.9). Denemeler arasında fermantasyonun orta ve sonuna TAA açısından istatistiki olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). Yapılan çalışmalara göre en yüksek antioksidan kapasitesi (ham zeytinlerin %89'u) fermente edilmemiş yeşil zeytinlerde bulunmakta olup ve fermantasyon süresince azalma görüldüğü bildirilmiştir (Jiang ve Takamura, 2013; Chranioti ve ark, 2018). Bu çalışmada zeytinlerin fermantasyon sonundaki en düşük TAA değeri (%12,67) spontan negatif kontrol denemesinde görülürken, en yüksek spontan pozitif kontrol denemesinde (%32,43) tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite miktarının artmasında kırmızı pancar ilavesinin etkisi olduğu görülmüştür. Fermantasyon ortasında denemelerin TAA değerleri azalmıştır. İşleme sırasında antioksidan kapasite kaybına toplam fenolik bileşiklerdeki azalmanın neden olduğu ve toplam fenolik madde ile antioksidan kapasitesi arasında doğrusal bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Kiai ve

Hafidi, 2014; Aprile ve ark, 2019). Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi negatif kontrol denemesi toplam fenol miktarında da en düşük değeri alarak önceki çalışmaları desteklemektedir. Çalışmada fermantasyon sonunda kırmızı pancar kullanılan denemelerin TAA değerlerinde artış, spontan negatif kontrol Y kodlu denemede ise düşüş tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda kırmızı pancar kullanılan denemelerin antioksidan aktivite değerlerinin, negatif kontrol denemesine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon sonundaki tüm denemeler içinde en yüksek TAA değeri spontan pozitif kontrol zeytinlerinde (%32,43) olup, onu karışık kültür ile aşıl原因 D kodlu örnek (%31,55) takip etmiştir. Betalainin antioksidan aktivite gösterdiği birçok çalışmada bildirilmiştir. Bu durum kırmızı pancar ilavesinin zeytinlerin antioksidan aktivitesini arttırdığı şeklinde açıklanabilmektedir. Zira, antioksidan özelliği ile betalain miktarı arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır. Yüksek miktarda betalain içeren bitkilerin yüksek antioksidan özelliği gösterdikleri bilinmektedir (Bucur ve ark, 2016). Kırmızı pancarlı zeytinlerin fermantasyon başında antioksidan kapasitelerinin daha yüksek olduğu, işleme ile azaldığı, fermantasyon ortasında antioksidan aktivite değerlerinin daha yüksek olduğu ve kırmızı pancar oranının artmasıyla antioksidan aktivitenin de arttığı yapılan bir çalışmayla da ortaya konulmuştur (Ardıç, 2022). Bulunan sonuçlar önceki çalışmalarla uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin fermantasyon başında, ortasında ve sonunda antioksidan aktivite değerleri

Antioksidan Aktivite Değerleri (%) (DPPH metodu)			
	Fermantasyon Başında (0. gün)	Fermantasyon Ortasında (60. gün)	Fermantasyon Sonunda (128. gün)
A	55,25±2,11	20,30±0,52 ^{cd}	25,40±15,12 ^b
B	49,40±1,21	23,55±6,06 ^{bc}	30,51±4,90 ^a
C	50,56±2,28	28,93±3,86 ^{ab}	28,50±6,83 ^a
D	50,23±1,71	27,21±7,20 ^{abc}	31,55±8,62 ^a
Y	54,50±7,81	13,68±2,92 ^d	12,67±1,43 ^{ab}
K	52,49±2,33	31,82±3,50 ^a	32,43±10,64 ^a

A: *L. plantarum* aşıl原因alı deneme; B: *L. pentosus* aşıl原因alı deneme; C: *W. anomalous* aşıl原因alı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalous* aşıl原因alı deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki olarak farklılığı göstermektedir. Farklılıklar Duncan testine göre %5 düzeyinde önemlidir.

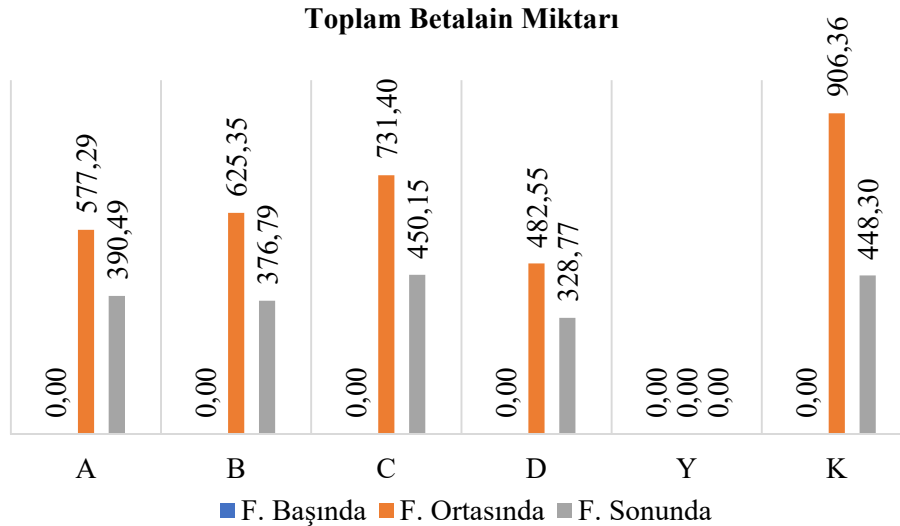
4.9. Fermente Zeytinlerin Toplam Betalain Miktarları

Kırmızı pancar üç temel bileşeni yapısında bulundurur, bunlar; betalainler, betanin ve nitratlardır (Babarykin ve ark, 2019). Kırmızı pancar içeriğinde bulunan betalain dolayısıyla fonksiyonel bir gıdadır (Velić ve ark, 2018). Betalain pigmentleri fermantasyon boyunca parçalanmaktadırlar (Pedreno ve Escribano, 2000). Taze kırmızı pancar meyve eti (%84,3

ağırlığında) %69,8 oranında toplam betalain miktarı sağlarken, pancar kabuğu (%30,2 ağırlığında) %15,7 betalain miktarı içerdiği bildirilmiştir (Sawicki ve Wiczowski, 2018).

Sofralık zeytinlerin fermantasyon başında, ortasında ve sonunda toplam betalain miktarları Şekil 4.15'te verilmiştir. Fermantasyon başında (0. gün) starter ve kırmızı pancar ilave edilmemiş olup, fermantasyonun 2. gününden itibaren starter ve kırmızı pancar ilavesiyle birlikte alınan örneklerin analizleri gerçekleştirilmiştir. Fermantasyonun ortasında toplam betalain miktarı en yüksek değerini almış ve fermantasyon sonunda renk pigmentlerinin parçalanmasına bağlı olarak azalmıştır. Fermantasyonun süresince sofralık zeytinlerin toplam betalain miktarı en fazla, antioksidan aktivitede de olduğu gibi, spontan pozitif kontrol denemesinde görülmüştür. Klewicka (2010) betalainlerin suda çözündüğünü ve pH 4-6 arasında stabilitelerinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Fermantasyonun 25. gününden sonra pH 4'ün altına düşmektedir. Bu sebeple, fermantasyonun ortasında betalainler en yüksek değerini alırken, fermantasyon sonunda betalainlerde kayıp meydana gelmiştir. Betalain sadece kırmızı pancarda bulunduğundan, kırmızı pancar kullanılmayan spontan negatif kontrol denemesinin ve fermantasyon başındaki Sariulak çeşidi zeytinlerinde, betalain olmadığı görülmüştür.

Bu çalışmada kullanılan sofralık zeytinlerde tespit edilen betalain miktarı 328,77-906,36 mg/kg arasındadır. Araştırmacılar tarafından, kırmızı pancardaki betalain içeriğinin 3800 mg/kg taze ağırlık olduğu bildirilmiştir (Akan ve ark, 2019). Bu durum %8,65-23,85 arasında betalainin difüzyon yoluyla zeytine geçtiği şeklinde açıklanabilmektedir.



Şekil 4.15. Sofralık zeytin fermantasyonun başında (0. gün), ortasında (60. gün), sonunda (128. gün) toplam betalain miktarlarındaki değişim (mg/kg)

A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

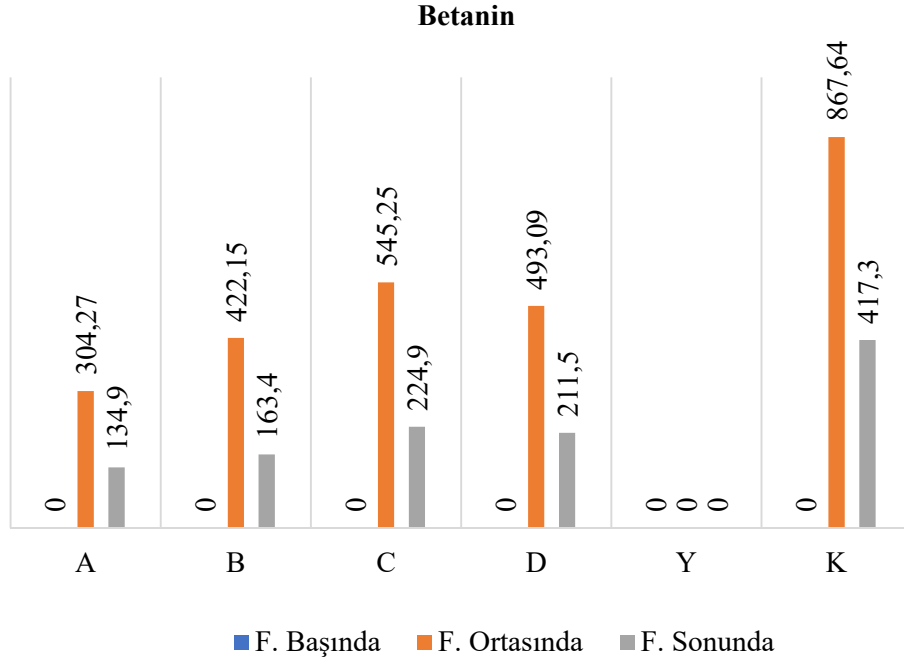
4.10. Fermente Zeytinlerin Betalain Bileşikleri Miktarları

Sofralık zeytinlerin fermentasyon başında, ortasında ve sonunda betalain bileşikleri değerleri (mg/kg) Şekil 4.16 ve 4.17’de verilmiştir. Zeytinlere ait betalain bileşikleri kromatogramları Ek-K’da belirtilmiştir.

Fermentasyon başında (0. gün) starter ve kırmızı pancar ilave edilmemiş olup, fermentasyonun 2. gününden itibaren starter ve kırmızı pancar ilavesiyle birlikte alınan örneklerin analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan zeytinlerde betanin ve izobetanin bileşikleri tespit edilmiş olup, miktarları en fazla, toplam betalain miktarında da olduğu gibi, fermentasyonun 60. günü spontan pozitif kontrol (K kodlu) denemesinde sırasıyla 867,64 ve 252,87 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kırmızı renk veren betasiyaninlerin (betanin ve izobetanin bileşikleri) miktarlarının en fazla spontan pozitif kontrol zeytinlerinde olması durumunu, a^* ve hue değerleri de doğrulamaktadır. Kırmızı pancar kullanılmayan spontan negatif kontrol denemesinde (Y kodlu) ve fermentasyon başındaki sofralık zeytinlerde betanin ve izobetanin bulunmamıştır.

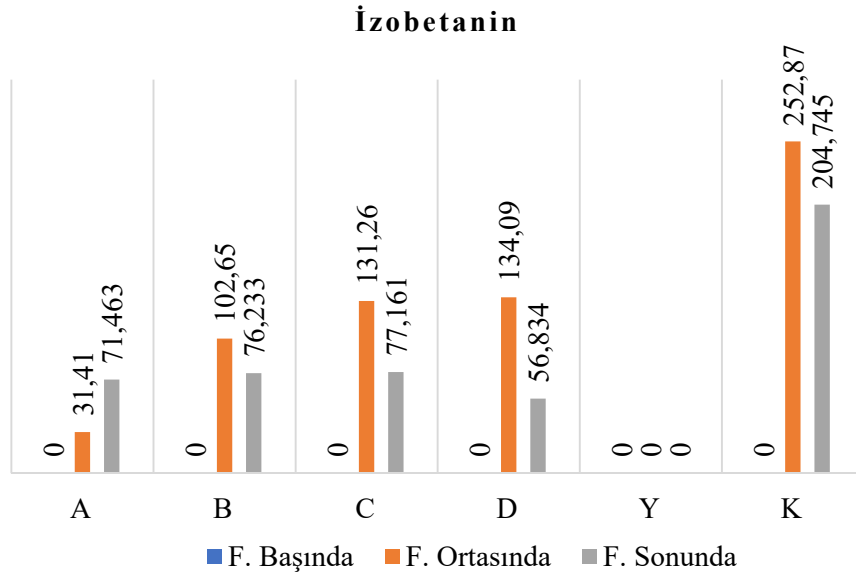
Aşılmalı denemeler içinde betanin miktarı en çok *W. anomalous* aşılmalı C kodlu zeytin örneğinde (545,25 mg/kg), fermentasyonun 60. günü tespit edilmiş olup onu karışık kültür aşılmalı D kodlu zeytinler (439,09 mg/kg) takip etmiştir. En az betanin ise *L. plantarum* aşılmalı A kodlu örnekte (304,27 mg/kg), fermentasyonun (60. ve 128. günü) belirlenmiştir (Şekil 4.16). Aşılmalı denemeler içinde izobetanin miktarı en çok karışık kültür aşılmalı D kodlu zeytin örneğinde (134,09 mg/kg), fermentasyonun 60. günü tespit edilmiştir. Bunu *W. anomalous* aşılmalı C kodlu zeytinlerin (131,06 mg/kg) takip ettiği tespit edilmiştir. En az izobetanin değerleri ise *L. plantarum* aşılmalı A kodlu örnekte (31,41 mg/kg) fermentasyonun 60. günü ve karışık kültür aşılmalı D kodlu zeytin örneğinde (56,83 mg/kg), fermentasyonun 128. günü belirlenmiştir. Bu durum *L. plantarum*’un *W. anomalous*’a göre betalain bileşiklerini fermentasyon süresince daha çok parçaladığı şeklinde açıklanabilmektedir. Fermentasyon süresince starter kültürlerin betalain bileşiklerini, spontan fermente olan pozitif kontrol denemesine (K kodlu) göre daha çok parçaladığı belirlenmiştir.

Kırmızı ve sarı pancar betalain bakımından zengindir (Stintzing ve ark, 2007). Sawicki ve Wiczowski (2018), haşlanmış kırmızı pancarın betalain ve antioksidan aktivitesinin spontan fermentasyona etkisini araştırdıkları çalışmalarında, belirlenen yirmi iki pigment arasında en baskın betanin, izobetanin, betanidin ve vulgaxanthin I tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Kırmızı pancardaki betanin en yoğun pigmenttir. Mevcut toplam rengin %74-90’ı bu şekilde oluşmaktadır. Toplam betasiyaninin %69’u betanin olduğu bildirilmiştir (Sawicki ve Wiczowski, 2018; Akan ve ark, 2019).



Şekil 4.16. Sofralık zeytinlerin fermentasyon başında (0. gün), ortasında (60. gün), ve sonunda (128. gün) betanin miktarları (mg/kg)

A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.



