ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Gülcan KOYUNCU

SOFRALIK ZEYTİN FERMANTASYONUNDA STARTER KÜLTÜR KULLANIMININ ZEYTİNİN AROMASI VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2020

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SOFRALIK ZEYTİN FERMANTASYONUNDA STARTER KÜLTÜR KULLANIMININ ZEYTİNİN AROMASI VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gülcan KOYUNCU

DOKTORA TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 09/01/2020 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

…….	…….	……..
Prof.Dr. Turgut CABAROĞLU DANIŞMAN	Prof.Dr. Filiz ÖZÇELİK ÜYE	Prof.Dr. Hüseyin ERTEN ÜYE
…….	……..	
Prof.Dr. Serkan SELLİ ÜYE	Prof.Dr. Haşim KELEBEK ÜYE	

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FDK-2017-7735

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

ÖZ

DOKTORA TEZİ

SOFRALIK ZEYTİN FERMANTASYONUNDA STARTER KÜLTÜR KULLANIMININ ZEYTİNİN AROMASI VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gülcan KOYUNCU

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman :Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
Yıl: 2020, Sayfa: 208
Jüri : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
: Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK
: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Prof. Dr. Haşim KELEBEK

Bu çalışmada Gemlik çeşidi salamura zeytin üretiminde fermantasyon sırasında *Lactobacillus pentosus* ve *Lactobacillus plantarum* starter kültür ilavesinin fermantasyon, zeytinin aroma bileşimi ve duyusal özellikleri üzerine etkisi depolama ile birlikte araştırılmıştır. Analizler zeytin meyvesinde ve fermente zeytinlerin depolama süresince tekrar edilmiştir. Starter kültür kullanımı spontan fermantasyon denemesine göre daha hızlı ve yüksek bir asitlenme, daha çabuk şeker tüketimi ve oleuropein hidrolizi sağlamıştır. Fermantasyon boyunca aşılanmış denemeler daha yüksek bir mikrobiyal (LAB, maya) gelişim izlenmiştir. Tüm örneklerde en yüksek miktarda bulunan aroma bileşeni grubu uçucu asitler olmuştur. Uçucu asitleri de alkoller, fenoller, aldehitler/ketonlar ve terpenler izlemiştir. 3-penten-2-ol, kreosol ve feniletil alkolde yüksek miktarda belirlenen bileşikler olmuştur. Starter kültür ilaveli zeytinlerde hoş kokular veren benzil alkol, feniletil alkol, l-hekzanol ve 2-hekzanol daha fazla tespit edilmiştir. Depolamaya bağlı olarak aroma bileşiminin miktarında tüm örneklerde önemli kayıplar görülmüştür. Duyusal açıdan en fazla beğeni gören zeytinler *Lactobacillus pentosus* ilave edilenler olmuştur. Bunu *Lactobacillus plantarum* ilaveli ve spontan fermente edilen zeytinler takip etmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre starter kültür kullanımının sofralık zeytin üretiminde avantaj sağladığı, aroma gelişimini teşvik ettiği ve en iyi sonucu veren kültürün ise *Lactabacillus pentosus* olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sofralık zeytin, starter kültür, fermantasyon, aroma bileşimi

ABSTRACT

PhD THESIS

THE EFFECT OF STARTER CULTURE ON OLIVE VOLATILE COMPOUNDS AND QUALITY PARAMETERS DURING FERMENTATION OF TABLE OLIVES

Gülcan KOYUNCU

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
Year: 2020, Pages: 208
Jury : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
: Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK
: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Prof. Dr. Haşim KELEBEK

In this study, the effect of *Lactobacillus pentosus* and *Lactobacillus plantarum* starter culture addition on fermentation, aroma composition and sensory properties of olives during fermentation in brine olives were investigated with storage. Analyzes were repeated during storage of olive fruits and fermented olives. The use of starter culture resulted in faster and higher acidification, faster sugar consumption and oleuropein hydrolysis than spontaneous fermentation trials. Inoculated experiments during fermentation showed a higher microbial (LAB, yeast) growth. In all samples, the highest amount of aroma component group was volatile acids. Volatile acids were also followed by alcohols, phenols, aldehydes/ketones and terpenes. 3-penten-2-ol, creosol and phenylethyl alcohol. Benzene alcohol, phenylethyl alcohol, 1-hexanol and 2-hexanol were found to be more pleasant in olives supplemented with starter culture. Significant losses were observed in the amount of aroma composition in all samples due to storage. *Lactobacillus pentosus* was added to the olives that were most acclaimed in sensory terms. This was followed by the addition of *Lactobacillus plantarum* and spontaneous fermented olives. According to the results obtained in this study, it was determined that the use of starter culture provided an advantage in table olive production, encouraged the development of aroma and the culture yielding the best results was *Lactabacillus pentosus*.

Keywords: Table olives, starter culture, fermentation, aroma composition

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Laktik asit fermantasyonu ile üretilen sofralık zeytin Akdeniz diyetinde önemli yeri olan fermente bir gıdadır. Ülkemiz sofralık zeytin üretim ve tüketiminde dünyadaki önemli ülkelerden biridir. Ancak, sofralık zeytin üretiminde büyük potansiyele sahip olan ülkemiz ihracatta aynı başarıyı yakalayamamaktadır. Kaliteli sofralık zeytin üretimi için; ülkemizde modern ve mekanize tesisler kurulmalı, yüksek tuz konsantrasyonlarının kullanımından kaçınılmalı ve starter kültür kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

Bu çalışmada Adana İlinde yetiştirilen Gemlik çeşidi zeytinler alınmış ve iki farklı starter kültür kullanılarak doğal salamura siyah zeytin üretimi yapılmıştır. Fermantasyon işlemi tamamlandıktan sonra sofralık zeytinler 6 ay boyunca +4°C'de depolanmıştır. Starter kültür kullanımının sofralık zeytinlerin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyusal özellikleri ve aroma bileşenleri üzerine etkisinin depolama ile birlikte tespit edilmesi amaçlanmıştır. Fermantasyon işleminde %10 NaCl konsantrasyonlu salamura kullanılmıştır. İlk deneme spontan, ikinci deneme *L. plantarum* ile aşılanarak, üçüncü deneme ise *L. pentosus* ile aşılanarak fermente edilmiştir.

Zeytinlerde; fiziksel ve kimyasal analizler (pH, asitlik, tuz, KM, indirgen şeker, oleuropein, yağ ve yağ asidi kompozisyonu) yapılarak zeytinlerin özellikleri tespit edilmiştir. Aroma maddelerinin ekstraksiyonunda 'Purge&Trap' yöntemiyle yapılmış ve aroma maddelerinin tanımlanmasında GC-MS kullanılmıştır. Fermantasyon sırasında salamuralarda laktik asit bakterisi ve maya sayımı yapılmıştır. Ayrıca starter kültür kullanımının ve depolamanın etkisini tespit etmek amacıyla duyusal analizler de gerçekleştirilmiştir.

Gemlik zeytinlerinin olgunluk indisi 4.84, kilogramdaki tane sayısı 295 ve et/çekirdek oranı 5.67 olarak tespit edilmiştir. Renk değerleri ise L* 28.20, a* 8.12 ve b* 1.48 olarak belirlenmiştir. Zeytin meyvesinin, pH değeri 5.40, asitlik değeri laktik asit cinsinden %0.20 ve indirgen şekeri %2.77 olarak bulunmuştur.

Başlangıçtaki LAB sayısı ise MRS besi yerinde 3.73-3.85 log kob/ml, M17 besi yerinde 3.27-3.47 log kob/ml aralığında değişmiştir. Maya sayısı ise 2.48-2.55 log kob/ml aralığında değişmiştir. Zeytin meyvesinde en fazla miktar ve bileşeni içeren aroma grubu yüksek alkoller olmuştur. Bunu aldehitlerve ketonlar takip etmiştir. En büyük paya sahip orama bileşenleri sırasıyla; 4-hidroksi-4-metil-2-pentanon, 2-bütoksietanol ve (E,E)-α-farnesen olmuştur.

Fermantasyon sırasında 8. hafta, 16. hafta ve fermantasyonun sonu olan 26. haftada örnek alımı yapılmış ve analizler gerçekleştirilmiştir.

Fermantasyon süresince starter kültür ilave edilen zeytinlerde spontana göre asitlik daha hızlı artış göstermiş, pH değeri ise daha hızlı düşmüştür. İşlem sonunda en düşük pH ve en yüksek asitlik değerini *L. pentosus* ilaveli deneme sağlamıştır. İndirgen şeker miktarı fermantasyon süresince azalmış ve süre sonunda spontan denemede %0.08, *L. plantarum* ilaveli denemede 0.05 ve *L. pentosus* ilaveli denemede ise %0.04 olarak belirlenmiştir. Oleuropeinin gösterdiği absorbans aşılamalı örneklerde daha hızlı bir düşüş göstermiştir. Yani acılığın giderilmesi daha çabuk gerçekleşmiştir. %Yağ miktarında görülen değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Fermantasyondaki mikrobiyal gelişime bakıldığında tüm örneklerde çubuk şeklindeki laktik asit bakterilerinin kok şeklindekilerden daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon işlemi boyunca kültür ilave edilen denemeler spontana göre daha yüksek LAB ve maya popülasyonu sağlamıştır. MRS besi yerindeki LAB 6.03-8.65 log kob/ml, M17 besi yerindeki LAB 5.80-8.23 log kob/ml ve mayalar 5.74-6.16 log/kob ml aralığında değişmiştir.

Fermantasyon süresince 10 farklı gruba ait 46 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenler arasında uçucu asitler, alkoller, terpenler, fenoller, aldehitler, ketonlar ve laktonlar bulunmaktadır. Fermantasyon ilerledikçe aroma maddelerinin miktarında azalma tespit edilmiştir. İşlem sonunda spontan fermente zeytinlerde 2988.30 µg/kg, *L. plantarum* ilaveli zeytinlerde 3195.69 µg/kg ve *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde 2875.09 µg/kg aroma maddesi belirlenmiştir. Tereyağı,

ransit, peynir gibi zeytinde istenmeyen kokuları veren propiyonik asit, oktanoik asit spontan fermantasyonda daha çok tespit edilmiştir. Çiçek, çimen, meyve gibi güzel kokular veren feniletil alkol, benzil alkol, 1-hekzanol ve 2-hekzanol aşılanmış zeytinlerde daha yüksek miktarlarda bulunmuştur.

Fermantasyon ve depolama sonunda yapılan duyusal analizlerde genel kabul edilebilirliği en yüksek zeytinler *L. pentosus* ilave edilenler olmuştur. Bunu *L. plantarum* ilaveli ve spoantan fermente zeytinler takip etmiştir. Genel sıralama testinde de starter kültür ilaveli zeytinler tercih edilmiştir. Koku profil analizinde en fazla hissedilen koku tüm örneklerde salamura kokusu olmuştur.

Depolama ile zeytinlerin kilogramdaki tane sayısı, et/çekirdek oranı ve a* değeri düşüş gösterirken, L* değeri ve b* değeri artmıştır. İşlem sonunda tüm örneklerdeki indirgen şeker miktarı ve oleuropein absorbansı sıfıra yaklaşmıştır. Aroma bileşenlerinden ise 9 farklı sınıfa ait spontan fermente edilen zeytinlerde 35, starter kültür ilave edilen zeytinlerde 37 bileşen tespit edilmiştir. Uçucu asitler yine aromada en yüksek miktarda bulunan grup olmuştur. Depolama sonunda spontan fermantasyonla elde edilen zeytinlerde 1503.98 µg/kg, *L. plantarum* ilaveli zeytinlerde 1551.64 µg/kg ve *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde 1341.30 µg/kg aroma maddesi tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar; Gemlik çeşidi siyah sofralık zeytinlerin doğal salamura yöntemi ile işlenmesinde her iki starter kültüründe iyi sonuçlar verdiğini, ancak *L. pentosus*'un daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur. *L. pentosus* daha hızlı asitlenme, pH düşüşü, indirgen şeker oranında azalma sağlarken, LAB ve mayaların sayımında da daha yüksek sonuçlar vermiştir. Aroma bileşenlerinde tüketicinin beğenisini toplayan hoş kokular starter kültür ilaveli zeytinlerde spontan fermentwe zeytinlere kıyasla fazla miktarda tespit edilmiştir. Bu sonuçlar uygun starter kültürler kullanılarak zeytin fermantasyonunun güvenli bir şekilde gerçekleştirileceğini, kaliteli sofralık zeytinler elde edilebileceğini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenip yürütülmesinde bana destek olan ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU'na, tez izleme komitemde yer alan, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım Sayın Prof. Dr. Hüseyin ERTEN'e, ve Sayın Prof. Dr. Haşim KELEBEK'e, jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren sayın Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK ve Sayın Prof. Dr. Serkan SELLİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama destekte bulunup, fermantasyon materyallerini temin eden Güneyliler Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne ve Erdinç GÜNEYLİ'ye teşekkür ederim. Doktora çalışmam sırasında bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Dr. Merve DARICI'ya, Dr. Zeynep Dilan ÇELİK'e, Öğr. Gör. Tuğba KILIÇ'a, Arş. Gör. Bilal AĞIRMAN'a, Gıda Yüksek Mühendisi Şebnem GÜLER'e, ve Gıda Mühendisi Serap DURAN'a teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında benim yanımda olup destekleyen; babam Selahattin KOYUNCU'ya, annem Mükerrem KOYUNCU'ya, ablam Sevcan KOYUNCU İNAN'a ve çalışmalarım sırasında bana motivasyon sağlayan yeğenlerim Çağan ile Beren'e teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ XII
ŞEKİLLER DİZİNİ XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR XVI
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
2.1. Zeytin ve Sofralık Zeytin 5
2.1.1. Dünya'da Zeytincilik 7
2.1.2. Türkiye'de Zeytincilik 8
2.1.3. Zeytinin Yapısı ve Bileşimi 10
2.2. Türkiye'de Yetiştirilen Başlıca Zeytin Çeşitleri 17
2.2.1. Gemlik Çeşidi 18
2.3. Sofralık Zeytin Üretimi 21
2.4. Zeytin Fermantasyonu 30
2.5. Sofralık Zeytin Üretiminde Starter Kültür Kullanımı 39
2.6. Sofralık Zeytinin Aroması 55
3. MATERYAL VE METOT 65
3.1. Materyal 65
3.2. Metot 65
3.2.1. Zeytin Meyvesinde, Fermantasyon ve Depolama Sırasında Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler 66
3.2.1.1 Zeytin Meyvelerinin Olgunluk İndisi 66
3.2.1.2. Kilogramdaki Tane Sayısı 67

