



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA PROGRAMI

**PROBİYOTİK STARTER KÜLTÜR KULLANIMI İLE SOFRALIK
ZEYTİN ÜRETİMİ VE SPONTAN FERMANTASYON İLE
İŞLENEN ZEYTİNLERDEKİ LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN
TANIMLANMASI**

DOKTORA TEZİ

Ahmet BEKTEŞ

Danışman: Prof. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ÇİÇEK

TOKAT- 2025



Bu tez çalışması Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (Proje No: 2023/51) tarafından maddi olarak desteklenmiştir.

ETİK SÖZLEŞMESİ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ÇİÇEK danışmanlığında hazırlamış olduğum “Probiyotik Starter Kültür Kullanımı ile Sofralık Zeytin Üretimi ve Spontan Fermantasyon ile İşlenen Zeytinlerdeki Laktik Asit Bakterilerinin Tanımlanması” adlı Doktora tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

18/07/2025

Ahmet BEKTEŞ



JÜRİ KABUL VE ONAY

Ahmet BEKTEŞ tarafından hazırlanan “**Probiyotik Starter Kültür Kullanımı ile Sofralık Zeytin Üretimi ve Spontan Fermantasyon ile İşlenen Zeytinlerdeki Laktik Asit Bakterilerinin Tanımlanması**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 18.07.2025 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzası

Üye (Başkan):	Prof. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ÇİÇEK	
Üye :	Prof. Dr. Aslıhan DEMİRDÖVEN	
Üye :	Doç. Dr. Selin KALKAN	
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TOKATLI	
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi Nilgün ÖNCÜL	

ONAY

...../...../.....

Doç. Dr. Ercan ÇAÇAN

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının hazırlanması ve yürütülmesi aşamalarında bilgi ve deneyimi ile bana her zaman yol gösteren danışmanım sayın Prof. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ÇİÇEK hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez çalışmam süresince çalışmalarımı yakından takip eden, bilgi ve tecrübeleri ile yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen tez izleme komitesi üyeleri Sayın Doç. Dr. Selin KALKAN ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TOKATLI hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez çalışmam süresince bana desteğini ve yardımını esirgemeyen arkadaşım Sayın Gıda Yüksek Mühendisi Merve GÜNDÜZ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Doktora tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübelerileri ile bana desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Ali CİNGÖZ'e teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmam süresince bana desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Özgül YAZAR, Sayın Arş. Gör. Dr. Semra TOPUZ TÜRKER, Sayın Arş. Gör. Hilal MERAL ve Sayın Arş. Gör. İzzet TÜRKER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bana desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sultan ACUN ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Cansu Memiç İNAN'a teşekkür ederim.

Bana vermiş oldukları desteklerden dolayı kayınpederim Nuri YUVARLAK'a, kayınvalidem Fadime YUVARLAK'a, eşimin kardeşleri olan Nurettin YUVARLAK'a, Elif YUVARLAK'a ve Muhammed Beşir YUVARLAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Her konuda yanımda olan, beni cesaretlendiren, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, her daim bana anlayış gösteren hayat arkadaşım eşim Saadet BEKTEŞ'e ve hayatımıza girerek bizi mutlu eden kızım Sare BEKTEŞ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Beni büyüterek bugünlere getiren, her daim beni destekleyen babam Emin BEKTEŞ'e, annem Kamile BEKTEŞ'e, abim Musa BEKTEŞ'e ve ablam Fatma BEKTEŞ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasına mali yönden destek olan Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna (Proje No: 2023/51) teşekkürlerimi sunarım.

Ahmet BEKTEŞ

18/07/2025



ÖZET

PROBİYOTİK STARTER KÜLTÜR KULLANIMI İLE SOFRALIK ZEYTİN ÜRETİMİ VE SPONTAN FERMANTASYON İLE İŞLENEN ZEYTİNLERDEKİ LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN TANIMLANMASI

Bekteş, Ahmet

Doktora, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof.Dr. şeniz Karabıyıklı Çiçek

2025, xvii + 205 Sayfa

Zeytin meyvelerinin acılığının giderilmesi için dünya genelinde farklı teknikler uygulanmaktadır. Bu tekniklerin başında fermantasyon yöntemi gelmektedir. Zeytin meyvelerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, çevresel etkenler (sıcaklık, nem vb.) gibi çok sayıda faktör zeytin fermantasyonunu kompleks bir süreç haline getirmektedir. Buna bağlı olarak sofralık zeytinin fermantasyon koşulları ve mikrobiyal optimizasyonu henüz sağlanamamıştır. Bu nedenle dünya genelinde sofralık zeytinler genel olarak spontan fermantasyon yöntemine göre işlenmektedir. Bu çalışmada Gemlik yeşil ve siyah zeytin fermantasyonunun mikrobiyal optimizasyonun sağlanması ve fonksiyonel özelliğinin artırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ultraviyole (UV) ve ultrason (US) uygulamalarının kombine kullanımı ile zeytin meyvelerinin doğal mikrobiyal yükü indirgenmeye çalışılmış ve probiyotik özellikteki *Lactobacillus plantarum* MF376, *Lactobacillus plantarum* 299v ve *Lactobacillus rhamnosus* HA-114 suşları starter kültür olarak kullanılmıştır. Çalışma sonunda Gemlik yeşil ve siyah zeytin salamuralarının pH değerleri sırasıyla 4.20-4.84 ve 3.94-4.00 arasında tespit edilmiştir. Titrasyon asitlik değerleri (Laktik asit cinsinden) Gemlik yeşil zeytin salamuralarında %0.266-0.452 ve Gemlik siyah zeytin salamuralarında %0.815-1.013 olarak belirlenmiştir. Gemlik yeşil ve siyah zeytin salamuralarının MRSA sayım sonuçları sırasıyla 2.09-3.16 log kob/ml ve 5.33-5.96 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Gemlik yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde tayini sonuçları sırasıyla 182.91-1022.69 mg GAE/100 g ve 228.09-1870.3 mg GAE/100 g arasında tespit edilmiştir. Gemlik yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin antioksidan kapasiteleri FRAP yöntemiyle 81.23-435.56 µmol TE/100 g ve 308.41-495.16 µmol TE/100 g, TEAC yöntemiyle 87.78-224.25 µmol TE/100 g ve 61.72-287.65 µmol TE/100 g, DPPH yöntemiyle 14.97-117.5 µmol TE/100 g ve 10.19-23.99 µmol TE/100 g arasında belirlenmiştir. Gemlik yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin oleuropein içerikleri sırasıyla 34.8-117.5 ppm ve 36.3-87.6 ppm arasında tespit edilmiştir. Gemlik yeşil zeytin meyvelerinin kontrol grubundan izole edilerek tanımlanan mayaların *Wickerhamomyces anomalus* ve Gemlik siyah zeytin grubundan izole edilerek tanımlanan laktik asit bakterilerinin *Lactobacillus plantarum* olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre UV+US uygulamasının ham meyvenin mikrobiyal yükünü indirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca probiyotik starter kültür kullanımının fermantasyon koşullarını iyileştirerek salamura asitliğini hızlı artırdığı ve zeytin meyvelerindeki oleuropeinin parçalanmasını hızlandırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Probiyotik, Zeytin Fermantasyonu, Ultraviyole, Ultrason, Starter kültür, Gemlik zeytin çeşidi, Oleuropein

ABSTRACT

PRODUCTION OF TABLE OLIVES BY USING PROBIOTIC STARTER CULTURE AND IDENTIFICATION OF LACTIC ACID BACTERIA IN OLIVES PROCESSED BY SPONTANEOUS FERMENTATION

Bekteş, Ahmet

PhD Thesis, Food Engineering Doctorate Degree

Advisor: Prof. Dr. şeniz Karabıyıklı Çiçek

2025, xvii + 205 Pages

Different techniques are applied all over the world to eliminate the bitterness of olive fruits. The fermentation method comes at the beginning of these techniques. Physical, chemical, and a large number of factors, such as microbiological properties of olive fruits, environmental factors (temperature, humidity, etc.) make olive fermentation a complex process. Due to this, fermentation conditions and microbial optimization of table olives have not yet been achieved. For this reason, around the world table olives are generally processed according to the spontaneous fermentation method. This study aimed to optimize Gemlik green and black olive fermentation and to increase the functional properties. For this purpose, the initial microbial population of olive fruits was tried to be reduced by the combined use of ultraviolet (UV) and ultrasound (US) applications, and *Lactobacillus plantarum* MF376, *Lactobacillus plantarum* 299v, and *Lactobacillus rhamnosus* HA-114 strains with probiotic properties were used as starter cultures. At the end of the study, pH values of Gemlik green and black olive brine were determined to be between 4.20-4.84 and 3.94-4.00, respectively. The titration acidity values were determined (Lactic acid) as 0.266-0.452% in Gemlik green olive brines and 0.815-1.013% in Gemlik black olive brines. MRSA count results of Gemlik green olive and black olive brine were determined as 2.09-3.16 log cfu/ml and 5.33-5.96 log cfu/ml, respectively. Total phenolic substance determination results of Gemlik green and black olive fruits were determined as 182.91-1022.69 mg GAE/100 g and 228.09-1870.3 mg GAE/100 g, respectively. Antioxidant capacities of Gemlik green and black olive fruits were determined as 81.23-435.56 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ and 308.41-495.16 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ by FRAP method, 87.78-224.25 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ and 61.72-287.65 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ by TEAC method, and 14.97-117.5 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ and 10.19-23.99 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ by DPPH treatment. Oleuropein contents of Gemlik green and black olive fruits were determined between 34.8-117.5 ppm and 36.3-87.6 ppm, respectively. It was determined that the yeasts were *Wickerhamomyces anomalus* and the lactic acid bacteria were *Lactobacillus plantarum*, which were isolated from the control group of Gemlik green olive fruits and identified by isolating from the control group of Gemlik black olive. According to the data obtained at the end of the study, it has been found that UV+ US application reduces the microbial load of raw fruit. In addition, it has been determined that the use of probiotic starter culture improves fermentation conditions, increases the acidity of brine quickly, and accelerates the breakdown of oleuropein in olive fruits.

Keywords: Probiotic, Olive Fermentation, Ultraviolet, Ultrasound, Starter culture, Gemlik olive variety, Oleuropein

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ETİK SÖZLEŞMESİ	İ
JÜRİ KABUL VE ONAY	İİ
ÖNSÖZ	İİİ
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
İÇİNDEKİLER	VII
ÇİZELGELER LİSTESİ	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ	XIV
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	XV
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 Zeytin ile İlgili Genel Bilgiler	5
2.2 Ham Gemlik Çeşidi Sofralık Yeşil ve Siyah Zeytinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	8
2.3 Sofralık Zeytin Üretim Teknikleri	10
2.4 Sofralık Zeytin Fermantasyonun Önemi	12
2.5 Sofralık Zeytin Üretiminde Uygulanan İşlemlere ve Fermantasyon Koşullarına Bağlı Üretim Sorunları	13
2.6 Sofralık Zeytin Fermantasyonu	15
2.6.1 Spontan fermantasyon	15
2.6.2 Kontrollü koşullarda fermantasyon	26
2.7 Sofralık Zeytinlerin Probiyotik Özelliklerinin İncelenmesi	32
2.8 Sofralık Zeytin Üretiminde UV ve Ultrason Teknolojilerinin İncelenmesi	36
2.9 Zeytin Meyvelerinin Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Kapasitesi	38
3. MATERYAL VE YÖNTEM	44
3.1 Materyal	44
3.2 Yöntem	44
3.2.1 UV ve US uygulamalarının süre normlarının tespit edilmesi	44
3.2.2 Starter kültürlerin aktif hale getirilmesi	46

3.2.3 Starter kültürlerin tuz adaptasyonunun sağlanması	47
3.2.4 İnokülasyonda kullanılacak starter kültürlerin hazırlanması	47
3.2.5 Sofralık zeytinlerin işlenmesi	48
3.2.6 Ham meyve analizleri	50
3.2.7 Mikrobiyolojik analizler	52
3.2.8. Fiziko-kimyasal analizler	66
3.2.7. Zeytin meyvelerinin toplam fenolik içeriğinin ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi.....	70
3.2.9. Zeytin meyvelerinin oleuropein miktarının tespiti	74
3.2.11. İstatistiksel analiz	75
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	75
4.1. Ham meyve analiz sonuçları.....	75
4.2. UV ve ultrason uygulamalarının süre normlarının tespit edilmesi	81
4.3. Mikrobiyolojik Sayım Sonuçları.....	82
4.3.1. Zeytin meyvelerinin mikrobiyal profilinin tespiti.....	82
4.3.2. Fermantasyon süresince salamura örneklerinin MRSA sayım sonuçları	93
4.3.3. Laktik asit bakterilerinin ve mayaların MALDİ-TOFF Biotyper ile tanımlanması.....	103
4.4. Fiziko-Kimyasal Analiz Sonuçları	105
4.4.1. pH ve titrasyon asitliği sonuçları.....	105
4.4.2. Tuz tayini Sonuçları	122
4.4.3. Renk tayini sonuçları.....	130
4.4.4. Sertlik tayin sonuçları	137
4.5. Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Kapasite Tayin Sonuçları.....	141
4.5.1. Zeytin meyvelerinin ekstraksiyonu	141
4.5.2. Toplam fenolik madde analiz sonuçları.....	141
4.5.3. Antioksidan kapasite analiz sonuçları	147
4.6. Oleuropein Analiz Sonuçları.....	158
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	162
6. KAYNAKLAR.....	165
7. EKLER.....	182
Ek 1 Çalışma kapsamında planlanan analizler için uygulama süreleri.....	182

Ek 2 %1'lik Potasyum tellürit çözeltisinin hazırlanması.....	183
Ek 3 %10'luk Tartarik asit çözeltisinin hazırlanması	184
Ek 4 Gram Boyama Çözeltilerinin Hazırlanması	185
Ek 4.1 Kristal violet	185
Ek 4.2 İyot-lugol	185
Ek 4.3 Safranin.....	185
Ek 5 %5'lik α -naftol Çözeltisinin Hazırlanması.....	186
Ek 6 %40'lık Potasyum Hidroksit (KOH) Çözeltisinin Hazırlanması	187
Ek 7 En muhtemel sayı (EMS) çizelgesi	188
Ek 8 Methyl Red İndikatörü	189
Ek 9 0.1 N Sodyum Hidroksit Çözeltisinin Hazırlanması	190
Ek 10 Fenolftaleyn İndikatörünün Hazırlanması	191
Ek 11 0.1 N Gümüş Nitrat (AgNO ₃) Çözeltisinin Hazırlanması.....	192
Ek 12 %5'lik Potasyum Kromat (K ₂ CrO ₄) Çözeltisinin Hazırlanması	193
Ek 13 Toplam Fenolik Madde Tayininde Kullanılan Çözeltilerinin Hazırlanması ve Standart Grafiği	194
Ek 13.1 %20'lik Sodyum Karbonat Çözeltisinin Hazırlanması	194
Ek 13.2 Gallik Asit Standart Grafiği	194
Ek 14 FRAP Tayininde Kullanılan Çözeltilerinin Hazırlanması ve Standart Grafiği	195
Ek 14.1 30 mM Asetat Tamponu.....	195
Ek 14.2 20 mM FeCl ₃ Çözeltisi.....	195
Ek 14.3 10 mM TPTZ (2,4,6-Tris (2-pyridyl)-s-triazine) Çözeltisi.....	195
Ek 14.4 Standart Grafiği	195
Ek 15 TEAC Yöntemi Çözeltilerinin Hazırlanması ve Standart Grafiği	196
Ek 15.1 20 mM Sodyum Asetat Tamponu	196
Ek 15.2 7 mM ABTS (2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) Çözeltisi	196
Ek 15.3 2.45 mM Potasyum Peroksidisülfat Çözeltisi:.....	196
Ek 15.4 Standart Grafiği	196
EK 16 DPPH Yöntemi Çözeltilerinin Hazırlanması ve Standart Grafiği	197
Ek 16.1 100 μ M DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) Çözeltisi:	197

Ek 16.2 Standart Grafiği	197
Ek 17 Oleuropein Analizi Sonuç Kromatogramları	198
Ek 17.1 Oleuropein Analizi HPLC Kromatogramları Standart Kromatogramı	198
ÖZGEÇMİŞ	205



ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1 1990-2024 Yılları arasında dünya sofralık zeytin üretimi (bin ton)	6
Çizelge 2. 2 1990-2024 Yılları arasında dünya sofralık zeytin ihracatı (bin ton).....	7
Çizelge 2. 3 Zeytin işleme yöntemleri ve önerilen çeşitler.....	11
Çizelge 2. 4 Sofralık zeytinlerde yapılan probiyotik çalışmalar.....	34
Çizelge 3.1 UV ve US uygulama süresinin belirlenmesi için dizayn edilen çalışma grupları	45
Çizelge 3. 2 Çalışma grupları	49
Çizelge 3.3 Zeytin meyvelerinin mikrobiyolojik profilinin belirlenmesine yönelik analizler.....	53
Çizelge 3. 4 Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği	53
Çizelge 3. 5 Koliform grubu bazı bakterilerin IMViC testi değerlendirme tablosu	61
Çizelge 3. 6 Türk Gıda Kodeksi Sofralık Zeytin Tebliği	67
Çizelge 3. 7 Sertlik analizinde kullanılan cihaz parametreleri	70
Çizelge 3. 8 Zeytin meyvelerinin etanol ile ekstraksiyon koşullarının belirlenmesinde kullanılan ön deneme değişkenleri ve değişken seviyeleri	71
Çizelge 3. 9 Zeytin meyvelerinin metanol ile ekstraksiyon koşullarının belirlenmesinde kullanılan ön deneme değişkenleri ve değişken seviyeleri	71
Çizelge 3. 10 Zeytin meyvelerinin saf su ile ekstraksiyon koşullarının belirlenmesinde kullanılan ön deneme değişkenleri ve değişken seviyeleri	71
Çizelge 3. 11 HPLC cihazının özellikleri	74
Çizelge 4. 1 Gemlik sofralık zeytinlerin ham meyve özellikleri ve standart sapmaları .	76
Çizelge 4. 2 Meyve örneklerinde ultrason ve uv uygulamaları süre normları belirleme ön deneme sonuçları ve standart sapmaları.....	82
Çizelge 4. 3 Gemlik çeşidi yeşil sofralık zeytin meyvelerinin fermentasyon öncesi (0. gün) ve sonrası (120. gün) mikrobiyolojik sayım sonuçları ve standart sapma değerleri	84
Çizelge 4. 4 Gemlik çeşidi siyah sofralık zeytin meyvelerinin fermentasyon öncesi (0. gün) ve sonrası (120. gün) mikrobiyolojik sayım sonuçları ve standart sapma değerleri	89

Sayfa

Çizelge 4. 5 Gemlik çeşidi gemlik yeşil sofralık zeytin salamuralarında MRSA sayım sonuçları ve standart sapma değerleri	95
Çizelge 4. 6 Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytin salamuralarında MRSA sayım sonuçları ve standart sapma değerleri.....	99
Çizelge 4. 7 İzole edilen maya ve LAB izolatlarının MALDİ- TOFF Biotyper tanımlama sonuçları	103
Çizelge 4. 8 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve ve salamura örneklerinin pH analiz sonuçları ve standart sapma değerleri	106
Çizelge 4. 9 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve ve salamura örneklerinin pH analiz sonuçları ve standart sapma değerleri	111
Çizelge 4. 10 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve ve salamura örneklerinin titrasyon asitliği analiz sonuçları ve std sapma değerleri.....	115
Çizelge 4. 11 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve ve salamura örneklerinin titrasyon asitliği analiz sonuçları ve std. sapmaları	119
Çizelge 4. 12 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve ve salamura örneklerinin tuz tayini sonuçları (%NaCl) ve std sapma değerleri.....	124
Çizelge 4. 13 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve ve salamura örneklerinin tuz tayini sonuçları (%NaCl) ve std. Sapma değerleri	127
Çizelge 4. 14 Gemlik çeşidi yeşil zeytin renk analizi ortalama sonuçları ve std sapma değerleri	131
Çizelge 4. 15 Gemlik çeşidi siyah zeytin renk analizi ortalama sonuçlar ve std sapma değerleri	133
Çizelge 4. 16 Zeytin meyvelerinin renk değerleri ile ilgili çalışmalar	135
Çizelge 4. 17 Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin (hammadde ve 120. gün) sertlik ölçüm değerleri ile standart sapma değerleri (N).....	138
Çizelge 4. 18 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/100 g) ve standart sapma değerleri (Ham meyve ve 120.gün)	142
Çizelge 4. 19 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı (mg/100 g) ve standart sapma değerleri (Ham meyve ve 120.Gün)	144
Çizelge 4. 20 Yeşil zeytin meyve FRAP antioksidan hesaplamaları (µmol Troloks eşdeğer/100 g) ve std. sapmaları (Ham meyve ve 120.Gün)	147

Sayfa

Çizelge 4. 21 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve ve salamura frap antioksidan hesaplamaları (μmol Troloks eşdeğer/100 g) ile std. Sapmaları (Ham meyve ve 120.Gün)	149
Çizelge 4. 22 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve TEAC antioksidan hesaplamaları (μmol Troloks eşdeğer/100 g) ve std. sapmaları (Ham meyve ve 120.Gün)	150
Çizelge 4. 23 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve TEAC hesaplamaları (μmol Troloks eşdeğer/100 g) ve standart sapmaları (Ham meyve ve 120.Gün)	152
Çizelge 4. 24 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve dpph antioksidan analiz hesaplamaları (μmol Troloks eşdeğer/100 g) (Ham meyve ve 120.Gün)	154
Çizelge 4. 25 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve DPPH antioksidan hesaplamaları (μmol Troloks eşdeğer/100 g) (Ham meyve ve 120.Gün)	156
Çizelge 4. 26 Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin oleuropein miktarı (ppm) (Ham meyve ve 120.Gün)	158

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Ülkemizde zeytin üretim alanları	7
Şekil 2.2 Fermantasyon sürecinde oleuropeinin hidroliz aşaması	39
Şekil 3.1 UV ve US cihazının kombinasyonu	45
Şekil 3.2 İşlenmiş gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytinler	49
Şekil 3.3 Laboratuvar koşullarında sofralık zeytin üretim akış şeması	50
Şekil 3.4 MALDI-TOF MS analiz tekniğinde iş akışını gösteren diagram	65
Şekil 3.5 MALDI TOF MS cihazında MALDI Biotyper Real-Time Clasification (RTC) programındaki tanı sklası (A) ve izolatlarının protein profillerinin kütle spektrumları (B).....	66
Şekil 3.6 HPLC Gradient Programı	74

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
<	Küçük
>	Büyük
±	Artı veya eksi
≤	Küçük veya eşit
≥	Büyük veya eşit
°C	Santigrat derece
μ	Mikro ön eki
CO ₂	Karbondioksit
p<0.05	İstatistiksel olarak önemli
p>0.05	İstatistiksel olarak önemsiz
pH	Gıdaların hidrojen iyonu konsantrasyonu
OH ⁻	Hidroksil
v	Hacim
W	Watt

Kısaltmalar	Açıklama
μg	Mikrogram
BGA	Brilliant Green Agar
BHIB	Brain Heart Infusion Broth
BPA	Baird Parker Agar
BPW	Buffered Peptone Water
BSA	Bismuth Sulphite Agar
DPPH	2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl
DRBC	Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar
EDTA	%1'lik etilendiamin-tetraasetik asit
EMS	En Muhtemel Sayı

FDA	Food and Drug Administration
FRAP	Demir (III) İndirgeme Antioksidan Gücü Yöntemi
G	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
IOC	International Olive Council (Uluslararası Zeytin Konseyi)
K	Kontrol
KG	KG: Kilogram
KOB	Koloni Oluşturan Birim
KS1	Kontrol starterli 1
KS2	Kontrol starterli 2
KS3	Kontrol starterli 3
KS4	Kontrol starterli 4
LA	Laktik asit
LAB	Laktik asit Bakterisi
LIA	Lysine Iron Agar
Log	Logaritmik birim
LSTB	Lauryl Sulphate Tryptose Broth
MALDI TOF	Matrix Assisted Laser Desorption and Ionization Time-Of-Flight
mg	Miligram
mL	Mililitre
MR	Metil Red
MRS	De Man, Rogosa And Sharpe
MR-VPB	Metil Red-Voges Proskauer Broth
PCA	Plate Count Agar
RVEB	Rappaport-Vassiliadis Enrichment Broth
SCB	Selenit Cystein Broth
SK	Sadece starter kültür inoküle edilerek sofralık zeytin üretilen gruplar (KS1, KS2, KS3 ve KS4)

TE	Troloks eşdeğeri
TEAC	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi
TMAB	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri
TSIA	Triple Sugar Iron Agar
TW	Tryptone water
UB	Urea Broth
US	Ultrason
UV	Ultraviyole
UV+US+SK	Ultraviyole ve ultrason işlemi uygulandıktan sonra starter kültür inokülesi ile üretilen zeytin grupları

1. GİRİŞ

Akdeniz ikliminin hâkim olduğu ülkelerde ekonomik olarak tarımı yapılan *Olea europaea* ağacının (Taş ve ark., 2008; Saraçoğlu ve Ulusoy, 2009) meyvesi olan zeytin, yüksek yağ içeriği, acı bileşeni (oleuropein) ve düşük şeker konsantrasyonuna sahip olan etli ve sert çekirdekli bir meyvedir (Arroyo-López ve ark., 2012).

Günümüzde insanların yaşam kalitelerini artırma, sağlıklı ve dengeli beslenme gibi konulara olan ilgilerinden dolayı fonksiyonel gıdalara eğilim artmıştır (Özdek ve Aybar, 2019). Fonksiyonel bir gıda olmasından dolayı gün geçtikçe zeytin tüketimi artmaktadır. Zeytin yüksek oranda yağ (%33), fenolik bileşikler, protein, mineral maddeler (K, Ca, P), organik asitler, karoten, pektik maddeler ve lifsi maddeler içeren bir gıdadır. Zeytin tüketimi sofralık zeytin ve zeytinyağı olmak üzere iki başlık altında ele alınmaktadır (Karasu, 2006). Siyah zeytinlerin zeytinyağına işlenmesi sonucunda ortaya çıkan yan ürün olan karasuyun yol açtığı çevre kirliliğinin ve ekonomik açıdan kayıpların minimize edilmesi amacıyla son yıllarda siyah zeytinler ezme zeytin üretiminde de kullanılmaktadır (Aka, 2009).

Sofralık zeytin, 23 Ağustos 2014 tarihli 29097 sayı numaralı Türk Gıda Kodeksi Sofralık Zeytin Tebliği'nde "Kültüre alınmış zeytin ağacı (*Olea europaea* L.) meyvelerinin tekniğine uygun olarak acılığının giderilip, fermantasyona tâbi tutularak veya tutulmayarak gerektiğinde laktik asit ve/veya diğer katkı maddeleri ilave edilen, pastörizasyon veya sterilizasyon işlemine tabi tutularak veya tutulmadan elde edilen zeytini ifade eder" şeklinde tanımlanmıştır (Anonim, 2014).

Dalından koparıldıktan sonra direkt olarak tüketilemeyen tek meyve zeytindir. Zeytinin tüketilebilmesi için acılığının giderilmesi veya tüketim için uygun bir düzeye indirgenmesi gerekmektedir. Zeytinde acılığın giderilmesi işlemi farklı işlemler uygulanarak gerçekleştirilir. Zeytindeki acılık alkali uygulaması, salamura/tuzlama, fermantasyon ve asitleştirme yöntemlerinin yanında enzim ile muamele edilerek de giderilebilmektedir (Kara ve Özbaşı, 2013).

Sofralık zeytin fermantasyonu doğal (spontan) olarak veya kontrollü koşullarda gerçekleştirilmektedir. Doğal fermantasyonda zeytin meyvesinden gelen mikrobiyal flora önemli rol oynamaktadır. Zeytin meyvesinin doğal florasının tespitine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde zeytin meyvesinin zengin bir mikrobiyal flora sahip olduğu görülmektedir. Spontan fermantasyon yöntemi ile yapılan çalışmalardan izole edilerek tanımlanan laktik bakteri türleri arasında en yaygın türlerin *Lactobacillus plantarum* (Bleve ve ark., 2015; Benítez-Cabello ve ark., 2016; Romero-Gil ve ark., 2016) ve *Lactobacillus pentosus* (Abriouel ve ark., 2012; Lucena-Padrós ve ark., 2014; Tofalo ve ark., 2014; Benítez-Cabello ve ark., 2019), maya türleri arasında da *Saccharomyces cerevisiae* (Lucena-Padrós ve ark., 2014; Bleve ve ark., 2015; Porru ve ark., 2018) ve *Candida* spp. (Pereira ve ark., 2015; Romero-Gil ve ark., 2016; Mujdeci ve ark., 2018) türlerinin olduğu görülmektedir.

Sofralık zeytinlerin probiyotik yönlerinin araştırıldığı çalışmalara göre Brezilya sofralık zeytinlerinden izole edilen *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 1746, *Pichia guilliermondii* CCMA 1753, *Candida orthopsilosis* CCMA 1748, *Candida tropicalis* CCMA 1751, *Meyerozyma caribbica* CCMA 1758 ve *Debaryomyces hansenii* CCMA 1761 maya türlerinin probiyotik özellik açısından olumlu sonuçlar verdiği (Simões ve ark., 2021), *Kalamata* sofralık zeytin fermantasyonundan izole edilen 49 maya içerisinde *Saccharomyces cerevisiae* Y34 suşunun ise teknolojik ve probiyotik özellikler açısından olumlu sonuçlar verdiği (Bonatsou ve ark., 2018) bildirilmiştir. *Aloreña* yeşil sofralık zeytinlerinden izole edilen 31 *Lactobacillus pentosus* suşunun probiyotik özelliği araştırılmış ve *Lactobacillus pentosus* CF2-10N suşunun probiyotik özellik açısından en ilgi çekici suş olduğu gözlenmiştir (Montoro ve ark., 2016). Yapılan çalışmalara göre sofralık zeytinlerin probiyotik özellikteki mikroorganizmaların taşınmasında uygun bir gıda matrisi olabileceği düşünülmektedir.

Gıda endüstrisinde gıdaların raf ömrünün uzatılması ve patojen mikroorganizmaların inaktivasyonu için geleneksel gıda işleme yöntemleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Isıl işlemlerin (pastörizasyon/sterilizasyon) veya kimyasal sentetik maddelerin kullanıldığı bu yöntemlerde mikrobiyal inaktivasyon gerçekleşmektedir. Fakat gıdalarda kullanılan bu kimyasallar, gıdaların fizikokimyasal, duyuusal veya besinsel özellikleri

olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle yüksek hidrostatik basınç, darbeli elektriksel alan, ultrason, darbeli ışık, ultraviyole ışık, soğuk plazma, süperkritik CO₂ gibi termal olmayan uygulamalara yönelik araştırmalarda artış görülmektedir (Morales-de la Peña ve ark., 2019; Dai ve ark., 2020). Bu yöntemler arasında bulunan ultrason (US) ve ultraviyole (UV) yöntemlerinin tek başına kullanılması durumunda mikrobiyal inaktivasyonda etki göstermektedir. Fakat bu yöntemlerin tek başına olumlu sonuçlar verecek düzeyde kullanılması yüksek doza ve uzun uygulama süresine sebep olabilmektedir. Bu durum da gıdaların duyuşal ve besinsel özelliklerini olumsuz etkileyebilmektedir (Anjaly ve ark., 2022). Yapılan bir çalışmada mango suyu farklı ultrason güçlerinde ve sürelerde termal olmayan US-UV kombine yöntemi ile işlenerek mikrobiyal gelişim ve kalite değişiklikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre patojen mikroorganizmaların tam sterilizasyonu UV destekli 10 dakikalık 60 W gücünde US uygulamasında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu parametrenin mango suyunun besin değeri ve kalite özellikleri üzerine olumlu etkiler sergilediği gözlenmiştir (Wang ve ark., 2020). Ananas suyuna 10 dakika US ve 1.6 J/cm²'lik UV uygulanması sonucunda mikrobiyal yükte 5 log birimlik azalma olduğu tespit edilmiştir (Anjaly ve ark., 2022).

Dünya genelinde sofralık zeytin üretiminde alkali ile muamele ve spontan fermantasyon yöntemleri yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Alkali ile acılık giderme yöntemlerinde yıkama aşamasında zeytin meyvesinde bulunan besin bileşenlerinde meydana gelen kayıplara bağlı olarak fermantasyon sonunda arzu edilen asitlik elde edilememektedir (Chranioti ve ark., 2018). Spontan fermantasyon doğal mikroflora ile gerçekleştiği için fermantasyon sürecinde birtakım sapmalar meydana gelmektedir. Bu sapmalara bağlı olarak gıda güvenliği açısından riskli ve düşük kalitede nihai ürün oluşabilmektedir. Bu nedenle fermantasyonun starter kültür kullanılarak gerçekleştirilmesi çok daha güvenli ve avantajlı olmaktadır (Bonatsou ve ark., 2017).

Endüstriyel olarak sofralık zeytin üretiminde starter kültür kullanım uygulamalarına ilgi giderek artmasına rağmen, starter kültür kullanımları yaygın değildir. Çünkü sofralık zeytin fermantasyonunda starter kültür olarak kullanılacak olan mikrobiyal suşların karakterizasyonu tanımlanmamıştır. Bundan dolayı fermantasyon sürecinin mikrobiyolojik kontrolleri gerçekleştirilememektedir (Chranioti ve ark., 2018).

Bu araştırmada sofralık zeytin üretiminde starter kültür olarak kullanılabilecek probiyotik özellikteki *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum* MF376 ve *Lactobacillus plantarum* 299 V suşları kullanılarak zeytindeki acılığın giderilmesi veya kabul edilebilir düzeye indirgenerek probiyotik özellikte sofralık zeytin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu araştırmanın hedefleri ise i) Zeytin meyvelerindeki acılığın fermantasyon yöntemi ile doğal yollardan gidermek, ii) Sofralık zeytin üretiminde zeytin meyvelerinin doğal florası oldukça önemli rol oynadığından öncelikle temin edilecek zeytin örneklerinin mikrobiyal profilini belirlemek ve bu doğrultuda zeytin meyvelerinden laktik asit bakterilerini izole etmek ve tanımlamak, iii) Kontrollü koşullarda fermantasyon işlemine tabi tutulacak olan zeytinlerin starter kültür ile inokülasyon öncesi, doğal floradan gelen yükün ultrason ve/veya UV uygulamaları ile inhibisyonunu sağlamak, iv) Zeytin fermantasyonunda rol oynayan laktik asit bakterilerinin standardizasyonunu sağlayabilmek ve probiyotik kültür içeren fonksiyonel sofralık zeytin üretebilmek, v) Starter kültür olarak kullanılan suşların sofralık zeytin fermantasyonundaki aktiviteleri ve depolama süresince son ürünlerdeki canlı kalım sürelerini tespit etmek, vi) Spontan olarak fermente edilen sofralık zeytinlerdeki laktik asit bakterilerinin izole edilmesi ve bu bakterilerin tanımlanması ve vii) sofralık zeytinlerin fermantasyon öncesi ve sonrası toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesini içermektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Zeytin ile İlgili Genel Bilgiler

Zeytin, yaklaşık olarak 30 cins ve 600 tür içeren *Oleaceae* ailesine ait bir bitkidir (Preedy ve Watson, 2010). Meyvesi yenilebilen tek tür olan ve kültür zeytinin de dahil olduğu *Olea europaea* L.'dir (Parlak, 2007).

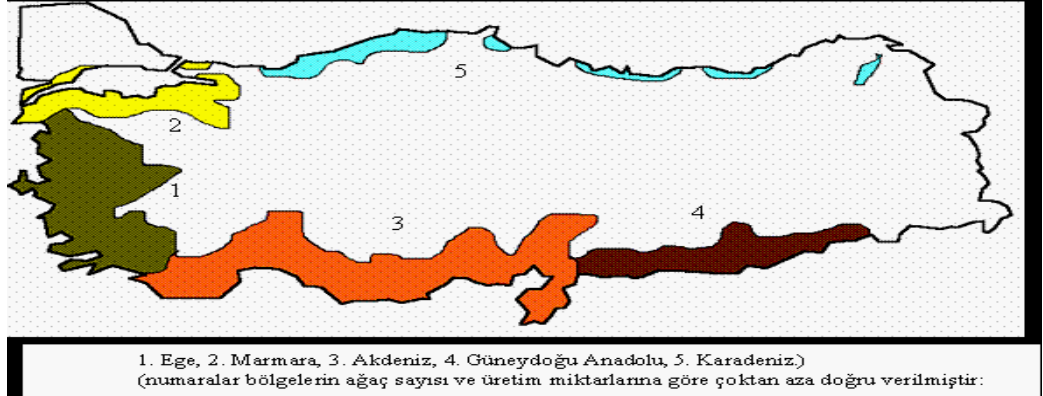
Zeytinin anavatanı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni içine alan Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya'dır. Günümüzde zeytin bitkisinin anavatanı olarak Mardin, Hatay, Suriye, Filistin ve Kıbrıs adasını içine alan bölge kabul görmektedir (Anonim, 2019). Zeytinin dünyaya yayılması ise Güneydoğu Anadolu, Batı Anadolu, Ege Adaları ve Yunanistan-İtalya-Fransa-İspanya şeklinde olmuştur (Anonim, 2016).

Dünyada zeytin üretiminin yapıldığı alanların %98'i kuzeyde, İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Fas, Fransa, Tunus ve Cezayir ülkelerinde yer almaktadır (Tokuşoğlu, 2016). Ana zeytin üreticisi konumunda olan ülkeler olan İspanya, Mısır, Türkiye, Cezayir, İtalya, Yunanistan ve Portekiz'in 2022/2023 sezonunda sofralık zeytin üretimleri 2.2 milyon tonu aşmıştır. Uluslararası Zeytin Konseyi (International Olive Council-IOC) verilerine göre de 1990-2024 yılları arasında dünyanın en büyük sofralık zeytin üreticisi konumunda olan ülke %22.47 ile İspanya'dır. Ülkemiz ise Mısır'dan sonra %14.04 ile üçüncü sırada yer almaktadır (Çizelge 2.1) (Anonim, 2024). IOC verilerine göre son yıllarda İspanya'da sofralık zeytin üretiminde düşüş, Mısır ve Türkiye'de ise artış olduğu görülmektedir. Bu durumun küresel ısınmaya bağlı olarak iklimsel değişimlerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 2. 1 1990-2024 Yılları arasında dünya sofralık zeytin üretimi (bin ton)
(Anonim, 2024)

Ülkeler	Toplam	Payı (%)
İspanya	15283.2	22.47
Mısır	10628	15.62
Türkiye	9550.5	14.04
Yunanistan	4531.5	6.66
Cezayir	4455	6.55
Suriye	3928	5.77
Fas	3463	5.09
ABD	2563	3.76
İtalya	2216.8	3.27
Portekiz	511	0.78
Diğer Ülkeler	10881.3	15.99
Toplam	68011.3	%100

Ülkemizde Aydın, İzmir, Muğla, Balıkesir, Bursa, Manisa, Çanakkale, Gaziantep ve Mersin önemli zeytin üretimi yapılan illerimizdir. Ege, Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ise önemli zeytin üretimi yapan bölgelerimizdir (Anonim, 2019). Ülkemizde Edremit (Ayvalık), Gemlik, Domat, Memecik, Büyük Topak Ulak, Edincik Su, Eğriburun, Çakır, Çekişte, Çelebi, Erkence, Halhalı, İzmir Sofralık, Yağ Çelebi, Kalembezi, Saurani, Çilli, Sarı Ulak, Manzanilla, Kan Çelebi, Memeli, Karamürsel Su, Sarı Haşeri, Nizip Yağlık, Samanlı, Uslu zeytin çeşitleri yetişmektedir. En geniş alanda tarımı yapılan zeytin çeşidimiz “Gemlik” türü zeytindir. Diğer ülkelerde yetiştirilen sofralık zeytin çeşitlerine İspanya’da Gordal (Sevillano), Manzanillo, Morona, Hojblanca, Cacerena, Verdial, Picual, Lechin (Lechin De Sevilla), Rapazalla, Alorena; Yunanistan’da Conservolea, Kalamata (Nychati Kalamon), Chalkidiki, Megaritici, Kothreici, Karydolea, Thrubolea; Amerika Birleşik Devletleri’nde Manzanillo, Mission, Arbequina; İtalya’da Ascolana, Grossa Di Spagna, Nocellera, Sant’agostino, Nocellara De Bellice, Fas’ta Picholine Marocaine (Zitoun); Portekiz’de Carrasquenha, Rodendil, Galega Vulgar, Cordovil, Bical, Negrina, Verdial, Gordal ve Manzanilla Dos Hermanos; Arjantin’de; Arauco (Criolla), Empeltre; Fransa’da Picholine zeytin çeşitleri örnek olarak verilebilir (Tokuşoğlu, 2016).



Şekil 2.1 Ülkemizde zeytin üretim alanları
(Anonim, 2024)

Dünya sofralık zeytin ihracatında 1990-2024 yılları arasında lider konumunda olan ülke %31.20'lik bir oranla İspanya olmuştur. Ülkemiz %11.20'lik bir oranla dünya sofralık zeytin ihracatında 3.sırada bulunmaktadır (Çizelge 2.2) (Anonim, 2024).

Çizelge 2. 2 1990-2024 Yılları Arasında Dünya Sofralık Zeytin İhracatı (bin ton)
(Anonim, 2024)

Ülkeler	Toplam (bin ton)	Pay (%)
İspanya	5389.9	31.20
Fas	2381	13.78
Türkiye	1936.5	11.20
Mısır	1894	10.96
Arjantin	1708.5	9.88
Yunanistan	1651.1	9.55
Peru	511.5	2.96
Suriye	343.5	1.99
Portekiz	326.6	1.90
İtalya	191.4	1.11
Diğer Ülkeler	955.5	5.47
Toplam	17289.5	100

Uluslararası Zeytin Konseyi (IOC) verilerine göre 1990-2024 yılları arasındaki sofralık zeytin ithalatında %24.92'lik oran ile birinci sıradaki ülke Amerika Birleşik Devletleri olmuştur.

2.2 Ham Gemlik Çeşidi Sofralık Yeşil ve Siyah Zeytinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Gemlik zeytini Bursa Gemlik, İznik, Orhangazi bölgesinde yetişen ve Türk Patent Enstitüsünce Coğrafi Tescil İşareti almış bir zeytin çeşidimizdir. Gemlik zeytini ince kabuklu ve etine yapışık, meyve etinin kalınlığı fazla, çekirdeği küçük, yuvarlakça ve üstü pürüzsüzdür ve aromatik özelliktedir (Tokuşoğlu, 2016). Meyveleri orta büyüklükte (3.72 gram), yağ ve et/çekirdek oranı sırasıyla %29.98 ve %85.86 dolaylarındadır (Seyran, 2009). Genellikle sofralık siyah zeytin ve yağlık zeytin olarak değerlendirilmektedir (Kutlu ve Şen, 2011). Zeytin meyvelerinin çeşidi, sulama, gübreleme gibi bakım işlemleri, yetiştiği yörenin iklim koşulları ve olgunluk indeksi sofralık zeytin kalitesi üzerine etki eden önemli kriterlerdir (Seyran, 2009).

Gemlik zeytin çeşidi meyve ağaçlarında kimyasal uygulama ile seyreltme işleminin yapıldığı bir çalışmada ilaçlamanın zeytin meyvelerinin kalitesi ve özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonunda ilaçlamanın verimi artırdığı ve buna bağlı olarak meyve ebatının küçülmesine neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada ilaçlama işleminin olgunluk indeksini azalttığı (%32) ve yağ oranını (%48) artırdığı belirlenmiştir (Çiğdem, 2014).

Yapılan bir çalışmada 2021 ve 2022 yıllarında Hatay Hassa ilçesinden hasat edilen 9 farklı zeytin çeşidinin (Arbequine, As Topakaşı, Ayvalık, Domat, Frantoio, Gemlik-21, Girit Zeytini, Manzanilla, Uslu) fenolik ve pomolojik özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre Gemlik-21 zeytinin 2021 hasat yılı için meyve eti/çekirdek oranı % 4.28 olarak tespit edilmiştir. 2022 hasat yılı için Gemlik-21 zeytininin meyve eti/çekirdek oranı %5.40 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca incelenen Gemlik zeytinlerinin meyve şeklinin oval ve meyve iriliğinin orta boyutta olduğu gözlenmiştir (Tunç ve Yılmaz, 2023).

Yapılan bir başka çalışmada Çanakkale Ecebat ilçesinde yetiştirilen Arbequina, Ayvalık ve Gemlik zeytin çeşitlerinin pomolojik özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda Gemlik zeytin çeşidinin meyve/et oranı ve olgunluk indeksi sırasıyla %86.34 ve 5.22 olarak tespit edilmiştir. Meyve/et oranı en yüksek Gemlik zeytininde tespit edilmiştir (Şahin ve Şeker, 2022).

Seyran (2009) tarafından yapılan çalışmada Gemlik zeytinin meyve tutumundan başlayarak belli dönemlerdeki yağ oranı, nem içeriği, meyve eti oranı ve olgunluk indeksi sırasıyla %0.51-23.30, %49.65-59.28, %70.89-77.85 ve 1.48-6.63 olarak saptanmıştır.

Farklı hasat dönemlerinin Gemlik zeytin meyvelerinin meyve ve yağ kalitesi üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada zeytinler Gülpınar (Alaşehir/Manisa) beldesinde bulunan zeytinlikten dört farklı hasat dönemi olacak şekilde 2006 ve 2007 yıllarında hasat edilmiştir. Elde edilen verilere göre 2006 ve 2007 yıllarında hasat edilen zeytinlerin olgunluk indekslerinin sırasıyla ~2.4-4.27 ve ~1.7-4.27 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Meyvelerin et/çekirdek oranı 2006 yılında %5.29-5.50 ve 2007 yılında %3.11-5.40 aralığında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Nem oranı ise 2006-2007 yıllarına göre sırasıyla %49.10-50.67 ve %46.90-50.38 değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Zeytin meyvelerinin yağ oranı nem oranına ters orantılı olacak şekilde artış göstererek ilk hasatta %9.95 (kuru ağırlık) olan yağ oranı %26.82 olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda hasat yılının ve hasat zamanının meyve ve yağ kalitesini etkilediği gözlenmiştir (Kutlu ve Şen, 2011).

Dondurma yönteminin Gemlik çeşidi sofralık zeytininin acılığının giderilmesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ham zeytin meyvelerinin kg'daki dane sayısı 380-400 adet, meyve et/çekirdek oranı 2.58-2.87, toplam kuru madde miktarı %66.38-66.46, yağ oranı %37.64-37.80, toplam şeker oranı %1.477-1.717, pH 5.11-5.27 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda dondurma yönteminin zeytin meyvelerinin acılığının giderilmesinde olumlu etki sağladığı gözlenmiştir (Kayguloğlu,2018).

Yapılan bir çalışmada Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin olgunluk düzeyi 4.7-5.59 arasında tespit edilmiştir. Gemlik zeytinlerinin hasat edildiği bölgenin ve yılın olgunluk

indeksi değerlerini etkilediği gözlenmiştir. Sofralık zeytin üretiminde önemli bir kalite parametresi de meyve et/çekirdek oranıdır. Sofralık zeytin üretiminde kullanılacak olan zeytin meyvelerinin et/çekirdek oranının 4 ve üzeri olması beklenmektedir. Bu çalışmada zeytin meyvelerinin et/çekirdek oranı 3.42-4.02 aralığında bulunmuştur. Zeytin meyvelerinin kuru madde miktarı üzerine hasat yılı oldukça etkili olduğu gözlenmiştir (Keceli ve ark., 2024).

Salamura zeytin fermentasyonu ile üretilen Gemlik yeşil sofralık zeytinlerin renk değerlerindeki değişimler taze meyvelerde L*:41.14, a*:0.52, b*:8.53, C:8.54 ve H:86.50 iken fermente meyvelerde L*:44.93, a*:3.37, b*:17.98, C: 18.29 ve H:79.37 olarak belirlenmiştir. Fermentasyon ile birlikte meyvelerin berraklık, parlaklık ve yeşil rengin arttığı gözlenmiştir. Renk değerlerindeki değişim fermentasyona bağlı olarak renk pigmentlerinde meydana gelen dönüşüme ve fenolik bileşiklerin oksidasyonuna bağlı olarak gerçekleşmiştir (Bekmez, 2019).

Gemlik  eşidi siyah sofralık zeytinlerin iki farklı yöntemle (doğal ve alkali) işlendiği çalışmada ham meyvenin sertliği 5.95 kg/F belirlenmiştir. Doğal yöntem (7.70 kg/F) ve alkali (6.85 kg/F) ile işlenen zeytin meyvelerinin en yüksek sertlik değerleri üçüncü ayda saptanmış olup ilerleyen aylarda azalmaya geçtiği gözlenmiştir. Ham zeytinde kuru madde miktarı %58.06 iken 9. ayda doğal ve alkali yöntemle işlenen zeytin meyvelerinin kuru madde miktarı sırasıyla %56.73 ve %50.22 olarak belirlenmiştir. Kuru maddedeki azalmanın fermentasyon süresince salamura ya geçmesinden kaynaklı olduğu yorumlanmıştır (Ummak Meral, 2019).

2.3 Sofralık Zeytin  retim Teknikleri

Zeytin meyvesindeki acılık veren bir bileşen olan oleuropeinin uzaklaştırılması veya kabul edilebilir bir düzeye indirgenmesi amacıyla sofralık zeytin üretiminde dünya genelinde farklı teknikler uygulanmaktadır.

Ülkemizde sofralık zeytinler genel olarak %70-85 siyah ve %15-30 yeşil ve renk dönüşümlü zeytinlerdir. Sofralık zeytinler tüketimden önce birtakım işlemlerden

geçirilerek işlenmiş ve işlenmemiş sofralık zeytinler olarak gruplandırılmaktadır. İşlenmiş sofralık zeytinler; alkali ile muamale edildikten sonra oksidasyon ile zeytinlerin karartılması, uygun kurutma teknikleri ile zeytinden suyun uzaklaştırılması veya salamura ile fermantasyon yöntemiyle hazırlanırlar. İşlenmemiş zeytinler, alkali işlemi uygulanmadan tam veya kısmi fermantasyona tabi tutulmak üzere zeytinlerin salamura edilmesi, sele olarak da bilinen kuru tuzda salamura edilmesi veya uygun kurutma teknikleriyle zeytinin suyunun uzaklaştırılması yöntemleriyle işlenir. Ülkemizde sofralık zeytin üretimi için tercih edilen başlıca işleme yöntemleri, işlenmemiş salamura zeytin, Gemlik usulü, kuru tuzlu siyah zeytin, alkali ile işlenmiş yeşil zeytin, kırık ve çizik yeşil zeytinlerdir (Erten ve ark., 2015). Dünya genelinde zeytin çeşidine göre tercih edilen işleme yöntemi de değişmektedir. Çizelge 2. 3'te dünya genelinde tercih edilen sofralık zeytin işleme yöntemleri ve zeytin çeşitleri gösterilmiştir (Kailis ve Harris, 2007).

Çizelge 2. 3 Zeytin işleme yöntemleri ve önerilen çeşitler
(Kailis ve Harris, 2007)

İşleme yöntemi / stili	Önerilen çeşitler
Sofralık Yeşil Zeytin	
Tuzlu suda işlenmemiş	<i>Conservolea, Chalchidikis, Manzanilla, Hojiblanca, Barouni, Picual, Verdale</i>
İspanyol tarzı yeşil (Alkali ile muamele edilmiş)	<i>Manzanilla, Hojiblanca, Sevillana</i>
Değişen Renkteki Sofralık zeytin	
Ligurya zeytini	<i>Taggiasca veya Frantoio</i>
Salamura Yunan tarzı	<i>Jumbo Kalamata, Verdale</i>
Sofralık Siyah Zeytin	
Salamurada doğal olarak olgunlaşan (Salamurada işlenmez)	<i>Conservolea, Frantoio, Leccino, Ascolana, Picual</i>
Kalamata tarzı	<i>Kalamata, Hojiblanca, Leccino</i>
Kaliforniya / İspanyol tarzı (Alkali ile işlenmiş)	<i>Manzanilla, Californian Mission, Hojiblanca</i>
Tuzla kurutulmuş	<i>Thrubolea, Manzanilla, Frantoio, Kalamata, Leccino</i>
Isıyla kurutulmuş	<i>Manzanilla, UC13A6, Kalamata, Leccino</i>
Özel ürünler	
Marine edilmiş	Her çeşitten işlenmiş yeşil / siyah zeytin
Çekirdeği Çıkarılmış-Doldurulmuş	<i>Manzanilla, Sevillana</i>
Ezme ve Ançuezli zeytin ezmesi	Her çeşitten çekirdeği çıkarılmış işlenmiş yeşil veya siyah zeytin

2.4 Sofralık Zeytin Fermantasyonun Önemi

Zeytin hasat edildikten sonra tüketilebilmesi için fermantasyon işlemi gereklidir ve bu sayede uygun duyuşsal ve biyokimyasal özelliklere sahip sofralık zeytin üretilebilir (Kaltza ve ark., 2015).

Sofralık zeytin üretiminde mikroorganizmalar önemli rol oynarlar. Zeytinin doğal florasında çok sayıda mikroorganizma türü bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar (*Enterobacteriaceae*, LAB ve mayalar en göze çarpan mikroorganizmalardır) zeytin fermantasyonunda son ürün kalitesi üzerinde oldukça etkilidirler (Bautista-Gallego ve ark., 2011).

Fermantasyonun başlangıç kısmı olan ilk aşamada ortamda bulunan mikroflora mayalar, küfler, LAB ve aerobik Gram negatif bakterilerden *Enterobacter*, *Enterococcus*, *Escherichia* ve *Citrobacter* cinslerine ait türlerden meydana gelmektedir (Erten ve ark., 2015). Fermantasyonun ilerleyen aşamalarında laktik asit bakterilerinin aktiviteleri sonucunda ortam asitliğinin artış göstermesi sonucunda pH değeri düşer. Fermantasyon esnasında üretilen organik asitler ve salamuraya ilave edilen tuzun uzun süre muamelesi sonucunda bir sinerjistik etki meydana gelir. Bu sinerjistik etki sonucunda fermantasyonun başlangıç aşamasında baskın olan Gram negatif bakteriler inhibe olurlar ve ortamda LAB ve mayalar baskın konuma geçerler (Tokuşoğlu, 2016).

Ayrıca fermantasyon süresince üretilen organik asitlerin yanı sıra LAB tarafından üretilen bakteriyosinler bozulma etmeni ve patojen özellikteki istenmeyen mikrobiyal floranın gelişmesini engelleyerek gıda güvenliği açısından sofralık zeytinin daha güvenli olmasına katkı sağlar (Hurtado ve ark., 2012; Zago ve ark., 2013).

Zeytinde bulunan oleuropein enzimatik, alkali veya tuz ile muamele gibi yöntemlerin dışında mikrobiyal yöntemler ile de uzaklaştırılabilmektedir. Mikrobiyal yöntemde, oleuropein, fermantasyonda rol oynayan LAB ve mayaların salgıladıkları enzimler (β -glukozidaz ve esteraz) vasıtasıyla acı olmayan elenoik asit ve hidroksitirosol moleküllerine hidrolize edilir (Boskou ve ark., 2015).

Sofralık zeytin fermantasyonunda mayalar, son ürünün organoleptik özelliklerini geliştirerek duyuşal yönden iyi kalitede ürün üretilmesinde etkin rol oynarlar. Ayrıca fenolik bileşiklerin biyolojik olarak parçalanmasını ve LAB'nin büyümesini sağlarlar. Ürettikleri antimikrobiyal metabolitler vasıtasıyla patojen mikroorganizmalara karşı öldürücü etki göstererek gıda güvenliği açısından güvenli ürün üretilmesinde önemli rol oynarlar (Nisiotou ve ark., 2010).

Sonuç olarak; sofralık zeytin fermantasyonunun temel amacı, zeytinin organoleptik özelliklerini geliştirerek ve koruyucu bir etki sağlayarak raf ömrü uzun ve gıda güvenliği açısından kaliteli bir ürün üretimini sağlamaktır. Ayrıca meyvenin lezzetli olması için doğal acılığın giderilmesi de gerekmektedir (Chranioti ve ark., 2018).

2.5 Sofralık Zeytin Üretiminde Uygulanan İşlemlere ve Fermantasyon Koşullarına Bağlı Üretim Sorunları

Sofralık zeytin fermantasyonunda salamuranın tuz konsantrasyonu, fermantasyonda görev alan mikroorganizma popülasyonunu etkileyen önemli bir faktördür. LAB'nin gelişebildiği optimum tuz konsantrasyonunun %9 olduğu bildirilmiştir (Erten ve ark., 2015). Bu oran geleneksel yöntemle üretilen zeytin fermantasyonunda %12-14 aralığındadır. Geleneksel yöntemdeki tuz konsantrasyonu sonucunda zeytinler aşırı tuzlu olmakta ve zeytine özgü olan aroma tuz tarafından maskelenmektedir (Özay ve ark., 1994). Ayrıca yüksek tuz konsantrasyonu ortamda istenmeyen mikroorganizmaların yanı sıra fermantasyonda rol alan mikroorganizmalar üzerine de inhibitör etki göstermektedir. Bu durum fermantasyonun yavaşlamasına veya durmasına neden olmaktadır.

Yapılan bir başka çalışmada, sofralık zeytin üretiminde salamuralarda Archaea tespit edilmiştir. Yüksek tuz konsantrasyonu (%10) ve düşük pH gibi koşulların varlığı halofilik Archaea'ların yaygınlığına izin verebilir. Halofilik arkealar, jelatinaz, proteaz ve lipaz üretimi sonucunda peynir, salça, zeytin, et ve balık gibi gıdaların kalitesini düşürebilmektedir (Abriouel ve ark., 2011).

Zeytin meyvesinin içeriğinde bulunan şekerler fermantasyonda görev alan mikroorganizmalar için karbon kaynağı teşkil etmektedir. Zeytindeki acılık maddesini

veren bileşimin uzaklaştırılması amacıyla alkali ile muamele ve yıkama aşamalarında şeker içeriği azalmaktadır. Dolayısıyla fermantasyon süreci istenilenin dışında seyreder. Buna bağlı olarak da asitlik düşük seviyelerde kalır (Chranioti ve ark., 2018). Sonuç olarak sofralık zeytin fermantasyonunda bozulma etmeni ve patojen özellikteki mikroorganizmalar gelişerek ürün bozulur. Ürünün bozulması durumunda da ekonomik kayıp meydana gelir.

Zeytinlerin alkali ile muamelesi, yıkama ve salamura gibi bir dizi işlemlere bağlı olarak zeytinlerde fenolik bileşiklerin miktarlarında azalma meydana gelmektedir. Doğal olarak işlenen zeytinlerde fenolik bileşiklerdeki kayıp alkali ile muamele edilerek üretilen sofralık zeytinlere göre oldukça azdır. Fenolik bileşikler zeytinin tadına, dokusuna ve rengine olduğu kadar antioksidan kapasitesine de katkıda bulunur (Chranioti ve ark., 2018). Polifenollerin salamuraya geçmesi sonucu LAB'nin gelişimi yavaşlamakta ve buna bağlı olarak da fermantasyon hızı yavaşlamaktadır (Kailis ve Kiritsakis, 2017). Fenolik bileşik kaybı son üründe arzu edilen duyusal özelliklerin elde edilememesine de neden olur.

Yapılan bir çalışmaya göre alkali ile işlenmiş zeytinler acılıktan yoksun iken, doğal olarak işlenmiş zeytinlere kıyasla oldukça düşük mikrobiyal popülasyon, daha yüksek meyve pH değeri ve daha düşük yoğunlukta meyve fenoller ve antioksidan kapasite göstermiştir (Chranioti ve ark., 2018).

Tankta gerçekleştirilen spontan sofralık zeytin fermantasyonunda, tank kapağı açık bırakılırsa veya tankın üst kısmında hava kalırsa oksidatif mayalar ve küfler salamura yüzeyinde gelişerek zeytinin bozulmasına neden olabilmektedir (Kailis ve Kiritsakis, 2017). Doğal olarak gerçekleştirilen fermantasyon kontrolsüz olması ve uzun sürmesi sebebi ile değişken duyusal özelliklere sahip, düşük kaliteli ürünlere yol açabilmektedir (Boskou ve ark., 2015).

Spontan fermantasyon zeytin meyvelerinin yüzeyinde bulunan doğal mikroflora ile gerçekleşmektedir. Spontan fermantasyonlarda meydana gelebilecek herhangi bir sapma istenmeyen suşların gelişmesi ve dolayısıyla arzu edilmeyen metabolitlerin oluşması

sonucunda kusurlu bir ürünün üretilmesine neden olabileceği için starter kültür kullanılarak gerçekleştirilen fermantasyonlara kıyasla daha fazla dezavantaja sahiptir (Bonatsou ve ark., 2017).

2.6 Sofralık Zeytin Fermantasyonu

2.6.1 Spontan fermantasyon

Ham zeytin meyvesinin kabuğunda bulunan doğal mikroflora spontan fermantasyonda önemli rol oynar. Yeşil-olgun, değişen renkteki veya doğal siyah-olgun zeytinlerin tümü genellikle aerobik koşullar altında 25°C'de %4-10 NaCl konsantrasyonlarında doğal olarak fermente edilebilirler. Fermantasyonda en etkin mikroorganizmalar *Enterobacteriaceae*, LAB ve mayalardır. Fakat başka mikroorganizma türleri de bulunabilir (Kailis ve Kiritsakis, 2017). Spontan fermantasyondaki mikrofloranın tespiti amacıyla birtakım çalışmalar yapılmıştır.

İtalya'nın üç bölgesinden (Apulia, Sicily ve Lazio) 6 farklı yerel üreticilerden elde edilen doğal olarak fermente edilmiş altı sofralık zeytin türünün (*Itrana Bianca*, *Itrana nera*, *Peranzana*, *Nocellara de Belice*, *Cellina Di Nardò* ve *Bella di Cerigno*) fermantasyonunda yer alan bakteri türlerini tanımlamak amacıyla kültüre bağımlı ve kültürden bağımsız yaklaşımlar uygulanmıştır. Zeytinler fabrikada doğal olarak fermente edilmiş ve piyasaya sürmeye hazır olduklarında örneklenmiştir. Bakteriyel tanımlamada *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Enterococcus durans*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus pentosus* türleri tespit edilmiştir. Baskın türün *Lactobacillus pentosus* olduğu görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada farklı tuz konsantrasyonlarında (%6, %8 ve %10 NaCl) yaşayabilen laktik asit bakteri tür sayıları tespit edilmiştir (Tofalo ve ark., 2014).

Yeşil sofralık zeytin fermantasyonlarında maya biyo-çeşitliliğini tespit amacıyla yapılan bir çalışmada, İspanya'nın Malaga ve Seville eyaletlerinde starter kültür kullanmadan doğrudan veya İspanyol zeytin üretim tekniği ile üretim yapan 3 fabrikadan elde edilen *Aloreña*, *Gordal* ve *Manzanilla* zeytin çeşitleri kullanılmıştır. Doğrudan salamura

yöntemi ile işlenen *Aloreña* zeytinlerinde salamuradan izole edilen *Candida diddensiae*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Pichia membranifaciens* en bol bulunan maya türleri iken *Gordal* ve *Manzanilla* çeşitlerinde ise *Candida tropicalis*, *Pichia galeiformis* ve *Wickerhamomyces anomalus* maya türlerinin olduğu tespit edilmiştir. İspanyol tarzına göre işlenmiş *Gordal* ve *Manzanilla* yeşil zeytinlerinde baskın maya türleri *Debaryomyces etchellsii*, *Candida tropicalis*, *Pichia galeiformis* ve *Kluyveromyces lactis* olduğu gözlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre bazı maya türlerinin zeytin fermantasyonunda starter veya yardımcı kültür olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Bautista-Gallego ve ark., 2011).

Akhisar ve İznik yörelerinden hasat edilen Gemlik tipi siyah sofralık zeytinlerdeki maya popülasyonunun belirlenmeye çalışıldığı bir çalışmada zeytinler doğal fermantasyona tabi tutulmuştur. Fermantasyon sonucunda Akhisar Gemlik zeytin salamurasının pH değeri 2 ayda 5.00'ten 4.53'e düşerken tuz konsantrasyonu %8.72-16.75 (m/v) arasında değişmiştir. İznik Gemlik zeytin salamurasının pH değeri 46 gün içinde 5.12'den 4.55'e düştüğü gözlenirken salamuranın tuz konsantrasyonunun %6.28-14.8 (m/v) arasında değiştiği gözlenmiştir. Fermantasyon sonucunda zeytin salamuralarından elde edilen izolatların Restriction Fragment Length Polymorphism-Polymerase Chain Reaction (RFLP-PCR) ile tür düzeyinde tanımlanması sonucunda *Candida mycetangi*, *Candida hellenica*, *Candida membranaefaciens*, *Candida famata*, *Candida pelliculosa*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Zygosaccharomyces mrakii* türlerine ait mayalar olduğu gözlenmiştir. DNA dizilimi ile tanımlanan suşların *Aureobasidium pullulans*, *Kloeckera apiculata* ve *Cryptococcus saitoi* türlerine ait mayalar olduğu tespit edilmiştir. En sık görülen maya türlerinin *Candida famata* ve *Candida pelliculosa* olduğu tespit edilmiştir (Mujdeci ve ark., 2018).