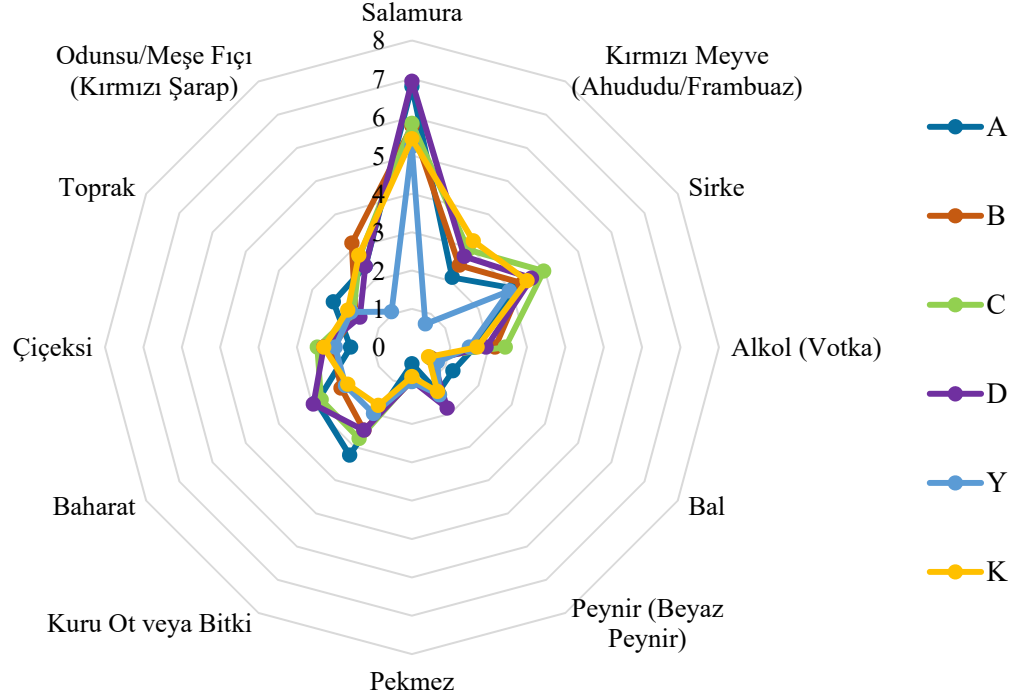
Şekil 4.17. Sofralık zeytinlerin fermentasyon başında (0. gün), ortasında (60. gün), ve sonunda (128. gün) izobetanin miktarları (mg/kg)

A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

4.11. Fermente Zeytinlerin Duyusal Özellikleri

Fermantasyon sonlandırıldıktan sonra zeytinlerde koku profil analizi, lezzet profil analizi ve tercih (sıralama) testi analizleri uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre Şekil 4.18 , 4.19 ve 4.21 oluşturulmuştur. Panelistler örnekleri koku, tat, doku, renk ve görünüş açısından 10 (en yüksek), 0 (en düşük) olarak hedonik skala ile değerlendirmişlerdir. Verilerin ortalaması alınarak örümcek ağı grafikleri oluşturulmuştur. Sofralık zeytin fermantasyonunun sonunda yapılan duyusal analizde “koku profilleri ”ne ait değerlendirme sonuçları Şekil 4.18’de verilmiştir. Kırmızı meyve (ahududu/frambuaz), çiçeksi, kuru ot/bitki, baharat, bal kokuları zeytinde pozitif olarak algılanan kokulardır. Salamura, sirke, odunsu/meşe fiçı (kırmızı şarap), toprak, peynir (beyaz peynir) ve pekmez kokuları ise zeytinde istenmeyen kokulardır (Uceda ve ark, 2017). Fermantasyon sonunda tüm örneklerde en baskın koku, salamura kokusu olmuştur. Salamura dışındaki kokular düşük düzeylerde hissedilmiştir.

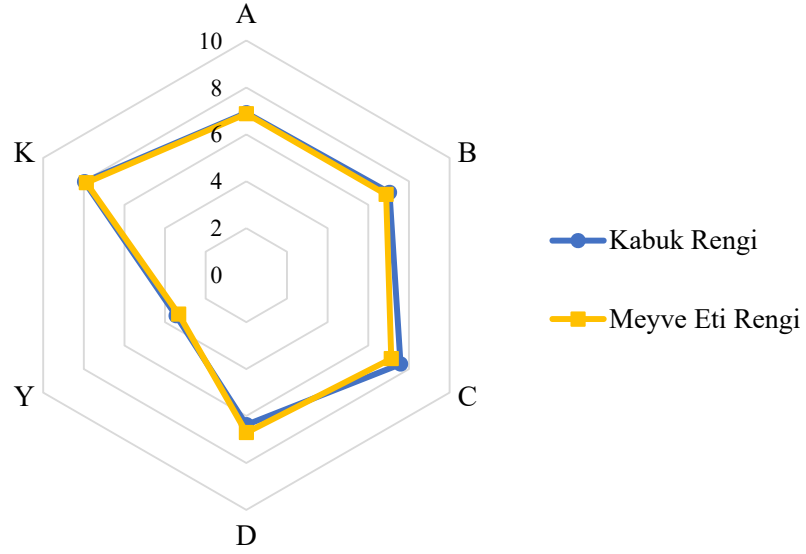
Duyusal analizlerde zeytinde “bal”, “kuru ot ve bitki”, “baharat” kokuları aromatik ve pozitif olarak değerlendirilen kokulardandır (Uceda ve ark, 2017). Panelistler “bal”, “kuru ot ve bitki”, “baharat” kokularında *L. plantarum* aşılmalı zeytinleri daha çok beğenmişlerdir. Tuna (2006) yaptığı çalışmasında koku özelliği bakımından değerlendirilen zeytinlerde starter ilaveli fermantasyon yöntemiyle işlenenlerin diğer yöntemlerle işlenenlere göre daha fazla beğenildiğini bildirmiştir. “Baharat” ve “çiçeksi” kokularında karışık kültür aşılmalı zeytinlerde beğenilmiş olmakla beraber, istenmeyen bir koku olan “salamura” da en yüksek puanı almıştır. “Kırmızı meyve” ve “çiçeksi” kokularında spontan pozitif kontrol zeytinleri ile *W. anomalus* aşılmalı zeytinler daha yüksek puanlar alıp beğenilmişlerdir. Ancak istenmeyen kokulardan “sirke”, “alkol” ve “peynir” kokuları *W. anomalus* aşılmalı zeytinlerde “odunsu/meşe fiçı” kokusu spontan pozitif kontrol zeytinlerinde daha çok hissedilmiştir. İstenmeyen kokular olan “pekmez” ve “peynir” kokuları spontan negatif kontrol zeytinlerinde daha çok hissedilmiştir.



Şekil 4.18. Sofralık zeytin fermentasyonunun sonunda duyu analizi formu ile yapılan duyu analizi “Koku Profilleri”ne ait değerlendirme sonuçları

A: *L. plantarum* aşılama deneme ; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme ; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme ; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Zeytinin rengi tüketiciler için sofralık çeşitlerde önemli bir kalite özelliğidir ve ürünün kabul edilmesinde önemli bir faktördür (Chranioti ve ark, 2018; Anagnostopoulos ve ark, 2020). Şekil 4.19’den da görüldüğü gibi kabuk rengi ve meyve eti rengi çok belirgin olarak spontan pozitif kontrol K kodlu denemede beğenilmiştir. Duyusal analiz deseni ile pozitif kontrol zeytinlerinin rengi Şekil 4.20’de görülmektedir. Bu durum, spontan kırmızı pancar ilaveli K kodlu zeytinlerin, diğer tüm denemelere göre panelistler tarafından kabuk ve meyve eti rengi olarak en çok beğenilen ürünler olduğu görülmüştür. *W. anomalus* aşılama zeytinler de benzer sonuçlar verirken; kabuk ve meyve eti rengi en düşük puan alan, spontan negatif kontrol denemesine ait zeytinler olmuştur. Zeytin fermentasyonuna kırmızı pancar ilave edilmesinin, zeytinin kırmızı renk almasını sağladığı ve bu kırmızı renkli zeytinlerin, yeşil zeytine göre daha çok beğenildiği görülmüştür. En kırmızı rengin spontan pozitif kontrol K kodlu zeytinlerde olduğu, renk değerleri ve betalain miktarının sonuçlarında da görülmüştür. Aşılama zeytinler içinde *W. anomalus*’un renk pigmentlerini daha az parçalaması neticesinde daha kırmızı zeytinler elde edildiği ve panelistlerin bu rengi daha çok beğendiği belirlenmiştir. Tuna (2006) yaptığı çalışmada renk özelliği bakımından incelendiğinde, starter ilaveli fermentasyon yöntemiyle işlenen zeytinlerin panelistlerce daha çok beğenildiğini bildirmiştir. Bu çalışmada ise spontan fermente edilen kırmızı pancarlı K kodlu zeytinlerin daha çok beğenildiği belirlenmiştir.



Şekil 4.19. Sofralık zeytin fermentasyonun sonunda duyusal analiz formu ile yapılan duyusal analizde “Renk Değerlerine”ne ait değerlendirme sonuçları

A: *L. plantarum* aşılama deneme ; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme ; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme ; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

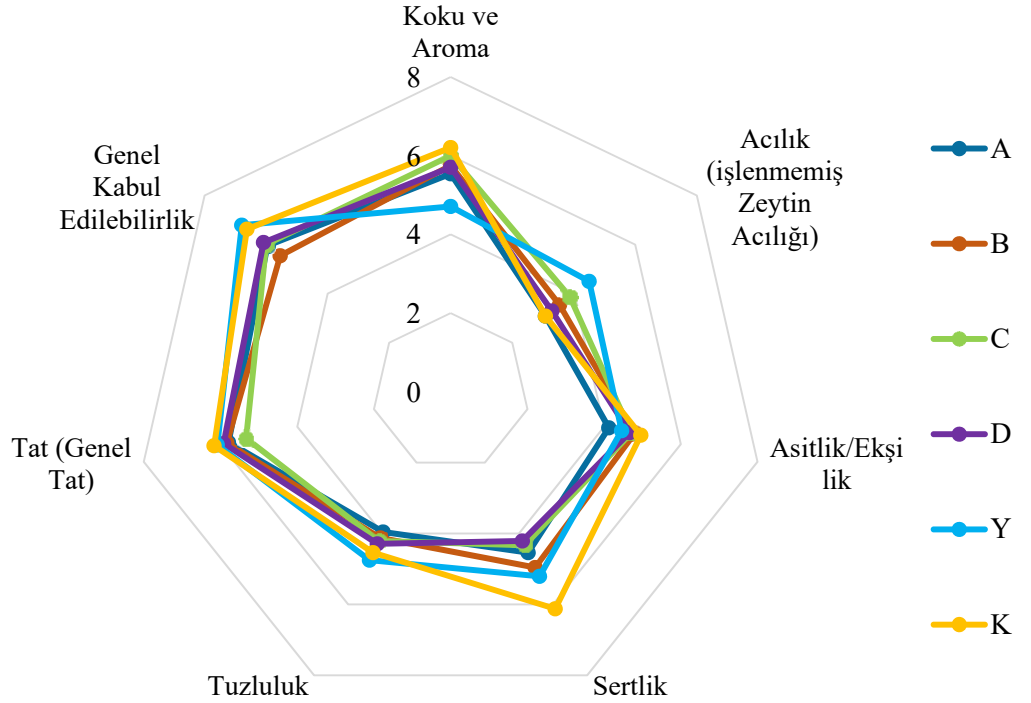


Şekil 4.20. Denemede kullanılan Sarıulak çeşidi zeytinleri (solda), fermentasyon sonunda spontan pozitif kontrol denemesine ait zeytinler (ortada) ve duyusal analiz deseni (sağda).

126: *L. plantarum* aşılama deneme; 204: *L. pentosus* aşılama deneme; 301: *W. anomalus* aşılama deneme; 416: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; 508: spontan negatif kontrol denemesi; 612: spontan pozitif kontrol denemesi.

Sofralık zeytin fermentasyonun sonunda duyusal analiz formu ile yapılan duyusal analizde “lezzet profilleri”ne ait değerlendirme sonuçları Şekil 4.21’de verilmiştir. Panelistler tarafından genel tat açısından en düşük puan alan örnek *W. anomalus* aşılama zeytinler olurken en düşük sertlik puanını alan örneğin ise karışık kültür aşılama zeytinler olduğu belirlenmiştir. Panelistler tarafından asitliği en yüksek ürün olarak spontan pozitif kontrol zeytinleri belirlenmiştir. En düşük asitlik/ekşilik ve en düşük tuzluluk *L. plantarum* aşılı zeytinlerde tespit edilmiştir. İşlenmemiş zeytin acılığı tüm örneklerde düşük puan (3,08-3,80) almıştır. En acı spontan negatif kontrol

denemesi (4,5), en az acı *L. plantarum* aşılı zeytinler ve pozitif kontrol denemesi olduğu tespit edilmiştir. Koku ve aroması en az beğenilen örneğin de spontan negatif kontrol zeytinleri olduğu görülmüştür. Fermente yeşil zeytinlerin acılığının düşük olmasının, iyi dokusal özellik ve yeterli asidik tat ve koku ile karakterize edildiği bildirilmiştir (Anagnostopoulos ve ark, 2020). Bu durumda *L. plantarum* aşılı zeytinlerin duyusal olarak başarılı bulunduğu söylenebilmektedir. Spontan fermantasyona ait zeytinler en tuzlu ancak genel kabul edilebilirlik olarak en yüksek puan alan örnekler olmuşlardır. Bu durumun damak tadındaki alışkanlık ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Panelistler tarafından sertliği, koku ve aroması ile genel tadı en baskın ürün olarak spontan pozitif kontrol zeytinleri belirlenmiştir ve bu kriterler açısından diğer denemelere göre en çok beğenilen örnek olmuştur. Bu durum, kırmızı pancar ilave edilmesinin sofralık zeytinde duyusal değerlendirmelerde koku ve aroma, sertlik ve genel tat olarak pozitif etki ettiğini göstermektedir.



Şekil 4.21. Sofralık zeytin fermantasyonunun sonunda duyusal analiz formu ile yapılan duyusal analizde “Lezzet Profilleri”ne ait değerlendirme sonuçları
A: *L. plantarum* aşılmalı deneme ; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme ; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme ; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

Zeytin üretiminin farklı safhalarında meyve etinin dayanıklılığı kalıcı olmalıdır. Zeytin meyve etinin sıkılığını etkileyen faktörler pektinler, selüloz, lignin ve diğer polisakkaritlerdir (Tetik, 2005). Benítez-Cabello ve ark (2020) Manzanilla çeşidinde İspanyol usulü sofralık yeşil zeytin üretiminde *L. pentosus* LPG1, *L. pentosus* Lp13, *L. plantarum* Lp15 ve *W. anomalus* Y12’nin tek başlarına veya kombinasyon halinde kullanımının etkisini araştırdıkları çalışmalarında, en düşük asitlik, en düşük tuzluluk, en az acılık değerlerini *L. pentosus* ve *L. plantarum* aşılı

denemelerde tespit edildiğini bildirmişlerdir. Hurtado ve ark (2010) Arbequina çeşit yeşil zeytinleri *L. pentosus* ile aşıladıkları çalışmalarında, *L. pentosus* ile aşılamanın zeytinlerin duyuşal analizlerinde asitlik ve acılık kaybını olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Anagnostopoulos ve ark (2020) Kıbrıs çeşidi yeşil kırma sofralık zeytin üretiminde, üç farklı yöntem kullanımının (spontan fermantasyon, %7 veya %10 NaCl konsantrasyonunda laktik asit bakterileri ile aşılama) etkisini araştırdıkları çalışmalarında, panelistler tarafından (yaşları 20-45 arasında değişen, 5 erkek ve 8 kadın) duyuşal olarak değerlendirilmesi sonucunda aşılamanın zeytinlerin spontan zeytinlerden daha az tuzlu hissedildiğini bildirmişlerdir. Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerin sonuçları önceki araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

Fermantasyon işlemini tamamlayan zeytinler ayrıca tercih (sıralama) testine göre değerlendirilmiştir. 10 panelist tarafından yapılan değerlendirmede, panelistler örnekleri en çok beğendiklerinden en az beğendiklerine göre sıralamışlardır (Uceda ve ark, 2017). Sofralık zeytin fermantasyonun sonunda duyuşal analiz formu ile yapılan duyuşal analizde tercih testine ait değerlendirme sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Tercih (sıralama) testinde 46 puanla en fazla beğenilen ürün spontan negatif kontrol zeytinleri olmuştur. Bu durum katılımcılar tarafından kırmızı pancarlı zeytinlerin beğenilse dahi sıralama yapılırken, damak tadındaki alışkanlığın ürünün en başta tercih edilmesinde rol oynadığı şeklinde açıklanabilir. Spontan negatif kontrol zeytinlerini, iki puan farkla *L. plantarum* aşılama zeytinler takip etmiştir. En az tercih edilen örnek *W. anomalous* aşılama zeytinlerdir. Starter kültür ilavesinde duyuşal olarak en çok beğenilen zeytinleri *L. plantarum* ilavesinin sağladığı belirlenmiştir. Buna göre kırmızı pancarlı zeytinde starter kültür olarak *L. plantarum* kullanmanın duyuşal değerlendirmelerde başarılı sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Duyuşal analiz sonuçları fermantasyon sonunda da kimyasal analizleri destekler nitelikte bulunmuştur. *W. anomalous* aşılama zeytinler ile diğer zeytinler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.10. Sofralık zeytin fermantasyonun sonunda duyusal analiz formu ile yapılan duyusal analizde tercih (sıralama) testine ait değerlendirme sonuçları

Panelistler	A	B	C	D	Y	K
1	2	1	3	5	4	6
2	4	5	1	3	6	2
3	4	5	1	3	2	6
4	6	1	3	5	4	2
5	5	2	1	3	6	4
6	5	4	1	2	6	3
7	5	4	1	6	2	3
8	4	3	1	2	6	5
9	6	3	3	1	4	5
10	3	5	1	2	6	4
Toplam	44 ^{*a}	33 ^{*a}	16 ^{*b}	32 ^{*a}	46 ^{*a}	40 ^{*a}

A: *L. plantarum* aşılama deneme ; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme ; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme ; Y: spontan negatif kontrol denemesi; K: spontan pozitif kontrol denemesi.