3.2.1.3. Et/Çekirdek Oranı 67
3.2.1.4. Renk Tayini 68
3.2.1.5. Salamurada ve Zeytin Etinde pH Tayini 68
3.2.1.6. Salamurada ve Zeytin Etinde Asitlik Tayini 68
3.2.1.7. Zeytin Etinde Tuz Tayini 69
3.2.1.8. Yağ Tayini 69
3.2.1.9. Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi 70
3.2.1.10. Toplam Kuru Madde Tayini 70
3.2.1.11. İndirgen Şeker Tayini 71
3.2.1.12. Acılık (Oleuropein) Tayini 71
3.2.2. Fermantasyon Sırasında Yapılan Mikrobiyolojik Analizler 72
3.2.2.1. Laktik Asit Bakterileri Sayımı 72
3.2.2.2. Maya-Küf Sayımı 72
3.2.3. Zeytin Meyvesinde, Fermantasyon ve Depolama Sırasında Yapılan Aroma Bileşenlerinin Analizi ve Miktarlarının Belirlenmesi 72
3.2.4. Fermantasyon ve Depolama Sonunda Yapılan Duyusal Analizler 74
3.2.5. İstatistiksel Analiz 76
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 77
4.1. Zeytin Meyvesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 77
4.2. Fermantasyon İşlemi Öncesinde Salamuranın Mikrobiyolojik Özellikleri .. 82
4.3. Zeytin Meyvesinin Aroma Bileşimi 83
4.4. Fermantasyon Sırasında Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerindeki Değişim 86
4.5. Fermantasyon Sırasında Salamuraların (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişim 115
4.6. Fermantasyon Sırasında Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Aroma Bileşimindeki Değişim 129
4.7. Fermente Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Duyusal Özellikleri 143

4.8. Depolama Sırasında Fermente Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerindeki Değişim 148
4.9. Depolama Sırasında Fermente Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Aroma Bileşimindeki Değişim 157
4.10. Depolama Sonunda Fermente Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Duyusal Özellikleri 165
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 169
KAYNAKLAR 173
ÖZGEÇMİŞ 203
EKLER 204

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 2.1. Türkiye'deki zeytin ağacı varlığı ve sofralık zeytin üretim miktarı 9
Çizelge 4.1. Gemlik çeşidi zeytinlerin fiziksel özelliklerine ait analiz sonuçları 77
Çizelge 4.2. Gemlik çeşidi zeytinlerin kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları 79
Çizelge 4.3. Fermantasyon öncesinde salamuranın mikrobiyal kompozisyonu 82
Çizelge 4.4. Gemlik çeşidi zeytin meyvesinin aroma bileşimi 84
Çizelge 4.5. Fermantasyon sırasında spontan ve starter kültür ilaveli zeytinlerin fiziksel özellikleri 88
Çizelge 4.6. Fermantasyon sırasında spontan ve starter kültür ilaveli zeytinlerin kimyasal özellikleri 93
Çizelge 4.7. Fermantasyon süresince salamuraların mikrobiyal gelişimi 117
Çizelge 4.8. Fermantasyon süresince zeytinlerin aroma bileşimi 130
Çizelge 4.9. Fermantasyon süresince sofralık zeytinlerin aroma bileşenleri miktarı 142
Çizelge 4.10. Fermantasyon süresince sofralık zeytinlerin aroma bileşenlerinin yüzde olarak dağılımı 143
Çizelge 4.11. Fermantasyon sonunda salamura zeytinlerin tercih (sıralama) testi sonuçları 146
Çizelge 4.12. Depolama süresince kontrol ve aşılamalı zeytinlerin fiziksel özellikleri 151
Çizelge 4.13. Depolama süresince kontrol ve aşılamalı denemelerde zeytinlerin ve salamuranın kimyasal özellikleri 155
Çizelge 4.14. Depolama süresince zeytinlerin aroma bileşenleri 158

Çizelge 4.15. Depolama süresince sofralık zeytinlerin aroma bileşenleri miktarı 162
Çizelge 4.16. Depolama süresince sofralık zeytinlerin aroma bileşenlerinin yüzde olarak dağılımı 162
Çizelge 4.17. Depolama sonunda salamura zeytinlerin tercih (sıralama) testi sonuçları 168

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 2.1. Zeytin meyvesinin çapraz şematik kesiti 10
Şekil 2.2. Oleuropeinin kimyasal yapısı 13
Şekil 2.3. Oleuropeinin β-glikozidaz enzimi ile hidrolizi 14
Şekil 2.4. Gemlik zeytini 20
Şekil 2.5. Esterlerin biyosentez yolu (Sabatini ve Marsilio, 2008) 57
Şekil 2.6. C5 ve C6 uçucu bileşenlerinin lipoksigenaz metabolik yolu ile oluşumu 58
Şekil 3.1. Meyve olgunluğu grupları ve olgunluk dereceleri 67
Şekil 3.2. Purge&Trap ekstraksiyon düzeneği ve mikro konsantrasyon düzeneği 73
Şekil 3.3. Lezzet profil analizi ve tercih (sıralama) testi formu 75
Şekil 3.4. Koku profil analizi formu 76
Şekil 4.1. Fermantasyon sırasında salamuralarda pH değişimi 94
Şekil 4.2. Fermantasyon sırasında salamuralarda toplam asitlikteki değişim 97
Şekil 4.3. Fermantasyon sırasında zeytinin pH değişimi 100
Şekil 4.4. Fermantasyon sırasında zeytinin toplam asitlikteki değişim 102
Şekil 4.5. Fermantasyon sırasında zeytinin toplam indirgen şeker değerindeki değişim 105
Şekil 4.6. Fermantasyon sırasında salamura pH, salamura asitlik ve zeytinlerin indirgen şeker oranındaki değişim 106
Şekil 4.7. Fermantasyon sırasında zeytinlerin oleuropein absorbansındaki değişim 108
Şekil 4.8. Fermantasyon sırasında MRS besi yerinde laktik asit bakterilerinin gelişimi 118
Şekil 4.9. Fermantasyon sırasında M17 besi yerinde laktik asit bakterilerinin gelişimi 119

Şekil 4.10. Fermantasyon sırasında toplam maya gelişimi..... 125
Şekil 4.11. Fermantasyon süresince aroma bileşenleri miktarındaki değişim.... 142
Şekil 4.12. Fermantasyon sonunda salamura zeytinlerin lezzet profil analizi sonuçları 143
Şekil 4.13. Fermantasyon sonunda salamura zeytinlerin koku profil analizi sonuçları 144
Şekil 4.14. Depolama süresince aroma bileşenleri miktarındaki değişim 161
Şekil 4.15. Depolama sonunda salamura zeytinlerin lezzet profil analizi sonuçları 166
Şekil 4.16. Depolama sonunda salamura zeytinlerin koku profil analizi sonuçları 167

SİMGELER VE KISALTMALAR

A : Kontrol denemesi
a* : Kırmızıya ve yeşile gidiş
Al_2O_3 : Alüminyum oksit
B : *L. plantarum* ilaveli deneme
b* : Sarıya ve maviye gidiş
C : *L. pentosus* ilaveli deneme
C. : *Candida*
Ca : Kalsiyum
$CaCl_2$: Kalsiyum klorür
cm : Santimetre
CO_2 : Karbondioksit
CoA : Koenzim A
D. : *Debaryomyces*
dk : Dakika
E : Trans
E. : *Enterococcus*
EMP : Embden-Meyerhof-Parnas
FAME : Yağ asidi metil esterleri
FD : Seyreltme faktörü
FID : Alev İyonizasyon Dedektörü
g : Gram
GC : Gaz Kromatografisi
GC-MS : Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
H_2SO_4 : Sülfürik asit
HCl : Hidroklorik asit
HPLC : Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
Hue : Renk tonu

I. : *Issatchenkia*

K. : *Kluyveromyces*

KCl : Potasyum klorür

kg : Kilogram

KI : Potasyum iyodür

KM : Kuru madde

kob : Koloni oluşturan birim

l : Litre

L* : Parlaklıktan koyuluğa gidiş

L. : *Lactobacillus*

LAB : Laktik asit bakterileri

Leu. : *Leuconostoc*

LRI : Alıkonma indisi

M : Molarite

m^2 : Metrekare

mg : Miligram

ml : Mililitre

mm : Milimetre

MRS : de Man, Ragosa Sharpe

MUFA : Tekli doymamış yağ asitleri

N : Normalite

N_2 : Azot

Na : Sodyum

$Na_2S_2O_3$: Sodyum tiyosülfat

NaCl : Sodyum klorür

NaOH : Sodyum hidroksit

nm : Nanometre

Oİ : Olgunluk indisi

öd : Önemli değil

P.	: *Pichia*
PDA	: Potato Dextrose Agar
Pe.	: *Pediococcus*
pH	: Aktif hidrojen iyonu konsantrasyonunun eksi logaritması
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asitleri
S.	: *Saccharomyces*
SFA	: Doymuş yağ asitleri
sp.	: Species (tür, tekil)
SPME	: Katı Faz Mikroekstraksiyon
ssp.	: Subspecies (alt tür, tekil)
St.	: *Staphylococcus*
Std	: Aroma maddeleri standartları
subsp.	: Subspecies (alt tür, çoğul)
T	: *Torulaspora*
var.	: Varyete
W.	: *Wickerhamomyces*
w/v	: Kütle/hacim
Z	: Cis
α	: Alfa
β	: Beta
γ	: Gama
Δ	: Delta
ΔC	: Renk doygunluğu
ΔE	: Renk değişimi
%	: Yüzde
±	: Standart sapma
°C	: Santigrat derece
µl	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre

1. GİRİŞ

Zeytin ağacının anavatanı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni de içine alan Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya'dır (Zeytin ve ark, 2008; Gülbaş, 2012; Bayramer, 2015; Irmak, 2015; Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2016). Zeytinin dünyaya yayılışı üç koldan gerçekleşmiştir. Bunlardan ilki Mısır üzerinden Fas ve Tunus'a, ikincisi Anadolu boyunca Ege adaları, İtalya, İspanya ve Yunanistan'a ve üçüncüsü İran üzerinden Pakistan ve Çin'e gerçekleşmiş, böylece zeytinin dünyadaki yayılışı tamamlanmıştır (Savaş, 2006; Yıldırım, 2018).

Dünya üzerindeki zeytin yetiştiriciliği 30-40° kuzey ve güney enlemleri arasında kalan bölgede yapılmaktadır (Ulaş, 2001; Savaş, 2006). Türkiye'nin de içerisinde yer aldığı Akdeniz havzasında üretimin büyük bir kısmı gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde zeytin yetiştiriciliği Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri hariç 5 bölgede yapılmaktadır (Karakuş, 2015).

Dünyada ve Türkiye'de üretilen zeytinin büyük bir kısmı yağlık olarak işlenmektedir. Üretilen sofralık zeytinlerin ise büyük bir kısmı dünyada yeşil iken Türkiye'de siyahtır.