Türkiye'nin Çukurova Bölgesi'ndeki üç ilçede (Serinyol, Tarsus ve Bahçe) tarımı yapılan Gemlik türü zeytinlerden üretilen doğal fermente siyah zeytinin, maya çeşitliliğinin araştırıldığı bir çalışmada zeytinler 3 farklı tuz konsantrasyonunda (%10 NaCl, %8 NaCl ve %8 NaCl + %0.5 glikoz) 180 gün boyunca fermantasyon işlemine tabi tutulmuştur. %10 ve %8 NaCl içeren salamuraların tuz oranı fermantasyon boyunca başlangıç seviyesinde tutulmuştur. Çalışma sonunda *Candida boidinii*, *Wickerhamomyces*

anomalus, *Saccharomyces* sp., *Candida aaseri*, *Meyerozyma* sp., *Zygoascus hellenicus*, *Pichia kudriavzevii*, *Schwanniomyces etchellsii* ve *Yamadazyma* sp., olmak üzere 8 cins ve 9 tür maya tanımlanmıştır. Fermantasyon süresince en baskın maya türlerinin *Candida boidinii*, *Wickerhamomyces anomalus* ve *Saccharomyces* sp. olduğu gözlenmiştir. Tarsus ve Bahçe ilçelerinde *Candida boidinii* ve Serinyol ilçesinde *Saccharomyces* türleri en çok tespit edilen maya türleri olmuştur. Ayrıca %10 NaCl içeren salamuralarda *Wickerhamomyces anomalus*, %8 NaCl ve %8 NaCl + %0.5 glikoz içeren salamuralarda *Candida boidinii* en baskın maya türleri olarak belirlenmiştir. Fermantasyonun sonunda salamuraların asitlik düzeyi 1.04-8.1 g/L aralığında belirlenmiştir (Leventdurur ve ark., 2016).

İspanya Málaga'dan dört işletmede doğal olarak fermente edilen (ortam sıcaklığında fiçilerde ve büyük tanklarda fermantasyon) *Aloreña* yeşil sofralık zeytinlerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin (*Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Leuconostoc*) karakterizasyonunun tespit edilmesine yönelik çalışmada *Lactobacillus pentosus*, *Pediococcus parvulus* ve *Leuconostoc pseudomesenteroides* türleri tanımlanmıştır. *Lactobacillus pentosus* ve *Leuconostoc pseudomesenteroides* izolatlarının çoğu pH değerini 3.8'e kadar düşürerek yüksek asitlendirme kapasitesi göstermiştir (Abriouel ve ark., 2012).

Negrinha de Freixo yeşil sofralık zeytin türünün başlangıç tuz oranı %7 ve laktik asit ilavesi ile pH değeri 4'e ayarlanan salamurada oda sıcaklığında gerçekleştirilen spontan fermantasyonunda rol oynayan maya popülasyonu ve dinamikleri hem salamura hem de zeytin meyvesinde araştırılmıştır. Fermantasyon süresince *Rhodotorula glutinis*, *Pichia guilliermondii*, *Rhodotorula graminis*, *Candida norvegica*, *Galactomyces reessii*, *Candida boindini*, *Debaromyces hansenii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia membranifaciens*, *Candida tropicalis* ve *Pichia manshurica* maya türleri izole edilmiştir. Fermantasyon boyunca en sık tespit edilen maya türünün ise *Saccharomyces cerevisiae* olduğu ve bunu *Candida tropicalis*, *Pichia membranifaciens* ve *Candida boindini* maya türlerinin izlediği gözlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada *Galactomyces reessii* sofralık zeytinlerde ilk kez tanımlanmıştır (Pereira ve ark., 2015).

İtalya'nın üç farklı bölgesinden (Apulia, Sicilya ve Lazio) altı farklı geleneksel üreticiden elde edilen doğal fermantasyon yoluyla üretilmiş (%6-10 NaCl'de) altı farklı sofralık zeytin çeşidinin (*Itrana bianca*, *Itrana nera*, *Peranzana*, *Nocellara del Belice*, *Cellina di Nardò* ve *Bella di Cerignola*) maya ekolojisinin tespit edildiği bir başka çalışma sonucunda tüm zeytin çeşitlerinde *Saccharomyces cerevisiae*'nin mevcut olduğu ve diğer maya türlerinin ise *Pichia galeiformis*, *Candida boidinii*, *Wicheramomyces anolamus* ve *Candida ishivadae* olduğu gözlenmiştir (Tofalo ve ark., 2013).

Laktik asit ve HCl ile asitlendirilen, tuz oranı %10-11 olarak ayarlanan herhangi bir starter kültür kullanılmadan İspanyol tarzı yeşil zeytin fermantasyonu ile işlenen *Manzanilla* zeytin türlerinin mikrobiyal dinamiklerinin araştırıldığı bir çalışmada baskın türün *Lactobacillus pentosus* olduğu gözlenmiştir. *Lactobacillus pentosus*'un dışında toplamda 15 laktik asit bakterisi izole edilmiştir. Bu çalışmada tanımlanan, *Weissella paramesenteroides/hellenica*, *Pediococcus parvulus*, *Enterococcus saccharolyticus*, *Lactobacillus rhamnosus* ve *Sporolactobacillus inulis/terrae* daha önce İspanyol tarzı sofralık zeytin fermantasyonlarında tanımlanmamıştır. *Sporolactobacillus inulinus/terrae* ve *Enterococcus saccharolyticus* daha önce herhangi bir zeytin preparatında örnek olarak verilmemiştir. *Enterococcus casseliflavus* ve *Enterococcus saccharolyticus*, fermantasyonun başlangıç aşamasında gözlenmiştir. Mayalardan ise *Saccharomyces cerevisiae* ve *Candida thaimueangensis*'in hâkim olduğu gözlenmiştir. *Candida butyri/asseri* ve *Rhodotorula mucilaginosa* türleri İspanyol tarzı zeytin preparatlarında daha önce tanımlanmamıştır. *Saturnispora mendoncae* ise ilk kez bir sofralık zeytin preparatından izole edilmiştir (Lucena-Padrós ve ark., 2014).

İspanyol tarzı yeşil zeytin fermantasyonlarında halofilik ve alkalifilik bakterilerin varlığının doğrulanması üzerine yapılan bir çalışmada zeytinler starter kültür kullanılmadan üretilmiştir. Çalışma sonunda *Aerococcus* sp., *Alkalibacterium* sp., *Amphibacillus tropicus*, *Catenococcus thiocycli*, *Enterococcus olivae*, *Halolactobacillus* sp., *Halomonas mongoliensis*, *Marinilactobacillus* sp., *Matronobacillus azotifigens*, *Streptohalobacillus salinus*, *Vibrio* sp. olmak üzere 11 cinse ait 13 bakteri türü tanımlanmıştır. Tanımlanan türler arasında halofilik (*Alkalibacterium*,

Marinilactobacillus ve *Halolactobacillus*) ve alkalifilik laktik asit bakterilerinin yüksek sayıda olduğu gözlenmiştir (Lucena-Padrós ve Ruiz-Barba 2016).

Bleve ve ark., (2015) tarafından yapılan çalışmada *Conservolea* ve *Kalamata* sofralık zeytin türlerinin pilot ölçekli fermantasyonlarında rol alan mikroorganizmaların profilleri incelenmiştir. Zeytinler %8 tuz konsantrasyonunda ortam sıcaklığında (8-30 °C) 180 günlük bir fermantasyona tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda “Genel Olarak Güvenli Tanınan” (GRASS) maya türleri; *Conservolea* zeytinlerinde *Debaryomyces hansenii* ve *Pichia anomala*, *Kalamata* zeytinlerinde ise *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia anomala*, *Debaryomyces hansenii*, *Pichia membranifaciens* ve *Guehomyces pullulans* (GRASS olmayan) maya türleri tespit edilmiştir. Ayrıca, *Conservolea* zeytinlerinde *Lactobacillus plantarum* ve *Acetobacter tropicalis* bakteri türleri tespit edilirken, *Kalamata* zeytin türlerinde *Leuconostoc mesenteroides* ve *Lactobacillus plantarum* bakteri türleri tespit edilmiştir.

İspanyol tarzı yeşil zeytin ve doğrudan salamura (doğal) zeytin üretimi yapan işletmelerden elde edilen *Alorena*, *Manzanilla* ve *Gordal* türü sofralık zeytinlerin biyofilmlerinde bulunan ve sofralık zeytin üretiminde starter kültür olarak kullanılabilecek laktik asit bakteri suşlarının tespit edilmesine yönelik yapılan çalışmada *Lactobacillus pentosus* ve *Lactobacillus plantarum* türlerine ait suşların baskın olduğu gözlenmiştir (Benítez-Cabello ve ark., 2019).

İtalya’nın Sardunya adasında yetiştirilen ve spontan fermantasyon yöntemi ile üretilen *Bosana* sofralık siyah zeytinlerin salamuralarından izole edilen 72 maya izolatının tanımlandığı çalışmada baskın maya türünün *Wickerhamomyces anomalus* ve *Nakazawaea molendini-olei* olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca daha düşük oranlarda *Candida diddensiae*, *Candida boidinii*, *Zygorhiza mraii* ve *Saccharomyces cerevisiae* türlerinin mevcut olduğu da gözlenmiştir (Porru ve ark., 2018).

Yapılan bir çalışmada İspanyol tarzı üretim tekniği ile endüstriyel olarak üretilen *Gordal* ve *Manzanilla* sofralık zeytinlerin spontan fermantasyonunda baskın olan bakteri türleri tanımlanmıştır. *Vibrio vulgarius*, *Lactobacillus plantarum* spp. ve *Lactobacillus*

parafarraginis her iki zeytin çeşidinde de tanımlanmıştır. *Lactobacillus sanfranciensis* ve *Halolactobacillus halophilus* sadece *Gordal* türü zeytin örneklerinde, *Staphylococcus* sp. yalnızca *Manzanilla* türü zeytin fermantasyonlarının başlangıç aşamasında tespit edilmiştir. Ayrıca salamuranın hazırlanmasında kullanılan katı deniz tuzlarındaki bakteri türleri de tanımlanmış ve fermantasyon süresince tespit edilmeyen *Bacillus*, *Staphylococcus* ve *Enterococcus* türlerinin varlığı tespit edilmiştir (Benítez-Cabello ve ark., 2016).

Sidari ve ark., (2019) tarafından yapılan bir çalışmada *Calabria*'daki zeytinliklerden elde edilen *Nocellara messinese* zeytin çeşidinden doğal fermantasyon yöntemi ile üretilmiş sofralık zeytinlerle ilişkili maya biyotası ve bu maya biyotasının farklı salamuralardaki gelişimi incelenmiştir. Fermantasyonlar 240 gün boyunca oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre en çok izole edilen türün *Pichia kudriavzevii* olduğu ve diğer izole edilen maya türlerinin de *Wickerhamomyces anomalus*, *Zygoascus hellenicus*, *Candida boidinii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida aaseri*, *Candida tropicalis*, *Candida diddensiae*, *Zygoascus meyeriae* ve *Pichia mexicana* olduğu gözlenmiştir. Tuz konsantrasyonunun %5'ten %8 çıkarılmasının fermantasyon boyunca sürekli olarak *Pichia kudriavzevii* türünün varlığını teşvik ettiği gözlenmiştir. Fermantasyon sonunda tüm salamura örneklerinde *Wickerhamomyces anomalus* türünün varlığı tespit edilmiştir. *Pichia mexicana* ve *Saccharomyces cerevisiae* türleri laktik asit ile asitleştirilen salamuralarda tespit edilmiştir.

Ticari ve evde üretilmiş olan fermente sofralık zeytin örneklerinden (10 yeşil sofralık zeytin ve 10 siyah sofralık zeytin) izole edilen laktik asit bakterilerinin antibakteriyel aktivitelerinin incelendiği bir çalışmada antibakteriyel aktivite gösteren izolatlar tanımlanmıştır. Antimikrobiyal aktivite gösteren bu izolatların *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* ve *Lactobacillus brevis* türlerine ait olduğu gözlenmiştir (Kıvanç ve Erikçi, 2018).

Yapılan bir çalışma da kırık baharatlı zeytinlerin (*Alorena de Málaga*) depolanması sırasında ortaya çıkan, zeytin yüzeyinde beyazımsı ve yumuşak bölgelerin oluşumu ile karakterize olan bozulmanın nedeni araştırılmıştır. Bu çalışma herhangi bir starter kültür

kullanılmadan salamurada geleneksel yöntemlerle 20 gün süresince fermente edilmiş ve Guadalhorce Valley’de (Malaga, İspanya) bir işletme tarafından paketlenmiştir. Gözle görülür bir şekilde bozulan meyvelerden 10 adet *Lactobacillus* cinsi bakteriler izole edilmiştir. Bu izole edilen bakterilerin hepsi *Lactobacillus pentosus* türüne aittir. Paketlemeden sonra üründe tespit edilen mikrobiyal türler bakterilerden *Enterobacter gergoviae* ve *Lactobacillus plantarum*, mayalar arasında *Candida tropicalis*, *Candida parapsilosis* ve *Lodderomyces elongisporus* olduğu gözlenmiştir. Bozuk ambalajlarda baskın türün *Lactobacillus pentosus* olduğu tespit edilmiştir (Romero-Gil ve ark., 2016).

Yapılan bir başka çalışmada, doğal kırma yeşil *Maçanilha algarvia* sofralık zeytinlerinin mikrobiyolojik kalitesi üzerine fermantasyon salamurasında NaCl yerine KCl ve CaCl₂ kullanılmasının etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Fermantasyon işlemleri salamura tuz konsantrasyonları farklı olacak şekilde oda sıcaklığında 162 gün süre ile doğrudan salamura zeytin üretim yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Tüm fermantasyonlarda *Enterobacteriaceae* popülasyonunun zamanla azaldığı gözlenmiştir. Azalma hızının kalsiyum ve sodyum içeren salamuralarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Üretilen sofralık zeytinlerde *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* tespit edilememiştir. Ayrıca *Pichia membranifaciens*, *Candida boidinii*, *Zygosaccharomyces mrakii*, *Priceomyces carsonii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Wickerhamomyces anomalus* ve maya benzeri fungus *Galactomyces geotrichum* tanımlanmıştır (Mateus ve ark., 2016).

Bursa ve Balıkesir illerinin farklı bölgelerinden hasat edilen Gemlik çeşidi sofralık zeytinlerin fenolik maddelerin fermantasyon süresince değişimlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada zeytinler %6 NaCl içeren aseptik ve aseptik olmayan salamuralarda fermantasyona bırakılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre işlenmemiş zeytin meyvelerinin etlerindeki hidroksitirosol-4-glukozit ve oleuropein miktarı sırasıyla 1.68-4.38 mMmol/Kg ve 0-6.80 mMol/Kg olarak tespit edilmiştir. Aseptik olmayan ve aseptik olan salamuralardaki hidroksitirosol miktarı, fermantasyonun 1. ve 2. ayında, sırasıyla 1.02-2.95 mM ve 0.68-2.60 mM olarak tespit edilmiştir. Her iki gruba ait salamuraların oleuropein miktarının 1mMol altında olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon süresince salamura örneklerinde maya sayıları yaklaşık 0.00-5 log kob/ml, LAB sayıları yaklaşık

0.00-7 log kob/ml arasında tespit edilmiştir. Hiçbir grupta *Enterobacteria* spp. tespit edilmemiştir. Elde edilen verilere göre Gemlik zeytininin düşük antimikrobiyal bileşik içeriğine sahip tatlı bir zeytin çeşidi olduğu gözlenmiştir. Ayrıca çalışma sonuçlarına göre mayaların tüm zeytin partilerinde baskın mikroorganizmalar olmasına rağmen LAB ile beraber bulunmadığı gözlenmiştir (Kumral ve ark., 2013).

Zeytin üreticiliğinde zararlılara ve hastalıklara karşı kullanılan malathion ve malaoxan pestisiti üzerine zeytin işleme tekniklerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışma da fermentasyon süresince tüm işlem gruplarında laktik asit bakterilerine ve maya-küfe rastlanmamıştır. Sadece malathion ile ilaçlanmış ve spontan fermentasyona tabi tutulan grupta mezofilik aerobik bakteri gelişimi gözlenmiş olup diğer ilaçlanmış gruplarda herhangi bir mikrobiyal gelişim gözlenmemiştir. İlaçlı zeytin örneklerinde herhangi *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakterilerin gelişim göstermemesinin malathion pestitisinin mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkisinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Çalışmada ilaçlı ve ilaçsız örneklerin pH'ları 5.43-5.48'den 4.77-4.86 arasında tespit edilmiştir (Luyinda, 2022).

Campaniello ve ark. (2005), yapmış oldukları çalışmada fermentasyon sonunda *Bella di Cerignola* çeşidi zeytin meyvelerinin laktik asit bakteri yükü İspanyol usulü ile işlenen zeytin meyvelerinde 6.65-6.74 log kob/g, doğal fermentasyon yöntemi ile işlenen zeytin meyvelerinde ise 6.81-7.49 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Maya sayım sonuçlarının ham meyvede ve işlenmiş meyvelerde 2 log kob/g-ml'den fazla olduğu tespit edilmiştir. Tüm zeytin örneklerinde *Enterobacteriaceae* ve *Micrococcaceae* familyasına ait bakterilerin fermentasyon süresince 2 log kob/g düzeyinde sabit kaldığı gözlenmiştir. Fermentasyonun hiçbir aşamasında küf tespit edilememiştir.

Yapılan bir başka çalışmada farklı tuz çeşitleri (NaCl, KCl, CaCl₂) kullanılarak İspanyol işleme yöntemiyle işlenen Domat yeşil sofralık zeytinlerine fermentasyon işleminin ardından farklı koruma yöntemleri (pastörizasyon, potasyum sorbat, ozonlama) uygulandıktan sonra 240 gün boyunca depolanmıştır. Depolama süresince meyvelerdeki fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Fermentasyon işleminin tamamlanmasından sonra zeytin meyvelerinde

gerçekleştirilen mikrobiyolojik sayım sonuçları LAB, toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve maya-küf sayısı sırasıyla 5.25–7.39 log kob/g, 6.08–7.59 log kob/g ve 4.53–5.33 log kob/g olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda ozonlama yönteminin mikrobiyal yükün indirgenmesinde daha etkili olduğu gözlenmiştir. Zeytin meyvelerinde rengin korunmasında en etkili koruma yönteminin potasyum sorbat olduğu tespit edilmiştir (Öztürk Güngör ve ark., 2022).

Martins ve ark., (2024) tarafından yapılan bir çalışmada LED ışıkla ($\lambda 630 \pm 1$ nm) fotostimülasyonun *Negrinha de Freixo* yeşil zeytinlerinin doğal fermantasyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Zeytinler kırmızı led ışığı altında 122 gün boyunca yapılan fermantasyonda maya ve laktik asit bakteri sayılarının arttığı ve toplam fenolik madde miktarının azaldığı gözlenmiştir. Fenolik bileşik içeriğindeki azalmanın ışınlama işlemi ile birlikte arttığı belirlenmiştir. Fermantasyon sonunda ışınlanmış zeytinlerin ışınlanmamışlara göre acılık ve asitlik düzeyinin daha düşük olduğu, sertlik düzeyinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada siyah sofralık zeytinlerin (Gemlik çeşidi) işlenmesinde kullanılan farklı klorür tuzlarının (KI, NaCl ve CaCl₂) sofralık zeytin kalitesine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre LAB (3.33-9.39 log kob/ml) sayılarının başlangıca göre düzenli olarak artış gösterdiği daha sonra azaldığı tespit edilmiştir. Fermantasyonun sonunda LAB sayılarının 6.51 log kob/ml-7.50 log kob/ml olarak değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca tuzların kombine kullanımının kabuk rengi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Erdoğan, 2014).

Yapılan bir çalışmada farklı acılık giderme tekniklerinin (starter ilaveli, enzim+starter ilaveli ve çabuk yöntem) zeytin meyvelerinin mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Fermantasyon süresince (1-90. gün) starter ilaveli yöntemde Gemlik çeşidi zeytin meyvelerindeki TMAB sayısı 7.84-11.01 log kob/g, LAB sayısı 3.58-7.48 log kob/g ve maya küf sayısı 3.23-5.27 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Fermantasyonun başlangıcından itibaren mikroorganizma sayılarında artış ve azalışlar tespit edilmiştir. 90. gündeki mikroorganizma sayım sonuçlarının 1. güne göre düşük olduğu gözlenmiştir (Yurtsever, 2006).

Antosiyaninlerce zenginleştirilerek fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş sofralık yeşil zeytin (*Kalamata*) üretmek amacıyla yapılan bir çalışmada fermantasyon sonrası zeytin meyvelerinin toplam bakteri ve maya-küf sayıları sırasıyla 6.05- 7.58 log kob/g ve 6.06- 7.59 log kob/g olarak belirlenmiştir. Fermantasyonun 5. gününde toplam bakteri sayısındaki artışa bağlı olarak fermantasyonun başladığı gözlenmiştir. Maya-küf sayıları 5. günden 10. güne kadar artış göstermiştir. 10. günde maya-küf sayılarında azalma gözlenmiş olup 15. günden sonra sayılarda belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Zeytin meyvelerinin ve salamuraların tuz miktarı ise sırasıyla %4.44-10.05 ve %3.39-8.53 olarak belirlenmiştir. Fermantasyon süresince salamuraların pH ve toplam asitlik değerleri sırasıyla 2.64-4.71 ve %0.21-0.58 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda uygulanan üretim yönteminin zeytin meyvelerinin fonksiyonel özelliklerini iyileştirdiği tespit edilmiştir (Ardıç, 2022).

Yapılan bir çalışmada farklı yörelerden (Sarıçam, Serinyol, Bahçe ve Tarsus) hasat edilen Gemlik çeşidine ait sofralık zeytin meyvelerinin farklı teknolojik işlemler ile işlenerek salamura siyah zeytin üretimine uygunluğunu araştırılmıştır. Çalışma kapsamında zeytin meyvelerinin ağaçta olgunlaşma sürecinde yapılan mikrobiyal sayım sonuçlarına göre Tarsus ilçesinden elde edilen zeytin meyvelerinde çubuk şeklindeki LAB sayısı 0.78 log kob/g, bahçe haricindeki diğer yörelerden elde edilen zeytin meyvelerinde kok şeklindeki LAB sayısı 0.6-1.3 log kob/g olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince zeytin meyvelerinde TMAB ve toplam maya sayısı sırasıyla 1.3-2.36 log kob/g ve 2.28-3.33 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Zeytin meyvelerinin olgunlaşma sürecinde Bahçe ilçesinden temin edilen zeytinlerde koliform grubu bakterilere rastlanmamıştır. Diğer yörelerde yetiştirilen zeytin meyvelerindeki koliform grubu bakteri sayım sonucu 1.16-3.51 log kob/g olarak belirlenmiştir. Zeytin meyvelerinin %10 NaCl içeren salamuradaki fermantasyonu süresince çubuk şeklindeki LAB sayısı 0.39-8.16 log kob/ml, kok şeklindeki LAB sayısı 2.14-8.46 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Fermantasyon süresince örneklerle ait salamuraların pH ve toplam asitlik değerlerindeki değişim 4.2-6.5 ve 0.41-8.1 g/L arasında olmuştur. Örnekler arasındaki en düşük pH'ya fermantasyonun 100. gününde ulaşılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre Gemlik siyah zeytin meyvelerinin doğal fermente sofralık zeytin üretimine uygun bir tür olduğu fakat starter

kültür olarak kullanılabilecek laktik asit bakterilerinin geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Leventdurur, 2017).

Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerindeki besin bileşenlerinin salamuraya difüzyon yolu ile geçmesi ve ortamda bulunan mikrobiyal floranın aktivitesi sonucu salamuranın pH değeri düşmektedir. Ortamda oluşan organik asitler difüzyon yolu ile zeytin meyvesinin içerine girerek zeytin meyvesinin pH değerini da düşürür ve asitliğin artmasına neden olur. Zeytin meyvesindeki şeker içeriğinin salamuraya difüzyon hızı zeytin etinin kalınlığına, sıcaklık, meyve-salamura oranına, ortamdaki tuz konsantrasyonu gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Mevcut çalışmada başlangıç pH değeri 5-5.4 olan Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinde bu değer fermantasyon sonunda 4.1-4.3'e kadar düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca fermantasyon sonunda zeytin meyvelerinin tuz içeriği %3.9-4.8 arasında belirlenmiştir (Keceli ve ark., 2024).

Düşük tuz içeren *Sicilya* sofralık zeytinin işlenmesinde 120. günlük fermantasyon süresince pH 4.0-6.9 titrasyon asitliğinde %0.0077-0.528 (g/100ml) arasında tespit edilmiştir. Fermantasyon süresince mezofilik bakteri sayısı 4.95-7.95 log, LAB sayısı 5.87-8.83 log, maya sayıları 3.04-8.39 log ve *Enterobacteria* sayıları <1-3.88 log arasında tespit edilmiştir. Çalışma da en yüksek LAB sayıları probiyotik suşun inoküle edildiği salamura örneklerinde gözlenmiştir. Zeytin meyvelerinin doğal florasında bulunan mikroorganizmaların ham maddenin zorlu koşullarına allokton suşlardan daha iyi adapte olduğu ve fermantasyonu yönlendirdiği bilinmektedir (Pino ve ark.,2019).

Ummak Meral, (2019) tarafından yapılan çalışmada fermantasyon süresince doğal işleme yöntemi ile işlenen zeytin salamuralarında maya, LAB sayısı sırasıyla 2.59-5.26 ve 2.63-5.43 log kob/ml olarak tespit edilmiştir. Fermantasyon süresince alkali ile işlenen zeytin salamuralarında maya sayısı ve LAB sayısı sırasıyla 2.52-8.07 ve 2.23-8.23 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Maya sayıları fermantasyonun 60. gününe kadar artış göstermiş daha sonrasında azalma yönünde bir eğri çizdiği gözlenmiştir. Fakat mayaların fermantasyon süresince ortamda var oldukları gözlenmiştir. Doğal ve alkali işleme yöntemi ile işlenen zeytinlerdeki en yüksek LAB sayısı sırasıyla fermantasyonun 20. ve 10. gününde elde edilmiştir. Çalışmada doğal yöntem ile işlenen zeytin meyvelerinin

salamura pH ve titrasyon asitliği doğal işlenen zeytin salamuralarında sırasıyla 4.31 ve %0.58 iken alkali ile işlenen zeytin salamuralarında 4.77 ve %0.44 olarak tespit edilmiştir.

Yunan stili kullanılarak doğal yöntemle fermente edilmiş altı çeşit zeytin (yeşil veya siyah) çeşidinde (*Bella di Cerignola*, *Itrana Nera*, *Itrana Bianca*, *Peranzana*, *Nocellara del Belice* ve *Cellina di Nardò*) meyve ve salamura örneklerinde *Enterobacteriaceae* ve patojenler (*Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Pseudomonas* spp.'ye) tespit edilememiştir. Çalışma kapsamında LAB sayısı meyvelerde 3.89-5.87 log kog/g ve salamuralarda 6.25-7.84 log kob/ml arasında tespit edilmiştir. Zeytin meyvelerinin ve salamuralarının pH değerlerinin sırasıyla 3.98-4.51 ve 4.01-4.62 arasında değiştiği gözlenmiştir (Tofalo ve ark., 2012).

2.6.2 Kontrollü koşullarda fermentasyon

Zeytin fermentasyonu, pH, su aktivitesi, besin maddelerinin varlığı, salamuradaki tuz konsantrasyonu ve fenolik madde varlığı gibi faktörlerden etkilenen bir süreçtir. Kontrolsüz gerçekleşen bir fermentasyonda ürünün bozulmasına neden olan mikroorganizmaların gelişimi ve ürünün bozulması sonucunda ekonomik kayıpların olması muhtemeldir. Bu nedenle salamuranın tuz konsantrasyonunun sürekli ayarlanması ve salamuranın asitlendirilmesi süreci kontrol etmek ve anormal bir fermentasyonu önlemek için uygulanan endüstriyel uygulamalardır. Ayrıca kontrollü fermentasyonlarda starter kültürlerde kullanılabilir. Starter kültür kullanımı fermentasyon hızını artırarak pH'nın hızlı düşmesini sağlayacaktır. Bu sayede ortamda istenmeyen mikroorganizmalarda elemine olacaktır. *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus paracasei* türü LAB zeytin fermentasyonlarında starter kültür olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca bu LAB potansiyel probiyotik bakterilerdir (Rokni ve ark., 2017).

Yapılan bir çalışma da *Nocellara Etnea* sofralık zeytinlerin fermentasyonu sırasında bakteri topluluğu ve dinamiklerinin metabolom oluşumu üzerine etkisi araştırılmış. Fermentasyonlar (120 gün boyunca) oda sıcaklığında (20 °C ±2) ve salamuranın tuz oranı

%8’de sabit tutularak gerçekleştirilmiştir. Sofralık zeytin fermantasyonu için altı farklı suş karışımının hazırlanması amacıyla üç farklı laktik asit bakteri suşu (*Lactobacillus plantarum* UT2.1, *Lactobacillus paracasei* N24 ve *Lactobacillus pentosus* TH969) kullanılmıştır. Starter inoküle edilen salamura örneklerinde özellikle fermantasyonun ilk başlarındaki baskın türün *Lactobacillus plantarum* olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda halofilik bakterilerin varlığı tespit edilmiştir. 60 ve 120 günlük fermantasyonlarda *Lactobacillus paracollinoides*, *Lactobacillus acidipiscis* ve *Pediococcus parvulus* oluşumu ile birlikte tüm numunelerde değişen bir bakteri ekolojisi ve biyoçeşitlilikte bir artış gözlenmiştir. Fermantasyon sonunda *Enterobacteriaceae* popülasyonun, kontrol grubu örneklerinin dışında, diğer gruplarda önemli ölçüde azaldığı gözlenmiştir. Tüm salamura fermantasyonlarında başlangıç pH ortalamalarının yaklaşık 7.3’lerden 4.5’lerin altına düştüğü gözlenmiştir (Randazzo ve ark., 2017).

İtalya’nın Sardinia eyaletinin güneyinde bulunan bir bahçeden elde edilen *Tonda di Cagliari* türü zeytinin işlenmesinde iki starter kültürün teknolojik performanslarının incelendiği bir çalışma da *Lactobacillus plantarum* (SSL) türüne ait tek bir suş ve *Lactobacillus pentosus* türüne ait bir suş karışımı (SIE) starter kültür olarak kullanılmış ve spontan fermantasyon (SF) kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. SIE örneklerinin SSL ve SF’ye kıyasla bozulma etmeni olan mikroflorayı (*Enterobacteriaceae* spp.) Kontrol altına almada daha etkili olduğu gözlenmiştir. SSL ve SF örneklerinde fermantasyonun 30. gününden itibaren, SIE örneklerinde ise fermantasyonun 10. gününden itibaren *Enterobacteriaceae* tespit edilememiştir. Mayalar, salamurada ilk 7 günlük sürede düşüş göstermesine rağmen fermantasyon boyunca ortamda bulunduğu gözlenmiştir. Fakat küf popülasyonu hiçbir örnekte tespit edilememiştir. Çalışmada kullanılan starter kültürlerin salamurayı hızlı bir şekilde asitlendirerek fermantasyonun 12. gününden sonra pH değerini 4 seviyesinin altına düşürdükleri gözlenmiştir. SF numunelerinde ise fermantasyonun 45. gününden sonra pH değeri 4.3’e düşmüştür. Ayrıca her iki starter kültüre ait numunelerde işlem sonunda SF numunelerine göre yüksek düzeyde hidroksitirisol tespit edilmiştir (Campus ve ark., 2015).

Alkali muamelesine maruz kalmadan, Fas *Picholine* yeşil zeytinlerinin spontan fermantasyon (%5 NaCl ve 30 °C’de) sürecinin kontrolü için yapılan bir çalışmada iki

Lactobacillus suşu (*Lactobacillus plantarum* S175 ve *Lactobacillus pentosus* S100) ile inoküle edilmiş; fiziko kimyasal parametreler ve mikrobiyolojik parametreler fermantasyon süresince düzenli olarak incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; inoküle edilen starter kültürlerin acılık maddesi oleuropeini hidrolize ettiği, son ürünün hijyenik kalitesini ve duyuşal özelliklerini geliştirdiği görülmüştür. Ayrıca, laktik asit bakteri suşlarının ortamda patojen ve bozulma etmeni mikroorganizmalara karşı baskın türler olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Ghabbour ve ark., 2016).

Chranioti ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmada *Conservolea* yeşil zeytinlerinin fermantasyonu süresince mikrobiyolojik profil ve fizikokimyasal parametreler üzerinde ticari (CM: *Lactobacillus pentosus*) ve otokton starter kültürlerin (OSC: zeytinden izole edilen *Lactobacillus plantarum* grubuna ait) etkinliği değerlendirilmiştir. Kontrol grubu olarak spontan fermantasyon (SF) dikkate alınmıştır. Çalışma sonunda gruplara ait laktik asit bakteri sayıları OSC > CM > SF olarak tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre otokton starter kültürlerin ticari starter kültürlerle göre daha iyi hayatta kaldığı görülmüştür. Maya popülasyonu fermantasyon süresince artmış ve fermantasyonun 45. gününden sonra neredeyse hiçbir değişiklik göstermediği gözlenmiştir. *Enterobacteriaceae* fermantasyonun başlangıç aşamasında tüm gruplarda mevcut olduğu ve ilerleyen süreçte ortamdan kaybolduğu gözlenmiştir. Küf popülasyonu fermantasyon süresince tespit limitinin altında kalmıştır. Ayrıca otokton starter kültürlerin diğer uygulamalara göre zeytindeki acılığın giderilmesinde ve pH'yı hızlı bir şekilde düşürerek ortam asitliğini artmasında daha etkili olduğu gözlenmiştir.

Lefkoşa'da (Kıbrıs) bir bahçeden hasat edilen zeytinler kırıldıktan sonra %0.33 w/v sitrik asit ilave edilen salamuralarda starter kültür kullanılarak ve %7-10 NaCl içeren salamuralarda üç farklı fermantasyon işlemine tabi tutularak 365 gün süresince mikrobiyal popülasyon izlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; *Enterobacteriaceae* ve koliformlar fermantasyonun başlangıç aşamasında salamurada mevcut iken fermantasyonun ilerleyen aşamalarında hızla azalarak ortamdan kayboldukları tespit edilmiştir. LAB popülasyonu starter kültür ile aşılınmış örneklerde baskın mikroorganizmalar olduğu gözlenmiştir. Maya popülasyonu kontrol grubunda 8. günden itibaren sayılarını korurken, starter kültür ile aşılınmış örneklerde ise hızlı bir düşüş

gözlenmiştir ve fermantasyonun 60. gününden itibaren sayılarını koruduklarını gözlemişlerdir. *Staphylococcus* tüm süreç boyunca tespit edilememiştir. Yapılan çalışma da zeytin örneklerinin 120. gününden itibaren tüketilebilir hale geldiği gözlenmiştir. Çalışma sonunda starter kültür kullanımının fermantasyonda mikrobiyal dinamiklerin daha hızlı kontrol altına alındığı gözlenmiştir (Anagnostopoulos ve ark., 2019).

Düşük tuzlu Sicilya sofralık zeytini üretmek için starter kültür olarak β -glukozidaz pozitif *Lactobacillus plantarum* F3.3 suşu ve probiyotik *Lactobacillus paracasei* N24 suşları ile ardışık olarak aşılamanın salamura fermantasyonu üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Sicilya'da bulunan bir yerel firmadan temin edilen *Nocellara Etnea* çeşidi zeytinler kullanılmıştır. Fermantasyonun belirli aşamalarında 600 laktik asit bakteri ve 200 maya izole edilmiş ve tanımlanmıştır. Laktik asit bakterilerinin tür düzeyinde yapılan tanımlamalarında *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus paracasei* ve *Lactobacillus casei* türlerine ait suşlar tespit edilmiştir. Fermantasyon aşamasında elde edilen maya izolatlarında *Candida diddensiae*, *Pichia kluyveri*, *Meyerozyma guilliermondii* ve *Wickerhamomyces anomalus* ve *Candida boidinii* türleri tanımlanmıştır. Fermantasyon sürecinde baskın laktik asit bakterisi ve maya türlerinin sırasıyla *Lactobacillus plantarum* ve *Wickerhamomyces anomalus* olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, potansiyel probiyotik *Lactobacillus paracasei* N24 suşunun fermantasyonun aşamasında hayatta kaldığı gözlenmiştir (Pino ve ark., 2019).

Yapılan bir çalışmada seçilen altı maya starter kültürünün (*Candida adriatica* 1985, *Candida diddensiae* 2011, *Cyteromyces matritensis* 2005, *Nakazawaea molendini-olei* 2004, *Saccharomyces cerevisiae* 2046 ve *Wickerhamomyces anomalus* 1960), farklı tuz konsantrasyonlarında (%8 ve %12), Yunan metodu kullanılarak *Taggiasca* çeşidi zeytinlerden üretilen siyah sofralık zeytin fermantasyonundaki etkilerinin ve bu mayaların farklı fermantasyon koşullarında hayatta kalması değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen sonuçlara göre ilk 30 gün boyunca aşılamanın mayaların tuz konsantrasyonuna bağlı olarak farklı şekilde hayatta kaldığı fakat fermantasyonun 120. gününde tüm koşullarda en iyi hayatta kalma kapasitesine sahip starter mayaların *Candida adriatica* 1985, *Candida diddensiae* 2011 ve *Wickerhamomyces anomalus* 1960 olduğu gözlenmiştir. %12 NaCl içeren ve starter aşılamanın salamuralarda 120 günlük

fermantasyon sürecinde en iyi performans gösteren starter mayaların sayılarının önemli ölçüde azaldığı ve *Pichia manshurica* tarafından temsil edilen otokton türlerin sayısının arttığı gözlenmiştir (Ciafardini ve Zullo 2019).

Pino ve ark., (2018) tarafından yapılan bir çalışma da fonksiyonel *Nocellara Etna* sofralık zeytini üretmek için farklı tuz konsantrasyonlarının (%4, 5, 6 ve 8) fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyu ve uçucu organik bileşiklerin oluşumu üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Starter kültür olarak *Lactobacillus plantarum* UT2.1 ve potansiyel probiyotik *Lactobacillus paracasei* N24 suşları kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; fermentasyonun 7. gününden itibaren laktik asit bakterilerinin baskınlığını ve starter ile aşılanan örneklerde fermentasyon süresince mayaların ve *Enterobacteriaceae* türlerinin azaldığını göstermiştir. Fermentasyonun sonunda *Enterobacteriaceae* türleri sadece kontrol grubu örneklerde sayılabilmektedir. Ayrıca LAB tanımlanmış ve tanımlanan türlerin *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus paracasei* ve *Lactobacillus casei* oldukları gözlenmiştir. Fermentasyon sonunda tüm örneklerde *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus pentosus* türleri tespit edilmiştir. Ayrıca *Lactobacillus paracasei* N24 suşunun tüm örneklerde yüksek hayatta kalma performansı sergilediği gözlenmiştir. En yüksek hayatta kalma performansı ise %5 grubunda olduğu gözlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada zeytin meyvelerinden izole edilen *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc cremoris*, *Leuconostoc paramesenteroides* ve ticari *Lactobacillus plantarum* suşlarının Gemlik doğal siyah zeytin üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Zeytinler İznik (Bursa) ilçesinden tam olgunluğa ulaştığında hasat edilmiştir. Zeytinler dokuz farklı deneme planı ile %7'lik salamuralarda fermentasyona tabi tutulmuştur. Fermentasyon sürecinde *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* cinsi bakteriler tespit edilememiştir. Mayaların tüm deneme gruplarında artış gösterdiği gözlenmiştir. Fermentasyon sonunda salamuralarda pH, toplam asitlik, laktik asit bakteri sayısı ve maya sayısı sırasıyla kontrol grubunda 4.78, %0.42, 4.30 log kob/ml, 6.07 log kob/ml ve starter ilaveli gruplarda ise 3.94-4.88, %0.44-0.72, 4.44-6.72 log kob/ml, 5.61-7.64 log kob/ml olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonunda en düşük pH, en yüksek titrasyon asitliği ve en az maya sayısı *Leuconostoc cremoris* suşunun aşılandığı gruplarda meydana geldiği tespit edilmiştir.

Kontrol grubu ile starter ilaveli gruplardaki laktik asit bakteri sayısı arasındaki farkın zamanla azaldığı ve fermentasyonun 28. gününden sonra gruplar arasında bir fark tespit edilememiştir (Kumral ve ark., 2009).

Adana ilinden hasat edilen Gemlik çeşidi siyah sofralık zeytinlerinin fermentasyonunda *Lactipilantibacillus plantarum* ve *Lactipilantibacillus pentosus* suşlarının starter kültür olarak kullanıldığı çalışmada laktik fermentasyon gelişimi, uçucu bileşikler ve duyuşal özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Kontrol grubu doğal fermentasyon yöntemi ile işlenmiştir. Zeytinler %10 NaCl içeren salamuraların içine konularak 26 hafta süresince 21 ± 3 °C’ de fermentasyona tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda salamura pH değeri fermentasyonun başlangıcında 7.20, fermentasyonun sonunda kontrol, *Lb. plantarum* ve *Lb. pentosus* aşıl原因an gruplarda sırasıyla 4.60, 4.39 ve 4.37 olarak tespit edilmiştir. Salamuranın toplam asitlik ise başlangıçta %0.05, sonunda ise sırasıyla %0.35, %0.42 ve %0.45 olarak tespit edilmiştir. Meyvede pH başlangıçta 5.40, sonunda 4.24-4.42 arasında tespit edilmiştir. Meyvenin toplam asitliği ise başlangıçta %0.20 sonunda ise 0.35-0.43 aralığında tespit edilmiştir. Çalışmadaki mikrobiyal sayım sonuçlarına göre çubuk şeklindeki laktik asit bakterilerinin başlangıçta 3.73-3.85 log kob/ml, sonunda 6.03-8.65 log kob/ml, kok şeklindeki laktik asit bakterilerinin başlangıçta 3.27-3.47 log kob/ml, sonunda 5.80-8.05 log kob/ml olarak elde edilmiştir. Elde edilen verilere göre en düşük pH, en yüksek asitlik ve en yüksek laktik asit bakteri sayısı starter ilaveli gruplarda tespit edilmiştir. Araştırmacılar Gemlik zeytin fermentasyonunda starter kültür ilavesinin doğal fermentasyona kıyasla avantajlı olabileceği sonucuna varmışlardır (Koyuncu ve Cabaroğlu, 2024).

Potansiyel probiyotik *Lactiplantibacillus plantarum* ve *Lactobacillus pentosus* starter kültürleri yardımıyla işlenen Gemlik tipi siyah zeytinlerin fermentasyon süresince mikrobiyoloji, fizikokimyasal ve aroma üzerinde etkili olan bileşiklerin değişimleri incelenmiştir. Zeytinler %10 NaCl içeren salamura içerisine konularak 7 farklı şekilde işlenmiştir. Fermentasyon boyunca pH’nın ve %laktik asit miktarının sırasıyla 3.16-4.55 ve %0.34-1.29 aralığında olduğu gözlenmiştir. Fermentasyon süresince laktik asit bakteri sayım sonuçları 4.51-8.04 log kob/ml arasında tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre

çalışmada kullanılan probiyotik suşların zeytin fermantasyonunda starter kültür olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Alan, 2024).

2.7 Sofralık Zeytinlerin Probiyotik Özelliklerinin İncelenmesi

İnsan ve hayvan sağlığı açısından oldukça önemli olan probiyotikler, “Yeterli miktarlarda uygulandığında konakçıya sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalar” şeklinde tanımlanmaktadır (FAO/WHO, 2001). Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ve çeşitli düzenleyici kurumlar tarafından “Genel Olarak Güvenli Olarak Tanınan” (GRAS) statüsü verilen probiyotik bakteriler *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp.’dir (Min ve ark., 2019). Sağlık yararlarının keşfedilmesinden sonra probiyotiklere olan ilgi artmış ve her geçen gün çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalar doğrultusunda *Streptococcus*, *Enterococcus* ve *Bacillus* gibi diğer bakteri cinslerinin yanı sıra *Saccharomyces* maya cinsinin bazı türleri probiyotik özelliklere sahip olabileceği gözlenmiştir (Zawistowska-Rojek ve Tyski, 2018). Ayrıca *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces boulardii* ve *Candida pintolopesii* gibi maya ve küf türleri ile *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Propionibacterium* cinslerine ait bakteri türleri probiyotik olarak kabul edilmektedir (Kaur ve ark., 2021).

Probiyotiklerin günlük alım dozu ile ilgili kesin bir bilgi olmamasına karşın bu mikroorganizmaların probiyotik aktivite gösterebilmesi için günlük yaklaşık 10^8 - 10^9 kob düzeyinde alımı önerilmektedir (Attri ve ark., 2021). Probiyotik gıdalarda en az 10^6 - 10^7 kob/g-ml düzeyinde probiyotik mikroorganizma bulunması gerektiği kabul edilmektedir (Bilginer ve Çetin, 2019; El-Sohaimy ve Hussain, 2023).

Fermente gıdaların probiyotik mikroorganizmalar içerdiği bilinmektedir. Bunlar arasında peynir, yoğurt, asitlendirilmiş süt ve içilebilir yoğurt gibi süt bazlı fermente gıdalar probiyotik taşınımında yaygın olarak kullanılan gıdalardır. Bunun nedeni midenin asidik koşullarında (pH 2-3) alt bağırsakta potansiyel terapötik etkiler göstermelerine yardımcı olabilecek canlı probiyotik sayısı ($6-8 \log$ kob/ml) için tamponlama kapasitesi sağlayan fizyokimyasal ve besinsel yetenekleridir (Koirala ve Anal, 2021). Süt bazlı gıdaların sahip oldukları bazı dezavantajlardan (vejeteryan beslenme, süt ürünleri tüketmeme,

laktoz intoleransı, alerjik reaksiyonlar vb.) dolayı probiyotiklerin taşınmasında süt bazlı olmayan gıdalara yönelik çok sayıda çalışma yapılmaktadır (Pimentel ve ark., 2015; Roberts ve ark., 2018). Bu amaçla bazı çalışmalarda pancar (Panghal ve ark., 2017), mısır ve pirinç (Freire ve ark., 2017), nar (Mantzourani ve ark., 2018), çarkıfelek meyvesi (Santos Monteiro ve ark., 2020), havuç, elma, portakal ve pancar (Dunkley ve Hekmat, 2020), arpa, darı ve güve fasulyesi (Chavan ve ark., 2018), buğday, inci darı, arpa ve maş fasulyesi (Mridula ve Sharma, 2015), mango ve havuç (Oliveira ve ark., 2021), kivi (Wang ve ark., 2022a) gibi süt bazlı olmayan gıdalara probiyotik özellikte mikroorganizmalar inoküle edilerek probiyotik içecek üretilmiştir. Ayrıca sosis (Bağdatlı ve Kundakçı, 2016), yeşil çay (Wang ve ark., 2022b), enginar (Garbetta ve ark., 2018), kahve (Chan ve ark., 2020) gibi gıdaların probiyotikler ile fermentasyonu sonucunda probiyotik fermente gıda üretimi gerçekleştirilmiştir.

Probiyotiklerin taşınmasında aday gıdalardan bir tanesi de sofralık zeytindir. Sofralık zeytin üretiminde izole edilen veya inoküle edilen probiyotik mikroorganizmalar ile ilgili çalışmalar Çizelge 2.4'te özetlenmiştir.

Çizelge 2. 4 Sofralık zeytinlerde yapılan probiyotik çalışmalar

Zeytin Çeşidi	Probiyotik Mikroorganizma	Açıklama	Kaynak
Nocellara Del Belice	<i>Lactobacillus coryniformis</i>	İzole edilen suşun probiyotik starter kültür olmaya aday olduğu sonucu elde edilmiştir.	Guantario ve ark., 2018
Kıbrıs yeşil sofralık zeytinleri	<i>Enterococcus faecium</i>	İzole edilen suşlardan probiyotik starter kültür olmaya aday 7 adet suşun olduğu tespit edilmiştir.	Anagnostopoulos ve ark., 2018
Nocellara Etnea	<i>Lactobacillus paracasei</i> N24 suşları	Düşük tuzlu Sicilya zeytini üretiminde starter kültür (β -glukozidaz pozitif <i>Lactobacillus plantarum</i> F3.3) ile ardışık olarak eklenen probiyotik suşun fermentasyon süresince hayatta kaldığı tespit edilmiştir.	Pino ve ark., 2019
Doğal ve alkali ile işlenmiş yeşil zeytinler	<i>Lactobacillus pentosus</i> LPG1	İzole edilen suşun anti-inflamatuvar ve immünomodülatör özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir.	Benítez-Cabello ve ark., 2020
Fas yeşil zeytin	<i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus pentosus</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i>	İzole edilen antifungal suşların probiyotik starter kültür ve biyokoruyucu kültür olmaya aday olduğu sonucu elde edilmiştir.	Abouloifa ve ark., 2020
Brezilya sofralık zeytin çeşitleri	<i>Lacticaseibacillus paracasei</i> CCMA1770, <i>Lactiplantibacillus pentosus</i> CCMA1768, <i>Levilactobacillus brevis</i> CCMA1762	İzole edilen suşların antifungal etki sergilediği ve potansiyel probiyotik özelliğe sahip olduğu gözlenmiştir.	Simões ve ark., 2022
Cobrançosa	<i>Lactiplantibacillus pentosus</i> <i>Lactiplantibacillus paraplantarum</i>	İzole edilen suşlardan 14 suşun gastro intestinal koşullarda iyi performans sergilediği gözlenmiş ve bu suşların probiyotik özelliklerinin doğrulanması gerektiği sonucuna varılmıştır.	Coimbra-Gomes ve ark., 2022

Çizelge 2. 4 (Devam) Sofralık zeytinlerde yapılan probiyotik çalışmalar

Zeytin Çeşidi	Probiyotik Mikroorganizma	Açıklama	Kaynak
Cobraçoşa	<i>Lactiplantibacillus pentosus</i> i53 <i>Lactiplantibacillus pentosus</i> i106	İzole edilen suşların insan sağlığı açısından faydalı olduğu tespit edilmiştir.	Coimbra-Gomes ve ark., 2023a
Cobraçoşa	<i>Lactiplantibacillus pentosus</i> i106	İzole edilen suşun yardımcı kültür olarak kullanımının daha faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.	Coimbra-Gomes ve ark., 2023b
Kalamata	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Y34	İzole edilen suşun probiyotik özellikler sergilediği tespit edilmiştir. Bu suşun starter kültür olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu sonucuna varılmıştır.	Bonatsou ve ark., 2018
Brezilya sofralık zeytin çeşitleri	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> CCMA 1746, <i>Pichia guilliermondii</i> CCMA 1753, <i>Candida orthopsilosis</i> CCMA 1748, <i>Candida tropicalis</i> CCMA 1751, <i>Meyerozyma caribbica</i> CCMA 1758 ve <i>Debaryomyces hansenii</i> CCMA 1761	İzole edilen suşların probiyotik özellikler sergilediği gözlenmiştir.	Simões ve ark. 2021
Portekiz salamura zeytin çeşitleri	<i>Pichia membranaefaciens</i> , <i>Candida oleophila</i>	İzole edilen suşun probiyotik starter/yardımcı kültür olmaya aday olduğu sonucu elde edilmiştir.	Silva ve ark., 2011
Gemlik	<i>Lactiplantibacillus pentosus</i> NRRL B-227	Mikrokapsülasyon yöntemi kullanılarak probiyotik kültür kaplanmış ve vakum emdirme yöntemi zeytin meyvelerinin yüzeyine eklenmiştir. 1 ay sonra mikrokapsülasyon yapılan probiyotik kültür içeren zeytin meyvelerindeki mikrobiyolojik sayım sonucunda canlı hücre sayısının 6 log kob/g'dan fazla olduğu tespit edilmiştir.	Elvan ve ark., 2022
Gemlik	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus pentosus</i>	İnoküle edilen suşların Gemlik sofralık zeytin işlemede probiyotik starter kültür olarak değerlendirilebileceği tespit edilmiştir.	Alan, 2024

2.8 Sofralık Zeytin Üretiminde UV ve Ultrason Teknolojilerinin İncelenmesi

Son yıllarda sofralık zeytin üretiminde patojen özellikteki mikroorganizmaların yok edilerek gıda güvenliğinin sağlanması, potansiyel bozulma etmeni mikrobiyal yükün azaltılması, fermentasyon kinetiğinin iyileştirilmesi ve ambalajlanmış ürünlerin raf ömrünün arttırılması amacıyla zeytinlerin ön işlenmesinde termal olmayan yenilikçi bazı teknikler üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu tekniklere ozon (O₃), UV radyasyon, elektrolize su solüsyonları, buhar jet-enjeksiyon, iyonize radyasyonlar (X-ışınları, gama ışınları ve elektron ışınları), ultrason (ultrases) vb. örnek verilebilir (Campus ve ark., 2018).

Habibi ve ark. (2015), yapmış oldukları çalışmada farklı NaOH konsantrasyonlarında (%1.50, 1.75 ve 2.00 g/ml) ve farklı sıcaklıklarda (25, 30 ve 35 °C) ultrason yöntemi ile acılık gidermenin olgunlaşmış zeytin meyvelerinin özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda ultrason uygulaması acılık giderme işlem süresini geleneksel yöntemle göre %48 azalttığı tespit edilmiştir. Ultrason uygulaması ile işlenen zeytinlerin sertliğinin geleneksel yöntemle göre daha çok azaldığı belirlenmiştir. Ultrason uygulaması ile acılık giderme işleminin fenolik bileşiklerin indirgenme oranını ve nem içeriğini arttırdığı gözlenmiştir.

NaOH kullanılmadan güçlü ultrason (35 kHz, 40 W) yöntemi ile zeytin meyvelerinin acılığının giderilmesine yönelik yapılan çalışmada acılık neden fenolik bileşiklerin büyük oranda meyveden uzaklaştırıldığı, acılık giderme işleminin suda yapıldığında işlem süresi %37.8 ve salamurada yapıldığında %38.6 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Ultrason ile işlem görmüş zeytin meyvelerinin kimyasal bileşimleri, toplam renk değişimleri, diğer tekstürel özellikleri değişmediği ve antioksidan kapasitelerinin geleneksel yöntemle göre işlenen meyvelerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Habibi ve ark., 2016).

Yapılan bir çalışmada fermente Gemlik sofralık siyah zeytinlerinin yüzey dekontaminasyonunun sağlanmasında ultraviyole-C (UV-C) (0-4770 mJ/cm²) ile muamele, elektrolize oksitleyici su (EOW) (15,30,50 ve 80 mg/L) ve sodium hipoklorit (NaOCl) (15, 30, 50 ve 80 mg/L klorin) solüsyonları ile yıkama işlemlerinin

uygulanmasının musluk suyu ile yıkamaya göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. UV-C uygulama dozu ve yıkama solüsyon konsantrasyonlarının artışı doğrultusunda mikrobiyal yükteki azalma artış göstermiştir (Gök ve Pazır, 2020).

Yıldız (2021), tarafından yapılan çalışmada Gemlik çeşidi siyah zeytinlerin 7 günlük US ve O₃ ile acılığının giderilmeye çalışıldığı çalışmada uygulanan işlemlerin (%5 NaCl+%1 CaCl₂ ve %3 NaCl+%3 CaCl₂ salamuralarda US [10 dakika (dk) US+50 dk bekleme, 5 kez/gün) ve US+O₃ (10 dk US+ 10 dk O₃, 50 dk bekleme, 5 kez/gün] zeytin meyvelerinin mikrobiyolojik profiline etkileri incelenmiştir. Fermantasyonun başında salamuraya inoküle edilen LAB sayısı 7.7-7.8 log/ml olarak belirlenmiştir. Fermantasyonun ilerleyen zamanlarında 5-1 US (%5 NaCl+%1CaCl₂ içeren salamurada 10 dk. US+50 dk. Bekleme, 5 kez/gün) grubunun dışındaki gruplarda LAB tespit edilememiştir. %5-1 US uygulamasının tuz içeriğinin, ortamda bulunan besin ve inhibitör maddelerin varlığının LAB'nin gelişimine katkı sağladığı düşünülmüştür. Çalışma sonunda US+O₃ uygulamasının toplam mezofilik aerob bakteri, küf, maya ve enterobakter oluşumunu engellediği tespit edilmiş, fakat US uygulamasının tek başına aynı mikrobiyal inhibisyonu sağlamadığı gözlenmiştir.

Özdemir ve ark., (2024) tarafından yapılan bir çalışmada üfleyici ve termostat entegreli ultrason uygulaması ile zeytin meyvelerinin acılığı giderilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonunda NaOH kullanmadan veya salamura suyu değiştirilmeden ultrason uygulamasının zeytin meyvelerindeki oleuropein miktarını azaltarak acılığı daha hızlı giderdiği tespit edilmiştir. Ultrason uygulanan zeytin meyvelerinde fermantasyon işlemi yapılmamasına bağlı olarak titrasyon asitliği ve mikrobiyal yük düşük çıkmıştır. Mikrobiyal yükün düşük çıkması ultrason uygulamasının kavitasyon etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gıdalardaki mikroorganizmaların inaktivasyonunu sağlamak amacıyla ultrason uygulamasının tek başına kullanılması yüksek güç ve daha uzun uygulama süresi gerektirmektedir. Bu durum gıda endüstrisi için yüksek maliyetlere yol açmaktadır. Ultrasonun bir dekontaminasyon tekniği olarak etkinliği basınç, ısı ve antimikrobiyal solüsyonlar gibi başka bir uygulama ile birleştirilerek artırılabilir (M. Sango ve ark., 2014).

Ultrason ile muamele gıdalarda mikrobiyal inaktivasyonun yanı sıra ekstraksiyon, çözme, filtrasyon, gaz giderme (Gallo, 2018), dekontaminasyon (Bilek ve Turantaş, 2013), zeytin meyvelerinde acılık giderme (Habibi, 2015), zeytin meyvelerinden izole edilen *Lactobacillus plantarum* suşlarının asitleştirme özelliklerinin artırılması (Speranza, 2021) vb. işlemlerde uygulanmaktadır.

Mevcut çalışmanın diğer çalışmalardan farkı UV ve ultrason uygulamalarının birleştirilerek ham zeytin meyvelerinin ön yıkama işleminden sonra meyve yüzeylerinde kalan mikrobiyal yükün indirgenmesi ve zeytin meyvelerinin içeriğinde bulunan şeker, fenolik bileşikler vb. bileşenlerin salamuraya geçmesini sağlamaktır. Mikrobiyal yükün indirgenmesi ve salamuraya geçen şekerin ortama inoküle edilecek olan starter kültürler tarafından kullanılması ile starter kültürlerin ortamdaki hakim flora olması ve salamura pH değerinin 4.5'in altına hızlı bir şekilde indirgenerek gıda güvenliğinin sağlanması hedeflenmektedir.

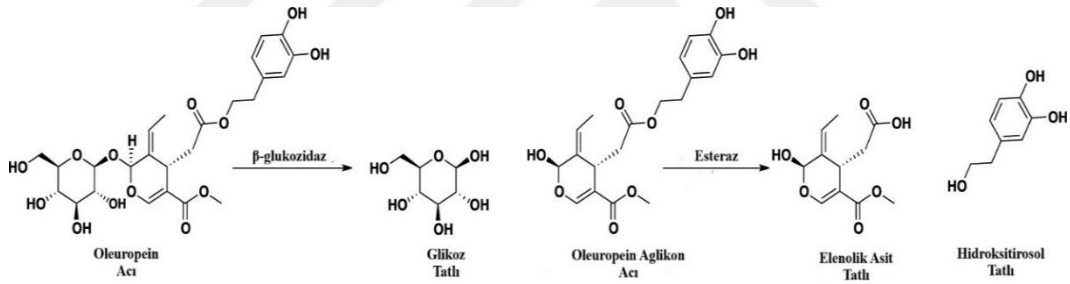
2.9 Zeytin Meyvelerinin Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Kapasitesi

Fenolik bileşikler veya polifenoller meyve, sebze, kuruyemiş, tahıllar, baharatlar gibi bitkiler organlarında bulunan organoleptik özellikler (acılık, burukluk gibi), renk, stres direnci gibi fizyolojik süreçlerde önemli rol oynayan bitki sekonder metabolitleri olarak tanımlanan biyoaktif bileşiklerdir (Albuquerque ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2022). Fenolik bileşiklerin sahip oldukları antioksidan, antimikrobiyal, antikarsinojenik vb. biyoaktivitelerine bağlı olarak önemli bir konu haline gelmiş ve bu konu ile ilgili günümüzde çok sayıda çalışma yapılmaktadır.

Fenolik bileşikler yapısında bir veya daha fazla hidroksil gruba sahip benzen halkası (C_6H_6) içerir. Günümüzde farklı molekül yapısına sahip 8000'den fazla fenolik madde keşfedilmiştir (Artık ve ark., 2016; Cosme ve ark., 2020; Zhang ve ark., 2022). Fenolik bileşikler flavonoidler, fenolik asitler, tanenler, stilbenler ve lignanlar olmak üzere gruplandırılmaktadırlar (Zhang ve ark., 2022). Zeytin meyvelerindeki ana fenolik bileşikler fenolik asitler, fenolik alkoller (hidroksitirozol, tirozol vb.), flavonoidler ve sekoiridoidler (oleuropein) olarak tespit edilmiştir (Campus ve ark., 2015). Oleuropein,

hidroksitirozol, tirozol, ligstrosid, 3–4 DHPEA-EDA, demethyloleuropein, verbaskozid ve lignan zeytin meyvelerinde bulunan başlıca fenolik bileşiklerdir (Alagna ve ark., 2012). Gemlik zeytin meyvelerinde oleuropein, 3-hidroksitirosol, trans-sinamik asit, tirosol, apigenin, kumarin, luteolin 4-glukozid, 4-hidroksifenil, luteolin, siringik asit, kaempferol, luteolin, kerasiyanin, epikateşin fenolik bileşikler tespit edilmiştir (Demir ve ark., 2023).

Zeytin meyvesinin acılığından sorumlu olan fenolik bileşik oleuropein zeytin fermantasyonunda fermentatif bir substrattır. Oleuropein fermantasyonda rol oynayan β -glukozidaz ve esteraz enzimlerini salgılayan LAB tarafından hidrolize edilir (Şekil 2.2). Oleuropeinin hidrolizi iki aşamada gerçekleşir. Birinci aşamada β -glukozidaz enzimi oleuropeini glukoz ve aglikonlarına hidrolize eder. İkinci aşamada ise esteraz enzimi ile acı olmayan elenolik asit ve hidroksitirozole hidrolize edilir (Reis ve ark., 2022).



Şekil 2.2 Fermantasyon sürecinde oleuropeinin hidroliz aşaması (Guggenheim ve ark., 2018)

Zeytin meyvesinin çeşidi, sofralık zeytin üretim koşulları, olgunluk indeksi, ekolojik faktörler ve ziraat uygulamaları vb. faktörler zeytin meyvelerinin fenolik içeriğini nitel ve nicel olarak etkilemektedir (Uylaşer, 2015; Bekmez, 2019; Keceli ve ark., 2024). Fenolik bileşikler meyvelerin kahverengileşmesinde rol oynarlar. Ayrıca zeytin meyvesinin antimikrobiyal etki göstermesini sağlar ve zeytin meyvesinin duyuusal özelliklerini etkiler. Fenolikler, meyvenin oksidatif stabilitesini sağlayarak oksidasyonu engeller ve zeytin yağının acılaşmasını önlerler (Bekmez, 2019).

Oleuropein zeytin ağacının meyveleri, yaprağı ve diğer organlarında bulunan sekoiridoiddir (Khalil, 2024). Oleuropein, işlem görmemiş ham yeşil zeytin meyvesinin

belirgin acılığundan sorumlu olan fenolik bileşiktir. Oleuropein patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki göstererek ve acılık özelliğinden dolayı otoburlara karşı bitkiye savunma mekanizması oluşturur (Bekmez, 2019).

Farklı bölgelerden hasat edildikten sonra farklı işleme teknikleriyle (salamura ve sele) işlenen yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin toplam fenolik içeriği, fenolik bileşiklerinin biyoalınabilirliği ve antioksidan kapasitesi tespit edilmiştir. İşlenmiş salamura siyah ve yeşil zeytin meyvesinin ekstrakte edilebilir fenolik madde içeriği sırasıyla 575-1410 mg GAE/100 g taze ağırlık ve 185-360 mg GAE/100 g taze ağırlık olarak tespit edilmiştir. İşlenmiş siyah zeytin meyvelerinin ekstrakte edilebilir antioksidan kapasiteleri ABTS, CUPRAC, FRAP ve DPPH yöntemlerine göre sırasıyla 616-527 μmol troloks/100 g, 680-440 μmol troloks/100 g, 353-593 μmol troloks/100 g ve 532-565 μmol troloks/100 g olarak tespit edilmiştir. İşlenmiş yeşil zeytin meyvelerinin ABTS, CUPRAC, FRAP ve DPPH yöntemlerine göre sırasıyla 122-320 μmol troloks/100 g, 120-180 μmol troloks/100 g, 116-160 μmol troloks/100 g ve 126-168 μmol troloks/100 g olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre en yüksek antioksidan kapasitesine işlenmiş siyah salamura zeytin meyvelerinin olduğu belirlenmiştir. Fenol madde içeriği ile antioksidan kapasitesinin ve biyoyararlanabilirlik özelliğinin doğru orantılı arttığı gözlemlenmiştir (Atlı, 2020).

Coğrafi işaretli Gemlik zeytininin (Bursa) coğrafi işaretli olmayan Gemlik zeytininden (Hatay, Mersin ve İzmir) ayırt etmek amacıyla yapılan bir çalışmada taze ve fermente Gemlik zeytinlerinin toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 86.70-232.55 mg/kg ve 62.30-189.9 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Fermantasyon süresince toplam fenolik madde içeriğinin azalması antioksidan kapasiteyi etkilememiştir. Taze ve fermente meyvelerin antioksidan kapasitesi DPPH yöntemine göre inhibisyon yüzdesi olarak sırasıyla % 88.23-89.65 ve 82.08-89.15 olarak tespit edilmiştir (Keceli ve ark., 2024).

Bekmez (2019) tarafından yapılan çalışmada taze ve fermente Gemlik yeşil zeytinlerinin fenolik madde ve antioksidan kapasiteleri tespit edilmiştir. Fermantasyon süresince toplam fenolik madde miktarının 9.23 –10.73 mg/g arasında olduğu ve bu süreçte azalma gözlemlendiği tespit edilmiştir. DPPH ve ABTS yöntemlerine göre zeytin meyvelerinin

antioksidan kapasitesi sırasıyla 10.34-10.74 $\mu\text{mol Trolox/kg}$ ve 9.30-9.67 $\mu\text{mol Trolox/kg}$ olarak belirlenmiş ve her iki yöntemde de taze zeytinin fermente zeytine göre daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Bölge ve iklim koşulları zeytin meyvesinin antioksidan kapasitesi üzerinde etkili olduğu sonucu elde edilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada İznik yöresinde yetiştirilen Gemlik zeytinlerinin olgunlaşmaya bağlı olarak fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişiklikler tespit edilmiştir. Zeytinler üç farklı hasat döneminde hasat edilerek su oranı %65.80-57.40, yağ oranı %6.10-26.60, toplam fenolik madde içeriği 314.08-164.60 mg/100 g, DPPH metodu ile antioksidan aktivite özelliği 30.dk 2.79-2.74 ARP (1/EC50) ve 120.dk 3.43-3.59 ARP (1/EC50) olarak tespit edilmiştir (Kaya ve Mutlu, 2010).