*p<0,05 düzeyinde önemli. Çizelgede aynı satırda aynı harflendirme yapılan değerler arasında istatistiksel açıdan fark yoktur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarsus Sarıulak çeşidi sofralık zeytinlerinin kırmızı pancar ile fermente edilmesi ve starter kültür ilavesinin etkisinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

- ✓ Araştırmada materyal olarak kullanılan sofralık zeytinlerin; olgunluk indeksi 0,57, pH değeri 5,00, toplam asitlik değeri laktik asit cinsinden %0,29 olarak belirlenmiştir. Fermantasyon işlemi boyunca starter kültür ilaveli kırmızı pancarlı zeytin salamuraalarının spontan denemelere göre daha yüksek toplam asitlik ve daha düşük pH değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. pH ve toplam asitlik değerleri zeyin eti ve salamuraada paralellik göstermiştir. Fermantasyon işlemi sonucunda en yüksek toplam asitlik (%0,90) ve en düşük pH (3,83) değerleri ile en başarılı fermantasyon *L. plantarum* aşılı denemede gerçekleşmiştir.
En yüksek LAB sayısına *L. pentosus* ilaveli denemelerde ulaşılmıştır. Onları karışık kültür aşılı D kodlu deneme takip etmiştir. Bu durumda *W. anomalus* aşılmasının laktik asit bakteri sayısını arttırdığı tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda LAB gelişimi spontan kontrol denemelerinde, aşılı denemelere göre daha düşük değerlerde bulunmuştur.
- ✓ Fermantasyon sonunda L* ve b* değerleri azalırken, a* değeri artmıştır. Sonuçlar kırmızı pancar ilave edilen sofralık zeytinlerde kırmızılığın arttığını gösterirken, spontan negatif zeytininde yeşilliğin arttığını ve renginin açıldığını göstermektedir.
- ✓ Çalışmada fermantasyonun ortasında zeytinlerin sitrik asit miktarları azalırken, laktik asit ve asetik asit miktarlarında artış olmuştur. Fermantasyon sonunda LAB'ler hedeflenen fermantasyonu daha başarılı gerçekleştirirken, *W. anomalus* aşılı zeytinlerin asetik asit miktarları daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Fermantasyona kırmızı pancar ilavesinin laktik asit miktarında ise artış sağladığı belirlenmiştir.
- ✓ Fermantasyon boyunca en çok şeker tüketiminin, *L. plantarum* ile aşıl原因an zeytinlerde olduğu bulunmuştur. Spontan kontrol grubu denemelerin, starter kültür aşılı denemelere göre, 128 gün sonunda şekeri yeterince iyi tüketemediği ve fermantasyon sonunda kırmızı pancar ilaveli zeytinlerin toplam şeker miktarlarının, spontan negatif kontrol denemesinden daha az olduğu görülmüştür. Kırmızı pancarlı spontan denemesinin glikoz miktarının fermantasyon süresince diğer denemelerden daha yüksek olduğu, ancak glikoz tüketiminin starter ilaveli pancarlı zeytinlere göre daha yavaş olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda kırmızı pancarlı zeytin fermantasyonu sonunda kalan fruktoz miktarının ise aşılı denemelere göre daha az olduğu belirlenmiştir.

- ✓ Fermantasyon sürecinde, toplam fenolik madde miktarı azalmıştır. Ancak, fermantasyona kırmızı pancar ilave edilmesinin bu düşmeyi azalttığı ve fermantasyon sonunda kırmızı pancar kullanılmayan deneme ile önemli bir farkın olduğu belirlenmiştir. Fermantasyon sonunda aşılı denemeler içinde TF miktarı en çok *L. pentosus* aşılı zeytinlerde (1827,74 mg gallik asit/kg) tespit edilmiştir.
- ✓ Çalışmada fermantasyon boyunca oleuropein miktarı hızlı bir şekilde azalmış ve fermantasyon sonunda en az *L. plantarum* ilave edilen denemede tespit edilmiştir. Zeytinde kırmızı pancar ve starter kültür olarak *W. anomalus*'u tek veya LAB ile kombinasyon halinde kullanmanın fermantasyon sonunda oleuropein hidrolizinde spontan kontrol grubu denemeler kadar başarılı olmadığı bulunmuştur. Fermantasyon boyunca kırmızı pancar ilaveli tüm denemelerin HTrz miktarlarında artış olduğu, ancak negatif kontrol denemesinde ise azalma olduğu belirlenmiştir.
- ✓ Fermantasyon sonunda, starter aşılı ve kırmızı pancar kullanılan denemelerin toplam antioksidan aktivite değerlerinin, negatif kontrol denemesine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda en yüksek toplam antioksidan aktivite değeri spontan pozitif kontrol denemesinde (%32,43) görülürken, onu karışık kültür ile aşıl原因 D kodlu örneğin (%31,55) takip ettiği görülmüştür. Antioksidan aktivite miktarının artmasında kırmızı pancar ilavesinin etkisi olduğu görülmüştür.
- ✓ Fermantasyonun ortasında pH'nın 4'ün altına inmesinden dolayı zeytinde tespit edilen toplam betalain miktarı en yüksek değerini almış ve fermantasyon sonunda renk pigmentlerinin parçalanmasına bağlı olarak azalmıştır. Fermantasyon süresince sofralık zeytinlerin toplam betalain miktarı en fazla spontan pozitif kontrol denemesinde görülmüştür. Çalışmada kullanılan zeytinlere kırmızı renk veren betasiyanin miktarlarının (betanin ve izobetanin) en fazla, toplam betalain miktarında ve renk sonuçlarında da olduğu gibi, fermantasyonun ortasında spontan pozitif kontrol denemesinde olduğu belirlenmiştir. Fermantasyon süresince betalain bileşiklerini starter kültürlerin, spontan fermantasyona göre daha çok parçaladığı belirlenmiştir.
- ✓ Duyusal analiz sonuçlarına göre, koku özelliği bakımından değerlendirilen zeytinlerde starter ilaveli zeytinler daha fazla beğenilmiştir. Zeytin fermantasyonuna kırmızı pancar ilave edilmesinin, zeytinin kırmızı renk almasını sağladığı ve bu kırmızı renkli zeytinlerin, yeşil zeytine göre renk bakımından daha çok beğenildiği tespit edilmiştir. *L. plantarum* kullanılan kırmızı pancarlı zeytinler yeterli asitlik/ekşilik, az tuzluluk değeri, ayrıca “bal”, “kuru ot/bitki” ve “baharat” gibi aromatik kokular ile karakterize edilmiştir. *L. plantarum* aşılı zeytinlerin duyusal olarak başarılı olduğu, ancak en tuzlu ve en acı olan spontan negatif kontrol zeytinlerinin tercih (sıralama) testinde, en fazla tercih edilen ürün olmasında, damak tadı alışkanlığının etkili olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak, sofralık zeytin üretiminde kırmızı pancar ve starter kullanımı fermantasyonun başarılı bir şekilde gerçekleşmesini sağlamıştır. Kullanılan starter kültürler arasında *L. plantarum* ve *L. pentosus* yüksek toplam asitlik, düşük pH ve yüksek çubuk şeklindeki LAB sayısına sahip bulunmuştur. Bununla beraber, fermantasyon sonunda *L. plantarum* aşılı zeytinlerde daha hızlı şeker tüketimi, daha az oleuropein miktarı ve panelistler tarafından aromatik kokular tespit edilmiştir. *W. anomalous* aşılınması sonucu kırmızı pancarlı zeytinlerde, hidroksitirozol miktarında artış sağlanmış ve zeytine geçen betalain ve fenolik bileşiklerin daha az parçalanması nedeniyle antioksidan kapasitesi ve sağlığa faydalı biyoaktif bileşenler açısından zengin olduğu söylenebilir, öte yandan genel tat açısından sıralamada en düşük puan alarak ve en az tercih edilen örnek olmuştur. LAB ve kırmızı pancar ilaveli zeytin fermantasyonlarında betalain pigmentlerinin parçalanması daha çok olurken, spontan kırmızı pancar ilaveli zeytinlerde daha az olduğu görülmüştür. Spontan kırmızı pancarlı zeytinlerin duyu analizlerde koku, aroma ve tat kategorisinde de yüksek puanlar aldığı görülmüştür. Kırmızı pancar ilave edilmesiyle zeytinlerin, betalain ve hidroksitirozol bileşimini içermesi, yavaş ama daha düşük pH ile daha yüksek toplam asitlik, ayrıca daha yüksek toplam fenol ile fenolik bileşik miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumda fermantasyona kırmızı pancar ilave edilmesi renk ve duyu özelliklerinin geliştirilmesi, uygulanabilir bir fermantasyon ve antioksidan kapasitesi ile sağlığa yararlı bileşikler açısından zeytine katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Üretici ülkeler sıralamasında, önemli bir konumda bulunan ülkemiz için zeytin, ekonomik ve sosyal açıdan oldukça değerli olan ürünlerden biridir. Ülkemizin potansiyeli dikkate alındığında gerek endüstriyel ve gerekse dünya genelinde önemli bir yer tutan fermente gıdaların üretiminde kullanılan mikroorganizmaların sürdürülebilirliği ve daha kaliteli ürünlerin elde edilmesiyle, tüketici kabulünün kolaylıkla artırılacağı öngörülmektedir. Yapılan tez çalışması ile sofralık zeytinler hakkındaki verilerin zenginleştirildiği ve tüketici sağlığı açısından önemli bir katkı sağladığı düşünülmektedir. Sofralık yeşil zeytin üretiminde starter kültür ve kırmızı pancar kullanımı ile uygulanabilir bir üretim tekniği geliştirilerek, fonksiyonel özellikte daha kaliteli zeytin ürünleri elde edilebileceği belirlenmiştir. Kırmızı pancar ve starter kültür ilavesiyle sofralık yeşil zeytin üretimi üzerine yapılacak başka çalışmalar konuya açıklık kazandıracaktır.



KAYNAKLAR

- Abdulkasım, P., Songchitsomboon, S., Techagumpuch, M., Balee, N., Swatsitang, P., and Sungpuag, N., 2007. Antioxidant Capacity, Total Phenolics and Sugar Content of Selected Thai Health Beverages. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(1):77-85.
- Akan S., Horzum Ö., Güneş N. T., 2019. Fonksiyonel Gıda Kaynağı ‘Kırmızı Pancar’. *Proceedings Book of 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healthy Life and Sport*, 02-06 October 2019, Ankara-Turkey. s. 1537-1550.
- Akçelik, N., 2019. Fermente Gıdalar Mikrobiyoloji, Teknoloji, Sağlık. (Editörler: E. Anlı ve P. Şanlıbaba) Bölüm: 2. Gıda Fermantasyonlarında Rol Oynayan Mikroorganizmalar, Nobel Yayıncılık, s. 9-35.
- Akpınar, A., 1994. Trilye (Gemlik) Çeşidi Zeytinlerin Konserve Tipi Sofralık Siyah Zeytin Üretimine Uygunluğu Üzerine bir Araştırma. *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Bursa, 88 s.
- Aktan N., Kalkan H., 1999. *Table Olive Technology*. İzmir, Turkey: Ege University Press,
- Aktan, N., Yıldırım, H. K., 2012. *Sofralık Zeytin Teknolojisi*, Meta Basım, İzmir, 138 s.
- Akyar, G., 2008. *Salamura Siyah Zeytininin (Olea Europaea) Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi ve Starter Kültür Eldesi*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 176 s.
- Albuquerque, T. G., Costa, H. S., Oliveira, M. B. P., 2019. An Overview of Portuguese Olive Oils and Table Olives with Protected Designation of Origin. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(5), 1800129.
- Altuğ-Onoğur, T., Elmacı, Y., 2015. *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*. Sidas Medya Yayıncılık, İzmir, 134 s.
- Amiot, M. J., Fleuriot, A., Macheix, J. J., 1986. Importance and Evolution of Phenolic Compounds in Olive during Growth and Maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34(5), 823-826.
- Anagnostopoulos, D. A., Goulas, V., Xenofontos, E., Vouras, C., Nikoloudakis, N., Tsaltas, D., 2020. Benefits of the Use of Lactic Acid Bacteria Starter in Green Cracked Cypriot Table Olives Fermentation. *Foods*, 9(1), 17.
- Anlı, Ç. S., 2019. Fermente Gıdalar Mikrobiyoloji, Teknoloji, Sağlık. (E. Anlı ve P. Şanlıbaba editörler) Bölüm: 23. Fermente Gıdalar ve Sağlık, Nobel Yayıncılık, s. 649-665.
- Anonymous, 2019. <https://gemlikzeytini.org/pancarli-zeytin-nedir/>. (Erişim Tarihi: 18.08.20).
- Anonymous, 2020a. Türkiye Zeytin Üretim Haritası. <http://cografyaharita.com/turkiye-tarim-haritalari1.html> (Erişim Tarihi: 03.08.2022).