Zeytin, düşük miktarda şeker içeriği, yüksek oranda yağ miktarı ve kendine has acı tadı (İtalyan Amele d'Andria, Yunan Thrubolea ve Türkiye Hurma çeşitleri hariç) ile diğer meyvelerden ayrılır (Irmak ve ark, 2010; Özdemir, 2011; Erdoğan, 2014; Yıldız, 2014, Irmak, 2015). Bu acılığın giderilmesi ve zeytinin tüketilebilir hale getirilmesi için işlenmesi gerekmektedir. Dünyada sofralık zeytin üretimi üç farklı teknikte gerçekleştirilmektedir. Bu işlemler; İspanyol yöntemi, Kaliforniya yöntemi ve Yunan yöntemidir (Arroyo-Lopez ve ark, 2010).

Zeytinler laktik asit fermantasyonu sonucunda üretilen önemli fermente bir gıdadır. Sofralık zeytin fermantasyonunda temel amaçlar; gıdanın korunması, patojenlerin inhibe edilmesi, besin değerinin iyileştirilmesi ve organoleptik gıda kalitesinin arttırılmasıdır (Urbonaviciene ve ark, 2015). Ülkemizde sofralık zeytin fermantasyonu genellikle spontan ve kontrolden uzak bir şekilde yürütülmektedir.

Bu durum, üretim alanı ve üretilen zeytin miktarı bakımından dünyanın en önemli ülkelerinden biri olmamıza rağmen sofralık zeytin ihracatında gerekli payı alamamamıza neden olmaktadır.

Fermantasyonda karşılaşılabilecek dezavantajların önlenebilmesi, optimum şartların sağlanabilmesi ve kaliteli sofralık zeytin üretimi için starter kültür kullanımı önerilmektedir (Özdemir, 2011). Sofralık zeytin fermantasyonunda en fazla tercih edilen iki tür ise *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus pentosus*'tur (Botta ve Cocolin, 2012; Benincasa ve ark, 2015). Starter kültür hızlı asit üretimi ile bozulma yapan ve patojen mikroorganizmaların gelişmesini engelleyerek son ürün güvenliğinin sağlanmasında katkıda bulunur. Starter kültür kullanımı acılığa sebep olan oleuropeinin hidrolizini hızlandırırken, raf ömrünün de uzamasına katkıda bulunur. Ayrıca starter kültür kullanımının organoleptik özellikleri geliştirdiği de bilinmektedir.

Sofralık zeytinin aroması, ürün kalitesi üzerinde önemli bir paya sahiptir. Zeytinlerdeki alkoller, uçucu asitler, hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, esterler, terpenler ve fenoller başlıca aroma maddeleridir ve zeytinde hoş bir koku oluşturacak şekilde denge halindedirler (Malheiro ve ark, 2010). Sofralık zeytinin aroması; zeytin meyvesinden ve fermantasyon sırasında mikroorganizmaların (laktik asit bakterileri, mayalar ve diğer rekabetçi mikroorganizmalar) ürettiği maddelerden ileri gelmektedir. Ayrıca zeytin fermantasyonunda starter kültür kullanılması da aromayı etkileyen önemli bir faktördür (Sabatini ve ark, 2008). Aroma maddeleri duyusal kaliteyi de belirleyen bir etmendir.

Ülkemizde, sofralık zeytin üretiminde starter kültür ilavesi ile ilgili yapılmış birkaç araştırma mevcut iken sofralık zeytinin aroması ve starter kültür kullanımının aromaya katkısı ile ilgili yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu araştırmanın amacı;

- ✓ Adana ilinde yetiştirilen Gemlik çeşidi zeytinin olgunluk durumunu, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini belirlemek ve aroma bileşenlerini tanımlamak,
- ✓ Gemlik zeytininin starter kültür ilavesiyle doğal fermente siyah zeytin üretimine elverişlilik durumunu ortaya koymak,
- ✓ Starter kültür ilavesinin ürünün aroma bileşimi, oluşumu ve kalite özelliklerine etkisini belirlemek,
- ✓ Spontan fermantasyon ile kontrollü fermantasyon arasındaki aroma bileşenleri farklılıklarını tespit etmek,
- ✓ Depolamanın sofralık zeytinin aroma ve kalite özellikleri üzerine etkisini izlemektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Zeytin ve Sofralık Zeytin

Zeytin Oleaceae (zeytingiller) familyasına dahil olup, bu familyanın dünya üzerinde 25 cinsi ve yaklaşık 600 türü bulunmaktadır. Yenilebilir meyvesi olan tek tür, kültür zeytininin dahil olduğu *Oleaeuropea*'dır. Bu türün ülkemizde iki varyetesi mevcuttur. Bunlar; *Olea europaea* var. *oleaaster* (delice, erkek zeytin, yabani zeytin) ve *Olea europaea* var. *sativa* (aşılı zeytin, kültür zeytini)'dır (Alçıtepe ve Tokuşoğlu, 2016; Dıraman ve Gürbüz-Veral, 2017).

Zeytin, tropik ve yarı tropik iklim kuşaklarında yetişen ağaççık ve çalı formundaki bir bitkidir (Kıralan, 2010). Zeytin ağacı, -7 ile 40^0C arasındaki sıcaklıklara dayanabilir ancak en iyi gelişim gösterdiği sıcaklık aralığı 15-25^0C'dir. Zeytinin yıllık yağış isteği 400-800 mm'dir. Yaz aylarından, mevsim yağışlarına kadar yapılan sulama ile zeytin verimi artar (Bozdoğan-Konuşkan, 2008). Zeytin ağacı yeterli su alamazsa ufak ve buruşuk tane vermektedir (Erdoğan, 2014). Zeytin ağacı toprak konusunda seçici değildir; ancak kalkerli-kumlu, derin ve besin maddelerince zengin topraklarda daha iyi gelişme olanağı bulmaktadır (Pirgün, 2007; Tokat, 2018). Zeytin ağacı halk arasında var yılı ve yok yılı şeklinde bilinen periyodisite eğilimi göstermektedir (Akyar, 2008).

Dünyada üretilen zeytinlerin ortalama %90'ı yağlık, %10'u sofralık olarak kullanılırken (Yıldız, 2014); ülkemizde üretilen zeytinlerin yaklaşık %60-70'i yağlık, %30-40'ı sofralık olarak değerlendirilmektedir (Bozdoğan-Konuşkan, 2008). Sofralık zeytin, 'kültüre alınmış zeytin ağacı (*Olea europaea* L.) meyvelerinin tekniğine uygun olarak acılığının giderilip, fermantasyona tabi tutularak veya tutulmayarak gerektiğinde laktik asit ve/veya diğer katkı maddeleri ilave edilen, pastörizasyon veya sterilizasyon işlemine tabi tutularak veya tutulmadan elde edilen zeytin' olarak tanımlanmaktadır (Sofralık Zeytin Tebliği, 2014). Sofralık zeytin; ham zeytinin olgunluk derecesine göre; yeşil, rengi

dönük/pembe ve siyah olmak üzere üç sınıfa ayrılır (Rejano ve ark, 2010; Alves ve ark, 2012). Dünya'da üretilen sofralık zeytinin %43'ü yeşil, %31'i siyah, %26'sı rengi dönük (Aktepe-Tangu ve ark, 2008) iken Türkiye'de üretilen sofralık zeytinin %83'ünü siyah, %11'ini yeşil ve %6'sını rengi dönük zeytin oluşturmaktadır (Öztürk ve Yalçın, 2017).

Sofralık zeytin, Akdeniz diyetinde önemli yeri olan fermente bir gıdadır ve üretici ülkeler için önemli bir ekonomik kaynaktır (Arroyo-Lopez ve ark, 2010; Abriouel ve ark, 2012; Arroyo-Lopez ve ark, 2012a; Lanza, 2013; Bleve ve ark, 2014; Bonatsou ve ark, 2017;). Akdeniz diyetinin popülerliğiyle zeytin tüketimi de artış göstermiştir (Amelio ve DeMuro, 2000). Sofralık zeytin, içerdiği fenolik bileşiklerin insan sağlığı üzerinde potansiyel yararlı etkilerinden dolayı fonksiyonel bir üründür (De Angelis ve ark, 2015). Önemli ekonomik bir değer olmasına rağmen sofralık zeytin fermantasyonu hala spontan olarak yürütülmektedir (Corsetti ve ark, 2012).

Sofralık zeytin üretiminde kullanılacak ham maddeler; sağlam ve sağlıklı olmalı, tane iriliği orta ve iri kalibrede olmalı, et çekirdekten kolay ayrılmalı, et/çekirdek oranı 5/1 ya da daha yüksek olmalı, tekniğine uygun cazip renk sunmalı, et dokusu sağlam ve dayanıklı olmalı, kabuk elastik, dayanıklı ve ince olmalı, alkali ve tuza dayanıklı olmalı, meyve etindeki şeker miktarı fermantasyonu sağlayacak oranda olmalı, bünyedeki yağ oranı lezzeti sağlayacak miktarda olmalıdır (Akpınar, 1994; Gül-Özdoğan, 2009; Rejano ve ark, 2010; Irmak, 2017).

Türkiye'de sofralık zeytin ticareti yapan işletmelerin pek çoğu kayıt dışı çalışmakla birlikte, kayıtlı işletmelerin büyük bir bölümü yüksek kapasiteye sahip büyük işletmelerdir. Sofralık zeytin işleme tekniklerindeki sorunlardan en önemlisi aşırı tuzluluktur. Özellikle mikrobiyal faaliyetlerden kaynaklanan bozulmaları önlemek amacıyla işleme sırasında yüksek oranda tuz kullanılmaktadır. Çeşitlere özgü yeni işleme tekniklerinin geliştirilmesi ve buna yönelik araştırmalar da yetersizdir. İşleme sürecinde kullanılan yüksek tuz oranı ve elde edilen aşırı tuzlu

ürünler tüketimi sınırlandırmaktadır. Bununla beraber yurtdışındaki farklı tüketim alışkanlıkları nedeniyle pazarlama alanları daralmaktadır (ZAE, 2016).

Sofralık zeytin üretiminde büyük potansiyele sahip olan ülkemiz ihracatta aynı başarıyı yakalayamamaktadır (Bayramer, 2015). Türkiye'de sofralık zeytin üretiminin büyük bir kısmı merdiven altı olarak tabir edilen, kayıt dışı ve küçük ölçekli işletmelerde yapılmaktadır. Bu işletmeler hijyenik şartlara uymamaktadır. Bunun sonucunda önemli kalite ve ürün kayıpları yaşanmaktadır (Savran ve Demirbaş, 2011; ZAE, 2016). Dünya sofralık zeytin ticaretinde söz sahibi olabilmek için dünya standartlarına ve tüketici isteklerine uygun ürünler üretilmelidir (Taş ve ark, 2008). Dış pazarda alıcı bulan zeytinler; düzgün yüzeyli, az tuzlu, yoğun aromalı, dolgun taneli ve dayanıklıdır (Akpınar, 1994). Ülkemizde üretilen zeytinler aşırı tuzlu, kıvırcık görünümlü ve bazı kirleticilerle bulaşık haldedir ve dış pazarda beğeni görmemektedir (Korukoğlu ve ark, 2002). İhracatta başarı sağlamak için ülkemizde modern, mekanizasyona dayalı, verimli, entegre tesisler kurulmalı, yüksek tuz konsantrasyonlarından kaçınılmalı ve starter kültür kullanımı yaygınlaşmalıdır (Karasu, 2006).

2.1.1. Dünya'da Zeytincilik

Zeytin ağacı hemen hemen tüm kıtalara dağılmış olmasına rağmen, dünyadaki zeytin ağacı varlığının %98'i Türkiye'nin de içerisinde bulunduğu Akdeniz havzasında bulunmaktadır (Zeytin ve ark, 2008; Erbay ve ark, 2010; Yurdunuseven, 2013; Menduh, 2015). Zeytin yaklaşık 10 milyon hektar alanda 900 milyon ağaç varlığıyla 30'u Kuzey yarımkürede, 8'i de Güney yarımkürede olmak üzere 38 ülkede üretilmektedir (Bozdoğan-Konuşkan, 2008; Kıralan, 2010; Öztürk-Güngör, 2010).

Dünya sofralık zeytin üretimi 2016/2017 sezonunda 2899.5 bin ton olup üretimin 1. sırasında 842 bin ton ile Avrupa Birliği ülkeleri, 2. sırasında 550 bin ton ile Mısır, 3. sırasında 400.5 bin ton ile Türkiye, 4. sırasında 293 bin ton ile Cezayir ve 5. sırasında 190 bin ton ile Suriye gelmektedir. Diğer önemli üretici

ülkeler sırasıyla Fas, Arjantin, Peru, İran ve Amerika Birleşik Devletleri'dir (IOC, 2019). Avrupa Birliğindeki başlıca üretici ülke üretimde ki %72.8 pay ile İspanya'dır. Bunu %15.2 ile Yunanistan ve %9.6 ile İtalya izlemektedir (Rejano ve ark, 2010; Arroyo-Lopez ve ark, 2012a; Botta ve Cocolin, 2012; Benincasa ve ark, 2015). Dünya siyah sofralık zeytin üretiminde Türkiye, yeşil zeytin üretiminde ise İspanya ilk sırada yer almaktadır (Demir, 2009).