Düşük tuz içeren *Sicilya* sofralık zeytinin fermentasyon süresince salamuraadaki oleuropein, hydroxytyrosol, tyrosol ve verascoside miktarları sırasıyla 0.00-50.62 mg/L, 2.54-267.34 mg/L, 0.00-19.56 mg/L ve 0.00-65.39 mg/L olarak tespit edilmiştir. Starter kültür ile aşılanmış salamuralardaki fenolik bileşikler fermentasyon süresince artış göstermiştir. Zeytin meyvelerinde bulunan oleuropein ve diğer β -glukozitlerin hidrolizi, doğal flora ve salamuranın fizikokimyasal koşullarına bağlıdır (Pino ve ark., 2019).

Adana da tarımı yapılan ve olgunluk aşamasında hasat edilen altı çeşit zeytin türüne (Gemlik, Domat, Memecik, Ayvalık, Çilli ve Adana Topağı) ait ham meyvelerin bazı özellikleri (kabuk rengi, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde vb.) karakterize edilerek *Manzanilla* çeşidi ile karşılaştırıldığı bir çalışmada Gemlik çeşidi zeytin meyvesinin kabuk rengi değerleri $L^*:53.54$ $a^*:-7.29$, $b^*:36.27$, $\Delta C:37.01$, $H^\circ:101.45$, toplam fenolik miktarı 569 mg GAE/100 g, DPPH yöntemine göre inhibisyon oranı %80.21 olarak tespit edilmiştir (Comlekcioglu ve ark., 2022).

Gemlik zeytin meyvesinin olgunlaşmaya bağlı fenolik fraksiyonları ve agronomik özelliklerinde meydana gelen değişimlerin araştırıldığı bir çalışmada zeytinler Serinyol (Hatay), Mudanya (Bursa), Sarıçam (Adana), Bahçe (Osmaniye) ve Tarsus (Mersin) ilçelerinden beş farklı hasat döneminde hasat edilmiştir. Tüm hasat dönemlerinin ortalamasına göre en yüksek oleuropein miktarı 1391 mg/kg ile Mudanya zeytin

örneklerinde en düşük oleuropein miktarı ise Serinyol zeytin örneklerinde gözlenmiştir. Çalışma verilerine göre Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin coğrafi kökeni ürünün teknolojik özelliklerini, fenolik bileşiklerin miktarını ve bileşimin etkilediği sonucu elde edilmiştir (Ghorbal ve ark., 2018).

Ayvalık, Domat ve Gemlik zeytin türlerinin farklı olgunlaşma dönemlerinde (Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık) fenolik bileşiklerin miktarlarındaki değişimlerin incelendiği çalışmada Gemlik zeytinin oleuropein ve hidroksitirosol miktarları sırasıyla 23.41–146.62 ppm ve 145.63 – 253.67 ppm aralığında tespit edilmiştir. Fenolik bileşiklerin miktar ve çeşidi iklim, çevresel faktörler, hasat zamanı gibi faktörlerden etkilenmektedir (Dağdelen ve ark., 2013). Bir başka çalışmada Ekim-Kasım aylarında Mut (Mersin) ilçesinden hasat edilen ham zeytinlerin oleuropein ve hidroksitirosol miktarları sırasıyla 81.81 ve 67.73 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Zeytin meyvelerinin işleme yöntemi son ürünün fenolik madde miktarı etkilemektedir (Özcan ve Uslu, 2023).

Bazı melez yeşil ve siyah zeytinlerin sofralık zeytin olarak kullanımının uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, alkali işlem uygulanarak ve uygulanmadan starter kültür ilavesi ile fermantasyona tabi tutulmuştur. Ayrıca, Gemlik siyah zeytin kullanılarak %10 tuz içeren salamurada geleneksel fermantasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, melezlenmiş ve melezlenmemiş Gemlik ham yeşil zeytin meyvelerindeki oleuropein miktarı 855.54-2485.2 mg/kg, hidroksitirosol miktarı ise 607.06-3154.80 mg/kg olarak tespit edilmiştir. İşlenmiş Gemlik yeşil zeytinlerde hidroksitirosol miktarı 297.41-583.77 mg/kg olarak belirlenmiş olup, oleuropein tespit edilememiştir. Melezlenmiş ve melezlenmemiş Gemlik ham siyah zeytin meyvelerinde ise oleuropein miktarı 129.71-2572.4 mg/kg, hidroksitirosol 359.46-3857.mg/kg olarak belirlenmiştir. İşlenmiş Gemlik siyah zeytin meyvelerindeki hidroksitirosol miktarı 128.50-466.29 mg/kg iken oleuropein tespit edilememiştir. %10 tuz içeren ve geleneksel olarak işlenen Gemlik siyah zeytinlerinin hidroksitirosol miktarı 371.43 mg/kg ve oleuropein miktarı 16.6 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda sofralık zeytin işleme yöntemlerinin fenolik maddeler üzerine etkili olduklarını gözlemlenmiştir (Özdemir, 2011a).

Doğal ve alkali yöntem ile işlenerek fermantasyona tabi tutulan Gemlik sofralık siyah zeytin meyvelerinin toplam fenolik bileşik içeriği ham meyvede 447.08 mg GAE/100g olarak tespit edilmiştir. 9.ayda toplam fenolik bileşik içeriği doğal yöntem ile işlenen zeytinlerde 181.20 mg GAE/100 g, alkali ile işlenen zeytinlerde 112.32 mg GAE/100 mg olarak tespit edilmiştir. Meyvedeki fenolik bileşiklerin azalması fermantasyon işleminin oleuropeinin parçalanma ürünü olan hidroksitirozol gibi suda kolay çözünen bileşiklerin salamuraya geçişini kolaylaştırmasından kaynaklı olabileceği ifade edilmektedir (Ummak Meral, 2019).

Yapılan bir çalışmada *Kalamata* siyah ve *Chalkidiki* yeşil zeytinlerin salamura tuzu azaltılarak, oleuropeinolitik starter kültür (OSC) inoküle edilerek ve edilmeden işlenmesi sonucunda *Escherichia coli* O157:H7 ve *Listeria monocytogenes*'in hayatta kalması veya inaktivasyonu değerlendirilmiştir. Endüstriyel işletmelerden temin edilen *Chalkidiki* yeşil zeytinlerinde alkali ile acılık giderme işlemi uygulanmış olup *Kalamata* zeytinlerinde uygulanmamıştır. Çalışma sonunda OSC ile fermente edilen ve endüstriyel işlenmiş gruplarda *Escherichia coli* O157 ve *Listeria monocytogenes* tespit edilememiştir. Ayrıca OSC ile işlenen zeytinlerin toplam fenolik madde içeriği endüstriyel işleme göre daha yüksek miktarda olduğu gözlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı *Kalamata* siyah zeytinde 175-352 mg/100 g ve *Chalkidikis* yeşil zeytinde 170-450 mg/100 g olarak belirlenmiştir. *Kalamata* siyah zeytin meyvelerindeki oleuropein miktarı 16.12-41.45 mg/100 g ve *Chalkidikis* yeşil zeytinlerinde 18.70-35.51 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonunda OSC ile işlenen her iki zeytin çeşidinde oleuropeinin parçalanmasına bağlı olarak hidroksitirozol miktarının arttığı gözlenmiştir (Tataridou ve Kotzekidou, 2015).

Kalamon, *Megaron*, *Koroneiki* ve *Chalkidikis* zeytin meyvelerinden izole edilen *Lactobacillus plantarum* oleuropeinolitik suşlarının özelliklerinin ve azaltılmış tuz koşulları altında fenolik bileşenler üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada elde edilen verilere göre *Lactobacillus plantarum* grubuna ait seçilen oleuropeinolitik suşların oleuropein miktarının azalttığı ve hidroksitirozol ve tirozol miktarını arttırdığı gözlenmiştir (Kaltza ve ark., 2015).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan Gemlik çeşidi ham yeşil zeytin meyveleri Bursa (Gemlik) ve ham siyah zeytin meyveleri Antalya ilinden yerel satıcılardan temin edilmiştir. Zeytinler işleninceye kadar +4 °C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Tüm örnekler laboratuvara getirildikten sonra araştırma planı dahilindeki analizlere alınmıştır.

Starter kültür olarak kullanılan kültürler Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan (*Lactobacillus plantarum* MF376) ve gıda takviyesi (*Lactobacillus plantarum* 299v (Probest Digestive) ve *Lactobacillus rhamnosus* HA-114 (duobalance® meta)) olarak satışa sunulan probiyotik kültürlerden temin edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 UV ve US uygulamalarının süre normlarının tespit edilmesi

Tez çalışmamızda kullanılacak olan Ultraviöle (UV) ve Ultrason (US) uygulamaları için uygun olan süre normunun belirlenmesi amacıyla zeytin örnekleri ön denemeye tabi tutulmuştur. Deneme grupları Çizelge 3.1’ de belirtildiği şekilde tasarlanmıştır.

Çizelge 3. 1 UV ve US uygulama süresinin belirlenmesi için dizayn edilen çalışma grupları

Grup Adı	Uygulama
Hammadde	Zeytinlere herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Direkt olarak mikrobiyal florası tespit edilmiştir.
Kontrol (Yıkama)	Zeytinler çeşme suyunda yıkandıktan sonra mikrobiyal florası tespit edilmiştir.
1.Grup (10 dk. UV+10 dk US)	Zeytinler çeşme suyunda yıkandıktan sonra 10 dk boyunca UV ve US uygulamalarına maruz bırakılmıştır. Daha sonrasında mikrobiyal florası tespit edilmiştir.
2. Grup (20 dk US+ 20 dk UV)	Zeytinler çeşme suyunda yıkandıktan sonra 20 dk boyunca UV ve US uygulamalarına maruz bırakılmıştır. Daha sonrasında mikrobiyal florası tespit edilmiştir.
3. Grup (20 dk US)	Zeytinler çeşme suyunda yıkandıktan sonra 20 dk boyunca US uygulamasına maruz bırakılmıştır. Daha sonrasında mikrobiyal florası tespit edilmiştir.
4. Grup (20 dk UV)	Zeytinler çeşme suyunda yıkandıktan sonra 20 dk boyunca UV uygulamasına maruz bırakılmıştır. Daha sonrasında mikrobiyal florası tespit edilmiştir.

Çalışma normlarını belirlemek amacıyla yapılan ön denemeler için UV cihazı (12 W, AQUA BELLA) plastik bir kaba monte edilmiştir. Tasarlanan prototip Şekil 31.de görüldüğü gibi bir ultrasonik su banyosunun (37 kHz, Elma S 100 H, Almanya) içerisine yerleştirilmiştir.



Şekil 3.1 UV ve US Cihazının Kombinasyonu

Prototip ekipmanlarından meydana gelebilecek kontaminasyonu önlemek amacıyla her grup arasında klor (Deep Blue) ile dezenfeksiyon işlemi yapılmıştır. Prototipin dezenfeksiyon işlemi için 5 lt çeşme suyuna klor test kiti (CB5400) ile ayarlanarak 5 ppm olacak şekilde toz klor ilave edilerek eritilmiştir. Klorlu su prototipin haznesine konularak 10 dakika boyunca prototipin içerisinde (su hortumları, UV cihazı (12 W, AQUA BELLA), mini dalgıç pompa (12V, Midapo) ve prototip haznesi) mini dalgıç pompa yardımıyla devir daim edilmiştir. Devir daim aşamasında aynı zamanda UV cihazı çalıştırılmıştır. Dezenfeksiyon işleminden sonra prototipin içerisindeki klorlu su boşaltılmıştır. Klor kalıntısını uzaklaştırmak amacıyla otoklavda 15 dk 121 °C’de sterilize edilen steril çeşme suyu mini dalgıç pompa yardımıyla prototip içerisinde 10 dk süresince devir daim yapılmıştır (Not: Steril su sıcaktı fakat suyun sıcaklığı ölçülmedi). Durulama işleminden sonra durulama suyundaki serbest klor düzeyi klor test kiti yardımıyla ölçülmüştür ve renk değişimi gözlemlenmiştir. Renk değişiminin gözlenmemesi serbest klor düzeyinin sıfır olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Durulama işleminden sonra 1-1,5 kg ham yeşil zeytin prototip kabının içerisine konulmuştur. Zeytin örneklerinin üzerine 2 lt çeşme suyu ilave edilmiştir. Bir süre beklendikten sonra UV ve US (37 kHz, Elma S 100 H, Almanya) uygulamaları yukarıda belirtilen gruplara göre belirlenen süreler doğrultusunda zeytin örneklerine uygulanmıştır. Tüm çalışma gruplarındaki zeytin meyvelerinden steril koşullarda ayrı ayrı örnekler alınarak toplam canlı sayımı için Plate Count Agar (PCA, Biokar, BK144HA, Fransa) ve maya-küf sayımı için Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC, Neogen, NCM0082A, ABD) ’ye yayma plak yöntemine göre ekim yapılmıştır.

3.2.2 Starter kültürlerin aktif hale getirilmesi

Turşudan izole edilen *Lactobacillus plantarum* MF376 stok kültürü -60 °C’deki dondurucudan çıkartılarak ortam koşullarında çözünmesi sağlanmıştır. Kültür sıcaklığı ortam sıcaklığına getirilmiştir. Ortam sıcaklığına gelen stok kültür 121 °C’de 15 dakika sterilize edilen De Man, Rogosa And Sharpe broth (MRS, Biolife, İtalya) içerisine ekim kabininde bek alevinin kenarında 1 ml inoküle edildi ve vortekslenmiştir (Scilogex, MX-S, İngiltere). İnokulasyon işlemi sonrası tüpler 30 °C’de 24 saat inkübasyona (Binder,

BD23, Almanya) bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası kültüre 3 kez daha pasajlama işlemi yapılarak kültür aktif hale getirilmiştir.

Ticari starter kültürler *Lactobacillus rhamnosus* HA-114 ve *Lactobacillus plantarum* 299v 121 °C'de 15 dakika sterilize edilen MRS broth içerisine ekim kabininde bek alevinin kenarında steril koşullarda kapsüllerinden çıkartılarak inoküle edilmiştir ve vortekslenmiştir. İnokulasyon işlemi sonrası tüpler 30 °C'de 24 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası kültüre 3 kez daha pasajlama işlemi yapılarak kültür aktif hale getirilmiştir.

Zeytin fermantasyonunda salamuraya inoküle edilecek olan starter kültürlerin 1 ml'sindeki mevcut canlı koloni sayısını belirlemek amacıyla yayma plak yöntemi ile de Man Rogosa Sharpe Agar (MRS Agar, Biokar diagnostics, BK089HA, Fransa) besiyerine ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 30 °C'de 48-72 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda petri kutularındaki koloniler sayılmıştır ve sayım sonucunda 30-300 koloni oluşturan petri kutuları değerlendirmeye alınmıştır. Sonuçlar log kob/mL olarak hesaplanmıştır. Analiz iki paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (ISO 15214:1998, 1998).

3.2.3 Starter kültürlerin tuz adaptasyonunun sağlanması

Aktif hale getirilen starter kültürlerin geliştikleri optimum tuz konsantrasyonunu belirlemek ve tuzlu ortam koşullarına adaptasyonun sağlanması amacıyla %1,3,5,7,9,10 ve 12 NaCl (Merck, 1.06404, Almanya) içeren MRS broth da gelişimleri izlenmiştir. Tüm suşların %10 NaCl'ye kadar gelişim sergilediği ve %12 NaCl de *Lactobacillus plantarum* 299v ve *Lactobacillus plantarum* MF376 gelişimlerinin yavaşladığı ve *Lactobacillus rhamnosus* HA-114 ise gelişiminin durduğu gözlenmiştir.

3.2.4 İnokülasyonda kullanılacak starter kültürlerin hazırlanması

Zeytin fermantasyonunda kullanılacak olan starter kültürler 121 °C'de 15 dakika steril edilmiş MRS broth besiyerlerine inoküle edildikten sonra 30 °C'de 24 saat inkübasyona

bırakılmıştır. İnkübasyon işlemi sonrası kültürlerden besiyerini ve yabancı maddeleri uzaklaştırmak amacıyla kültürler steril santrifüj tüplerine aktararak 6000 rpm devirde 15 dakika boyunca santrifüj (Hettich EBA 21, Almanya) edilmiştir. Santrifüj işlemi sonrası elde edilen hücre peletleri, steril peptonlu su (%0.1'lik) (PW, Biokar diagnostics, BK084HA, Fransa) ile dört kez yıkanmıştır. Yıkama işlemi sonrası elde edilen hücre peletlerine 10 ml steril peptonlu su (%0.1'lik) ilave edilerek vortekslenmiştir.

3.2.5 Sofralık zeytinlerin işlenmesi

Satın alınan Gemlik yeşil ve siyah sofralık zeytinlerin içerisinde bulunan sap, yaprak vb. yabancı materyaller ile yaralı, kurtlu, buruşuk vb. meyveler ayıklanmıştır. Ayıklama işleminden sonra zeytinler ebatlarına göre sınıflandırılarak çeşme suyunda yıkanmıştır. Buraya kadar bahsedilen işlemler tez çalışmasında ön işlem (ayıklama, sınıflandırma ve yıkama işlemleri) olarak ifade edilecektir. Analiz gruplarının bir kısmında zeytinler inokülasyondan önce 10 dakika boyunca UV (12 W, AQUA BELLA) ve US (37 kHz, Elma S 100 H, Almanya) (UV+US+SK) işlemleri ile muamele edilerek mevcut mikrobiyal yükü indirgenmiştir. Analiz gruplarının diğer kısmında ise sadece starter kültür inokülasyonu (SK) gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir işlem yapılmadan direkt salamura ilavesi sonrası fermantasyon işleminin yapıldığı grup kontrol olarak kabul edilmiştir. %7 ve %8 NaCl (Salti, Türkiye) içeren salamuralar hazırlanarak 121 °C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. Steril salamuralar içerisine çalışmada kullanılacak olan starter kültürler inoküle edilerek inkübatörde 30 °C'de 3 saat inkübasyona bırakılarak tuz adaptasyonu sağlanmıştır. Tuz adaptasyonu sonrası, yeşil zeytinler 1:1 oranında salamura (starter kültür+%7 NaCl) ve meyve olacak şekilde 3 litrelik cam kavanozlara konmuştur. Siyah zeytinler ise 1:1 oranında salamura (starter kültür+%8 NaCl) ve meyve olacak şekilde 1 litrelik cam kavanozlara konmuştur. Daha sonra zeytinler oda sıcaklığında (24 °C±0.2) 120 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır. Çalışmada kullanılan gruplara ait bilgiler ve zeytin işleme aşamaları sırasıyla Çizelge 3.2 ve Şekil 3.3'te detaylı bir şekilde verilmiştir.

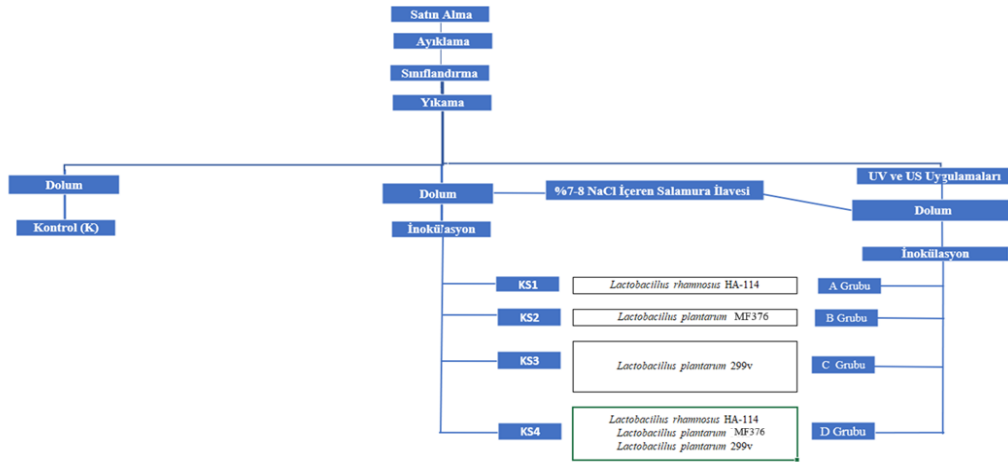


Şekil 3.2 İşlenmiş gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytinler

Çizelge 3. 2 Çalışma grupları

Çalışma Grubu	Açıklama
Kontrol (K)	Ön işlemler sonrası salamura ilave edilerek spontan fermentasyona tabi tutulan grup
Kontrol starterli 1 (KS1)	Ön işlemler sonrası salamura ilave edilerek ticari <i>Lactobacillus rhamnosus</i> HA-114 suşu ile fermentasyona tabi tutulan grup
Kontrol starterli 2 (KS2)	Ön işlemler sonrası salamura ilave edilerek turşudan izole edilen <i>Lactobacillus plantarum</i> MF376 suşu ile fermentasyona tabi tutulan grup
Kontrol starterli 3 (KS3)	Ön işlemler sonrası salamura ilave edilerek ticari <i>Lactobacillus plantarum</i> 299v suşu ile fermentasyona tabi tutulan grup
Kontrol starterli 4 (KS4)	Ön işlemler sonrası salamura ilave edilerek <i>Lactobacillus rhamnosus</i> HA-114 + <i>Lactobacillus plantarum</i> MF376 + <i>Lactobacillus plantarum</i> 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulan grup
A Grubu	Ön işlemler sonrası UV ve US işlemi uygulanarak ticari <i>Lactobacillus rhamnosus</i> HA-114 suşu ile inoküle edilen grup
B Grubu	Ön işlemler sonrası UV ve US işlemi uygulanarak turşudan izole edilen <i>Lactobacillus plantarum</i> MF376 suşu ile inoküle edilen grup
C Grubu	Ön işlemler sonrası UV ve US işlemi uygulanarak ticari <i>Lactobacillus plantarum</i> 299v ile inoküle edilen grup
D Grubu	Ön işlemler sonrası UV ve US işlemi uygulanarak <i>Lactobacillus rhamnosus</i> HA-114 + <i>Lactobacillus plantarum</i> MF376+ <i>Lactobacillus plantarum</i> 299v suşları ile inoküle edilen grup

*SK grupları: KS1, KS2, KS3 ve KS4 **UV+US+SK grupları: A, B, C ve D



Şekil 3.3 Laboratuvar koşullarında sofralık zeytin üretim akış şeması

3.2.6 Ham meyve analizleri

Olgunluk İndeksi

Çalışmada kullanılan Gemlik yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin olgunluk indeksi Venta del Lago Deney İstasyonu (İspanya) tarafından geliştirilen, kabuk ve meyve et rengine göre puanlama sisteminin esas alındığı metot kullanılmıştır. Gemlik yeşil ve siyah sofralık zeytinlerinden rastgele seçilen 100 adet meyvenin kabuk ve et rengine göre olgunluk indeksi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Gamalı ve Eker, 2017).

- 0: Meyve kabuğu koyu yeşil,
- 1: Meyve kabuğu sarı veya sarımsı yeşil
- 2: Meyve kabuğu sarımsı yeşil ancak üzeri kırmızımsı noktalı,
- 3: Meyve kabuğu kırmızımsı ya da hafif violet
- 4: Meyve kabuğu siyah ve meyve eti tamamen yeşil,
- 5: Meyve kabuğu siyah ve meyve eti çekirdeğin yarısına doğru violet
- 6: Meyve kabuğu siyah ve meyve eti hemen çekirdeğe kadar violet
- 7: Meyve kabuğu siyah ve meyve eti tamamen siyah

$$\text{Olg. İndeksi} = \frac{(0 * n_0) + (1 * n_1) + (2 * n_2) + (3 * n_3) + (4 * n_4) + (5 * n_5) + (6 * n_6) + (7 * n_7)}{100} \quad (1)$$

n_0 : 0 kategorisindeki meyve sayısı

n_4 : 4 kategorisindeki meyve sayısı

n_1 : 1 kategorisindeki meyve sayısı

n_5 : 5 kategorisindeki meyve sayısı

n_2 : 2 kategorisindeki meyve sayısı

n_6 : 6 kategorisindeki meyve sayısı

n_3 : 3 kategorisindeki meyve sayısı

n_7 : 7 kategorisindeki meyve sayısı

Meyve Sayısı

100 gram zeytin meyvesi hassas terazide (Radwag, AS 220 R2, Polonya) tartıldı ve kaç adet olduğu belirlendi. Elde edilen meyve sayısı 10 ile çarpılarak kg'daki meyve sayısı belirlendi (Alak, 2016).

Et/Çekirdek Oranı

Belirli miktarda zeytin meyvesinin hassas terazide (Radwag, AS 220 R2, Polonya) tartılmıştır. Bu meyvelerin et ve çekirdek ağırlıkları hassas terazide tartılarak belirlenmiştir. Elde edilen tartım sonuçları oranlanarak et/çekirdek oranı belirlenmiştir (Tangu ve ark., 2016).

Toplam Kuru Madde Miktarı

Tartım kapları yaklaşık 30 dakika 105 °C'de etüvde kurutuldu ve desikatörde soğutuldu. Desikatörde soğutulan tartım kapların darası (G) alınarak kaydedilmiştir. Bir miktar zeytin meyvesinin çekirdekleri çıkartılarak homojen hale getirilmiştir. Homojen hale getirilen zeytin meyvelerinden 5 gr örnek tartılarak darası alınmış kaplara konulmuştur. Daha sonra 105 °C'de 4-5 saat süreyle sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde (Memmert, Almanya) kurutulmuştur. Kurutulan örnek desikatöre alınarak soğutuldu ve daha sonra tekrar tartılmıştır (G1). Aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Akgün ve ark.,2017).

$$\% \text{Toplam Kuru Madde} = \left(\frac{G_1 - G}{\text{Örnek miktarı}} \right) * 100 \quad (2)$$

Yağ Tayini

Yağ oranının tespitinde Soxhlet yöntemi kullanılmıştır. Homojen hale getirilen zeytin meyvesinden 15-20 g kadar örnek tartılarak ekstraksiyon kartuşuna yerleştirilerek Soxhlet cihazına yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon amacıyla kullanılacak olan çözüğenden 150-200 ml alınıp cam balona kondu ve ceketli balon ısıtıcısı (Çalışkan, EAM9202, Türkiye) çalıştırılarak ekstraksiyon işlemine başlanmıştır. Zeytin örneğine 3-4 saat boyunca ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Ekstraksiyon işleminden sonra cam balonda toplanan yağ miktarının belirlenebilmesi amacıyla çözücü rotary evaporatörde (Buchi, R100, İsviçre) buharlaştırılmıştır. Yağ miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Gamalı, 2016a).

$$\% \text{Yağ Miktarı} = \frac{(ST - BD) * 100}{N} \quad (3)$$

ST: Buharlaştırma sonrası tartım değeri, g

BD: Cam balonun darası, g

N: Zeytin meyvesinin ağırlığı, g

Şeker Analizi

Gemlik çeşidi yeşil ve siyah sofralık zeytinlerin şeker analizi Amasya Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğüne ait Laboratuvarda hizmet alım usulüne göre Luff-Schrool Metodu ile yapılmıştır.

3.2.7 Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler zeytin meyvelerinin mikrobiyal profilin belirlenmesi amacıyla ham meyvede ve fermantasyonun 120. gününde gerçekleştirilmiştir. Laktik asit bakterilerinin ve mayaların izolasyonu ham meyvede ve fermantasyonun 120. gününde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca fermantasyon sürecinin takibi amacıyla fermantasyonun 0.,3.,7.,15.,30.,60.,90. ve 120. günlerinde laktik asit bakteri sayımı yapılmıştır. Zeytin

meyvelerinin genel mikrobiyal profilinin belirlenmesine yönelik analizler Çizelge.3.3 de belirtildiği gibidir.

Çizelge 3. 3 Zeytin meyvelerinin mikrobiyolojik profilinin belirlenmesine yönelik analizler

Analizin Adı	Analizin Gerekçesi
Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı	Genel mikrobiyal profilin belirlenmesi
Maya-Küf Sayımı	Genel mikrobiyal profilin belirlenmesi
Laktik Asit Bakteri Sayımı	Genel mikrobiyal profilin belirlenmesi
Toplam Koliform Sayımı	Genel mikrobiyal profilin belirlenmesi, Hijyen İndikatörü
Fekal Koliform Sayımı	Hijyen İndikatörü
<i>Escherichia coli</i> varlığı	TGK-2011
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	TGK-2011
<i>Staphylococcus aureus</i>	TGK-2011
<i>Salmonella</i> spp.	TGK-2011

Çizelge 3. 4 Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (TGK, 2011)

Gıda	Mikroorganizmalar/ Toksinler/Metabolitler	Numune Alma Planı ⁽¹⁾		Limitler ⁽²⁾	
		n	c	m	M
2.5.1. Tüketime hazır doğranmış sebze ve meyveler	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ² kob/g	10 ³ kob/g
Ek-3 Patojen Limitleri- Tüketime Hazır Gıda	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	5	0	0/25 g-mL	
	Koagülaz pozitif Stafilokoklar (<i>Staphylococcus aureus</i>)	5	0	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i> spp.	5	0	0/25 g-mL	

n: numune sayısı c: m ile M limiti arasında değere sahip olmasına izin verilen numune sayısı, kob:koloni oluşturan birim (katı besiyerinde)

Örneklerin Hazırlanması

Zeytin Meyve Örneklerinin Hazırlanması

10 gramlık zeytin meyvesi aseptik koşullarda tartılmıştır ve stomacher poşetine aktarılmıştır. Daha sonra poşetin içerisine 90 mL steril %0.1'lik peptonlu su (PW, Biokar diagnostics, BK084HA, Fransa) ilave edilip 1 dk süre ile stomacher cihazında (IUL 707/470 Instruments, İspanya) homojenize edilmiştir. Elde edilen karışımdan 1 mL alınarak içerisinde 9 mL peptonlu su bulunan deney tüpüne aktarılmıştır. Bu tüpten de 1 mL alınarak içerisinde 9 mL peptonlu su bulunan diğer deney tüpüne aktarılmıştır. Dilüsyonlar %0.1'lik peptonlu su kullanılarak desimal olarak hazırlanmıştır.

Salamura Örneklerinin Hazırlanması

10 mL salamura örneği içerisinde 90 mL steril %0.1'lik peptonlu su (PW, Biokar diagnostics, BK084HA, Fransa) bulunan stomacher poşetine aktarılmıştır ve 1 dk süre ile stomacher cihazında (IUL 707/470 Instruments, İspanya) homojenize edilmiştir. Elde edilen karışımdan 1 mL alınarak içerisinde 9 mL peptonlu su bulunan deney tüpüne aktarılmıştır. Bu tüpten de 1 ml alınarak içerisinde 9 mL peptonlu su bulunan diğer deney tüpüne aktarılmıştır. Dilüsyonlar %0.1'lik peptonlu su kullanılarak desimal olarak hazırlanmıştır.

Zeytin Meyvelerinin Mikrobiyolojik Profilinin Belirlenmesi

Zeytin meyvelerinin mikrobiyolojik profilinin belirlenmesine yönelik analizler fermantasyonun başında ve sonunda gerçekleştirilmiştir. Zeytin meyvelerinin mikrobiyolojik profilinin belirlenmesinde yapılacak olan analizlerde 30-300 koloni içeren petri kapları dikkate alınmıştır ve sonuçlar kob/g olarak ifade edilmiştir.

Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı

Zeytin meyvelerindeki TMAB sayımı Food and Drug Administration (FDA) tarafından yayınlanan standart yayma plak yöntemine göre yapılmıştır. Ekimde PCA (Biokar, BK144HA, Fransa) içeren petriler kullanılmıştır. Ekimde kullanılan dilüsyon çözeltileri “Örneklerin Hazırlanması” başlığı altındaki “*Zeytin Meyve Örneklerinin Hazırlanması*” bölümünde anlatıldığı gibi hazırlanmıştır. Ekim yapılan petriler 35 ± 2 °C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda petri kutularındaki gelişim gösteren koloniler sayılmıştır. Sayım sonuçlarına göre 30-300 koloni içeren petri kutuları hesaplamaya dahil edilmiştir. Sonuçlar log kob/mL olarak verilmiştir (FDA-BAM, 2001a). Analiz 2 tekerrürlü yapılmıştır.

Küf ve Maya Sayımı

Zeytin meyvelerindeki küf ve maya sayımı FDA tarafından yayınlanan standart yayma plak yöntemine göre yapılmıştır. Ekimde DRBC Agar (Neogen, NCM0082A, ABD) içeren petriler kullanılmıştır. Ekimde kullanılan dilüsyon çözeltileri “Örneklerin Hazırlanması” başlığı altındaki “*Zeytin Meyve Örneklerinin Hazırlanması*” bölümünde anlatıldığı gibi hazırlanmıştır. Ekim yapılan petriler 25 ± 2 °C’de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda petri kutularındaki gelişim gösteren koloniler sayılmıştır. Sayım sonuçlarına göre 30-300 koloni içeren petri kutuları hesaplamaya dahil edilmiştir. Sonuçlar log kob/mL olarak verilmiştir (FDA-BAM, 2001b). Analiz 2 tekerrürlü yapılmıştır.

Staphylococcus aureus Sayımı

Zeytin meyvelerinde *Staphylococcus aureus* sayımı yayma plak yöntemine göre Egg-Yolk Tellürit katkılı Baird Parker Agar (BPA, Oxoid, CM0275) içeren petrilere ekim yapılarak gerçekleştirilmiştir. Ekimde kullanılan dilüsyon çözeltileri “Örneklerin Hazırlanması” başlığı altındaki “*Zeytin Meyve Örneklerinin Hazırlanması*” bölümünde anlatıldığı gibi hazırlanarak uygun dilüsyonlardan petri kutularına ekim yapılmıştır (Ünlütürk ve Turantaş, 2015). Ayrıca analizde 1 mL örnek 3 ayrı petri kutusuna sırasıyla

0.4, 0.3 ve 0.3 mL olacak şekilde ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler 35-37 °C’de 45-48 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gelişim gözlenen petri kutularındaki koloniler incelenmiştir. Petrilerdeki dairesel, dışbükey, pürüzsüz, opak ve saydam zonlu, gri ile siyah renkte parlak koloniler sayılmıştır. Sonuçlar log kob/mL olarak verilecektir (FDA-BAM, 2016). Analiz 2 tekerrürlü yapılmıştır.

Egg-Yolk Tellürit Ajanının Hazırlanması

Egg-Yolk Tellürit ajanı laboratuvar ortamında hazırlanmıştır. Taze yumurta üzerindeki kirlilik öğeleri giderildikten sonra %70’lık etanolde (Tekkim, TK.200650, Türkiye) 5 dakika kadar bekletilmiştir. Daha sonra yumurtalar steril su ile yıkanarak steril bir bezle kurulanmıştır. Kurulama işleminden sonra yumurtalar aseptik şekilde kırılarak sarı ve beyazı birbirinden ayrıştırılmış ve steril bir kaba aktarılmıştır. Yumurta sarısı steril fizyolojik tuzlu su içerisinde (hacim esasına göre 3 birim yumurta sarısı 7 birim steril fizyolojik su) vortekslenerek homojen hale getirilmiştir. Yumurta sarısı homojenatının 50 mL’sine membran filtrasyonla sterilize edilmiş %1’lik potasyum tellürit (Merck, 1.05164. Almanya) çözeltisinden 10 mL ilave edilerek karıştırılmıştır ve buzdolabında muhafaza edilmiştir (Ünlütürk ve Turantaş, 2015).

Besiyerinin Hazırlanması

BPA (Oxoid, CM0275) ambalajı üzerinde belirtilen talimata göre toz besiyeri tartıldıktan sonra 950 mL saf suda çözdürüldü. Çözündürme işleminden sonra besiyeri 121 °C’de 15 dakika sterilize edilerek 45-50 °C’ye soğutuldu. 950 mL BPA içerisine 50 mL steril Egg-Yolk Tellürite ajanı ilave edildi ve homojen hale getirmek için iyice karıştırıldı. Homojen hale getirilen BPA petrilere döküldü. BPA’nın sterilliğinin kontrolü için 2 adet petriye ekim yapılmadan inkübasyona bırakıldı.

Doğrulama Testi:

Koagülaz Testi

Staphylococcus aureus sayımı sonucunda elde edilen tipik kolonilerin doğrulanması amacıyla bu kolonilerden öze ile alınarak Brain Heart Infusion Broth'a (BHIB, Lab M, LAB 049, İngiltere) aktarılacak ve 37 °C'de 24 saat inkübe edilecektir. İnkübasyon sonucunda 0.1 mL örnek alınarak içinde 0.3 mL tavşan kanı plazması (Remel, R21060, ABD) ve EDTA (%1'lik etilendiamin-tetraasetik asit) bulunan küçük bir kültür tüpüne konacak, iyice karıştırılacak ve 37 °C'de inkübe edilecek. İnkübasyonun ilk 24 saatinde, koagülasyon olup olmadığı kontrol edilecek. Eğer koagülasyon olmazsa tüp, 24 saat sonra bir kez daha kontrol edilecek. Tüplerde gözlenebilen bir topaklanma koagülaz pozitif olarak değerlendirilecek (Pichhardt, 2004).

Salmonella Spp. Aranması:

25 g çekirdeği çıkarılmış zeytin örneği tartıldı ve içerisinde 225 mL Buffered Peptone Water (BPW, Lab M, LAB 204, İngiltere) bulunan stomacher torbasına aktarıldıktan sonra homojenize edildi. Homojenize edilen örnek 500 mL'lik steril erlene aktarıldı ve 37 °C'de 16-20 saat seçici olmayan ön zenginleştirme yapıldı. İnkübasyonun tamamlanmasının akabinde seçici olmayan ön zenginleştirme kültüründen 10 ve 0.1 mL örnek alındı ve sırasıyla içinde 100 mL Selenit Cystein Broth (SCB, Lab M, LAB 55A, İngiltere) ve 10 mL Rappaport-Vassiliadis Enrichment Broth (RVEB, Merck, 1.07700, Almanya) bulunan besiyerlerine transfer edildi. RVEB 42±0.2 °C'de 24 saat, SCB ise 35-37 °C'de 24±2 saat inkübe edilerek seçici ön zenginleştirme işlemi gerçekleştirildi. Zenginleştirme işleminden sonra her bir zenginleştirme besiyerinden ayrı ayrı olmak üzere seçici ayırt edici Brilliant Green Agar (BGA, Lab M, LAB 34, İngiltere) ve Bismuth Sulphite Agar (BSA, Liofilchem, 610301, İtalya) selektif besiyerine çizim yöntemiyle ekim yapıldı. BSA ve BGA petrilere 37 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakıldı ve inkübasyon sonunda BGA'da yarı geçirgen veya opak pembe koloniler, BSA'da ise bazen metalik refle veren etrafı siyah-kahverengi zonla çevrili kahverengi-gri-siyah koloniler şüpheli koloniler olarak değerlendirildi. Şüpheli olarak tanımlanan kolonilerinin

doğrulanması için şüpheli koloniler halka öze yardımıyla BHIB besiyerine aktarıldı ve 37 ±2 °C’de 24 saat inkübe edildi (FDA-BAM, 2023). İnkübasyon sonunda doğrulama analizlerine geçildi. Analiz 2 tekerrürlü yapılmıştır.

Gram Boyama

Elde edilen izolatların Gram (+) veya Gram (-) olduğunun tespiti için Gram boyama yapılmıştır.

Preparatın Hazırlanması: MRS sıvı besiyerinde hazırlanan 18-24 saatlik kültürden bir öze dolusu alınarak temiz bir lam üzerine aktarılmıştır ve lamın üzerine film halinde yayılmıştır. Daha sonra lamın havada kuruması sağlanmıştır. Kurumadan sonra ısı ile bakteriler fikse edilmiştir. Daha sonra preparatın boyanması işlemine geçilmiştir. Preparat kristal violet ile kaplanmıştır ve 1 dakika kadar beklenmiştir. Preparat bol damıtık su ile yıkanmıştır. Preparat üzeri lügol çözeltisi ile kaplanmıştır ve 1 dakika beklenmiştir. Lügol akıtılarak damıtık su ile yıkanmıştır. Preparat üzerine %96’lık etil alkol (Tekkim, TK.200650, Türkiye) yayılarak 10-15 saniye beklenmiştir. Daha sonra preparat damıtık su ile yıkanmıştır. Preparat karşıt boya sulu safranin ile kaplanarak 10-30 saniye beklenmiştir. Preparat bol damıtık su ile yıkanarak kurutma kağıdı ile kurularak havada kurutulmuştur. En son aşama preparat mikroskopta incelendi. Analiz sonucunda mor renkli olan bakteriler Gram (+) ve pembe-kırmızı renkli bakteriler ise Gram (-) olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM, 2001d).

Üre Hidrolizi

“*Salmonella Spp. Aranması*” Bölümde belirtilen şüpheli kolonilerin doğrulanması için hazırlanan kültürden içinde Urea Broth (UB, Merck, 1.08483, Almanya) bulunan tüplere iki öze dolusu örnek transfer edilmiştir ve 35 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. Süre sonunda pembe renk oluşumu pozitif sonuç olarak kabul edilmiştir (FDA-BAM, 2023).

İndol Testi

“*Salmonella Spp. Aranması*” Bölümde belirtilen şüpheli kolonilerin doğrulanması için hazırlanan kültürden Tryptone water (TW, Merck, 1.10859, Almanya) bulunan tüplere 1 öze dolusu örnek transfer edilmiştir ve 35-37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun tamamlanmasından sonra tüplere 0.2-0.3 mL Kovac’s (Merck, 1.09293) çözeltisi eklenmiştir ve vortekslenmiştir. 10 dakika bekleme süresi sonunda tüplerin üst yüzeyinde kırmızı renkli bir halka oluşumu pozitif, kavun içi ya da sarı renkli bir halka mevcutsa sonuç negatif olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM-2023).

Voges-Proskauer (VP) testi

“*Salmonella Spp. Aranması*” Bölümde belirtilen şüpheli kolonilerin doğrulanması için hazırlanan kültürden içinde 5 mL Metil Red-Voges Proskauer Broth (MR-VPB, Condolab, İspanya) bulunan tüplere ekim yapılmıştır. Daha sonra tüpler 35-37 °C’de 48 saat inkübe edildi. İnkübasyon süresinin tamamlanmasının ardından tüplere %40’lık potasyum hidroksit (KOH) çözeltisinden 1 mL ve %5’lik α -naftol çözeltisinden 3 mL eklenmiştir ve tüpler vortekslenmiştir. 4 saatlik beklemenin ardından tüplerde vişne çürüğü rengin gözlenmesi pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM, 2023).

Triple Sugar Agar (TSIA) Ve Lysine Iron Agar (LIA) Reaksiyonları

“*Salmonella Spp. Aranması*” Bölümünde belirtilen şüpheli kolonilerin doğrulanması için hazırlanan kültürden iğne özeyle yatık agar Triple Sugar Iron Agar (TSIA, Merck, 1.03915, Almanya) ve Lysine Iron Agar (LIA, Merck, 1.11640, Almanya) besiyerlerine çizme ve daldırma yöntemi ile inokülasyon yapılmıştır. Tüpler, 37 °C’de 18-24 saat inkübe edilmiştir. Deney tüpleri besiyerlerinin yüzeyi, dip kısımları, renk değişimleri, gaz çatlakları ve siyah renk açısından kontrol edilmiştir. TSIA tüplerinde dipte sarı renk ve gaz oluşumu, yüzeyde; kırmızı renk bulunması, LIA tüplerinde ise dipte ve yüzeyde mor renk oluşumu pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM, 2023).

Toplam Koliform Sayımı ve Fekal Koliform Bakteri Sayımı ile E.coli Varlığının Belirlenmesi

“Örneklerin Hazırlanması” başlığı altındaki “*Zeytin Meyve Örneklerinin Hazırlanması*” bölümünde anlatıldığı şekilde hazırlanan ve içerisinde durham tüpü bulunan dilüsyonlar ile içerisinde durham tüpü bulunan steril 10 mL Lauryl Sulphate Tryptose Broth (LSTB, Merck, 1.10266, Almanya) bulunan üç tüpe aseptik olarak birer mL örnek inoküle edilmiştir (En Muhtemel Sayı (EMS, 3'lü tüp yöntemi) yöntemiyle). İnoküle edilen tüpler 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda gaz oluşumu gözlenen tüpler pozitif olarak değerlendirilmiştir ve olası koliform bakteri sayısı EMS tablosu kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar EMS/g olarak verilmiştir. Negatif sonuç veren tüplerin inkübasyon süresi 24 saat uzatılmıştır. Sonuçları kanıtlamak için pozitif sonuç veren tüplerden lup öze ile örnek alınarak içinde durham tüpü ve 10 mL steril Brilliant Green Bile Broth (BGBB, Fluka, 16025, İsviçre) bulunan tüplere inokülasyon yapılmıştır ve 37 °C'de 24-48 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda gaz oluşumunun gözleendiği tüpler tespit edilmiştir ve EMS tablosuna göre koliform bakteri sayısı hesaplanmıştır ve sonuçlar EMS/g olarak verilmiştir.

Toplam koliform analizinde gaz oluşumu gözlenen LSTB tüplerinden lup öze yardımı ile örnek alınarak içinde durham tüpü ve steril 10 mL *Escherichia coli* Broth (ECB, Biolife, İtalya) bulunan tüplere inokülasyon yapılmıştır. İnokülasyon yapılan tüpler 45 ±0.5 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin sonunda gaz pozitif tüpler tespit edildi ve EMS tablosu (Ek 7) yardımıyla olası fekal koliform bakteri sayısı tespit edilmiştir. Sonuçlar EMS/g olarak verilmiştir. Zeytin meyvelerinde *Escherichia coli* varlığının tespiti amacıyla gaz pozitif ECB tüplerinden Eosin Methylene Blue Agar (EMBA, Merck, 1.01347, Almanya) besiyeri bulunan petrilere çizim yöntemiyle ekim yapılmıştır ve petrilere 35-37 °C'de 24 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. EMBA petrilерinde gelişen şüpheli koloniler (koyu merkezli ve düz, metalik parlaklık veren ve vermeyen) öze yardımıyla içerisinde 10 mL BHIB (Lab M, LAB 049, İngiltere)) tüplere aktarılmıştır ve tüpler 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda şüpheli kolonilerin doğrulanması için IMViC testleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3 .5'e göre değerlendirilmiştir (FDA-BAM, 2020). Analiz 2 tekerrürlü yapılmıştır.

Çizelge 3. 5 Koliform grubu bazı bakterilerin IMViC testi değerlendirme tablosu

Mikroorganizma	İndol	MR	VP	Sitrat
Tipik (biyotip 1) <i>Escherichia coli</i>	+	+	-	-
Atipik (biyotik 2) <i>Escherichia coli</i>	-	+	-	-
Tipik I (tipik) <i>Enterobacter aerogenes</i>	-	-	+	+
Tipik II (atipik) <i>Enterobacter aerogenes</i>	+	-	+	+
Ara tipler (<i>Citrobacter</i>): tip 1	-	+	- ^a	+
Ara tipler (<i>Citrobacter</i>): tip 1	+	+	- ^a	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	- ^b	- ^b	+	+
Düzensiz diğer tipler	d	d	d	d

a: Bazı suşları zayıf pozitif reaksiyon verir; b: Bazı suşları pozitif reaksiyon verirler; d: Değişken

İndol testi

“Toplam Koliform Sayımı ve Fekal Koliform Bakteri Sayımı ile *E.coli* Varlığının Belirlenmesi” bölümünde belirtilen şüpheli kolonilerin doğrulanması için hazırlanan mevcut kültürden 1 öze dolusu örnek alınarak Tryptone Water besiyerine aktarılmıştır ve 35 ± 0.5 °C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun tamamlanmasının ardından besiyeri tüplerine 0.2-0.3 mL Kovac’s çözültisi (Merck, 1.09293) ilave edilerek tüpler karıştırılmıştır. 10 dakika içinde tüpün yüzeyinde koyu kırmızı renkli bir halka oluşturan tüpler pozitif, kavuniçi veya sarı renkli bir halka oluşturan tüpler negatif olarak değerlendirilmiştir. İndol pozitif sonuç veren tüpler sayılmıştır ve EMS tablosu (Ek 7) kullanılarak zeytin meyvelerinin gramındaki olası *Escherichia coli* sayısı belirlenmiştir (FDA-BAM, 2020).

Metil red (MR) testi

“Toplam Koliform Sayımı ve Fekal Koliform Bakteri Sayımı ile *E.coli* Varlığının Belirlenmesi” bölümünde belirtilen şüpheli kolonilerin doğrulanması için hazırlanan mevcut kültürden 1 öze dolusu alınarak 5 mL MR-VPB (Condolab, İspanya) besiyerine aktarılmıştır ve 35 ± 0.5 °C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda tüplere beş damla methyl red indikatörü damlatılmıştır ve renk değişimi olup olmadığı gözlemlenmiştir. İndikatör ilave eder etmez renk kırmızı veya pembeye dönüyorsa sonuç

pozitif, eğer renk sarıya dönüyorsa sonuç negatif olarak kabul edilmiştir (FDA-BAM, 2020).

Voges-Proskauer (VP) testi

“Toplam Koliform Sayımı ve Fekal Koliform Bakteri Sayımı ile *E.coli* Varlığının Belirlenmesi” bölümünde belirtilen şüpheli kolonilerin doğrulanması için hazırlanan kültürden içinde 5 mL MR-VPB (Condolab, İspanya) bulunan tüplere ekim yapılmıştır. Daha sonra tüpler 35-37 °C’de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin tamamlanmasının ardından tüplere %40’lık potasyum hidroksit (KOH) çözeltisinden 1 mL ve %5’lik α -naftol çözeltisinden 3 mL eklenmiştir ve tüpler vortekslenmiştir. 4 saatlik beklemenin ardından tüplerde vişne çürüğü rengin gözlenmesi pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM, 2020).

Sitrat testi

“Toplam Koliform Sayımı ve Fekal Koliform Bakteri Sayımı ile *E.coli* Varlığının Belirlenmesi” bölümünde belirtilen şüpheli kolonilerin doğrulanması için hazırlanan kültürden iğne öze yardımıyla tüp içinde yatık Simmon Citrate Agar (SCA, Condolab, İspanya) besiyerine çizme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır ve tüpler 35-37 °C’de 2-7 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun tamamlanmasından sonra besiyerinde hiçbir üremenin gözlenmemesi ve besiyeri renginin (yeşil) değişmemesi negatif sonuç olarak ve besiyerinde üremeye bağlı olarak mavi rengin gözlenmesi pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM, 2013).

Laktik Asit Bakterilerinin Sayımı ve İzolasyonu

Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin mikrobiyolojik profilinin belirlenmesine yönelik yapılan laktik asit bakterilerinin sayımı ve izolasyonu fermantasyonun başında ham meyvede ve fermantasyonun sonunda kontrol grubunda işlenmiş meyvede gerçekleştirilmiştir. Ayrıca fermantasyon sürecinin takibi amacıyla salamura örneklerinde laktik asit bakteri sayımı gerçekleştirilmiştir.

Laktik asit bakterilerinin sayımı ve izolasyonu MRS agar (Biokar diagnostics, BK089HA, Fransa) besiyerinde standart yayma plak yöntemine göre yapılmıştır. Analizde kullanılan dilüsyon çözeltileri “Örneklerin Hazırlanması” başlığı altındaki anlatıldığı şekilde hazırlanmıştır ve uygun dilüsyonlardan örnek alınarak içerisinde MRS agar bulunan petrilere ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petrilere 30 °C’de 48-72 saatlik inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin tamamlanmasından sonra petrilere laktik asit bakterilerinin sayımı yapılmıştır. Sayım sonuçlarına göre 30-300 koloni içeren petri kutuları hesaplama dahil edilmiştir. Sonuçlar log kob/g ve log kob/ml olarak verilmiştir (ISO 15214:1998, 1998). Analizler iki tekerrürlü yapılmıştır.

Laktik asit bakterilerinin izolasyonu için sayım sonucunda 30-300 arasında anlamlı sayım alınabilen MRS Agar petri kutularından koloni sayısının karekökü kadar koloni rastgele seçilmiştir (Hounhouigan, 1993). Seçilen koloniler öze yardımıyla alınarak içinde steril MRS Broth (Biolife, İtalya) besiyeri bulunan tüplere transfer edilmiştir. Tüpler 30 °C’de 18-24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda seçilen kolonilerin saflıklarını kontrol etmek amacıyla MRS Agar plaklarına çizim ekim metoduyla ekim yapılmıştır ve inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası bu plaklardan alınan kolonilere Gram boyama ve katalaz testleri uygulanmıştır (Pichhardt, 2004). Gram pozitif ve katalaz negatif sonuç veren saf koloniler Maldi-Toff cihazı (Matrix Assisted Laser Desorption and Ionization Time-Of-Flight) ile tanımlamak amacıyla -60 °C’de muhafaza edilmiştir.

Gram Boyama

“*Salmonella Spp. Aranması*” başlığı altındaki “Gram Boyama” bölümünde belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir.

Katalaz Testi

Elde edilen izolatlar MRS sıvı besiyerinde 24 saatlik inkübe edildikten sonra kültürden bir öze dolusu alınarak temiz bir lam üzerine aktarılmıştır. Bir damla %3’lük H₂O₂

(Norateks, 107061) çözeltisi ile karıştırılmıştır. Hava kabarcıklarının çıkışı pozitif reaksiyon olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM, 2001c).

Laktik Asit Bakterilerinin Saklanması

Çalışma kapsamında izole edilen laktik asit bakterilerini saklamak amacıyla gliserollü stok besiyeri kullanılmıştır. Bu amaçla, %86'lık saf gliserol (Tekkim, TK, 070190,Türkiye) 121 °C'de 20 dakika süre ile sterilize edildi. Steril MRS broth (Biolife, İtalya) ile steril gliserol son konsantrasyon gliserol cinsinden %20 olacak şekilde karıştırılmıştır. MRS sıvı besiyerinde geliştirilen 24 saatlik kültür ve gliserollü stok besiyeri vortekslenmiştir. 500 µl inokulum alınarak içerisinde 500 µl gliserollü stok besiyeri bulunan ependorf tüplerine aktarılmıştır ve -60 °C'de muhafaza edilmiştir (Karabıyıklı, 2006).

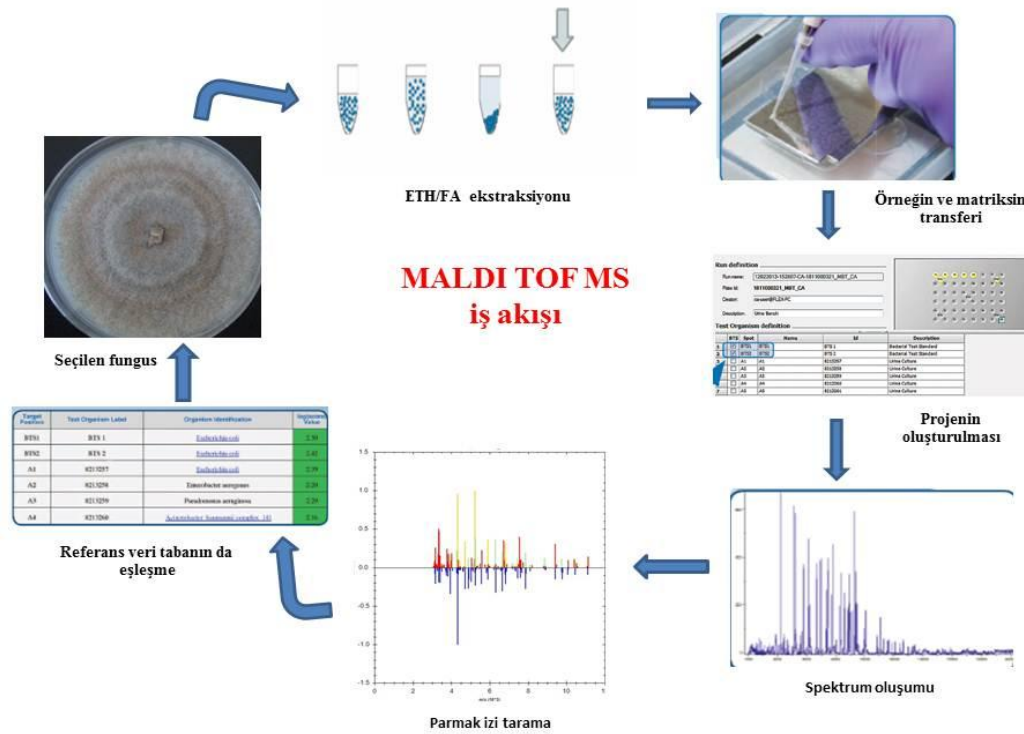
Mayaların İzolasyonu ve Saklanması

Mayaların izolasyonu Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinde gerçekleştirilmiştir. Mayaların izolasyonu için dilüsyon çözeltileri “Örneklerin Hazırlanması” başlığı altındaki “*Zeytin Meyve Örneklerinin Hazırlanması*” bölümünde anlatıldığı şekilde hazırlanmıştır ve uygun dilüsyonlardan örnek alınarak içerisinde %10 tartarik asit içeren Potato Dextrose Agar (PDA, Merck, 1.10130) bulunan petrilere ekim yapılmıştır ve 25-27 °C'de 5 gün inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda gelişen kolonilerin saflığı kontrol edilmiştir (FDA-BAM, 2001b).

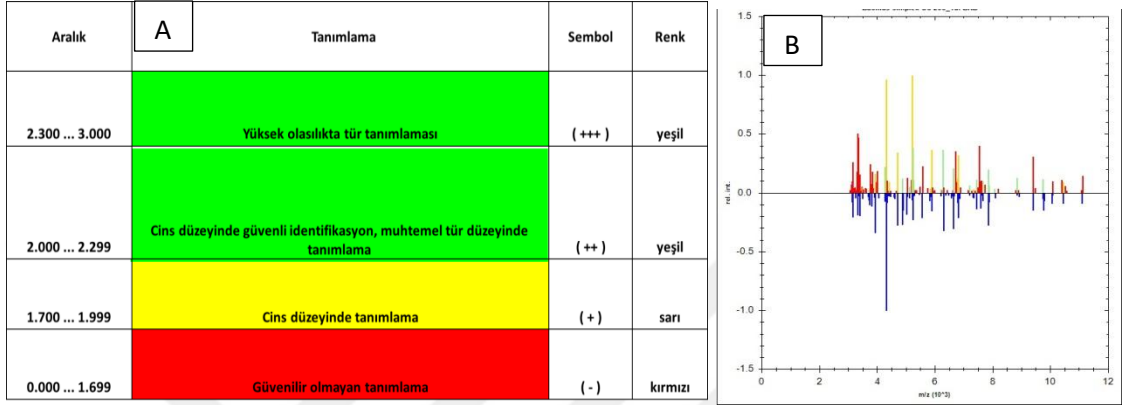
Elde edilen saf koloniler “*Laktik Asit Bakterilerinin Saklanması*” başlığı altında anlatıldığı gibi MRS broth yerine Brain Heart Infusion Broth (BHIB, Lab M, LAB 049, İngiltere) kullanılarak hazırlanan gliserol stok çözeltisinde -60 °C'de muhafaza edilmiştir.

Laktik Asit Bakterilerinin ve Mayaların MALDI-TOFF ile Tanımlanması

Fermantasyonun 0. ve 120. günlerinde Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinden izole edilen saf maya izolatları ile Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinden izole edilen saf LAB izolatları MALDI TOF ile tür düzeyinde tanımlanması için örnekler Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne soğuk zincir altında gönderilmiştir. Bu merkezde MALDI-TOF cihazı kullanılarak LAB'nin ve mayaların tanımlaması Uysal ve ark., (2019) tarafından belirtilen analiz prosedürüne gerçekleştirilmiştir. Öncelikli olarak gönderilen örneklerin protein izolasyonları etanol-formik asit yöntemi ile ön ekstraksiyon işlemi ile yapılmıştır. Daha sonra Cihazın flex kontrol yazılım programı (Biotyper 3.0; Microflex LT; Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) ile elde edilen spektrumlar, Maldit Biotyper Real-Time Classification (RTC) yazılımı ile karşılaştırılarak tanı işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu proteinlerin analizi sonucunda cihazdan elde edilen spektrumlar aracılığıyla cins ve tür teşhis işlemleri Şekil 3.5'teki skalalara göre gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 MALDI-TOF MS analiz tekniğinde iş akışını gösteren diagram (Uysal, A., 2019)



Şekil 3.5 MALDI TOF MS cihazında MALDI Biotyper Real-Time Clasification (RTC) programındaki tanı sklası (A) ve izolatlarının protein profillerinin kütle spektrumları (B) (Uysal, A., 2019)

3.2.8. Fiziko-kimyasal analizler

Gemlik yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin asitlik düzeyinin, tuz miktarının ve renginin belirlenmesi amacıyla ham meyvede pH, toplam asitlik (titrasyon asitliği), tuz ve renk tayini gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon sürecinin takibi amacıyla Ek 1’de belirtilen sürelerle göre salamurada pH, toplam asitlik ve tuz tayini analizleri gerçekleştirilmiştir.

Nihai zeytin meyvelerinin Türk Gıda Kodeksi Sofralık Zeytin Tebliği (Tebliğ No: 2014/33) Ek-1’de belirtilen özellikleri taşıyıp taşımadığının kontrolü için fermantasyonun sonunda zeytin meyvelerinin pH değeri ve tuz miktarı tespit edilmiştir. Ayrıca nihai ürünlerde toplam asitlik ve renk tayinleri gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. 6 Türk Gıda Kodeksi Sofralık Zeytin Tebliği (Tebliğ No: 2014/33)

İşleme şekline göre	% Tuz (en çok)	pH (en yüksek)
	K	K
Rengi dönük/siyah	8	4.5
Yeşil	7	4.3
Rengi Dönük/Siyah	8	5.0
Yeşil	7	4.3

Not: (1)Yukarıdaki değerler hurma zeytini kapsamaz.
Not: (2) Tablo 1’de;
K: Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği’nde kullanımına izin verilen koruyucu ilave edilerek veya edilmeksizin ısıtıl işlem uygulanmayan zeytinleri, ifade eder.

Titrasyon Asitliği ve pH Tayini

Salamura ve zeytin meyvelerinin pH değeri Hanna HI 2211 marka pH metre kullanılarak ölçülmüştür. Zeytin meyvelerinin pH değerleri fermantasyonun başında (ham meyvede) ve sonunda (işlenmiş meyvede) ölçülmüştür. Salamura örneklerinde ise pH ölçümü fermantasyonun takibi için EK 1’de belirtilen sürelerle göre gerçekleştirilmiştir. Meyvelerin pH değeri meyveler blender da parçalandıktan sonra 5 saat saf su içerisinde bekletildikten sonra kaba filtre kağıdı ile süzildikten sonra süzüntü de yapılmıştır. Salamuralarda pH ölçümü steril koşullarda alınan salamura örneklerine pH metre probu daldırılarak direkt ölçülmüştür. pH tayininde her ölçümden önce prob saf su ile yıkanmıştır. pH tayinine başlamadan önce tampon çözeltiler yardımıyla (pH:4, Merck, 1.09435, Almanya ve pH:7, Merck, 1.09439, Almanya) pH metre kalibre edilmiştir (AOAC, 1995). Analizler 2 tekerrürlü yapılmıştır.

Salamura ve meyve örneklerinin titrasyon asitliği EK 1’de belirtilen sürelerde sodyum hidroksit (0.1 N) (NaOH, Merck, 6462, Almanya) ile elektrometrik titrasyon yöntemine göre belirlenmiştir ve sonuçlar laktik asit cinsine göre verilmiştir. Elektrometrik titrasyon yönteminde titrasyonun bitiş noktası pH metre ile izlenerek pH:8.1 olunca titrasyon işlemi sonlandırılmıştır. Örneklerin hazırlanması: zeytin meyvelerinde titrasyon asitliğine bakılacağı zaman 50 g çekirdeği çıkartılmış meyve tartılarak stomacherde homojenize edildi ve homojenize edilen örnekten 25 g tartılarak 250 mL’lik balonlara aktarılmıştır. Daha sonra balon 250 mL saf su ile tamamlanmıştır ve 5 saatlik beklemenin sonunda

balon içeriği kaba filtre kağıdı ile filtre edilmiştir. 50 mL filtrat örnek titrasyon için alınarak titre edilmiştir. Salamura örneklerinde titrasyon asitliği tayini 25 mL örnek titrasyon ile alınarak titre edilmiştir. Hazırlanan örnekler içerisine titrasyon işleminden önce 2-3 damla indikatör olarak fenolftaleyn (Carlo Erba, 451154, Fransa) ilave edilmiştir. Analiz sonucu aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2005).

$$\% \text{Titrasyon Asitliği} = \frac{(V)(f)(E)(100)}{M} \quad (4)$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı, mL

f: Çözeltinin faktörü

E: 1 mL 0.1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı, g (Laktik asit için 0.09 g)

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

Tuz Tayini

Salamura ve meyve örneklerinin tuz (NaCl) konsantrasyonları Mohr yöntemine göre belirlenmiştir. Bu amaçla örnekler standart bir 0.1 N gümüş nitrat (AgNO₃) (Kimyalab, V57901) ve %5'lik (w/v) potasyum kromat (K₂CrO₄) (%5, w/v) kullanılarak EK 1'de belirtilen sürelerde titre edilmiştir (Randazzo ve ark., 2012).