- Anonymous, 2020b. Dominio Agrícola, El Momento para la Recolección de la Aceituna. <https://dominioagricola.com/el-momento-para-la-recoleccion-de-la-aceituna/> (Erişim tarihi: 10.08.2022).
- Anonymous, 2020c. Tarsus İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü Brifing Dosyası.
- Anonymous, 2022. <http://herbarivirtual.uib.es/en/general/614/especie/olea-europaea-l-> (Erişim Tarihi: 29.08.2022).
- Aponte M., Farina V., Avellone G., Indelicato S., Lanza C., Moschetti G., 2011. Study of Green Sicilian Table Olive Fermentation Through Microbiological, Chemical, Hs-Spme and Sensory analyses. *Food Microbiology*, 27(1), 162-170.
- Aprile, A., Negro, C., Sabella, E., Luvisi, A., Nicoli, F., Nutricati, E., De Bellis, L., 2019. Antioxidant Activity and Anthocyanin Contents in Olives (cv cellina di nardò) during Ripening and After Fermentation. *Antioxidants*, 8(5), 138.
- Ardıç, Z., 2022. Sofralık Yeşil Zeytin Fermantasyonunda Kırmızı Pancar ve Siyah Havuç Kullanılması. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, 67 s.
- Arıcı, M., Sağdıç, O., 2011. Gıda Mikrobiyolojisi. (Editör: Osman Erkmen). Bölüm: 15. Gıdaların Korunmasında Mikroorganizmalar ve Ürünleri, Efil Yayınevi. Genel Yayın No.:42, Ankara, s. 293-307.
- Arroyo-López F., Querol A., Bautista-Gallego J., Garrido-Fernández A., 2008. Role of Yeasts in Table Olive Production. *International Journal of Food Microbiology* 128 (2):189-196.
- Arroyo-López, F. N., Bautista-Gallego, J., Domínguez-Manzano, J., Romero-Gil, V., Rodríguez-Gómez, F., García-García, P., Jiménez-Díaz, R., 2012. Formation of Lactic Acid Bacteria–Yeasts Communities on the Olive Surface During Spanish-Style Manzanilla Fermentations. *Food Microbiology*, 32(2), 295-301.
- Arsel, H., Hepdurgun, B., Çeliker, M., 2006. Zeytin Yetiştiriciliği, (Editörler; Mete Aydemir ve Songül Daş), Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara, s. 7-9.
- Arslan, D., Özcan, M. M., 2011a. Influence of Growing Area and Harvest Date on the Organic Acid Composition of Olive Fruits from Gemlik Variety. *Scientia Horticulturae*, 130(3), 633-641.
- Arslan, D., Özcan, M. M., 2011b. Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Olive Fruits of the Turkish Variety “Sarıulak” From Different Locations. *Grasas y Aceites*, 62(4), 453-461.
- Artajo, L. S., Romero, M. P., Motilva, M. J., 2006. Transfer of Phenolic Compounds during Olive Oil Extraction in Relation to Ripening Stage of the Fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(4), 518-527.
- Artés F., Minguez M., Hornero D., 2002. Analysing Changes in Fruit Pigments in: (MacDougall D. B. editor) *Colour in Food*. Woodhead Publishing, CRC Press pp 248-282.

- Artık, N., Anlı, E. R., Konar, N., Vural, N., 2016. Gıdalarda Bulunan Fenolik Bileşikler, Sidas Medya Ltd. Şti, İzmir, 144s.
- Asghar, F., Ali, S., Goraya, A., Javaid, I., Hussain, Z., 2017. A Review on the Role of Fermented Foods As Health Promoters. *Int J Sci Res Sci Technol*, 3, 141-148.
- Attia, G. Y., Moussa, M. M., Sheashea, E. E. D. R., 2013. Characterization of Red Pigments Extracted from Red Beet (*Beta vulgaris*, L.) and Its Potential Uses as Antioxidant and Natural Food Colorants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 91(3), 1095-1110.
- Babarykin, D., Smirnova, G., Pundinsh, I., Vasiljeva, S., Krumina, G., Agejchenko, V., 2019. Red Beet (*Beta vulgaris*) Impact on Human Health. *Journal of Biosciences and Medicines*, 7(3), 61-79.
- Balatsouras, G. D., 1995. Table olives: Cultivars, Chemical Composition, Commercial Preparations, Quality Standards, Packaging and Marketing. Agricultural University of Athens.
- Balatsouras, G., 1997. Dünya Zeytin Ansiklopedisi, Uluslararası Zeytinyağı Konseyi, 1. Basım, Bölüm 8: Sofralık Zeytin İşleme Teknolojisi, Madrid/İspanya, s. 295-342.
- Baráth, Á., Halász, A., Németh, E. and Zalán, Z., 2004. Selection of LAB Strains for Fermented Red Beet Juice Production. *European Food Research and Technology*, 218 (2), 184-187.
- Başer, D., Kılıç, O., 1987. Gemlik Çeşidi Zeytinlerden Kaliteli ve Az Tuzlu Siyah Sofralık Zeytin Üretimi Üzerinde Bir Araştırma. *Gıda*, 12(2), 73-80.
- Bautista-Gallego, J., Rodríguez-Gómez, F., Barrio, E., Querol, A., Garrido-Fernández, A., Arroyo-López, F. N., 2011. Exploring the Yeast Biodiversity of Green Table Olive Industrial Fermentations for Technological Applications. *International Journal of Food Microbiology*, 147(2), 89-96.
- Bavec, M., Turinek, M., Grobelnik-Mlakar, S., Slatnar, A. and Bavec, F., 2010. Influence of Industrial and Alternative Farming Systems on Contents of Sugars, Organic Acids, Total Phenolic Content, and the Antioxidant Activity of Red Beet (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* Rote Kugel). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(22), 11825-11831.
- Ben Othman, N., Roblain, D., Thonart, P., Hamdi, M., 2008. Tunisian Table Olive Phenolic Compounds and Their Antioxidant Capacity. *Journal of Food Science*, 73(4), 235-240.
- Bencresciuto, G. F., Mandalà, C., Migliori, C. A., Cortellino, G., Vanoli, M., Bardi, L., 2023. Assessment of Starters of Lactic Acid Bacteria and Killer Yeasts: Selected Strains in Lab-Scale Fermentations of Table Olives (*Olea europaea* L.) cv. *Leccino*. *Fermentation*, 9(2), 182, 1-22.
- Benedetto, D., R., Vari, R., Scazzocchio, B., Filesi, C., Santangelo, C., Giovannini, C., Masella, R., 2007. Tyrosol, the Major Extra Virgin Olive Oil Compound, Restored Intracellular Antioxidant Defences in Spite of Its Weak Antioxidative Effectiveness. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 17(7), 535-545.

- Benítez-Cabello A., Calero-Delgado B., Rodríguez-Gómez F., Bautista-Gallego J., Garrido-Fernández A., Jiménez-Díaz R., Arroyo-López F. N., 2020. The Use of Multifunctional Yeast-Lactobacilli Starter Cultures Improves Fermentation Performance of Spanish-Style Green Table Olives. *Food Microbiology*:103497, 1-13.
- Benítez-Cabello, A., Rodríguez-Gómez, F., Morales, M. L., Garrido-Fernández, A., Jiménez-Díaz, R., Arroyo-López, F. N., 2019. Lactic Acid Bacteria and Yeast Inocula Modulate the Volatile Profile of Spanish-Style Green Table Olive Fermentations. *Foods*, 8(8), 280, 1-17.
- Bisignano, G., Tomaino, A., Cascio, R. L., Crisafi, G., Uccella, N., Saija, A., 1999. On the In-Vitro Antimicrobial Activity of Oleuropein and Hydroxytyrosol. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 51(8), 971-974.
- Blatchly, R., Nircan, D., Z., O'Hara, P., 2020. Zeytinlikten Sofraya Zeytinyağının Hikayesi, (Editör: Cumhur Öztürk) (Özgün Adı: The Chemical Story of Olive Oil from Grove to Table, Çeviren: Zeynep Dilan Nircan) Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İkinci Baskı, İstanbul, 368 s.
- Bleve, G., Tufariello, M., Durante, M., Perbellini, E., Ramires, F. A., Grieco, F., Logrieco, A. F., 2014. Physico-Chemical and Microbiological Characterization of Spontaneous Fermentation of Cellina di Nardò and Leccino Table Olives. *Frontiers in Microbiology*, 5, 570, 1-18.
- Bonatsou S., Tassou C. C., Panagou E. Z., Nychas G.-J. E., 2017. Table Olive Fermentation Using Starter Cultures with Multifunctional Potential. *Microorganisms* 5 (2):30, 1-16.
- Bonatsou, S., Benítez, A., Rodríguez-Gómez, F., Panagou, E. Z., Arroyo-López, F. N., 2015. Selection of Yeasts with Multifunctional Features for Application as Starters in Natural Black Table Olive Processing. *Food Microbiology*, 46, 66-73.
- Botta C., Cocolin L., 2012. Microbial Dynamics And Biodiversity In Table Olive Fermentation: Culture-Dependent And-Independent Approaches. *Frontiers in microbiology* 3:245, 1-10.
- Bouaziz, M., Fki, I., Jemai, H., Ayadi, M., Sayadi, S., 2008. Effect of Storage on Refined and Husk Olive Oils Composition: Stabilization by Addition of Natural Antioxidants from Chemlali Olive Leaves. *Food Chemistry*, 108(1), 253-262.
- Boynudelik M., Boynudelik Z. İ., 2012. Zeytin Kitabı, Zeytinden Zeytinyağına, Oğlak Yayıncılık, Beşinci Baskı, s.27-31.
- Bucur, L., Țarălungă, Schroder, V., 2016. The Betalains Content and Antioxidant Capacity of Red Beet (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) Root. *Farmacia*, 64(2), 198-201.
- Butera, D., Tesoriere, L., Di Gaudio, F., Bongiorno, A., Allegra, M., Pintaudi, A. M., Livrea, M. A. 2002. Antioxidant Activities of Sicilian Prickly Pear (*Opuntia ficus indica*) Fruit Extracts and Reducing Properties of Its Betalains: Betanin and Indicaxanthin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(23), 6895-6901.

- Campbell I., 1988. Culture Storage Isolation and Identification of Yeasts. Yeast, a Practical Approach:1-8.
- Canözer, Ö., 1991. Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu. TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Mesleki Yayınlar Serisi, Genel, 334. s.86-88.
https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/pdf_goster?file=fc73457ffe9218f820476135b5955f6c#book/89 (Erişim tarihi: 24.02.2023)
- Caponio, F., Difonzo, G., Calasso, M., Cosmai, L., De Angelis, M., 2019. Effects Of Olive Leaf Extract Addition on Fermentative and Oxidative Processes of Table Olives and Their Nutritional Properties. Food Research International, 116, 1306-1317.
- Cemeroğlu, B., 2018. Gıda Analizleri. (B. S. Cemeroğlu editör). Bizim Grup Basımevi, 4. Baskı ,Ankara, s.1-67.
- Cerretani, L., Bendini, A., Rotondi, A., Mari, M., Lercker, G., Gallina Toschi, T., 2004. Evaluation of the Oxidative Stability and Organoleptic Properties of Extra-Virgin Olive Oils in Relation to Olive Ripening Degree. Progress in Nutrition, 6(1), 50-56.
- Chandran, J., Nisha, P., Singhal, R., S. and Pandit, A. B., 2014. Degradation of Colour in Beetroot (*Beta vulgaris* L.): a Kinetics Study. Journal of Food Science and Technology, 51(10), 2678-2684.
- Chang, Q., Su, M. H., Chen, Q. X., Zeng, B. Y., Li, H. H., Wang, W., 2017. Physicochemical Properties and Antioxidant Capacity of Chinese Olive (*Canarium album* L.) Cultivars. Journal of food Science, 82(6), 1369-1377.
- Chen, L., Zhu, Y., Hu, Z., Wu, S., Jin, C., 2021. Beetroot as a Functional Food with Huge Health Benefits: Antioxidant, Antitumor, Physical Function, and Chronic Metabolomics Activity. Food Science and Nutrition, 9(11), 6406-6420.
- Chidi, B. S., Bauer, F. F., Rossouw, D., 2018. Organic Acid Metabolism and the Impact of Fermentation Practices on Wine Acidity: A review. South African Journal of Enology and Viticulture, 39(2), 1-15.
- Cho, J., Bing, S., J., Kim, A., Lee, N. H., Byeon, S., Kim, G., Jee, Y., 2017. Beetroot (*Beta vulgaris*) Rescues Mice from γ -ray Irradiation by Accelerating Hematopoiesis and Curtailing Immunosuppression. Pharmaceutical Biology, 55, 306–319.
- Chorianopoulos, N. G., Boziaris, I. S., Stamatiou, A., Nychas, G. J., 2005. Microbial Association and Acidity Development of Unheated and Pasteurized Green-Table Olives Fermented Using Glucose or Sucrose Supplements at Various Levels. Food Microbiology, 22(1), 117-124.
- Chranioti, C., Kotzekidou, P., Gerasopoulos, D., 2018. Effect of Starter Cultures on Fermentation of Naturally and Alkali-Treated cv. Conservolea Green Olives. LWT, 89, 403-408.

- Ciafardini, G., Marsilio, V., Lanza, B., Pozzi, N., 1994. Hydrolysis of Oleuropein by *Lactobacillus plantarum* Strains Associated with Olive Fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 60(11), 4142-4147.
- Clifford, T., Howatson, G., West, D. J., Stevenson, E. J., 2015. The Potential Benefits of Red Beetroot Supplementation in Health and Disease. *Nutrients*, 7, 2801–2822.
- Ciafardini, G., Zullo, B. A., 2019. Use of Selected Yeast Starter Cultures in Industrial-Scale Processing of Brined Taggiasca Black Table Olives. *Food Microbiology*, 84, 103250.
- Crespo, M. C., Tomé-Carneiro, J., Pintado, C., Davalos, A., Visioli, F., Burgos-Ramos, E., 2017. Hydroxytyrosol Restores Proper Insulin Signaling in an Astrocytic Model of Alzheimer's disease. *Biofactors*, 43(4), 540-548.
- Czyżowska, A., Klewicka, E., and Libudzisz, Z., 2006. The Influence of Lactic Acid Fermentation Process of Red Beet Juice on the Stability of Biologically Active Colorants. *European Food Research and Technology*, 223 (1), 110-116.
- Dalloul, R., 2018. A Study on the Partial Replacement of Sodium Chloride with Different Chloride Salts In Fermented Cracked Green Table Olives From cv. Sariulak. Çukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, MSc Thesis, Adana, 63 s.
- D'Antuono, I., Bruno, A., Linsalata, V., Minervini, F., Garbetta, A., Tufariello, M., Cardinali, A., 2018. Fermented Apulian Table Olives: Effect of selected Microbial Starters on Polyphenols Composition, Antioxidant Activities and Bioaccessibility. *Food Chemistry*, 248, 137-145.
- De Castro, A., Montaña, A., Casado, F. J., Sánchez, A. H., Rejano, L., 2002. Utilization of *Enterococcus casseliflavus* and *Lactobacillus pentosus* as Starter Cultures for Spanish-Style Green Olive Fermentation. *Food Microbiology*, 19(6), 637-644.
- De Castro, A., Sánchez, A. H., Cortés-Delgado, A., López-López, A., Montaña, A., 2019. Effect of Spanish-Style Processing Steps and Inoculation with *Lactobacillus pentosus* starter Culture on the Volatile Composition of cv. Manzanilla Green Olives. *Food Chemistry*, 271, 543-549.
- Demir, G., 2018. Yöresinde Yetiştirilen Zeytin Çeşitlerinin Pomolojik ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 54 s.
- Durán, M. C., García, P., Brenes, M., Garrido, A., 1993. *Lactobacillus plantarum* survival during the first days of ripe olive brining. *Systematic and applied microbiology*, 16(1), 153-158.
- Efe R., Soykan A., Curebal I., Sönmez S., 2014. Chapter One Transhumance In Northwestern Turkey: Karadere Highlands (Burhaniye) Case Study. *Environment and Ecology in the Mediterranean Region II*:1.

- Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., Sönmez S., 2013. Dünyada, Türkiye'de, Edremit Körfezi Çevresinde Zeytin ve Zeytinyağı. Edremit Belediyesi Kültür Yayınları No: 7, Balıkesir, 335s.
- Erbay B., Küçüksayan S., Küçüköner E., 2010. Renklendirilmiş Fermente “Memecik” Çeşidi Zeytinlerin Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri. Akademik Gıda 8 (6):13-18
- Erginkaya, Z., Kabak, B., 2011. Gıda Mikrobiyolojisi. (Editör: Osman Erkmen). Bölüm: 22. Fermente Gıdalar, Efil Yayınevi. Genel Yayın No.:42, Ankara, s. 425-448.
- Erten H., Boyacı-Gündüz C. P., Ağırman B., Cabaroğlu T., 2016. Fermentation, Pickling and Turkish Table Olives. Handbook of Vegetable Preservation and Processing CRC Press, Boca Raton, FL, USA:209-230
- Erten, H., Leventdurur, S., Ağırman, B., Cabaroğlu, T., 2020. Fermente Ürünler Teknolojisi ve Mikrobiyolojisi. Sofralık Zeytin Üretimi (Editörler: Osman Erkmen, Hüseyin Erten, Hidayet Sağlam) Nobel Yayınları, s. 315-344.
- Erten, H., Tangüler, H., 2014. Gıda Biyoteknolojisi. (Editör: N. Aran). Bölüm: 9. Fermente Bitkisel Ürünler Nobel Akademik Yayıncılık, s.244-274.
- Esti, M., Cinquanta, L., La Notte, E., 1998. Phenolic Compounds in Different Olive Varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46(1), 32-35.
- FAO, 2021. Faostat Gateway. Food and Agriculture Organisation of the United Nations.
- Ferrara, L., 2020. Food Benefits and Nutraceutical Properties of the Red Beet. Austin Journal of Nutrition Metabolism, 7(3), 1084.
- Fu, L., Xu, B. T., Xu, X. R., Gan, R. Y., Zhang, Y., Xia, E. Q., Li, H. B., 2011. Antioxidant Capacities and Total Phenolic Contents of 62 fruits. Food Chemistry, 129(2), 345-350.
- Gallego, J. B., López, F. A., Gil, V. R., Gómez, F. R., García, P. G., Fernández, A. G., 2011. Chloride Salt Mixtures Affect Gordal cv. Green Spanish-Style Table Olive Fermentation. Food Microbiology, 28(7), 1316-1325.
- Gandía-Herrero, F., Escribano, J., García-Carmona, F., 2016. Biological Activities of Plant Pigments Betalains. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56, 937–945.
- García-Serrano, P., de Los Santos, B., Sánchez, A. H., Romero, C., Aguado, A., García-García, P., Brenes, M., 2020. Progress on Green Table Olive Processing with KOH and Wastewaters Reuse for Agricultural Purposes. Science of The Total Environment, 746, 141150.
- García-Serrano, P., Sánchez, A. H., Romero, C., García-García, P., De Castro, A., Brenes, M., 2019. Processing of Table Olives with KOH and Characterization of the Wastewaters as Potential Fertilizer. Science of The Total Environment, 676, 834-839.
- Garrido-Fernández A., Fernández-Díez M., Adams M., 1997. Table Olives: Production and Processing. London: Chapman and Hall doi 10:978-971

- Gentile, C., Tesoriere, L., Allegra, M., Livrea, M. A., D'alessio, P., 2004. Antioxidant Betalains from Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica*) Inhibit Endothelial ICAM-1 Expression. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1028(1), 481-486.
- Golomb, B. L., Morales, V., Jung, A., Yau, B., Boundy-Mills, K. L., Marco, M. L., 2013. Effects of Pectinolytic Yeast on the Microbial Composition and Spoilage of Olive Fermentations. *Food Microbiology*, 33(1), 97-106.
- Goulas, V., Charisiadis, P. P., Gerothanassis, I. A., Manganaris, G., 2012. Classification, Biotransformation and Antioxidant Activity of Olive Fruit Biophenols: a Review. *Current Bioactive Compounds*, 8(3), 232-239.
- Grounta, A., Doulgeraki, A. I., Nychas, G. J. E., Panagou, E. Z., 2016. Biofilm Formation on Conservolea Natural Black Olives during Single and Combined Inoculation with a Functional *Lactobacillus pentosus* Starter Culture. *Food Microbiology*, 56, 35-44.
- Güler, M., Güler Ş., 2020. Zeytin Dosyası. Doğu Akdeniz Bölgesi Zeytin Rekolte Raporu (2019-2020) Adana, 31s.
- Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. 2019 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu, 2020. Ankara: Gümrük ve Ticaret Bakanlığı.
- Gürbüz, O., Değirmencioğlu, N., 2019. Fermente Gıdalar Mikrobiyoloji, Teknoloji, Sağlık. (Editörler: E. Anlı ve P. Şanlıbaba) Sofralık Zeytin, Nobel Yayıncılık, s. 381-416.
- Hadipour, E., Taleghani, A., Tayarani-Najaran, N., Tayarani-Najaran, Z., 2020. Biological Effects of Red Beetroot and Betalains: A Review. *Phytotherapy Research*, 34(8), 1847-1867.
- Halkman, A. K., 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. MERCK, Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti., Ankara, 358 s.
- Hamouia, R., 2018. Kırmızı Pancar (*beta vulgaris* l.) Turşusu Üretimi Süresince Renk ve Antioksidan Özelliklerdeki Değişim. Yüksek lisans tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 91 s.
- Heperkan, D., 2013. Microbiota of Table Olive Fermentations and Criteria of Selection for Their Use as Starters. *Frontiers in Microbiology*, 4, 143.
- Hurtado, A., Reguant, C., Bordons, A., Rozès, N., 2010. Evaluation of A Single and Combined Inoculation of a *Lactobacillus pentosus* starter for Processing cv. Arbequina Natural Green Olives. *Food Microbiology*, 27(6), 731-740.
- Hurtado, A., Reguant, C., Bordons, A., Rozès, N., 2012. Lactic Acid Bacteria from Fermented Table Olives. *Food Microbiology*, 31(1), 1-8.
- IOC, 2023. International Olive Council, <https://www.internationaloliveoil.org/> (Erişim Tarihi: 15.04.2023)
- Irmak, Ş., Güngör, F. Ö., Susamcı, E., 2010. Bazı Sofralık Zeytin Çeşitlerimiz Toplam Fenolik Madde Miktarları ve İşleme Tekniklerinin Bu Bileşikler Üzerine Etkileri. *Zeytin Bilimi*, 1(2), 57-64.

- İçli, N., 2017. Elma Ekşilerinde Toplam Fenolik Bileşikler, Toplam Antioksidan Kapasite ve Toplam Flavonoid Maddelerin Tespiti. Sağlık Akademisi Kastamonu, 2(2), 89-99.
- Jagannath, A., Kumar, M., Raju, P. S., 2015. Fermentative Stabilization of Betanin Content in Beetroot and its Loss during Processing and Refrigerated Storage. Journal of Food Processing and Preservation, 39 (6), 606-613.
- Jiang, L. Q., Takamura, H., 2013. Radical-Scavenging Compounds in Olive Fruits and Their Changes During Table Olive Preparation, Trans Tech Publications Ltd. In Applied Mechanics and Materials, 295, 118-122.
- 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 Anabilim Dalı, İstanbul, 81 s.
- Kanavouras A., Gazouli M., Leonidas L. T., Petrakis C., 2005. Evaluation of Greek-Style Black Table Olives in Salt Varying Brines. Grasas y Aceites 56 (2):106-115
- Kanner, J., Harel, S., Granit, R., 2001. Betalains a Newclass of Dietarycationized Antioxidants. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 5178–5185.
- Kara, G. N., Özbaş, Z. Y., 2013. Sofralık Zeytin Üretiminde Doğal Maya Florasının Önemi. Gıda/The Journal of Food, 38 (6): 375-382.
- Karabina, S., İflazoğlu, N., Karakuş, H., Kuvvetli, M., 2016. Mutfaktaki Kutsal Emanet. Zeytin Bilimi, 6(2), 99-104.
- Karadağ, S., Yaman, A., Tahtacı, S.A., Ulusaraç, A. ve Aksu, Ö., 2007. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Zeytinde Adaptasyon. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Yayın No: 23. <http://arastirma.tarim.gov.tr/afistik/Belgeler/Taranan%20yay%C4%B1nlar/gda%20zeytin%20adaptasyonu%20yay%C4%B1n%20no%2023%20001.pdf>. Erişim Tarihi: 23.02.2023.
- Karasu, N., 2006. Turşu ve Zeytinden Antagonistik ve Probiyotik Özellikte Laktik Starter Kültür Eldesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli. 78 s.
- Kavitkar, R. S., Rao, K. J., Mishra, D., Chavhan, B., Deshmukh, G. P., Prajapati, R., 2017. Utilization of Beetroot Extract as Colouring Agent in Lassi. International Journal of Pure and Applied Biosciences, 5(6), 295-299.
- Kaya H., 2017. Zeytinde Çeşit Tanımlama ve Çeşitlerimiz. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü İzmir
- Kayahan, M., Tekin, A., 2009. Zeytinyağı Üretim Teknolojisi. Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi: 15. Ankara, 198 s.
- Kayesh, E., Shangguan, L., Korir, N. K., Sun, X., Bilkish, N., Zhang, Y., Han, J., Song, C., Cheng, Z., M., Fang, J., 2013. Fruit Skin Color and the Role of Anthocyanin. Acta Physiologiae Plantarum, 35(10), 2879-2890.

- Keçeli, T., Gordon, M. H., 2001. The Antioxidant Activity and Stability of the Phenolic Fraction of Green Olives and Extra Virgin Olive Oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(14), 1391-1396.
- Kılıç, O., 1986. Sofralık Siyah Zeytin Üretiminde Uygulanabilecek Yeni Yöntemler Üzerinde Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi Yayınları, No: 7-007-0137, Bursa, 18s.
- Kılıç, O., Başer, D., Başoğlu, F., 1984. Çanakkale Bölgesi Yağlık Zeytinin Sofralık Siyah Zeytine İşlenmesinde Uygun Üretim Yöntemlerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 79-86.
- Kılıçkan, A., Güner, M., 2008. Physical Properties and Mechanical Behavior of Olive Fruits (*Olea europaea* L.) Under Compression Loading. *Journal of Food Engineering*, 87(2), 222-228.
- Kiai, H., Hafidi, A., 2014. Chemical Composition Changes in Four Green Olive Cultivars during Spontaneous Fermentation. *LWT-Food Science and Technology*, 57(2), 663-670.
- Kiritsakis, K., Evangelou, E., Sakellaropoulos, N., Kiritsakis, A., 2018. Olive Oil Processing, Categories, Nutritional Benefits, and Byproducts. *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*, 745-760.
- Klewicka, E., 2010. Fermented Beetroot Juice as a Factor Limiting Chemical Mutations Induced by MNNG in *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100 Strains. *Food Technology and Biotechnology*, 48(2), 229-234.
- Klewicka, E., and Czyżowska, A., 2011. Biological Stability of Lactofermented Beetroot Juice during Refrigerated Storage. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 61 (4), 251-256.
- Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M., and Gliszczyńska-Świgło, A., 2007. Effect of Storage on the Content of Polyphenols, Vitamin C and the Antioxidant Activity of Orange Juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20:313–322.
- Koyuncu, G., 2020. Sofralık Zeytin Fermantasyonunda Starter Kültür Kullanımının Zeytinin Aroması ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 208 s.
- Kujala, T. S., Lojonen, J. M., Klika, K. D., Pihlaja, K., 2000. Phenolics and Betacyanins in Red Beetroot (*Beta vulgaris*) Root: Distribution and Effect of Cold Storage on the Content of Total Phenolics and Three Individual Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(11), 5338-5342.
- Kumar, S., and Brooks, M. S. L., 2018. Use of Red Beet (*Beta vulgaris* L.) for Antimicrobial Applications-a Critical Review. *Food and Bioprocess Technology*, 11 (1), 17-42.
- Küçükyaşar, S., Pazır, F., 2019. Organik ve Konvansiyonel Memecik Çeşidi Yeşil Zeytinler Arasındaki Fiziksel, Kimyasal ve Pomolojik Özellikler Açısından Farklılıklar. *Akademik Gıda*, 17(1), 47-54.

- Lantzouraki, D. Z., Sinanoglou, V. J., Tsiaka, T., Proestos, C., Zoumpoulakis, P., 2015. Total Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Phytochemical Profiling of Grape and Pomegranate Wines. *RSC Advances*, 5(123), 101683-101692.
- Lee, S. M., Kitsawad, K., Sigal, A., Flynn, D., Guinard, J. X., 2012. Sensory Properties and Consumer Acceptance of Imported and Domestic Sliced Black Ripe Olives. *Journal of Food Science*, 77(12), s.439-448.
- Leventdurur, S., Sert-Aydın, S., Boyaci-Gunduz, C. P., Agirman, B., Ben Ghorbal, A., Francesca, N., Erten, H., 2016. Yeast Biota of Naturally Fermented Black Olives in Different Brines Made from cv. Gemlik Grown in Various Districts of the Cukurova Region of Turkey. *Yeast*, 33(7), 289-301.
- Li, Y., He, D., Niu, D., Zhao, Y., 2015. Acetic Acid Production from Food Wastes Using Yeast and Acetic Acid Bacteria Micro-Aerobic Fermentation. *Bioprocess and Biosystems Engineering* 38: 863–869.
- Ma, S. C., He, Z. D., Deng, X. L., But, P. P. H., Ooi, V. E. C., Xu, H. X., Lee, S. F., 2001. In Vitro Evaluation of Secoiridoid Glucosides from the Fruits of *Ligustrum lucidum* as Antiviral Agents. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 49(11), 1471-1473.
- MacDougall, D., 2002. Colour measurement of Food. (D. MacDougall editör). *Colour in Food: Improving Quality*. Woodhead Publishing, CRC Press, s.33-63.
- Marković, K. A., Torić, J., Barbarić, M., Brala, J. C. 2019. Hydroxytyrosol, Tyrosol and Derivatives and Their Potential Effects on Human Health. *Molecules*, 24(10), 2001.
- Marsilio, V., Campestre, C., Lanza, B., 2001a. Phenolic Compounds Change during California-Style Ripe Olive Processing. *Food Chemistry*, 74(1), 55-60.
- Marsilio, V., Campestre, C., Lanza, B., De Angelis, M., 2001b. Sugar and Polyol Compositions of Some European Olive Fruit Varieties (*Olea europaea* L.) Suitable For Table Olive Purposes. *Food Chemistry*, 72(4), 485-490.
- Marsilio, V., Seghetti, L., Iannucci, E., Russi, F., Lanza, B., Felicioni, M., 2005. Use of a Lactic Acid Bacteria Starter Culture during Green Olive (*Olea europaea* L. cv Ascolana tenera) Processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(7), 1084-1090.
- McDonald, S., Prenzler, P. D., Antolovich, M., Robards, K., 2001. Phenolic Content and Antioxidant Activity of Olive Extracts. *Food Chemistry*, 73(1), 73-84.
- McLellan, M. R., Lind, L. R., Kime, R. W., 1995. Hue Angle Determinations and Statistical Analysis for Multiquadrant Hunter L, a, b Data. *Journal of Food Quality*, 18(3), 235-240.
- Medina, E., Brenes, M., Romero, C., García, A., De Castro, A., 2007. Main Antimicrobial Compounds in Table Olives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(24), 9817-9823.

- Medina, E., García, A., Romero, C., De Castro, A., Brenes, M., 2009. Study of the Anti-Lactic Acid Bacteria Compounds in Table Olives. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(7), 1286-1291.
- MEGEP, 2008. Sofralık Zeytin Fermantasyonu. Ankara, 62s.
- Mokrzycki, W. S., Tatol, M., 2011. Colour Difference ΔE -A Machine Graphics and Vision, 20(4), 383-411.
- Montaño, A., Sánchez, A. H., López-López, 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*, 291-297.
- Morelló, J. R., Vuorela, S., Romero, M. P., Motilva, M. J., Heinonen, M., 2005. Antioxidant Activity of Olive Pulp and Olive Oil Phenolic Compounds of the Arbequina Cultivar. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 2002-2008.
- Mutlu, A., Ergüneş, G., 2008. Tokat'ta Güneş Enerjili Raflı Kurutucu İle Domates Kurutma Koşullarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 61-68.
- Nemzer, B., Pietrzkowski, Z., Spórna, A., Stalica, P., Thresher, W., Michałowski, T., Wybraniec, S., 2011. Betalainic and Nutritional Profiles of Pigment-Enriched Red Beet Root (*Beta vulgaris* L.) Dried Extracts. *Food Chemistry*, 127(1), 42-53.
- Nergiz, C., Ergönül, P. G., 2009. Organic Acid Content and Composition of the Olive Fruits during Ripening and Its Relationship with Oil and Sugar. *Scientia Horticulturae*, 122(2), 216-220.
- Ninfali, P., Angelino, D., 2013. Nutritional and Functional Potential of *Beta Vulgaris* Cicla and Rubra. *Fitoterapia*, 89, 188-199.
- Oerke, E. C., Dehne, H. W., Schönbeck, F., Weber, A., 2012. Crop Production and Crop Protection: Estimated Losses in Major Food and Cash Crops. Elsevier.790s.
- Oktay, B. A., Özbaş, Z. Y., 2020. Fermente Gıdaların İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. *Gıda*, 45(6), 1215-1226.
- Omar, S. H., 2010. Oleuropein in Olive and Its Pharmacological Effects. *Scientia Pharmaceutica*, 78(2), 133-154.
- Othman N. B., Roblain D, Chammen N., Thonart P., Hamdi M., 2009. Antioxidant Phenolic Compounds Loss During the Fermentation of Chétoui Olives. *Food Chemistry* 116 (3):662-669.
- Ötleş, S., Özyurt, V. 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 of Naturally Black Olives. *Food Research International*, 28(6), 553-559.
- Özcan, K., 2018. Kırmızı Pancar Betalainlerinin Enkapsülasyonu. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 69 s.
- Özcan, K., Bilek, S. E., 2018. Kırmızı Pancardan Renk Maddesi Üretimi ve Stabilitésinin Sağlanması. *Academic Food Journal/Akademik GIDA* 16 (4).