Dünya sofralık zeytin tüketimi 2016/2017 sezonunda 2724 bin ton olup tüketimin 1. sırasında 572 bin ton ile Avrupa Birliği ülkeleri, 2. sırasında 400.5 bin ton ile Mısır, 3. sırasında 332 bin ton ile Türkiye, 4. sırasında 297 bin ton ile Cezayir, 5. sırasında 206 bin ton ile Amerika Birleşik Devletleri gelmektedir. Sofralık zeytin tüketiminde diğer önemli ülkeler sırasıyla Suriye, Brezilya, İran, Peru ve Arjantin'dir (IOC, 2019).

Dünya sofralık zeytin ihracatı 2016/2017 sezonunda 652.5 bin ton olup ihracatın 1. sırasında 278.5 bin ton ile Avrupa Birliği ülkeleri, 2. sırasında 107.5 bin ton ile Mısır, 3. sırasında 86 bin ton ile Fas, 4. sırasında 61.5 bin ton ile Arjantin ve 5. sırasında 58 bin ton ile Türkiye gelmektedir. Bunların dışında önemli ihracatçı ülkeler Peru, Ürdün, Amerika Birleşik Devletleri, Meksika ve Arnavutluk'tur. Dünya sofralık zeytin ithalatı 2016/2017 sezonunda 636.5 bin ton olup ithalatın 1. sırasında 146 bin ton ile Amerika Birleşik Devletleri, 2. sırasında 114 bin ton ile Brezilya, 3. sıra 99 bin ton ile Avrupa Birliği ülkeleri, 4. sırasında 28.5 bin ton ile Kanada ve 5. sırasında 28 bin ton ile Suudi Arabistan bulunmaktadır. Diğer önemli ithalatçı ülkeler ise sırasıyla Avustralya, Irak, Libya, Meksika ve İsviçre'dir (IOC, 2019).

2.1.2. Türkiye'de Zeytincilik

Zeytinciliğin Türkiye tarım ekonomisindeki yeri oldukça büyüktür (ZAE, 2016). Türkiye'deki mevcut tarım alanlarının %4'ünü zeytinlikler oluşturmaktadır (Özdemir, 2011; Yıldız, 2014). Üretimin %62'si Ege Bölgesi'nde, %16'sı Marmara Bölgesi'nde, %14'ü Akdeniz Bölgesi'nde, %7.8'i Güneydoğu Anadolu

Bölgesi'nde ve %0.2'si de Karadeniz Bölgesi'nde yapılmaktadır (Ünalan, 2015). Marmara Bölgesi ve Karadeniz Bölgesi üretimlerinin önemli kısmını sofralık olarak değerlendirirken; Ege Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi üretimlerinin büyük bir bölümünü yağlık olarak değerlendirmektedir (Kara, 2011). Türkiye'de 81 ilin 35'inde zeytincilik yapılmaktadır (Asıgöz, 2007). Türkiye tane zeytin üretiminin %71.5'ini gerçekleştiren 7 önemli ilimiz sırasıyla İzmir, Manisa, Balıkesir, Aydın, Muğla, Çanakkale ve Bursa'dır. Sofralık zeytin üretiminde ise ilk dört sırada yer alan illerimiz Manisa, Bursa, Aydın ve Balıkesir'dir (Irmak, 2015).

Türkiye, sahip olduğu coğrafi konum ve iklim özellikleri nedeniyle önemli zeytin üretici ülkelerden biridir (Karaca ve Yemiş, 2008). Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi 2018 yılı itibariyle Türkiye'de bulunan toplam zeytin ağacı sayısı 117 843 bin adet olup 426 995 bin ton sofralık zeytin üretimi yapılmaktadır (TÜİK, 2019).

Çizelge 2.1. Türkiye'deki zeytin ağacı varlığı ve sofralık zeytin üretim miktarı (TÜİK, 2019)

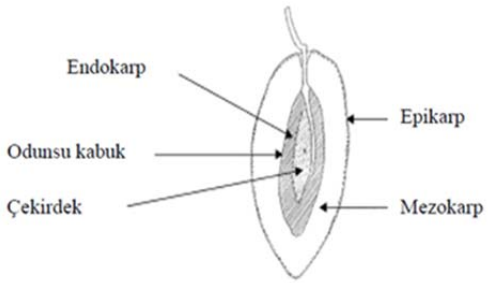
	Toplam ağaç sayısı (Bin)	**Sofralık zeytin üretimi (Ton)**
2014	168 997	438 000
2015	171 992	400 000
2016	173 785	430 000
2017	174 594	460 000
2018	177 843	426 995

Türkiye dünyada zeytin üretiminde ilk sıralarda yer almasına rağmen ihracatta yüksek bir başarı gösterememektedir. Fas ürettiği zeytinin %75'ini, İspanya %40'ını, Yunanistan %35'ini ihraç ederken Türkiye ürettiği sofralık zeytinin sadece %14'ünü ihraç edebilmektedir (Kadakal, 2009). Siyah sofralık zeytin ihracatının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Türkiye ihracatını Romanya, Bulgaristan, Rusya ve Almanya'ya yapmaktadır. Çünkü Türk siyah

sofralık işleme tekniği ancak bu ülkelerce beğeni görmektedir (Öztürk-Güngör, 2010; Özdemir, 2011). Dünya zeytin sektöründe önemli ülkelerden biri olan Türkiye için zeytin stratejik bir üründür. Türkiye küresel rekabette kendini daha fazla gösterebilmesi ve ilerleyebilmesi için bu sektöre daha çok önem vermeli, mevcut kaynakları daha rasyonel kullanarak ihracattaki payını arttırmalıdır (Gül-Özdoğan, 2009).

2.1.3. Zeytinin Yapısı ve Bileşimi

Zeytin çekirdekli bir meyve olup oval şeklindedir (Tokuşoğlu ve Artık, 2016). Zeytin, 2-3 cm uzunluğunda ve 1-2 cm enindedir. Meyve ağırlığı 0.5-20 g arasında değişmekle beraber genellikle 3-10 g arasındadır (Irmak, 2015). Zeytin meyvesi perikarp (etli kısım) ve endokarp (çekirdek) olmak üzere iki ana kısımdan meydana gelmiştir (Erten ve ark, 2016). Perikarp, epikarp (zar) ve mezokarp (pulp) olmak üzere iki bölümden oluşmuştur. Tohum ise çekirdeğin içerisindedir ve koyu gri renkli sert bir kabukla sarılıdır (Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012; Kara ve Özbaş, 2013). Meyvenin %1.5-3.5'i meyve kabuğundan, %15-30'u çekirdekten ve %66-85'i ise meyve etinden oluşmaktadır (Susamcı ve ark, 2011). Şekil 2.1'de zeytin meyvesinin çapraz şematik kesiti verilmiştir.



Şekil 2.1. Zeytin meyvesinin çapraz şematik kesiti (Bianchi, 2003)

Epikarpta bulunan kitin ve mumsu tabaka meyveyi fiziksel zararlardan, böcek saldırılarından ve küflerden korur. İşleme ve nihai ürün kalitesinde belirleyici bir rol oynar (Bianchi, 2003). Mezokarp, zeytinin yenilebilir kısmını temsil eder, insan için besleyici ve biyolojik değerlerin bulunduğu kısımdır. Endokarpın ise besleme değeri bulunmaz ve ağızda çiğneme sırasında dışarı atılır. Çekirdeğin büyüklüğü, ağırlığı, kabuk yapısı ve etten kolay ayrılması son ürünün kalitesini belirleyen önemli bir parametredir (Bianchi, 2003; Asıgöz, 2007).

Zeytin besin değeri yönünden oldukça zengindir. Zeytin meyvesi %50-70 su, %10-25 yağ, %3-6 indirgen şeker, %0.3'den az indirgen olmayan şeker, %1-2 protein, %1-4 lif, %1-1.5 mineral madde, %2-3 fenolik bileşik, %0.5-1 organik asit, %0.6'dan az pektin ve %3-7 oranında diğer bileşikleri içerir (Ergönül ve Tokuşoğlu, 2016). Zeytin meyvesinin kimyasal bileşimi; varyete, olgunluk derecesi, çevresel etmenler, yetiştirme ve işleme şartlarına göre değişiklik gösterebilmektedir (Akpınar, 1994; Özay ve ark, 1994; Gülcü ve Demirci, 2008; Tokuşoğlu ve Artık, 2016).

Su zeytin ağırlığının %70'ine kadar çıkmaktadır ve suda çözünen maddeler için çözücü vazifesi görmektedir (Erten ve ark, 2016). Meyvede yağ birikimi temmuz ayı sonlarında başlamakta ve kasım ayına kadar artmaya devam etmektedir. Yağ genel olarak (%96-98) perikarp tabakasında yoğunlaşmıştır (Kara, 2011; Karakuş, 2015). Yağın geri kalan %2-4'lük kısmı ise endokarp bölümünde bulunmaktadır (Tokuşoğlu ve Artık, 2016). Zeytinyağındaki baskın yağ asidi oleik asittir ve toplam yağ asitlerinin %55-83'ünü oluşturur. Linoleik asit %3.5-21, palmitik asit %7.5-20, stearik asit %0.5-5, palmitoleik asit %0.3-3.5 oranında bulunur (Eker, 2016). Zeytinlerin yağ asitleri oranlarının değişkenliği; hasat zamanı, çeşit ve meyvenin olgunluk durumu gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır (Özdemir, 2011).

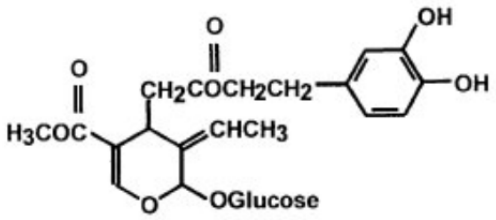
Fermente edilebilir karbonhidrat konsantrasyonu %2.6-6 arasında değişir. Bu karbonhidratlar azalan sırayla glikoz, früktoz ve sakkarozdur (Erten ve ark, 2016). Ancak olgunlaşmanın sonunda sakkaroz yok denecek kadar azalmaktadır

(Montano ve ark, 2010). Bu bileşenler son ürünün organoleptik özelliklerini de belirler (Susamcı ve ark, 2011). Zeytinin yapısında az miktarda ancak yüksek kalitede proteinin bulunmaktadır (Montano ve ark, 2010). Zeytinde bulunan amino asitler; arginin, alanin, aspartik asit, glutamik asit ve glisindir. Fermantasyon sırasında proteinin salamuraya geçen kısmı mikroorganizmalar için azot kaynağını oluşturmaktadır. Bundan dolayı fermantasyonla protein miktarı azalmaktadır (Tuna, 2006; Erdoğan, 2014; Irmak, 2015). Zeytinin ham lif içeriği, %1-4 arasında değişmekte olup, ana bileşenleri selüloz, lignin ve hemiselülozdur (Montano ve ark, 2010). Zeytin meyvesinin etli kısmında bulunan başlıca mineraller azalan sırayla potasyum, fosfor, kalsiyum ve sodyumdur. Bunların dışında demir, mangan ve bakır mineralleri de bulunur (Başer ve Kılıç, 1987; Durucasu, 2004; Montano ve ark, 2010; Erdoğan, 2014). Sitrik, okzalik, malonik, fumarik, tartarik, laktik, asetik ve trikarbalik asitler de zeytinin perikarp bölümünde bulunmaktadır (Bozdoğan-Konuşkan, 2008; Montano ve ark, 2010; Tokuşoğlu ve Artık, 2016).

Zeytin meyvesi görmede etkili olan A (retinol), doğal antioksidanlardan birisi olan E (tokoferol), pıhtılaşma faktörü olan K ve raşitizmi önleyen D vitaminlerini de içerir (Savaş, 2006; Karakuş, 2015). Zeytin meyvesinin tokoferol bileşiminin, %95'ini α-tokoferol, %5'ini ise β-tokoferol ve γ- tokoferol oluşturur. Zeytinde bulunan fitosteroller ise, β-sitosterol (%96), campesterol (%3) ve stigmasterol (%1)'dür (Susamcı ve ark, 2011).