Meyve Örnek Hazırlanması: Bir miktar zeytin meyvesi stomacher cihazında homojenize edildikten sonra 25 g örnek tartılmıştır ve 250 ml'lik bir balon jojeye aktarılmıştır. Daha sonra üzerine saf su ilave edilerek 250 mL'ye tamamlanmış ve 5 saat beklenmiştir. Bekleme süresinin tamamlanmasının ardından örnek adi filtre kâğıdı kullanılarak süzümüştür. Süzüntüden 25 ml örnek alındı ve fenolftaleyn (Carlo Erba, 451154, Fransa) eşliğinde 0.1 N NaOH (Merck, 6462, Almanya) ile açık pembe renk oluşuncaya kadar titre edilerek nötralizasyon işlemi uygulanmıştır. Nötrale edilen örnekten 1 mL alınarak erlene aktarıldı ve üzerine 10 mL saf su ilave edilerek örnek seyreltilmiştir. Daha sonra örneğin üzerine 1 mL %5'lik K₂CrO₄ çözeltisinden ilave edilerek 0.1 N AgNO₃ çözeltisi ile kiremit kırmızısı renk gözleninceye kadar titrasyon yapılmıştır. Şahit deneme için yukarıdaki işlemler örnek yerine saf su kullanılarak tekrarlanmıştır. Titrasyon işlemleri sonrası harcanan AgNO₃ çözelti miktarları kaydedilmiştir. Salamura örnekleri yukarıda

anlatılan analize göre doğrudan analiz edilmiştir. % tuz miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Akgün ve ark., 2017). Analiz 2 tekerrürlü yapılmıştır.

$$\%Tuz = \frac{(0.0085 \times (V_h - V_t) \times SF \times 100)}{m} \quad (5)$$

V_h: Örnek titrasyonunda harcanan AgNO₃ çözeltisinin hacmi (mL)

V_t: Şahit Denemede harcanan AgNO₃ çözeltisinin hacmi (mL)

m: Örnek Miktarı (g)

SF: Seyreltme Faktörü

Renk Tayini

Zeytin meyvelerinin renk analizi ham meyvede ve fermantasyonun 120. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Zeytin meyvelerinin renk analizi Minolta kolorimetre (CR300, Japonya) cihazı kullanılarak Hunter sistemine göre (L*, a* ve b*) göre ölçülmüştür. Ayrıca ürünlerin ΔE değerleri aşağıda belirtilen eşitliğe göre hesaplanmıştır. Renk ölçüm cihazının kalibrasyon ayarı standart beyaz plaka ile yapıldıktan sonra ürünler doğrudan örnek kabına 2 cm derinliğinde konulacak ve üç farklı noktadan ölçüm yapılmıştır. Elde edilen değerlerin ortalaması kullanılmıştır (Singh ve ark., 2005). Analiz 2 tekerrürlü yapılmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2} \quad (6)$$

ΔE= Toplam Renk Farkı

L; 0=Siyah, 100= Beyaz (Koyuluk/açıklık)

a; (+) Kırmızı, (-) Yeşil

b; (+) Sarı, (-) Mavi

Sertlik Analizi

Zeytin meyvelerinin sertlik analizi Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarında bulunan 10 mm çapında paslanmaz çelik başlığa sahip Zwick/Z0.5(Almanya) test cihazı yardımıyla delme prensibine (Newton cinsinden) göre fermantasyonun başında ve sonunda gerçekleştirilmiştir. Ölçümde çekirdekli zeytinler yatay olarak cihaza yerleştirilmiştir ve 2 mm delmek için gerekli olan maksimum kuvvet Newton cinsinden ölçülmüştür (Demir, 2019). Ölçüm sırasında kullanılan cihaz parametreleri Çizelge 3.7’de belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar 4 ölçümün ortalamasıdır.

Çizelge 3. 7 Sertlik Analizinde Kullanılan Cihaz Parametreleri

Sertlik Cihazı	
ΔL_{max}	2 mm
V_{Test}	35 mm/dak
V_{Return}	500 mm/dak
$V_{pos 1}$	50 mm/dak
$V_{pos 2}$	10 mm/dak
L_e	448 mm
F_V	0,020 N

3.2.9. Zeytin meyvelerinin toplam fenolik içeriğinin ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi

Zeytin Meyvelerinden Toplam Fenolik ve Antioksidan Bileşiklerin Ekstraksiyonu

En yüksek verimde fenolik madde ekstraksiyonu için ekstraksiyon koşullarının belirlenmesi amacıyla ön deneme çalışmaları yapılmıştır. Ön deneme çalışmasında dikkate alınan değişkenler ve değişken seviyeleri Çizelge 3.8, Çizelge 3.9 ve Çizelge 3.10’da belirtilmiştir. Bu değişkenler ve değişken seviyelerine göre ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde miktarı “Toplam Fenolik Madde Tayini” bölümünde belirtildiği gibi belirlenmiştir. Ön deneme sonuçlarına

göre en yüksek toplam fenolik madde miktarının tespit edildiği norm dikkate alınarak toplam fenolik madde miktar tayini ve toplam antioksidan kapasitelerinin tespiti için yapılacak analizlerde kullanılacak olan ekstraktlar elde edilmiştir. Ön deneme sonuçlarına göre optimum ekstraksiyon koşullarının %70'lik etanol, 50 °C ve 60 dakika olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. 8 Zeytin meyvelerinin etanol ile ekstraksiyon koşullarının belirlenmesinde kullanılan ön deneme değişkenleri ve değişken seviyeleri

Değişken Seviyeleri			
Değişkenler	-1	0	+1
Sıcaklık (°C)	30	50	70
Süre (dk)	30	45	60
Etanol Konsantrasyonu (%)	35	70	100

Çizelge 3. 9 Zeytin meyvelerinin metanol ile ekstraksiyon koşullarının belirlenmesinde kullanılan ön deneme değişkenleri ve değişken seviyeleri

Değişken Seviyeleri			
Değişkenler	-1	0	+1
Sıcaklık (°C)	30	50	70
Süre (dk)	30	45	60
Metanol Konsantrasyonu (%)	35	70	100

Çizelge 3. 10 Zeytin meyvelerinin saf su ile ekstraksiyon koşullarının belirlenmesinde kullanılan ön deneme değişkenleri ve değişken seviyeleri

Değişken Seviyeleri			
Değişkenler	-1	0	+1
Sıcaklık (°C)	30	50	70
Süre (dk)	30	45	60
Saf su			

Ekstrakt eldesinde kullanılacak olan siyah ve yeşil zeytinler öncelikle çekirdekleri çıkartıldıktan sonra 50 °C'ye ayarlanmış etüvde (Memmert, Almanya) 24 saat boyunca

kurutulmuştur. Kurutulan zeytin örnekleri blender (Kenwood Hdp306wh, İngiltere) yardımıyla öğütülerek homojen hale getirilmiştir. Öğütülmüş zeytin örneklerinden 2.5 gram örnek tartılmıştır ve üzerine 25 mL etanol (%70'lik) ilave edilerek 50 °C'de 60 dk boyunca 37 kHz dalga boyunda çalışan ultrasonik su banyosunda (Elma S 100 H (Elmasonic)) ultrason destekli ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Toplam Fenolik Madde Tayini

Zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği Franke ve ark., (2004) tarafından tanımlanan spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. “Zeytin Meyvelerinden Toplam Fenolik ve Antioksidan Bileşiklerin Ekstraksiyonu” bölümünde anlatıldığı gibi zeytin meyvelerinin ekstraksiyonundan elde edilen ekstrakttan 100 µL örnek alınarak üzerine 200 µL Folin-Ciocalteu reaktifi (Merck, 1.09001, Almanya) ve 2 mL saf su ilave edilmiştir. Elde edilen karışım ortam sıcaklığında 3 dk bekletilmiş ve ardından üzerine 1 mL sodyum karbonat (%20'lik) (Merck, 1.06329, Almanya) ilave edilerek vortekslenmiştir. Karıştırma işleminden sonra karışımlar 25 °C'de karanlık ortamda 1 saat bekletilmiştir ve ardından spektrofotometrede (PG Instrument, T80+, İngiltere) 765 nm dalga boyundaki absorbans değerleri ölçülmüştür. Absorbans değerleri ve gallik asit (ISOLAB, 925.021, Almanya) ile çizilen kalibrasyon grafiği ile seyreltme faktörleri dikkate alınarak toplam fenolik miktarları hesaplanmıştır. Sonuçlar “µg GAE/mg” olarak verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde kullanılan çözeltilerin hazırlanması ve kalibrasyon grafiği Ek 13 'de belirtilmiştir.

3.2.9.3. Zeytin meyvelerinin antioksidan kapasitesinin belirlenmesi

3.2.9.3.1. Demir (III) indirgeme antioksidan gücü (FRAP) yöntemi

Zeytin meyve ekstraktlarının antioksidan kapasitesi Benzie ve Strain (1996) tarafından belirtilen FRAP yöntemine göre spektrofotometrede gerçekleştirilmiştir. 20 mM sodyum asetat çözeltisi (pH 3.6), 20 mM demir (III) klorür heksahidrat çözeltisi ve 10 mM sulu 2,4,6- Tri-(2-pyridyl)-1,3,5-triazine (TPTZ) çözeltisi 10:1:1 oranında karıştırılarak çalışma çözeltisi elde edilmiştir. 100 µl zeytin meyve ekstraktı ve 2900 µl çalışma

  zeltisi karıştırıldı ve karanlık ortamda oda sıcaklığında 30 dk bekletildi. Daha sonra örnekler spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda absorbans değerleri  l  lm  st  r. Sonuçlar seyreltme faktörleri dikkate alınarak standart troloks (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) grafiği üzerinden hesaplanmış ve “Troloks Eşdeğeri (TE)” olarak verilmiştir. (EK 14)

3.2.9.3.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC Yöntemi)

Zeytin meyvelerinin antioksidan kapasiteleri Re ve ark., (1999) tarafından açıklanan antioksidan kapasite tayin yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda örneklerin antioksidan kapasite değerleri “mmol troloks eşdeğeri” olarak hesaplanmıştır. 7 mM sulu ABTS   zeltisi ve 2.45 mM sulu potasyum persülfat çözeltisi karışımı (1/1, v/v) 12-16 saat süreyle koyu renkli şişede +4 C’de reaksiyona bırakılarak ABTS radikal kasyonu (ABTS'+) stok çözeltisi elde edilmiştir. Analizler  ncesinde ABTS'+ stok çözeltisi 20 mM sodyum asetat (pH 4.5) ile farklı oranlarda seyreltilmiş ve 734 nm’de 0.700 ( 0.02) absorbans değeri ayarlanmıştır. (ABTS'+  alışma   zeltisi). Bekletilen   zelti Na-Asetat tamponu (20 mM, pH 4.5) ile 100  l ekstrakt veya troloks standart çözeltileri (100  l)  zerine 2900  l çalışma solüsyonu ilave edilmiş ve 30 dk karanlıkta bekletildikten sonra 734 nm’de absorbans değerleri okunmuş sonuçlar “trolox eşdeğeri” cinsinden verilmiştir (EK 15).

3.2.9.3.3. DPPH radikal süpürme aktivitesi (DPPH Yöntemi)

Zeytin meyvelerinin antioksidan kapasite tayini Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından açıklanan DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. 50  l ekstrakt veya troloks standart çözeltileri (50  l)  zerine 1.95 ml 100 M DPPH ilave edilmiş ve karıştırıldıktan sonra 10 dk bekletilmiştir. Ardından 517 nm’de absorbans değerleri okunmuş ve sonuçlar “trolox eşdeğeri” cinsinden verilmiştir (Ek 16).

3.2.10. Zeytin meyvelerinin oleuropein miktarının tespiti

Zeytin meyvelerinin oleuropein miktarı Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait laboratuvarında hizmet alım usulüne göre (Gomes ve ark., 1999) tarafından belirtilen analiz prosedürüne göre belirlenmiştir. Analizde HPLC cihazı (Shimadzu, Japonya) kullanılmış olur cihazın özellikleri (Çizelge 3.9) ve Gradient programı aşağıda belirtilmiştir (Şekil 3.6).

Çizelge 3. 11 HPLC cihazının özellikleri

HPLC koşulları					
Dedektör	SPD-M	10A	vp	DAD	dedektör
	($\lambda_{max}=278nm$)				
Auto sampler	SIL-10AD	vp			
System controller	SCL-10A	vp			
Pump	LC-10AD	vp			
Degasser	DGU- 14A				
Column oven	CTO-10A	vp			
Kolon	Agilent Eclipse XDB-C18 (250x4,60 mm)				
	5 mikron				
Mobil faz	A:%3 asetik asit, B: Metanol				
Akış Hızı	0.8 mL / dakika				
Kolon sıcaklığı	30°C				
Enjeksiyon hacmi	20 mikrolitre				

	Time	Module	Action	Value
1	0.01	Controller	Start	
2	0.10	Pumps	Pump B Conc.	7
3	20.00	Pumps	Pump B Conc.	28
4	28.00	Pumps	Pump B Conc.	25
5	35.00	Pumps	Pump B Conc.	30
6	50.00	Pumps	Pump B Conc.	30
7	60.00	Pumps	Pump B Conc.	33
8	62.00	Pumps	Pump B Conc.	42
9	70.00	Pumps	Pump B Conc.	50
10	73.00	Pumps	Pump B Conc.	70
11	75.00	Pumps	Pump B Conc.	80
12	80.00	Pumps	Pump B Conc.	100
13	81.00	Pumps	Pump B Conc.	7
14	90.00	Controller	Stop	

Şekil 3.6 HPLC Gradient Programı

3.2.11. İstatistiksel analiz

Sonuçlar 2 tekerrürün ortalaması olarak ifade edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) kullanılmıştır. Farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için Duncan post-hoc testi uygulanmıştır. Tüm istatistiksel analizler, IBM SPSS Statistics (versiyon 26) programı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Ham meyve analiz sonuçları

Sofralık zeytin üretiminde nihai ürünün kalitesi üzerine çeşitli faktörler etki etmektedir. Budama, sulama teknikleri, gübreleme gibi çeşitli tarımsal uygulamalar, meyvenin olgunluk düzeyi, zeytin çeşidi, zeytinin yetiştiği bölgenin iklim koşulları vb. faktörler sofralık zeytin kalitesi üzerine etki eden hasat öncesi faktörlerdir (Harp ve Keçeli, 2008). Zeytin meyvesinin bileşimindeki besin öğelerinin konsatrasyonu zeytinin türüne, olgunluk düzeyine ve yetiştirilme koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Hamdi, 2003). Ayrıca zeytinin yetiştirildiği toprağın yapısı, yetiştirildiği bölgenin iklim koşulları, yenilebilir etin dokusu gibi faktörlerde zeytin meyvesinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilidir (Guo ve ark., 2018).

Toprakta potasyum ve azot gibi mineral maddelerin eksikliği veya toprak pH değerinin optimum düzeyde olmaması, toprakta sülfat ve klor gibi çözünür tuzların yoğun olması gibi sebeplerden emilimin yetersiz olması zeytin meyvesinin kalitesi ve besin bileşimi üzerine olumsuz etkiye sebep olmaktadır (Tombesi ve Tombesi, 2007). Düşük nemli topraklarda potasyum eksikliğine bağlı olarak meyveler yeterince büyümemektedir. Toprağın asidik ve kalsiyum açısından fakir olması ise meyve eti sertliğini azaltmaktadır. Meyve etindeki sertliğin azalması sofralık zeytin üretiminde arzu edilmeyen bir durumdur (Rallo ve ark., 2018).

Toprakta su varlığı meyve kalitesini etkileyen önemli bir faktördür ve sıcak yaz aylarında suyun yetersiz olması meyvelerin daha hızlı olgunlaşmasına neden olmaktadır. Zeytin meyvelerinin sulama işlemi zeytin meyve boyutunu, nem içeriğini ve et/çekirdek oranını artırırken meyvenin sertliğinin, toplam fenol içeriğinin ve şeker düzeyinin azalmasına neden olabilir (Rallo ve ark., 2018). Laktik asit bakterileri karbon kaynağı olarak meyvedeki indirgen şekeri kullanarak laktik asit üretmekte ve ortam asitliğini artmasını sağlamaktadır (Gamalı, 2016b). Zeytin meyvesindeki şeker içeriğinin azalması ise fermantasyonu olumsuz etkilemektedir.

Hasat öncesi zeytin kalitesini etkileyen bir diğer önemli faktörde iklimdir. Zeytinin olgunlaşma aşamasında hava sıcaklığının çok yüksek olması zeytin meyvesinin hızla olgunlaşmasına neden olmakta bu durum meyve ağırlığını, yağ içeriğini ve yağ asidi kompozisyonunu olumsuz etkilemektedir (Rallo ve ark., 2018). Yapılan bir çalışmada olgunlaşmaya bağlı olarak meyvede klorofil ve nem düzeyinin azaldığı yağ içeriğinin, meyve ağırlığının ve et oranının artış gösterdiği gözlenmiştir (Gündoğdu ve ark., 2016).

Gemlik yeşil ve siyah sofralık zeytin meyvelerinin ham meyve özelliklerinin belirlenmesi amacıyla taze zeytin meyvelerinde olgunluk indeksi, meyve sayısı, meyve et/çekirdek oranı, toplam kuru madde, yağ oranı, toplam şeker miktarı, sertlik ve renk analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, sertlik ve renk analizi fermantasyonun tamamlanmasından sonra zeytin meyvelerinin sertlik ve renk değerlerindeki değişimleri görmek için tüm gruplarda gerçekleştirilmiştir. Sertlik ve renk tayini sonuçları diğer grup sonuçları ile birlikte verilmiştir. Ham meyve analizleri sonucunda elde edilen verilerin ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4. 1 Gemlik Sofralık zeytinlerin ham meyve özellikleri ve standart sapmaları

Analiz	Gemlik Yeşil Zeytin	Gemlik Siyah Zeytin
Olgunluk İndeksi	3.52 ($\pm$ 0.01)	5.71 ($\pm$ 0.05)
Kg’daki Meyve Sayısı (adet/kg)	196.00 ($\pm$ 4.37)	219.00 ($\pm$ 5.32)
Meyve Et/Çekirdek Oranı	2.97 ($\pm$ 0.01)	4.85 ($\pm$ 0.04)
Toplam Kuru Madde (%)	56.32 ($\pm$ 0.04)	47.67 ($\pm$ 0.03)
Yağ Oranı (Kuru Madde) (%)	24.58 ($\pm$ 0.12)	31.5 ($\pm$ 1.55)
Toplam Şeker Miktarı (%)	2.90 ($\pm$ 0.01)	3.01 ($\pm$ 0.03)

(n=2 $\pm$ Std. Sapma)

Çalışmada kullanılan Gemlik sofralık yeşil zeytinlerin olgunluk indeksi ve kg'daki meyve sayısı sırasıyla 3.52 ve 196 adet olarak bulunmuştur. Özdemir (2011a)'de yapmış olduğu çalışmada iki farklı hasat yılında Gemlik yeşil zeytinlerinin kg'daki meyve sayısı melezlenmeyen zeytinlerde 215 adet ve melezlenen zeytinlerde 124-208 adet olarak bulunmuştur. Diğer çalışmalarda ise Gemlik yeşil zeytinlerinin kg'daki meyve sayısı melezlenmemiş zeytinlerde 280-320 adet ve melezlenmiş zeytinlerde 150-270 adet (Irmak ve ark., 2022), Balıkesir ilinde farklı aylarda hasat edilen Gemlik çeşidi zeytinlerin kg'daki meyve sayısı 204-346 adet (Dağdelen, 2008), Kahramanmaraş ilinden hasat edilen Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin 354 adet kg'daki meyve sayısı (Halil, 2019) ise olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda elde ettiğimiz kg'daki meyve sayısı verileri ile diğer çalışmalar arasında bazı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların zeytinin yetiştiği yöre, hasat zamanı, olgunluk düzeyi ve zeytin türleri arasında yapılan melezleme işlemlerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Gemlik siyah sofralık zeytinlerin olgunluk indeksi ve kg'daki meyve sayısı sırasıyla 5.71 ve 219 adet olarak bulunmuştur. Gemlik yeşil zeytini ile yapılan diğer çalışmalarda kg'daki meyve sayısı melezlenmeyen zeytinlerde 211-236 adet ve melezlenen zeytinlerde 93-217 adet (Özdemir, 2011a), Gemlik ilçesinden farklı hasat yıllarında hasat edilen Gemlik tipi siyah zeytinlerin kg'daki meyve sayısı 380-400 adet (Kayguloğlu, 2018), melezlenmemiş zeytinlerde 280-320 adet ve melezlenmiş zeytinlerde 170-250 adet (Irmak ve ark., 2022), Adana ilinden hasat edilen Gemlik çeşidi siyah zeytinlerde ise 295 adet (Koyuncu ve Cabaroğlu, 2020), Bursa Gemlik ilçesinden hasat edilen Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinde 240 adet (Alak, 2016), 2017 yılı Aralık ayında Bursa İznik ilçesinden hasat edilen Gemlik siyah zeytininde 235 adet (Yıldız, 2021), Bursa İznik ilçesinden tam olgunlaştığında hasat edilen Gemlik siyah zeytininde 286 adet (Kumral ve ark., 2009) olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda elde ettiğimiz kg'daki meyve sayısı verilerin Özdemir (2011a) ve Irmak ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmaya benzer olduğu fakat diğer çalışmalardan farklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar arasındaki bu farklılığın hasat yılı, hasat zamanı, zeytinlerin yetiştiği yöre ve toprak özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan Gemlik sofralık yeşil zeytinlerin meyve et/çekirdek oranı 2.97 olarak bulunmuştur. Diğer çalışmalarda Gemlik sofralık yeşil zeytinlerinin meyve et/çekirdek oranı melezlenmeyen zeytinlerde 5.07 ve melezlenen zeytinlerde 3.76-5.84 (Özdemir, 2011a), Manisa-Alaşehir yöresinde farklı zamanlarda hasat edilen Gemlik zeytin çeşidi meyvelerde 3.11-5.34 (Kutlu ve Şen, 2011), memecik zeytininde 3.72-3.85 (Küçükyaşar ve Pazır, 2019) olarak bulunmuştur. Sofralık zeytin olarak tüketilecek olan zeytin meyvelerinin et/çekirdek oranının 4'ten büyük olması arzu edilen bir özelliktir (Keceli ve ark., 2024). Çalışma sonunda elde ettiğimiz et/çekirdek oranı literatürde arzu edilen değerden ve diğer çalışmalardan düşük olduğu tespit edilmiştir. Tez çalışması ile Kutlu ve Şen (2011) tarafından yapılan çalışma arasındaki farkın hasat bölgesinden kaynaklı olduğu ve Küçükyaşar ve Pazır (2019) tarafından yapılan çalışma arasındaki farkın ise zeytin türünden kaynaklı olduğu düşünülmüştür.

Çalışmada kullanılan Gemlik sofralık siyah zeytinlerin meyve et/çekirdek oranı 4.85 olarak bulunmuştur. Diğer çalışmalarda Gemlik sofralık siyah zeytinlerin meyve et/çekirdek oranı melezlenmeyen zeytinlerde 5.10 ve melezlenen zeytinlerde 4.55-6.81 (Özdemir, 2011a), Hatay ilinde 2021 ve 2022 yıllarında hasat edilen Gemlik zeytin meyvelerinde 4.28-5.40 (Tunç ve Yılmaz, 2023), tam olgunlaşma aşamasında hasat edilen Gemlik siyah zeytinlerinde 4.5 (Kumral ve ark., 2009), Manisa Alaşehir ilçesinden farklı yıl ve aylarda hasat edilen Gemlik siyah zeytin meyvelerinde 5.40-5.50 (Kutlu ve Şen, 2011), 2016 ve 2017 yıllarında hasat edilen Gemlik siyah zeytin 2.58- 2.87 (Kayguloğlu,2018), Bursa, İzmir, Hatay ve Mersin'de 2016 ve 2017 yıllarında farklı olgunluk aşamalarında hasat edilen Gemlik siyah zeytinleride 3.42-4.02 (Keceli ve ark., 2024) olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz verilerin literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olduğu gözlenmiştir. Bu farklılığın hasat yılı ve zamanı, olgunluk düzeyi, zeytin ağaçlarının yetiştiği bölgenin toprak, iklim vb faktörlerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan Gemlik sofralık yeşil zeytinlerin toplam kuru madde oranı %56.32 olarak bulunmuştur. Farklı yıllarda ve olgunlaşma aşamasında hasat edilen Gemlik yeşil zeytininde kuru madde oranı %49.22 (Uylaşer ve Şahin, 2004), Memecik zeytininde %31.68-38.67 (Küçükyaşar ve Pazır, 2019) olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda elde

ettiğimiz verilerin Uylaşer ve Şahin (2004) ve Küçükyaşar ve Pazır (2019) tarafından yapılan çalışmalardan yüksek olduğu gözlenmiştir. çalışmalar arasındaki bu farklılığın olgunluk düzeyi, hasat zamanı ve zeytin çeşidindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan Gemlik sofralık siyah zeytinlerin toplam kuru madde oranı %47.67 olarak bulunmuştur. Diğer çalışmalarda Gemlik siyah zeytin meyvelerinin kuru madde oranı %66.38-66.46 (Kayguloğlu, 2018), %49.01-51.10 (Çolak Esetlili ve ark., 2024), %52.79 (Alak, 2016), %47.66-57.70 (Keceli ve ark., 2024), %39.22- 47.46 (Deliboran ve ark., 2022), %35.58 (Koyuncu, 2020), %30.22-52.44 (Öztürk Güngör, 2010), olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda elde ettiğimiz verilerin Keceli ve ark (2024) tarafından yapılan çalışmaya uygun olduğu ve literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olduğu gözlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılığın iklim, toprak, yetiştirme teknikleri, zeytin ağaçlarının yetiştiği bölge ve olgunluk düzeyi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan Gemlik sofralık yeşil zeytinlerin yağ oranı %24.58 olarak bulunmuştur. Diğer çalışmalarda Gemlik sofralık yeşil zeytinlerin yağ oranı %0.51-23.30 (Seyran, 2009), ~%16-17 (Kutlu ve Şen, 2011), melezlenmeyen zeytinlerde %19.32 ve melezlenen zeytinlerde %12.30-22.47 (Özdemir, 2011a), %25.84 (Dinçer, 2018), memecik zeytininde %15.77-16.05 (Küçükyaşar ve Pazır, 2019) olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda elde edilen verilerin literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olduğu gözlenmiştir. Seyran (2009) tarafından yapılan çalışmada %yağ içeriğindeki farklılığın çalışmalarda kullanılan analiz yöntemlerinden, zeytin çeşitlerinin farklı ekolojilerde yetişmesinden ve olum döneminden kaynaklandığını rapor etmiştir.

Çalışmada kullanılan Gemlik sofralık siyah zeytinlerin yağ oranı %31.5 (k.m.) olarak bulunmuştur. Diğer çalışmalarda Gemlik sofralık siyah zeytinlerin yağ oranı %31.50 (Kumral ve ark., 2009), %26.82 (k.m.) (Kutlu ve Şen, 2011), melezlenmeyen zeytinlerde %21.20-21.85 ve melezlenen zeytinlerde %14.47-%21.85 (Özdemir, 2011a), %37.64-37.80 (Kayguloğlu,2018), naftalen asetik asitin potasyum tuzu ile seyreleme işlemi uygulanan Gemlik zeytin meyvelerinde %38.54-%44.51 (İsfendiyaroğlu ve ark., 2018),

verimi ve kaliteyi artırmak amacıyla Gemlik zeytin çeşidinde yaprakdan gübreleme işleminin etkisinin araştırıldığı çalışmada %26.27 (Çolak Esetlili ve ark., 2024), %29.89 (Alak, 2016), ideal hasat zamanının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada %26.86 (Dinçer, 2018), %39.12-47.70 (Keceli ve ark., 2024), İzmir ve Muğla illerinde bor uygulamasının zeytin verimi ve kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada yağ oranı %16.80-19.02 (Deliboran ve ark., 2022) olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda elde edilen verilerin Kumral ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmaya uygun olduğu tespit edilmiştir. Çolak Esetlili ve ark. (2024) ve Deliboran ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmalar arasındaki farklılığın ise zeytin yetiştirme tekniklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan Gemlik sofralık yeşil zeytinlerin toplam şeker miktarı %2.9 olarak bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalarda melezlenmeyen zeytinlerde %2.81 ve melezlenen Gemlik yeşil zeytin meyvelerinde %2.05-4.29 (Özdemir, 2011a), melezlenmiş çeşitlerin özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada %1.77-2.18 (Irmak ve ark., 2022) ve memecik zeytininde %2.22-4.28 (Küçükyaşar ve Pazır, 2019) olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda elde edilen verilerin diğer çalışmalardan farklı olduğu tespit edilmiştir. Tez çalışması ile Irmak ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmalar arasındaki farkın çeşitler arasında uygulanan melezleme tekniğinden ve Küçükyaşar ve Pazır (2019) tarafından yapılan çalışma ile arasındaki farkın ise zeytin çeşidinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytinlerin toplam şeker miktarı %3.01 olarak bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalarda Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytinlerin toplam şeker oranı %1.70 (Kumral ve ark., 2009), olgunluk düzeyinin zeytin meyvesinin özellikleri üzerin etkisinin araştırıldığı çalışmada %2.77 (Koyuncu ve Cabaroğlu, 2024), melezlenmeyen zeytinlerde %2.49-2.81 ve melezlenen zeytinlerde %1.58-%3.78 (Özdemir, 2011a), %1.477- %1.717 (Kayguloğlu,2018), %2.17 (Alak, 2016), %2.77 (Koyuncu, 2020), %2.3-4 (Keceli ve ark., 2024) olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda elde edilen verilerin diğer çalışmalardan farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın zeytinlerin olgunluk düzeyindeki farklılıktan ve zeytin çeşitleri arasındaki melezleme uygulaması gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2. UV ve Ultrason Uygulamalarının Süre Normlarının Tespit Edilmesi

Mikroorganizmalar tarafından absorbe edilen UV ışığı DNA da bulunan bağların kopmasını sağlar ve bunun sonucunda DNA'nın normal konfigürasyonu bozarak replikasyon işlemini durdurur ve mikroorganizmaların inaktivasyonunu sağlar. UV ışınlarının nüfuz etme gücünün düşük olmasından kaynaklı kullanımı sınırlıdır. Hava, saydam sıvılar (su vb), katı yüzeyler (ambalaj, katı gıda vb) gibi materyallerin sterilizasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır (Baykut, 2016).

Ultrason uygulaması mikrobiyolojik inaktivasyon, yıkama, ekstraksiyon, çözündürme, enzim inaktivasyonu, gıda muhafazası gibi farklı amaçlar içinde kullanılan yenilikçi bir teknolojidir (Ünver, 2016). Uygulandığı sıvı ortamında ses dalgalarının sebep olduğu akustik kavitasyon ile mikroorganizmaların homeostazını bozduğu, hücre zarı geçirgenliğini artırdığı ve biyolojik dokularda değişikliklere neden olduğu ve kavitasyon sonucunda oluşan serbest radikaller ($\text{OH}^\cdot$, H_2O_2 gibi) yardımıyla mikrobiyal inaktivasyonu sağladığı belirtilmektedir. Fakat mikroorganizmaların sonikasyon direncinin farklı olması ultrason uygulamasını sınırlamaktadır (Nunes ve ark., 2022). Mikroorganizmaların inaktivasyonu arttırmak için gıdalara yüksek yoğunluklu ultrason halinde gıdanın dokusunda ve diğer fiziksel özelliklerinde değişiklikler meydana gelebilir (Rastogi, 2011). Ultrason uygulamasında mikrobiyal inaktivasyonun yüksek olması gıdanın özellikleri, işlem süresi, briks, pH gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir (Nunes ve ark., 2022).

Tez kapsamında çalışma gruplarına uygulanacak olan US ve UV uygulamalarının süre normları belirlenmiş olup ön deneme gruplarında toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı ile küf ve maya sayımı gerçekleştirilmiştir. Sayım sonucuna göre elde edilen veriler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4. 2 Meyve örneklerinde ultrason ve uv uygulamaları süre normları belirleme ön deneme sonuçları ve standart sapmaları

	TMAB Sayım Sonucu (log kob/g)	Küf-Maya Sayım Sonucu (log kob/g)
Ham meyve	4.33 (± 0.01)	TLÜ
Kontrol	4.05 (± 0.02)	TLÜ
1.Grup (10 dk. UV+10 dk US)	2.39 (± 0.01)	2.83 (± 0.09)
2.Grup (20 dk US+ 20 dk UV)	3.12 (± 0.11)	3.61 (± 0.02)
3.Grup (20 dk US)	3.41 (± 0.03)	2.88 (± 0.06)
4.Grup (20 dk UV)	3.54 (± 0.01)	TLÜ

*TLÜ: Tespit Limitinin Üstünde **US: Ultrason; UV: Ultraviolet

Yapılan ön deneme çalışmalarından sonra elde edilen verilere göre zeytin meyvelerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında 1,94 log/gr azalma sağlayan 1. Grup (10 dk. UV+10 dk. US) normları tez çalışmasında kullanılmıştır.

4.3. Mikrobiyolojik Sayım Sonuçları

4.3.1. Zeytin meyvelerinin mikrobiyal profilinin tespiti

Gıdaların mikrobiyal florasını doğal flora ile tarımsal uygulama, hasat, taşıma, depolama, işleme gibi faaliyetler esnasında insan, hayvan, toprak, hava, su, alet-ekipmanlar gibi farklı kaynaklardan kontamine olan mikroorganizmalar oluşturur (Tunçel, 2021). Doğal flora gıdanın özelliğine ve çevre koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Acar, 2021). Zeytin meyvesinin doğal florası zeytin türüne, yetiştiği coğrafi bölgeye ve işleme tekniklerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Erten ve ark., 2015).

Gemlik çeşidi ham yeşil ve siyah sofralık zeytin meyvelerinin mikrobiyolojik profilini belirlemek amacıyla TMAB, Maya-Küf Sayımı, LAB Sayımı, Toplam Koliform Sayımı, Fekal Koliform Sayımı, *Escherichia coli* varlığı, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* spp. analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda ham yeşil ve siyah zeytin meyvelerinde laktik asit bakterilerine, koliform grubu bakterilere, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* spp.'ye rastlanmamıştır. TMAB sayımı sonucunda elde edilen koloni sayıları ham yeşil ve siyah zeytin meyvelerinde sırasıyla 4.33 (± 0.01)

log kob/gr ve 5.59 (± 0.04) log kob/gr şeklinde tespit edilmiştir. Maya-küf analizi sonunda elde edilen sayım sonuçları ham yeşil zeytin meyvelerinde tespit limitinin üstünde olduğu görülmüş olup siyah zeytin meyvelerinde ise 5.45 (± 0.03) log kob/gr olarak tespit edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında planlanan zeytin meyvelerinin ayıklama, sınıflandırma ve yıkama gibi ön işlemlerinden sonra yani fermantasyon öncesi (0. gün) ve fermantasyon sonrası (120. gün) mikrobiyolojik profilinin tespit edilmesi amacıyla TMAB sayımı, Maya-Küf Sayımı, LAB Sayımı, Toplam Koliform Sayımı, Fekal Koliform Sayımı, *E. coli* varlığı, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* spp. analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinde koliform grubu bakterilere, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* spp.'ye rastlanmamıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te verilmiştir. Yeşil zeytin örneklerinde B grubu zeytin örneği ilerleyen süreçte küflendiği için çalışma kapsamından çıkartılmıştır.

Yapılan bir çalışmada Bursa'nın Gemlik ilçesinden temin edilen koliform grubu bakteriler ham meyvede ve Gemlik çeşidi sele zeytin üretiminde fermantasyon sürecinde sırasıyla 10^4 kob/g ve <1 kob/g olarak belirlenmiştir (Alak, 2016). Başka bir çalışmada Bahçe, Tarsus, Serinyol ve Sarıçam yörelerinden olgunlaşma süresince farklı dönemlerde hasat edilen ham Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin koliform grubu bakteri sayısı 0.00-3.51 log kob/g arasında tespit edilmiştir. Bahçe ilçesinden elde edilen zeytin meyvelerinde koliform grubu bakteriye rastlanmazken Tarsus, Serinyol ve Sarıçam ilçelerinde bazı örneklerde koliform grubu bakterileri tespit edilmiştir (Leventdurur, 2017). Çalışma sonunda elde edilen koliform grubu bakteri sayım sonuçları Leventdurur (2017) tarafından yapılan çalışmaya benzerlik gösterdiği, fakat Alak (2016) tarafından yapılan çalışmadan farklı olduğu gözlenmiştir. Mikroorganizmaların türleri ve kompozisyonu zeytin çeşidi, iklim koşulları ve zeytin meyvesinin olgunlaşma aşamasından etkilenir (Kailis ve Harris, 2007). Bu farklılığın zeytin ağacının yetiştiği yörenin farklı olması, bölgenin nem ve sıcaklık düzeyinden, hasat yönteminden, tarımsal uygulamalardan (ilaçlama, gübreleme vb.), zeytinin yetiştiği yöre, depolama süresi ve yöntemi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bir diğerk çalışmada ise *Conservolea* ve *Kalamata* zeytin türlerine ait meyvelerin yüzeyinde LAB ve *Enterobacteriaceae* tespit edilememiştir (Bleve ve ark., 2015). Bir başka çalışmada ise doğal yöntemle işlenen yeşil zeytinlerde laktik asit bakterisi tespit edilememiştir (Ruiz-Barba ve ark., 2023). Altı farklı zeytin çeşidi (Bella di Cerignola, *Itrana Nera*, *Itrana Bianca*, Peranzana, Nocellara del Belice ve Cellina di Nardò) ile yapılan bir çalışmada zeytin meyve ve salamura örneklerinde *Enterobacteriaceae* ve patojenler (*Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157:H7) tespit edilememiştir (Tofalo ve ark., 2012). Çalışma sonunda elde edilen LAB sayım sonuçlarının Bleve ve ark., (2015) ve Ruiz-Barba ve ark., (2023) tarafından yapılan çalışmalara, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157:H7 sayım sonuçlarının ise Tofalo ve ark., (2012) tarafından yapılan çalışmaya uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4. 3 Gemlik çeşidi yeşil sofralık zeytin meyvelerinin fermentasyon öncesi (0. gün) ve sonrası (120. gün) mikrobiyolojik sayım sonuçları ve standart sapma değerleri

Çalışma Grubu	TMAB Sayım Sonucu (log kob/g)		Maya Sayım Sonucu (log kob/g)		MRSA Sayım Sonucu (log kob/g)	
	0. gün	120. gün	0. gün	120. gün	0. gün	120. gün
Kontrol	4.05 ± 0.03	4.35 ± 0.08 ^c	TLÜ	4.35 ± 0.02 ^d	TE	3.22 ± 0.11 ^c
KS1		4.86 ± 0.16 ^{a,b}		4.74 ± 0.03 ^a		3.53 ± 0.03 ^a
KS2		4.75 ± 0.01 ^b		3.82 ± 0.02 ^g		3.21 ± 0.07 ^c
KS3		4.25 ± 0.04 ^c		3.91 ± 0.06 ^f		3.24 ± 0.02 ^{b,c}
KS4		4.44 ± 0.04 ^c		4.18 ± 0.02 ^e		3.31 ± 0.02 ^{b,c}
A Grubu		4.95 ± 0.04 ^a		4.63 ± 0.03 ^b		3.37 ± 0.03 ^b
B Grubu		İPTAL		İPTAL		İPTAL
C Grubu		4.41 ± 0.05 ^c		4.45 ± 0.01 ^c		3.34 ± 0.09 ^{b,c}
D Grubu		4.68 ± 0.1 ^b		3.89 ± 0.04 ^f		3.31 ± 0.02 ^{b,c}

(n=2 ± Std. Sapma)

*TLÜ: Tespit limitinin üstünde ** TE:Tespit edilemedi

** Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb.rhamnosus* HA-114 + *Lb.plantarum* MF376+ *Lb.plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+Ultrases işlemi uygulandıktan sonra *Lb.rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+Ultrases işlemi uygulandıktan sonra *Lb.plantarum* MF376 suşu, (C): UV+Ultrases işlemi uygulandıktan sonra *Lb.plantarum* 299v, (D): UV+Ultrases işlemi uygulandıktan sonra

Lb.rhamnosus HA-114 + *Lb.plantarum* MF376+ *Lb.plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Gemlik yeşil sofralık zeytin meyvelerinin mikrobiyal profilinin belirlenmesine yönelik analizler sonucunda yeşil zeytin meyvelerinde TMAB sayım sonucu fermentasyonun 0. ve 120. gününde sırasıyla 4.05 log kob/g ve 4.25-4.95 log kob/g arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.3). 120. gündeki en yüksek TMAB sayım sonucu A grubu (4.95 log kob/gr) zeytin meyvesi örneklerinde, en düşük TMAB sayım sonuçları ise KS3 grubu (4.25 log kob/g) zeytin meyve örneklerinde tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında tüm gruplardaki TMAB sayım sonuçları artış göstermiştir. UV+US işlemi uygulanan ve uygulanmayan gruplar kıyaslandığında UV+US uygulanan örneklerin TMAB sayım sonucunun uygulanmayan örneklere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Yapılan diğer çalışmalarda İspanyol usulü ve doğal işleme yöntemi ile işlenen *Halkidiki* zeytin meyvelerinde toplam canlı mikroorganizma sayısı 4.7-5.2 log kob/g ve 5.0-5.7 log kob/g (Alvanoudi ve ark., 2024), Bella di Cerignola çeşidi zeytin meyvelerinin maya sayım sonuçlarının ham meyvede 2 log kob/g-ml'den fazla olduğu tespit edilmiştir (Campaniello ve ark., 2005), Kalamata zeytin çeşidinin pancar ve siyah havuç kullanılarak fermente edildiği bir çalışmada fermentasyonun 20.gününde toplam canlı sayısı 6.04-7.58 log kob/g (Ardıç ve Aktaş, 2023), alkali işleminden sonra farklı klorür tuzları ile fermente edilen Domat yeşil zeytin meyvesinde TMAB 6.08-7.59 log kob/g (Öztürk Güngör ve ark., 2022) şeklinde tespit edilmiştir. Antosiyaninlerce zenginleştirilen fermente yeşil sofralık zeytin meyvelerinin toplam bakteri sayısı 6,05- 7,58 log kob/g olarak belirlenmiştir (Ardıç, 2022). Yunan usulü doğal olarak fermente edilen *Itrana Bianca Nocellara* ve *del Belice Bella di Cerignola* zeytin meyvelerinde TMAB sayısı 5.41-5.85 log kob/g şeklinde tespit edilmiştir (Tofalo ve ark., 2012). Çalışma sonucunda elde edilen veriler literatür ile kıyaslandığında Gemlik yeşil zeytin meyvelerinden elde etmiş olduğumuz TMAB sayım sonuçlarının Ardıç ve Aktaş, (2023), Öztürk Güngör ve ark., (2022) ve Ardıç (2022) tarafından yapılan çalışmalardan farklı olduğu gözlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılığın zeytinin türü ve yetiştiği bölge farkından, fermentasyonda pancar ve siyah havuç gibi antosiyaninlerce zengin gıdaların kullanılması, tuz oranının ve çeşidinin farklı olması gibi çeşitli fermentasyon koşullarından ve işleme tekniklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.3 'de verilen tabloda belirtildiği gibi Kontrol grubu 120. gün TMAB popülasyon sonuçlarının KS3, KS4 ve C grupları ile istatistiksel olarak benzer olduğu fakat diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca KS4 ve D gruplarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinin gruplar arasındaki TMAB popülasyonu üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Gemlik yeşil zeytin meyvelerinde fermentasyonun 0. gününde MRSA üzerinde herhangi bir koloni gelişimi gözlemlenmiştir. 120. günde MRSA sayım sonuçları kontrol grubunda 3.22 log kob/g, KS1 grubunda 3.53 log kob/g (en yüksek) ve KS2 grubunda 3.21 log kob/g (en düşük) belirlenmiştir (Çizelge 4.3). UV+US işlemi uygulandıktan sonra starter kültür ilave edilerek fermentasyona tabi tutulan gruplar (A, B, C ve D) arasında en yüksek ve en düşük MRSA sayım sonucu sırasıyla A (3.37 log kob/g) ve D (3.31 log kob/g) grubunda elde edilmiştir. Kontrol grubuna göre KS2 haricindeki tüm gruplardaki zeytin meyvelerinin MRSA sayım sonucunun yüksek olduğu gözlenmiştir. Genel olarak UV+US uygulanan gruplar ile sadece starter ilave edilerek üretilen gruplar (SK) arasındaki MRSA sayım sonuçlarında belirgin bir fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.3'te verilen tabloda belirtildiği gibi KS1 grubuna ait MRSA sayım sonuçlarının diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu gözlenmiştir. KS3, KS4, C ve D gruplarının istatistiksel olarak birbirine benzer olduğu gözlenmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerine starter kültür inokülasyonu ve UV+US uygulamasının KS1 ve A grupları açısından MRSA sayım sonuçları üzerine istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinin kuru tuzlama yöntemi ile işlendiği bir çalışmada ham ve işlenmiş zeytin meyvelerinin LAB sayısı 1.2×10^2 - 1.2×10^3 kob/g olarak tespit edilmiştir (Dıvarcı, 2022).Yapılan diğer çalışmalarda İspanyol usulü ve doğal işleme yöntemi ile farklı klorür bileşimine sahip salamuralarda işlenen ve 12 ay süresince depolanarak işleme yönteminin etkisinin araştırıldığı *Halkidiki* zeytin meyvelerinde LAB yükü sırasıyla 4.2-4.9 log kob/g ve 5.1-4.9 log kob/g (Alvanoudi ve ark., 2024), HCl asit

ve %11 NaCl içeren salamuralara starter kültür olarak LAB inokülasyonun maya popülasyonu ve çeşitliliği üzerine etkisinin araştırıldığı *Manzanilla* zeytin fermantasyonunda 2.22-6.6 log kob/g (López-García ve ark., 2024), İtalyanın Apulia bölgesinden hasat edilen *Bella di Cerignola* çeşidi zeytin meyvelerinin %10 NaCl içeren salamura fermantasyonunda meydana gelen mikrobiyolojik değişikliklerin araştırıldığı çalışmada LAB yükü İspanyol usulü ile işlenen zeytin meyvelerinde 6.65-6.74 log kob/gr, doğal fermantasyon yöntemi ile işlenen zeytin meyvelerinde ise 6.81-7.49 log kob/gr olarak tespit etmişlerdir (Campaniello ve ark., 2005). İşlenmiş yeşil sofralık zeytin kullanılarak gerçekleştirilen bir çalışmada 0.0-6.6 log kob/g (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020), Domat yeşil zeytin meyvesinde 5.25-7.39 log kob/g (Öztürk Güngör ve ark., 2022), Yunan usulü doğal olarak fermente edilen *Itrana Bianca Nocellara* ve del Belice *Bella di Cerignola* zeytin meyvelerinde LAB 3.89-5.87 log kob/g (Tofalo ve ark., 2012) olarak tespit edilmiştir. Aponte ve ark., (2010) ve Bleve ve ark., (2015) tarafından yapılan çalışmada zeytin meyvelerinde laktik asit bakterisi tespit edilememiştir. Çalışma sonunda elde edilen MRSA sayım sonuçları literatürdeki diğer çalışmalar ile kıyaslandığında bulmuş olduğumuz sonuçların Dıvarcı (2022) tarafından yapılan çalışmada bulunan sonuçlardan yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durumun çalışmalarda kullanılan işleme tekniklerinin (kuru tuzlama ve salamura fermantasyon) farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada elde ettiğimiz verilerin diğer çalışmalardan düşük olduğu gözlenmiştir. Tez çalışmasının Campaniello ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışma ile arasındaki farklılığın zeytinin çeşidi, yetiştiği bölge, salamura tuz oranı ve fermantasyon tekniğinin farklı olmasından kaynaklandığı, Alvanoudi ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışma ile arasındaki farklılığın zeytin çeşidi, yetiştiği bölge, salamurada farklı klorür tuz çeşidi kullanılması, depolama süresi ve depolama koşullarından kaynaklandığı, López-García ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışma ile arasındaki farklılığın salamuranın tuz oranı ve asitlik düzeyi, kullanılan starter kültür ve zeytin çeşidi gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Fermantasyonun 0. gününde Gemlik yeşil zeytin meyvelerindeki maya analiz sayım sonuçları tespit limitinin üstünde olduğu belirlenmiştir. Fermantasyonun 120. gününde maya sayım sonuçları kontrol grubunda 4.35 log kob/g, KS1 grubunda 4.74 log kob/g (en yüksek) ve KS2 grubunda ise 3.82 log kob/g (en düşük) olarak tespit edilmiştir.

UV+US+SK grupları arasında maya popülasyonu A grubunda 4.63 log kob/gr (en yüksek) ve KS2 grubunda 3.82 log kob/g (en düşük) olarak tespit edilmiştir. A grubunun maya sayım sonucu KS1 grubundan ve D grubunun maya sayım sonucu ise KS4 grubundan düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durumun UV+US uygulamasının başlangıç maya popülasyonunu indirgemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Fermantasyonun 120. gününde maya sayım sonuçlarının MRSA sayım sonuçlarına göre yüksek olduğu gözlenmiş olup fermantasyon sonunda baskın floranın mayalar olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyonun başında ve sonunda küf tespit edilememiştir.

Çizelge 4.3'te verilen tabloda belirtildiği gibi KS3 ve D gruplarının dışındaki diğer grupların maya sayım sonuçlarının istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olduğu gözlenmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinin maya popülasyonu üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Gemlik çeşidi ham ve fermente yeşil zeytin meyvelerinin küf-maya popülasyonu 1.8×10^2 - 2.1×10^3 kob/g arasında tespit edilmiştir (Dıvarcı, 2022).Yapılan diğer çalışmalarda farklı klorür tuzları ile İspanyol usulü ve doğal işleme yöntemi ile işlenen Halkidiki zeytin meyvelerinde maya sayısı sırasıyla 3.1-4.4 log kob/g ve 3.5-2.0 log kob/g (Alvanoudi ve ark., 2024), Manzanilla zeytin fermantasyonunda 0.0-5.03 log kob/g (López-García ve ark., 2024), Kalamata zeytin çeşidinin kullanıldığı çalışmada fermantasyon sonunda toplam küf-maya sayım sonucu 6.06-7.59 log kob/g (Ardıç ve Aktaş, 2023), işlenmiş yeşil sofralık zeytin kullanılarak gerçekleştirilen bir çalışmada 0.0-6.2 log kob/g (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020), Domat yeşil zeytin meyvesinde maya-küf sayım sonucu 4.53-5.33 log kob/g (Öztürk Güngör ve ark., 2022), fermente yeşil sofralık zeytin meyvelerinin maya-küf sayısı 6,06-7,59 log kob/g (Ardıç, 2022), Yunan usulü doğal olarak fermente edilen *Itrana Bianca* Nocellara ve del Belice Bella di Cerignola zeytin meyvelerinde maya sayısı 6.67-7.56 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Tofalo ve ark., 2012). *Wicheramomyces anamolus* gibi birçok maya türü tarafından salgılanan maddeler değişik mikroorganizma türleri üzerinde antimikrobiyal etki göstermektedir (Corsetti ve ark., 2012). Literatürdeki çalışmalar zeytin fermantasyonu süresince mayaların ortamda bulunduğunu bildirmiştir. Genel olarak, LAB ve mayalar sofralık zeytin

fermantasyonlarında rekabet halindedirler. Fakat bazı durumlarda fermentasyon sadece mayalar tarafından gerçekleştirilir (Hurtado ve ark., 2012). Tez çalışmasında elde edilen veriler doğrultusunda fermentasyonun 0. gününde ve ham meyvede maya tespit limitinin üstünde olduğu gözlenmiştir. Fermentasyonun sonunda maya sayılarının LAB sayılarından fazla olduğu tespit edilmiştir. Fermentasyonda baskın floranın mayalar olduğu düşünülmektedir. Gemlik yeşil zeytin meyvelerindeki maya sayım analizinden elde edilen veriler literatürdeki diğer çalışmalar ile kıyaslandığında Dıvarcı (2022) ve Alvanoudi ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmalardan yüksek diğer çalışmalardan düşük olduğu gözlenmiştir. Doğal mikrobiyal flora, karbon kaynağının varlığı, pH, tuz konsantrasyonu, ortam koşulları (aerobik/anaerobik, sıcaklık vb.) fermentasyonu etkileyen faktörlerden bir kaçıdır (Panagou ve ark., 2008). Çalışmalar arasındaki farklılığın zeytin türü ve doğal mikrobiyal flora, fermentasyon koşulları (tuz, pH, sıcaklık, süre vb) ve işleme teknikleri gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. 4 Gemlik çeşidi siyah sofralık zeytin meyvelerinin fermentasyon öncesi (0. gün) ve sonrası (120. gün) mikrobiyolojik sayım sonuçları ve standart sapma değerleri

Çalışma Grubu	TMAB Sayım Sonucu		Maya Sayım Sonucu		MRSA Sayım Sonucu	
	log kob/gr		log kob/gr		log kob/gr	
	0. gün	120. gün	0. gün	120. gün	0. gün	120. gün
Kontrol	5.44 ±0.04 ^e	5.35 ±0.03 ^e	5.03 ±0.15 ^a	3.58 ±0.15 ^e	TE	4.56 ±0.12 ^d
KS1		5.79 ±0.01 ^a		4.08 ±0.07 ^a		5.35 ±0.04 ^a
KS2		5.57 ±0.05 ^b		3.92 ±0.08 ^{a,b,c}		5.20 ±0.01 ^{a,b}
KS3		5.44 ±0.0 ^c		3.91 ±0.02 ^{b,c}		5.25 ±0.03 ^{a,b}
KS4		5.18 ±0.05 ^{d,e}		3.99 ±0.03 ^{a,b}		5.08 ±0.1 ^b
A Grubu		5.08 ±0.06 ^e		3.77 ±0.08 ^{c,d}		4.79 ±0.07 ^c
B Grubu		5.24 ±0.07 ^d		3.71 ±0.06 ^{d,e}		4.89 ±0.01 ^c
C Grubu		5.39 ±0.01 ^c		3.89 ±0.06 ^{b,c,d}		5.14 ±0.13 ^b
D Grubu		5.37 ±0.04 ^c		3.90 ±0.02 ^{b,c}		5.14 ±0.09 ^b

(n=2 ± Std. Sapma)

* TE:Tespit edilemedi

** Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+Ultras ses işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin mikrobiyal profilinin belirlenmesine yönelik yapılan analizler sonucunda 0. ve 120. gün TMAB sayım sonuçları sırasıyla 5.44 log kob/g ve 5.08-5.79 log kob/g aralığında belirlenmiştir (Çizelge 4.4). 120. gün TMBA sayım sonuçları kontrol grubunda 5.35 log kob/g, KS1 grubuna ait zeytin meyvelerinde 5.79 log kob/g (en yüksek) ve A grubuna ait zeytin meyvelerinde 5.08 log kob/g (en düşük) olarak tespit edilmiştir. Kontrol, KS4, A, B, C ve D gruplarında TMBA sayıları fermantasyonun 0. gününe göre 120. gününde düşüş ve KS1, KS2 ve KS3 gruplarında yükseliş sergilediği gözlenmiştir. D grubu hariç UV+US+SK uygulanan gruplardaki TMAB sayım sonuçları SK gruplarına göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun UV+US uygulamasının ham meyvedeki başlangıç mikrobiyal yükünü indirgemesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.4'te verilen tabloda belirtildiği gibi Kontrol grubunun 120. gün TMAB sayım sonuçlarının KS3, C ve D grupları ile istatistiksel olarak benzer olduğu fakat diğer gruplardan farklı olduğu tespit edilmiştir. KS1 ve KS2 gruplarının TMAB sayım sonuçlarının diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin TMAB popülasyonu üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının gruplar arasında istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Yapılan diğer çalışmalarda sele tipi zeytin (Gemlik çeşidi) üretiminde ham ve fermantasyon sürecinde zeytin meyvelerinin TMAB sayısı sırasıyla 10^7 kob/g ve 10^3 - 2.6×10^5 kob/g (Alak, 2016), 5.7-7.2 log kob/g (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020), farklı yörelerden ve farklı olgunlaşma aşamasındaki ham Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin TMAB sayısı 1.3-2.36 log kob/g (Leventdurur, 2017) olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen TMAB sayım sonuçları Alak (2016) tarafından yapılan çalışmaya göre yüksek, Bulut Albayrak ve Kamber (2020) tarafından yapılan çalışmaya göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılığın başlangıç doğal mikrobiyal çeşitlilik ve mikrobiyal yük, yetiştiği yöre, işleme teknikleri, fermantasyon koşulları (pH, tuz, sıcaklık, süre vb.), laktik asit bakterilerinin ürettiği oldukları ikinci metabolitler, mikroorganizmaların biyofilm oluşturabilme yetenekleri gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin maya sayım sonuçları 0. günde 5.03 log kob/gr ve 120. günde 3.58-4.08 log kob/gr aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Fermantasyonun 0. ve 120. gününde küf tespit edilememiştir. Fermantasyonun 120. gününde gerçekleştirilen maya analiz sonuçlarında en düşük değer kontrol grubunda (3.58 log kob/g) iken en yüksek değer KS1 (4.08 log kob/g) grubunda belirlenmiştir. Starter kültür inokülasyonu ile üretilen zeytin grupları kıyaslandığında UV+US+SK uygulanan grupların maya sayısı SK gruplarına kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Tüm çalışma gruplarındaki fermantasyonun 120. günündeki maya sayılarının 0. güne göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun UV+US uygulamasının mayaların başlangıç popülasyonu indirgemesinden, laktik asit bakterilerinin üretmiş oldukları ikinci metabolitlerden ve fermantasyonda baskın mikroorganizmaların LAB olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.4'te verilen tabloda belirtildiği gibi Kontrol grubunun 120. gün maya sayım sonuçlarının B grubu haricinde diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca KS1 ile A grupları ve KS2 ile B gruplarının maya sayım sonuçlarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin maya popülasyonu üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Gemlik çeşidi ham ve fermente siyah meyvelerin maya-küf popülasyonu 1.2×10^2 - 2.8×10^3 kob/g arasında tespit edilmiştir (Dıvarcı, 2022). Yapılan diğer çalışmalarda maya-küf sayısı ham meyvede ve Gemlik çeşidi sele zeytin üretiminde fermantasyon sürecinde sırasıyla 10^5 kob/g ve 10^3 - 10^4 kob/g (Alak, 2016), zeytin meyvelerindeki maya sayısı 5.5-6.5 log kob/g (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020), olgunlaşma aşamasındaki ham Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin maya sayısı 2.28-3.33 log (Leventdurur, 2017) şeklinde belirlenmiştir. Mayalar sentezledikleri vitamin, amino asit, pürin gibi metabolitler ile sofralık zeytinde organoleptik özelliklerin oluşumunda ve fermantasyonda rol oynayan laktik asit bakterilerinin gelişiminde önemli rol oynamaktadırlar (Arroyo-López ve ark., 2008). Zeytin fermantasyonunda mayaların ve laktik asit bakterilerinin en önemli mikroorganizma grupları olduğu ve fermantasyon süresince ortamda var oldukları birçok çalışmada bildirilmiştir (Abriouel ve ark., 2011; Grounta ve Panagou, 2017). Çalışmada

elde edilen verilerin literatürle uyumlu olduğu gözlenmiştir. Çalışmada starter inokülasyonunun ve UV+US uygulamalarının maya popülasyonunu baskıladığı fakat tamamen ortadan kaldırmadığı gözlenmiştir. Sonuç olarak maya ve laktik asit bakterilerinin fermantasyon sürecinde ortamda mevcut oldukları belirlenmiştir.

Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin mikrobiyal profilinin belirlenmesine yönelik yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda fermantasyonun 0. gününde MRSA üzerinde koloni gelişimi gözlenmemiştir. Fermantasyonun 120. gününde tüm gruplarda MRSA sayılarının artış gösterdiği tespit edilmiştir. 120. gündeki MRSA sayım sonuçlarının 4.56-5.35 log kob/g aralığında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). En yüksek sayım sonucunun KS1 grubundaki zeytin meyvelerinde en düşük sayım sonucunun ise kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir. Starter kültür ilavesi ile üretilen zeytin grupları kıyaslandığında KS4 grubu haricinde SK gruplarının zeytin meyvelerindeki MRSA sayım sonuçlarının UV+US uygulanan gruplara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durumun UV+US uygulamasının meyvenin başlangıç mikrobiyal floradaki otoktan MRSA popülasyonunu indirgemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. MRSA sayım sonuçlarının maya sayım sonuçlarına göre yüksek ve pH seviyesinin düşük olması fermantasyonda laktik asit bakterilerinin hakim flora olduğunu düşündürmektedir.

Çizelge 4.4'te verilen tabloda belirtildiği starter kullanılan gruplar ile UV+US+SK uygulanan grupların 120. gün MRSA sayım sonuçlarının istatistiksel olarak kontrol grubundan farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca KS1 ile A grubunun ve KS2 ile B grubunun MRSA sayım sonuçlarının birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin MRSA sayım sonuçları üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Gemlik çeşidi ham ve fermente siyah zeytin meyvelerinin LAB popülasyonu 1×10^2 - 10.9×10^3 kob/g arasında tespit edilmiştir (Dıvarcı, 2022). Yapılan bir çalışmada sele tipi zeytin (Gemlik çeşidi) üretiminde ham ve işlenmiş zeytin meyvelerinin LAB 10^4 kob/g ve 1.3×10^3 - 2.5×10^3 kob/g olarak tespit edilmiştir. Fakat LAB, fermantasyonun beşinci gününe kadar tespit edilebilmiştir (Alak, 2016). Diğer çalışmalarda zeytin

meyvelerindeki LAB sayısı 5.5-7.4 log kob/g (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020), olgunlaşma aşamasındaki ham Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin LAB sayısı 0.00-1.3 log kob/g (Leventdurur, 2017) şeklinde belirlenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada *Conservolea* ve *Kalamata* zeytin türlerine ait meyvelerin yüzeyinde LAB ve *Enterobacteriaceae* tespit edilemedi (Bleve ve ark., 2015). Çalışma sonunda elde edilen MRSA sayım sonuçları literatürdeki diğer çalışmalar ile kıyaslandığında elde edilen sonuçların Dıvarcı (2022), Alak (2016), Leventdurur (2017) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlardan yüksek olduğu (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020) tarafından yapılan çalışmadan düşük olduğu gözlenmiştir. Sofralık zeytin üretiminde kullanılan işleme tekniğinin fermantasyon sırasında mikrobiyal dinamikleri ve ekolojiyi etkilediği bildirilmiştir (Alvanoudi ve ark., 2024). Tez çalışmamızdan farklı olarak Dıvarcı (2022) ve Alak (2016) tarafından yapılan çalışmalarda sofralık zeytin üretiminde kuru tuzlama yöntemi kullanılmıştır. Leventdurur (2017) tarafından yapılan çalışmada ise Çukurovanın farklı bölgelerinden farklı olgunlukta hasat edilen zeytin meyveleri kullanılmıştır. Buna bağlı olarak çalışmalar arasındaki farklılığın yetiştirildiği bölge, olgunluk indeksi, işleme teknikleri, fermantasyon koşulları (sıcaklık, süre vb) gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3.2. Fermantasyon süresince salamura örneklerinin MRSA sayım sonuçları

Zeytin meyvesi salamura ilave edildikten itibaren meyvenin bileşimindeki indirgen şeker, organik asitler, polifenoller vb suda çözünür bileşenler salamuraya difüze olmaktadır. Fermantasyonda rol oynayan mikroorganizmaların karbon kaynağı olarak kullandığı şekerin salamuraya difüzyonunda sıcaklık, meyve kabuk geçirgenliği, tuz konsantrasyonu ve meyve/salamura oranı etkilidir (Yıldız, 2014). Salamura ve meyve arasındaki madde geçişi dengeye ulaşana kadar geçen sürede ürünün bozulma riski ilk günlerde daha yüksektir. Ortama difüze olan şekerlerin laktik asit bakterileri tarafından parçalanarak laktik asite dönüştürülmesi sonucunda ortam asitliği artmakta ve bozulma etmeni ve patojen özellikteki mikroorganizmalar inhibe olmaktadır (De castro ve ark., 2002). Şeker içeriğinin düşük olması, tuz ve polifenollerin varlığı LAB'nin gelişimini engellemektedir (Hamdi, 2003). Sofralık zeytin fermantasyonunda kullanılan zeytinin türü, fermantasyon

ortamının mikrobiyal popölasyonu, ortam sıcaklığı, tuz gibi faktörler laktik asit bakterilerinin gelişimin ve fermentasyon süresini etkilemektedir (Yıldız, 2021).

Fermentasyon sürecinin takibi amacıyla çalışma gruplarına ait salamura örneklerinde MRS agar besiyeri kullanılarak LAB analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6 'da verilmiştir.