- Özçelik, F., Elmacı, B. S., 2020. Fermente Ürünler Teknolojisi ve Mikrobiyolojisi. Bölüm: 12. Turşu Üretimi. (Editörler: Osman Erkmen, Hüseyin Erten, Hidayet Sağlam). Nobel Yayınları, s. 293-314.
- Özçelik, F., Yıldırım, M., İç, E., 2001. Hıyar Turşusu Fermantasyonunda Şişme Zararını Önlemek İçin Salamuradan CO₂'in Uzaklaştırılması. Gıda, 26(5):323-329.
- Özdemir, Y., 2011. Bazı Melez Zeytinlerin Fizikokimyasal Özelliklerinin ve Starter Kültür (*Lactobacillus plantarum*) İlaveli Sofralık Zeytin Fermantasyonuna Uygunluklarının Belirlenmesi. Namık Kemal Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ, 125 s.
- Özdemir, Y., Güven, E., Öztürk, A., 2014. Understanding the Characteristics of Oleuropein for Table Olive Processing. Journal of Food Processing and Technology, 5(5), 1.
- Özilbey, N., 2020. Zeytincilik. Sıdaş Medya, İkinci Baskı, s.1-32.
- Özkan, M., 2012. Zeytin Yaprağından Hidroksitirozol'ün Ekstraksiyonu, I-131 ile Radyo İşaretlenmesi ve Biyoetkinliğinin In Vivo ve in Vitro Yöntemlerle İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Bornova, İzmir. 46 s.
- Özkaya, M. T., 2008. Zeytin Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, 2. Baskı, Bölüm IV: Standart Zeytin Çeşitlerimiz ve Bazı Özellikleri, İstanbul, s. 25-38.
- Özkaya, M. T., Ulaş, M., Çakır, E., 2009. Zeytinyağı, 1. Baskı, Eflatun Yayınevi, (Editörler: F. Göğüş, M. T. Özkaya, S. Ötleş.) Bölüm 1: Zeytin Ağacı ve Zeytin Yetiştiriciliği, Ankara, s.1-25.
- Öztürk, A. İ., Yılmaz, Ö., Özer, T., 2020. Her Derde Deva Mucizevi Bitki Zeytin ve Zeytinyağı Analizleri. (Editörler: Ali İhsan Öztürk, Ökkeş Yılmaz, Tahsin Özer,) Hiperyayın 677. İstanbul, 79s.
- Padilla, B., Gil, J. V., Manzanares, P., 2018. Challenges of the Non-Conventional Yeast *Wickerhamomyces anomalus* in Winemaking. Fermentation, 4(3), 68.
- Panagou, E., Hondrodinou, O., Mallouchos A., Nychas G. J., 2011. A study on the Implications of NaCl Reduction in the Fermentation Profile of Conservolea Natural Black Olives. Food Microbiology 28 (7):1301-1307.
- Panagou, E. Z., Schillinger, U., Franz, C. M., Nychas, G. J. E., 2008. Microbiological and Biochemical Profile of cv. Conservolea Naturally Black Olives during Controlled Fermentation with Selected Strains of Lactic Acid Bacteria. Food Microbiology, 25(2), 348-358.
- Panagou, E. Z., Tassou, C. C., 2006. Changes in Volatile Compounds and Related Biochemical Profile During Controlled Fermentation of cv. Conservolea Green Olives. Food Microbiology, 23(8), 738-746.
- Panagou, E. Z., Tassou, C. C., Katsaboxakis, C. Z., 2003. Induced Lactic Acid Fermentation of Untreated Green Olives of the Conservolea Cultivar by *Lactobacillus pentosus*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83(7), 667-674.

- Panghal, A., Virkar, K., Kumar, V., Dhull, S., B., Gat, Y., and Chhikara, N., 2017. Development of Probiotic Beetroot Drink. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 5(3).
- Pereira, J. A., Pereira, A. P., Ferreira, I. C., Valentão, P., Andrade, P. B., Seabra, R., Bento, A., 2006. Table Olives from Portugal: Phenolic Compounds, Antioxidant Potential, and Antimicrobial Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(22), 8425-8431.
- Peres, C., Catulo, L., Brito, D., Pintado, C., 2008. *Lactobacillus pentosus* DSM 16366 Starter Added to Brine as Freeze-Dried and as Culture in the Nutritive Media for Spanish Style Green Olive Production. *Grasas y Aceites*, 59(3), 234-238.
- Perona, J. S., Cabello-Moruno, R., Ruiz-Gutierrez, V., 2006. The Role of Virgin Olive Oil Components in the Modulation of Endothelial Function. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 17(7), 429-445.
- Perricone, M., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Sinigaglia, M., 2010. Use of *Lactobacillus plantarum* and Glucose to Control the Fermentation of “Bella di Cerignola” Table Olives, a Traditional Variety of Apulian Region (Southern Italy). *Journal of Food Science*, 75 (7):M430-M436
- Pino, A., Vaccalluzzo, A., Solieri, L., Romeo, F. V., Todaro, A., Caggia, C., Arroyo-López F. N., Bautista-Gallego, J., Randazzo, C. L., 2019. Effect of Sequential Inoculum of Beta-Glucosidase Positive and Probiotic Strains on Brine Fermentation to Obtain Low Salt Sicilian Table Olives. *Frontiers in Microbiology* 10:174.
- Randazzo, C. L., Rajendram, R., Caggia, C., 2010. Lactic Acid Bacteria in Table Olive Fermentation. (Editör: Victor R. Preedy ve Ronald Ross Watson). *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*. Academic Press, s. 369-376.
- Randazzo, C. L., Todaro, A., Pino, A., Pitino, I., Corona, O., Mazzaglia, A., Caggia, C., 2014. Giarraffa and Grossa di Spagna Naturally Fermented Table Olives: Effect of Starter and Probiotic Cultures on Chemical, Microbiological and Sensory Traits. *Food Research International*, 62, 1154-1164.
- Ravichandran, K., Saw, N. M. M. T., Mohdaly, A. A., Gabr, A. M., Kastell, A., Riedel, H., Smetanska, I., 2013. Impact of Processing of Red Beet on Betalain Content and Antioxidant Activity. *Food Research International*, 50(2), 670-675.
- Rodriguez-Sevilla, M.; Villanueva-Suarez, M., J.; Redondo-Cuenca, A., 1999. Effects of Processing Conditions on Soluble Sugars Content of Carrot, Beetroot And Turnip. *Food Chem.* 66, 81-85.
- Rodriguez, H., Landete, J. M., Curiel, J. A., de Las Rivas, B., Mancheño, J. M., Muñoz, R., 2008. Characterization of the p-coumaric acid Decarboxylase from *Lactobacillus plantarum* CECT 748T. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(9), 3068-3072.

- Romani, A., Mulinacci, N., Pinelli, P., Vincieri, F. F., Cimato, A., 1999. Polyphenolic Content in Five Tuscany Cultivars of *Olea Europaea* L. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(3), 964-967.
- Romero-Gil, V., Bautista-Gallego, J., Rodríguez-Gómez, F., García-García, P., Jiménez-Díaz, R., Garrido-Fernández, A., Arroyo-López, F. N., 2013. Evaluating the Individual Effects of Temperature and Salt on Table Olive Related Microorganisms. Food Microbiology, 33(2), 178-184.
- Ryan, D., Robards, K., 1998. Critical Review. Phenolic Compounds in Olives. Analyst, 123(5), 31-44.
- Sağdıç, O., Arıcı, M., 2011. Gıda Mikrobiyolojisi. (Editör: Osman Erkmen). Bölüm: 6. Gıda Fermantasyonunda Kullanılan Mikroorganizmalar, Efil Yayınevi. Genel Yayın No.:42, Ankara, s. 405-424.
- Sağlam, H., Çakmakçı, K. A. G., Çakmakçı, M. L., 2020. Fermente Ürünler Teknolojisi ve Mikrobiyolojisi. Bölüm: 1. Fermantasyon Teknolojisine Giriş. (Editörler: Osman Erkmen, Hüseyin Erten, Hidayet Sağlam). Nobel Yayınları, s. 1-30.
- Sánchez, A.,-H., Rejano, L., Montañño, A., De 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
- Sawicki, T., Bączek, N., and Wiczowski, W., 2016. Betalain Profile, Content and Antioxidant Capacity of Red Beetroot Dependent on the Genotype and Root Part. Journal of Functional Foods, 27, 249-261.
- Sawicki, T., Wiczowski, W., 2018. The effects of Boiling and Fermentation on Betalain Profiles and Antioxidant Capacities of Red Beetroot Products. Food Chemistry, 259, 292-303.
- Settanni L., Tanguler H., Moschetti G., Reale S., Gargano V., Erten H., 2011. Evolution of Fermenting Microbiota in Tarhana Produced Under Controlled Technological Conditions. Food Microbiology, 28 (7):1367-1373.
- Sevim, D., Tuncay, Ö., 2012. Ayvalık ve Memecik zeytin Çeşitlerinin Yaprağı ve Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktiviteleri. Gıda, 37(4), 219-226.
- Seyran, Ö., 2009. Silifke Yağlık, Sarı Ulak ve Gemlik Zeytin Çeşitlerinin Meyve Gelişim Sürecinde Gösterdikleri Bazı Fizyolojik, Morfolojik Ve Biyokimyasal Değişimler. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 115 s.
- Sivakumar, G., Briccoli Bati, C., Uccella, N., 2005. HPLC-MS Screening of the Antioxidant Profile of Italian Olive Cultivars. Chemistry of Natural Compounds, 41(5), 588-591.
- Sousa, A., Ferreira, I. C., Calhelha, R., Andrade, P. B., Valentão, P., Seabra, R., Pereira, J. A., 2006. Phenolics and Antimicrobial Activity of Traditional Stoned Table Olives ‘Alcaparra’. Bioorganic and Medicinal Chemistry, 14(24), 8533-8538.

- Stintzing, F. C., Carle, R., 2007. Betalains Emerging Prospects for Food Scientists. Trends in Food Science and Technology, 18(10), 514-525.
- Susamcı, E., Ötleş, S., Irmak, Ş., 2011. Sofralık Zeytinin Besin Öğeleri, Duyusal Karakterizasyonu ve İşleme Yöntemleri Arasındaki Etkileşimler. Zeytin Bilimi, 2(2), 65-74.
- Susamcı, E., Tuncay, Ö., Yoltaş, A., 2018. Effect of Prepackaging Treatments and Different Gas Composition on Physicochemical and Sensory Properties of Hurma Olive (Erkence cv.). Akademik Gıda, 16(3), 264-270.
- Swamy, G. J., Sangamithra, A., Chandrasekar, V., 2014. Response Surface Modeling and Process Optimization of Aqueous Extraction of Natural Pigments from Beta vulgaris using Box-Behnken Design of Experiments. Dyes and Pigments, 111, 64-74.
- Şahin, S., Bilgin, M., 2018. Olive tree (Olea europaea L.) Leaf as a Waste by-Product of Table Olive and Olive Oil Industry: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 98(4), 1271-1279.
- Tangüler H., 2010. Şalgam Suyu Üretiminde Etkili Olan Laktik Asit Bakterilerinin Belirlenmesi ve Şalgam Suyu Üretim Tekniğinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 367 s.
- 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(6), 605-615.
- TEPGE, 2021a. Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ürün Raporu Zeytinyağı 2021, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/37/Urun-Raporlari> (Erişim Tarihi: 02.06.2022).
- TEPGE, 2021b. Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Zeytinyağı, Tarım Ürünleri Piyasaları, Ocak 2021. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasalari> (Erişim Tarihi: 03.07.2022).
- TEPGE, 2022. Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü Tarım Ürünleri Piyasaları, Temmuz 2022. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF>. (Erişim tarihi: 03.08.2022)
- Tetik, H. D., 2005. Sofralık zeytin işleme teknikleri. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No:53, Bornova-İzmir, 136 s.
- Tokuşoğlu, Ö., 2010. Özel Meyve Zeytin: Kimyası, Kalite ve Teknolojisi. Sıdaş, Gülermat Matbaacılık (Yayın No: 007-1B) 330 s.
- Tomar, O., Yıldırım, G., 2019. Antimicrobial Effect of Red Beet (*Beta vulgaris* var. *Cruenta Alef*) on Some Foodborne Pathogens. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 7(sp1), 54-60.

- Toplu, C., Yildiz, E., Bayazit, S., Demirkese, T., H., 2009. Assessment of Growth Behaviour, Yield, and Quality Parameters of Some Olive (*Olea Europaea*) Cultivars in Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 37(1), 61-70.
- Tufariello, M., Durante, M., Ramires, F. A., Grieco, F., Tommasi, L., Perbellini, E., Bleve, G., 2015. New Process for Production of Fermented Black Table Olives Using Selected Autochthonous Microbial Resources. Frontiers in Microbiology, 6, 1007.
- Tufariello, M., Anglana, C., Crupi, P., Virtuosi, I., Fiume, P., Di Terlizzi, B., Bleve, G., 2019. Efficacy of Yeast Starters to Drive and Improve Picual, Manzanilla and Kalamata Table Olive Fermentation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99(5), 2504-2512.
- Tuna, S., 2006. Siyah Sofralık Zeytin Fermantasyonunda Alkali ve Enzimatik Yöntemlerin Fiziko-Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 86 s.
- Turan, E., 2005. Sarı Ulak Tarsus Zeytini ve Siyah Çaydan Elde Edilen Fenolik Ekstraktların Antioksidan Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 48 s.
- TÜİK, 2021. Dış Ticaret İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul> (Erişim Tarihi: 03.08.2022).
- TÜİK, 2021. Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/> (Erişim Tarihi: 03.08.2022).
- UC Cooperative Extension. 2006. Olive Maturity Index. Sonoma County, University of California, Berkeley, California.
- Uceda, M., Aguilera, M^aP., Mazzucchelli, I., 2017. Manual de Cata y Maridaje del Aceite de Oliva. Editorial Almuzara, 2^a edition, 155s.
- Uğurlu, H., A., Özkan, G., 2011. Olgunlaşma Derecesinin Memecik Zeytin Çeşidinin Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. Hasad Gıda Dergisi, 27(316):36-41.
- Ulaş, 2001. Çukurova Bölgesinde Yaygın Bazı Sofralık ve Yağlık Zeytin Çeşitlerinin Morfolojik, Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- USDA, 2020. USDA National Nutrient Database for Standard Reference. FNDDS Nutrient Values. <https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-bhnrc/beltsville-human-nutrition-research-center/food-surveys-research-group/docs/fndds-download-databases/> (Erişim Tarihi: 09.04.23).
- Uylaşer, V., Tamer, C. E., İncedayı, B., Vural, H., Çopur, Ö. U., 2008. The Quantitative Analysis of Some Quality Criteria of Gemlik Variety Olives. Journal of Food, Agriculture and Environment, 6(3-4), 26-30.