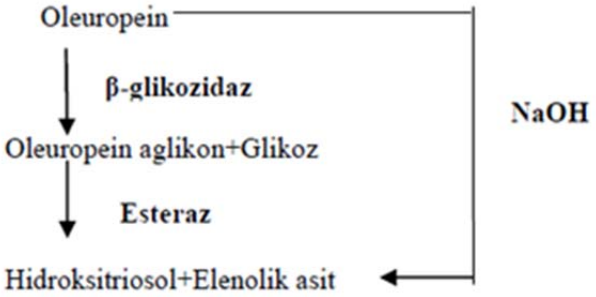
Zeytin meyvesi 40'a yakın fenolik bileşik içermektedir (Özdemir, 2011). Zeytin meyvesinde bulunan fenolik maddeler; fenolik asitler (vanilik asit, gallik asit, kumarik asit, sirenjik asit, ferulik asit, kafeik asit), fenolik alkoller (hidroksitirozol, tirozol), flavonoidler (apigenin, luteolin, siyanidin, kuersetin) ve sekoiridoidler (oleuropein, ligrosit, verbaskosit)'dir (Brenes ve ark, 1995; Gülcü ve Demirci, 2008; Montano ve ark, 2010; Pistarino ve ark, 2013; D'Antuono ve ark, 2018; Yıldırım, 2018). Fenolik maddeler çeşitli mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki göstermesi ve zeytinin rengini etkilediği için önemli bileşiklerdir. Zeytindeki en önemli fenolik madde zeytinin acı tadından sorumlu

olan ve Şekil 2.2'de kimyasal yapısı gösterilen oleuropeindir (Montano ve ark, 2010). Gelişmenin ilk safhaları boyunca kuru madde ağırlığı g'da 140 mg'a kadar çıkmaktadır. Zeytinin işlenmesiyle oleuropein kimyasal olarak hidrolize edilerek elenolik asit ve hidroksiturosola dönüşür. Oleuropein alkali, asit ve glikozidaz enzimi ile hidrolize edilebilir (Erten ve ark, 2016). Oleuropein β-glikozidaz enzim aktivitesiyle glikoz ve oleuropein aglikona parçalanmakta, daha sonraki aşamada esteraz enziminin etkisiyle hidroksitriosol ve elenolik asit oluşmaktadır (Şekil 2.3) (Yıldız ve Uylaşer, 2011; Ötleş ve Özyurt, 2012; Menduh, 2015). Oleuropein suda çözünen bir bileşen olması nedeni ile suda bekletilen zeytinlerden difüzyon yolu ile uzaklaştırılabilmektedir. Zeytinler çizme, kırma gibi işlemlere tabi tutulduğunda ise oleuropeinin ekstraksiyonu hızlanmaktadır (Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012).



Şekil 2.2. Oleuropeinin kimyasal yapısı (Susamcı ve ark, 2011)

Akdeniz beslenme kültüründe, fenolik bileşimi sayesinde zeytin, fonksiyonel bir özellik kazanmaktadır (Bianchi, 2003; Brenes, 2004). Zeytin bu minör bileşenlerden dolayı antikanserojenik, antimikrobiyal, antioksidan, antienflamatuar, antiviral, hipokolesterolemik ve hipoglisemik özellik göstermektedir (Irmak ve ark, 2010; Yıldız ve Uylaşer, 2011; Pistarino ve ark, 2013; Menduh, 2015).



Şekil 2.3. Oleuropeinin β-glikozidaz enzimi ile hidrolizi (Yıldız ve Uylaşer, 2011)

Fenolik bileşikler aynı zamanda kardiyovasküler ve metabolik rahatsızlıklara karşı sağlığı arttırıcı etki gösterirler (Cabrera-Banegil ve ark, 2018). Ayrıca fenolik maddeler, aroma ve lezzet gelişimine bağlı olarak zeytinin duyusal karakterizasyonuna da katkıda bulunurlar (Irmak ve ark, 2010; Pistarino ve ark, 2013). Stabilizasyonu sağlar ve oksidasyonu önleyerek zeytinde kötü tat ve koku oluşmasını önlerler (Demir, 2009; Erdoğan, 2014). Zeytinin fenolik madde içeriği hasat zamanı, olgunluk düzeyi, varyete, yetiştirme koşulları ve uygulanan üretim prosesine bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Romero ve ark, 2004; Gülcü ve Demirci, 2008; Irmak ve ark, 2010; Irmak, 2015).

Manzanilla ve Hojiblanca çeşitlerinden elde edilen İspanyol tarzı yeşil zeytinlerin fenolik bileşikleri belirlenmiştir. Alkali ile muamele işleminde oleuropein, hidroksitirozol ve elenolik asit glikozitine hidrolize olmuştur. Elenolik asidin zeytin salamurasındaki konsantrasyonu ilk birkaç günde artarken zamanla kaybolmuştur. Kafeik asit, oleuropein ve p-kumarik asidin konsantrasyonu fermantasyon süresi boyunca azalırken, tirozol konsantrasyonu artmış ve sonrasında sabit kamıştır (Brenes ve ark, 1995).

Ciafardini ve ark (1994)'nın yaptığı bir çalışmada *L. plantarum* B21 suşunun β-glikozidaz üretimi yoluyla oleuropeini hidrolize etme kabiliyetini gösterdiği belirtilmiştir. Fermantasyonla oleuropein, hidroksitirozol ve elenolik

aside indirgenmiştir. Oleuropeinin hidrolizi sadece asitliğe değil mikroorganizmalarının ürettiği β-glikozidaz enzimine de bağlanmıştır.

Yapılan bir çalışmada, fenolik bileşiklerin (oleuropein, hidroksitirozol, tirozol, vanilya, p-hidroksibenzoik, sinapik, şiringik, protokatekuik ve sinamik asit) dört *L. plantarum* suşuna karşı inhibe edici aktiviteleri değerlendirilmiştir. Analiz edilen dokuz bileşiğin hiçbiri zeytinde bulunan konsantrasyonlarda *L. plantarum* gelişimini engellememiştir. Analiz edilen dört *L. plantarum* suşu bu bileşikleri metabolize edebilme yetenekleri ile de benzer davranışlar sergilemişlerdir (Landete ve ark, 2008).

Ayvalık cinsi zeytinin farklı olgunluk derecelerinde oleuropein konsantrasyonları belirlenmiştir. Çalışmada oleuropein bileşiğinin zeytinin olgunluk derecesi ve nem içeriği ile ilişkili olduğu, olgunluk ve nem arttıkça oleuropein konsantrasyonunun azaldığı belirtilmiştir (Menduh, 2015).

Yapılan bir çalışmada farklı yörelerde (Gemlik, Akhisar, Kemalpaşa, Kuyucak) yetiştirilen Gemlik çeşidi zeytinlerin ham ve işleme sonrası bazı özellikleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinin, temel bileşenleri ve sofralık özelliklerine yetiştirildiği yörenin ve işleme yönteminin önemli etkisi olduğunu göstermiştir (Öztürk-Güngör, 2010).

Proietti ve Antognozzi (1996), sulanan zeytinlerin nem, yağ et/çekirdek oranlarının sulanmayanlara göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. İndirgen şeker oranının ise sulanmayan zeytinlerde daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Ayvalık, Gemlik, Domat, Memecik ve Uslu zeytin çeşitleri kullanılarak yapılan bir çalışmada, zeytin çeşitlerinin ve sofralık zeytin işleme tekniklerinin meyve bileşimine etkisi incelenmiştir. Bu zeytin çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarına sofralık zeytin işleme tekniklerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Özellikle çizme, İspanyol tipi ve oksidasyonla karartma işlemlerinin polifenol miktarlarını önemli oranda azalttıkları tespit edilmiştir (Susamcı ve ark, 2011).

Yıldırım (2018)'ın yaptığı bir çalışmada Gemlik çeşidi zeytin meyvelerinde ve yapraklarında 24 adet fenolik bileşik tespit edilmiştir. Zeytin meyve ve yaprağında bulunan başlıca fenolik bileşikler, oleuropein, luteolin, mirisetin, resveretrol, vanilik asit, kafeik asit, hidroksisinnamik asit, kuersetin, floridzin dihidrat, narinjenin, protoketeşuik asit, hidroksibenzoik asit ve salisilik asit olarak bulunmuştur. Fenolikler bakımından en uygun hasat zamanının aralık ayı olduğu belirlenmiştir.

Vinha ve ark (2005), Portekiz'in farklı bölgelerinde yetişen ve belirli olgunluk zamanlarında (Kasım-Aralık) derimi yapılan 18 farklı zeytin çeşidinden alınan 29 zeytin örneğinin fenolik fraksiyonları üzerinde, çeşit ve coğrafi bölgenin etkisini incelemişlerdir. Zeytinlerdeki başlıca fenolik fraksiyonları oleuropein ve hidroksitirozol olarak tespit etmişlerdir. Bunun yanında zeytinlerde luteolin, rutin, apigenin 7-oglikozit veluteolin 7-o-glikozit gibi fenolik fraksiyonların da bulunduğunu bildirmişlerdir. Örneklerde tirozol tespit edilememiştir. Zeytin meyvesinin fenolik madde fraksiyonu ve miktarında, çeşit ve yetiştirilen bölgenin önemli rol oynadığı sonucuna varmışlardır.

Asıgöz (2007)'nin yaptığı bir çalışmada beş farklı zeytin çeşidindeki iz element miktarları araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, demir, bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum miktarları zeytin çeşidi ve işleme metotlarına göre farklılık göstermiştir.

Yapılan bir çalışmada farklı çeşit, yetiştirilme bölgesi ve hasat zamanına göre zeytinde bulunan elementler (çinko, demir, selenyum, magnezyum) belirlenmiştir. Hemen hemen tüm elementler siyah olgunluk düzeyinde yeşil olgunluk düzeyine göre daha fazla miktarlarda bulunmuştur. Genel olarak element dağılımının zeytin türlerine ve yetiştirilme bölgesine göre çok büyük bir farklılık göstermediği belirlenmiştir (Yılmaz-Çevik, 2015).

Farklı yöre ve çeşitlerden işlenen zeytinlerde triterpenik asitlerden oleanolik ve maslinik asit nicelikleri incelenmiştir. Farklı bölgelerden temin edilen siyah Gemlik türü zeytinlerin maslinik ve oleanolik asit değerleri ham zeytin

örneklerinde işlenmiş örneklere göre önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca zeytin meyvesinin triterpenik asit niceliklerine yetiştirilme alanının da etkisi olduğu tespit edilmiştir (Yurdunuseven, 2013).

Altı adet (Itrana, Peranzana, Cellina di Nardo, Nocellara del Belice ve Bella di Cerignola) doğal olarak fermente edilmiş Yunan tarzı sofralık zeytinlerin ve salamuralarının bazı özellikleri belirlenmiştir. İşlem sonunda LAB 6.25-7.84 log kob/ml, mayalar ise 6.50-7.56 log kob/ml düzeyinde bulunmaktadır. Bütün numunelerde Enterobacteriaceae ve patojenler saptanamamıştır. Tespit edilen ana yağ asidi oleik asit olmuştur. Tüm eşitlerdeki baskın organik asit laktik asit olurken onu asetik asit takip etmiştir. Bileşimdeki değişikliklerden dolayı kimyasal analiz sonuçları büyük farklılıklar göstermiştir (Tofalo ve ark, 2012).

2.2. Türkiye'de Yetiştirilen Başlıca Zeytin Çeşitleri

Türkiye'de geniş bir yetiştirme alanı olan zeytin, zengin bir çeşitliliğe sahiptir (Sivri, 2012). Ülkemizde 88 zeytin çeşidinin olduğu bilinmektedir (Ergen, 2006; Savaş, 2006; Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012; Erdoğan, 2014; Yıldız, 2014; Karakuş, 2015). Bu çeşitlerden en az 28 tanesinin ekonomik önemi bulunmaktadır (Ergen, 2006; Yurdunuseven, 2013; Yıldız, 2014). Bu çeşitlerden bazıları; Memecik, Ayvalık (Edremit), Gemlik, Domat, Uslu, Memeli, İzmir Sofralık, Yamalak, Edincik Su, Çelebi, Halhalı, Karamürsel Su, Çilli, Kaba, Erkence, Manzanilla, Tavşan Yüreği, Yamalak Sarısı, Kalamata, Samanlı, Eşek Zeytini (Ödemiş), Kan, Büyük Topak Ulak, Çakır, Eğriburun, Kalembezi, Sarı Haşeri, Sarı Ulak, Saurani, Kilis Yağlık, Nizip Yağlık ve Yağ Çelebi'dir (Savran ve Demirbaş, 2011; Yurdunuseven, 2013; Erdoğan, 2014; Yıldız, 2014; Karakuş, 2015; Menduh, 2015).

Türkiye'nin farklı bölgelerinde farklı özelliklerde zeytinler yetişmektedir (Erten ve ark, 2016). Ege Bölgesi'nde; Gemlik, Memeli, Memecik, Ayvalık, Domat, Uslu, Yamalak, Çilli, Erkence, Çakır, Girit Zeytini, Eşek Zeytini, Hurma Kaba, Hurma Karaca, İzmir Sofralık, Kiraz, Çekişte, Kara Yaprak, Taşarası, Ters

Yaprak, Yağ Zeytini, Yerli Yağlık, Sarı Yaprak; Marmara Bölgesi'nde; Manzanilla, Gemlik, Edremit, Edincik su, Karamürsel su, Samanlı; Akdeniz Bölgesi'nde; Tavşan yüreği, Sarı ulak, Kan zeytini, Çelebi, Erdek Yağlık, Eşek Zeytini; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Halhalı, Kan çelebi, Eğriburun, Kilis Yağlık, Nizip Yağlık, Kalembezi, Yağ Çelebi en çok yetiştirilen çeşitlerdir (Erten ve ark, 2016; Kaya, 2017).