Çizelge 4. 5 Gemlik çeşidi gemlik yeşil sofralık zeytin salamuralarında MRSA sayım sonuçları ve standart sapma değerleri

Çalışma Grubu	Günlere Göre MRSA Sayıları (log kob/mL)							
	0. gün	3. gün	7. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün
Kontrol	TE	TE	2.65±0.09 ^{b,E}	2.89±0.13 ^{e,D}	3.36±0.01 ^{e,B}	3.78±0.06 ^{b,c,B}	3.44±0.04 ^{b,C}	3.16±0.10 ^{a,A}
KS1	7.14±0.03 ^{c,B}	6.54±0.06 ^{b,C}	7.48±0.03 ^{a,A}	4.79±0.07 ^{a,D}	4.15±0.09 ^{b,E}	4.04±0.06 ^{a,F}	3.81±0.04 ^{a,G}	2.60±0.04 ^{e,E}
KS2	7.20±0.01 ^{a,b,A}	6.35±0.04 ^{c,B}	6.45±0.05 ^{b,B}	4.25±0.12 ^{b,c,C}	4.14±0.07 ^{b,D}	3.63±0.02 ^{e,E}	3.85±0.00 ^{a,G}	2.50±0.02 ^{c,F}
KS3	7.25±0.03 ^{a,A}	6.74±0.05 ^{a,B}	5.98±0.03 ^{d,C}	3.37±0.07 ^{d,E}	3.11±0.02 ^{f,F}	3.91±0.05 ^{b,E}	3.28±0.05 ^{c,G}	2.76±0.02 ^{b,D}
KS4	7.17±0.01 ^{b,c,A}	6.37±0.04 ^{c,B}	6.17±0.05 ^{c,C}	4.07±0.09 ^{c,D}	3.59±0.05 ^{d,F}	3.75±0.05 ^{c,d,G}	2.99±0.03 ^{e,H}	2.09±0.07 ^{e,E}
A Grubu	6.82±0.01 ^{d,A}	3.73±0.05 ^{d,F}	5.08±0.01 ^{e,B}	4.93±0.05 ^{a,C}	4.25±0.00 ^{b,D}	3.85±0.07 ^{b,c,G}	3.18±0.06 ^{d,H}	2.54±0.05 ^{e,E}
B Grubu	6.67±0.00 ^{e,A}	2.52±0.06 ^{e,F}	3.24±0.13 ^{g,D}	3.03±0.02 ^{e,E}	4.95±0.04 ^{a,B}	3.39 ±0.01 ^{b,C}	2.29±0.08 ^{b,H}	İPTAL
C Grubu	6.77±0.03 ^{d,A}	6.58±0.04 ^{b,B}	6.15±0.04 ^{c,C}	4.08±0.12 ^{c,D}	3.97±0.04 ^{c,D}	3.82±0.03 ^{b,c,F}	3.03±0.03 ^{e,G}	2.36±0.03 ^{d,E}
D Grubu	6.81±0.05 ^{d,A}	3.78±0.05 ^{d,D}	4.65±0.02 ^{f,B}	4.36±0.03 ^{b,C}	3.54±0.03 ^{d,F}	3.64±0.04 ^{d,e,G}	3.03±0.02 ^{e,H}	2.49±0.02 ^{c,E}

(n=2 ± Std. Sapma) * TE:Tespit edilemedi **Bir sütunda farklı küçük harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05). *** Bir satırda farklı büyük harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05). ****(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+Ultrases işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+Ultrases işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+Ultrases işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+Ultrases işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik yeşil zeytin fermantasyonunda salamura örneklerinde laktik asit bakteri sayımı MRSA besiyerinde gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda fermantasyonun 0. ve 3. günlerinde MRSA üzerinde herhangi bir koloni gelişimi gözlenmemiştir. Fermantasyonun 7. gününde kontrol grubunda MRSA sayım sonucu 2.65 log kob/mL sayım alınmıştır ve MRSA sayım sonuçlarının her geçen gün artış gösterdiği gözlenmiştir. Kontrol grubundaki en yüksek MRSA sayım sonucu (3.78 log kob/mL) fermantasyonun 60. gününde belirlenmiştir.

Fermantasyonun başlangıcında (0. gün) starter kültür inoküle edilen ve UV+US uygulanan çalışma gruplarındaki MRSA sayım sonuçları 6.67-7.25 log kob/mL aralığında tespit edilmiştir. En düşük sayım sonucunun (6.67 log kob/mL) B grubunda olduğu ve en yüksek sayım (7.25 log kob/mL) sonucunun ise KS3 grubunda olduğu belirlenmiştir. SK gruplarında (KS1, KS2, KS3 ve KS4) MRSA sayım sonuçlarında hafif bir azalma olsa da 7. güne kadar seviyeleri korunmuş ve 15. günden itibaren azalma eğilimi sergilemişlerdir. UV+US+SK uygulanan gruplardaki MRSA sayım sonuçlarının ise 3. günden itibaren azalma eğilimi sergilediği gözlenmiştir. En hızlı azalmanın ise 4.46 log kob/mL'lik bir düşüş ile B grubunda olduğu gözlenmiştir. KS2 grubundaki düşüşün B grubu kadar olmadığı gözlenmiştir. Fermantasyonun 120. gününde MRSA sayım sonuçlarının Kontrol grubunda 3.16 log kob/mL, SK gruplarında 2.09 (KS4) -2.76 (KS3) log kob/mL ve UV+US+Sk gruplarında 2.36 (C)-2.54 (A) log kob/mL arasında olduğu ve değerlerin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5'te verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde Kontrol grubunun istatistiksel olarak diğer gruplardan farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca KS3 ile C ve KS4 ile D gruplarının MRSA sayım sonuçlarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin salamura örneklerinin MRSA sayım sonuçları üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

López-García ve ark., (2025) tarafından yapılan çalışmada *Manzanilla* zeytin fermantasyonunda en yüksek laktik asit bakteri sayımlarını doğal işleme yöntemiyle işlenen zeytin salamuralarında 40-60. günler arası (7.31 ila 7.82 log₁₀ kob/mL) ve

fermantasyonun 7. gününde starter kültür (*Lactiplantibacillus pentosus*, *Wickerhamomyces anomalus* ve *Saccharomyces cerevisiae*) inoküle edilerek İspanyol yöntemi ile işlenen zeytin salamuralarında ise 25. günde (7.98 ile 8.43 log₁₀ kob/mL) elde etmişlerdir. Ruiz-Barbara ve ark. (2023) tarafından *Manzanilla* zeytin çeşidi kullanılarak yapılan çalışmada doğal olarak işlenen zeytin salamuralarında laktik asit bakterisine rastlanmamıştır. İspanyol usulüne göre işlenen zeytin salamuralarında ise laktik asit bakteri sayıları 4.66-7.68 log kob/mL aralığında tespit edilmiştir. Nizip Yağlık, Kilis Yağlık, Büyük Topak Ulak ve Sarı Ulak zeytin çeşitlerinin kullanılarak geleneksel yöntemle sofralık zeytin üretiminin yapıldığı bir başka çalışmada fermentasyonun sonunda (21. gün) laktik asit bakteri sayım sonuçları 0.1-4.2 log kob/mL olarak elde edilmiştir (Gezginç ve Ersoy, 2022). Kırmızı pancar ve starter kültür (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus* ve *Wickerhamomyces anamolus*) kullanımının Tarsus Sarı Ulak kırma yeşil zeytin fermentasyonu üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada salamuradaki laktik asit bakteri sayısı fermentasyonun başlangıcında (0. gün) 2.45-3.24 log kob/mL iken fermentasyonun sonunda 6.30-7.24 log kob/mL olarak belirlenmiştir. En yüksek laktik asit bakteri sayımı fermentasyonun 60. gününde (6.30-9.33 log kob/mL) tespit edilmiştir (Güler, 2023). Çatlatılmış *Manzanilla* zeytin fermentasyonunda salamuranın maya popülasyonu 4.9-5.0 log kob/mL'den 6.0-6.5 log kob/mL'ye yükselmiş olup fermentasyon süresince LAB tespit edilememiştir (Alves ve ark., 2012). Alkali ile acılık giderme işlemi yapılarak, salamuraya (%11 NaCl) HCl asit ve starter kültür ilavesi ile fermente edilen *Manzanilla* zeytin meyvelerinin fermentasyon sürecinde LAB sayısı 0.00-6.7 log kob/g-mL arasında belirlenmiştir (López-García ve ark., 2024). Ayrıca yapılan bir çalışmada malathion ve malaoxan pestisiti ile ilaçlanan zeytin meyvelerinde fermentasyon süresince laktik asit bakterilerine, küf ve mayalara rastlanmadığı bildirilmiş olup malathion ile ilaçlanmış ve spontan fermentasyona tabi tutulan grupta mezofilik aerobik bakteri gelişiminin gözlendiği ve diğer ilaçlanmış gruplarda ise herhangi bir mikrobiyal gelişim gözlenmediği rapor edilmiştir (Luyinda, 2022). Zeytin meyvelerinin yapısında doğal olarak bulunan ve zeytin türlerine göre konsantrasyonu değişen HyEDA ve EDA gibi bileşiklerin laktik asit bakterilerine karşı antimikrobiyal etki gösterdiği (Medina ve ark., 2010; Kumral ve ark., 2013) bildirilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen veriler literatürdeki diğer çalışmalar ile kıyaslandığında sonuçların diğer çalışmalardan farklı olduğu görülmüştür. Birçok çalışmada starter kültür inokülasyonu veya spontan

fermantasyon ile gerçekleştirilen çalışmalarda LAB sayılarının önce artarak pik yaptığı sonra azalarak belirli bir düzeyde sabit olduğu tespit edilmiştir. Yapılan diğer çalışmalara göre zeytin fermentasyonun da 15.-30. günleri arasında LAB'nin pik yaptığı belirlenmiştir. Mevcut çalışmada ise Gemlik eşidi yeşil sofralık zeytini MRSA sayım sonuçlarında kontrol grubunda artış gözlenmiş fakat starter kültür inoküle edilerek işlenen zeytin salamuralarında genel olarak bir düşüş gözlenmiştir. Buna bağlı olarak verilerimizin zeytin türlerinin, doğal mikrobiyal floranın, kullanılan tuz türü ve konsantrasyonun, işleme tekniklerinin (alkali, spontan fermentasyon), fermentasyon koşullarının farklı olması, zirai mücadelede kullanılan pestisit kalıntılarının ve antimikrobiyal bileşiklerin (HyEDA, EDA) mevcudutiyenin etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4. 6 Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytin salamuralarında MRSA sayım sonuçları ve standart sapma değerleri

Çalışma Grubu	Günlere Göre MRSA Sayıları (log kob/mL)							
	0. gün	3. gün	7. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün
Kontrol	TE	TE	TLA	5.93±0.00 ^{d,B}	6.15±0.02 ^{b,A}	6.15±0.05 ^{b,A}	5.48±0.01 ^{c,D}	5.61±0.04 ^{c,C}
KS1	6.07±0.04 ^{c,d,C}	6.39±0.04 ^{b,B}	8.21±0.09 ^{b,A}	6.34±0.05 ^{c,B}	5.87±0.04 ^{c,D}	6.17±0.03 ^{b,C}	6.40±0.05 ^{a,B}	5.74±0.02 ^{b,E}
KS2	6.08±0.05 ^{c,F}	6.88±0.05 ^{a,B}	7.73±0.01 ^{d,e,A}	6.43±0.05 ^{b,D}	6.64±0.08 ^{a,C}	6.30±0.01 ^{a,E}	5.90±0.04 ^{d,G}	5.77±0.04 ^{b,H}
KS3	6.23±0.01 ^{b,C}	6.92±0.06 ^{a,B}	8.52±0.01 ^{a,A}	6.11±0.05 ^{c,D}	5.36±0.08 ^{e,E}	6.02±0.00 ^{c,D}	5.44±0.05 ^{c,E}	5.33±0.04 ^{d,E}
KS4	6.10±0.04 ^{c,D}	6.75±0.21 ^{a,B}	7.82±0.04 ^{d,A}	6.42±0.02 ^{b,c,C}	5.89±0.07 ^{c,E}	6.34±0.02 ^{a,C}	6.14±0.02 ^{c,D}	5.64±0.04 ^{c,F}
A Grubu	6.00±0.01 ^{d,D}	6.41±0.01 ^{b,B}	8.09±0.04 ^{c,A}	6.49±0.05 ^{b,B}	5.59±0.03 ^{d,E}	6.31±0.03 ^{a,C}	6.33±0.02 ^{a,b,C}	5.63±0.04 ^{c,E}
B Grubu	5.55±0.03 ^{e,G}	5.90±0.05 ^{c,E,F}	7.19±0.02 ^{f,A}	6.63±0.04 ^{a,B}	5.83±0.05 ^{c,F}	6.18±0.01 ^{b,D}	6.27±0.01 ^{b,C}	5.98±0.02 ^{a,E}
C Grubu	6.39±0.04 ^{a,C}	6.78±0.05 ^{a,B}	7.68±0.05 ^{e,A}	6.34±0.03 ^{c,C}	5.47±0.01 ^{e,F}	5.73±0.02 ^{d,E}	5.97±0.05 ^{d,D}	5.50±0.01 ^{b,E}
D Grubu	6.38±0.05 ^{a,D}	6.72±0.01 ^{c,B}	8.01±0.01 ^{c,A}	6.49±0.02 ^{b,C}	5.20±0.05 ^{f,H}	5.46±0.00 ^{e,G}	6.30±0.01 ^{b,E}	5.96±0.05 ^{a,F}

(n=2 ± Std. Sapma)

*TLA: Tespit Limitinin Altında **TE: Tespit Edilemedi

***Bir sütunda farklı küçük harflerle temsil edilen değerler gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

**** Bir satırda farklı büyük harflerle temsil edilen değerler günler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***** (K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376 + *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermantasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376 + *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermantasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik siyah zeytin fermantasyonunda salamura örneklerinde laktik asit bakteri sayımı MRSA besiyerinde gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda fermantasyonun 0. 3. ve 7. günlerinde MRSA üzerinde herhangi bir koloni gelişimi gözlenmemiştir. Fermantasyonun 15. gününde MRSA sayım sonucu 5.93 log kob/mL sayım alınmıştır ve MRSA sayım sonuçlarının her geçen gün artış gösterdiği gözlenmiştir. Kontrol grubundaki en yüksek MRSA sayım sonucu (6.15 log kob/mL) fermantasyonun 30. ve 60. günlerinde belirlenmiştir.

Starter inokülasyonu yapılan grupların salamuralarından elde edilen MRSA sayım sonuçları fermantasyonun 0. gününde 5.55-6.39 log kob/mL olarak belirlenmiştir. MRSA sayım sonuçları fermantasyonun 7. gününe kadar hızlı bir artış göstermiştir. Kontrol grubu haricindeki tüm gruplardaki en yüksek sayım sonuçları fermantasyonun 7. gününde tespit edilmiştir. Starter inokülasyonu yapılan gruplar arasında en yüksek MRSA sayım sonucu KS3 grubunda (8.52 log kob/mL) en düşük sayım sonucu ise B grubunda (7.19 log kob/mL) elde edilmiştir. Genel olarak Kontrol grubu haricindeki gruplardaki MRSA sayım sonuçlarında artış ve azalışlar görülsede 7. güne göre 15. günden itibaren düşme eğilimi sergilemişlerdir. Fermantasyonun 120. günündeki MRSA sayım sonuçları 5.33-5.98 log kob/mL olarak belirlenmiştir. 120. gündeki en yüksek MRSA sayım sonucu B grubunda (5.98 log kob/mL) ve en düşük sayım sonucu ise KS3 grubunda (5.33 log kob/mL) tespit edilmiştir. KS3 grubunun dışındaki diğer grupların 120. gündeki MRSA sayım sonuçları Kontrol grubuna göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

UV+US+SK uygulaması ile üretilen zeytin gruplarının MRSA sayım sonuçları SK gruplarına benzer eğilim gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak SK gruplarının 7. günden 90. güne kadar olan fermantasyon sürecindeki MRSA sayım sonuçlarında UV+US+SK uygulamalarına göre daha fazla dalgalanma olduğu gözlenmiştir. Fermantasyonun 30. ve 90. günleri arasında MRSA sayım sonuçlarında SK gruplarında artış veya azalışlar gözlenirken UV+US+SK uygulamalarında arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum UV+US uygulamasının LAB popülasyonunu fermantasyon süresince daha stabil hale getirdiğini düşündürmektedir. Fakat kontrol grubundaki MRSA sayım sonuçlarının 30. günden itibaren SK grupları ile UV+US+SK gruplarına benzerlik göstermiştir. Bu durum sofralık zeytin fermantasyonunda otoktan kültürlerin önemini göstermektedir.

Çizelge 4.6’da verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 0. gününde UV+US+SK uygulanan grupların MRSA sayım sonuçlarının SK gruplarından istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyonun 120. gününde KS4 ve A grubu hariç diğer UV+US+SK grupları ile SK gruplarının MRSA sayım sonuçlarının istatistiksel olarak kontrol grubundan farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca SK grupları ile UV+US+SK gruplarının 120.gün MRSA sayım sonuçlarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi siyah zeytin salamura örneklerinin MRSA sayım sonuçları üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

US ve ozon uygulamaları ile zeytindeki acılık giderilmeye çalışıldığı çalışmada fermantasyonun başında salamuraya inoküle edilen LAB sayısı 7.7-7.8 log/mL belirlenmiştir. Fermantasyonun ilerleyen zamanlarında %5-1 US (%5 NaCl+%1CaCl₂ içeren salamurada 10 dk. US+50 dk. bekleme, 5 kez/gün) grubunun dışındaki gruplarda LAB tespit edilememiştir. %5-1 5-1 US uygulamasının tuz içeriğinin, ortamda bulunan besin ve inhibitor maddelerin varlığının LAB’nin gelişimine katkı sağladığı düşünülmüştür (Yıldız, 2021). Tez çalışması sonunda elde edilen MRSA sayım sonuçları ile Yıldız (2021) tarafından yapılan çalışmanın salamura tuz türlerinin ve oranlarının farklı olması, çalışmalarda US ile kullanılan kombine kullanılan teknolojilerin farklı olması ve zeytin meyvelerinin besin içeriklerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Starter inoküle edilerek işlenen Gemlik çeşidi siyah sofralık zeytin fermantasyonun sonunda salamurada LAB sayısı kontrol grubunda 4.30 log/ml ve starter inoküle edilen gruplarda 4.44-6.72 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Fermantasyonun 28. gününden itibaren kontrol ve starter ilaveli gruplardaki LAB sayıları arasında fark kalmamıştır (Kumral ve ark., 2009). Gerçekleştirilen tez çalışmasının 30. gününden itibaren kontrol grubu ile diğer grupların MRSA sayım sonuçları arasında fark kalmamıştır. Bu sonuç Kumral ve ark., (2009) tarafından yapılan çalışmaya benzerlik göstermektedir.

Gemlik çeşidi siyah sofralık zeytin fermantasyonunda *Lactipilantibacillus plantarum* ve *Lactipilantibacillus pentosus* suşlarının starter kültür olarak kullanıldığı bir çalışmada

fermantasyonun başlangıcındaki çubuk ve kok şeklindeki LAB sayıları sırasıyla 3.73-3.85 log kob/mL ve 3.27-3.47 log kob/mL olarak belirlenmiştir. fermentasyonun sonunda ise çubuk ve kok şeklindeki LAB sayıları sırasıyla 6.03-8.65 log kob/mL ve 5.80-8.05 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubuna göre laktik asit bakteri sayılarının starter inoküle edilen gruplarda daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Koyuncu ve Cabaroğlu, 2024). Çalışmamızda elde etmiş olduğumuz verilerin Koyuncu ve Cabaroğlu (2024) tarafından yapılan çalışmadan farklı olduğu gözlenmiştir. Bu farklılığın zeytinin olgunluk düzeyinden ve çalışmalarda kullanılan starter kültür kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Farklı acılık giderme tekniklerinin uygulandığı bir çalışmada (starter ilaveli, enzim+starter ilaveli ve çabuk yöntem) starter ilaveli örneklerdeki LAB sayısı 3.58-7.48 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Yurtsever, 2006). İşlenmiş siyah zeytin salamuralarının LAB sayısı 5.8-7.3 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020), farklı klorür tuzları ile işlenen Gemlik çeşidi siyah sofralık zeytin fermentasyonunda LAB sayısı 3.33-9.39 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. Fermentasyon sonunda 6.51-7.50 log kob/mL olduğu gözlenmiştir (Erdoğan, 2014). Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinde LAB sayıları yaklaşık 0.07 log kob/mL arasında tespit edilmiştir (Kumral ve ark., 2013). Çalışmamızda elde etmiş olduğumuz verilerin (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020) tarafından yapılan çalışmaya yakın olduğu diğer çalışmalardan farklı olduğu gözlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılığın zeytin türünden, tuz konsantrasyonundan, tuz çeşidinden, işleme tekniklerinden, fermentasyon koşullarından (sıcaklık, pH gibi) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı yörelerden hasat edilerek fermentasyona tabi tutulan siyah zeytin meyvelerinin fermentasyon süresince salamuraadaki LAB sayısı 0.39-8.46 arasında belirlenmiştir (Leventdurur, 2017). Conservolea ve Kalamata zeytin salamuraalarında fermentasyon sürecinde LAB 0.00-4.2x10⁶ kob/mL'ye çıkmıştır. LAB Conservolea zeytin çeşidinde 105. günde ve Kalamata zeytin çeşidinde sadece 5. günde izole edilmiştir. Kalamata zeytin çeşidinde fermentasyonun 105. gününe kadar LAB tespit edilememiştir (Bleve ve ark., 2015). Çalışmamızda elde etmiş olduğumuz verilerin Bleve ve ark., (2015) tarafından yapılan çalışmaya yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu farklılığın çalışmalarda kullanılan zeytin türünün farklılığı ve starter kullanımından kaynakladığı

düşünülmektedir. Ayrıca, zeytin meyvesinin doğal florası, tarımsal uygulamalar (ilaçlama, sulama vb.), depolama teknikleri, depolama süresi gibi çeşitli faktörlerde fermantasyon sürecini etkilemektedir.

4.3.3. Laktik asit bakterilerinin ve mayaların MALDİ-TOFF Biotyper ile tanımlanması

Çalışma kapsamında zeytin meyvelerinin mikrobiyal profilinin belirlenebilmesi amacıyla ham ve işlenmiş meyvelerden (120. gün) maya (yeşil zeytin) ve LAB (siyah zeytin) izole edilmiştir. Elde edilen isolatlar MALDİ- TOFF Biotyper ile tanımlanmıştır. Tanımla sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4. 7 İzole edilen maya ve LAB isolatlarının MALDİ- TOFF Biotyper tanımlama sonuçları

Ölçüm Aralığı	Tanım	Gemlik Siyah Zeytin	Gemlik Yeşil Zeytin
		LAB Kültür Sayısı	Maya Kültür Sayısı
2.300 ... 3.000	Yüksek olasılıkla tür tespiti	1 adet <i>Lactobacillus plantarum</i>	---
2.000 ... 2.299	Güvenli cins tespiti, olası tür tespiti	3 adet <i>Lactobacillus plantarum</i>	6 adet <i>Wickerhamomyces anomalus</i>
1.700 ... 1.999	Olası cins tanımlanması	4 adet <i>Lactobacillus plantarum</i>	14 adet <i>Wickerhamomyces anomalus</i>
0.000 ... 1.699	Güvenilir olmayan kimlik	1 adet <i>Lactobacillus plantarum</i>	---
Toplam		9	20

Çizelge 4.7’de belirtildiği gibi Gemlik tipi siyah zeytin meyvelerinde LAB tanımlanmasında yüksek olasılıklı tür tespiti düzeyinde 1 adet, güvenli cins ve olası tür tespiti düzeyinde 3 adet, Olası cins tanımlanması düzeyinde 4 adet ve güvenilir olmayan

kimlik düzeyinde 1 adet izolat *Lactobacillus plantarum* olarak tanımlanmıştır. Gemlik tipi yeşil zeytin meyvelerinde maya tanımlanmasında güvenli cins ve olası tür tespiti düzeyinde 6 adet ve olası cins tanımlanması düzeyinde 14 adet izolat *Wickerhamomyces anomalus* olarak tanımlanmıştır.

Gemlik tipi yeşil zeytin meyvelerinden laktik asit bakteri izolasyonu aşamasında herhangi bir laktik asit bakterisi izole edilememiştir. Gemlik yeşil zeytin meyvelerinden maya izole edilmiş ve tanımlaya gönderilmiştir. Yeşil zeytin meyve ve salamuranın mikrobiyal profili, pH ve titrasyon asitliği değerlerinin kıyaslanması sonucunda ortama mayaların hâkim olduğu düşünülmüştür.

Elde edilen bulgular diğer çalışmalarla kıyaslandığında *Wickerhamomyces anomalus* maya türü *Gordal* ve *Manzanilla* çeşitlerinden (Bautista-Gallego ve ark., 2011). Gemlik tipi siyah fermente zeytinden (Leventdurur ve ark., 2016), Bosana sofralık siyah zeytin salamuralarından (Porru ve ark., 2018), Nocellara messinese zeytin çeşidinden doğal fermantasyon yöntemi ile üretilmiş sofralık zeytinlerden (Sidari ve ark., 2019), *Maçanilha algarvia* sofralık zeytinlerinden (Mateus ve ark., 2016) ve düşük tuzlu Sicilya sofralık zeytinlerinden (Pino ve ark., 2019), izole edilerek tanımlandığı gözlenmiştir. *Lactobacillus plantarum* laktik asit bakteri türü doğal olarak fermente edilmiş İtalyan sofralık zeytinlerinden (*Itrana bianca*, *Itrana nera*, *Peranzana*, *Nocellara del Belice*, *Cellina di Nardò* and *Bella di Cerignola*) (Tofalo ve ark., 2014), *Conservolea* ve *Kalamata* sofralık zeytinlerinden (Bleve ve ark., 2015), İspanyol sofralık zeytin biyofilmlerinden (*Alorena*, *Manzanilla* ve *Gordal*) (Benítez-Cabello ve ark., 2019), *Gordal* ve *Manzanilla* sofralık zeytinlerin spontan fermantasyonundan (Benítez-Cabello ve ark., 2016), paketlenmiş *Alorena de Málaga* zeytin türünden (Romero-Gil ve ark., 2016), piyasada satılan ve evde üretilen fermente sofralık zeytin örneklerinden (Kıvanç ve Erikçi 2018), fermente edilen sofralık siyah ve yeşil zeytin meyvelerinden (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020), *Negrinha de Freixo* yeşil zeytinlerinden (Martins ve ark., 2024), Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinden (Leventdurur, 2017) izole edilerek tanımlanmıştır. Bu verilere göre çalışma kapsamında tanımlanan *Lactobacillus plantarum* laktik asit bakteri türü ve *Wickerhamomyces anomalus* maya türü literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.4. Fiziko-Kimyasal Analiz Sonuçları

4.4.1. pH ve titrasyon asitliği sonuçları

Sofralık zeytin fermantasyonunda LAB fermente edilebilir substraları kullanarak laktik asit ve diğer organik asitlerin üretimi sağlayarak salamuranın astiliğini artırır ve pH'nın düşmesini sağlar. Bu şekilde LAB patojen ve bozulma etmeni mikroorganizmaları inaktive ederek güvenli ve raf ömrü uzun nihai ürünün üretilmesini sağlarlar (Anagnostopoulos ve ark., 2019). Salamura pH değerinin düşük ve asitliğinin yüksek olması ortamdaki şeker içeriğine ve fermantasyonda rol oynayan LAB'nin asit üretme kapasitesine bağlıdır (Kumral, 2005).

Sofralık zeytin fermantasyonunda pH ve asitlik düzeyi zeytin türüne, olgunluk düzeyine, meyvenin şeker içeriği ve doğal flora vb faktörlere göre değişiklik gösterebilir (Kailis ve Harris, 2007). Oleuropeinin hidrolizi sonucu açığa çıkan elenoik asit ve bazı asit fenollerin salamuraya difüzyonu pH'nın düşmesine ve asitliğin artmasına sebep olabilir (Campus, 2015). Zeytin fermantasyonunda düşük tuz konsantrasyonlarında salamura pH değeri 4'ün altına inebilir ve toplam asitlik (%laktik asit cinsinden) %1 ve üzeri, yüksek tuz konsantrasyonlarında salamura pH değeri 4-4.5 ve toplam asitlik (%laktik asit cinsinden) %0.5 ve üzeri bir değere ulaşabilir (Kailis ve Harris, 2007).

Çalışma kapsamında yeşil ve siyah zeytin meyveleri ile fermantasyon sürecinin takibi için salamura ve zeytin meyve örneklerinde pH ve titrasyon asitliği analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4. 8 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve ve salamura örneklerinin pH analiz sonuçları ve standart sapma değerleri

Gruplar	Günlere Göre pH Sonuçları								
	Salamura								Meyve
	0. gün	3. gün	7. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	120. gün
Ham Meyve		----	----	----	----	----	----	----	5.57 ±0.01 ^a
Kontrol	7.37±0.01 ^{a,A}	5.88 ±0.02 ^{a,B}	5.43 ±0.02 ^{a,C}	5.10 ±0.00 ^{a,D}	4.98 ±0.00 ^{a,E}	4.89 ±0.01 ^{a,F}	4.88 ±0.01 ^{a,F}	4.84 ±0.01 ^{a,H}	5.18 ±0.00 ^b
KS1	7.37±0.01 ^{a,A}	5.53±0.02 ^{d,e,B}	4.71 ±0.01 ^{g,C}	4.25 ±0.00 ^{f,D}	4.25 ±0.01 ^{d,D}	4.25 ±0.01 ^{e,D}	4.26 ±0.01 ^{h,D}	4.26 ±0.01 ^{d,D}	4.52 ±0.01 ^g
KS2	7.37±0.01 ^{a,A}	5.60 ±0.02 ^{c,B}	4.91 ±0.02 ^{e,C}	4.36 ±0.00 ^{d,D}	4.30 ±0.01 ^{c,E}	4.29 ±0.01 ^{c,E}	4.29 ±0.01 ^{g,E}	4.30 ±0.01 ^{b,E}	4.61 ±0.01 ^d
KS3	7.37±0.01 ^{a,A}	5.45 ±0.00 ^{f,B}	4.65 ±0.01 ^{h,C}	4.26 ±0.01 ^{f,E}	4.18 ±0.00 ^{f,F}	4.19 ±0.00 ^{g,h,F}	4.43 ±0.01 ^{f,D}	4.20 ±0.01 ^{f,F}	4.50 ±0.01 ^h
KS4	7.37±0.01 ^{a,A}	5.71 ±0.02 ^{b,B}	4.78 ±0.03 ^{f,C}	4.34 ±0.01 ^{e,E}	4.26 ±0.00 ^{d,F}	4.22 ±0.00 ^{f,G}	4.55 ±0.00 ^{c,d,D}	4.28 ±0.01 ^{c,F}	4.50 ±0.01 ^h
A	7.37±0.01 ^{a,A}	5.51 ±0.01 ^{b,B}	5.05 ±0.01 ^{d,C}	4.40 ±0.01 ^{c,E}	4.25 ±0.01 ^{d,G}	4.19 ±0.01 ^{h,H}	4.55 ±0.01 ^{d,D}	4.30 ±0.01 ^{b,F}	4.57 ±0.01 ^f
B	7.37±0.01 ^{a,A}	5.55 ±0.00 ^{d,B}	5.26 ±0.00 ^{b,C}	4.95 ±0.01 ^{b,D}	4.69 ±0.01 ^{b,E}	4.52 ±0.01 ^{b,F}	4.68 ±0.00 ^{b,E}	İPTAL	İPTAL
C	7.37±0.01 ^{a,A}	5.54±0.02 ^{d,e,B}	4.68 ±0.02 ^{g,h,C}	4.26 ±0.01 ^{f,E}	4.23 ±0.01 ^{e,E,F}	4.20 ±0.00 ^{g,F}	4.51 ±0.01 ^{e,D}	4.24 ±0.01 ^{e,E}	4.59±0.01 ^e
D	7.37±0.01 ^{a,A}	5.63 ±0.02 ^{c,B}	5.20 ±0.01 ^{c,C}	4.41 ±0.00 ^{c,E}	4.26 ±0.00 ^{d,G}	4.26 ±0.00 ^{d,G}	4.57 ±0.01 ^{c,D}	4.31 ±0.01 ^{b,F}	4.65 ±0.01 ^c

(n=2 ± Std. Sapma)

*Bir sütunda farklı küçük harflerle temsil edilen değerler gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

** Bir satırda farklı büyük harflerle temsil edilen değerler günler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışmada kullanılan Gemlik çeşidi yeşil zeytin ham meyvelerinin pH değeri 5.57 olarak tespit edildi. Yapılan diğer çalışmalarda ise Bursa'nın farklı ilçelerinden hasat edilen Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin pH değeri 5.27-5.50 (Uylaşer ve ark., 2009), Osmaniye ilinden hasat edilen zeytin meyvelerinde ~ 5.0 (Dıvarcı, 2022), Tarsus Sarı Ulak zeytin çeşidinde ham meyve pH değeri 5.00 (Güler, 2023), Adana ilinde yetiştirilen Gemlik çeşidi yeşil zeytin ham meyve pH değeri 5.85 (Bekmez, 2019), *Manzanilla* zeytin fermantasyonunda ham meyve pH değeri yaklaşık 5.00 olarak tespit edilmiştir (Campaniello ve ark., 2005). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz Gemlik çeşidi yeşil ham zeytin meyvelerinin pH değeri literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar arasındaki farkın zeytin türünden, olgunluk düzeyinden, yetiştiği yörenin toprak, iklim vb özelliklerinin farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca zeytinlerin yetiştirme tekniklerinde bu farklılıklarda rol oynadığı düşünülmektedir.

UV+US+SK ve SK gruplarına ait Gemlik yeşil zeytin meyvelerinin 120. gündeki pH değeri 4.50 (KS3 ve KS4)-4.65 (D) aralığında tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki zeytin meyvelerinin pH değeri 120. günde 5.18 olarak tespit edilmiş olup işlenmiş zeytin meyvelerin pH değerine göre yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Starter kültür inokülasyonu ile işlenen zeytin meyvelerinin pH değeri Kontrol grubuna göre daha fazla düşüş göstermiştir. Gıda güvenliği açısından starter kültür inokülasyonu pH'nın hızlı düşmesine ve asitliğin artmasına katkı sağlamıştır. Çalışma sonunda starter kültür ile işlenmiş yeşil zeytin meyvelerinin pH'larının birbirine yakın değerlerde olduğu gözlenmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda Bursa'nın farklı ilçelerinden hasat edilen ve farklı işleme teknikleri işlenen zeytin meyvelerinin pH değeri 3.12-3.79 (Atlı, 2020), evde ve ticari olarak üretilmiş olan sofralık zeytin örneklerinin pH değeri 5.8-6.8 (Kıvanç ve Erikçi, 2018), geleneksel olarak fermente edilen yeşil zeytin meyvelerinin pH değeri 3.31-4.25 (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020), kuru tuzlama ile üretilen Gemlik yeşil zeytin meyve pH değeri 4.8-5.00 (Dıvarcı, 2022), fermente edilmiş Gemlik yeşil zeytin meyve pH değeri 5.6 (Bekmez, 2019), alkali ve doğal yöntemle ile işlenen *Manzanilla* zeytin fermantasyonunda meyve pH değeri yaklaşık yaklaşık 4.7-5.3 olarak tespit edilmiştir (Campaniello ve ark., 2005). Alkali ile acılık giderme işlemi yapılarak, salamuraya (%11 NaCl) HCl asit ve starter kültür ilavesi ile fermente edilen *Manzanilla*

zeytin meyvelerinin fermantasyon sürecinde meyve ve salamuranın pH değeri 4.03-8.34 arasında belirlenmiştir (López-García ve ark., 2024). Tez çalışması sonunda elde edilen 120. Gemlik yeşil zeytin meyvelerinin pH değerinin literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar arası bu farklılığın zeytin türü, yetiştiği bölge farklılığı, zeytin meyvelerinin sahip olduğu şeker içeriği, starter kültür kullanımı ve kullanılan starter kültürler arasındaki farklılık, zeytin meyvelerinin doğal mikrobiyal florasının popülasyonu ve çeşitliliği gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.8’de verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. günündeki KS3 ve KS4 grupları haricinde diğer tüm gruplara ait Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerine ait pH değerlerinin kendi arasında istatistiksel olarak benzer olduğu ve diğer gruplar ile istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca UV+US uygulanan grupların kendi aralarında ve kontrol grubu ile SK grupları arasında Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerine ait pH değerlerinin istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edildi. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin pH üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Gemlik yeşil zeytin fermantasyonunda salamuranın başlangıç (0. gün) pH değeri 7.37 iken UV+US+SK ve SK gruplarına ait Gemlik yeşil zeytin salamuralarının 120. gündeki pH değeri 4.20 (KS3)-4.31(D) arasında tespit edilmiştir. Fermantasyon sürecinde Kontrol grubunun salamura pH değeri yavaş bir şekilde düşüş sergilediği gözlenmiştir. Kontrol grubuna ait salamura örneğinin pH değeri 120. günde 4.84’e düşmüş olup diğer gruplardan yüksek seviyelerde kalmıştır. SK gruplarına ait zeytin salamuralarının pH değerindeki düşüşün UV+US+SK gruplarına göre 15. güne kadar daha hızlı olduğu ve her iki grubunda pH değeri güvenli pH aralığı olarak kabul edilen 4.5’in altına düştüğü gözlenmiştir. UV+US+SK gruplarındaki pH düşüşünün yavaş gerçekleşmesinin ham meyvenin mikrobiyal yükünün UV+US uygulaması ile indirgenmesinden veya ultrason uygulaması ile zeytin meyvelerinin kabuk kısmında yer alan stomaların genişlemesi sonucu fenolik bileşiklerin ve zeytin meyvesinde doğal olarak bulunan inhibitör maddelerin salamuraya hızlı geçmesi sonucu meydana gelen inhibitor etkiden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kontrol grubu, KS3 ve B grubu haricinde diğer grupların 30. gündeki pH seviyelerinin benzer olduğu en düşük pH’nın (4.18) KS3 grubuna ait

olduğu görülmüştür. Ortamdaki asit mikroorganizmalar tarafından metabolize edilirse eğer salamura pH değerinde artma veya asitlikte azalmalar gözlenebilir (Kailis ve Harris, 2007). Fermantasyon sürecinde pH değerlerindeki artış ve azalışların mikrobiyal faaliyet sonucunda meydana gelen metabolitlerden veya ortamdaki mikrobiyal floranın organik asitleri metabolize etmesinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Geleneksel olarak fermente edilen yeşil zeytin fermantasyonunda salamura pH değeri 3.13-5.46 (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020), Sarıl Ulak yeşil zeytin çeşidi kullanılarak kırma yeşil zeytin üretimin yapıldığı çalışmada fermantasyon başlangıcında salamuranın pH değerlerinin 4.95-5.03 aralığında iken fermantasyon sonunda ise starter kültür inokülasyonu yapılan salamuralarda 3.83-3.88 ve spontan fermantasyonlarda 3.86-4.53 aralığında tespit edilmiştir (Güler, 2023). İspanyol usulü ve doğrudan salamura yöntemi ile işlenen *Aloreña*, *Gordal* ve *Manzanilla* yeşil zeytinlerinin fermantasyon sonundaki salamura pH değeri 3.84-4.31 arasında belirlenmiştir (Bautista-Gallego ve ark., 2011). İspanyol usulü ve doğal fermantasyon yöntemi ile farklı klorür tuz içeren salamuralarda işlenen *Halkidiki* çeşidi yeşil zeytin salamurasının pH değeri fermantasyon süresince 4.3-6.0 arasında ölçülmüştür. pH değerinin 4.30'a inmesi fermantasyonun 30. gününde gerçekleşmiştir (Alvanoudi ve ark., 2024). Starter kültür kullanılarak *Tonda di Cagliari* yeşil zeytin fermantasyonunda salamura pH <4 (Campus ve ark., 2015), Spontan fermantasyon yöntemi ile %10 NaCl içeren salamuralarda gerçekleştirilen *Taggiasca* zeytin fermantasyonunda pH 4.01-6.46 (Traina ve ark.,2024) olarak belirlenmiştir.

Tez çalışmamız sonucunda elde edilen verilerin literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olduğu tespit edilmiştir. Zeytin fermantasyonun salamura ve meyvenin pH ve toplam asitliği ortamdaki mikrobiyal faaliyetler (LAB vb.) sonucunda değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Tez çalışmamızda elde ettiğimiz pH değerleri ile Güler (2023) tarafından yapılan çalışma arasındaki farklılığın zeytin çeşidi ve zeytin işleme tekniğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tez çalışmamızda zeytinler çizme, kırma vb. İşlemlere tabi tutulmadan fermantasyona uğratılmıştır. Bautista-Gallego ve ark. (2011) ve Traina ve ark. (2024) ve Campus ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmalar arasındaki farklılığın ise zeytin türü, işleme tekniği, tuz konsantrasyonu ve tuz çeşidi farklılığı, starter kültür

kullanımı, ortamdaki fermente olabiilen besin öğelerinin varlığı gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.8’de verilen tabloda belirtildiği gibi grupların istatiksel olarak farklı olduğu gözlenmiştir. Fermantasyonun 120. gününde A, D ve KS2 gruplarının pH ölçüm sonuçlarının istatistiksel olarak benzerlik gösterdiği, fakat diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı oldukları tespit edilmiştir. Kontrol, KS1, KS3, KS4 ve C gruplarının pH ölçüm sonucunun diğer gruplardan ve birbirlerinden istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin salamura örneklerinin pH üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 9 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve ve salamura örneklerinin pH analiz sonuçları ve standart sapma değerleri

Günlere Göre pH Sonuçları									
Gruplar	Salamura								Meyve
	0. gün	3. gün	7. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	120. gün
Ham Meyve									5.29 ±0.04 ^a
Kontrol	7.40 ±0.00 ^{a,A}	5.96 ±0.09 ^{a,B}	5.17 ±0.03 ^{b,C}	4.43 ±0.04 ^{a,D}	4.08 ±0.01 ^{c,E}	4.05 ±0.01 ^{a,E,F}	3.97 ±0.01 ^{f,G}	4.00 ±0.01 ^{a,E,F}	4.37 ±0.01 ^b
KS1	7.40 ±0.00 ^{a,A}	4.78 ±0.06 ^{d,B}	4.45 ±0.01 ^{c,C}	4.29 ±0.01 ^{b,c,D}	4.11 ±0.01 ^{b,E}	4.03 ±0.00 ^{a,b,F}	3.98 ±0.01 ^{d,e,F,G}	3.94 ±0.01 ^{d,G}	4.17 ±0.01 ^g
KS2	7.40 ±0.00 ^{a,A}	4.89 ±0.01 ^{c,B}	4.42 ±0.01 ^{d,C}	4.31 ±0.00 ^{b,D}	4.13 ±0.01 ^{a,E}	4.02 ±0.01 ^{b,F}	4.00 ±0.00 ^{b,c,F}	4.00 ±0.01 ^{a,F}	4.30 ±0.01 ^{c,d}
KS3	7.40 ±0.00 ^{a,A}	4.81 ±0.01 ^{c,d,B}	4.34 ±0.01 ^{f,C}	4.22 ±0.03 ^{d,D}	4.07 ±0.01 ^{c,E}	4.02 ±0.04 ^{a,b,E}	3.98 ±0.00 ^{d,e,F}	3.96 ±0.00 ^{c,F}	4.21 ±0.01 ^f
KS4	7.40 ±0.00 ^{a,A}	4.76 ±0.00 ^{d,B}	4.37 ±0.00 ^{e,C}	4.25 ±0.01 ^{c,d,D}	4.05 ±0.00 ^{d,E}	4.00 ±0.01 ^{b,F}	3.97 ±0.01 ^{e,f,G}	3.96 ±0.00 ^{c,H}	4.25 ±0.01 ^e
A	7.40 ±0.00 ^{a,A}	4.60 ±0.01 ^{e,B}	4.39 ±0.01 ^{d,C}	4.26 ±0.01 ^{c,d,D}	4.11 ±0.01 ^{b,E}	4.01 ±0.01 ^{b,F}	4.01 ±0.01 ^{a,F}	3.98 ±0.00 ^{b,G}	4.32 ±0.01 ^c
B	7.40 ±0.00 ^{a,A}	5.67 ±0.03 ^{b,B}	5.37 ±0.01 ^{a,C}	4.32 ±0.00 ^{b,D}	4.12 ±0.00 ^{a,E}	4.06 ±0.01 ^{a,F}	4.00 ±0.01 ^{a,b,G}	3.99 ±0.01 ^{a,G}	4.24 ±0.01 ^{e,f}
C	7.40 ±0.00 ^{a,A}	4.77 ±0.01 ^{d,B}	4.32 ±0.00 ^{f,C}	4.17 ±0.01 ^{c,D}	4.07 ±0.01 ^{c,E}	4.03 ±0.00 ^{a,b,F}	3.99 ±0.00 ^{c,d,G}	3.94 ±0.01 ^{d,H}	4.27 ±0.01 ^{d,e}
D	7.40 ±0.00 ^{a,A}	4.58 ±0.00 ^{e,B}	4.32 ±0.00 ^{f,C}	4.22 ±0.01 ^{d,D}	4.10 ±0.01 ^{b,E}	4.03 ±0.01 ^{a,b,F}	4.01 ±0.01 ^{a,F}	3.99 ±0.01 ^{a,G}	4.30 ±0.01 ^{c,d}

(n=2 ± Std. Sapma)

*Bir sütunda farklı küçük harflerle temsil edilen değerler gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

** Bir satırda farklı büyük harflerle temsil edilen değerler günler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışma sonunda tespit etmiş olduğumuz ham Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin pH değeri 5.29 ve Kontrol grubunun pH değeri 4.37, SK gruplarının pH değeri 4.17 (KS1)-4.30n(KS2), UV+US+SK gruplarının pH değeri 4.24 (B)-4.32 (A) arasında tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytinlerle ilgili yapılan diğer çalışmalarda 2012 yılı aralık ayında ‘Gemlik ilçesinden hasat edilen zeytin meyvelerinin pH değeri 5.18-5.27 (Alak, 2016), 2016 ve 2017 yıllarında ocak ayında hasat edilen zeytin meyvelerinin pH değeri 5.11-5.27 (Kayguloğlu,2018), 5.27-5.50 (Uylaşer ve ark., 2009), Adana ilinde işleme olgunluğunda hasat edilen zeytin meyvelerinin pH değeri 5.40 (Koyuncu ve Cabaroğlu, 2024) olarak belirlemişlerdir. Sele tipi zeytin işleme yöntemi ile işlenen Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytin meyvelerinin pH değeri 4.82-5.26 (Alak, 2016), starter kültür inoküle edilerek fermente edilen Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin pH değeri 4.24-4.42 (Koyuncu ve Cabaroğlu, 2024), farklı klorür ve bileşimlerde tuz kullanılarak hazırlanan salamuralarda US ve ozon uygulamaları işlenen Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin pH değeri 4.04-5.33 (Yıldız, 2021), Osmaniye ilinde yetiştirilen %10 NaCl derişiminde kuru tuzlama yöntemi ile işlenen siyah zeytin meyvelerinin pH değeri ~5.00 (Dıvarcı, 2022), Bursa ilinin farklı yörelerinde yetiştirilen salamura fermentasyon yöntemi ile Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin pH değeri ~ 4.49-5.26 (Atlı, 2020) olarak tespit etmişlerdir. Çalışma sonunda ham Gemlik siyah zeytin meyve pH değerinin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre Gemlik siyah zeytin fermente meyve örneklerinin pH sonuçlarının Yıldız (2021) ve Bulut Albayrak ve Kamber (2020) tarafından yapılan çalışmalara benzerlik gösterdiği diğer çalışmalardan düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durumun zeytin işleme yöntemi (doğrudan salamura, alkali ile muamele, sele yöntemi, çizme vb.), starter kültür kullanımı, farklı klorürü tuzlarının kullanımı, salamuraların tuz konsantrasyonu, fermentasyonda baskın olan mikroorganizma türleri, ortamdaki fermente edilebilen besin miktarı, fermentasyon koşulları, zeytin meyvelerinin hasat bölgesi vb. sebeplerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.9’da verilen tabloda belirtildiği gibi fermentasyonun 120. gününde KS2 ve D gruplarına ait zeytin meyve örneklerinin pH sonuçlarının istatistiksel olarak benzer olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Kontrol ve KS1 gruplarına ait zeytin meyve örneklerinin pH sonuçları birbirlerinden ve diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu tespit

edilmiştir. Arıca SK ve UV+US+SK gruplarına ait zeytin meyvelerinin pH değeri kontrol grubu örneklerinden istatistiksel olarak farklıdır Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerinin pH üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Çalışma sonunda Gemlik çeşidi siyah zeytin salamura örneklerinin pH değeri fermentasyon başlangıcında kontrol grubunun 7.40, SK gruplarının pH değeri 3.94-4.00 iken UV+US+SK gruplarının pH değeri ise 4.40, 3.94-3.99 olarak tespit edilmiştir. Fermentasyonun 30. gününe kadar olan süreçte B grubu haricinde UV+US+SK gruplarında pH'daki düşüş kontrol grubuna ve SK gruplarına göre daha hızlı olmuştur. Bu durumun UV+US uygulamasının ham zeytin meyvesindeki mikrobiyal yükü indirgenerek ortama starter kültür inokülasyonundan kaynaklandığı düşünülmüştür. Fermentasyonun 30. gününden itibaren tüm gruptaki pH düzeyleri birbirine benzer olmuştur ve genel olarak gruptaki pH değişimi çok az olmuştur. Bu durumun ortamdaki fermente edilebilir besin öğelerinin tükenmesinden veya azalmasından kaynaklanmaktadır. B grubundaki pH değişimi diğer gruplara göre daha yavaş gerçekleşmiş ve fermentasyonun 120.günü 4.00 olarak tespit edilmiştir. Fermentasyonun 120. gününde pH düzeyleri 3.94-4.00 arasında tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytin meyve salamuralarının pH değeri 4.53-5.12 arasında belirlenmiştir (Mujdeci ve ark., 2018). Çukurova bölgesinin farklı yörelerinden hasat edilen ve farklı tuz kontrasyonuna sahip salamuralarda fermente edilen Gemlik siyah zeytin meyve salamuralarının fermentasyon süresince pH değeri 4.2-6.5 arasında (Leventdurur, 2017), starter kültür ilavesi ile %10 NaCl içeren salamurada fermente edilen Gemlik çeşidi zeytin meyve salamurasının pH değeri 3.16-4.55 arasında tespit edilmiştir (Alan, 2024). *Conservello* ve *Kalamata* zeytin fermentasyonunda salamura pH değeri 15. gün ile 120. gün arasında değişim göstermediği gözlenmiştir. Fermentasyon süresince pH 4.2-5 arasında belirlenmiştir (Bleve ve ark., 2015). Çalışma sonunda elde edilen verilerin Mujdeci ve ark. (2018), Leventdurur (2017), Bleve ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmalardan düşük olduğu gözlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılığın zeytin çeşidi, zeytin meyvelerinin şeker içeriği, salamura tuz oranı, işleme yöntemi, mikrobiyal floranın çeşitliliği, starter kültür kullanımı ve fermentasyonda rol oynayan mikroorganizmaların asit üretme kapasitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.9’da verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde Kontrol, KS2, B ve D gruplarına ait zeytin salamura örneklerinin pH sonuçlarının istatistiksel olarak benzer olduğu ve A grubunun ise istatistiksel olarak diğer gruplardan farklı olduğu tespit edilmiştir. KS1 ile A grubunun, KS3 ile C grubunu ve KS4 ile D grubunun salamura pH değerlerinin istatistiksel olarak farklı olduğu gözlenmiştir. Gemlik çeşidi siyah zeytin salamura örneklerinin pH üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).



Çizelge 4. 10 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve ve salamura örneklerinin titrasyon asitliği analiz sonuçları ve std sapma değerleri

Gruplar	Salamura								Meyve
	0. gün	3. gün	7. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	120. gün
Ham									0.225±0.06 ^c
Meyve									
Kontrol	0.009±0.00 ^{a,F}	0.060 ±0.04 ^{b,c,E}	0.068±0.00 ^{c,E}	0.124±0.02 ^{e,f,D}	0.142 ±0.02 ^{d,C,D}	0.180±0.01 ^{d,B,C}	0.221 ±0.01 ^{e,,A,B}	0.266 ±0.02 ^{d,A}	0.270±0.00 ^c
KS1	0.009 ±0.00 ^{a,F}	0.105 ±0.02 ^{a,b,E}	0.108±0.00 ^{b,E}	0.203±0.00 ^{c,D}	0.243±0.01 ^{a,b,c,C}	0.302±0.01 ^{a,b,B}	0.333±0.01 ^{b,B}	0.452 ±0.03 ^{a,A}	0.495±0.06 ^{a,b}
KS2	0.009 ±0.00 ^{a,G}	0.090±0.00 ^{a,b,c,F}	0.099±0.01 ^{b,F}	0.146 ±0.02 ^{d,E}	0.232 ±0.02 ^{b,c,D}	0.293 ±0.01 ^{b,C}	0.338±0.01 ^{b,B}	0.410 ±0.01 ^{b,c,A}	0.405 ±0.06 ^b
KS3	0.009 ±0.00 ^{a,F}	0.135 ±0.02 ^{a,E}	0.135±0.01 ^{a,E}	0.248 ±0.00 ^{a,D}	0.270 ±0.00 ^{a,D}	0.315 ±0.01 ^{a,C}	0.387 ±0.01 ^{a,B}	0.432 ±0.03 ^{a,b,A}	0.495±0.06 ^{a,b}
KS4	0.009 ±0.00 ^{a,F}	0.105 ±0.02 ^{a,b,E}	0.108±0.00 ^{b,E}	0.225 ±0.00 ^{b,D}	0.225 ±0.00 ^{b,c,D}	0.297±0.00 ^{a,b,C}	0.324±0.00 ^{b,c,B}	0.428±0.01 ^{a,b,c,A}	0.450±0.00 ^{a,b}
A	0.009 ±0.00 ^{a,G}	0.075 ±0.02 ^{b,c,F}	0.081±0.01 ^{c,F}	0.135±0.00 ^{d,e,E}	0.214 ±0.02 ^{c,D}	0.261 ±0.00 ^{c,C}	0.306 ±0.00 ^{c,B}	0.396 ±0.00 ^{b,c,A}	0.495±0.06 ^{a,b}
B	0.009 ±0.00 ^{a,G}	0.045 ±0.02 ^{c,F}	0.072±0.00 ^{c,E}	0.11 3±0.00 ^{f,D}	0.160 ±0.00 ^{d,C}	0.221 ±0.01 ^{c,B}	0,266 ±0.01 ^{d,A}	İPTAL	İPTAL
C	0.009 ±0.00 ^{a,F}	0.105 ±0.02 ^{a,b,E}	0.126±0.00 ^{a,E}	0.203 ±0.00 ^{c,D}	0.259 ±0.02 ^{a,b,C}	0.315 ±0.01 ^{a,B}	0.342 ±0.03 ^{b,c,B}	0.419±0.01 ^{a,b,c,A}	0.540 ±0.00 ^a
D	0.009 ±0.00 ^{a,H}	0.045 ±0.02 ^{c,G}	0.072±0.00 ^{c,F}	0.203±0.00 ^{c,E}	0.225 ±0.01 ^{b,c,D}	0.293 ±0.01 ^{b,C}	0.324±0.00 ^{b,c,B}	0.392 ±0.01 ^{c,A}	0.450±0.00 ^{a,b}

(n=2 ± Std. Sapma)

*Bir sütunda farklı küçük harflerle temsil edilen değerler gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

** Bir satırda farklı büyük harflerle temsil edilen değerler günler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışmada kullanılan ham Gemlik yeşil zeytin meyvelerinin titrasyon asitliği %0,225 (%laktik asit cinsinden) olarak belirlenmiştir. Fermantasyonun 120. gününde titrasyon asitlikleri Kontrol grubu meyvelerinde %0.270, SK gruplarında %0.405 (KS2)-%0.495 (KS1-KS3) ve UV+US+SK gruplarında ise %0.450 (D)- %0.540 (C) arasında belirlenmiştir. İşlenmiş meyvelerin titrasyon asitliğinin ham meyveye göre yüksek olduğu gözlenmiştir. 120. günde meyve örneklerindeki en yüksek ve en düşük titrasyon asitliği sonuçları sırasıyla C grubu (%0.540) ve KS2 (%0.405) gruplarında elde edilmiştir. Kontrol grubuna ait meyvelerin titrasyon asitliği %0.270 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada Adana’da yetiştirilen ve salamura fermantasyon yöntemi ile işlenen Gemlik çeşidi yeşil zeytin fermantasyonunda ham ve fermente meyvenin titrasyon asitliği sırasıyla %0.09 ve %0.1 olarak belirlenmiştir (Bekmez, 2019). Tarsus Sarı Ulak yeşil zeytin çeşidinde ham meyvenin titrasyon asitliği %0.29 olarak tespit edilmiştir (Güler, 2023). Bir başka çalışmada Gemlik çeşidi yeşil zeytin fermantasyonunda işlenmiş meyvelerin toplam asitliği 0.31-0.45 g/100g arasında belirlenmiştir (Atlı, 2020). Gemlik zeytin meyvesinin +4 °C ve -18°C’de depolanmasının oleuropein bileşiğinin parçalanması üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada zeytin meyvelerinin titrasyon asitliği %0.5-0.65 aralığında tespit edilmiştir (Aydar ve ark.,2019). Chalkidikis yeşil zeytin meyvelerinin alkali ile muamele edildikten sonra fermente edildiği çalışmada işlenmiş meyvelerin titrasyon asitliği %0.95-1.12 arasında bulunmuştur (Tataridou ve Kotzekidou, 2015). Çalışma sonucunda elde edilen Gemlik çeşidi yeşil fermente zeytin meyve titrasyon asitliği sonuçları Bekmez (2019) tarafından yapılan çalışmaya göre yüksek olduğu Atlı (2020) ve Aydar ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmalara ise yakın olduğu ve diğer çalışmalardan düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durumun zeytin türü, ortamdaki fermente edilebilir sustrat içeriği, doğal mikrobiyal flora ve fermantasyonda rol oynayan LAB’nin asit üretme kapasitesi, zeytinin yetiştiği toprak, tarımsal uygulamalar, zeytin işleme tekniği (alkali ile muamele, soğukta depolama, salamura fermantasyon, kırma vb.) ve tuz konsantrasyonu gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.10’da verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde Gemlik yeşil zeytin ham meyve ve Kontrol grubu meyve örneklerine ait titrasyon asitliği

sonuçları istatistiksel olarak birbirlerine benzer, fakat diğer gruplardan farklı olduğu tespit edilmiştir. KS2 ve B gruplarına ait meyvelerin titrasyon asitliği istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. KS1, KS3, KS4, A ve D grupların titrasyon asitliğinin istatistiksel olarak benzer olduğu belirlenmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin titrasyon asitliği üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Çalışma sonunda Gemlik yeşil zeytin salamura örneklerinin titrasyon asitliği fermantasyon sürecinde % 0.266-0.452 arasında tespit edilmiştir. Fermantasyon süresince UV+US+SK ve SK gruplarına ait zeytin salamuralarında titrasyon asitliği sırasıyla %0.09-0.419 ve %0.09-0.452 aralığında belirlenmiştir. Fermantasyonun 120. gününde titrasyon asitliği en yüksek ve düşük olan gruplar sırasıyla KS1 (%0.452) ve Kontrol (%0.266) grupları olmuştur. Titrasyon asitliği verileri incelendiğinde SK gruplarının asitlik düzeyi UV+US+SK gruplarına göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durumun başlangıçta UV+US uygulamasının doğal mikrobiyal florayı indirgemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı tuz konsantrasyonlarındaki (%8, 10, 12 ve 14) salamuralarda fermente edilen Gemlik yeşil zeytin meyvelerinin laktik asit miktarı %0.07-0.452 arasında tespit edilmiştir (Gamalı, 2016b). Fermantasyonun süresinde Tarsus Sarı Ulak zeytin salamurasının toplam asitliği %0.25-0.94 aralığında tespit edilmiştir (Güler, 2023). İspanyol usulü ve doğal fermantasyon yöntemi ile işlenen *Halkidiki* çeşidi yeşil zeytin salamurasının fermantasyon sonunda toplam asitliği yaklaşık 0.5-0.9 g/100 ml olarak ölçülmüştür (Alvanoudi ve ark., 2024). Üç farklı yöntem (kontrol, alkali ile muamele ve çizme yöntemi) ile işlenen Domat çeşidi yeşil zeytin meyve ve salamuralarının titrasyon asitliği 0.19-0.72 g/100 arasında belirlenmiştir (Savaş ve Uylaşer, 2013). Manzanilla zeytin meyvelerinin fermantasyon sonunda salamura titrasyon asitliği %1.05-1.25 arasında belirlenmiştir (López-García ve ark., 2024). Çalışma sonunda elde edilen Gemlik çeşidi yeşil zeytin salamura örneklerinin titrasyon asitliği sonuçlarının Gamalı (2016b), tarafından yapılan çalışmaya benzer olduğu diğer çalışmalardan düşük olduğu gözlenmiştir. Çalışmalar arasındaki titrasyon asitliğinin farklılık göstermesinin sebebinin

zeytin çeşidi, ortamdaki şeker içeriği, fermantasyonda rol oynayan mikroorganizmalar, zeytin işleme tekniğinin farklı olması gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünölmektedir.

Çizelge 4.10’da verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde KS1, KS2, KS3, KS4, A, C ve D gruplarının salamura asitlik sonuçlarının istatistiksel olarak Kontrol grubundan farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik eşidi yeşil zeytin salamura örneklerinin titrasyon asitliği üzerine starter költür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Fermantasyon sürecinde zeytin meyvelerinin ve salamuranın asitliği düzenli olarak artış göstermiştir. Meyve ve salamuranın asitliğindeki artış ortamdaki mikrobiyal floranın aktivasyonu sonucu besin öğelerinin organik asitlere dönüştürmesinden kaynaklanmaktadır. Starter inokölasyonu ile üretilen zeytinlerdeki asitlik artışı spontan fermente edilen kontrol grubuna göre hızlı artış göstermiştir. Ayrıca çalışmada elde edilen starter költür ile işlenen zeytin meyvelerinin titrasyon asitliği kontrol ve ham meyvenin titrasyon asitliğine göre yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışma sonucu elde edilen verilerin literatüre uyumlu olduğu görölmüştür.

Gemlik eşidi sofralık zeytinler yaygın olarak siyah olgunluk düzeyindeyken hasat edilerek işlenmektedir. Bu nedenle meyve ve salamura asitliğinde Gemlik yeşil zeytin fermantasyonu ile ilgili çalışmaya ulaşılamadığı için diğer zeytin meyveleri ile kıyaslama yapılmıştır. Literatüre göre ham zeytin, işlenmiş zeytin ve salamura örneklerine ait titrasyon asitliğindeki farklılıkların meyvenin olgunluk düzeyine, zeytin çeşidine, zeytin meyve bileşimine, işleme tekniklerine, zeytin ağacının yetiştiği toprak yapısı ve bileşimi, coğrafi faktörler, mikrobiyal çeşitlilik gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı düşünölmektedir.