- Uylaşer, V., İncedayı, B., Tamer, C. E., Yılmaz, N., Çopur, Ö. U., 2009. Physico-Chemical Properties and Fatty Acid Composition of Gemlik Variety Olives. *Asian Journal of Chemistry*, 21(4), 2861-2868.
- UZZK, 2019. 2019-2020 Üretim Sezonu Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Rekoltesi Ulusal Resmi Tespit Heyeti Raporu. http://uzzkorg/Belgeler/UZZK_2019_2020_Türkiye_Rekolte_Raporu.pdf:07 Ekim 2019-İzmir (Erişim Tarihi: 18.08.20).
- Ünsal, A., 2008. Ölmez Ağacın Peşinde, Türkiye'de Zeytin ve Zeytinyağı, Yapı Kredi Kültür Sanat Yayınları, 7. baskı, 281s.
- Velić, D., Klarić, D. A., Velić, N., Klarić, I., Tominac, V. P., Mornar, A., 2018. Chemical Constituents of Fruit Wines as Descriptors of Their Nutritional, Sensorial and Health-Related Properties. *Descriptive Food Science*, 59-91.
- Venkatachalam, K., Rangasamy, R., Krishnan, V., 2014. Total Antioxidant Activity and Radical Scavenging Capacity of Selected Fruits and Vegetables from South India. *International Food Research Journal*, 21(3), 1039-1043.
- Villalta, L. L., C., 2008. Obtención del Aceite de Oliva Virgen. 3^a Edition. Editorial Agrícola Española S.A., 260s.
- Vinha, A. F., Ferreres, F., Silva, B. M., Valentao, P., Gonçalves, A., Pereira, J. A., Andrade, P. B., 2005. Phenolic Profiles of Portuguese Olive Fruits (*Olea europaea* L.): Influences of Cultivar and Geographical Origin. *Food Chemistry*, 89(4), 561-568.
- Vinson, J. A., Hao, Y., Su, X., Zubik, L., 1998. Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods: Vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9), 3630-3634.
- Visioli, F., Caruso, D., Plasmati, E., Patelli, R., Mulinacci, N., Romani, A., Galli, G., Galli, C., 2001. Hydroxytyrosol, as a Component of Olive Mill Waste Water, is Dose-Dependently Absorbed and Increases the Antioxidant Capacity of Rat Plasma. *Free Radical Research*, 34(3), 301-305.
- Vulić, J., J., Čebović, T. N., Čanadanović-Brunet, J. M., Četković, G., S., Čanadanović, V. M., Djilas, S. M., Šaponjac, V. T. T., 2014. In Vivo and in Vitro Antioxidant Effects of Beetroot Pomace Extracts. *Journal of Functional Foods*, 6, 168–175.
- Yıldız, G., Uylaşer, V., 2011. Doğal Bir Antimikrobiyel: Oleuropein. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1), 131-142.
- Zanoni, P., Farrow, J. A., Phillips, B. A., Collins, M. D., 1987. *Lactobacillus pentosus* (Fred, Peterson, and Anderson) sp. nov., nom. rev. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 37(4), 339-341.

- Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C. M., Harris, H. M., Mattarelli, P., Lebeer, S., 2020. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 Novel Genera, Emended Description of the Genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and Union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70(4), 2782-2858.
- Zuniga, M., Pardo, I., Ferrer, S., 1993. An Improved Medium for Distinguishing Between Homofermentative and Heterofermentative Lactic Acid Bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 18(1), 37-42.





ÖZGEÇMİŞ

Şebnem GÜLER, İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2011 yılında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü’nde yüksek öğrenime başladı. 2011-2012 yılları arasında Türk Amerikan Derneği’nde İngilizce kursuna katıldı ve başarıyla tamamlayarak sertifika aldı. 28-30 Mayıs 2014 tarihleri arasında Konya’da düzenlenen IV. Ulusal Öğrenci Kongresi’ne katıldı. 14-17 Eylül 2014 tarihleri arasında, Fransa’nın Montpellier şehrinde düzenlenen 12th Euro Fed Lipid Kongresine katıldı. 03-06 Mayıs 2015 tarihleri arasında Amerika Birleşik Devletleri’nin Florida Eyaletine bağlı Orlando şehrinde düzenlenen 106th AOCS Annual Meeting and Industry Showcases’a katıldı. 2016 yılında Ç.Ü.Z.F. Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu ve aynı yıl Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. 2017-2018 yılları arasında Amerikan Kültür Dershanesi’nde, İspanyolca kursuna katıldı ve başarıyla tamamlayarak B2 sertifikası aldı. Aynı yıl İspanya’da Erasmus programına katılarak İspanyolca öğrenim gördü ve başarıyla tamamladı. 2018 yılında Ç.Ü.M.F. Gıda Mühendisliği Bölümü yüksek lisans mezunu oldu. 2019 yılında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü’nde doktora başladı. 2020 yılında Amerikan Kültür Dershanesi’nde, İspanyolca kursunu başarıyla tamamlayarak C2 İspanyolca dil sertifikası aldı. 23 Eylül-20 Aralık 2022 tarihleri arasında “Uluslararası Zeytin Konseyi”nin (IOC-Madrid) bursu ve “T.C. Ticaret Bakanlığı”nın desteği ile İspanya’nın Endülüs Özerk Bölgesi’nde, Jaén Üniversitesi tarafından İspanyolca düzenlenen 19.’uncu “Uluslararası Sızma Zeytinyağı Tadım Eğitimi”ne, Türkiye’yi temsilen katıldı ve eğitimini başarıyla tamamlayarak "Uluslararası Sızma Zeytinyağı Tadım Uzmanlığı” sertifikası aldı ve “Uluslararası Tadım Paneli Yöneticiliği" belgesi sahibi oldu.



EKLER



Ek-A. Fermantasyon sırasında starter kültür ilaveli zeytinlerin fiziksel özellikleri

	<i>L. plantarum</i> aşılama				<i>L. pentosus</i> aşılama				<i>W.anomalous</i> aşılama			
	2. Gün	35. Gün	71. Gün	128. Gün	2. Gün	35. Gün	71. Gün	128. Gün	2. Gün	35. Gün	71. Gün	128. Gün
TKM (%)	32,93±7,15	37,33±0,52	33,55±6,59	37,17±4,14	35,87±2,01	36,61±4,63	40,41±0,80	34,23±0,47	32,33±5,32	33,94±7,00	32,26±2,11	36,99±4,50
L* Değeri	53,88±2,28 ^a	45,59±2,47 ^b	40,21±0,30 ^c	44,21±0,12 ^{bc}	52,60±0,79 ^a	38,40±7,67 ^b	39,29±1,48 ^b	42,18±1,83 ^{ab}	54,09±0,40 ^a	44,53±1,45 ^b	39,21±1,63 ^b	43,55±0,90 ^c
a* Değeri	-3,18±1,73 ^b	12,24±4,78 ^a	17,02±0,10 ^a	14,60±0,59 ^a	-3,14±1,57 ^c	12,07±1,58 ^b	17,65±0,13 ^a	17,16±1,29 ^a	-3,75±1,60 ^c	10,15±1,29 ^b	17,15±2,62 ^a	13,74±1,22 ^{ab}
b* Değeri	24,73±3,01 ^a	10,29±1,65 ^{bc}	7,92±0,73 ^c	14,7±1,35 ^{bc}	23,99±0,98 ^a	9,18±1,63 ^{bc}	7,19±0,79 ^c	11,8±0,58 ^b	25,27±0,40 ^a	8,73±1,18 ^b	6,75±2,07 ^b	11,7±2,59 ^b
Hue Değeri	97,00±3,42 ^a	41,24±12,18 ^b	24,73±6,10 ^c	45,34±3,35 ^b	96,94±4,85 ^a	37,30±9,78 ^b	22,00±2,46 ^c	34,73±3,38 ^b	97,76±6,10 ^a	40,36±15,03 ^b	21,96±7,98 ^c	41,01±7,83 ^b
ΔC Değeri	24,97±3,22 ^a	16,29±2,55 ^b	18,86±0,51 ^b	20,73±1,18 ^{ab}	24,26±1,14 ^a	15,34±0,29 ^c	19,07±0,18 ^b	20,87±0,73 ^b	25,65±0,65 ^a	13,84±2,24 ^c	18,58±1,16 ^b	18,21±0,79 ^b
ΔE Değeri	42,60±1,13 ^a	22,06±3,38 ^c	29,65±0,54 ^b	21,97±0,44 ^c	42,15±0,28 ^a	28,62±7,84 ^b	29,44±1,70 ^b	24,97±2,17 ^b	43,51±0,07 ^a	23,02±0,93 ^c	29,61±2,70 ^b	23,20±1,90 ^c

Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur.

Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Ek-B. Fermantasyon sırasında spontan ve starter kültür ilaveli zeytinlerin fiziksel özellikleri (devamı)

	Karışık kültür aşılama**				Spontan negatif kontrol				Spontan pozitif kontrol			
	2. Gün	35. Gün	71.Gün	128.Gün	2. Gün	35. Gün	71.Gün	128.Gün	2. Gün	35. Gün	71.Gün	128.Gün
TKM (%)	33,03±5,06	37,87±1,03	37,94±3,08	37,08±0,18	35,05±2,09	34,61±2,04	37,26±0,20	35,39±0,96	34,71±1,95	39,97±1,76	34,89±5,49	38,96±0,60
L* Değeri	51,59±0,04 ^a	45,24±0,26 ^b	36,67±1,61 ^c	43,99±1,85 ^b	51,19±0,21	53,84±4,32	54,91±1,08	52,34±5,55	53,27±0,67 ^a	43,01±3,31 ^b	36,38±0,34 ^c	42,38±1,78 ^b
a* Değeri	-0,31±0,79 ^c	12,09±1,05 ^b	16,97±0,62 ^a	11,91±0,26 ^b	-3,28±1,61	-1,75±2,10	-1,96±0,34	-0,14±2,72	-2,02±1,16 ^b	13,66±3,79 ^a	17,55±0,67 ^a	13,72±0,87 ^a
b* Değeri	20,66±0,22 ^a	10,84±0,88 ^b	4,15±0,01 ^c	12,5±1,32 ^b	22,71±2,94	22,11±3,58	25,41±1,68	21,5±4,57	25,07±0,34 ^a	8,79±2,99 ^{ab}	5,35±1,27 ^b	10,2±0,54 ^b
Hue Değeri	90,58±4,35 ^a	41,24±9,27 ^b	13,88±2,93 ^c	46,26±4,84 ^b	97,82±4,42 ^a	93,96±5,35 ^{ab}	94,59±2,03 ^{ab}	89,66±5,93 ^b	94,48±3,59 ^a	34,01±14,92 ^b	16,91±5,00 ^c	36,68±5,42 ^b
ΔC Değeri	20,72±0,16 ^a	16,41±1,15 ^b	17,48±0,59 ^b	17,34±0,74 ^b	22,99±3,11	22,26±3,73	25,50±1,64	21,58±4,57	25,19±0,26 ^a	16,69±1,43 ^b	18,41±0,22 ^b	17,18±0,36 ^b
ΔE Değeri	40,13±2,47 ^a	21,71±0,45 ^c	32,89±1,31 ^b	22,28±2,23 ^c	39,23±1,41	38,56±0,45	39,84±0,67	40,37±2,16	40,07±0,46 ^a	24,81±4,74 ^c	32,77±0,27 ^b	25,47±1,10 ^c

**Karışık kültür aşılama; *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme.

Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur.

Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Ek-C. Fermentasyon sırasında zeytinlerin laktik asit bakteri sayısı (MRS) log kob/mL

	0. Gün	2. Gün	11. Gün	18. Gün	25. Gün	35. Gün	48. Gün	60. Gün	71. Gün	89. Gün	107. Gün	128. Gün
A	3,24±1,75	5,24±0,34	6,19±0,27 ^b	7,57±0,38	8,93±0,04	9,10±0,71	9,33±0,01 ^a	9,33±0,46 ^a	7,28±0,03 ^a	7,64±0,06 ^a	7,08±0,18 ^a	7,09±0,55 ^a
B	3,10±0,71	6,43±1,35	6,46±0,02 ^{ab}	8,39±0,50	8,70±0,00	9,50±0,71	9,15±0,21 ^a	8,15±0,21 ^a	7,06±0,03 ^a	7,25±0,42 ^a	6,70±0,06 ^{ab}	7,24±0,29 ^a
C	3,22±0,11	6,00±0,00	6,55±0,01 ^{ab}	8,37±0,66	8,44±0,94	8,93±0,21	8,94±1,63 ^a	8,91±1,29 ^a	7,25±0,10 ^a	7,65±0,28 ^a	6,89±0,06 ^{ab}	6,91±0,29 ^{ab}
D	2,45±0,21	5,30±0,43	6,87±0,04 ^a	8,35±0,56	9,03±0,78	9,74±0,37	9,34±0,19 ^a	8,74±1,04 ^{ab}	7,31±0,01 ^a	7,60±0,26 ^a	6,43±0,49 ^{bc}	7,02±0,17 ^{ab}
Y	2,77±0,10	3,00±0,00	4,20±0,04 ^b	5,15±0,21	5,55±0,49	6,44±1,36	6,45±0,00 ^b	6,34±0,00 ^b	6,26±0,17 ^b	6,07±0,32 ^b	5,94±0,14 ^c	6,30±0,00 ^b
K	2,68±0,57	3,00±0,00	6,30±0,56 ^{ab}	7,90±1,03	7,29±0,16	7,70±0,00	8,00±0,00 ^a	8,37±0,95 ^a	7,44±0,31 ^a	7,22±0,37 ^a	6,32±0,03 ^{bc}	6,98±0,19 ^{ab}

A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: negatif kontrol denemesi; K: pozitif kontrol denemesi.

Aynı sütunda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Ek-D. Fermantasyon sırasında zeytinlerin laktik asit bakteri sayısı (M17) log kob/mL

	0. Gün	2. Gün	11. Gün	18. Gün	25. Gün	35. Gün	48. Gün	60. Gün	71. Gün	89. Gün	107. Gün	128. Gün
A	4,10±0,71	5,87±0,04 ^a	7,04±0,06 ^a	7,46±1,08	8,85±0,00 ^{ab}	9,07±0,52	9,39±0,12	8,00±0,00 ^{bc}	7,65±0,07 ^a	7,62±0,24 ^a	7,17±0,18 ^a	7,08±0,05
B	4,10±0,71	5,74±0,06 ^a	7,20±0,00 ^a	8,85±0,49	8,39±0,12 ^{ab}	9,55±0,21	9,30±0,00	8,00±0,00 ^{bc}	7,18±0,00 ^a	7,29±0,05 ^{ab}	6,71±0,12 ^{abc}	7,04±0,37
C	4,54±0,09	5,80±0,28 ^a	7,17±0,18 ^a	7,89±0,16	8,36±1,07 ^a	8,47±1,31	8,92±0,11	8,42±0,60 ^a	7,35±0,17 ^a	7,57±0,07 ^a	6,83±0,07 ^{ab}	7,26±0,08
D	3,60±0,00	5,30±0,00 ^b	7,19±0,16 ^a	8,81±0,27	9,06±0,31 ^{ab}	9,04±0,62	9,50±0,28	8,89±0,83 ^{ab}	7,45±0,21 ^a	6,94±0,34 ^b	6,44±0,46 ^{bc}	6,86±0,36
Y	4,45±0,21	5,28±0,03 ^b	5,53±0,24 ^b	5,58±0,67	6,04±0,06 ^b	6,09±1,54	6,35±1,20	6,38±0,00 ^c	6,39±0,62 ^b	6,34±0,00 ^c	6,34±0,17 ^c	6,29±0,12
K	4,07±0,67	5,30±0,00 ^b	7,31±0,12 ^a	8,51±0,00	8,87±0,24 ^{ab}	8,35±0,07	8,04±0,62	8,59±0,16 ^{ab}	7,65±0,00 ^a	7,20±0,17 ^{ab}	6,35±0,06 ^{bc}	7,00±0,21

A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: negatif kontrol denemesi; K: pozitif kontrol denemesi.