Bu çeşitlerden Gemlik, Ayvalık ve Memecik dışında kalanların üretim miktarları oldukça azdır (Kara ve Özbaş, 2013; ZAE, 2016). Zeytin varlığımızın %95'ini bu çeşitler oluşturmaktadır (Savaş, 2006, Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012; Erdoğan, 2014). En yaygın yetiştirilen sofralık zeytin çeşitlerimiz Gemlik ve Domat, yağlık çeşitlerimiz ise Memecik ve Ayvalık'tır (Asıgöz, 2007; Özdemir, 2011; Yıldız, 2014). Memecik ve Ayvalık çeşitleri sofralık olarak da değerlendirilebilmektedir (Tunalıoğlu, 1994). Ayvalık, Memecik ve Erkence şiddetli periyodisite gösterirken; Gemlik, Uslu ve Çilli gibi çeşitler orta derecede periyodisite göstermektedir (Yıldırım, 2018).

Türkiye'de 3 farklı zeytin çeşidi Türk Patent Enstitüsü tarafından Coğrafi Tescil İşareti almıştır. Bunlar; coğrafi sınırları Bursa İl'inin Gemlik, İznik ve Orhangazi ilçeleri olan Gemlik zeytini; coğrafi sınırları Manisa İl'inin Akhisar İlçesi ve çevre ilçeleri olan Akhisar Domat zeytini ve Akhisar Uslu zeytinidir (Meral ve Şahin, 2013; Tokat, 2018).

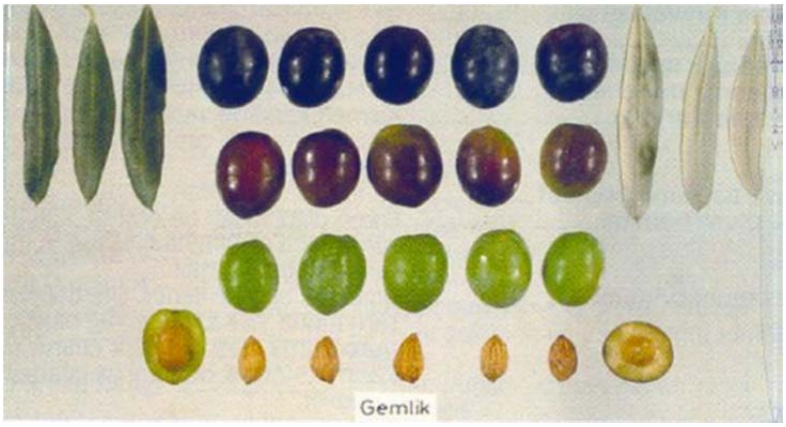
Zeytin çeşidi, sofralık zeytinin kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Bu nedenle zeytin çeşidinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ancak, bazı çeşitlerin farklı bölgelerde birden fazla isim alması ya da farklı çeşitlerin aynı ismi alması nedeniyle çeşidin belirlenmesinde bazı zorluklar ortaya çıkabilmektedir (Dazkır, 2010).

2.2.1. Gemlik Çeşidi

Gemlik çeşidi ülkemizde geniş bir yayılım alanına sahiptir ve Türkiye'deki ağaç varlığının %11'lik kısmını oluşturur. Ağaç sayısında Memecik ve Ayvalık'tan

sonra üçüncü sıradadır (Ulaş, 2001; Asıgöz, 2007; Yıldız, 2014). Ülkemizin toplam zeytin ticareti hacminin %50'sini ve Marmara Bölgesi rekoltesinin %80'nini oluşturmaktadır (Zeytin ve ark, 2008). Bu çeşit; Bursa ve yakınlarında Gemlik, Orhangazi'de Kaplık, Mudanya'da Trilye, Orhangazi ve Gemlik'te Kıvırcık veya Kara olarak adlandırılmaktadır (Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012; Erdoğan, 2014). Güney Marmara Bölümü'nde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Salamura doğal siyah zeytin üretimi için en uygun çeşittir. Sofralığa uygun olmayan taneler yüksek yağ içerdiği için yağa da işlenebilmektedir (Menduh, 2015). 23.09.2003 tarihinden itibaren coğrafi işaret alarak tescil edilmiştir. Gemlik çeşidinin soğuğa dayanımı yüksektir ancak kurak koşullara hassastır (ZAE, 2016). Gemlik çeşidine olan yönelmenin sebepleri arasında hem sofralık hem de yağlık işlemeye uygun olması, şiddetli periyodisite göstermemesi, adaptasyon yeteneğinin yüksek olması, erken verime yatması, soğuğa, sıcağa ve hastalıklara karşı kısmen dayanıklı olması bulunmaktadır (Öztürk-Güngör, 2010).

Bu çeşidin, kabuğu ince ve etine yapışık, et kalınlığı fazla, çekirdeği küçüktür ve oldukça aromatik bir yapıya sahiptir. Meyveleri orta büyüklükte ve meyve şekli yuvarlağa yakın silindiriktir. Olgun meyve rengi, parlak koyu siyahtır. Kilogramda 270-320 tane arası meyve içermektedir. Çekirdekleri ise orta büyüklükte ve oval şeklindedir (Şekil 2.4). Meyvenin et çekirdek bağlantısı zayıftır ve meyve eti orta sertliktedir (Asıgöz, 2007). Et çekirdek oranı 6/1-7/1'e ulaşır (Kadakal, 2009; Özdemir, 2011; Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012; Arroyo-Lopez ve ark, 2012b; Irmak, 2015; Kaya, 2017).



Şekil 2.4. Gemlik zeytini (Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012)

Güceyü ve Başoğlu (2016), Gemlik çeşidinin kimyasal bileşimini; nem %51.9, toplam şeker %2, yağ %25.4, protein %1.5, sodyum 3.2 mg/100g, potasyum 457.19 mg/100g, kalsiyum 33.15 mg/100g, magnezyum 12.49 mg/100g, mangan 0.13 mg/100g, demir 1.73 mg/100g, çinko 0.71 mg/100g, bakır 0.01 mg/100g, fosfor 51.13 mg/100g olarak belirtmiştir. Borçaklı ve ark (1993) ise Gemlik zeytininin indirgen şeker oranını %4.45, nem oranını %43.18, polifenol miktarını %2.40, kg'da tane miktarını 270-280 adet olarak tespit etmişlerdir.

Yıldırım (2009) ise var dönemi ve yok dönemine göre bileşimin değiştiğini ve yok dönemlerinde var dönemlerine göre genel olarak pH, yağ, protein ve şeker oranlarının daha yüksek, asit oranının da daha düşük olduğunu bildirmiştir.

Uylaşer ve ark (2008), Bursa'nın üç farklı ilçesinde (Gemlik, Nilüfer ve Orhangazi) yetiştirilen Gemlik çeşidi zeytinleri kullanarak zeytinlerin bazı özelliklerini belirlemişlerdir. Nilüfer ve Gemlik'te yetişen zeytinlerin kalite özellikleri bakımından neredeyse benzer olduğu görülmüştür. Gemlik çeşidi zeytinlerin kg'da tane sayıları 199-363, %yağ miktarı 21.70-26.77, pH değeri 5.10-5.29 arasında değişiklik göstermiştir.

Kadakal (2009), Türkiye' nin farklı ilçelerinden temin edilen sekiz Gemlik tipi işlenmiş sofralık zeytinlerin bazı özelliklerini tespit etmiştir. Toplam fenolik

madde içeriği 100 g zeytin etinde kafeik asit cinsinden 345.38 mg ile 582.82 mg arasında değişiklik göstermiştir. Protokateşuik asit, tyrosol, p-kumarik asit ve apigenin 7-O glukozit tespit edilen ana fenolik bileşikler olmuştur. Sonuçta Gemlik yöntemi ile işlenmiş zeytinlerin, sağlıklı bir diyet için yeterli oranda fenolik bileşik içerdiği ve yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

2.3. Sofralık Zeytin Üretimi

Genel olarak tüm işleme yöntemleri oleuropeinin neden olduğu doğal acılığı gidermeyi amaçlamaktadır (Gomez ve ark, 2006; De Angelis ve ark, 2015). Sofralık zeytin işleme teknikleri genel olarak iki şekilde yapılmaktadır. Bunlardan ilki acılığın giderilmesinde su, tuz ya da tuzlu suyun kullanıldığı işlem görmemiş, doğal yöntem, diğeri ise bir alkali ile muamele edilen işlem görmüş zeytin üretim yöntemidir (Yıldız, 2014).

Uluslararası sofralık zeytin ticaretinde üç ana sofralık zeytin üretim metodu bulunmaktadır. Bunlar; İspanyol yöntemi, Kaliforniya yöntemi ve Yunan yöntemidir (Brenes, 2004; Akyar, 2008; Arroyo-Lopez ve ark, 2010; Dabbou ve ark, 2012; Romero-Gil ve ark, 2013). Bu yöntemlerin üretimi karşılama oranları yaklaşık olarak sırasıyla %50, %25 ve %25'dir (Romero ve ark, 2004). NaOH ile muamele edilmiş ve fermente edilmiş yeşil zeytinler İspanyol stili, NaOH ile muamele edilmiş ve oksidasyonla karartılmış siyah zeytinler Kaliforniya stili, salamurada üretilip muhafaza edilmiş yeşil, rengi dönük ve siyah zeytinler ise Yunan stili olarak bilinmektedir (Özdemir, 2011; Botta ve Cocolin, 2012; Erdoğan, 2014). İspanyol ve Kaliforniya stilinde oleuropeinin neden olduğu acılık alkali muamelesi ile giderilmektedir, Yunan stilinde ise meyveler direkt salamura içerisine bırakılmakta ve acılık uzaklaştırılmaya çalışılmaktadır. Bu yüzden Yunan stili zeytinler daha meyvemsi ve acımsı bir lezzete sahip olmaktadırlar (Dazkır, 2010).

İspanyol yönteminde zeytinler; yeşil halde hasat edilip ayıklandıktan sonra seyreltik (%1.8-4.5 w/v) NaOH çözeltisiyle 6-15 saat muamele edilerek hızlı bir

acılık giderme işlemine tabi tutulur. Alkali çözeltisini uzaklaştırmak için yıkandıktan sonra %6-10 NaCl konsantrasyonlu salamurada 1.5-2 ay süren fermantasyona bırakılır (Brenes, 2004; Frankel, 2011; Kara ve Özbaş, 2013; Lanza, 2013; Lucena-Padros ve Ruiz-Barba, 2016). Kaliforniya tipi siyah zeytin üretiminde; zeytinler farklı konsantrasyonlarda NaOH ile muamele edilir ve acılığı giderilen zeytinlere hava verilerek oksidayonla karartılmaktadır. Son yıkama suyuna HCl ilave edildiği için zeytin renginde açılmalar görülebilmektedir. Zeytinin kendine özgü siyah rengine ulaşması için ortama demir glukonat ve demir laktat ilave edilebilir (Frankel, 2011; Kara ve Özbaş, 2013).

Türkiye'de sofralık zeytin üretiminde kullanılan ana yöntemler; salamurada işlem görmemiş siyah zeytin, Gemlik stili, kuru tuzlanmış siyah zeytin, alkali ile muamele edilmiş yeşil zeytin ve kırık-çizik yeşil zeytindir (Erten ve ark, 2016). Salamurada işlem görmemiş siyah zeytinler Yunan stili olarak bilinir ve Türkiye, Yunanistan ve Kuzey Afrika ülkelerinde tercih edilir (Rejano ve ark, 2010; Erten ve ark, 2016).

Doğal siyah zeytin üretimi için ülkemizde Gemlik, Yunanistan'da Conservolea, İspanya'da ise Hojiblanca çeşidi zeytinler sıklıkla tercih edilmektedir (Irmak, 2015). Doğal salamura siyah zeytin üretiminde, zeytinlerin kabuğu siyahlaşıp, et rengi menekşe-mora döndüğünde hasat yapılır (Erdoğan, 2014; Erten ve Tangüler, 2014). Hasattan sonra işlemeye elverişli olmayan taneler ayıklanır ve zeytinler sınıflandırılır (Asıgöz, 2007; Demir, 2009; Erdoğan, 2014). Zeytinler su püskürtmek suretiyle veya %2'lik salamurada 3 gün bekletilerek yıkama işlemine tabi tutulabilir (Gül-Özdoğan, 2009; Erdoğan, 2014; Erten ve Tangüler, 2014). Yıkama işlemi tamamlanan zeytinler üzerine ağırlık konularak %8-10'luk NaCl konsantrasyonundaki salamurada fermantasyona bırakılır (Anonymous, 2004; Gomez ve ark, 2006; Asıgöz, 2007; Demir, 2009; Frankel, 2011).