Çizelge 4. 11 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve ve salamura örneklerinin titrasyon asitliği analiz sonuçları ve std. sapmaları

Gruplar	Salamura								Meyve
	0. gün	3. gün	7. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	120. gün
Ham Meyve									0.495 ±0.06 ^c
Kontrol	0.009 ±0.0 ^{a,F}	0.027 ±0.00 ^{c,E,F}	0.050 ±0.03 ^{a,E}	0.101 ±0.02 ^{d,D}	0.558±0.00 ^{a,C}	0.717 ±0.01 ^{d,e,B}	1.026 ±0.01 ^{a,A}	1.013 ±0.01 ^{a,A}	0.63 ±0.01 ^{a,b,c}
KS1	0.009±0.0 ^{a,D}	0.059 ±0.01 ^{a,b,D}	0.086 ±0.03 ^{a,D}	0.189 ±0.01 ^{a,b,C}	0.518±0.02 ^{b,B}	0.825 ±0.01 ^{a,A}	0.873±0.09 ^{b,c,d,A}	0.869 ±0.01 ^{a,b,A}	0.765 ±0.13 ^a
KS2	0.009±0.0 ^{a,F}	0.041 ±0.01 ^{b,c,E,F}	0.068 ±0.04 ^{a,D,E}	0.115 ±0.04 ^{d,D}	0.347±0.01 ^{e,C}	0.585 ±0.00 ^{g,B}	1.008 ±0.01 ^{a,A}	1.008 ±0.00 ^{a,A}	0.630±0.06 ^{a,b,c}
KS3	0.009 ±0.0 ^{a,F}	0.054 ±0.00 ^{a,b,E}	0.072 ±0.03 ^{a,E}	0.164 ±0.00 ^{b,c,D}	0.410±0.01 ^{d,C}	0.644 ±0.02 ^{f,B}	0.810 ±0.00 ^{d,A}	0.819 ±0.01 ^{a,b,A}	0.630±0.13 ^{a,b,c}
KS4	0.009 ±0.0 ^{a,F}	0.054 ±0.01 ^{a,b,E,F}	0.081 ±0.03 ^{a,E}	0.180 ±0.00 ^{a,b,D}	0.468±0.00 ^{c,C}	0.702 ±0.01 ^{e,B}	0.882±0.06 ^{b,c,d,A}	0.828 ±0.00 ^{a,b,A}	0.765 ±0.00 ^a
A	0.009 ±0.0 ^{a,F}	0.072 ±0.00 ^{a,E}	0.086 ±0.02 ^{a,E}	0.216 ±0.03 ^{a,D}	0.563±0.01 ^{a,C}	0.806 ±0.02 ^{a,b,B}	0.950 ±0.02 ^{a,b,A}	0.923 ±0.01 ^{a,A}	0.720 ±0.06 ^{a,b}
B	0.009 ±0.0 ^{a,F}	0.036 ±0.01 ^{b,c,E,F}	0.044 ±0.02 ^{a,E}	0.135 ±0.00 ^{c,d,D}	0.338±0.01 ^{e,C}	0.675 ±0.01 ^{e,f,B}	0.810 ±0.01 ^{d,A}	0.815 ±0.01 ^{a,b,A}	0.630±0.00 ^{a,b,c}
C	0.009 ±0.0 ^{a,F}	0.059 ±0.02 ^{a,b,E}	0.081 ±0.01 ^{a,E}	0.165 ±0.00 ^{b,c,D}	0.563±0.02 ^{a,C}	0.765 ±0.01 ^{b,c,B}	0.909 ±0.00 ^{b,c,A}	0.909 ±0.01 ^{a,b,A}	0.540 ±0.00 ^{b,c}
D	0.009 ±0.0 ^{a,E}	0.072 ±0.01 ^{a,E}	0.072 ±0.01 ^{a,E}	0.218 ±0.01 ^{a,C,E}	0.500±0.02 ^{b,B,C}	0.756±0.04 ^{c,d,A,B}	0.837 ±0.00 ^{c,d,A}	0.603 ±0.38 ^{b,A,B}	0.630±0.00 ^{a,b,c}

(n=2 ± Std. Sapma)

*Bir sütunda farklı küçük harflerle temsil edilen değerler gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

** Bir satırda farklı büyük harflerle temsil edilen değerler günler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışmada kullanılan Gemlik çeşidi siyah ham zeytin meyvelerinin titrasyon asitliği %0.495 olarak belirlenmiştir. Fermantasyonun 120. gününde zeytin meyvelerinin titrasyon asitliği %0.540-0.765 arasında tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük titrasyon asitliği KS1 (%0.765) ve C grubu (%0.540) meyvelerinde tespit edilmiştir. Kontrol grubunun titrasyon asitliği ise %0.63 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda KS1'in titrasyona asitliği A grubundan, KS3'ün titrasyona asitliği C grubundan ve KS4'ün titrasyona asitliği D grubundan yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durumun oluşmasında UV+US+SK uygulamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Kontrol grubunun titrasyon asitliği KS1, KS4, A gruplarından düşük, C grubundan yüksek olduğu ve diğer gruplarla aynı olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.11'de verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120.gününde Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerinin titrasyon asitliği sonuçları gruplar arasında istatistiksel olarak birbirine benzediği gözlenmiştir. Gemlik siyah zeytin meyve titrasyon asitliği üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemsiz olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Çalışmada salamuraların Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerinin titrasyon asitliği düzenli olarak artış göstermiştir. Kontrol grubuna ait salamuranın titrasyon asitliği fermantasyon süresince %0.09-1.026 arasında belirlenmiştir. Fermantasyonun 120. gününde en yüksek ve en düşük titrasyon asitliği kontrol grubunda (%1.013) ve D grubunda (%0.603) tespit edilmiştir. Fermantasyonun 120. gününde en yüksek asitliğin kontrol grubuna ait olması zeytin meyvesindeki yerel laktik asit bakterilerinin asit üretme yeteneğinin ve popülasyonunun yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kontrol grubunun titrasyon asitliği fermantasyonun 30. gününden itibaren diğer gruplarla arasında fark kalmamıştır. Çalışmada starter kültür kullanımının titrasyon asitliğinde hızla artmasına katkı sağladığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.11'de verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120.gününde Kontrol ve D grubuna ait titrasyon asitliği sonuçlarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir. Diğer grupların titrasyon asitliği sonuçları ile Kontrol grubunun titrasyon asitliği sonuçlarının istatistiksel olarak birbirine benzediği tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi

siyah zeytin salamura örneklerinin titrasyon asitliği üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemsiz olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Doğal fermantasyon çevirme zeytin üretim yöntemi ile işlenen Gemlik siyah zeytin meyvelerinin laktik asit cinsinden titrasyon asitliği ham ve işlenmiş zeytin meyvelerinde sırasıyla %0.18 ve %0.36 şeklinde tespit edilmiştir (Irmak ve ark., 2010). Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin spontan ve starter ilaveli fermente edildiği bir çalışmada başlangıç salamurasının, ham meyvenin, fermente edilmiş meyvenin ve salamuranın titrasyon asitliği sırasıyla %0.05, %0.20, %0.35-0.43 ve %0.35-0.45 aralığında belirlenmiştir (Koyuncu ve Cabaroğlu, 2024). Gemlik siyah zeytin meyvelerinin salamura fermantasyonu sonucunda 0.56-0.71 g/100g olarak tespit edilmiştir (Atlı, 2020). Fermantasyon süresince Gemlik çeşidi siyah zeytin salamurasının toplam asitliği 0.41-8.1 g/L arasında belirlenmiştir (Leventdurur, 2017). Başka bir çalışmada Gemlik zeytin fermantasyonunda başlangıç salamura asitliği %0.018 iken fermantasyon sonunda salamura asitliği %0.695 olarak belirlenmiştir (Öztürk Güngör, 2010). Starter kültür inoküle edilerek fermente edilen Gemlik zeytin meyvelerinin fermantasyonunda salamura örneklerinin titrasyon asitliği %0.34-1.29 arasında tespit edilmiştir (Alan, 2024). Farklı tuz konsantrasyonlarındaki (%8,10,12 ve 14) salamuralarda fermente edilen Gemlik siyah zeytin meyvelerinin laktik asit miktarı %0.06-0.44 arasında tespit edilmiştir (Gamalı, 2016). Geleneksel yöntemle ile fermente edilen siyah zeytin meyvelerinin ve salamuralarının titrasyon asitliği sırasıyla %0.72-0.99 ve %0.05-0.99 şeklinde belirlenmiştir (Bulut Albayrak ve Kamber, 2020). Geleneksel sele tipi zeytin üretiminin yapıldığı bir çalışmada ham meyvenin titrasyon asitliği %0.82-0.99 olarak belirlenmiştir (Alak, 2016). Bir başka çalışmada Gemlik çeşidi ham siyah zeytin meyvenin titrasyon asitliği %0.43-0.48 iken fermantasyon süresince işlenmiş meyvenin ve salamuranın titrasyon asitliği sırasıyla %0.34-0.64 ve %0.04-0.21 arasında belirlenmiştir (Manav, 2021). Ultrason ve ozon uygulanarak işlenen Gemlik siyah zeytin meyve salamuralarının toplam asitliği %0.08-0.34 g/100 ml şeklinde belirlenmiştir (Yıldız, 2021). Salamura fermantasyon ile işlenen Kalamata cinsi siyah zeytin meyvelerinin titrasyon asitliği %0.85-1.10 olarak belirlenmiştir (Tataridou ve Kotzekidou, 2015). Çalışma sonunda elde edilen ham maddenin titrasyon asitliğinin Manav (2021) tarafından yapılan çalışma ile uyumlu ve diğer çalışmalardan ise farklı olduğu gözlenmiştir. Bu farklılığın meyvelerin

olgunluk düzeyi, coğrafi konum, tarımsal uygulamalar, çevresel faktörler gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışma sonunda elde edilen Gemlik çeşidi siyah zeytin salamura örneklerinin titrasyon asitliği verileri Alan (2024), Bulut Albayrak ve Kamber (2020), Alak (2016) ve Tataridou ve Kotzekidou (2015) tarafından yapılan çalışmalara benzerlik gösterdiği diğer çalışmalardan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın fermantasyon koşullarına, zeytin işleme tekniğine, zeytin meyvesinin şeker içeriği, şekerin salamuraya difüzyon oranı, ortamda bulunan mikroorganizma çeşitliliği ve yüküne, fermantasyonda rol oynayan LAB'nin asit üretme kapasitesi, ortamda inhibitör maddelerin varlığı (tarım ilacı kalıntısı, tuz vb.) ve konsantrasyonu gibi çeşitli faktörlerden etkilendiği düşünülmektedir.

4.4.2. Tuz tayini Sonuçları

Gıdaların muhafazasında kullanılan tuz, su aktivitesini azaltarak arzu edilmeyen mikroorganizmaların gelişimini kontrol altına alarak güvenli ve raf ömrü uzun gıda üretilmesini sağlar (Rodríguez-Gómez ve ark., 2012). Salamura ile meyve arasındaki tuz konsantrasyonu dengeye gelinceye kadar difüzyon yolu ile madde alışverişi devam eder. Madde alışverişi süresine salamuradaki tuz konsantrasyonu azalırken meyvenin tuz konsantrasyonu artış gösterir (Keceli ve ark., 2024). Salamura içerisindeki tuzun meyveye farklı oranlarda difüze olması zeytin meyve etinin ve kabuk yapısının farklılıklarından kaynaklanmaktadır (Öztürk Güngör, 2010). Difüzyon hızı ise meyve etinin kalınlığı, tuz konsantrasyonu, sıcaklık, meyve/salamura oranı gibi faktörlerden etkilenmektedir (Keceli ve ark., 2024).

NaCl sofralık zeytin işlenmesinde son ürünün mikrobiyolojik, fiziksel ve duyuşal özelliklerini etkileyen önemli bir faktördür. Son yıllarda sağlık açısından sodyumun (Na) düşük tüketilmesine yönelik olan talebin artması ile farklı tuz kombinasyonlarına yönelik yapılan çalışmalarda artış göstermiştir. NaCl, CaCl₂ ve KCl tuzlarının kullanıldığı çalışmada CaCl₂'ün varlığı, geleneksel NaCl salamurasının varlığına kıyasla *Enterobacteriaceae* ve laktik asit bakterilerinin gelişimini yavaşlattığı, maya gelişiminide arttırdığı tespit edilmiştir. NaCl ve KCl tuzlarının varlığında maya gelişimi azalttığı gözlenmiştir (Bautista-Gallego ve ark., 2010). Yapılan bir çalışmada ise kalsiyum

klorürün (CaCl_2) varlığı, tüm şekerlerin difüzyonunu engellemiş ve salamuralarda ilgili maksimum konsantrasyonlarına ulaşmaları için gereken süreyi geciktirmiştir (Rodríguez-Gómez ve ark., 2012). Literatürdeki çalışmalara göre salamura zeytin üretiminde tuz türünün ve konsantrasyonunun zeytin fermantasyonunun mikrobiyal dinamiklerini etkileyen önemli bir faktördür.

Çalışma kapsamında yeşil ve siyah zeytin meyveleri ile fermantasyon sürecinin takibi için salamura örneklerinde tuz tayini gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilmiştir.



Çizelge 4. 12 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve ve salamura örneklerinin tuz tayini sonuçları (%NaCl) ve std sapma değerleri

Gruplar	Salamura								Meyve
	0. gün	3. gün	7. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90 . gün	120. gün	120. gün
Kontrol	7.00 ±0.00 ^{a,A}	6.70 ±0.04 ^{a,B}	6.67 ±0.17 ^{a,B}	5.88 ±0.04 ^{c,d,C}	5.65 ±0.04 ^{a,C}	5.59 ±0.04 ^{a,C}	5.62 ±0.17 ^{a,C}	5.27 ±0.25 ^{b,c,D}	3.51 ±0.83 ^a
KS1	7.00 ±0.00 ^{a,A}	6.52 ±0.46 ^{a,B}	6.41 ±0.12 ^{a,b,B}	6.17 ±0.04 ^{a,B}	6.29 ±0.12 ^{a,B}	6.17 ±0.12 ^{a,B}	5.65 ±0.04 ^{a,C}	5.56 ±0.17 ^{a,b,C}	3.22 ±0.41 ^a
KS2	7.00 ±0.00 ^{a,A}	6.55 ±0.08 ^{a,A}	6.38 ±0.00 ^{a,b,A,B}	6.44 ±0.08 ^{a,A}	6.55 ±0.00 ^{a,A}	6.14 ±0.08 ^{a,B}	5.65 ±0.04 ^{a,C}	5.15 ±0.25 ^{c,D}	3.22 ±0.41 ^a
KS3	7.00 ±0.00 ^{a,A}	6.52 ±0.21 ^{a,B}	6.41 ±0.04 ^{a,b,B}	5.97 ±0.08 ^{b,c,C}	5.85 ±0.00 ^{a,C,D}	5.82 ±0.29 ^{a,C,D}	5.53 ±0.12 ^{a,D}	5.73 ±0.08 ^{a,C,D}	3.51 ±0.00 ^a
KS4	7.00 ±0.00 ^{a,A}	6.49 ±0.25 ^{a,B}	6.29 ±0.21 ^{b,B}	5.79 ±0.08 ^{d,B}	5.56 ±0.74 ^{a,B}	5.59 ±0.70 ^{a,B}	5.47 ±0.70 ^{a,B}	5.62 ±0.17 ^{a,b,B}	3.80 ±0.41 ^a
A	7.00 ±0.00 ^{a,A}	6.41 ±0.95 ^{a,B}	6.26 ±0.00 ^{b,c,B,C}	6.11±0.04 ^{a,b,B,C}	5.62 ±0.00 ^{a,B,C}	5.88 ±0.21 ^{a,B,C}	5.82 ±0.004 ^{a,B,C}	5.50 ±0.08 ^{a,b,c,C}	3.80 ±0.41 ^a
B	7.00 ±0.00 ^{a,A}	6.49 ±0.08 ^{a,B}	6.26 ±0.00 ^{b,c,B}	6.14 ±0.00 ^{a,B}	5.88 ±1.03 ^{a,B}	5.82 ±0.95 ^{a,B}	5.67 ±0.25 ^{a,B}	İPTAL	İPTAL
C	7.00 ±0.00 ^{a,A}	6.08 ±0.08 ^{a,B}	5.97 ±0.00 ^{c,B,C}	6.03 ±0.00 ^{a,b,B}	6.20 ±0.08 ^{a,B}	5.76 ±0.12 ^{a,C,D}	5.73 ±0.08 ^{a,C,D}	5.59 ±0.24 ^{a,b,D}	3.22 ±0.41 ^a
D	7.00 ±0.00 ^{a,A}	6.23 ±0.04 ^{a,B}	6.17 ±0.21 ^{b,c,B,C}	5.62±0.08 ^{e,B,C,D}	5.59 ±0.29 ^{a,C,D}	5.53 ±0.46 ^{a,D}	5.50 ±0.41 ^{a,D}	5.67±0.08 ^{a,B,C,D}	3.22 ±0.41 ^a

(n=2 ± Std. Sapma)

*Bir sütunda farklı küçük harflerle temsil edilen değerler gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

** Bir satırda farklı büyük harflerle temsil edilen değerler günler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb.plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb.rhamnosus* HA-114 + *Lb.plantarum* MF376+ *Lb.plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.rhamnosus* HA-114 + *Lb.plantarum* MF376+ *Lb.plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışmada Gemlik çeşidi yeşil zeytin fermantasyonunda başlangıç tuz (NaCl) oranı %7 olarak ayarlandı. Fermantasyon sürecinin takibi için yapılacak analizler için steril koşullarda alınan salamura örneklerinin yerine mevcut salamuranın tuz oranı kadar NaCl içeren steril salamura ilave edildi. Çalışma kapsamında fermantasyon süresince meyve ve salamura örneklerinin tuz oranı sırasıyla %3.22-3.80 ve %5.15-7.0 arasında tespit edilmiştir. Fermantasyonun 120. gününde meyve örneklerindeki en yüksek tuz oranı KS4 ve A (%3.80) gruplarında tespit edilmiştir. Fermantasyonun 120. gününde ise meyve örneklerindeki tuz içeriği en düşük olan gruplar ise KS1, KS2, C ve D (%3.22) gruplarında belirlenmiştir. Salamura örneklerinde ise en yüksek ve en düşük tuz içeriği sırasıyla KS3 (%5.73) ve KS2 (%5.15) gruplarında tespit edilmiştir. Salamura örneklerindeki tuz içeriğinin azalması tuzun zeytin meyvelerine difüzyonu ile açıklanabilir.

Çizelge 4.12’de verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin tuz tayini sonuçlarının istatistiksel olarak birbirine benzediği tespit edilmiştir. Fermantasyonun 120. gününde KS3 ve D grubuna ait Gemlik Yeşil zeytin salamura örneğinin tuz tayinin sonucunun kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir.

Farklı tuz konsantrasyonlarındaki (%8,10,12 ve 14) salamuralarda fermente edilen Gemlik yeşil zeytin meyvelerinin tuz oranı %1.21-5.22 arasında tespit edilmiştir (Gamalı,2016b). Gemlik yeşil zeytin meyvelerinin kırma yöntemi ile %8 tuz içeren salamurada fermente edildiği bir çalışmada taze ve fermente edilmiş zeytin meyvelerinin tuz oranı sırasıyla %0.37-5.79 olarak tespit edilmiştir (Bekmez, 2019). Altı farklı zeytin çeşidinin çizme yöntemiyle %8’lik salamuralarda fermantasyonu sonunda zeytin örneklerinin tuz içeriği %2.00-2.47 arasında belirlenmiştir (Özdemir ve ark.,2018a). Alkali ile muamele edilen Conservolea yeşil zeytinlerinin %10 (g/mL) NaCl içeren salamuralardaki fermantasyonu sonunda salamura örneklerinin tuz içeriği %5.59-6.01 arasında belirlenmiştir (Vergara ve ark., 2013). Fas Picholine yeşil zeytin meyvelerinin acılığının giderilmesi amacıyla %5 NaCl içeren salamuralarda starter kültür (*L. plantarum* S175 ve *L. pentosus* S100) inoküle edilerek ve spontan fermantasyon yöntemleriyle işlendiği çalışma sonunda starter kültür inoküle edilen gruplarda ve

spontan fermentasyon salamuralarında %tuz içeriği sırasıyla %3.3 ve %3.8 olarak belirlenmiştir (Ghabbour ve ark., 2016). Yeşil zeytin meyvelerinin başlangıç tuz oranı %5 ve %7 NaCl olan salamuralarda çizme yöntemi ile fermentasyonunda salamura zeytin örneklerinin son tuz oranı %5 ve %7 NaCl için sırasıyla sırasıyla %2.78-5.0 ve %3.72-5.94 arasında belirlenmiştir (Gezginç ve Ersoy, 2022). Çalışma sonunda elde edilen veriler Gamlı (2016b), Bekmez (2019), Özdemir ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmalardan farklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar arasındaki bu farklılığın zeytin işleme tekniği (çizme, kırma vb), salamura tuz konsatrasyonu, fermentasyon süresi, zeytin/salamura oranı, zeytin meyvelerinin fiziksel özellikleri vb faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamalarının Gemlik yeşil zeytin meyve tuz oranı üzerine çok etkili olmadığı gözlenmiştir. Meyvenin tuz içeriği üzerine zeytin çeşidi, kullanılan tuzun türü ve konsantrasyonu, meyvenin kabuk kalınlığı vb. faktörler etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4. 13 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve ve salamura örneklerinin tuz tayini sonuçları (%NaCl) ve std. Sapma değerleri

Gruplar	Salamura								Meyve
	0. gün	3. gün	7. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	120. gün
Kontrol	8.00 ±0.00 ^{a,A}	7.02 ±0.08 ^{a,A}	6.55 ±0.08 ^{a,B}	6.08 ±0.17 ^{a,C}	5.29 ±0.12 ^{a,b,D}	4.15 ±0.00 ^{e,G}	4.78 ±0.05 ^{a,b,E}	4.51 ±0.15 ^{a,b,F}	2.93 ±0.83 ^a
KS1	8.00 ±0.00 ^{a,A}	6.93 ±0.12 ^{a,b,A}	6.64 ±0.04 ^{a,B}	5.85 ±0.08 ^{a,b,C}	5.12 ±0.12 ^{b,c,D}	4.56 ±0.17 ^{c,d,E}	4.34 ±0.07 ^{a,b,E}	4.49 ±0.06 ^{a,b,E}	2.93 ±0.00 ^a
KS2	8.00 ±0.00 ^{a,A}	7.05 ±0.04 ^{a,A}	5.15 ±0.00 ^{b,D}	5.27 ±0.08 ^{c,C}	5.38 ±0.08 ^{a,b,B}	5.03 ±0.00 ^{a,D}	4.11 ±0.02 ^{b,E}	4.17 ±0.07 ^{c,E}	2.93 ±0.00 ^a
KS3	8.00 ±0.00 ^{a,A}	7.02 ±0.00 ^{a,A}	6.08 ±0.41 ^{a,B}	5.76 ±0.12 ^{b,B,C}	5.56 ±0.25 ^{a,b,C}	4.94 ±0.29 ^{a,b,D}	4.66 ±0.14 ^{a,b,D}	4.63 ±0.15 ^{a,D}	3.51 ±0.00 ^a
KS4	8.00 ±0.00 ^{a,A}	6.93 ±0.04 ^{a,b,A}	6.49 ±0.17 ^{a,B}	5.73 ±0.08 ^{b,C}	5.15 ±0.00 ^{b,D}	4.53 ±0.12 ^{c,d,E}	4.92 ±0.32 ^{a,D}	4.54 ±0.14 ^{a,b,E}	3.51 ±0.00 ^a
A	8.00 ±0.00 ^{a,A}	6.76 ±0.04 ^{b,c,A}	6.20 ±0.17 ^{a,B}	5.06 ±0.04 ^{c,C}	4.77 ±0.12 ^{c,d,C}	4.30 ±0.12 ^{d,e,D}	4.40 ±0.34 ^{a,b,D}	4.19 ±0.14 ^{c,D}	3.22 ±0.41 ^a
B	8.00 ±0.00 ^{a,A}	7.02 ±0.08 ^{a,A}	6.03 ±0.83 ^{a,B}	5.88 ±0.12 ^{a,b,B}	4.68 ±0.00 ^{d,C}	4.74 ±0.17 ^{a,b,c,C}	4.72 ±0.11 ^{a,b,C}	4.57 ±0.07 ^{a,b,C}	3.51 ±0.00 ^a
C	8.00 ±0.00 ^{a,A}	6.82 ±0.12 ^{b,c,A}	5.97 ±0.17 ^{a,B}	5.73 ±0.08 ^{b,B}	5.06 ±0.21 ^{b,c,C}	4.65 ±0.04 ^{b,c,d,D}	4.46 ±0.01 ^{a,b,D,E}	4.34 ±0.07 ^{b,c,E}	3.22 ±0.41 ^a
D	8.00 ±0.00 ^{a,A}	6.73 ±0.08 ^{c,A,B}	6.35 ±0.29 ^{a,B,C}	5.73 ±0.17 ^{b,C}	4.65 ±0.21 ^{d,D}	4.59 ±0.12 ^{c,d,D}	4.40 ±0.64 ^{a,b,D}	4.46 ±0.01 ^{a,b,D}	2.93 ±0.00 ^a

(n=2 ± Std. Sapma)

*Bir sütunda farklı küçük harflerle temsil edilen değerler gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

** Bir satırda farklı büyük harflerle temsil edilen değerler günler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb.rhamnosus* HA-114 + *Lb.plantarum* MF376+ *Lb.plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.rhamnosus* HA-114 + *Lb.plantarum* MF376+ *Lb.plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışmada Gemlik çeşidi siyah zeytin fermantasyonunda başlangıç tuz (NaCl) oranı %8 olarak ayarlandı. Fermantasyon sürecinin takibi için yapılacak analizler için steril koşullarda alınan salamura örneklerinin yerine mevcut salamuranın tuz oranı kadar NaCl içeren steril salamura ilave edildi. Fermantasyonun 120. gününde zeytin meyvelerinin tuz oranı %2.93-3.51 arasında belirlenmiştir. En yüksek tuz içeren gruplar KS3, KS4, B olduğu ve en düşük tuz içeren grupların ise Kontrol, KS1, KS2, D grupları olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında fermantasyon sürecinde salamuranın tuz oranı giderek düşüş sergilediği gözlenmiştir. Fermantasyon sürecinde zeytin salamura örneklerinin tuz içeriği %4.11-8.00 arasında belirlenmiştir. Fermantasyonun 120. gününde en yüksek ve en düşük tuz içeriğine sahip gruplar KS2 (% 4.17 NaCl)-KS3 (%4.63 NaCl) arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13'te verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerinin tuz tayini sonuçlarının istatistiksel olarak birbirine benzediği tespit edilmiştir. Fermantasyonun 120. gününde Kontrol, KS1, KS3, KS4, B ve D gruplarına ait Gemlik çeşidi siyah zeytin salamura örneklerinin tuz tayini sonuçlarının istatistiksel olarak birbirine benzediği tespit edilmiştir. Fermantasyonun 120. gününde KS2 ve A gruplarına ait Gemlik çeşidi siyah zeytin salamura örneklerinin tuz tayini sonuçlarının istatistiksel olarak birbirine benzediği ve diğer gruplardan farklı olduğu tespit edilmiştir. KS2 ve A grubu Gemlik çeşidi siyah zeytin salamura örneklerinin titrasyon asitliği üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Farklı tuz konsantrasyonlarındaki (%8,10,12 ve 14) salamuralarda fermente edilen Gemlik siyah zeytin meyvelerinin tuz oranı %2.32-5.57 arasında tespit edilmiştir (Gamalı,2016). Gemlik siyah zeytin meyvesinin acılığının giderilmesi amacıyla doğal fermantasyon yöntemi (%10 NaCl) ve ultrason yönteminin (üfleleyici ve thermostat entegreli, %5 NaCl) kullanıldığı bir çalışmada üfleleyici zeytin meyvelerinin tuz içeriği sırasıyla %5.43 ve %3.22-3.27 aralığında tespit edilmiştir (Özdemir ve ark., 2024). Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin salamura (%10 NaCl) fermantasyonunda

fermente meyvelerin tuz içeriği %5.37-7.22 arasında bulunmuştur (Öztürk Güngör, 2010). %10 NaCl içeren salamuralara starter kültür inoküle edilerek fermente edilen Gemlik siyah zeytin meyvelerinin fermentasyon sürecinde tuz içeriği kontrol grubunda ve starter inoküle edilen gruplarda sırasıyla %4.26-5.41 ve %3.89-5.31 arasında tespit edilmiştir (Koyuncu, 2020). %8 içeren salamuralarda Gemlik siyah zeytininin fermentasyonunda salamuralardaki tuz içeriği %5.2-6.65 aralığında belirlenmiştir (Leventdurur, 2017). Yapılan bir çalışmada Gemlik ve Edincik Su sofralık siyah zeytin çeşitlerinin acılığının giderilmesine yönelik farklı yöntemlerin denendiği bir çalışmada salamura başlangıç tuz oranı %8 NaCl iken fermentasyon sonunda Gemlik çeşidi zeytin salamura örneklerinin tuz oranı starter ilaveli gruplarda %5.225 NaCl, enzim+starter ilaveli gruplarda %5.129 NaCl ve çabuk yöntemde ise %4.496 olarak tespit edilmiştir. Edincik Su zeytin salamura örneklerinin ise starter ilaveli gruplarda %4.551, starter+enzim gruplarda %4.691 ve çabuk yöntemde ise %4.398 şeklinde belirlenmiştir (Tuna, 2006). Salamura siyah zeytin üretiminde klor içeren tuzların (NaCl, CaCl₂ ve KCl) kalite üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada Gemlik siyah sofralık zeytin kullanılmıştır. Salamuranın tuz içeriği klor tuzlarının farklı oranlarda karışımları ile hazırlanmıştır. Kontrol grubuna ait salamura tuz oranı %10 NaCl şeklinde hazırlanmıştır. Fermentasyon sonunda zeytin meyvelerinin tuz oranı %2.62-3.19 NaCl olarak tespit edilmiştir (Erdoğan, 2014).

Salamuradaki tuz konsantrasyonunun artması tuzun zeytin meyvesine difüzyonunu arttırmaktadır (Gamalı, 2016b). İspanyol usulü ile işlenen *Gordal* zeytin meyvelerinin fermentasyonu üzerine sodyum, potasyum ve kalsiyum klorür tuzlarının etkisinin incelendiği bir çalışmada kalsiyum klorür zeytin meyvelerindeki şekerlerin salamuraya geçişini engellediği gözlenmiştir. Ayrıca kalsiyum klorür laktik asit üretim hızı üzerine azaltıcı veya geciktirici etki gösterdiği tespit edilmiştir (Rodríguez-Gómez ve ark., 2012).

Tuz sofralık zeytin üretiminde önemli parametrelerden bir tanesidir. Salamuraya ilave edilen tuz ortamda bulunan patojen ve bozulma etmeni mikroorganizmaları inhibe eder ve fermentasyon sürecinin arzu edildiği gibi gerçekleşmesini sağlar. Tuz sofralık zeytin fermentasyonunda gıda güvenliği açısından oldukça önemlidir.

Fermantasyon sürecinde salamuranın başlangıç tuz oranında azalma eğilimi göstermesi literatürde yapılan diğer çalışmalara göre uyumludur. Salamura ve meyve arasındaki tuz difüzyon oranı çalışmalar arasında farklılıklar göstermektedir. Salamura ve meyvedeki tuz oranındaki farklılığın başlangıç salamura tuz konsantrasyonu, meyve kabuk kalınlığı, işleme teknikleri, kullanılan tuzun çeşidi, fermantasyonda görev alan mikroorganizmaların metabolik aktivitesi, fermantasyon süresi vb. faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada fermantasyonun 120. günündeki Gemlik çeşidi yeşil ve siyah sofralık zeytin meyvelerinin tuz oranı Türk Gıda Kodeksi Sofralık Zeytin Tebliğinde belirtilen tuz oranına uyumlu olduğu görülmüştür.

4.4.3. Renk tayini sonuçları

Renk gıdaların lezzeti, tadı, tazeliği ve kalitesi hakkında tüketicilere fikir vermesinin yanı sıra tüketicilerin davranışları üzerinde oldukça etkili olan önemli bir bileşendir. Antosiyaninler, karotenoidler, klorofiller ve betalainler vb. gıdalarda renk oluşumda rol oynayan doğal bileşiklerdir. Gıda ürünlerinin renk özelliklerinin belirlenmesinde Hunter L a b, RGB (kırmızı, yeşil ve mavi), Commission Internationale de l'Eclairage's (CIE) L a b, CIE LCH, CIE XYZ gibi renk koordinat sistemleri kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde sık kullanılan Hunter Lab sisteminde L* değeri parlaklığı (0=siyah, 100=beyaz), a* değeri kırmızı (pozitif) ve yeşil (negatif) eksen, b* değeri sarı (pozitif) ve mavi (negatif) eksen ifade etmektedir (Pandiselvam ve ark., 2023).

Çalışma kapsamında kullanılan UV+US ve starter kültür uygulamalarının zeytin meyvelerinin renk parametrelerine olan etkilerinin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilen renk tayini sonuçları Şekil 4.15, Şekil 4.16, EK 19.1 ve EK 19.2 de verilmiştir.

Çizelge 4. 14 Gemlik çeşidi yeşil zeytin renk analizi ortalama sonuçları ve std sapma değerleri (Ham meyve ve 120.gün)

	L	a*	b*	ΔE
Ham Meyve	43.95±2.12 ^c	-2,76±3.60 ^b	22,02±1.23 ^c	
Kontrol	54.55±0.33 ^d	0,71±0.72 ^a	34,84±0.32 ^d	17,21 ^c
KS1	59.07±0.05 ^b	-1,45±0.04 ^{a,b}	38,41±0.51 ^c	22,48 ^{a,b,c}
KS2	56.70±0.28 ^c	-0,23±0.34 ^{a,b}	35,95±0.91 ^d	19,16 ^{b,c}
KS3	61.71±0.17 ^a	-2,70±0.28 ^b	42,21±0.53 ^a	27,03 ^a
KS4	57.23±0.96 ^c	-1,13±0.12 ^{a,b}	39,67±0.06 ^{b,c}	22,29 ^{a,b,c}
A	59,61±0.32 ^b	-2,65±1.33 ^b	42,17±0.66 ^a	25,76 ^a
B				
C	60,26±0.16 ^{a,b}	-2,78±0.57 ^b	40,51±0.60 ^b	24,84 ^{a,b}
D	59,67±0.16 ^b	-2,22±0.09 ^{a,b}	40,09±0.54 ^b	24,09 ^{a,b}

(n=2 ± Std. Sapma)

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

** (K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Renk tayini sonucunda Gemlik yeşil zeytin gruplarında hammaddenin L, a ve b değerleri sırasıyla 43.95, -2.76 ve 22.02 olarak bulunmuştur. İşlenmiş Gemlik yeşil zeytinin gruplarında L, a ve b değerleri sırasıyla 54.55-61.70,-2.78-0.71 ve 22.02-42.21 arasında bulunmuştur. İşlenmiş yeşil zeytinlerin L* ve b* değerlerinin tüm gruplarda hammaddeye göre artış gösterdiği gözlenmiştir. a* değerinin C grubu hariç diğer gruplarda yükseldiği gözlenmiştir. L*, a* ve b* değerlerinin artması zeytin meyvelerinin parlaklık, kırmızı ve sarı renk tonunun arttığını göstermektedir. UV+US uygulanan ve KS3 gruplarının a* değerleri diğer gruplara göre daha az değişim gösterdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.14’de verilen tabloda belirtildiği gibi fermentasyonun 120. gününde Hammadde ve Kontrol gruplarına ait Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin L* değerlerinin istatistiksel olarak birbirlerinden ve diğer gruplardan farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin gruplar arası L* değeri üzerine

starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.14'te verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin a^* değerlerinin istatistiksel olarak benzer olduğu gözlenmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin gruplar arası a^* değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemsiz olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.14'te verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde KS1, KS3, KS4, A, C ve D gruplarına ait Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin b^* değerlerinin Kontrol grubuna ait örneklerden istatistiksel olarak farklı olduğu gözlenmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin gruplar arası b^* değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Fermantasyonun 120.gününde Gemlik yeşil zeytin çalışma gruplarında hammaddeye göre işlenmiş yeşil zeytinlerdeki renk değişimi (ΔE) 17.21-27.04 aralığında bulunmuştur. Çalışma sonunda elde edilen Gemlik yeşil zeytin meyvesi ΔE değerlerinin KS3, A, C ve D grupları haricinde diğer grupların Kontrol grubu ΔE değeri ile istatistiksel olarak benzer olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.14). Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin gruplar arası ΔE değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 15 Gemlik çeşidi siyah zeytin renk analizi ortalama sonuçlar ve std sapma değerleri

	L	a	b	ΔE
Ham Meyve	22.91±0.10 ^h	7.25±1.35 ^c	2.00±0.05 ^a	—
Kontrol	68.46±0.16 ^e	15.70±2.55 ^{a,b}	-17.36±3.25 ^b	50.26±1.18 ^{c,d}
KS1	72.43±0.25 ^b	14.64±1.31 ^{a,b}	-16.99±2.56 ^b	53.60±0.56 ^b
KS2	64.19±0.05 ^g	16.88±1.28 ^a	-18.74±1.76 ^b	47.19±0.84 ^c
KS3	67.54±0.04 ^f	11.88±0.11 ^b	-16.89±2.57 ^b	48.71±0.67 ^{d,e}
KS4	71.58±0.44 ^c	15.64±1.98 ^{a,b}	-17.27±1.70 ^b	53.02±0.40 ^b
A	71.33±0.11 ^c	16.12±1.53 ^{a,b}	-19.15±0.18 ^b	53.57±0.39 ^b
B	76.39±0.27 ^a	16.64±2.25 ^a	-20.60±0.87 ^b	58.81±0.66 ^a
C	64.31±0.29 ^g	13.71±3.13 ^{a,b}	-17.88±3.62 ^b	46.45±1.85 ^e
D	70.04±0.01 ^d	15.90±1.94 ^{a,b}	-19.16±0.69 ^b	52.38±0.60 ^{b,c}

(n=2 ± Std. Sapma)

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermantasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermantasyona uğratılmıştır.

Gemlik siyah zeytinlerde hammadde de L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 22.91, 7.25 ve 2.00 olarak bulunmuştur. İşlenmiş Gemlik siyah zeytinin gruplarında ise L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 64.19-72.43, 11.88-16.88 ve 2- (-19.16) olarak bulunmuştur. İşlenmiş siyah zeytinlerin hammaddeye göre L* ve a* değerleri yükselirken b* değerleri düşüş göstermiştir. L* ve a* değerlerinin artması zeytin meyvelerinin parlaklığının ve kırmızı renk tonunun arttığını b* değerlerinin düşmesi ise mavi renk tonunun arttığını göstermektedir.

Çizelge 4.15'te verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde starter kültür inoküle edilen ve UV+US+SK gruplarına ait Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerinin L* değerlerinin istatistiksel olarak ham madde ve kontrol gruplarından farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerinin gruplar arası L* değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US+SK uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır (p<0.05).

Çizelge 4.15'te verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerinin a^* değerlerinin istatistiksel olarak benzer olduğu gözlenmiştir. Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerinin gruplar arası a^* değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US+SK uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Fermantasyonun 120.gününde Gemlik siyah zeytini çalışma gruplarında hammaddeye göre işlenmiş siyah zeytin gruplarında renk değişimi (ΔE) 46.44-58.81 olarak bulunmuştur. Zeytin meyvelerindeki renk değişiminin yeşil zeytin gruplarına göre siyah zeytin gruplarında daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Fermantasyonun 120. gününde Gemlik çeşidi siyah zeytin Kontrol grubu meyve örneklerinin ΔE değerlerinin KS3 ve D grupları ile istatistiksel olarak benzer olduğu ve diğer gruplar ile farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerinin gruplar arası ΔE değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Zeytin meyvelerinin kabuk rengi meyvenin bileşimine (demir, fenolik vb.), meyve ve salamuranın pH değeri, ortamdaki asidin türü (Brenes ve ark., 1995), hasat zamanı, zeytin meyvelerinin olgunluk indeksi (Koyuncu, 2020), zeytin meyvesinin çeşidi, hasat bölgesi (Bekmez, 2019) vb. faktörlerden etkilenmektedir.

Çizelge 4. 16 Zeytin meyvelerinin renk değerleri ile ilgili çalışmalar

Zeytin Türü	İşleme Yöntemi	L*	a*	b*	ΔE	Kaynak
Gemlik Siyah Zeytin	Ham Zeytin	28.20	8.12	1.48	-	(Koyuncu, 2020)
	Salamura Spontan	37.96-39.11	8.87-11.08	3.34-3.74	10.06-11.43	
	Fermantasyon					
	Salamura Starter	38.71-39.64	8.58-9.61	3.05-4.46	10.74-12.02	
İnoküle Fermantasyon						
Gemlik Siyah Zeytin	Ham Zeytin	25.96-28.78	1.91-3.36	-0.81- (-21)	---	(Öztürk Güngör, 2010)
	Salamura Fermantasyon	27.05-29.40	2.38-5.25	-1.79- (-0.11)	---	
Gemlik Yeşil-Siyah Zeytin	Ham Zeytin	39.57-68.00	-21.97-5.42	-7.84-31.84	---	(Gamlı ve Eker, 2017)
Gemlik Yeşil Zeytin	Ham zeytin	41.14	0.52	8.53	---	(Bekmez, 2019).
	Salamura Fermantasyon	44.93	3.37	17.98	---	
Gemlik Yeşil	Salamura Fermantasyon	42.11-55.95	1.10-2.88	32.18-44.08	---	(Atlı, 2020)
Gemlik Siyah	Salamura Fermantasyon	20.86-25	0.51-1.30	0.14-1.18	---	
6 farklı yeşil zeytin çeşidi	Ham meyve	53.94-58.28	-20.74- -17.30	34.28-42.51	---	(Özdemir ve ark., 2018)
	Salamura Fermantasyon	36.84-39.56	0.55-2.60	13.91-18.23	---	

Çizelge 4.16 Zeytin meyvelerinin renk değerleri ile ilgili çalışmalar (Devam)

Zeytin Türü	İşleme Yöntemi		L*	a*	b*	ΔE	Kaynak
Halkidiki Yeşil zeytin	İspanyol	Usulü	44.79-56.41	-5.13	24.91		(Tzamourani ve ark., 2021)
Conservolea Yeşil Zeytin	Fermantasyon		41.26-53.32	-5.16	21.28		
Gemlik Zeytini	Ham Meyve		25.5-28.5	1.87-9.15	-0.81-0.33		(Ghorbal ve ark., 2018)
Halkidiki Yeşil Zeytin	Ham Meyve		40.8-41.5	-6.3 - -6.3	24.1-24.5		(Alvanoudi ve ark., 2024)
	İspanyol	Usulü	33.9-34.7	0.7-4.9	14.5-23.8		
	Fermantasyon						
	Doğal yöntemle		33.3-34.4	4.3-5.9	14.5-16.1		

Ham ve fermente zeytin meyvelerinin renk değerleri ile ilgili yapılan diğer çalışmalar izelge 4.16 da özetlenmiştir. alışmalar arasındaki farklılığın zeytinlerin yetiştiği yöreden, hasat zamanından (ay ve yıl), olgunluk düzeyinden, sulama tekniğinden, zeytin işleme tekniğinden, zeytin meyve bileşiminden, renk pigmentlerinin parçalanması, mikrobiyal aktivite, salamura tuz konsantrasyonu, fenolik bileşiklerin ve renk pigmentlerinin salamuraya difüzyonu gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca alışma sonunda elde edilen verilere göre UV+US uygulamasının renk değerleri üzerine çok etkili olmadığı görülmüştür.

4.4.4. Sertlik tayin sonuçları

Zeytin meyvesinin sertlik değeri üzerine zeytin meyvesinin kimyasal bileşimi, zeytin türü, yetiştiği bölgenin iklimi, toprak yapısı gibi çeşitli faktörler etkilidir (Yıldız, 2021). Olgunluk düzeyin artması zeytin meyve sertliğinin azalmasına neden olmaktadır (Gamlı ve Eker, 2017). Ayrıca zeytin işlemede yüksek sıcaklık uygulamalarının tercih edilmesi, salamurada pektinolitik enzim salgılayan mikroorganizmaların gelişimi, oksidasyon gibi faktörlere bağlı olarak zeytin meyvesinde yumuşama meydana gelebilir (Kara, 2021).

Sofralık zeytin üretiminde nihai ürünün sertliği kullanılan tuz çeşidi, işleme teknikleri, salamuranın asitlik düzeyi ve %tuz içeriği gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yüksek tuz konsantrasyonuna sahip salamurada gerçekleşen fermentasyon sonunda tuzun meyveye difüzyonu sonucu nihai zeytin meyvesinin sertliğini olumlu yönde geliştirdiği bildirilmiştir (Irmak ve Ötleş, 2025).

Çalışma kapsamında kullanılan UV+US ve starter kültür uygulamalarının zeytin meyvelerinin sertlik değerlerine olan etkilerinin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilen sertlik tayi sonuçları sonuçları izelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4. 17 Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin (Ham meyve ve 120. gün) sertlik ölçüm değerleri ile standart sapma değerleri (N)

Grup	Yeşil Zeytin		Siyah Zeytin	
	Ortalama	Birim	Ortalama	Birim
Hammadde	0.444 ±0,04 ^{c,d}	N	0.253 ±0,01 ^c	N
Kontrol	0.543 ±0,03 ^a	N	0.304 ±0,04 ^{b,c}	N
KS1	0.397 ±0,03 ^d	N	0.323 ±0,01 ^{a,b}	N
KS2	0.431 ±0,05 ^{c,d}	N	0.318 ±0,05 ^{a,b}	N
KS3	0.478 ±0,02 ^{b,c}	N	0.325 ±0,03 ^{a,b}	N
KS4	0.478 ±0,04 ^c	N	0.316 ±0,04 ^{a,b}	N
A	0.465 ±0,02 ^{b,c}	N	0.348 ±0,07 ^{a,b}	N
B	İPTAL	N	0.330 ±0,05 ^{a,b}	N
C	0.521 ±0,05 ^{a,b}	N	0.343 ±0,03 ^{a,b}	N
D	0.478 ±0,04 ^{b,c}	N	0.378 ±0,04 ^a	N

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

*** (K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinin doku sertlik değerleri 0.397 - 0.543 N arasında tespit edilmiştir. En yüksek sertlik değeri kontrol grubunda, en düşük sertlik değeri ise KS1 grubunda belirlenmiştir. KS1 ve KS2 dışındaki diğer işlenmiş zeytin meyvelerinin sertlik değerinin ham maddeye göre yüksek olduğu gözlenmiştir. A (0.465 N), C (0.521 N) ve D (0.458 N) gruplarına ait sertlik değerleri KS1 (0.397 N), KS2 (0.431 N), KS3 ve KS4 (0.478 N) gruplarından yüksek olduğu gözlenmiştir. UV+US uygulamasının zeytin meyvelerinin sertliği hammaddeye ve UV+US uygulanmayan gruplara kıyasla yüksek olduğu gözlenmiştir. UV+US uygulamasının yeşil zeytin meyvesinin sertlik değeri üzerine olumlu etki sağladığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.17’de verilen tabloda belirtildiği gibi Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin gruplar arası sertlik değeri C grubu haricinde UV+US+SK ve SK gruplarının Kontrol grubunun sertlik değerine göre istatistiksel olarak farklı olduğu gözlenmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin gruplar arası sertlik değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Domat çeşidi zeytin meyvelerinin farklı tuzlar (NaCl , KCl ve CaCl_2) ile fermente edildiği ve farklı koruma yöntemleri (pastörizasyon, potasyum sorbat ve ozon uygulaması) ile muhafaza edildiği bir çalışmada zeytin meyvelerinin sertliği 495.4-691.5 g olarak ölçülmüştür. Muhafaza yöntemlerinin zeytin meyvelerinin sertliğini azalttığı gözlenmiştir (Öztürk Güngör ve ark., 2022). Negrinha de Freixo çeşidi yeşil zeytinlerine fermantasyon süresince kırmızı LED ışık radyasyonunun uygulandığı bir çalışmada ışınlanmamış ve ışınlanmış zeytinlerin sertlik değerleri sırasıyla 65.18-88.45 N ve 73.02-79.30 N arasında tespit edilmiştir. Işınlama işleminin zeytin meyvelerinin yumuşamasını önlemiştir (Martin ve ark., 2024). Yapılan bir çalışmada Halkidiki yeşil zeytin fermantasyonunda ham meyvenin, İspanyol stili ve doğal yöntemle işlenen zeytin meyvelerinin sertlik düzeyi sırasıyla 9.1 N, 6.9-7.7 N ve 8.1 N olarak belirlenmiştir. Tüm zeytin örneklerinin sertlik düzeyinin azaldığı gözlenmiştir. Bu azalma İspanyol stili ile işlenen zeytinlerde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. İspanyol stili ile işlenen zeytin meyvelerinin doku sertliğindeki azalma NaOH muamelesinden ve doğal fermantasyon ile işlenen zeytinlerdeki doku kaybı mikrobiyal aktiviteye bağlı olarak pektinolitik ve selülotik enzimlerin etkisi ile gerçekleşmektedir. CaCl_2 ’nin varlığı sertlikteki düşüşü azalttığı fakat acılığın giderilmesini engellediği tespit edilmiştir (Alvanoudi ve ark., 2024).

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin sertlik düzeyi ham meyvede 0.253 N ve fermente meyvelerde 0.304 (Kontrol)-0.378 (D) N arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). En düşük ve en yüksek sertlik düzeyi sırasıyla hammadde örneklerinde ve D grubunda belirlenmiştir. Kontrol grubunun sertlik düzeyi 0.304 N olarak tespit edilmiş olup UV+US uygulanarak ve uygulanmadan işlenen zeytin meyvelerinin sertlik düzeyinden düşük olduğu tespit edilmiştir. UV+US uygulanan A (0.348 N), B (0.330 N), C (0.343 N) ve D (0.378 N) gruplarının UV+US uygulanmayan

KS1 (0.323 N), KS2 (0.318 N), KS3 (0.325 N) ve KS4 (0.316 N) gruplarına göre sertlik düzeyinin yüksek olduğu gözlenmiştir. UV+US uygulamasının siyah zeytin meyvesinin sertlik değeri üzerine olumlu etki sağladığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.17’de verilen tabloda belirtildiği gibi D grubu Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerinin istatistiksel olarak Kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Diğer grupların sertlik değerlerinin istatistiksel olarak Kontrol grubu ile benzer olduğu gözlenmiştir. D grubu Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin sertlik değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen Gemlik zeytin meyvelerinin sertlik değeri 5.33-8.63 N/mm² (Özdemir ve ark., 2011b), Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin US ve ozon ile acılığının giderilmeye çalışıldığı bir çalışmada ham meyvenin sertlik düzeyi 2055.8 g, güç ve işlenmiş meyvelerin sertlik düzeyi 1123.21-4968.96 g aralığında tespit edilmiştir (Yıldız, 2021). Gemlik zeytin meyvelerinin olgunlaşma süresinde sertlik düzeyi 1.341-4.643 N/g arasında tespit edilmiştir (Gamalı ve Eker, 2017). Farklı yörelerden temin edilen Gemlik siyah zeytin meyvelerinin salamura yöntemi ile fermente edildiği bir çalışmada ham meyvenin ve fermente meyvenin sertlik düzeyi sırasıyla 100-202 N/g arasında tespit edilmiştir (Öztürk Güngör, 2010).

Çalışma kapsamında Gemlik yeşil ve siyah zeytin meyvelerine ait sertlik tayini sonucu elde edilen veriler diğer çalışmalar ile kıyaslandığında çalışmalar arasında sonuçların farklı olduğu gözlenmiştir. Bu durumun analiz metodu ve kullanılan cihazın farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.5. Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Kapasite Tayin Sonuçları

4.5.1. Zeytin meyvelerindeki fenolik maddelerin ekstraksiyonu

Deneme deseni kapsamında elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde içeriği değerlendirilmiş ve en yüksek miktarda fenolik madde %70'lik etanol, 50 °C ve 60 dakika olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktar ve antioksidan kapasite analizlerinde bu ekstraksiyon normları kullanılmıştır.

4.5.2. Toplam fenolik madde analiz sonuçları

Fenolik bileşikler zeytin meyvesinin renk, tat ve doku gibi özelliklerinden sorumlu maddelerdir. Ayrıca bu bileşikler antioksidan kapasite, antimikrobiyal aktivite gibi biyoaktif özelliklere sahiptir. Zeytinlerdeki fenolik bileşiklerin miktarı ve kompozisyonu zeytin işleme teknikleri, sulama rejimleri, zeytin çeşidi, olgunluk düzeyi, meyvenin ağaç üzerinde bulunduğu konumu ve ağacın kök durumu gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Charoenprasert ve Mitchell, 2012; Mitjavila ve Moreno, 2012; Kayguluoğlu, 2018). Ayrıca zeytin meyvesinin fenolik madde miktarı üzerine bitkisel hastalıklarda önemli düzeyde etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada verticillium solgunluğu hastalığının en şiddetli olduğu aşamada fenolik madde miktarının maksimum seviyeye ulaştığı rapor edilmiştir (Yorulmaz ve ark., 2010). Zeytin meyvelerinin işlenmesindeki temel amaç zeytine acılık veren oleuropeinin uzaklaştırılması veya hidrolize edilmesidir. Bu amaçla acılık gidermek amacıyla gerçekleştirilen işleme yöntemlerinde fenolik bileşik kaybı olmaktadır (Charoenprasert ve Mitchell, 2012). Örneğin çizme yönteminin zeytinlerdeki fenolik bileşiklerin salamuraya geçişini kolaylaştırdığı, kostik uygulamasının meyve kabuğunun geçirgenliğini artırdığı ve fenolik bileşiklerin hidrolizine sebep olduğu, fermantasyon işlemi ile oleuropeinin hidrolizi sonucu oluşan hidroksitirozol gibi suda kolay çözünebilen fenolik bileşiklerin salamuraya difüzyonunu kolaylaştırarak zeytin meyvesinde toplam fenolik bileşiklerin kaybına neden olduğu rapor edilmiştir (Irmak ve ark., 2010).

Çalışma kapsamında kullanılan UV+US ve starter kültür uygulamalarının Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı üzerine olan etkilerinin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilen toplam fenolik madde miktarı tayini ham meyve için fermentasyon öncesinde ve diğer gruplar için ise fermentasyonun 120. gününde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4. 18 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/100 g) ve standart sapma değerleri (Ham meyve ve 120.gün)

Grup	Ortalama
Ham Meyve	1022.69 ±17.68 ^a
Kontrol	295.41 ±3.98 ^{d,e}
KS1	258.22 ±4.42 ^f
KS2	283.06 ±8.62 ^e
KS3	182.91 ±2.65 ^g
KS4	298.38 ±3.31 ^{d,e}
A	323.84 ±8.84 ^c
B	İPTAL
C	487.44 ±5.97 ^b
D	311.66 ±0.88 ^{c,d}

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb.plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb.rhamnosus* HA-114 + *Lb.plantarum* MF376+ *Lb.plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.rhamnosus* HA-114 + *Lb.plantarum* MF376+ *Lb.plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi ham yeşil zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği kuru madde üzerinden 1022.69 mg GAE/100 g olarak belirlendi. Fermente edilmiş zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı en yüksek ve en düşük değerleri sırasıyla C grubunda (487.44 mg GAE/100 g) ve KS3 (182.91 mg GAE/100 g) grubunda tespit edildi. A, C ve D gruplarına ait zeytin meyvelerinin toplam fenolik içeriği KS1, KS2, KS3 ve KS4 gruplarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışma sonunda

UV+US uygulanan gruptaki toplam fenolik madde miktarı kontrol ve SK gruplarından daha yüksek olduğu görüldü.

Çizelge 4.18’de verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde toplam fenolik madde miktarı A ve C grupları arasında istatistiksel olarak birbirleri ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. KS2, KS4 ve D gruplarının toplam fenolik madde miktarlarının Kontrol grubu ile istatistiksel olarak benzer olduğu gözlenmiştir. KS1, KS3, A ve C gruplarına ait toplam fenolik madde miktarı sonuçlarının Kontrol grubuna göre istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. KS1, KS3, A ve C gruplarına ait Gemlik çeşidi yeşil meyve örneklerinin Kontrol grubuna göre toplam fenolik madde miktarı üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamalarının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Gemlik çeşidi ham zeytin meyvelerinin olgunlaşma sürecinde toplam fenol içeriği 1889.9-3330.8 mg GAE/Kg arasında belirlenmiştir (Gamlı ve Eker, 2017). Gemlik çeşidi sofralık yeşil zeytin meyvelerinin kırma işlemi sonrası salamura fermantasyon yöntemiyle işlendiği bir çalışmada toplam fenolik madde içeriği ham meyvede ve fermente meyvede sırasıyla 10.73 mg/g ve 9.23 mg/g olarak belirlenmiştir (Bekmez, 2019). Akhisar bölgesinden hasat edilen Domat, Edremit ve Gemlik çeşidi sofralık zeytin meyvelerinin İspanyol usulü ve salamura yöntemi ile %6 NaCl salamurada işlendiği bir çalışmada ham meyvenin toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 303.8 mg GAE/100 g, 402.2 mg GAE/100 g ve 315.4 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. İşlenmiş Domat, Edremit ve Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 89.7-225.7 mg GAE/100 g, 118.6-315.4 mg GAE/100 g ve 159.1-225 mg GAE/100 g şeklinde belirlenmiştir. Çalışmada zeytin meyvelerindeki toplam fenolik madde içeriğindeki azalmanın %50.44 ve %70.51 arasında olduğu olduğu gözlenmiştir (Savaş, 2020). Salamura üretim yöntemleriyle işlenmiş Gemlik sofralık yeşil zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği 185-360 mg GAE/100 g taze meyve ağırlığı arasında tespit edilmiştir (Atlı, 2020). Farklı olgunluklarda hasat edilen Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı 312.98-526.87 mg KAE/100 g arasında belirlenmiştir (Köse ve ark., 2018). Chalkidikis yeşil zeytin meyvelerinin alkali muamele ve tuz içeriği azaltılmış fermantasyon koşullarında fermente edildiği bir çalışmada

fermente meyvenin toplam fenolik içeriği 170-450 mg Kafeik asit /100 g olarak belirlenmiştir (Tataridou ve Kotzekidou, 2015). Tonda di Cagliari yeşil-sarı zeytin meyvelerinin starter kültür inoküle edilerek ve edilmeden işlendiği bir çalışmada zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı ham meyvede 3611.68 mg GAE/kg, spontan fermentasyon ile işlenen meyvelerde 1998.08-2506.61 mg GAE/kg ve starter kültür inoküle edilerek işlenen zeytin meyvelerinde 1984.71-2434.25 mg GAE/kg arasında tespit edilmiştir (Campus ve ark., 2015). Tez çalışmasında elde edilen verilere göre Gemlik yeşil zeytin ham meyve örneklerinin toplam fenolik analiz sonuçlarının Bekmez, 2019) tarafından yapılan çalışmaya uyumlu olduğu Savaş (2020), Campus ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmadan yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılığın zeytin türü, olgunluk düzeyi, coğrafi konum, tarımsal uygulamalar gibi çeşitli faktörlere baklı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir. Tez çalışmasında elde edilen verilere göre işlenmiş zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarının Savaş (2020) ve Atlı (2020) tarafından yapılan çalışmalara benzerlik gösterdiği Köse ve ark. (2018) ve Tataridou ve Kotzekidou (2015) tarafından yapılan çalışmalardan farklılık gösterdiği gözlenmiştir. Bu farklılığın zeytin çeşidinden, olgunluk düzeyinden ve analiz sonuçlarının hesaplanmasında farklı organik asitlerin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. 19 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı (mg/100 g) ve standart sapma değerleri (Ham meyve ve 120.Gün)

Meyve	
Grup	Ortalama
Ham Meyve	1870.37 ±17.68 ^a
Kontrol	364.50 ±3.31 ^d
KS1	228.09 ±2.65 ^g
KS2	248.25 ±5.97 ^{f,g}
KS3	248.25 ±7.29 ^{f,g}
KS4	279.18 ±17.90 ^{e,f}
A	408.09 ±3.98 ^c
B	412.78 ±37.12 ^c
C	488.71 ±17.24 ^b
D	311.53 ±5.30 ^e

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır ($p<0.05$).

** (K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermantasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermantasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi ham siyah zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği 1870.37 mg GAE/100 g olarak belirlendi. Fermente edilen meyvelerde en yüksek ve en düşük toplam fenolik madde miktarı sırasıyla C (488.71 mg GAE/100 g) ve KS1 (228.09 mg GAE/100 g) grubunda tespit edilmiştir. KS1 (228.09 mg GAE/100 g), KS2 (248.25 mg GAE/100 g), KS3 (248.25 mg GAE/100 g) ve KS4 (279.18 mg GAE/100 g) gruplarının toplam fenolik madde içeriği Kontrol (364.50 mg GAE/100 g), A (408.09 mg GAE/100 g), B (412.78 mg GAE/100 g), C (488.71 mg GAE/100 g) ve D (311.53 mg GAE/100 g) gruplarından düşük olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.19’da verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde D grubunun haricinde diğer A, B ve C gruplarının Gemlik siyah zeytin meyve örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının istatistiksel olarak SK gruplarından farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca işlem görmüş tüm grupların toplam fenolik madde miktarlarının istatistiksel olarak Kontrol grubundan farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi siyah meyve örneklerinin gruplar arası toplam fenolik madde miktarı üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US+SK uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Farklı yörelerden hasat edilen Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytin meyvelerinin doğal fermantasyon ile işlendiği bir çalışmada ham ve fermente meyvelerin toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 774.6-1187 mg KA/100 g ve 338.7-702.9 mg KA/100 g olarak tespit edilmiştir (Öztürk Güngör, 2010). Farklı üretim yöntemleriyle işlenmiş Gemlik sofralık siyah zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği 575-1410 mg GAE/100 g taze meyve ağırlığı arasında tespit edilmiştir (Atlı, 2020). Farklı olgunluklarda hasat edilen Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı 499-526 mg KAE/100 g arasında belirlenmiştir (Köse ve ark., 2018). Kabuk renginin

siyahlaşmasından itibaren Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı 452.72-504.26 mg KAE/100 g olarak belirlenmiştir (Özdemir ve ark., 2011b). Bursa korumalı belirlenmiş köken (PDO) Gemlik çeşidi zeytinin diğer yörelerde yetiştirilen korumasız belirlenmiş köken Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinden ayırt edilmesine yönelik yapılan çalışmada toplam fenolik madde miktarı ham meyve de 86.70-232.55 mg KAE/kg ve fermente meyvede 62.30-189.9 mg KAE/kg şeklinde belirlenmiştir (Keceli ve ark.,2024). Yapılan bir başka çalışmada işlenmiş Kalamata çeşidi siyah zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği 175-352 mg kafeik asit/100 g olarak belirlenmiştir (Tataridou ve Kotzekidou, 2015). Çalışma sonunda elde edilen verilere göre Gemlik siyah zeytin meyve örneklerinin toplam fenolik analiz sonuçlarının literatürdeki çalışmalardan yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılığın meyvenin olgunluk düzeyine, yetiştiği yöreye, ekolojik şartlara, zirai uygulamalara, hesaplamalarda kullanılan organik asit cinsine, zeytin meyvesinin ağaçtaki konumuna ve ağacın kök gelişimine bağlı olarak vb. faktörlere bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir.

Çalışma sonunda elde edilen verilere göre zeytin meyvelerindeki toplam fenolik madde miktarı fermantasyon işlemine bağlı %74-88 oranında azalmıştır. Fenolik bileşiklerin fermantasyon işleminde fenolik bileşikler ortamda bulunan mikroorganizmalar tarafından parçalanmakta ve salamuraya difüze olmasından kaynaklanmaktadır. Fakat elde edilen veriler doğrultusunda UV+US uygulamasının Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvesindeki toplam fenolik madde kaybını azalttığı gözlenmiştir. Bu durumun UV+US uygulamasının meyvenin doğal başlangıç mikrobiyal yükünü indirgemesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.5.3. Antioksidan kapasite analiz sonuçları

Çalışma kapsamında ham meyve ve işlenmiş meyvelerin antioksidan kapasiteleri FRAP, TEAC ve DPPH yöntemleri ile ölçülmüştür.

Demir İyonlarını İndirgeme Kapasitesi (FRAP) Antioksidan Kapasite Analiz Sonuçları

Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin FRAP ölçüm sonuçları Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4. 20 Yeşil zeytin meyve FRAP antioksidan hesaplamaları (μmol Troloks eşdeğer/100 g) ve std. sapmaları (Ham meyve ve 120.Gün)

Grup	Ortalama
Ham Meyve	435.56 $\pm$ 6.28 ^a
Kontrol	81.23 $\pm$ 4.02 ^c
KS1	90.34 $\pm$ 7.20 ^c
KS2	134.49 $\pm$ 6.36 ^d
KS3	142.41 $\pm$ 11.55 ^d
KS4	211.17 $\pm$ 7.70 ^c
A	219.93 $\pm$ 13.39 ^c
B	İPTAL
C	266.67 $\pm$ 16.57 ^b
D	248.69 $\pm$ 2.85 ^b

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır ($p<0.05$).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi yeşil ham meyvelerin FRAP değeri 435.56 μmol TE/100 g olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunun FRAP değeri 81.23 μmol TE/100 g, KS1, KS2, KS3 ve KS4 gruplarının FRAP değerleri 90.34-219.93 μmol TE/100 g

arasında, A,C ve D gruplarının FRAP değeri 211.17-266.67 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ arasında tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük FRAP sonuçları ham meyvede ve kontrol grubunda saptanmıştır. Elde edilen verilere göre UV+US uygulanan grupların FRAP değerinin uygulanmayan gruplara göre yüksek olduğu gözlenmiştir. Tüm grupların FRAP değerinin ham maddeye göre düşük olduğu ve bu durumun zeytin meyvesinin işlenmesi sırasında fenolik maddelerin salamuraya difüze olması, oksidasyona uğraması ve mikrobiyal aktiviteye bağlı parçalanmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada salamura yöntemi ile işlenmiş yeşil Gemlik zeytin meyvelerinin FRAP yöntemine göre antioksidan kapasitesi 116-160 mmol Trolox/100 g arasında tespit edilmiştir (Atlı, 2020). Çalışma sonucunda elde edilen Gemlik yeşil zeytin FRAP değerlerinin Atlı (2020) tarafından yapılan çalışmadan yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılığın fermantasyon aşamasında fenolik bileşiklerdeki kayıp, zeytinin yetiştiği bölge, işleme tekniği, iklim, sulama teknikleri, antioksidan bileşiklerin ekstraksiyonunda kullanılan yöntem ve verimi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.20’de verilen tabloda belirtildiği gibi Gemlik çeşidi yeşil meyve örneklerinin gruplar arası FRAP antioksidan değeri KS1 grubu haricinde diğer grupların Kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca UV+US+SK uygulanan grupların SK gruplarından istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonunda starter kültür kullanımının ve UV+US+SK uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 21 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve FRAP antioksidan hesaplamaları (μmol Troloks eşdeğer/100 g) ile std. Sapmaları (Ham meyve ve 120.Gün)

Meyve	
Grup	Ortalama
Ham Meyve	982.95 ± 0.84 ^f
Kontrol	343.01 ± 0.33 ^c
KS1	170.22 ± 1.00 ^a
KS2	344.54 ± 1.84 ^c
KS3	174.96 ± 17.07 ^a
KS4	385.14 ± 0.67 ^e
A	391.41 ± 2.85 ^e
B	357.44 ± 1.67 ^d
C	207.86 ± 0.33 ^b
D	342.53 ± 3.35 ^c

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb.rhamnosus* HA-114 + *Lb.plantarum* MF376+ *Lb.plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb.rhamnosus* HA-114 + *Lb.plantarum* MF376+ *Lb.plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin en yüksek FRAP değeri 982.96 μmol TE/100 g ile ham meyvede ve en düşük antioksidan kapasite 170.22 μmol TE/100 g ile KS1 grubunda elde edilmiştir. UV+US uygulanan gruplarda FRAP değeri 207.86-391.41 μmol TE/100 g arasında bulunmuştur. SK grupların FRAP değeri ise 170.22-385.14 μmol TE/100 g arasında belirlenmiştir. D grubu haricinde UV+US+SK uygulanan grupların FRAP değeri SK gruplarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.21’de verilen tabloda belirtildiği gibi Gemlik çeşidi siyah meyve örneklerinin gruplar arası FRAP antioksidan değeri üzerine Kontrol, KS2 ve D gruplarının birbirleri ile istatistiksel olarak benzer olduğu bu grupların diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilerin KS2 ve D grubu haricindeki diğer gruplar açısından Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin FRAP

antioksidan değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Farklı sulama uygulamalarının Manzanilla çeşidi zeytin meyvelerinin üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada antioksidan kapasitesinin DPPH ve FRAP yöntemlerine göre sırasıyla 13.1-13.6 ve 22.1-29.1 mmol Trolox kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Cano-Lamadrid ve ark., 2017). Yapılan bir çalışmada salamura yöntemi ile işlenmiş siyah Gemlik zeytin meyvelerinin FRAP yöntemine göre antioksidan kapasitesi 367-593 Trolox/100 g arasında tespit edilmiştir (Atlı, 2020). Tüketime hazır Gemlik zeytin meyvelerinin FRAP değeri 221.75-867.3 mg TEAC/100g aralığında tespit edilmiştir (Kadalkal,2009). Çalışma sonunda elde edilen verilere göre Gemlik siyah zeytin meyvelerinin toplam antioksidan kapasite analizi FRAP değerlerinin Atlı (2020) tarafından yapılan çalışmaya yakın olduğu diğer çalışmalardan ise farklı olduğu gözlenmiştir. Bu farklılığın zeytin çeşidi, yetiştirme koşulları, yetiştiği yöre, sulama teknikleri, tarımsal uygulamalar, zeytin işleme yöntemleri, sonuçların hesaplanması, zeytin meyvelerindeki antioksidan bileşiklerin ekstraksiyonunda kullanılan yöntem ve verimi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Troloks Eşiti Antioksidan Kapasite (TEAC) Analiz sonuçları

Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin TEAC ölçüm sonuçları Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4. 22 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve TEAC antioksidan hesaplamaları (μmol Troloks eşdeğer/100 g) ve std. sapmaları (Ham meyve ve 120.Gün)

Grup	Ortalama
Ham Meyve	224.25 ± 0.25^a
Kontrol	87.78 ± 0.76^c
KS1	92.61 ± 0.17^c
KS2	94.57 ± 0.25^b
KS3	94.39 ± 0.34^b
KS4	91.11 ± 0.93^d

Çizelge 4. 23 (Devam) Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve TEAC antioksidan hesaplamaları (μmol Troloks eşdeğer/100 g) ve std. sapmaları (Ham meyve ve 120.Gün)

Grup	Ortalama
A	90.46 ± 0.17 ^d
B	İPTAL
C	93.62 ± 1.26 ^{b,c}
D	93.56 ± 0.17 ^{b,c}

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi sofralık yeşil zeytin TEAC değeri 87.79-224.25 μmol TE/100 g olarak belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük değerler sırasıyla ham meyve ve kontrol örneklerinde saptanmıştır. SK gruplarının TEAC değeri 91.11-94.57 μmol TE/100 g arasında belirlenmiştir. UV+US+SK uygulanan gruplarda TEAC değeri 90.46-93.56 μmol TE/100 g arasında belirlenmiştir. D grubu haricinde UV+US+SK uygulanan grupların TEAC değeri SK ile işlenen zeytin örneklerine kıyasla düşük olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.22’de verilen tabloda belirtildiği gibi fermentasyonun 120. gününde SK ve UV+US+SK uygulanarak işlenen Gemlik yeşil zeytin meyvelerinin TEAC antioksidan değerleri kontrol örneklerinden istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir. Gemlik çeşidi yeşil meyve örneklerinin gruplar arası TEAC antioksidan değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US+SK uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır (p<0.05).