Aynı sütunda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Ek-E. Fermentasyon sırasında zeytinlerin mezofil aerob bakteri sayısı log kob/mL

	0. Gün	2. Gün	11. Gün	18. Gün	25. Gün	35. Gün	48. Gün	60. Gün	71. Gün	89. Gün	107. Gün	128. Gün
A	5,74±1,04	6,50±0,71	7,55±0,07	7,90±0,84 ^b	8,27±0,81	9,83±0,75	9,89±0,16 ^b	9,82±0,31	7,55±0,07 ^a	7,84±0,09 ^a	7,32±0,03 ^{ab}	7,29±0,20 ^{ab}
B	5,65±0,49	7,00±0,00	7,32±0,40	8,07±0,15 ^b	8,59±0,16	8,89±0,58	9,60±0,00 ^b	8,15±0,21	7,03±0,41 ^b	7,80±0,01 ^a	7,28±0,04 ^{ab}	7,27±0,05 ^{ab}
C	6,00±0,00	7,00±0,00	7,71±0,41	8,47±0,12 ^{ab}	9,30±1,41	9,57±0,55	9,35±0,49 ^{bc}	9,56±1,78	7,51±0,05 ^a	7,74±0,06 ^a	6,98±0,01 ^c	6,78±0,25 ^{bc}
D	5,50±0,71	6,74±0,37	7,97±0,00	9,10±0,28 ^a	9,13±0,61	9,75±0,74	9,85±0,14 ^a	9,35±0,49	7,60±0,00 ^a	7,30±0,06 ^b	7,18±0,20 ^{bc}	7,56±0,14 ^a
Y	5,50±0,71	6,28±0,03	7,22±0,32	7,72±0,08 ^{ab}	7,57±0,38	7,58±0,71	7,00±0,00 ^d	7,30±0,00	6,76±0,14 ^b	6,57±0,38 ^c	7,25±0,07 ^b	6,39±0,55 ^c
K	5,72±0,17	6,59±0,02	7,52±0,68	8,72±0,00 ^{ab}	8,65±0,07	8,48±0,01	9,00±0,00 ^c	8,85±0,00	7,70±0,00 ^a	7,77±0,10 ^a	7,48±0,01 ^a	7,11±0,10 ^{ab}

A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: negatif kontrol denemesi; K: pozitif kontrol denemesi.

Aynı sütunda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Ek-F. Fermantasyon sırasında zeytinlerin toplam maya sayısı log kob/mL

	0. Gün	2. Gün	11. Gün	18. Gün	25. Gün	35. Gün	48. Gün	60. Gün	71. Gün	89. Gün	107. Gün	128. Gün
A	4,65±0,92	6,95±0,07 ^a	7,29±0,12	7,88±0,57	8,75±0,21	9,60±0,43	9,35±0,49	9,04±0,62 ^{ab}	7,40±0,10 ^{ab}	7,34±0,71 ^a	7,31±0,01 ^a	7,51±0,10 ^a
B	4,63±0,46	7,00±0,00 ^a	7,25±0,07	8,44±0,50	8,15±0,21	9,30±0,43	9,00±0,00	8,65±0,49 ^{ab}	7,24±0,00 ^{ab}	7,27±0,10 ^a	7,04±0,06 ^b	7,24±0,02 ^{ab}
C	5,00±0,00	7,00±0,00 ^a	7,50±0,64	8,05±0,21	9,31±0,99	9,65±0,92	9,69±0,92	9,66±0,00 ^a	7,46±0,03 ^a	6,98±0,03 ^{ab}	6,97±0,01 ^b	7,16±0,02 ^b
D	4,50±0,71	6,95±0,07 ^a	8,01±0,01	8,94±0,45	8,92±0,63	9,04±1,04	9,00±0,00	8,50±0,71 ^{ab}	7,37±0,16 ^{ab}	7,28±0,03 ^a	7,15±0,21 ^{ab}	7,25±0,19 ^{ab}
Y	4,50±0,71	6,39±0,12 ^c	7,10±0,43	7,07±0,72	7,05±0,07	7,15±0,21	7,00±0,00	7,09±0,12 ^b	6,72±0,03 ^c	6,48±0,00 ^b	6,32±0,03 ^c	6,59±0,16 ^c
K	4,77±0,10	6,65±0,07 ^b	8,00±0,00	8,79±0,13	8,90±0,00	9,00±0,00	9,30±0,00	8,57±0,38 ^{ab}	7,40±0,01 ^{ab}	6,66±0,09 ^{ab}	6,49±0,02 ^c	7,14±0,13 ^b

A: *L. plantarum* aşılama deneme; B: *L. pentosus* aşılama deneme; C: *W. anomalus* aşılama deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılama deneme; Y: negatif kontrol denemesi; K: pozitif kontrol denemesi.

Aynı sütunda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. $\pm$ standart sapma.

Ek-G. Fermentasyon sırasında toplam asitlikteki değişme (%)*

	0. Gün	2. Gün	11. Gün	18. Gün	25. Gün	35. Gün	48. Gün	60. Gün	71. Gün	89. Gün	107. Gün	128. Gün
A	0,27±0,03 ^{ab}	0,30±0,00	0,62±0,03 ^a	0,64±0,04 ^a	0,62±0,03 ^{ab}	0,66±0,01 ^b	0,71±0,03	0,82±0,00 ^a	0,92±0,01 ^a	0,94±0,00 ^a	0,92±0,02 ^a	0,90±0,01 ^a
B	0,30±0,00 ^{ab}	0,30±0,00	0,63±0,05 ^a	0,64±0,03 ^a	0,66±0,10 ^a	0,72±0,02 ^{ab}	0,76±0,06	0,81±0,01 ^a	0,88±0,02 ^{ab}	0,87±0,00 ^b	0,85±0,02 ^a	0,84±0,01 ^a
C	0,32±0,03 ^a	0,32±0,03	0,54±0,07 ^a	0,59±0,07 ^a	0,62±0,03 ^{ab}	0,71±0,01 ^{ab}	0,79±0,07	0,92±0,10 ^a	0,92±0,01 ^a	0,92±0,00 ^a	0,92±0,03 ^a	0,89±0,00 ^a
D	0,27±0,03 ^{ab}	0,30±0,00	0,52±0,04 ^{ab}	0,66±0,03 ^a	0,67±0,01 ^a	0,79±0,01 ^a	0,86±0,03	0,90±0,01 ^a	0,90±0,01 ^{ab}	0,91±0,01 ^{ab}	0,90±0,00 ^a	0,85±0,04 ^a
Y	0,25±0,00 ^b	0,30±0,07	0,37±0,03 ^c	0,44±0,00 ^b	0,39±0,01 ^c	0,37±0,01 ^c	0,36±0,03	0,41±0,01 ^b	0,38±0,01 ^c	0,37±0,01 ^c	0,37±0,01 ^b	0,39±0,04 ^b
K	0,25±0,00 ^b	0,25±0,00	0,39±0,07 ^{bc}	0,46±0,02 ^b	0,52±0,02 ^b	0,69±0,03 ^{ab}	0,76±0,04	0,83±0,02 ^a	0,87±0,03 ^b	0,92±0,04 ^{ab}	0,90±0,08 ^a	0,89±0,07 ^a

*laktik asit cinsinden.

A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: negatif kontrol denemesi; K: pozitif kontrol denemesi.

Aynı sütunda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Ek-H. Fermantasyon sırasında pH'daki değişme

	0. Gün	2. Gün	11. Gün	18. Gün	25. Gün	35. Gün	48. Gün	60. Gün	71. Gün	89. Gün	107. Gün	128. Gün
A	5,03±0,06	5,02±0,01	4,32±0,07	4,39±0,06	4,19±0,04	4,05±0,14 ^b	3,89±0,01 ^b	3,84±0,01 ^b	3,82±0,00 ^b	3,79±0,01 ^c	3,85±0,01 ^b	3,83±0,02 ^b
B	5,02±0,04	5,01±0,01	4,21±0,21	4,20±0,10	3,96±0,02	3,90±0,01 ^b	3,88±0,01 ^b	3,84±0,03 ^b	3,83±0,03 ^b	3,84±0,01 ^{bc}	3,86±0,01 ^b	3,86±0,01 ^b
C	4,97±0,05	4,96±0,06	4,79±0,21	4,41±0,35	4,20±0,33	3,92±0,15 ^b	3,83±0,15 ^b	3,73±0,02 ^c	3,82±0,02 ^b	3,82±0,00 ^{bc}	3,84±0,00 ^b	3,85±0,00 ^b
D	5,01±0,06	5,00±0,06	4,42±0,23	4,26±0,08	4,10±0,03	3,89±0,07 ^b	3,79±0,07 ^b	3,74±0,05 ^{bc}	3,81±0,05 ^b	3,83±0,01 ^{bc}	3,85±0,01 ^b	3,88±0,01 ^b
Y	4,95±0,04	4,95±0,04	4,72±0,29	4,72±0,12	4,57±0,13	4,55±0,09 ^a	4,52±0,09 ^a	4,49±0,07 ^a	4,50±0,07 ^a	4,52±0,06 ^a	4,53±0,08 ^a	4,53±0,06 ^a
K	4,95±0,01	4,94±0,03	4,87±0,49	4,74±0,56	4,45±0,46	3,94±0,08 ^b	3,88±0,08 ^b	3,83±0,04 ^{bc}	3,88±0,04 ^b	3,89±0,00 ^b	3,86±0,00 ^b	3,86±0,00 ^b

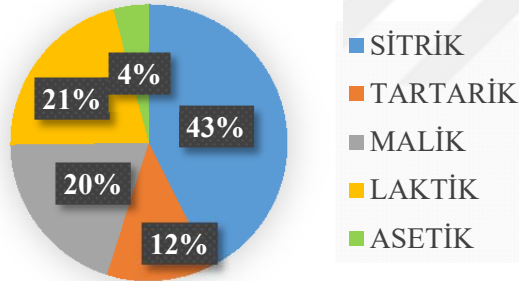
A: *L. plantarum* aşılmalı deneme; B: *L. pentosus* aşılmalı deneme; C: *W. anomalus* aşılmalı deneme; D: *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme; Y: negatif kontrol denemesi; K: pozitif kontrol denemesi.

Aynı sütunda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

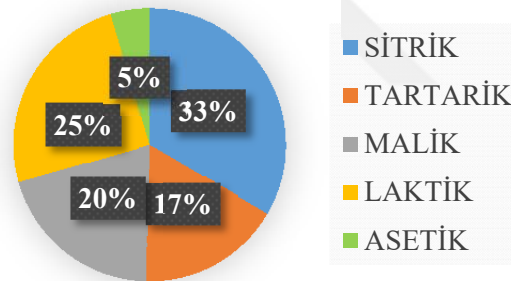
Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Ek I. Zeytinlerinin fermentasyon başında (0.gün) organik asit değerleri

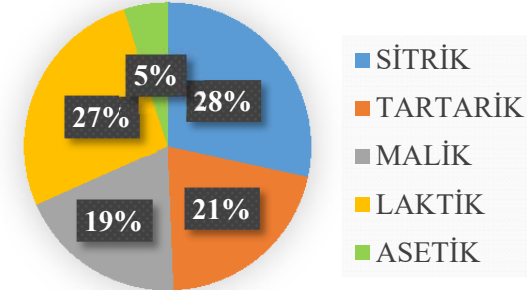
L. plantarum aşılı



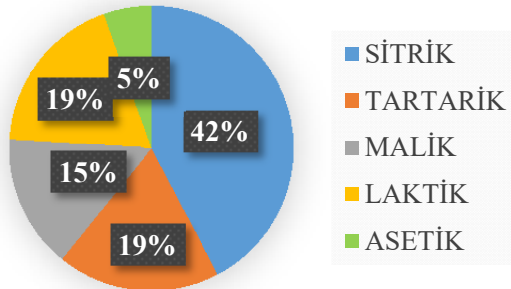
L. pentosus aşılı



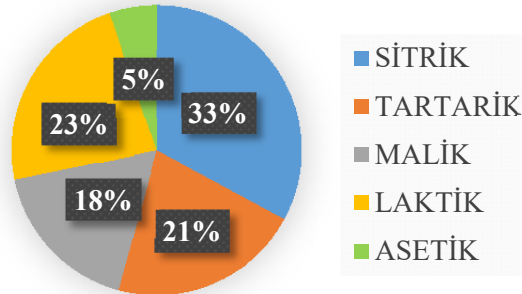
W. anomalus aşılmalı



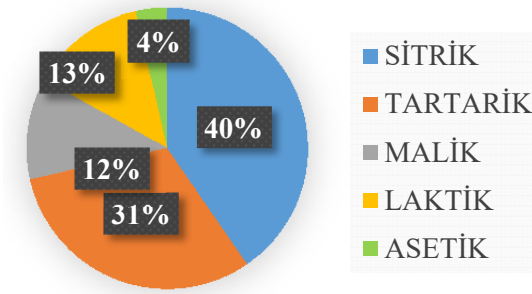
Karışık kültür aşılmalı**



Negatif kontrol

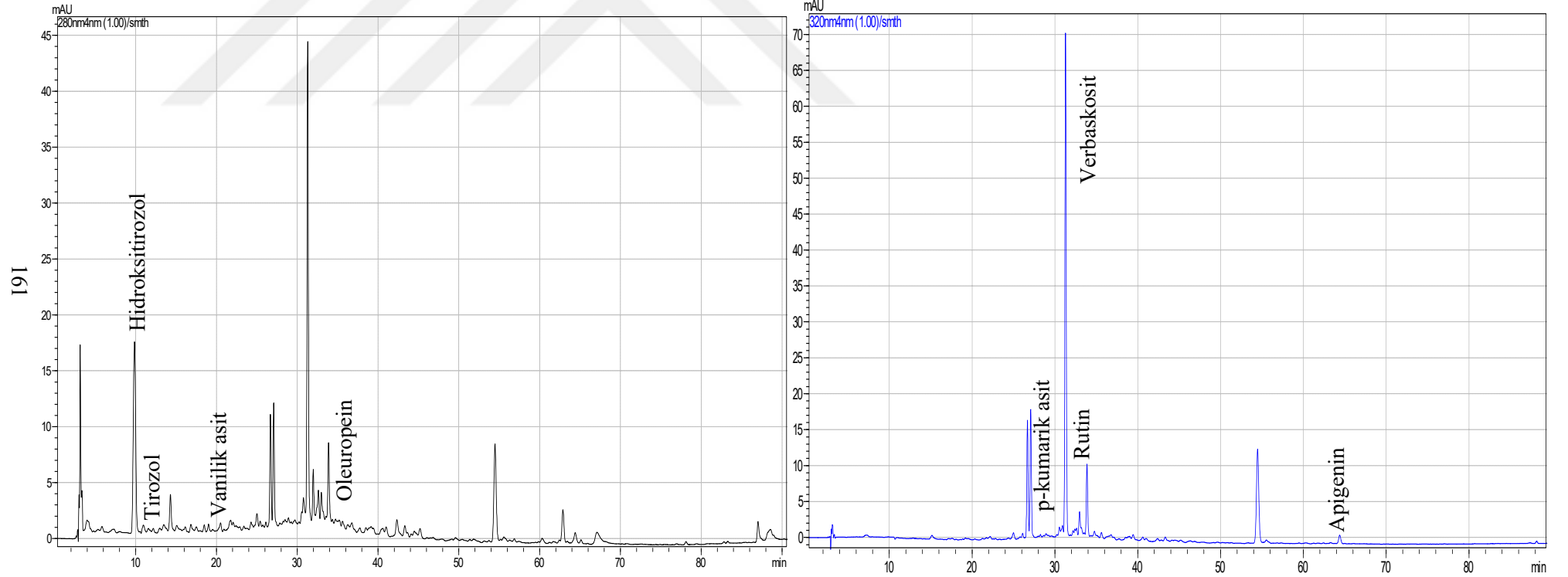


Pozitif kontrol



**Karışık kültür aşılmalı; *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *W. anomalus* aşılmalı deneme.

Ek-J. Sarıalak çeşidi zeytin örneklerine ait fenolik bileşiklerin kromatogramı



Ek-K. Sarıalak çeşidi zeytin örneklerine ait betalain bileşiklerin kromatogramı