Zeytinlerin fermantasyon süresi; salamuranın tuz konsantrasyonu, sıcaklık ve meyvenin şeker içeriğine göre değişmekle beraber 6-8 aydan fazla sürmektedir (Erten ve Tangüler, 2014; Tokuşoğlu ve Başoğlu, 2016). Doğal fermantasyonla

zeytin üretiminde, alkali ile muamele olmadığı için fermente olabilir bileşiklerin salamuraya geçişi yavaş olmaktadır ve fermantasyon uzun sürmektedir (Rejano ve ark, 2010; Yıldız, 2014). Fermantasyon sonunda laktik asit cinsinden toplam asitlik %0.5-1 ve pH değeri 4.3-4.5 düzeylerindedir (Erdoğan, 2014; Erten ve Tangüler, 2014). Fermantasyonu geliştirmek ve yüksek kaliteli ve standart bir ürün elde edebilmek için starter kültür de kullanılabilir (Öztürk-Güngör, 2017). Fermantasyonu tamamlayan zeytinler istenilen siyahlıkta değilse havalandırılarak karartma işlemi yapılır (Gomez ve ark, 2006; Taş ve ark, 2008; Erten ve Tangüler, 2014). Havalandırma işlemi 2-3 gün sürmektedir. Bazen de demir glukonat veya laktat ilave edilerek koyu siyah renk sağlanabilir (Rejano ve ark, 2010; Kara ve Özbaş, 2013). Karartılan zeytinlere seçme işlemi uygulanır, kuru veya sulu olarak ambalajlanır (Tokuşoğlu ve Başoğlu, 2016). Asitlik yeterince gelişmemiş ise pastörizasyon işlemi de uygulanmalıdır (Erten ve Tangüler, 2014).

Yapılan bir araştırmada, Bursa ilinin farklı yörelerinden temin edilen Gemlik çeşidi zeytinler sele, salamura ve çabuk yöntem ile işlenmiştir. Fermantasyon boyunca kimyasal özellikler üzerine hem yöre hem de işleme yöntemi etkili olmuştur. Fenolik bileşiklerin toplam miktarı hammaddeye göre sele yönteminde %68, salamura yönteminde %54 ve çabuk yöntemde ise %60'lık bir kayba uğramıştır. Duyusal değerlendirmede en yüksek puanı Umurbey'den temin edilen ve çabuk yöntemle işlenen zeytinler almıştır (Yıldız, 2014).

Bautista-Gallego ve ark (2010), yaptıkları bir çalışmada NaCl, $CaCl_2$ ve KCl'nin çeşitli karışımlarının Manzanilla-Alorena zeytinlerinin fermantasyon profilleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Enterobacteriaceae popülasyonu tüm denemelerde sınırlı olmuştur. Genel olarak, $CaCl_2$'nin varlığı, NaCl ilaveli salamuradan daha yavaş bir Enterobacteriaceae ve LAB gelişimine, ancak daha yüksek maya aktivitesine neden olmuştur. $CaCl_2$ mevcudiyeti daha yüksek titrasyon asitliği ve daha düşük pH değeri sağlamıştır.

Bu çalışmada, iki zeytin çeşidinin (Edincik ve Gemlik) fermantasyon sırasındaki kimyasal ve mikrobiyolojik kompozisyonlarındaki değişimler

incelenmiştir. Meyve olgunluk derecesi ve salamuranın ilk tuz konsantrasyonunun pH değerini kontrol eden önemli faktörler olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon sırasında, indirgen şeker ve polifenol içerikleri meyvede yavaş yavaş azalma göstermiştir. Ham numunelerin mikroflorası, başlıca LAB, gram negatif bakteriler, koliform bakteriler ve mayalardan oluşmuştur. Ancak her iki çeşitte de 40. günden itibaren mayalar baskın hale gelmiştir (Borçaklı ve ark, 1993).

Campaniello ve ark (2005), yeşil zeytinlerden İspanyol ve doğal fermantasyon yöntemleriyle sofralık zeytin üretmişler ve işleme yönteminin mikrobiyal karakterizasyona etkisini belirlemişlerdir. Zeytinlerde bulunan LAB sayılarında işlem tekniği önemsiz iken, salamuradaki LAB popülasyonu İspanyol stili işlemede daha yüksek bulunmuştur.

Çeşit ve işlemenin zeytin antioksidanları, yağ asitleri ve şeker profilleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Zeytin meyveleri, iki geleneksel Tunus süreci ile işlenmiştir. İşleme tekniği; yağ asidi profilinde önemli bir değişiklik göstermezken, şeker miktarı ve fenolik bileşiklerde farklılık yaratmıştır. Çeşide göre özellikler büyük değişim göstermiştir (Issaoui ve ark, 2011).

Kanavouras ve ark (2005), siyah sofralık zeytinleri 3 farklı yöntemle (%16 NaCl, tamponlarla salamura pH'sının 4.7'ye ayarlanması, %12.8 NaCl ve tamponlarla salamura pH'sının 4.3'e ayarlanması) işlemişlerdir. Üçüncü işlem, fermantasyon süresi boyunca belirgin bir şekilde daha iyi doku ve renge sahip, tüketiciler arasında kabul edilebilirliği daha yüksek ürünler vermiştir. Birinci ve üçüncü işlemler benzer pH, asitlik ve tuz değerleri vermiştir.

Bu çalışmada, Itrana zeytin çeşidinden modifiye Yunan stilleriyle yeşil (Oliva bianca di Itri) ve siyah (Oliva di Gaeta) sofralık zeytinler elde edilmiştir. Çalışmalarda çift tuzlama (kullanılacak tuz miktarının yarısını hemen yarısını 15 gün sonra eklemek) yöntemi en iyi sonucu vermiştir. Fermantasyondan önce 30 ve 45 gün boyunca suda bekletme işlemi zeytinlerde şarap ve sirkeyi andıran kötü kokulara sebep olmuştur (Lanza ve ark, 2013).

L. plantarum B21 suşunun, çeşitli sodyum klorür konsantrasyonları ile birlikte oleuropein, hidroksitirozol ve p-kumarik asit varlığında üreme kabiliyeti araştırılmıştır. Suş en iyi %6 NaCl konsantrasyonunda gelişme gösterirken, %8 NaCl büyümesini geciktirmiş, %10 NaCl ise inhibe edici özellik göstermiştir. Oleuropein ve hidroksitirozol suş gelişimini desteklerden, p-kumarik asit inhibe edici özellik göstermiştir. Büyüme ortamına glikozun eklenmesi, *L. plantarum*'un oleuropeini parçalama kabiliyetini olumsuz yönde etkilemiştir (Marsilio ve Lanza, 1998).

Montano ve ark (2003), Manzanilla, Hojiblanca ve Gordal çeşitlerinden farklı işleme teknikleri ile elde ettikleri 160 farklı sofralık yeşil zeytin örneğini incelemişlerdir. Zeytin çeşidinin ve işleme metodunun zeytinin özellikleri üzerine mevsimden daha etkili olduğunu tespit ettikleri çalışmada ana uçucu bileşikler laktik, asetik, süksinik ve formik asit; etanol ve metanol olmuştur.

Kırılmış zeytinlerin ambalaj salamurasında NaCl, KCl, $CaCl_2$ tuz karışımları kullanılarak zeytinlerin duyusal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmada tuzluluk, acılık ve sertliğin önemli ölçüde ambalaj salamurasındaki NaCl, KCl, $CaCl_2$ konsantrasyonları ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Meyve etinde sodyum ve kalsiyumun yüksek olması yüksek asitliğe, tuzluluğa ve acılığa neden olmuştur. Na içeriğinin düşürülmesi için $CaCl_2$ ve KCl kullanımının uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Moreno-Baquero ve ark, 2013).

Özay ve Borçaklı (1996), Gemlik çeşidinde iki farklı tuz derişimin de (%6 ve %14) gerçekleştirdikleri fermantasyonların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Tüm denemelerde mayalar baskın mikroorganizma grubu olmuştur. %6 tuzlu örneklerde salamura değişimi ile laktik asit bakterisi gelişiminin artmasına rağmen aynı durum %14 tuzlu örneklerde görülmemiştir. Salamura asitliği %6 tuz içeren örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Tüm denemelerde indirgen şeker mikroorganizmalar tarafından etkin bir şekilde tüketilmiştir. Son üründe yapılan duyusal değerlendirmelerde muameleler arasında bir fark tespit edilememiştir.

Yapılan bir çalışmada hafif bir ısıl işlem (10 dk boyunca 60°C) antimikrobiyal bileşiklerin oluşumunu önleyen β-glikozidaz aktivitesini etkisiz hale getirmek için yeterli olmuş ve böylece laktik asit bakterilerinin gelişmesi desteklenmiştir. Buna karşın, 6 ay fermantasyon sonunda bile oleuropein çok yüksek konsantrasyonlarda kalmıştır. Bu işlem oleuropein içeriği düşük olan çeşitlerde (Gordal ve Alorena) başarılı sonuçlar vermiştir (Ramirez ve ark, 2017a).

Conservolea çeşidi zeytinin doğal siyah zeytine işlenmesinde farklı sıcaklık (18°C, 25°C ve ortam sıcaklığı) ve tuz seviyelerinin (%4, %6 ve %8) mikrobiyolojik ve kimyasal özellikler üzerine etkisi 190 gün boyunca izlenmiştir. Başlangıç mikroflorası gram negatif bakteriler, laktik asit bakterileri ve mayalardan oluşmuştur. Tüm muamelelerde gram negatif bakterilerin inhibisyonu sağlanmıştır. 18°C, 25°C sıcaklık ve %4, %6 tuz derişimi uygulanan salamuralarda laktik asit bakterisi gelişimi teşvik edilmiş ve sonuçta düşük pH derecelerine ulaşılmıştır. Ancak %8 tuz derişimi laktik asit bakterisi gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir. Mayalar sıcaklık değişiminden etkilenmemiştir. Sonuçta en iyi fermantasyon parametrelerinin 25°C ve %6 tuz konsantrasyonu olduğu belirlenmiştir (Tassou ve ark, 2002).

Bu çalışmada, farklı yöntemlerle (doğal salamura ve çevirme zeytin) az tuzlu (%2-4) olarak üretilen Gemlik çeşidi sofralık siyah zeytinlerin muhafazasında yararlanılan yöntemlerin (vakum ve modifiye atmosferde paketleme, gama ışını uygulama) raf ömrü ve kaliteye olan etkileri belirlenmiştir. Fermantasyon süresince, doğal fermantasyon ile üretilen siyah sofralık zeytinlerin asitlik ve pH değerleri normal seyir göstermiştir. Vakum ve modifiye atmosfer paketleme ile ambalajlanan ve gama ışını uygulaması yapılmış zeytinlerin asitlik ve pH değerleri depolama sonunda hafif bir artış göstermiştir. Toplam fenolik madde miktarı depolama süresince çevirme zeytinlerde düşüş göstermiştir (Irmak, 2015).

Yapılan bir çalışmada Gemlik yöresi ile Gemlik dışındaki farklı yörelerden (Kemalpasa, Kuyucak ve Akhisar) temin edilen zeytinlerin işlenerek, farklı yöre ve işleme tekniklerinin zeytinin temel bileşenlerine ve sofralık özelliklerine etkisi

belirlenmiştir. Araştırma sonucunda zeytin meyvelerinin temel bileşenlerinin ve sofralık özelliklerinin yetiştiği yöreye ve salamurada işleme yöntemine göre değiştiği tespit edilmiştir. Farklılıklar olmasına rağmen Gemlik zeytininden siyah sofralık zeytin hammaddesi olarak yararlanılabileceği sonucuna varılmıştır (Öztürk-Güngör, 2010).

Ramirez ve ark (2017b), alkali ile işlem görmeyen ve İspanyol tarzı yeşil zeytinlere benzer organoleptik özelliklere sahip doğal bir ürün geliştirmeye çalışmışlardır. Bunun için farklı tuz ve sıcaklık dereceleri kullanılmıştır. İlk bir ay boyunca, düşük konsantrasyonda NaCl (60 g/L) ve asetik asit (2 g/L) ile birlikte düşük depolama sıcaklığına (10^0C) sahip örnekler oleuropeini hızlı bir şekilde hidroliz etmiştir. Bu koşullarda β-glikozidazın ve esterazın etkisini arttırdığı belirlenmiştir. Daha yüksek konsantrasyonlar ve depolama sıcaklığı (140 g/L NaCl, 16 g/L asetik asit ve 40°C), uzun süreli (birkaç ay) depolama sırasında oleuropeinin kimyasal hidrolizini desteklemiştir. B-glikozidaz aktivitesi sıcaklıkla artış gösterirken, sıcaklığın esteraza etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Erdoğan (2014), Gemlik çeşidi sofralık salamura siyah zeytin üretiminde farklı klorür tuzları kullanımının kalite üzerine etkisini belirlemiştir. Çalışmada kullanılan klorür tuzu kombinasyonları; %10 NaCl (kontrol denemesi), %5 NaCl ve %5 $CaCl_2$, %5 NaCl ve %5 KCl, %5 KCl ve %5 $CaCl_2$, %3.3 NaCl-% 3.3 KCl-% 3.3 $CaCl_2$'dir. Fermantasyon süresince pH 4.0-7.5 ve toplam asitlik laktik asit cinsinden, 0.29-0.58 g/L arasında değişmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, KCl ve $CaCl_2$'nin birlikte kullanıldığı denemede son üründe acı tat belirlenmiştir. $CaCl_2$'nin kullanıldığı diğer denemeler de panelistler tarafından tercih edilmemiştir. Genel olarak %5 NaCl ve %5 KCl kombinasyonu düşük sodyum içeriği nedeniyle en fazla beğenilen örnek olmuştur.