Adana ilinden 2018 yılında hasat edilen Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin salamura fermentasyon yöntemiyle işlendiği bir çalışmada antioksidan TEAC değeri ham meyvede 9.67 mmol Trolox/kg ve fermente meyvelerde 9.30 mmol Trolox/kg (Bekmez,2019), fermente meyvede 122-320 mmol Trolox/100g (Atlı, 2020), Muğla Fethiye ilçesinden

hasat edilen ham meyvede 403.10-524.20 mg Troloks Eşdeğeri 100g (Köse ve ark., 2018) olarak belirlenmiştir. Farklı sulama uygulamalarının Manzanilla çeşidi zeytin meyvelerinin üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada antioksidan kapasitesinin ABST yöntemine göre 13.2-13.4 mmol Trolox kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Cano-Lamadrid ve ark., 2017). Tunus sofralık zeytin çeşitlerinin antioksidan kapasitesi işlenmiş yeşil zeytinlerde antioksidan kapasitesi 459-462 µM TEAC/g (kuru ağırlık), işlenmiş siyah zeytinlerde 393-455 µM TEAC/g (kuru ağırlık) ve diğer zeytinlerde ise 212-259 µM TEAC/g (kuru ağırlık) arasında belirlenmiştir. Zeytinlerin antioksidan kapasitesinin fenolik bileşiklerle ilişkili olduğu fakat bir korelasyon olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca yeşil zeytinlerin siyah zeytinlere göre antioksidan kapasitesinin yüksek olduğu gözlenmiştir (Ben Othman, 2008). Çalışma sonunda elde edilen verilerin diğer çalışmalardan düşük olduğu gözlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılığın zeytin türü, yetiştiği bölge, yetiştirme koşulları, hasat zamanı ve olgunluğu, fermantasyon yöntemi, ekstraksiyon yöntemi ve verimi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. 24 Gemlik Çeşidi Siyah Zeytin Meyve TEAC Hesaplamaları (µmol Troloks eşdeğer/100 g) ve standart sapmaları (120.Gün) (Ham meyve ve 120.Gün)

Meyve	
Grup	Ortalama
Ham Meyve	287.65 ± 0.51 ^a
Kontrol	69.81 ± 0.08 ^d
KS1	72.61 ± 0.51 ^{c,d}
KS2	75.41 ± 2.6 ^{b,c}
KS3	57.01 ± 1.68 ^f
KS4	61.83 ± 0.59 ^e
A	65.28 ± 3.62 ^e
B	77.01 ± 0.51 ^b
C	77.66 ± 0.08 ^b
D	61.72 ± 1.09 ^e

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermantasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermantasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytin meyve örneklerinin TEAC değeri 57.01-287.65 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ olarak belirlenmiştir. Ham meyvenin TEAC değeri 287.65 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ iken fermente meyvelerin en yüksek ve en düşük TEAC değerleri sırasıyla C (77.66 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$) ve KS3 (57.01 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$) gruplarında olduğu gözlenmiştir. UV+US uygulanarak işlenen grupların TEAC değerleri 61.72-77.66 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ iken SK gruplarının TEAC değerleri 57.01-75.41 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ aralığında belirlenmiştir. KS3,KS4,A ve D grubu haricinde diğer gruplara ait TEAC değerinin kontrol grubuna göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. İşlenmiş zeytin meyvelerinde en yüksek TEAC değeri C grubunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23'te verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde Gemlik siyah zeytin meyve örneklerine ait KS4, A ve D grupları TEAC antioksidan değerleri arasında istatistiksel olarak benzerlik olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca KS2, B ve C gruplarına ait TEAC değerleri arasında benzerlik olduğu gözlenmiştir. KS1 grubu haricinde starter kültür kullanılarak ve UV+US+SK uygulanarak işlenen Gemlik siyah zeytin meyvelerinin TEAC antioksidan değerleri kontrol grubu örneklerinden istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir. Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerinin gruplar arası TEAC antioksidan değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US+SK uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Yapılan diğer çalışmalarda Gemlik çeşidi ham zeytin meyvesinin TEAC değeri 526.80-528.08 mg Trolox eşdeğeri/100 g (Köse ve ark., 2018), işlenmiş meyvelerin TEAC değeri 527-616 mmol trolox eşdeğeri/100 g (Atlı, 2020) şeklinde belirlenmiştir. Dört çeşit zeytin meyvesinin antioksidan kapasitesi ABTS metoduna göre antioksidan kapasitesi 26.00-77.67 mM Troloks/ g şeklinde tespit edilmiştir (Mertbiçici, 2022). Çalışma sonucunda elde ettiğimiz Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve TEAC antioksidan değeri literatürdeki yapılan diğer çalışmalardan farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın zeytin işleme tekniklerinden, zeytinin yetiştiği bölgeden ve zeytin yetiştiriciliğinde uygulanan tarımsal uygulamalardan, fermantasyon koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Antioksidan Kapasite Analiz Sonuçları

Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin DPPH antioksidan kapasite analiz sonuçları Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4. 25 Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve DPPH antioksidan analiz hesaplamaları (μmol Troloks eşdeğer/100 g) (Ham meyve ve 120.Gün)

Grup	Ortalama
Ham Meyve	21.78 ± 0.64^a
Kontrol	14.97 ± 0.05^e
KS1	16.60 ± 0.04^d
KS2	20.78 ± 0.55^b
KS3	19.94 ± 0.47^b
KS4	16.39 ± 0.50^d
A	16.11 ± 0.33^d
B	İPTAL
C	18.15 ± 0.06^c
D	17.60 ± 0.17^c

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır ($p < 0.05$).

*** (K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi sofralık yeşil zeytin antioksidan kapasitesi DPPH değeri $14.97\text{--}21.78 \mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$ olarak belirlenmiştir. Ham meyvenin DPPH değeri $21.78 \mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$, fermente meyvelerde en düşük ve en yüksek değer sırasıyla kontrol ($14.97 \mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$) ve KS2 ($20.78 \mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$) grubunda tespit edilmiştir. A, C ve D gruplarının antioksidan kapasitesi $16.11\text{--}17.60 \mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$ olarak tespit edilmiştir. KS1, KS2, KS3 ve KS4 gruplarının antioksidan kapasitesi $16.39\text{--}20.78 \mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$ aralığında belirlenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre SK

gruplarının DPPH değeri UV+US+SK uygulanan gruplara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24'te verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. gününde KS1, KS4 ve A gruplarına ait Gemlik yeşil zeytin meyve örneklerinin DPPH değerlerinin istatistiksel olarak benzer olduğu belirlenmiştir. Ayrıca KS2 ile KS3 gruplarının ve C ile D gruplarının da istatistiksel olarak benzer olduğu gözlenmiştir. Starter kültür kullanılarak ve UV+US+SK uygulanarak işlenen Gemlik yeşil zeytin meyvelerinin DPPH antioksidan değerleri kontrol grubu meyve örneklerinden istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin gruplar arası DPPH antioksidan değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US+SK uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Gemlik yeşil zeytin fermantasyonu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda ham ve işlenmiş meyvenin DPPH değeri sırasıyla 10.74 ve 10.34 mmol Trolox/kg (Bekmez, 2019), fermente meyvenin 126-166 mmol Trolox/100g (Atlı, 2020), ham meyvenin 19.97-20.46 mg Trolox eşdeğeri/ 100 g (Köse ve ark., 2018) şeklinde belirlenmiştir. Kalamata cinsi yeşil zeytinlerin pancar ve siyah havuç ile fermantasyonu sonucu zeytin meyvelerinin toplam antioksidan kapasitesi 9.13-47.87 mg DPPH/ml olarak belirlenmiştir (Ardıç ve Aktaş, 2023). Yapılan bir başka çalışmada altı farklı zeytin çeşidine ait ham ve fermente meyvelerin antioksidan kapasitesi 329.48-596.65 ve 134.03-149.51 μ mol Trolox Eşdeğeri kg-1 şeklinde bulunmuştur (Özdemir ve ark., 2018). Tez çalışmasında elde edilen Gemlik yeşil zeytin meyve örneklerinin DPPH değerlerinin Köse ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmaya yakın olduğu, Özdemir ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada ham meyve DPPH değerlerine göre küçük ve fermente meyvelerin DPPH değerlerine göre büyük olduğu gözlenmiştir. Ayrıca tez çalışmasında elde edilen DPPH değerlerinin Bekmez (2019) ve Atlı (2020) tarafından yapılan çalışmalara göre düşük olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4. 26 Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve DPPH antioksidan hesaplamaları (μmol Troloks eşdeğer/100 g) (Ham meyve ve 120.Gün)

Grup	DPPH Antioksidan Kapasite
Ham Meyve	23.99 ± 0.01 ^a
Kontrol	15.83 ± 0.15 ^c
KS1	17.24 ± 0.37 ^d
KS2	18.90 ± 0.72 ^c
KS3	10.19 ± 0.99 ^g
KS4	12.45 ± 0.08 ^f
A	14.58 ± 1.00 ^e
B	20.58 ± 0.44 ^b
C	19.04 ± 0.64 ^c
D	10.98 ± 0.29 ^g

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır (p<0.05).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytin DPPH değeri 10.19-23.99 μmol TE/100 g olarak belirlenmiştir. Ham meyvenin DPPH değeri 23.99 μmol TE/100 g, işlenmiş zeytin meyvelerinde KS3 ve B gruplarının DPPH değeri sırasıyla 10.16 μmol TE/100 g (en düşük) ve 20.58 μmol TE/100 g (en yüksek) olarak belirlenmiştir. KS1, KS2, KS3 ve KS4 gruplarının antioksidan kapasitesi 10.19-18.90 μmol TE/100 g olarak belirlenmiştir. A, B, C ve D gruplarının antioksidan kapasitesi 10.98-20.58 μmol TE/100 g arasında belirlenmiştir. A grubu hariç diğer UV+US uygulanarak starter kültür ile işlenen grupların antioksidan kapasitesi UV+US uygulanmadan starter kültür ile işlenen gruplara göre yüksek olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.25'te verilen tabloda belirtildiği gibi fermentasyonun 120. gününde KS2 ve C gruplarına ait Gemlik siyah zeytin meyve örneklerinin DPPH değerinin istatistiksel olarak

birbirlerinden ve diğer gruplardan farklı olduğu belirlenmiştir. KS2 ile C grubunun, KS3 ile D grubunun, Kontrol ile A grubunun istatistiksel olarak birbirlerine benzer oldukları ve diğer gruplardan farklı oldukları tespit edilmiştir. A grubu haricinde diğer grupların starter kültür kullanılarak ve UV+US+SK uygulanarak işlenen Gemlik yeşil zeytin meyvelerinin DPPH antioksidan değerleri kontrol örneklerinden istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyve örneklerinin gruplar arası DPPH antioksidan değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US+SK uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Yapılan diğer çalışmalarda Gemlik siyah sofralık zeytin fermantasyonunda fermente edilmiş meyvelerin DPPH yöntemine göre antioksidan kapasitesi 532-565 mmol Trolox/100g (Atlı, 2020), ham meyvede 15.02-16.04 mg / 100 g TE (Köse ve ark., 2018), ham meyvenin inhibisyon oranı %88.23-89.65 ve fermente meyvenin inhibisyon oranı %82.08-89.15 (Keçeli ve ark.,2024), ham meyvenin inhibisyon oranı %43.70-75.50 (Gamlı ve Eker, 2017) olarak belirlenmiştir. Farklı sulama uygulamalarının Manzanilla çeşidi zeytin meyvelerinin üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada antioksidan kapasitesinin DPPH yöntemine göre sırasıyla 22.1-29.1 mmol Trolox kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Cano-Lamadrid ve ark., 2017). Tez çalışması kapsamında elde edilen DPPH antioksidan kapasite verilerinin Köse ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmaya göre yüksek Cano-Lamadrid ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmaya göre düşük olduğu gözlenmiştir. Keçeli ve ark. (2024) ve Gamlı ve Eker (2017) tarafından yapılan çalışmalarda sonuçlar inhibisyon oranı şeklinde verildiği için tez çalışmasında elde edilen veriler kıyaslanamamıştır. Çalışmalar arasındaki farklılığın zeytin türü, olgunluk düzeyi, yetiştiği bölge, zeytin meyvesindeki antioksidan bileşenlerin ekstraksiyonunda kullanılan yöntem ve ekstraksiyon verimi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.6. Oleuropein Analiz Sonuçları

Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin oleuropein içerikleri Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4. 27 Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin oleuropein miktarı (ppm) (Ham meyve ve 120.Gün)

Yeşil Zeytin Meyve Örneği		Siyah Zeytin Meyve Örneği
Numune	Oleuropein	Oleuropein
Ham meyve	117.5 ^a	87.6 ^a
Kontrol	108.7 ^a	77.1 ^b
KS1	88.8 ^a	69.7 ^c
KS2	103.9 ^a	52.5 ^g
KS3	34.8 ^a	53.2 ^f
KS4	98.3 ^a	42.8 ^h
A	81.9 ^a	62.5 ^e
B	İPTAL	36.3 ⁱ
C	44.5 ^a	63.3 ^d
D	87.0 ^a	69.5 ^c

*Bir sütunda farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmaktadır ($p<0.05$).

***(K): Kontrol, (KS1): *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (KS2): *Lb. plantarum* MF376 suşu, (KS3): *Lb. plantarum* 299v suşu, (KS4): *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile fermentasyona tabi tutulmuşlardır. (A): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 suşu, (B): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* MF376 suşu, (C): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. plantarum* 299v, (D): UV+US işlemi uygulandıktan sonra *Lb. rhamnosus* HA-114 + *Lb. plantarum* MF376+ *Lb. plantarum* 299v suşları ile inoküle edilerek fermentasyona uğratılmıştır.

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinin oleuropein miktarı 34.8-117.5 ppm düzeyinde tespit edilmiştir. Ham meyvenin oleuropein değeri 117.5 ppm, işlenmiş meyvelerin oleuropein miktarı en düşük KS3 (34.8 ppm) ve en yüksek Kontrol grubu (108.7 ppm) şeklinde tespit edilmiştir. Fermente edilen meyve örneklerinin oleuropein içeriği ham meyveye göre düşük olduğu gözlenmiştir. Zeytin meyvelerinin

starter kültür ilave edilerek işlenmesi oleuropein düzeyini spontan fermentasyona göre daha fazla düşürmüştür. Sadece starter kültür inokülasyonu ve UV+US işlemlerinin ardından starter kültür inokülasyon uygulamalarının zeytin meyvesindeki oleuropeinin tamamen hidrolize edilmesinde etkili olmadığı fakat oleuropein içeriğinin azalmasına katkı sağladığı gözlenmiştir.

Melezlenen ve melezlenmeyen yeşil zeytin meyvelerinin oleuropein içeriği sırasıyla 855.4-2485.2 mg/Kg arasında belirlenmiştir. Fermente meyvelerde oleuropein tespit edilememiştir (Özdemir, 2011a). Tuz oranı salamuralarda ve starter kültür inoküle edilerek işlenmiş Chalkidikis yeşil zeytin meyvelerinin oleuropein miktarı 18.70-35.51 mg/100g olarak tespit edilmiştir. (Tataridou ve Kotzekidou, 2015). Chalkidikis zeytin meyvelerinin fermente edildiği bir çalışmada ham meyvenin oleuropein içeriği 75.30 mg/100 g (kuru ağırlık), starter kullanılarak fermente edilen meyvelerin oleuropein içeriği 21.50-45.30 mg/100 g arasında tespit edilmiştir (Kaltsa ve ark., 2015). İspanyol tarzı yeşil zeytin, yöntemine göre işlenen Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinin oleuropein içeriği ham meyvede 42.06 mg/kg olarak tespit edilmiştir. İşlenmiş zeytin meyvelerinde oleuropeine rastlanmamıştır (Sahan ve ark., 2013). Tez çalışması kapsamında elde edilen Gemlik yeşil zeytin meyve örneklerinin oleuropein miktarı Kaltsa ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmaya göre düşük ve Sahan ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmaya görede yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların zeytin türü, zeytin meyvelerinin kabuk yapısı, fermentasyon koşulları, fermentasyon rol oynayan mikroorganizmalar arasındaki farklılıklar gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.26'da verilen tabloda belirtildiği ham meyve ve fermentasyonun 120.gün oleuropein analiz sonuçları gruplar arasında benzer olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi yeşil meyve örneklerinin gruplar arası oleuropein değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US+SK uygulamasının istatistiksel olarak önemsiz olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Çalışma kapsamında Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin oleuropein miktarı 36.3-87.6 ppm düzeyinde tespit edilmiştir. Ham meyvenin oleuropein içeriği 87.6 ppm,

işlenmiş zeytin meyvelerinin ppm düzeyi ise B ve Kontrol gruplarının sırasıyla 36.3 ppm (en düşük) ve 77.1 ppm (en yüksek) şeklinde tespit edilmiştir. Starter kültür inoküle edilerek işlenen zeytin meyvelerindeki oleuropein içeriği kontrol grubuna göre daha düşük olmuştur. Sadece starter kültür inokülasyonu ve UV+US işlemlerinin ardından starter kültür inokülasyon uygulamalarının zeytin meyvesindeki oleuropeinin tamamen hidrolize edilmesinde etkili olmadığı fakat oleuropein içeriğinin azalmasına katkı sağladığı gözlenmiştir.

Melezlenen ve melezlenmeyen siyah zeytin meyvelerinin oleuropein içeriği sırasıyla 129.71-2572 mg/Kg arasında belirlenmiştir. Fermente meyvelerde oleuropein tespit edilememiştir (Özdemir, 2011a). İşlenmiş *Kalamata* siyah zeytin meyvelerinin oleuropein miktarı 16.12-41.45 mg/100 g arasında tespit edilmiştir (Tataridou ve Kotzekidou, 2015). Gemlik siyah zeytin meyvelerinin acılığının farklı ultrason uygulamaları ile giderilmeye çalışıldığı bir çalışmada taze zeytinin oleuropein içeriği 730.15 mg/kg (kuru ağırlık), 15 °C’de salamurada (%5 NaCl) bekletilen zeytin meyvelerinin oleuropein içeriği 710.16 mg/kg ve doğal salamura zeytinler 59.33 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Özdemir ve ark., 2024). Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin ham meyvede ve fermente meyvede oleuropein miktarı 0.00-6.80 mMol/Kg ve <1 mMol/Kg olarak belirlenmiştir (Kumral ve ark.,2013). *Kalamata* cinsine ait ham ve starter kültür kullanılarak fermente edilen zeytin meyvelerinin oleuropein içeriği sırasıyla 55.84 mg/100 g ve 10.40-21.090 mg/100 g şeklinde tespit edilmiştir (Kaltsa ve ark., 2015). Zeytin çeşidinin, hasat zamanının ve sulama işleminin zeytin meyvelerinin biyoaktif bileşenleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada zeytin meyvelerinin oleuropein içeriği 554.50-1404.80 mg/kg aralığında tespit edilmiştir (Uslu, 2019). Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin Kaliforniya tarzı siyah zeytin, doğal siyah salamura ve doğal tuzlama siyah zeytin üretim yöntemlerine göre işlendiği bir çalışmada ham zeytin ve işlenmiş zeytin meyvelerinde oleuropein tespit edilememiştir (Sahan ve ark.,2013). Tez çalışması kapsamında elde edilen Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinin oleuropein içeriği Özdemir (2011a) ve Uslu (2019) tarafından yapılan çalışmalara uygun olduğu, Kaltsa ve ark. (2015) ve Özdemir ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmalardan yüksek olduğu gözlenmiştir.

Zeytin meyvesinin büyüklüğü oleuropein içeriğini etkilemektedir. Büyük zeytin meyvesinin oleuropein içeriği düşük olmaktadır (Yildirim, 2018). Üç farklı sıcaklık ve starter kültür kullanımı ile Taggiasca siyah zeytin meyvesindeki acılığın azaltılmasına yönelik yapılan bir çalışmada sıcaklığın artması fenolik bileşiklerin salınımını artırdığı tespit edilmiştir. Fakat oksidatif reaksiyonların salamurada fenolik bileşikleri bozduğu gözlenmiştir (Pistarino ve ark., 2013). Zeytin meyvelerinin fenolik bileşenlerinin içeriği üzerine olgunlaşmanın, sulama yönteminin, hasat yılı, hasat zamanı, zeytin çeşidi gibi faktörlerin etkisi vardır (Uslu, 2019).

Çizelge 4.26'da verilen tabloda belirtildiği gibi fermantasyonun 120. günündeki KS1 ve D gruplarına ait Gemlik çeşidi siyah zeytin meyve örneklerine ait oleuropein ölçüm sonuçların kendi arasında benzer olduğu ve diğer gruplar ile istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca işlenmiş tüm gruplara ait zeytin meyve örneklerinin oleuropein miktarı istatistiksel olarak Kontrol grubundan farklı olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi siyah meyve örneklerinin gruplar arası oleuropein değeri üzerine starter kültür kullanımının ve UV+US+SK uygulamasının istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$).

Çalışma sonunda elde edilen verilere göre Gemlik yeşil ve siyah zeytin meyve örneklerinin oleuropein analiz sonuçlarının literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olduğu gözlenmiştir. Bu farklılığın zeytin çeşidi, iklim koşulları, zeytin işleme teknikleri, zeytin meyvesinin pomolojik özellikleri, tarımsal uygulamalar, hasat zamanı gibi çok çeşitli faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan bu tez çalışmasının en temel amacı mikrobiyal stabilizasyonu sağlamak ve Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin acılığının probiyotik özellikteki starter kültürler (*Lactobacillus rhamnosus* HA-114, *Lactobacillus plantarum* MF376 ve *Lactobacillus plantarum* 299v) yardımıyla ile gidermek ve probiyotik özellikte bir ürün üretmektir. Bu amaç doğrultusunda ham meyveden gelen doğal floranın UV+US uygulaması ile indirgenmesi hedeflenmiştir. Mevcut çalışmalar incelendiğinde UV+US uygulaması, çalışmamız kapsamında ilk kez zeytin meyvesinin doğal mikroflorasının sanitasyonu amacıyla kullanılmıştır. 10 dk'lık UV+US uygulamasının zeytin meyvelerindeki TMAB popülasyonunu 1.94 log kob/gr indirgendiği tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler, fonksiyonel sofralık zeytin üretiminde kontrollü fermantasyon için starter kültür seçimi açısından rehber niteliğindedir. Çalışma kapsamında 120. gün meyvede yapılan MRSA sayım sonuçlarına göre Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinde en yüksek sayım sonucunun her iki zeytin çeşidinde KS1 grubuna ait olduğu ve en düşük MRSA sayım sonuçlarının Gemlik yeşil zeytinde KS2 iken Gemlik siyah zeytin meyvelerinde Kontrol grubuna ait olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre kullanılan starter kültürler arasında meyve yüzeyine tutunmada *Lactobacillus rhamnosus* HA-114 suşun daha başarılı düşünülmüştür.

Salamurada yapılan 120. gün MRSA sayım sonuçlarında Gemlik yeşil zeytininde en düşük ve en yüksek sayım sonuçları sırasıyla KS4 ve Kontrol grubunda olduğu gözlenmiştir. Gemlik siyah zeytin salamurasında en düşük ve en yüksek MRSA sayım sonuçları sırasıyla KS3 ve B grubunda olduğu tespit edilmiştir. Gemlik siyah zeytin Kontrol grubu salamura MRSA sayım sonuçlarının 30. günden itibaren starter ilave edilen gruplar ile aynı düzeye geldiği tespit edilmiştir. Gemlik siyah zeytin fermantasyonu sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda otoktan suşların fermantasyonda önemli rol oynadığını göstermektedir. Gemlik yeşil zeytin salamura MRSA sayım sonuçlarının Kontrol grubu haricindeki tüm gruplarda düşüş sergilediği gözlenmiştir.

Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinden elde edilen maya izolatlarının ve Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinden elde edilen laktik asit bakteri izolatlarının sırasıyla *Wickerhamomyces anomalus* ve *Lactobacillus plantarum* türlerine ait olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların çok sayıda çalışmada izole edilerek tanımlandığı ve bu türlere ait suşların starter kültür olarak kullanılacağı gözlenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilerin literatür ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Her iki zeytin çeşidine ait salamura örneklerinde yapılan pH ve titrasyon asitliği analiz sonuçlarına göre starter kültür ilave edilen grupların Kontrol grubuna göre asitliğin hızla arttığı ve pH'nın hızla düştüğü tespit edilmiştir. Her iki zeytine ait salamura örneklerinin 15. günden itibaren starter ilave edilen grupların pH değerinin 4.5'in altına indiği gözlenmiştir. 120. gün Gemlik yeşil zeytin pH ve laktik asit cinsinden titrasyon asitliği sonuçlarının sırasıyla 4.20 (KS3) - 4.84 (Kontrol), %0.266 (Kontrol) - %0.452 (KS1) ve Gemlik siyah zeytin pH ve laktik asit cinsinden titrasyon asitliği sırasıyla 3.94 (KS1)- 4.00 (Kontrol), %0.815 (B)- %1.013 (Kontrol) şeklinde belirlenmiştir. Her iki çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda zeytin fermantasyonunda starter kültür kullanımının asitliği hızla arttırdığı ve pH'yı düşürdüğü tespit edilmiştir.

Çalışma sonunda zeytin meyvelerinin sertliği üzerine UV+US uygulamasının olumlu katkı sağladığı gözlenmiştir. Bu durumun tuzun meyveye kolay difüzyonu ve doğal floradaki pektinaz enzimi salgılayan mikrofloranın indirgenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sofralık probiyotik zeytin üretiminde ön işlem olarak kullanılan UV+US teknolojisinin mikrobiyal ve kimyasal kalite kriterlerinde olumlu etkileri gözlemlenmiştir. Bu yenilikçi yeşil teknolojilerin, endüstriye entegrasyonunun kolay olduğu bilinmektedir. Ayrıca gıda üretiminde UV+US gibi yeşil teknolojilerin kullanımı başta enerji maliyeti olmak üzere karbon ayak izini, kimyasal kullanımını ve su tüketimini büyük ölçüde azalttığı bilinmektedir. Tasarlanan sistemin endüstriyel uygulamalarda kullanımı hem çevre dostu hemde düşük maliyetli üretime olanak sağlayacaktır.

Çalışma kapsamında Gemlik yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değeri ham meyveye göre tüm gruplarda azalma sergilemiştir. Bu durumun fenolik bileşiklerin salamuraya difüzyonu, mikrobiyal

parçalanma ve oksidasyon reaksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Her iki zeytin çeşidinde UV+US+SK uygulanan gruplardaki toplam fenolik madde miktarı ve aktioksidan kapasitesi diğer gruplardan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. UV+US+SK uygulamasının zeytin meyvelerinin besin değerlerinin korunmasında etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Uygulanan işlemlerin zeytin meyvesinin acılığı üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmada fermente edilmiş Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytin meyvelerinin oleuropein miktarı ham meyveye göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Ayrıca spontan fermente edilen zeytin meyvelerinin oleuropein miktarı diğer gruplardan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Zeytin meyvelerinin kontrollü koşullardaki fermantasyonu zeytin meyvesinin acılık düzeyini spontan fermantasyona göre daha fazla indirdiği gözlenmiştir. Gemlik çeşidi yeşil zeytin meyvelerinin acılığının giderilmesinde SK ve UV+US+SK uygulamalarının önemli bir etki yaratmadığı gözlenmiştir. Fakat bu uygulamaların Gemlik çeşidi siyah zeytin meyvelerinde acılık giderme işleminde acılığı tamamen gidermediği ancak acılık gidermede önemli etki sağladığı gözlenmiştir. Oleuropein düzeyindeki en yüksek azalma B grubunda olduğu gözlenmiştir.

Gelişen teknoloji ve değişen tüketici algısı ile birlikte probiyotik gıda tüketimine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Tüketiciler probiyotik gıda ihtiyacını genellikle süt ürünlerinden karşılayabilmektedir. Süt ürünü tüketemeyen veya alternatif kaynaklar aracılığıyla probiyotik tüketimini tercih eden tüketicilerin taleplerinin karşılanması amacıyla probiyotik gıda üretiminde yeni alternatifler araştırılmaktadır. Gerçekleştirilen tez çalışması probiyotik sofralık zeytin üretiminin mümkün olduğunu göstermektedir. Portatif olarak üretilen probiyotik zeytin 120 günlük bir raf ömrüne sahip olduğu ve bu sürenin endüstriyel üretim için yeterli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca elde edilen probiyotik zeytinlerdeki oleuropein miktarının azalması ürünün tüketici tarafından kabul göreceğini düşündürmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Abouloifa, H., Rokni, Y., Bellaouchi, R., Ghabbour, N., Karboune, S., Brasca, M., Salah, R., B., Chihib, N., E., Saalaoui, E. & Asehraou, A., 2020. Characterization of probiotic properties of antifungal *Lactobacillus* strains isolated from traditional fermenting green olives. *Probiotics Antimicrob Proteins*, 12: 683-696.
- Abriouel, H., Benomar, N., Cobo, A., Caballero, N., Fuentes, M. Á. F., Pérez-Pulido, R. & Gálvez, A., 2012. Characterization of lactic acid bacteria from naturally-fermented Manzanilla Aloreña green table olives. *Food microbiol*, 32: 308-316.
- Abriouel, H., Benomar, N., Lucas, R., Gálvez, A., 2011. Culture-independent study of the diversity of microbial populations in brines during fermentation of naturally-fermented Aloreña green table olives. *International Journal of Food Microbiology*, 144 (3), 487-496.
- Acar, J., 2021. Meyve-Sebze ve Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar ve Muhafaza Yöntemleri. *Gıda Mikrobiyolojisi, Ünlütürk, A., Turantaş, F., İzmir*, 317-358.
- Aka, A., 2009. Yeşil Zeytin Ezmesi Üretiminin Optimizasyonu. (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.
- Akgün, A., Hüner, Damar, İ., Yılmaz, E., Çınar, K., 2017. Gıda Analiz Uygulamaları, SİDAŞ Medya Ltd. Şti., Yayın No: 051-1B, 131 s., İzmir
- Alagna, F., Mariotti, R., Panara, F., Caporali, S., Urbani, S., Veneziani, G., ... & Baldoni, L., 2012. Olive phenolic compounds: metabolic and transcriptional profiling during fruit development. *BMC plant biology*, 12, 1-19.
- Alak, S., 2016. Gemlik Tipi Sele Zeytini Üretiminde Zeytin Fermentasyon Sürecinin Mikrobiyolojik Olarak İzlenmesi ve Pastörizasyonun Ürünün Raf Ömrü Üzerine Etkisinin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.
- Alan, Y., 2024. Chemical changes of potential probiotic *Lactiplantibacillus plantarum* and *Lactobacillus pentosus* starter cultures in natural Gemlik type black olive fermentation. *Food Chemistry*, 434, 137472.
- Albuquerque, B. R., Heleno, S. A., Oliveira, M. B. P., Barros, L., Ferreira, I. C., 2021. Phenolic compounds: Current industrial applications, limitations and future challenges. *Food & function*, 12(1), 14-29.
- Alvanoudi, P., Kalogeropoulou, A., Nenadis, N., Stathopoulos, P., Skaltsounis, A. L., & Mantzouridou, F. T., 2024. Comparative study of Spanish-style and natural cv. Chalkidiki green olives throughout industrial-scale spontaneous fermentation and 12-month storage: safety, nutritional and quality aspects. *Food Research International*, 191, 114710.
- Alves, M., Gonçalves, T., & Quintas, C., 2012. Microbial quality and yeast population dynamics in cracked green table olives' fermentations. *Food Control*, 23(2), 363-368.
- Anagnostopoulos, D., A., Goulas, V., Xenofontos, E., Vouras, C., Nikoloudakis, N. & Tsaltas, D., 2019. Benefits of the use of lactic acid bacteria starter in green cracked Cypriot table olives fermentation. *Foods*, 9 (17).
- Anagnostopoulos, D., Bozoudi, D., Tsaltas, D., 2018. Enterococci isolated from cypriot green table olives as a new source of technological and probiotic properties, *Fermentation*. 4 (2): 48.

- Anjaly, M. G., Prince, M. V., Warriar, A. S., Lal, A. N., Mahanti, N. K., Pandiselvam, R., Thirumdas, R., Sreeja, R., Rusu, A., V., Trif, M., Kothakota, A., 2022. Design consideration and modelling studies of ultrasound and ultraviolet combined approach for shelf-life enhancement of pine apple juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 90, 106166.
- Anonim, 2014. Sofralık Zeytin Tebliği. Türk Gıda Kodeksi.
- Anonim, 2016. Türk Zeytin Yağı Sektörü. Olivae-Uluslararası Zeytin Konseyi Resmi Dergisi.<http://koop.gtb.gov.tr/data/58244e541a79f57caca402ad/OLIVAE%20Eyl%C3%BCI%202016%20T%C3%BCrk%C3%A7e%20Versiyon.pdf> (10.09.2020)
- Anonim, 2019. 2018 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu.
- Anonim, 2024. World Table Olive Figures. World Olive Oil And Table Olive Figures. <https://www.internationaloliveoil.org/what-we-do/economic-affairs-promotion-unit/#figure> (1.8.2024).
- AOAC, 1995. Official Methods of Analyses, 16th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, USA.
- Aponte, M., Ventrino, V., Blaiotta, G., Volpe, G., Farina, V., Avellone, G., ... & Moschetti, G., 2010. Study of green Sicilian table olive fermentations through microbiological, chemical and sensory analyses. *Food Microbiology*, 27(1), 162-170.
- Ardıç, Z., 2022. Sofralık Yeşil Zeytin Fermantasyonunda Kırmızı Pancar ve Siyah Havuç Kullanılması. (Yüksek Lisans Tezi), Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye.
- Ardic, Z., & Aktas, A. B., 2023. Enrichment of green table olives by natural anthocyanins during fermentation. *Journal of Food Science and Technology*, 60(8), 2244-2254.
- Arroyo-López, F. N., Romero-Gil, V., Bautista-Gallego, J., Rodríguez-Gómez, F., Jiménez-Díaz, R., García-García, P., Querol, A. Garrido-Fernández, A., 2012. Yeasts in table olive processing: desirable or spoilage microorganisms?. *International Journal of Food Microbiology*, 160 (1), 42-49.
- Arroyo-López, F. N., 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.
- Artık, N., Anlı, E., Konar, N., Vural, N., 2016. Gıdalarda bulunan fenolik bileşikler. Bölüm: Fenolik Bileşiklerin Yapıları. Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir.
- Atlı, C. S., 2020. Sofralık zeytinlerin toplam fenolik madde antioksidan kapasite ve biyoalınabilirlikler üzerine işleme yöntemlerinin etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.
- Attri, S., Singh, N., Nadda, A., K., Goel, G., 2021. Probiotics and Their Potential Applications: An Introduction. *Advances in Probiotics for Sustainable Food and Medicine*, Goel, G., Kumar, A., Springer Singapore, s.1-26.
- Aydar, A. Y., Özçelik, M., & Pazarlıoğlu, B., 2019. The Effects of Storage of Gemlik Olives at Different Temperatures on Oleuropein Degradation. In 3rd International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences (ICAFOP) (pp. 16-18).

- Bağdatlı, A., & Kundakci, A., 2016. Optimization of compositional and structural properties in probiotic sausage production. *Journal of food science and technology*, 53, 1679-1689.
- 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, 89–96.
- Bautista-Gallego, J., Arroyo-López, F. N., Durán-Quintana, M. C., & Garrido-Fernández, A., 2010. Fermentation profiles of Manzanilla-Aloreña cracked green table olives in different chloride salt mixtures. *Food microbiology*, 27(3), 403-412.
- Baykut, E. D., 2016. Ultraviyole ve Ozon Uygulamalarının Baharatların Dekontaminasyonu ve Kalitesi Üzerine Etkileri. (Doktora Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.
- Bekmez, A., S., 2019. Gemlik Çeşidi Yeşil Zeytinin Fenolik Bileşenlerinin Lc-Dad-Ms/Ms ile Karakterizasyonu ve Fermantasyon İşleminin Bu Bileşenler Üzerine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, Türkiye.
- 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), C235-C240.
- Benítez-Cabello, A., Bautista-Gallego, J., Garrido-Fernández, A., Rantsiou, K., Cocolin, L., Jiménez-Díaz, R. & Arroyo-López, F. N., 2016. RT-PCR–DGGE Analysis to elucidate the dominant bacterial species of industrial Spanish-style green table olive fermentations. *Front Microbiol*, 7 (1291).
- Benítez-Cabello, A., Calero-Delgado, B., Rodríguez-Gómez, F., Garrido-Fernández, A., Jiménez-Díaz, R., Noé Arroyo-López, F., 2019. Biodiversity and Multifunctional Features of Lactic Acid Bacteria Isolated From Table Olive Biofilms. *Front Microbiol*, 10: 836.
- Benítez-Cabello, A., Torres-Maravilla, E., Bermúdez-Humarán, L., Langella, P., Martín, R., Jiménez-Díaz, R., Arroyo-López, F. N., 2020. Probiotic properties of *Lactobacillus* strains isolated from table olive biofilms. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 12, 1071-1082.
- Benzie, I.F.F. ve Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': The FRAP assay, *Analytical Biochemistry*, 239,70-76.
- Bilek, S. E., & Turantaş, F., 2013. Decontamination efficiency of high power ultrasound in the fruit and vegetable industry, a review. *International journal of food microbiology*, 166(1), 155-162.
- Bilginer, H., & Çetin, B., 2019. Probiyotikler ve belirlenmelerinde kullanılan in vitro testler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), 312-325.
- Bleve, G., Tufariello, M., Durante, M., Grieco, F., Ramires, F., A., Mita, G., Tasioula-Margari, M & Logrieco, A. F., 2015. Physico-chemical characterization of natural fermentation process of Conservolea and Kalamata table olives and development of a protocol for the pre-selection of fermentation starters. *Food Microbiol*, 46:368-382.

- Bonatsou, S., Karamouza, M., Zoumpopoulou, G., Mavrogonatou, E., Kletsas, D., Papadimitriou, K., Panagou, E. Z., 2018. Evaluating the probiotic potential and technological characteristics of yeasts implicated in cv. Kalamata natural black olive fermentation. *International journal of food microbiology*, 271, 48-59.
- 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.
- Boskou, D., Camposeo, S. ve Clodoveo, M.L., 2015. Table Olives as Sourcer of Bioactive. *Compounds Olive and Olive Oil Bioactive Constituents*, Boskou, D., AOC Press, Urbana, United States of America, 217-259.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. ve Berset, C., 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28, 25–30.
- Brenes, M., Romero, C., García, P., & Garrido, A., 1995. Effect of pH on the colour formed by Fe-phenolic complexes in ripe olives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67(1), 35-41.
- Bulut Albayrak, Ç., & Kamber, A., 2020. Microflora of Naturally Fermented Table Olives and Characterization of Their Lactic Acid Bacteria. *Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty*, 17(1).
- Campaniello, D., Bevilacqua, A., D'Amato, D., Corbo, M. R., Altieri, C., & Sinigaglia, M., 2005. Microbial characterization of table olives processed according to Spanish and natural styles. *Food Technology and Biotechnology*, 43(3), 289-294.
- Campus, M., Sedda, P., Cauli, E., Piras, F., Comunian, R., Paba, Daga, E., Schirru, S., Angioni, A., Zurru, R. & Bandino, G., 2015. Evaluation of a single strain starter culture, a selected inoculum enrichment, and natural microflora in the processing of Tonda di Cagliari natural table olives: Impact on chemical, microbiological, sensory and texture quality. *LWT Food Sci Technol*, 64:671-677.
- Campus, M., Değirmencioğlu, N., & Comunian, R., 2018. Technologies and trends to improve table olive quality and safety. *Frontiers in microbiology*, 9, 617.
- Cano-Lamadrid, M., Hernández, F., Corell, M., Burló, F., Legua, P., Moriana, A., & Carbonell-Barrachina, Á. A., 2017. Antioxidant capacity, fatty acids profile, and descriptive sensory analysis of table olives as affected by deficit irrigation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(2), 444-451.
- Chan, M. Z. A., Toh, M., & Liu, S. Q., 2020. Growth, survival, and metabolic activities of probiotic *Lactobacillus* spp. in fermented coffee brews supplemented with glucose and inactivated yeast derivatives. *Food Research International*, 137, 109746.
- Chavan, M., Gat, Y., Harmalkar, M., & Waghmare, R., 2018. Development of non-dairy fermented probiotic drink based on germinated and ungerminated cereals and legume. *LWT*, 91, 339-344.
- Charoenprasert, S., & Mitchell, A., 2012. Factors influencing phenolic compounds in table olives (*Olea europaea*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(29), 7081-7095.
- Chranioti, C., Kotzekidou, P. & Gerasopoulos, D., 2018. Effect of starter cultures on fermentation of naturally and alkali-treated cv. Conservolea green olives. *LWT Food Sci Technol*, 89, 403–408.
- Ciafardini C. and Zulllo B. A., 2019. Use of selected yeast starter cultures in industrial-scale processing of brined Taggiasca black table olives. *Food Microbiol*, 84, 103250.

- Coimbra-Gomes, J., Reis, P. J., Tavares, T. G., Faria, M. A., Malcata, F. X., Macedo, A. C., 2023a. Evaluating the probiotic potential of lactic acid bacteria implicated in natural fermentation of table olives, cv. Cobrançosa. *Molecules*, 28(8), 3285.
- Coimbra-Gomes, J., Reis, P. J., Tavares, T. G., Malcata, F. X., Macedo, A. C., 2022. Study of lactic acid bacteria biodiversity in fermented Cobrançosa table olives to determine their probiotic potential. *Foods*, 11(19), 3050.
- Coimbra-Gomes, J., Reis, P. J., Tavares, T. G., Silva, A. A., Mendes, E., Casal, S., Malcata, F., X., Macedo, A. C., 2023b. Cobrançosa table olive fermentation as per the Portuguese traditional method, using potentially probiotic *Lactiplantibacillus pentosus* i106 upon alternative inoculation
- Comlekcioglu, S., Elgudayem, F., Nogay, G., Kafkas, N. E., Ayed, R. B., Ercisli, S., ... & Najda, A., 2022. Biochemical characterization of six traditional olive cultivars: A comparative study. *Horticulturae*, 8(5), 416.
- Corsetti, A., Perpetuini, G., Schirone, M., Tofalo, R., & Suzzi, G., 2012. Application of starter cultures to table olive fermentation: an overview on the experimental studies. *Frontiers in microbiology*, 3, 248.
- Cosme, P., Rodríguez, A. B., Espino, J., Garrido, M., 2020. Plant phenolics: Bioavailability as a key determinant of their potential health-promoting applications. *Antioxidants*, 9(12), 1263.
- Çiğdem, Z., 2014. Gemlik zeytin çeşidinde kimyasal seyretilmenin meyve ile yağ verim ve kalitesine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Çolak Esetlili, B., Pekcan, T., Bayız, O., Telli Karaman, H., Ayata, M., & Sarı, G., 2024. Optimizing Olive Production: The Role of Foliar Fertilizers in Boosting Yield and Quality. *Horticulturae*, 10(11), 1147.
- Dağdelen, A., 2008. Edremit (Balıkesir) Körfezi çevresinde yaygın olarak yetiştirilen zeytin çeşitlerinin olgunlaşma sürecinde bazı fizikokimyasal özellikleri, yağ asidi kompozisyonu, tokoferol ve fenolik bileşik miktarlarının belirlenmesi. (Doktora Tezi), Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye.
- Dağdelen, A., Tümen, G., Özcan, M. M., Dündar, E., 2013. Phenolics profiles of olive fruits (*Olea europaea* L.) and oils from Ayvalık, Domat and Gemlik varieties at different ripening stages. *Food chemistry*, 136(1), 41-45.
- Dai, J., Bai, M., Li, C., Cui, H., Lin, L., 2020. Advances in the mechanism of different antibacterial strategies based on ultrasound technique for controlling bacterial contamination in food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 105, 211-222.
- 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.
- Deliboran, A., Cılın, I., Aydogdu, E., Ataol Olmez, H., Savran, K., Dursun, O., ... & Yıldırım, A., 2022. Response of olive trees to different boron application in İzmir and Muğla province of Turkey. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 53(10), 1294-1307.
- Demir, B., 2019. Aljinat bazlı yenilebilir film uygulamalarının minimal işlem görmüş kavun dilimlerinin raf ömrüne etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat, Türkiye.

- Demir, C., Yildiz, E., & Gurbuz, O., 2023. Profile phenolic compounds in Spanish-style and traditional brine black olives ('Gemlik' cv.) provided from different regions of Türkiye. *Processes*, 11(8), 2412.
- Dıvarcı, B., 2022. Osmaniye' de Yetiştirilen Zeytinlerden Sele Zeytin Üretiminde Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimlerin Ürün Kalitesine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi), Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Osmaniye, Türkiye.
- Dinçer, D., 2018. Farklı hasat dönemlerinin ayvalık, memecik ve gemlik zeytinlerinden elde edilen zeytinyağlarının kimyasal özellikleri ve biyoaktif bileşenleri üzerine olan etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, Türkiye.
- Dunkley, K. E., Hekmat, S., 2020. Development of probiotic vegetable juice using *Lactobacillus Rhamnosus* GR-1. *Nutrition & Food Science*, 50(5), 955-968.
- El-Sohaimy, S. A., & Hussain, M. A., 2023. Functional probiotic foods development: trends, concepts, and products. *Fermentation* 9 (3): 249.
- Elvan, M., Baysal, A. H., Harsa, S., 2022. Microencapsulation of a potential probiotic *Lactiplantibacillus pentosus* and its impregnation onto table olives. *LWT*, 156, 112975.
- Erdoğan, M., 2014. Sofralık salamura siyah zeytin üretiminde farklı klorür tuzları kullanımının kalite üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, Türkiye.
- Erten, H., Boyacı-Gündüz, C.P., Ağırman, B. ve Cabaroğlu, T., 2015. Fermentation, Pickling, and Turkish Table Olives. *Handbook of Vegetable Preservation and Processing*, Ed: Hui, Y.H. and Evranuz, E.Ö. CRC Press, 209-224.
- FDA-BAM, 2001a. Aerobic Plate Count. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 3, <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count> (26.06.2022).
- FDA-BAM, 2001b. Yeast, Molds and Mycotoxins. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 18, <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins> (26.06.2022).
- FDA-BAM, 2001c. Catalase Test. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, BAM R12. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-r12-catalase-test> (26.06.2022).
- FDA-BAM, 2001d. Gram Stain. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, BAM R32. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-r32-gram-stain> (26.06.2022).
- FDA-BAM, 2016. *Staphylococcus aureus*. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 12. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-12-staphylococcus-aureus> (26.06.2022).
- FDA-BAM, 2020. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 4. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria> (20.06.2022).
- FDA-BAM, 2023. *Salmonella*. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 5, <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-5-salmonella>(10.07.2023).
- FDA-BAM online, 2013. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 4.

- <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm> (20.06.2022).
- Freire, A. L., Ramos, C. L., Schwan, R. F., 2017. Effect of symbiotic interaction between a fructooligosaccharide and probiotic on the kinetic fermentation and chemical profile of maize blended rice beverages. *Food Research International*, 100, 698-707.
- Franke, S.I.R., Chless, K., Silveria, J.D. ve Robensam, G., 2004. Study of a antioxidant and mutagenic activity of different orange juice. *Food Chemistry*, 88, 45-55.
- Gallo, M., Ferrara, L., & Naviglio, D., 2018. Application of ultrasound in food science and technology: A perspective. *Foods*, 7(10), 164.
- Gamlı, Ö. F., 2016b. Gemlik Çeşidi Salamura Zeytin Üretiminde Diffüzyon Katsayısının Belirlenmesi ve Farklı Tuz Derişiminin Laktik Asit ve İndirgen Şeker Üzerine Etkisi. *Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology*, 4(11), 940-945.
- Gamlı, Ö. F., & Eker, T., 2017. Determination of harvest time of Gemlik olive cultivars by using physical and chemical properties. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(4), 2022-2030.
- Gamlı, Ö., F., 2016a. Laboratuvar Teknikleri ve Temel Gıda Analizleri. Bursa, Türkiye, 195 s.
- Garbetta, A., D'Antuono, I., Sisto, A., Minervini, F., Cardinali, A., Lavermicocca, P. 2018. Effect of artichoke fermentation by probiotic strain *Lactobacillus paracasei* LMG P-22043 and of digestion process on polyphenols and antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 45, 523-529.
- Gezginç, Y., & Ersoy, P., 2022. Farklı Salamura Konsantrasyonlarında Sofralık Yeşil Zeytin Üretimi ve Ürünün Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 32(1), 28-39.
- Ghabbour, N., Rokni, Y., Lamzira, Z., Thonart, P., Chihib, N. E., Peres, C. & Asehraou, A., 2016. Controlled fermentation of Moroccan picholine green olives by oleuropein-degrading *Lactobacilli* strains. *Grasas Aceites*, 67(2): 1-7.
- Ghorbal, A. B., Leventdurur, S., Agirman, B., Boyaci-Gunduz, C. P., Kelebek, H., Carsanba, E., Darıcı, M., Erten, H., 2018. Influence of geographic origin on agronomic traits and phenolic content of cv. Gemlik olive fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 74, 1-9.
- Gomes, T., Caponio, F., Alloggio, V., 1999. Phenolic compounds of virgin olive oil: influence of paste preparation techniques. *Food Chemistry*, 64, 203-209.
- Gök, B., S., Pazır, F., 2020. Effect of treatments with UV-C light and electrolysed oxidizing water on decontamination and the quality of Gemlik black olives. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 15(2), 171-179.
- Guantario, B., Zinno, P., Schifano, E., Roselli, M., Perozzi, G., Palleschi, C., Uccelletti, D., Devirgiliis, C., 2018. In vitro and in vivo selection of potentially probiotic lactobacilli from Nocellara del Belice table olives. *Frontiers in microbiology*, 9, 595.
- Guggenheim, K. G., Crawford, L. M., Paradisi, F., Wang, S. C., & Siegel, J. B., 2018. β -Glucosidase Discovery and Design for the Degradation of Oleuropein. *ACS omega*, 3(11), 15754-15762.
- Guo, Z., Jia, X., Zheng, Z., Lu, X., Zheng, Y., Zheng, B., & Xiao, J., 2018. Chemical composition and nutritional function of olive (*Olea europaea* L.): A review. *Phytochemistry Reviews*, 17(5), 1091-1110.

- Güler, Ş., 2023. Sofralık Yeşil Zeytin Üretiminde Kırmızı Pancar ve Starter Kullanımının Zeytin Fermantasyonu ve Kalite Üzerine Etkisi. (Doktora tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, Türkiye.
- Gündoğdu, M. A., Kaleci, N., Nergis, O., & Doğan, E., 2016. Farklı Zaman Periyotlarında Hasat Edilen Bazı Yabancı Kökenli Zeytin Çeşitlerinin Pomolojik ve Bazı Biyokimyasal Karakterlerindeki Değişimlerin Saptanması. *Zeytin Bilimi*, 6(2), 61-67.
- Grounta, A., ve Panagou, E.Z., 2017. *Olives Fermentation, Lactic Acid Fermentation Of Fruits and Vegetables*, Paramithiotis, S., CRC Press Taylor & Francis Group, Baco Raton, USA, 157-174.
- Habibi, M., Golmakani, M. T., Farahnaky, A., Mesbahi, G., & Majzoobi, M., 2016. NaOH-free debittering of table olives using power ultrasound. *Food Chemistry*, 192, 775-781.
- Habibi, M., Golmakani, M. T., Mesbahi, G., Majzoobi, M., & Farahnaky, A., 2015. Ultrasound-accelerated debittering of olive fruits. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 31, 105-115.
- Halil, S., 2019. Değişik zeytin çeşitlerinde yağ ve protein içeriği ile morfolojik ve pomolojik özelliklerinin araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Hamdi, M., 2003. New trends of table olive processing for quality control and functional proprieties. *Handbook of fermented functional foods*, Farnworth, E., R., *Handbook of Fermented Functional Foods*, CRC Press, Boca Raton, 413-431.
- Harp, F., Keçeli, T., 2008. Sofralık Zeytinde Kaliteyi Etkileyen Faktörler. I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, Edremit-Balıkesir, Türkiye.
- Hurtado, A., Reguant, C., Bordonas, A. Rozès, N., 2012. Lactic acid bacteria from fermented table olives. *Food Microbiology*, 31 (1), 1-8.
- Irmak, Ş., Güngör, F. Ö., & Susamcı, E., 2010. Bazı sofralık zeytin çeşitlerimizin toplam fenolik madde miktarları ve işleme tekniklerinin bu bileşikler üzerine etkileri. *Zeytin bilimi*, 1(2), 57-64.
- Irmak, Ş., Sefer, F., Güngör, F. Ö., Susamcı, E., Güloğlu, U., Yıldırım, A., & Tusu, G., 2022. Determination of table olive characteristics of new olive varieties obtained by crossbreeding of Gemlik and Memecik variety. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 59(2), 195-208.
- Irmak, Ş., & Ötleş, S., 2025. Farklı yöntemlerle üretilen az tuzlu doğal Gemlik siyah zeytinlerin muhafazası sırasında meyve renginde meydana gelen değişimler. *Journal of Innovative Engineering and Natural Science*, 5(1), 327-346.
- ISO 16654:2001, 2010. International Organization for Standardization, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection of *Escherichia coli* O157, ISO 16654:2001, İsviçre.
- İsfendiyoğlu, M., Çigdem, Z., & Özeker, E., 2018. Effects of chemical fruit thinning on oil yield and quality in 'Gemlik' olive (*Olea europaea* L.). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(2), 197-202.
- Kadalkal, E., 2009. Gemlik yöntemi ile işlenmiş gemlik tipi sofralık zeytinlerin antioksidan özellikleri ve fenolik profilleri. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

- Kailis, S., Harris, D., 2007. Producing Table Olives. Landlinks Press, 133 p, Australia.
- Kailis, S. G., & Kiritsakis, A., 2017. Table olives: Processing, nutritional, and health implications. Olives and olive oil as functional foods: Bioactivity, chemistry and processing, 295-324.
- Kaltsa, A., Papaliaga, D., Papaioannou, E. & Kotzekidou, P., 2015. Characteristics of oleuropeinolytic strains of *Lactobacillus plantarum* group and influence on phenolic compounds in table olives elaborated under reduced salt conditions. Food Microbiology, 48, 58-62.
- Kara, O. O., 2023. Process Conditions of Table Olive Fermentation. Eurasian Journal of Food Science and Technology, 7(1), 1-11.
- Kara, O. O. 2021. Sofralık Zeytinde Kalite Özellikleri ve Kaliteyi Etkileyen Faktörler. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 10(2), 84-93.
- Kara, G. N. ve Özbaş, Z. Y., 2013. Sofralık Zeytin Üretiminde Doğal Maya Florasının Önemi. Gıda/ The Journal of Food, 38(6), 375-382.
- Karabıyıklı, Ş., 2006. Kopanisti Peyniri Mikroflorasının Tespiti ve Fermantasyonda Rol Oynayan Mikroorganizmaların Tanımlanması. (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Karasu, N., 2006. Turşu ve Zeytinden Antagonistik ve Probiyotik Özellikte Laktik Starter Kültür Eldesi. (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye.
- Kaur, S., Kaur, R., Rani, N., Sharma, S., Joshi, M., 2021. Sources and Selection Criteria of Probiotics. Advances in Probiotics for Sustainable Food and Medicine, Goel, G., Kumar, A., Springer Singapore, s.27-44.
- Kaya, Ü., Mutlu, T. K., 2010. İznik'te yetiştirilen gemlik zeytininin ve yağının bazı fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 22(1), 199-206.
- Kayguloğlu, A., 2018. Sofralık siyah zeytin kalitesi üzerine acılık giderme işlemlerinin etkisi. (Doktora Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gıda Teknolojisi Bilim Dalı, Bursa. Türkiye.
- Keceli, T. M., Celik, F. H., & Koseoglu, O., 2024. Effect of growing regions on discrimination of Turkish-style black table olives from Gemlik cultivar. Journal of Oleo Science, 73(3), 321-331.
- Khalil, A. A., Rahman, M. M., Rauf, A., Islam, M. R., Manna, S. J., Khan, A. A., ... & Simal-Gandara, J., 2024. Oleuropein: Chemistry, extraction techniques and nutraceutical perspectives-An update. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 64(27), 9933-9954.
- Kıvanç, M. and Erişçi, Ş. Y., 2018. Sofralık fermente zeytinlerden (*Olea Europaea* L.) izole edilen laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal aktivitesinin ve bazı metabolik özelliklerinin belirlenmesi. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C- Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji, 7 (1): 41-51.
- Koirala, S., & Anal, A. K., 2021. Probiotics-based foods and beverages as future foods and their overall safety and regulatory claims. Future Foods, 3, 100013.
- Koyuncu, G., 2020. Sofralık zeytin fermantasyonunda starter kültür kullanımının zeytinin aroması ve kalite özellikleri üzerine etkisi.
- Koyuncu, G., & Cabaroğlu, T., 2024. Impact of lactic acid bacteria starter inoculation on the Physico-chemical, microbiological, volatiles and sensory properties of natural black Gemlik (*Olea europaea* L., cv.) table olives. Food Bioscience, 60, 104310.

- Koyuncu, G., & Cabaroğlu, T., 2020. Adana ilinde yetiştirilen Gemlik çeşidi zeytin meyvesinin kalite özelliklerinin ve aroma bileşiklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 45(6), 1163-1174.
- Köse, M., Semizoğlu, D., Kasnak, C., & Palamutoğlu, R., 2018. Gemlik tipi zeytinlerin olgunlaşma dönemindeki fenolik, flavonoid ve antioksidan kapasitesindeki değişiklikler. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 49-55.
- Kumral, A., 2005. Salamura Siyah Zeytin Üretiminde Farklı Tuzda ve Düşük Sıcaklıkta Fermentasyon Uygulamasının Olgunlaşma ve Kaliteye Etkisi. (Doktora Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa, Türkiye.
- Kumral, A., Basoğlu, F., Sahin, I., 2009. Effect of the use of different lactic starters on the microbiological and physicochemical characteristics of naturally black table olives of Gemlik cultivar. *Journal of food processing and preservation*, 33(5), 651-664.
- Kumral, A., Korukluoglu, M., Romero, C., de Castro, A., Ruiz-Barba, J. L., Brenes, M., 2013. Phenolic inhibitors involved in the natural fermentation of Gemlik cultivar black olives. *European Food Research and Technology*, 236, 101-107.
- Kutlu, E., Şen, F., 2011. Farklı hasat zamanlarının Gemlik zeytin (*Olea europea* L.) çeşidinde meyve ve zeytinyağı kalitesine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2), 85-93.
- 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.
- Leventdurur, S., 2017. Çukurova bölgesinde yetiştirilen Gemlik zeytin çeşidinin sofralık siyah zeytine işlenmesi ve starter geliştirilmesi üzerine araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, Türkiye.
- Leventdurur, S., Sert-Aydın, S., Boyacı-Gunduz, C., P., Agirman, B., Ghorbal, A. B., Francesca, N., Martorana, A. and 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: 289-301.
- López-García, E., Benítez-Cabello, A., Rodríguez-Gómez, F., Martín-Arranz, V., Romero-Gil, V., Arroyo-López, F. N., & Garrido-Fernández, A., 2025. Treatment of table olives with 1-methylcyclopropene, heat shock, and dimethyl dicarbonate impacts the microbial fermentation profile and composition of the fruit biofilm. *Food Control*, 169, 111021.
- López-García, E., Romero-Gil, V., Arroyo-López, F. N., & Benítez-Cabello, A., 2024. Impact of lactic acid bacteria inoculation on fungal diversity during Spanish-style green table olive fermentations. *International Journal of Food Microbiology*, 417, 110689.
- Lucena-Padrós, H. and Ruiz-Barba, J. L., 2016. Diversity and enumeration of halophilic and alkaliphilic bacteria in Spanish-style green table-olive fermentations, *Food Microbiol*, 53: 53-62.
- Lucena-Padrós, H., L., Caballero-Guerrero, B., Maldonado-Barragán, A. and Ruiz-Barba, J. L., 2014. Microbial diversity and dynamics of Spanish-style green table-olive fermentations in large manufacturing companies through culture-dependent techniques. *Food Microbiol*. 42: 154-165.

- Luyinda, A., 2022. Farklı sofralık zeytin işleme yöntemlerinin malathion ve parçalanma ürünü olan malaoxon kalıntıları üzerine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa, Türkiye.
- M. Sango, D., Abela, D., McElhatton, A., & Valdramidis, V. P., 2014. Assisted ultrasound applications for the production of safe foods. *Journal of Applied Microbiology*, 116(5), 1067-1083.
- Manav, H. M., 2021. Gemlik tipi sofralık siyah zeytinlerde uçucu aroma ve sülfür bileşenlerinin belirlenmesi. (Doktora Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa, Türkiye.
- Mantzourani, I., Kazakos, S., Terpou, A., Alexopoulos, A., Bezirtzoglou, E., Bekatorou, A., Plessas, S., 2018. Potential of the probiotic *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917 strain to produce functional fermented pomegranate juice. *Foods*, 8(1), 4.
- Martins, F., Ramalhosa, E., Rodrigues, N., Pereira, J. A., Baptista, P., Barreiro, M. F. F., & Crugeira, P. J., 2024. Effect of photostimulation through red LED light radiation on natural fermentation of table olives: An innovative case study with Negrinha the Freixo variety. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 256, 112945.
- Mateus, T., Santo, D., Saúde, C., Pires-Cabral, P. & Quintas, C., 2016. The effect of NaCl reduction in the microbiological quality of cracked green table olives of the Maçanillha Algarvia cultivar. *Int J Food Microbiol*, 218: 57–65.
- Medina, E., Gori, C., Servili, M., De Castro, A., Romero, C., & Brenes, M., 2010. Main variables affecting the lactic acid fermentation of table olives. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(6), 1291-1296.
- Mertbiçici, Y., 2022. Doğal yollarla acılığı azalan zeytin çeşitlerinin kalite karakteristiklerinin incelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir, Türkiye.
- Min, M., Bunt, C. R., Mason, S. L., & Hussain, M. A., 2019. Non-dairy probiotic food products: An emerging group of functional foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(16), 2626-2641.
- Mitjavila, M. T., & Moreno, J. J., 2012. The effects of polyphenols on oxidative stress and the arachidonic acid cascade. Implications for the prevention/treatment of high prevalence diseases. *Biochemical pharmacology*, 84(9), 1113-1122.
- Montoro, B. P., Benomar, N., Lavilla Lerma, L., Castillo Gutiérrez, S., Gálvez, A., & Abriouel, H., 2016. Fermented Aloreña table olives as a source of potential probiotic *Lactobacillus pentosus* strains. *Frontiers in microbiology*, 7, 1583.
- Morales-de la Peña, M., Welte-Chanes, J., Martín-Belloso, O., 2019. Novel technologies to improve food safety and quality. *Current opinion in food science*, 30, 1-7.
- Mridula, D., & Sharma, M., 2015. Development of non-dairy probiotic drink utilizing sprouted cereals, legume and soymilk. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 482-487.
- Mujdeci, G., Arévalo-Villena, M., Ozbas, Z.Y. & Pérez, A. B., 2018. Yeast Identification During Fermentation of Turkish Gemlik Olives. *J Food Sci*, 83:5.
- Nisiotou, A.A., Chorianopoulos, N., Nychas, G.-J.E. Panagou, E. Z., 2010. Yeast heterogeneity during spontaneous fermentation of black *Conservolea* olives in different brine solutions. *Journal of Applied Microbiology*, 108 (2), 396-405.

- Nunes, B. V., da Silva, C. N., Bastos, S. C., & de Souza, V. R., 2022. Microbiological inactivation by ultrasound in liquid products. *Food and Bioprocess Technology*, 15(10), 2185-2209.
- Oliveira, P. M., Leite Júnior, B. R. D. C., Martins, E. M. F., Martins, M. L., Vieira, É. N. R., de Barros, F. A. R., ... & Ramos, A. M., 2021. Mango and carrot mixed juice: a new matrix for the vehicle of probiotic lactobacilli. *Journal of food science and technology*, 58, 98-109.
- Özay, G., Borcaklı, M., Alperden, İ., Özsan, E. ve Erdek, Y., 1994. Farklı iki tip zeytin (gemlik ve edincik) fermentasyonlarının kimyasal ve mikrobiyolojik yönden incelenmesi. *Gıda*, 19 (1), 37-43.
- Özcan, M. M., Uslu, N., 2023. Effect of debittering process by the lye instead of NaOH on phenolic components and sensory properties of pickled olive fruits. *Food and Humanity*, 1, 227-240.
- Özdek, H. ve Aybar, A.S., 2019. Zeytinyağı üretiminde yenilikler ve türkiyenin küresel rekabetçi pozisyonu. *Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi*, 7 (76), 1-7.
- Özdemir, Y., 2011a. Bazı melez zeytinlerin fizikokimyasal özelliklerinin ve starter kültür (*Lactobacillus plantarum*) ilaveli sofralık zeytin fermentasyonuna uygunluklarının belirlenmesi. (Doktora Tezi), Namık Kemal Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tekirdağ, Türkiye.
- Özdemir, Y., Kurultay, M. Ö. Ş., & Kurultay, Ş., 2011b. Olgunlaşmayla Gemlik zeytininde oluşan fizikokimyasal değişimler. *Bahçe*, 40(1), 21-28.
- Özdemir, Y., Aktepetangu, N., Kayahn, S., & Keskinel, Ö., 2018b. Olive Characteristic Determination of Six Cultivar Candidates for Scratched Green Table Olive Production. *Journal of Nutritional Dietetics & Probiotics*, 1(1), 5.
- Özdemir, Y., Kayahan, S., Kul, B., Cam, O. N., & Ozkan, M., 2024. Removing the bitterness of olives with a pilot-scale ultrasonic system and determining its effect on table olive quality. *Journal of Food Science and Technology*, 1-11.
- Özdemir, Y., Tangu, N. A., Ozturk, A., Akcay, M. E., & Ercisli, S., 2018a. Fruit characteristics of six candidate olive cultivars. *Folia Horticulturae*, 30(1), 169.
- Öztürk Güngör, F., 2010. Farklı yörelerde yetiştirilen Gemlik zeytininden sofralık siyah zeytin elde edilmesi sırasında temel bileşenlerinde meydana gelen değişimler üzerine araştırmalar. (Yüksek Lisans Tezi) Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir, Türkiye.
- Öztürk Güngör, F., Özdestan Ocak, Ö., & Ünal, M. K., 2022. Effects of different preservation methods and storage on Spanish-style domat olives fermented with different chloride salts. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(5), e15236.
- Pandiselvam, R., Mitharwal, S., Rani, P., Shanker, M. A., Kumar, A., Aslam, R., ... & Khaneghah, A. M., 2023. The influence of non-thermal technologies on color pigments of food materials: An updated review. *Current Research in Food Science*, 6, 100529.
- Panghal, A., Virkar, K., Kumar, V., Dhull, S. B., Gat, Y., Chhikara, N., 2017. Development of probiotic beetroot drink. *Current research in nutrition and food science journal*, 5(3).
- 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.
- Parlak, S., 2007. Marmara Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Zeytin (*Olea Europea L.*) Kültivarlarının Moleküler Sistematik Analizi. (Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye.
- Pereira, E. L., Ramalhosa, E., Borges, A., Pereira, J. A. & Baptista, P., 2015. Yeast dynamics during the natural fermentation process of table olives (Negrinha de Freixo cv.). *Food Microbiol*, 46: 582-586.
- Pichhardt, K., 2004. Gıda Mikrobiyolojisi, Gıda endüstrisi için Temel Esaslar ve Uygulamalar. Literatür Yayınları, No:115, 349 s. İstanbul.
- Pimentel, T. C., Madrona, G. S., Garcia, S., Prudencio, S. H., 2015. Probiotic viability, physicochemical characteristics and acceptability during refrigerated storage of clarified apple juice supplemented with *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* and oligofructose in different package type. *LWT-Food science and Technology*, 63(1), 415-422.
- Pino, A., Angelis, M., D., Todaro, A., Van Hoorde, K., Randazzo, C. L. & Caggia, C., 2018. Fermentation of Nocellara Etnea Table Olives by Functional Starter Cultures at Different Low Salt Concentrations. *Front Microbiol*, 9, 1125.
- 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. *Front Microbiol*, 10, 174.
- Pistarino, E., Aliakbarian, B., Casazza, A. A., Paini, M., Cosulich, M. E., & Perego, P., 2013. Combined effect of starter culture and temperature on phenolic compounds during fermentation of Taggiasca black olives. *Food chemistry*, 138(2-3), 2043-2049.
- Porru, C., Rodríguez-Gómez, F., Benítez-Cabello, A., Jimenez-Díaz, R., Zara, G., Budroni, M., Mannazzu, I. & Noé Arroyo-López, F., 2018. Genotyping, identification and multifunctional features of yeasts associated to Bosana naturally black table olive fermentations. *Food Microbiol*, 69: 33-42.
- Preedy, V.R. and Watson, R.R., 2010. Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention. Academic Press, 5 p, San Diego, USA.
- Rallo, L., Díez, C. M., Morales-Sillero, A., Miho, H., Priego-Capote, F., & Rallo, P., 2018. Quality of olives: A focus on agricultural preharvest factors. *Scientia horticulturae*, 233, 491-509.
- Randazzo, C. L., Todaro, A., Pino, A., Pitino, I., Corona, O. & Caggia, C., 2017. Microbiota and metabolome during controlled and spontaneous fermentation of Nocellara Etnea table olives. *Food Microbiol*, 65, 136-148.
- Randazzo, C. L., Ribbera, A., Pitino, I., Romeo, F. V., Caggia, C. 2012. Diversity of bacterial population of table olives assessed by PCR-DGGE analysis. *Food microbiology*, 32(1), 87-96.
- Rastogi, N. K., 2011. Opportunities and challenges in application of ultrasound in food processing. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51(8), 705-722.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26,1231-1237.

- Reis, P. J., Tavares, T. G., Rocha, J. M., Malcata, F. X., & Macedo, A. C., 2022. Cobrançosa table olives: Characterization of processing method and lactic acid bacteria profile throughout spontaneous fermentation. *Applied Sciences*, 12(19), 9738.
- Roberts, D., Reyes, V., Bonilla, F., Dzandu, B., Liu, C., Chouljenko, A., Sathivel, S., 2018. Viability of *Lactobacillus plantarum* NCIMB 8826 in fermented apple juice under simulated gastric and intestinal conditions. *LWT*, 97, 144-150.
- Rodríguez-Gómez, F., Bautista-Gallego, J., Romero-Gil, V., Arroyo-López, F. N., Garrido-Fernández, A., & García-García, P., 2012. Effects of salt mixtures on Spanish green table olive fermentation performance. *LWT-Food Science and Technology*, 46(1), 56-63.
- Rokni, Y., Abouloifa, H., Bellaouchi, R., Gaamouche, S., Mchouer, K., Hassanoui, I., Lamzira, Z., Ghabbeour, N. & Asehrou, A., 2017. Technological process of fermented olive. *Arab J Chem Environ*, 7(2): 63-91.
- Romero-Gil, V., Gómez-Rodríguez, F., Garrido-Fernández, A., García- García, P. & Arroyo-López, F. N., 2016. *Lactobacillus pentosus* is the dominant species in spoilt packaged Aloreña de Málaga table olives. *LWT Food Sci Technol*, 70; 252-260.
- Ruiz-Barba, J. L., Sánchez, A. H., López-López, A., Cortés-Delgado, A., & Montaña, A., 2023. Microbial community and volatiline changes in brines along the spontaneous fermentation of Spanish-style and natural-style green table olives (Manzanilla cultivar). *Food microbiology*, 113, 104286.
- Sahan, Y., Cansev, A., & Gulen, H., 2013. Effect of processing techniques on antioxidative enzyme activities, antioxidant capacity, phenolic compounds, and fatty acids of table olives. *Food Science and Biotechnology*, 22, 613-620.
- Santos Monteiro, S., Albertina Silva Beserra, Y., Miguel Lisboa Oliveira, H., Pasquali, M. A. D. B., 2020. Production of probiotic passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) drink using *Lactobacillus reuteri* and microencapsulation via spray drying. *Foods*, 9(3), 335.
- Saraçoğlu, T. ve Ulusoy, E., 2009. Ege bölgesi bazı yağlık zeytin çeşitlerinin mekanik hasat kriterlerinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilim Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*, 5 (1), 71-81.
- Savaş, E., 2020. Türk sofralık yeşil zeytinlerin antioksidan özellikleri üzerine İspanyol yöntemi ile işlemenin etkisi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 216-227.
- Savaş, E., & Uylaşer, V., 2013. Quality improvement of green table olive cv.'domat'(Olea europaea L.) grown in Turkey using different de-bittering methods. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(1), 269-275.
- 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, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Antakya-Hatay, Türkiye*.
- Sidari, R., Martorana, A& de Bruno, A., 2019. Effect of brine composition on yeast biota associated with naturally fermented Nocellara messinese table olives. *LWT Food Sci Technol*, 109: 163-170.
- Silva, T., Reto, M., Sol, M., Peito, A., Peres, C. M., Peres, C., Malcata, F. X., 2011. Characterization of yeasts from Portuguese brined olives, with a focus on their

- potentially probiotic behavior. *LWT-Food Science and Technology*, 44(6), 1349-1354.
- Simões, L., Fernandes, N., de Souza, A., dos Santos, L., Magnani, M., Abrunhosa, L., Teixeira, J., Schwan, R., F., Dias, D. R., 2022. Probiotic and antifungal attributes of lactic acid bacteria isolates from naturally fermented Brazilian table olives. *Fermentation*, 8(6), 277.
- Simões, LA, Cristina de Souza, A., Ferreira, I., Melo, DS, Lopes, LAA, Magnani, M., ... ve Dias, DR, 2021. Brezilya fermente sofralık zeytinlerinden izole edilen mayaların probiyotik özellikleri. *Uygulamalı Mikrobiyoloji Dergisi*, 131 (4), 1983-1997.
- Singh, N., Kaur, M., Sandhu, K. S. 2005. Physicochemical and functional properties of freeze-dried and oven dried corn gluten meals. *Drying technology*, 23(4), 975-988.
- Şahin, U., & Şeker, M., 2022. Çanakkale'nin Eceabat yöresinde yetiştiriciliği yapılan zeytin çeşitlerinin pomolojik özellikleri. *Uluslararası Fen Araştırmalarında Yenilikçi Yaklaşımlar Dergisi*, 6(2), 94-106.
- Tangu, N. A., Akçay, M. E., Bilen, E., 2016. Bazı ümitvar sofralık zeytin tiplerinin pomolojik özellikleri. *Bahçe*, 45(2), 55-65.
- Taş, E., Seven, Ü. ve Güçer, Ş. 2008. Zeytin İşleme Teknolojilerinde Kalite Beklentileri, I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, 17-18 Mayıs, 2008, Edremit-Balıkesir.
- Tataridou, M., & Kotzekidou, P., 2015. Fermentation of table olives by oleuropeinolytic starter culture in reduced salt brines and inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Food Microbiology*, 208, 122-130.
- Tofalo, R., Perpetuini, G., Schirone, M., Ciarrocchi, A., Fasoli, G., Suzzi, G., & Corsetti, A., 2014. *Lactobacillus pentosus* dominates spontaneous fermentation of Italian table olives. *LWT-Food Science and Technology*, 57 (2), 710-717.
- Tofalo, R., Perpetuini, G., Schirone, M., Suzzi, G. & Corsetti, A., 2013. Yeast Biota Associated To Naturally Fermented Table Olives From Different Italian Cultivars. *Int J Food Microbiol*, 161: 203-208.
- Tofalo, R., Schirone, M., Perpetuini, G., Angelozzi, G., Suzzi, G., & Corsetti, A., 2012. Microbiological and chemical profiles of naturally fermented table olives and brines from different Italian cultivars. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 102, 121-131.
- Tokuşoğlu, Ö., 2016. Özel Meyve: Zeytin Kimyası, Kalite ve Teknolojisi. Sıdaş Medya, İzmir.
- Traina, C., Ferrocino, I., Bonciolini, A., Cardenia, V., Lin, X., Rantsiou, K., & Cocolin, L., 2024. Monitoring the yeasts ecology and volatiles profile throughout the spontaneous fermentation of Taggiasca cv. table olives through culture-dependent and independent methods. *International Journal of Food Microbiology*, 417, 110688.
- Tuna, S., 2006. Siyah Sofralık Zeytin Fermentasyonunda Alkali ve Enzimatik Yöntemlerin Fiziko-Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- Tunç, Y., & Yılmaz, K. U., 2023. Hassa (Hatay) Ekolojik Şartlarında Yerli ve Yabancı Bazı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşitlerinin Adaptasyonu. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 8-21.
- Tunçel, G., 2021. Mikrobiyal bulaşma kaynakları. *Gıda Mikrobiyolojisi*, Ünlütürk, A., Turantaş, F., İzmir, 45-52.

- Tzamourani, A. P., Di Napoli, E., Paramithiotis, S., Economou-Petrovits, G., Panagiotidis, S., & Panagou, E. Z., 2021. Microbiological and physicochemical characterisation of green table olives of Halkidiki and Conservolea varieties processed by the Spanish method on industrial scale. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(8), 3845-3857.
- Tombesi, A. and Tombesi, S., 2007. Orchard planning and planting. Production techniques in olive growing, Sbitri, M., O. and Serafi, F., International Olive Council (IOC), Spain, 17-40.
- Ummak Meral, B., 2019. Sofralık Siyah Zeytin Üretiminde Doğal Salamura ve Alkali İşleme Yöntemlerinin Kalite Üzerine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri, Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, Türkiye.
- Uslu, N., 2019. Akdeniz bölgesinde yetişen bazı zeytin çeşitlerinin ve yağlarının fizikokimyasal özellikleri üzerine sulamanın etkisi. (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Konya Türkiye.
- Uylaşer, V., 2015. Changes in phenolic compounds during ripening in Gemlik variety olive fruits obtained from different locations. *CyTA-Journal of Food*, 13(2), 167-173.
- Uylaşer, V., & Şahin, İ., 2004. Salamura siyah zeytin üretiminde geleneksel gemlik yönteminin günümüz koşullarına uyarlanması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 105-113.
- Uylaşer, V., İncedayı, B., Tamer, C. E., Yılmaz, N., Çopur, Ö. U., 2009. Physico-chemical properties and fatty acid composition of Gemlik variety olives.
- Uysal A, Kurt Ş, Soylu S, Soylu Em, Kara M., 2019. Yaprığı Yeneni Sebzelelerdeki Mikroorganizma Türlerinin MALDI-TOF MS (Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi) Tekniğı Kullanılarak Tanılanması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 29(4)
- Ünlütürk, A., Turantaş, F., 2015. Gıdaların Mikrobiyolojik Analizi. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri. İzmir, Türkiye, 163 s.
- Ünver, A., 2016. Applications of ultrasound in food processing. *Green Chemical and Technological Letters*, 2(3), 121-126.
- Vergara, J. V., Blana, V., Mallouchos, A., Stamatiou, A., & Panagou, E. Z., 2013. Evaluating the efficacy of brine acidification as implemented by the Greek table olive industry on the fermentation profile of Conservolea green olives. *LWT-Food Science and Technology*, 53(1), 113-119.
- Wang, J., Liu, Q., Xie, B., Sun, Z., 2020. Effect of ultrasound combined with ultraviolet treatment on microbial inactivation and quality properties of mango juice. *Ultrasonics sonochemistry*, 64, 105000.
- Wang, R., Sun, J., Lassabliere, B., Yu, B., & Liu, S. Q., 2022b. Green tea fermentation with *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 and *Lactiplantibacillus plantarum* 299V. *LWT*, 157, 113081.
- Wang, Z., Feng, Y., Yang, N., Jiang, T., Xu, H., & Lei, H., 2022a. Fermentation of kiwi fruit juice from two cultivars by probiotic bacteria: Bioactive phenolics, antioxidant activities and flavor volatiles. *Food Chemistry*, 373, 131455.
- Yıldız, G., 2014. Gemlik Çeşidi Sofralık Siyah Zeytinlerin Fenolik Bileşikleri Uzerine Yöre ve İşleme Tekniğinin Etkisinin Araştırılması. (Doktora Tezi), Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.

- Yıldız, E., 2021. (Türkiye) Gemlik çeşidi siyah sofralık zeytinlerin işlenmesinde ultrases ve ozon uygulamalarının etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Yıldırım, T., 2018. Gemlik zeytin çeşidinde doğal bazı fenolik bileşiklerin mevsimsel değişimleri. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye, 87 s.
- Yorulmaz, A., Erinç, H., Tatlı, A., & Tekin, A., 2017. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yetiştirilen Gemlik Çeşidi Zeytinlerde *Verticillium* Solgunluğunun Zeytinyağı Kalite Parametreleri ve Fenolik Bileşenlere Etkisi. *Gıda*, 42(2), 197-203.
- Yurtsever, S., 2006. Siyah Sofralık Zeytin Fermentasyonunda Alkali ve Enzimatik Yöntemlerin Mikrobiyolojik Özellikler Üzerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.
- Zago, M., Lanza, B., Rossetti, L., Muzzalupo, I., Carminati, D., Giraffa, G., 2013. Selection of *Lactobacillus plantarum* strains to use as starters in fermented table olives: Oleuropeinase activity and phage sensitivity. *Food Microbiology*, 34 (1), 81-87.
- Zawistowska-Rojek, A., & Tyski, S., 2018. Are probiotic really safe for humans?. *Polish journal of microbiology*, 67(3), 251-258.
- Zhang, Y., Cai, P., Cheng, G., & Zhang, Y., 2022. A brief review of phenolic compounds identified from plants: Their extraction, analysis, and biological activity. *Natural product communications*, 17(1).

6. EKLER

Ek 1 Çalışma kapsamında planlanan analizler için uygulama süreleri

Analiz		Uygulama Süreleri
Ham Meyve Analizleri		
Olgunluk İndeksi	Meyvede	Fermantasyon öncesi
Meyve Sayısı	Meyvede	Fermantasyon öncesi
Et/Çekirdek Oranı	Meyvede	Fermantasyon öncesi
Toplam Kuru Madde Analizi	Meyvede	Fermantasyon öncesi
Yağ Oranı:	Meyvede	Fermantasyon öncesi
Şeker Analizi	Meyvede	Fermantasyon öncesi
Mikrobiyolojik Analizler		
Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
Maya-Küf Sayımı	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
Laktik Asit Bakterilerinin (LAB) Sayımı	Salamurada	Fermantasyonun 0., 7., 15., 30.,60., 90. ve 120. gününde
Laktik Asit Bakteri Sayımı ve İzolasyonu	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
Toplam Koliform Sayımı	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
Fekal Koliform Sayımı	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
<i>E.coli</i> varlığı	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
<i>E.coli</i> O157:H7	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
<i>Staphylococcus aureus</i>	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
<i>Salmonella</i> spp.	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
LAB ve Maya Tanımlanması		Fermantasyon işlemi tamamlandıktan sonra
Fiziko-Kimyasal Analizler		
Titrasyon Asitliği ve pH Tayini	Salamurada	Fermantasyonun 0., 7., 15., 30.,60., 90. ve 120. gününde
Titrasyon Asitliği ve pH Tayini	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
Tuz Tayini	Salamurada	Fermantasyonun 0., 7., 15., 30.,60., 90. ve 120. gününde
Tuz Tayini	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
Renk Tayini	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
Sertlik Analizi	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
Toplam Fenolik Madde Tayini	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi	Meyvede	Fermantasyonun 0. ve 120. gününde
İstatistiksel Analiz		Tüm analizler tamamlandıktan sonra

Ek 2 %1'lik Potasyum tellürit çözeltisinin hazırlanması

1 gram potasyum tellürit-hydrate (Merck, 1.05164) tartıldı ve 100 ml damıtık suda çözdürüldü.



Ek 3 %10'luk Tartarik asit czeltisinin hazirlanmasi

10 g tartarik asit (Merck, 100804, Almanya) hassa terazide tartildi ve balon jojede 100 mL'lik damitik su hazirlanmistir.



Ek 4 Gram Boyama Çözeltilerinin Hazırlanması

Ek 4.1 Kristal violet

0.50 g kristal violet (Carlo Erba, Fransa) hassas terazide tartıldı ve 100 mL damıtık su içinde çözündürülmüştür.

Ek 4.2 İyot-lugol

0.50 g safranin (Carlo Erba, Fransa) hassas terazide tartıldı ve 10 ml %95'lik etil alkolde (Tekkim, TK.200650, Türkiye) çözündürüldü ve 100 mL damıtık su ile karıştırıldı.

Ek 4.3 Safranin

2 g potasyum iyodür (KI, Merck, 1.05043, Almanya) hassas terazide tartıldı ve 300 mL damıtık su içinde çözündürüldü. Bu çözeltiye daha sonra 1 g iyice ezilmiş iyot kristali (Merck, 1.04761, Almanya) eklendi ve oda sıcaklığında tam bir çözünme sağlanıncaya kadar karıştırıldı.

Ek 5 %5'lik α -naftol Çözeltisinin Hazırlanması

5 g α -naftol (Merck, 1.06223, Almanya) hassas terazide tartıldı ve 100 mL etil alkolde (%95'lik) (Tekkim, TK.200655, Türkiye) çözündürüldü. Hazırlanan çözelti buzdolabında aliminyum folya ile sarılmış koyu renkli şişede muhafaza edilmiştir.



Ek 6 %40'lık Potasyum Hidroksit (KOH) Çözeltisinin Hazırlanması

40 g potasyum hidroksit (Merck, 1.05033, Almanya) hassas terazide tartıldı, bir miktar damıtık suda çözündürüldükten sonra balonjojeye aktarıldı ve 100 mL'ye tamamlandı.



Ek 7 En muhtemel sayı (EMS) çizelgesi

EMS ÇİZELGESİ ; EMS/g (mL)								
Pozitif Tüpler			Sayı ve kategori		% 95 güvenlik sınırı		% 99 güvenlik sınırı	
1 mL	0.1 mL	0.01 mL	EMS	Kategori	Alt	Üst	Alt	Üst
0	0	0	< 0.30	-	0.00	0.94	0.00	1.40
0	1	0	0.30	2	0.01	1.00	0.00	1.60
0	2	0	0.62	3	0.12	1.70	0.05	2.50
1	0	0	0.36	1	0.02	1.70	0.01	2.50
1	1	0	0.74	1	0.13	2.00	0.06	2.70
1	1	1	1.10	3	0.40	3.50	0.20	4.60
1	2	0	1.10	2	0.40	3.50	0.20	4.60
1	2	1	1.50	3	0.50	3.80	0.20	5.20
1	3	0	1.60	3	0.50	3.80	0.20	5.20
2	0	0	0.92	1	0.15	3.50	0.07	4.60
2	0	1	1.40	2	0.40	3.50	0.20	4.60
2	1	0	1.50	1	0.40	3.80	0.20	5.20
2	1	1	2.00	2	0.50	3.80	0.20	5.20
2	2	0	2.10	1	0.50	4.00	0.20	5.60
2	2	1	2.80	3	0.90	9.40	0.50	14.20
2	3	0	2.90	3	0.90	9.40	0.50	14.20
3	0	0	2.30	1	0.50	9.40	0.30	14.20
3	0	1	3.80	2	0.90	10.40	0.50	15.70
3	0	2	6.40	3	1.60	18.10	1.00	25.00
3	1	0	4.30	1	0.90	18.10	0.50	25.00
3	1	1	7.50	1	1.70	19.90	1.10	27.00
3	1	2	12.00	3	3.00	36.00	2.00	44.00
3	2	0	9.30	1	1.80	36.00	1.20	43.00
3	2	1	15.00	1	3.00	38.00	2.00	52.00
3	2	2	21.00	2	3.00	40.00	2.00	56.00
3	2	3	29.00	3	9.00	99.00	5.00	152.00
3	3	0	24.00	1	4.00	99.00	3.00	152.00
3	3	1	46.00	1	9.00	198.00	5.00	283.00
3	3	2	110.00	1	20.00	400.00	10.00	570.00
3	3	3	>110.00					

Ek 8 Methyl Red İndikatörü

0.20 g methyl red (Carlo Erba, 476883, Fransa) hassa terazide tartıldı, 50 mL %95'lik etil alkol (Tekkim, TK.200650, Türkiye) içinde çözündürüldükten sonra üzerine yavaş yavaş 50 ml damıtık su eklendi.



Ek 9 0.1 N Sodyum Hidroksit Çözeltisinin Hazırlanması

4 g NaOH (Merck, 6462, Almanya) hassas terazide tartıldı ve bir miktar damıtık su da çözündürüldü. Daha sonra 1000 ml'lik ölçü balonuna aktarılarak balon çizgisine kadar saf su ile tamamlandı. Çözeltinin faktörünün belirlenmesi amacıyla primer standart olarak potasyum hidrojen fitalat (Merck, 1.04874, Almanya) kullanılmıştır. Primer standart, deney yapılmadan önce 110°C da 3 saat kurutulmuş ve deney yapılana kadar desikatörde bekletilmiştir. 0.1000-0.1500 g arası potasyum hidrojen fitalat (Merck, 1.04874, Almanya) erlene tartılıp üzerine 50 mL damıtık su koyularak çözündürülmüştür. Ardından 2-3 damla fenolfitaleyn (Carlo Erba, 451154, Fransa) damlatılmıştır. Hazırlanan NaOH ile titrasyon yapılmış ve sarfiyat hesaplanmıştır.

$$F = \frac{m * 1000}{S * N * m}$$

F = Volumetrik faktör,

m = Primer standart maddenin kütlesi (g),

S = Harcanan çözelti hacmi (ml),

E = Standart maddenin eş değer ağırlığı,

N =Yaklaşık veya teorik derişim.

Kesin Derişim = F x Yaklaşık Derişim

Ek 10 Fenolftaleyn İndikatörünün Hazırlanması

2.5 g fenolftaleyn %96'lık etil alkolde (Tekkim, TK.200650, Türkiye) çözündürüldü ve daha sonra etil alkol ile 250 ml'ye tamamlandı.



Ek 11 0.1 N Gümüş Nitrat (AgNO₃) Çözeltisinin Hazırlanması

16.98 g AgNO₃ (Kimyalab, V57901) hassas terazide tartıldı ve bir miktar saf suda çözündürüldü. Balon jojeye aktarılarak hacim litreye tamamlanmıştır. Çözelti ısı ve ışıktan etkilenmemesi için koyu renkli şişede ve karanlık ortamda muhafaza edildi.



Ek 12 %5'lik Potasyum Kromat (K_2CrO_4) Çözeltisinin Hazırlanması

Hassas terazide 5 g potasyum kromat (Merck, 104952, Almanya) tartıldı ve bir miktar saf suda çözündürüldü. Daha sonra üzerine saf su eklenerek 100 ml'ye tamamlandı.

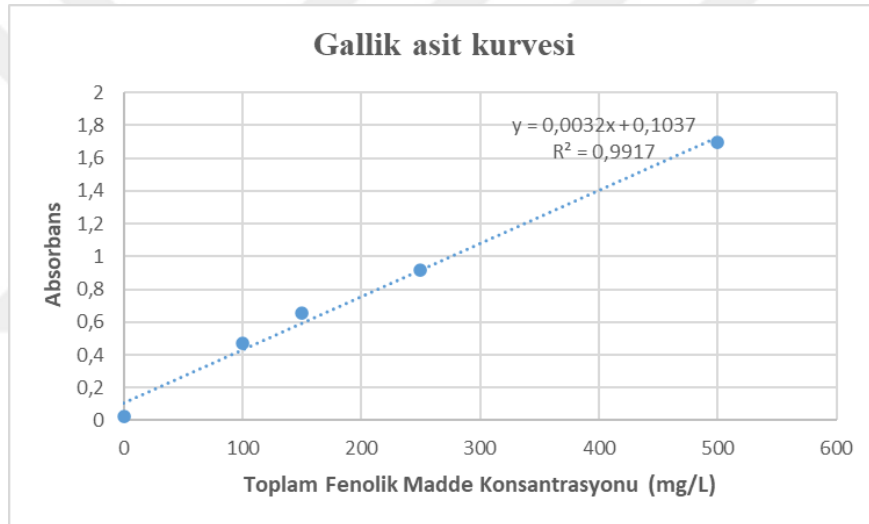


Ek 13 Toplam Fenolik Madde Tayininde Kullanılan Çözeltilerinin Hazırlanması ve Standart Grafiği

Ek 13.1 %20'lik Sodyum Karbonat Çözeltisinin Hazırlanması

200 g sodyum hidrojen karbonat (NaHCO_3 , Merck, 1.06329, Almanya) hassas terazide tartıldı, balonjojeye aktarıldı, bir miktar damıtık su ile çözündürüldü ve damıtık su ile 1000 mL'ye tamamlandı.

Ek 13.2 Gallik Asit Standart Grafiği



Ek 14 FRAP Tayininde Kullanılan Çözeltilerinin Hazırlanması ve Standart Grafiği

Ek 14.1 30 mM Asetat Tamponu

2.4 g sodyum asetat ve 14.5 ml asetik asit bir miktar suda çözündürülmüş ve pH değeri asetik asitle 3.6'ya ayarlanmış, hacmi de 1 L'ye saf suyla tamamlanmıştır.

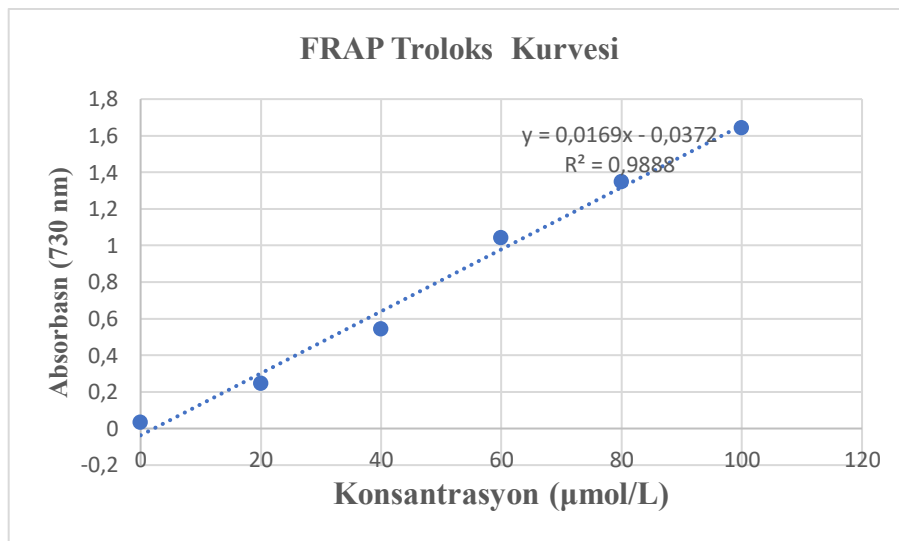
Ek 14.2 20 mM FeCl₃ Çözeltisi

324 mg FeCl₃ saf suda çözündürülmüş ve hacmi 100 ml'ye saf suyla tamamlanmıştır.

Ek 14.3 10 mM TPTZ (2,4,6-Tris (2-pyridyl)-s-triazine) Çözeltisi

312 mg TPTZ, 80 ml saf su ve 0.33 ml HCl asit karıştırılmış ve karışımın hacmi 100 ml'ye saf suyla tamamlanmıştır. Bu üç çözelti analiz yapılmadan önce sırasıyla 10:1:1 oranında karıştırılarak kullanılmıştır.

Ek 14.4 Standart Grafiği



Ek 15 TEAC Yöntemi Çözeltilerinin Hazırlanması ve Standart Grafiği

Ek 15.1 20 mM Sodyum Asetat Tamponu

0.82 g sodyum asetat, 400 ml saf suda çözündürülmüş, pH değeri asetik asitle 4.5'e ayarlanmış ve hacmi 500 ml'ye saf suyla tamamlanmıştır.

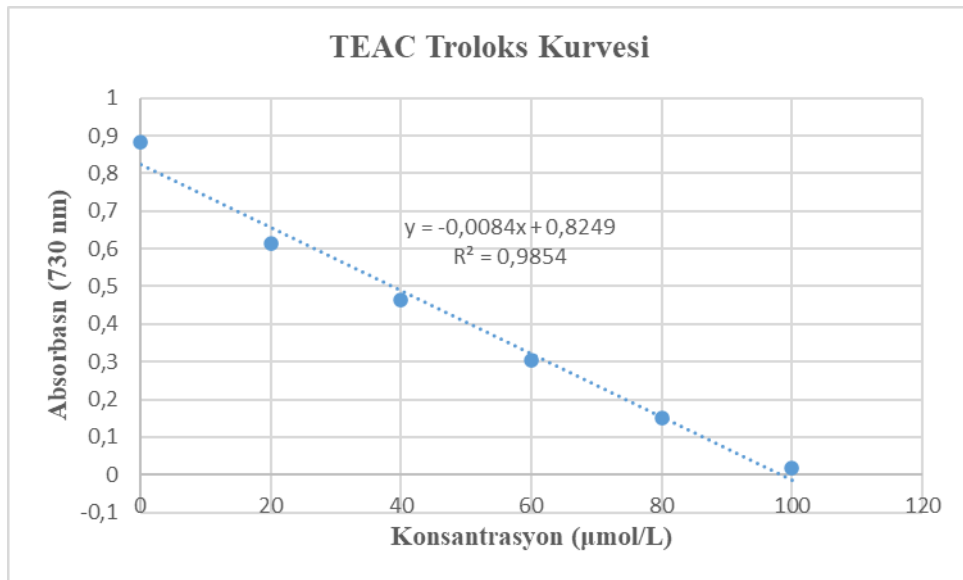
Ek 15.2 7 mM ABTS (2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) Çözeltilisi

192 mg ABTS saf suda çözündürülmüş ve hacmi 50 ml'ye saf suyla tamamlanmıştır.

Ek 15.3 2.45 mM Potasyum Peroksidisülfat Çözeltilisi:

33.1 mg potasyum peroksidisülfat saf suda çözündürülmüş ve hacmi 50 ml'ye saf suyla tamamlanmıştır. ABTS ve potasyum peroksidisülfat çözeltisi analiz yapılmadan önce 1:1 oranında karıştırılmış ve bir gece karanlık ortamda bekletilmiştir.

Ek 15.4 Standart Grafiği

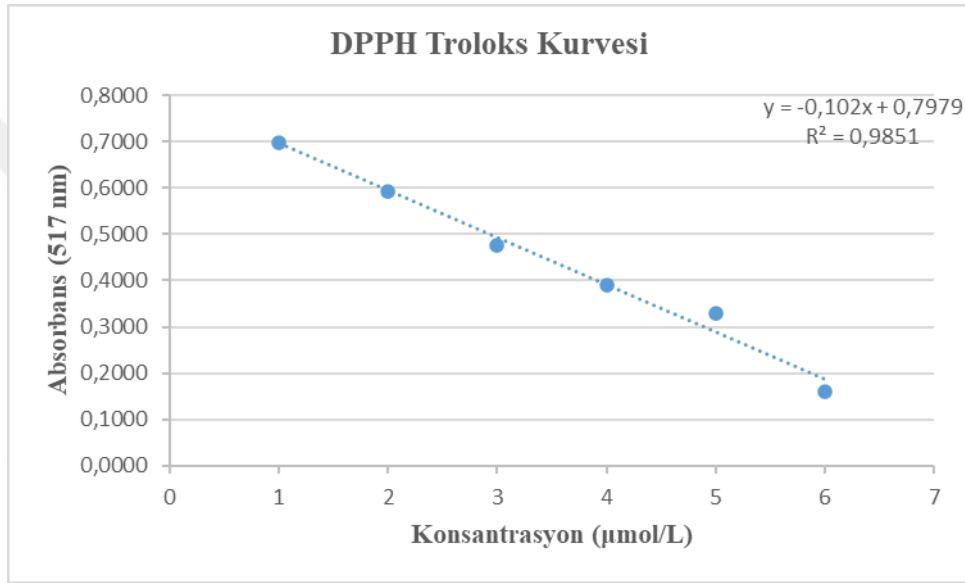


EK 16 DPPH Yöntemi Çözeltilerinin Hazırlanması ve Standart Grafiği

Ek 16.1 100 µM DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) Çözeltisi:

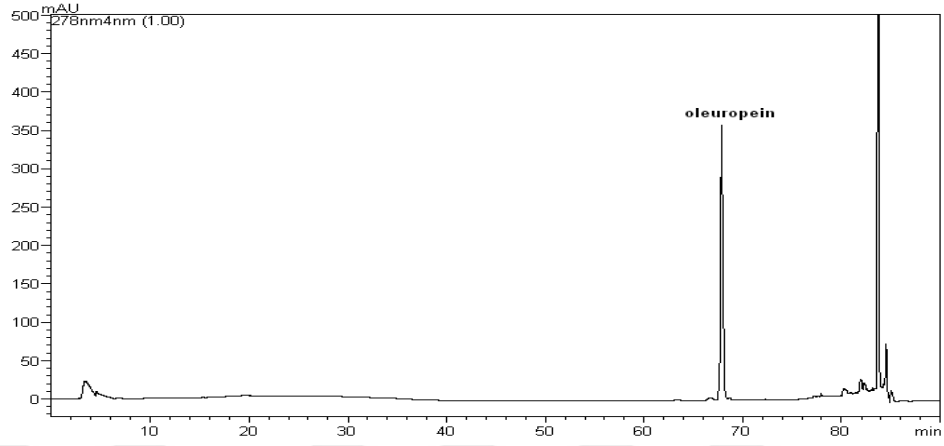
3 mg DPPH 100 ml metanolde çözündürülmüştür.

Ek 16.2 Standart Grafiği

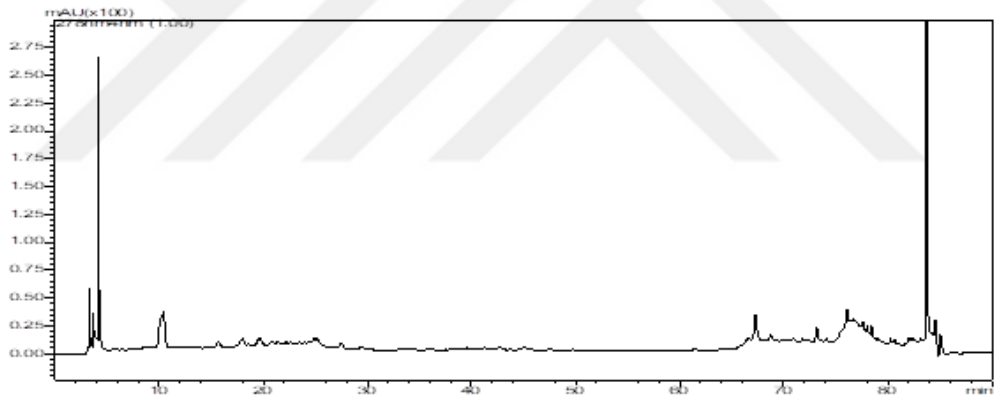


Ek 17 Oleuropein Analizi Sonuç Kromatogramları

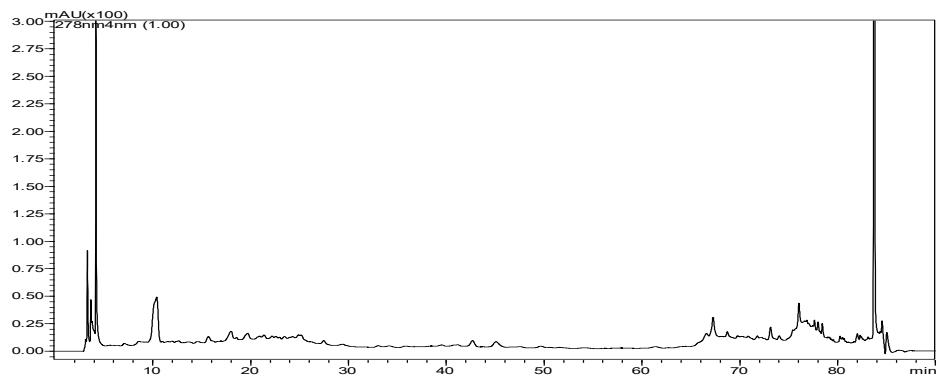
Ek 17.1 Oleuropein Analizi HPLC Kromatogramları Standart Kromatogramı



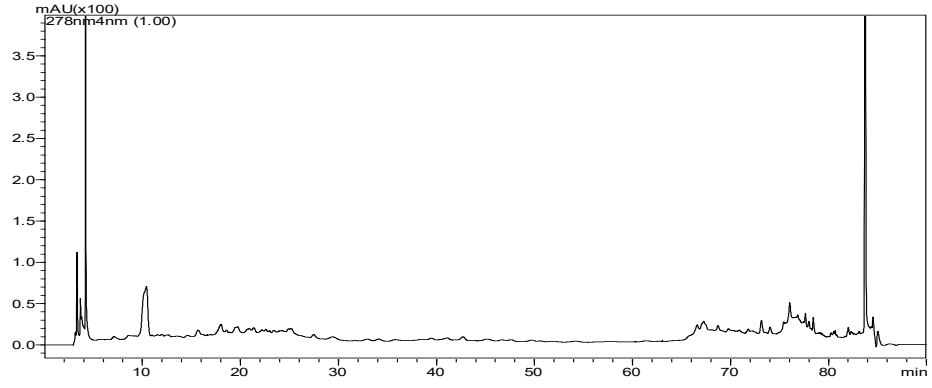
Gemlik Çeşidi Yeşil Ham Zeytin Meyvesi



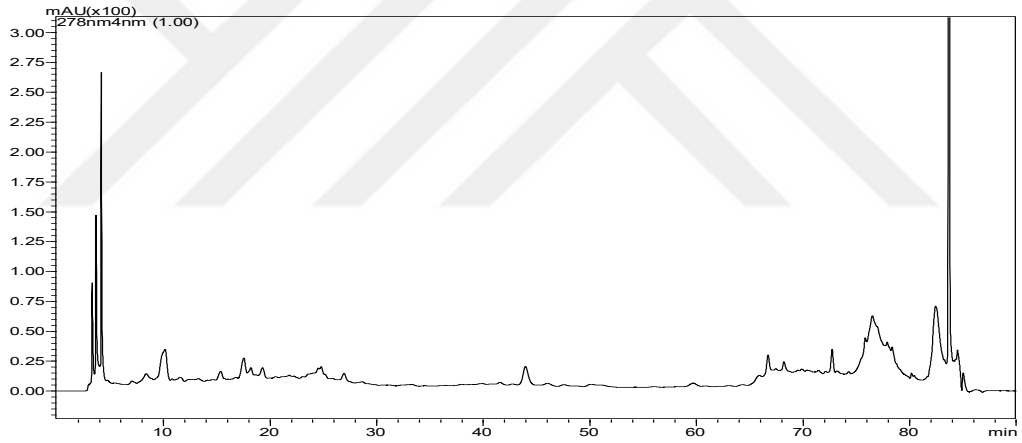
Gemlik Yeşil Zeytin Meyvesi Kontrol Grubu



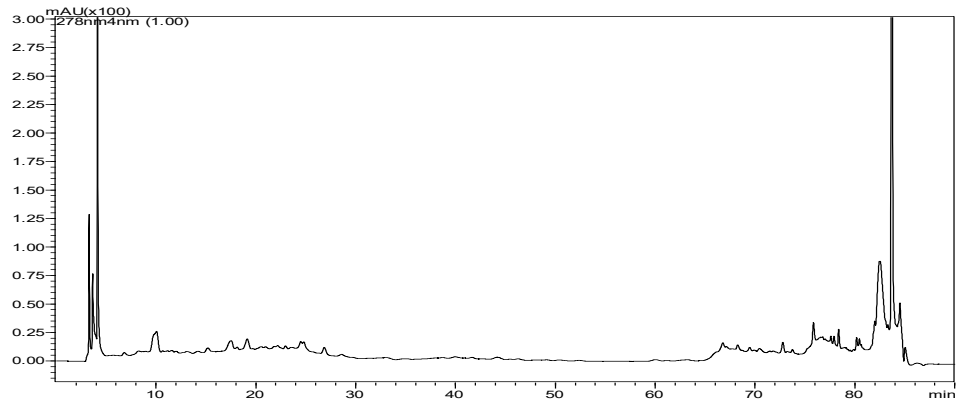
Gemlik Yeşil Zeytin Meyvesi KS1 Grubu



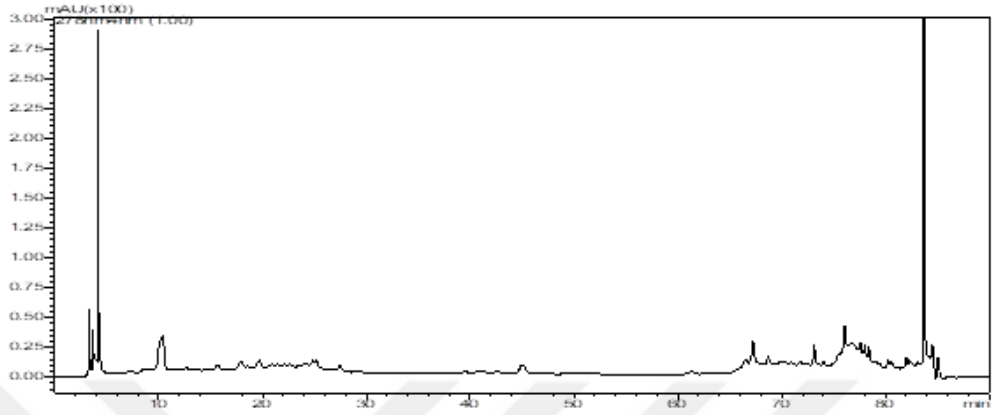
Gemlik Yeşil Zeytin Meyvesi KS2 Grubu



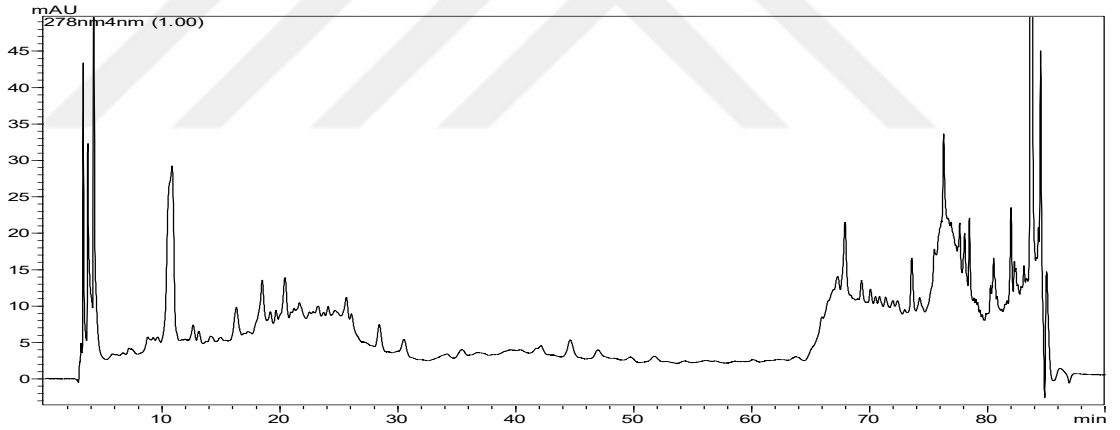
Gemlik Yeşil Zeytin Meyvesi KS3 Grubu



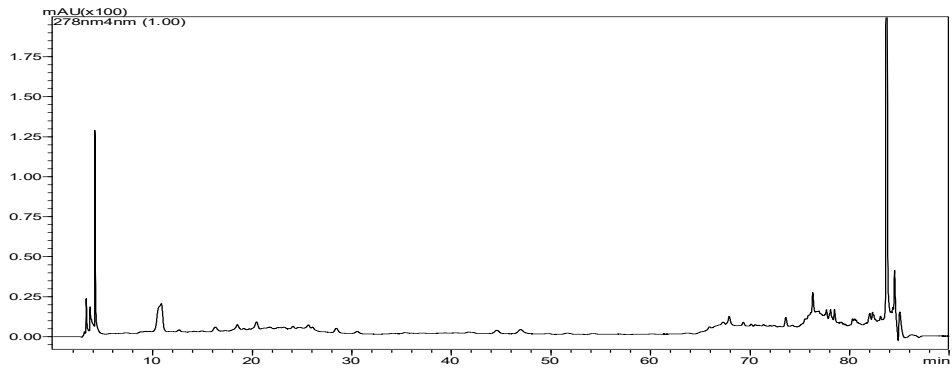
Gemlik Yeşil Zeytin Meyvesi KS4 Grubu



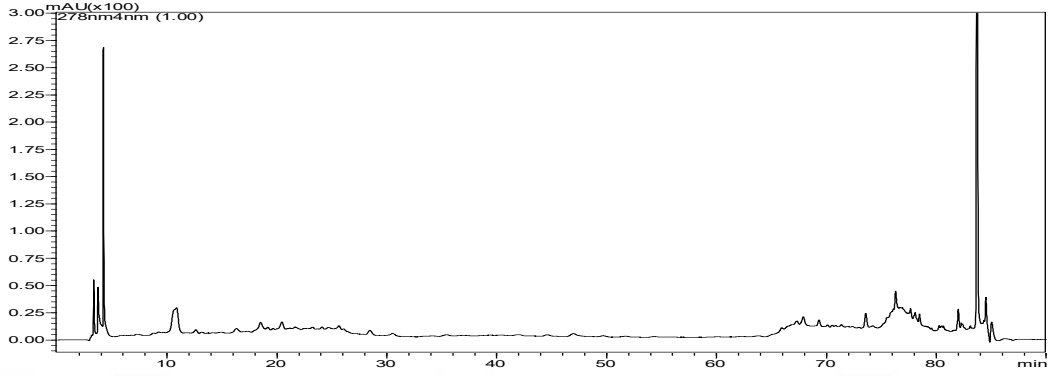
Gemlik Yeşil Zeytin Meyvesi A Grubu



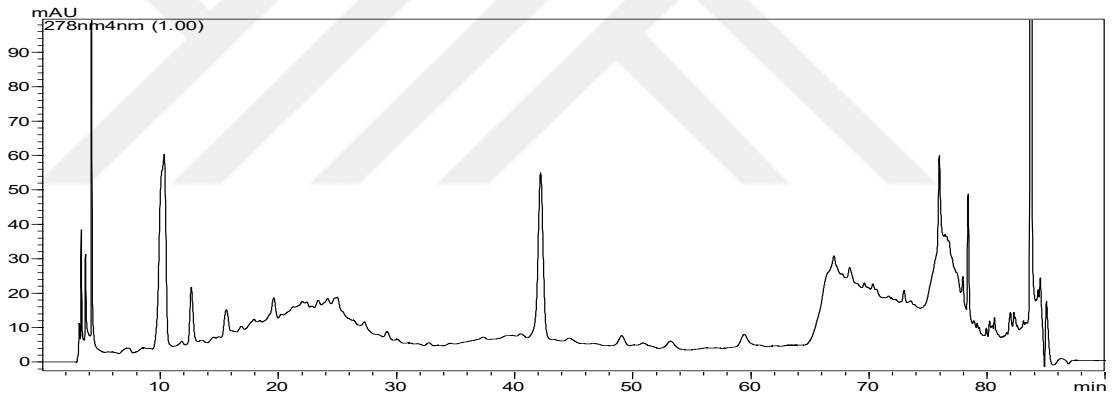
Gemlik Yeşil Zeytin Meyvesi C Grubu



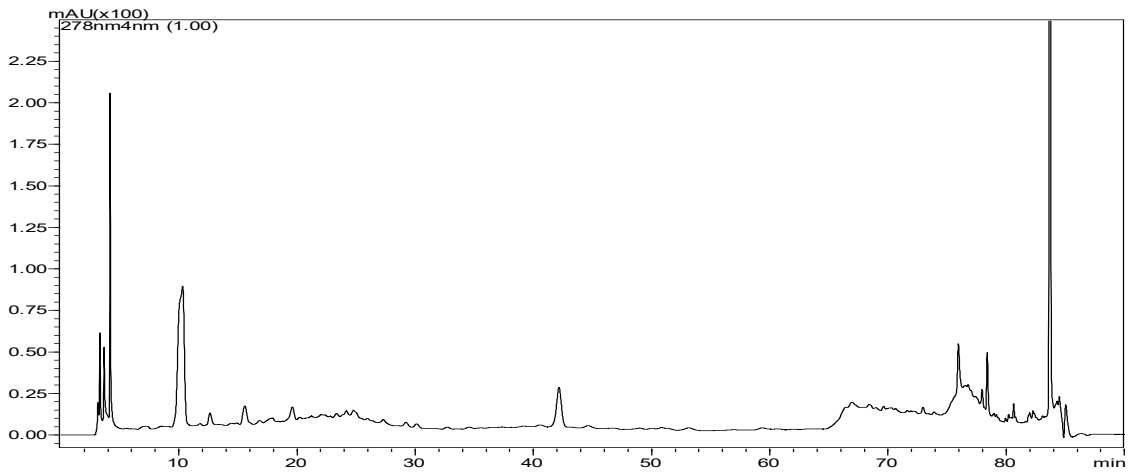
Gemlik Yeşil Zeytin Meyvesi D Grubu



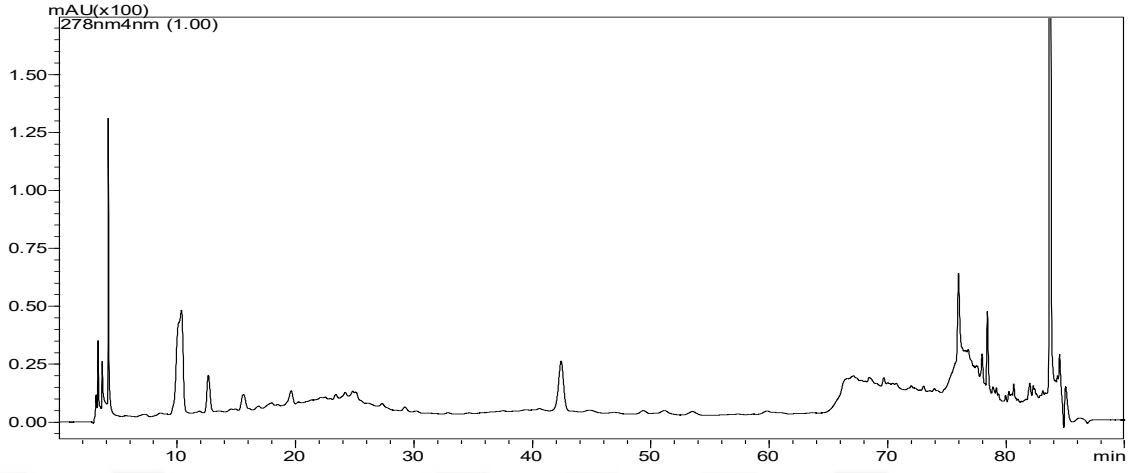
Gemlik Siyah Zeytin Ham Meyve Grubu



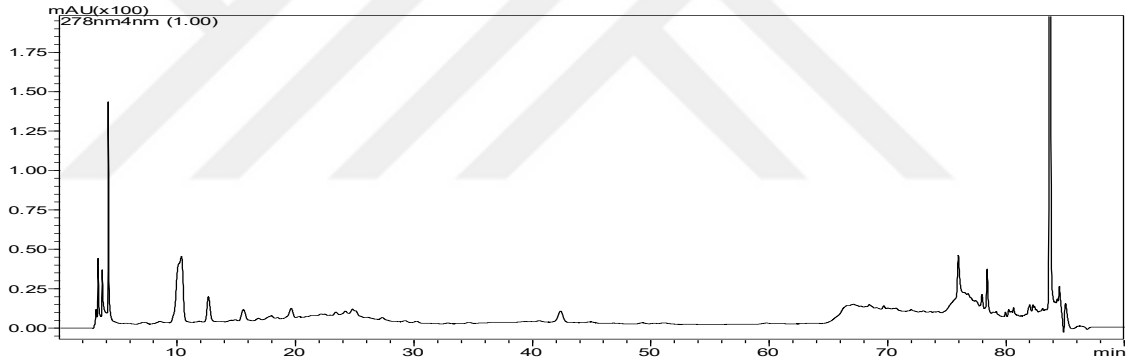
Gemlik Siyah Zeytin Meyve Kontrol Grubu



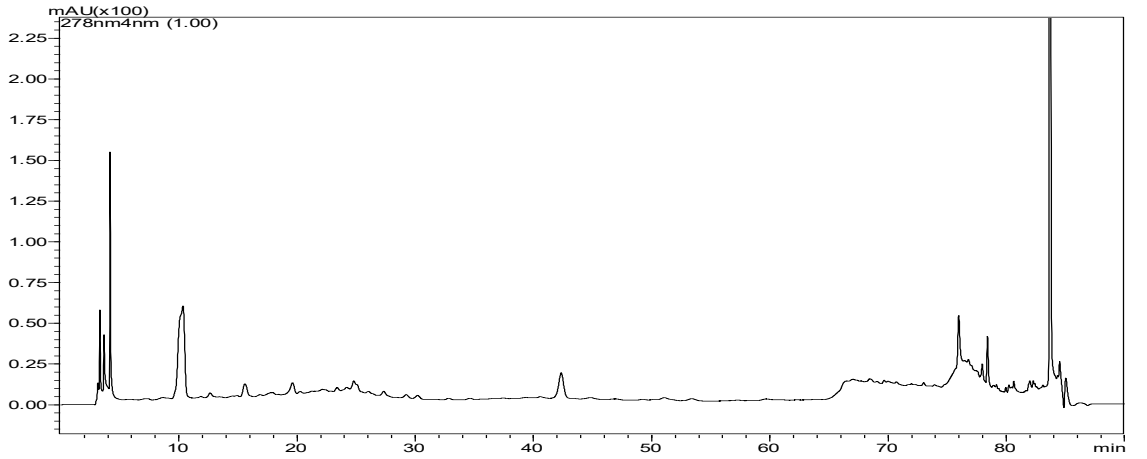
Gemlik Siyah Zeytin Meyve KS1 Grubu



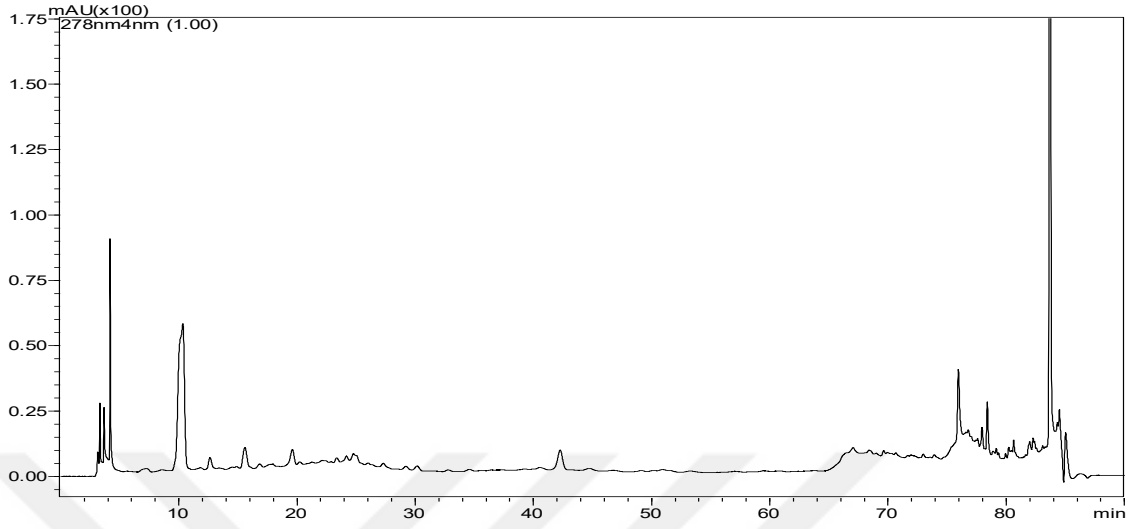
Gemlik Siyah Zeytin Meyve KS2 Grubu



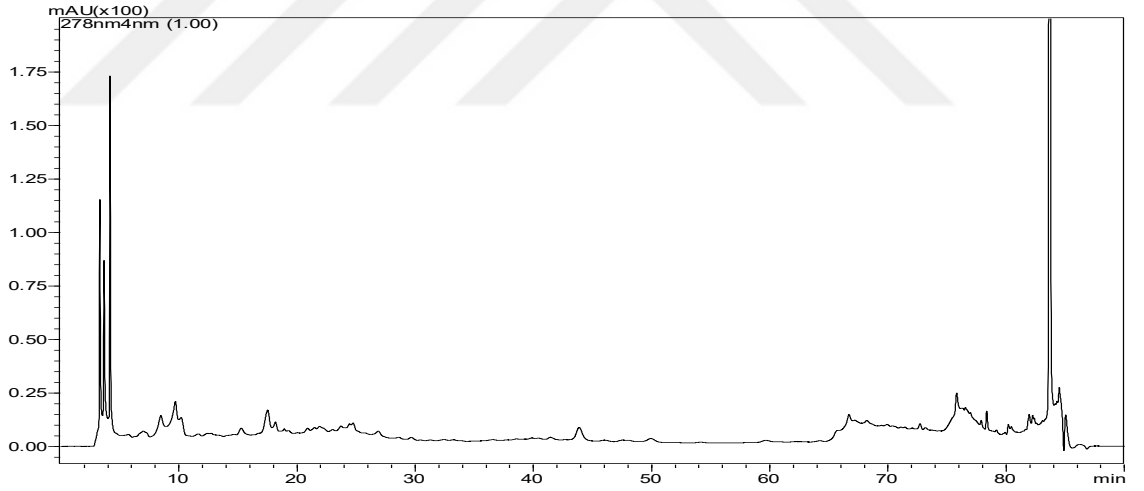
Gemlik Siyah Zeytin Meyve KS3 Grubu



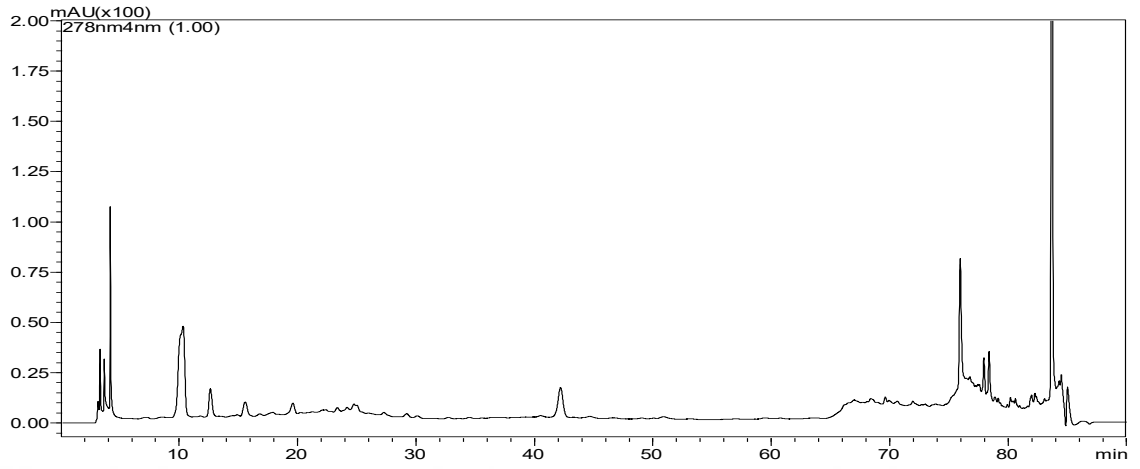
Gemlik Siyah Zeytin Meyve KS4 Grubu



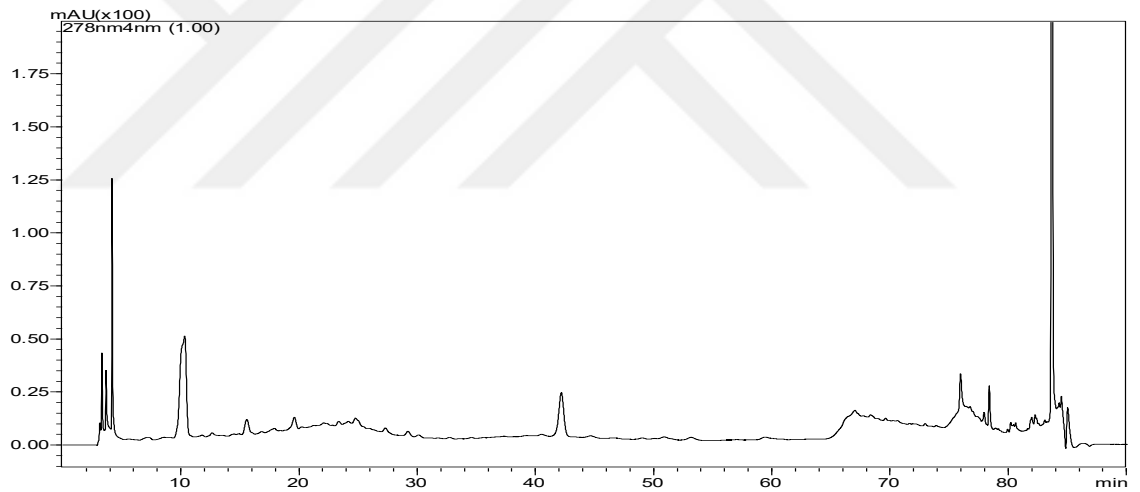
Gemlik Siyah Zeytin Meyve A Grubu



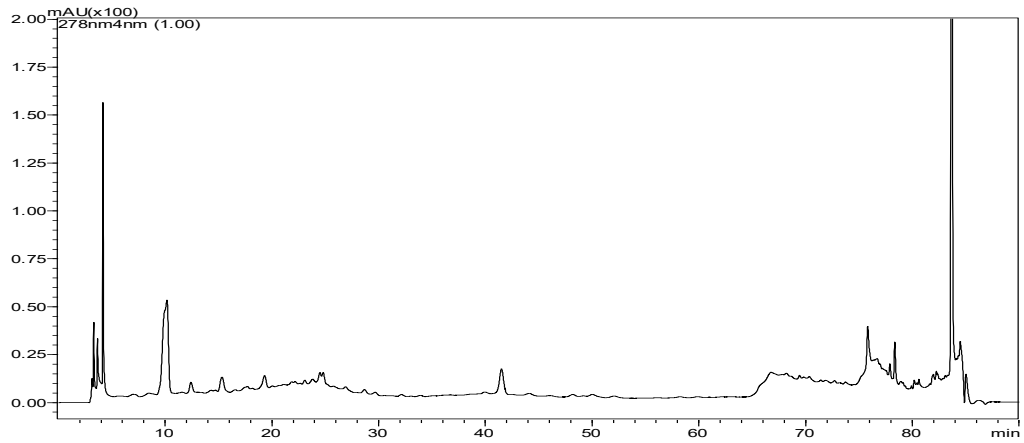
Gemlik Siyah Zeytin Meyve B Grubu



Gemlik Siyah Zeytin Meyve C Grubu



Gemlik Siyah Zeytin Meyve D Grubu



ÖZGEÇMİŞ