Yapılan bir çalışmada Gemlik çeşidi zeytin farklı yöntemlerle işlendikten sonra ısıl işlem uygulamanın kaliteye etkisi belirlenmiştir. Starter ilaveli fermantasyon, çabuk yöntem ve Kaliforniya yöntemiyle yapılan çalışmalar arasında renk, tat ve doku yönünden en büyük beğeniyi çabuk yöntem ile işlenen

zeytinler almıştır. Ayrıca 82-85°C'de 15 dk uygulanan ısıl işlemin en iyi sonucu verdiği saptanmıştır (Akpınar, 1994).

Erbay ve ark (2010), çekirdeği çıkarılmış salamura yeşil zeytinleri şalgam suyu, sentetik likopen çözeltisi (%1) ve yapay boya çözeltisi kullanılarak renklendirmiş ve bazı kalite özelliklerini karşılaştırmışlardır. Şalgam suyu ile renklendirilen örneklerin en yüksek asitlik ve en düşük pH değerine ulaştığı belirlenmiştir. Kuru madde değerleri, likopen ve şalgam suyu ile renklendirme işlemi sonrasında önemli miktarda artış göstermiştir. Bünyedeki %tuz miktarları tüm muamele gruplarında kontrole göre önemli seviyede azalmıştır.

Başer ve Kılıç (1987)'ın gerçekleştirdiği bir çalışmada Gemlik çeşidi siyah zeytinlerden daha kaliteli, dayanıklı ve az tuzlu sofralık siyah zeytin üretimi olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla zeytinler %5 ve %10 tuz içeren salamuralarda %0.5 oranında ek laktik asit oluşturacak miktarda şeker, melas, elma ve pekmez gibi ucuz şekerli maddeler ve starter olarak ekşi yoğurt ilave edilerek fermente edilmiştir. Uygulanan 10 farklı yöntemden şeker, elma ve pekmez katılarak uygulanan altı yöntemin sert dokulu, hoş aromalı ve dayanma kabiliyeti yüksek ürünler verdiği ve bu uygulamaların Gemlik yöntemi ile üretim yapan işletmeler tarafından kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Savaş (2006)'ın yaptığı bir çalışmada Ege Bölgesi'nde yetiştiriciliği yapılan Domat çeşidi yeşil zeytinin işlenmesinde çizme yönteminin uygunluğu belirlenmiştir. Ham maddeye göre işlenmiş ürünlerde kuru madde, protein, indirgen şeker ve yağ içeriklerinde belirgin azalma görülmüştür. Kalevi ile acılığın giderildiği örneklerde bu azalmanın daha fazla olduğu belirlenmiştir. Fermantasyon sonrası asitlik değişimi çizme yönteminin uygulandığı denemelerde daha belirgin olmuştur. Çizme yöntemi uygulanarak salamura ile acılık giderme yönteminin kalevi ile acılık giderme işlemine göre daha iyi teknolojik ve duyusal sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada Bursa ilindeki farklı satış noktalarından temin edilen 100 adet salamura siyah zeytin örneğinin tuz, benzoik asit ve sorbik asit

miktarlarının yasal sınırlarda olup olmadığı belirlenmiştir. 81 adet örnekte benzoik asit, 58 örnekte ise sorbik aside rastlanmamıştır. 58 adet örnekte sorbik asit+benzoik asit tespit edilmemiştir. 19 adet örnekte ise benzoik ve sorbik asit birlikte tespit edilmiştir. Ancak tespit edilen örnekler yasal sınır içinde bulunmuştur. 8 adet zeytin örneğinin tuz miktarı ise yasal sınır olan %8'den fazla bulunmuştur (Tokat, 2018).

Marsilio ve ark (2008), İspanyol tarzı yeşil zeytinlerde su ile yapılan geleneksel yıkama yerine alkali nötrleştirici madde olarak CO_2 kullanımını incelemişlerdir. CO_2, yıkama aşaması sırasında zeytinlerden suda çözünür karbonhidrat kaybını azaltmada etkili olmuş ve toplam asitliği etkilemiştir. Salamuranın nihai pH değeri kontrolden daha yüksek bulunmuştur. CO_2 ile muamele edilmiş zeytinlerin asidik tadı kontrolden daha yoğun hissedilirken, doku özellikleri için fark bulunmamıştır.

İspanya'nın farklı bölgelerinde yetişen Manzanilla, Gordal ve Hojiblanca çeşitleri NaOH ile muamele edildikten sonra %11 NaCl içeren salamurada spontan olarak fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyonun beşinci ayından sonra ortamda şeker tükenmiş ve işlemin bittiği kabul edilmiştir. Kimyasal ve duyusal analizler tutarlı sonuçlar vermiştir (Lopez-Lopez ve ark, 2018a).

Taggiasca çeşidi zeytinlerinin doğal fermantasyonla işlenmesinde dört farklı teknik (geleneksel yöntem, geleneksel yöntem+pH 4.0-4.5'e ayarlama, zeytini altı gün iki kere değişen suda bekletme+geleneksel yöntem, zeytini altı gün iki kere değişen suda bekletme+geleneksel yöntem+pH 4.0-4.5'e ayarlama) kullanılmıştır. Suda bekletme ve pH ayarlanması işlemleri LAB'nin gelişmesini teşvik etmiştir. pH ayarlaması istenmeyen mikroorganizmaların çoğalmaması için önerilmiştir. Duyusal olarak bir fark bulunmasa da ikinci yöntem en iyi sonuçları vermiştir (Amelio ve DeMuro, 2000).

%4 NaCl, %0.1 sitrik asit ve %0.0175 sorbat paketleme şartları kullanılarak ambalajlanmış, taze ve depolanmış kırık zeytinlerin özellikleri raf ömrü boyunca incelenmiştir. L*, b*, %tuz ve pH değerleri hafif değişiklik

gösterirken; a* ve asitlik değerlerinde artış görülmüştür. Glikoz tamamen tükenirken mannitol hafif bir düşüş göstermiştir. Mayalar taze zeytinlerde hızlı bir büyüme gösterirken depolanmış zeytinlerde inhibe edilmiştir (Arroyo-Lopez ve ark, 2005).

Domat çeşidi yeşil zeytinler iki farklı yöntemler (su değişimi yapılmaksızın ve haftada bir su değişimi yapılarak) tatlandırılmıştır. Sonuç olarak kullanılan çözeltilerin haftada bir değiştirilmesinin zeytinin tatlanma süresini kısalttığı belirlenmiştir. Ancak aynı çözeltide tatlandırılan zeytinlerin rengi tüketici tarafından daha çok beğenilmiştir (Durucasu, 2004).

2.4. Zeytin Fermantasyonu

Gıdaların korunmasında fermantasyon uygulaması eski zamanlardan beri kullanılan bir yöntemdir. Fermantasyon gıdaların korunmasında, besin değerinin artmasında ve duyusal özellikleri geliştirmede önemli rol oynamaktadır (Nychas ve ark, 2002; Akyar, 2008; Randazzo ve ark, 2010; Yıldız, 2011; Corsetti ve ark, 2012; Erten ve ark, 2016; Susamcı, 2017; Cabaroğlu ve Koyuncu, 2019). Zeytin fermantasyonu, mikroflorada yer alan mikroorganizmaların zeytin etindeki şekerleri parçalayarak laktik asit oluşturmaları sonucu zeytinin yenilebilir hale gelmesidir (MEGEP, 2008).

Zeytin fermantasyonu genellikle kendiliğinden gerçekleşir ve kontrolden uzaktır (Randazzo ve ark, 2010; Corsetti ve ark, 2012; Bonatsou ve ark, 2017). Fermantasyon popülasyonu Enterabacteriaceae, *Clostridium*, *Pseudomanas*, *Staphylococcus*, LAB, maya ve bazen de küfleri içeren dinamik bir süreçtir (Bevilacqua ve ark, 2012; Botta ve Cocolin, 2012; De Angelis ve ark, 2015; Erten ve ark, 2016; Leventdurur ve ark, 2016). Bu farklı mikroorganizma grupları fermantasyon sırasında nihai ürünün tadını ve kalitesini belirler. Laktik asit bakterileri ve bunlarla beraber hemen hemen tüm fermantasyon boyunca yer alan mayalar en önemli iki gruptur (Arroyo-Lopez ve ark, 2012b; Fırat, 2012; Hurtado ve ark, 2012; Bonatsou ve ark, 2017). Enterobacteriaceae familyasına ait türler, gaz

cebi bozulmasına sebep olarak son ürünün kalitesini düşürmektedir. Bu nedenle başlangıçta bu mikrobiyal grubun yaşam süresi olabildiğince kısa tutulmalıdır (Demir, 2009; Botta ve Cocolin, 2012).

LAB, ürettikleri organik asitler ve bakteriosin sayesinde gram pozitif bakterilere karşı antimikrobiyal özellik göstermektedir (Urbonaviciene ve ark, 2015; Kıvanç ve Erikçi, 2018). Laktik asit bakterileri; gram pozitif, *Sporolactobacillus inulis* dışında spor oluşturmayan, karbonhidratların fermantasyonu sonucu ana ürün olarak laktik asit üreten, fakültatif anaerob, çubuk ve koklardır (Akyar, 2008; Randazzo ve ark, 2010; Yıldız, 2011; Erten ve ark, 2016; Tahtacı, 2016). LAB'ler genellikle mezofiliktir, asit ve alkali ortamlara karşı toleranslıdır (Yıldız, 2011).

Fermantasyonun ilk aşamasında *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, gram pozitif bakteriler, Enterobacteriaceae familyasına ait gram negatif bakteriler gelişim göstermektedir. *Leuconostoc* bakterileri tarafından (ilk 7-14 gün sonunda) ortam asitliği yaklaşık %0.25'e getirilir. Asitlik arttıkça gram pozitif, gram negatif bakteriler ve koklar yok olmaya başlar. Böylece fermantasyonun ikinci aşaması başlamış olur. Bu aşama yaklaşık 14-21 gün sürer ve *Leuconostoc*'lar ile *Lactobacillus*'lar bir arada gelişir. Asitlik arttıkça, *Leuconostoc*'lar yok olmaya başlar ve ortama *Lactobacillus*'lar hakim olur. Laktik asit fermantasyonunun son aşamasında (3. aşama) ortama *L. plantarum'un* hakim olması istenir. Bu aşama 21-28 gün sürmektedir. Fermantasyon uygun şekilde gerçekleşmişse, fermantasyon sonunda pH değerinin 3.8-4.0, asitliğin %1 civarında olması gerekir (Ergen, 2006; MEGEP, 2008; Kadakal, 2009; Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012; Hurtado ve ark, 2012; Kıvanç ve Erikçi, 2018). Ayrıca mayalarda birkaç gün içinde gelişmeye başlar, 10-25 gün sonunda maksimum seviyeye ulaşır ve fermantasyon süresince ortamda bulunur (Öztürk-Güngör, 2017). Fermantasyonun bitiş noktasının belirlenmesinde şeker miktarı ve acılık oranı da dikkate alınmalıdır (Irmak, 2015).

Fermantasyonda tuz konsantrasyonu, sıcaklık ve pH ayarlamaları ile starter kültür kullanımı laktik asit oluşumunu arttırarak daha lezzetli ve dayanıklı zeytinler elde edilebilmektedir (Mcfeeters, 2004; Oliveira ve ark, 2004; MEGEP, 2008; Randazzo ve ark, 2010; Irmak, 2015). Ayrıca iyi hijyen uygulamaları ve anaerobik ortam da nihai ürün kalitesine etki etmektedir (MEGEP, 2008). Fermantasyon süresi; ortam sıcaklığına, zeytin çeşidine, zeytinlerin olgunluk durumuna, tuz yoğunluğuna, işleme yöntemine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (MEGEP, 2008).

Laktik asit üreten mikroorganizmalar; Lactobacillaceae familyasından *L. homofermentetif*, *L. heterofermentatif* iken Streptococceae familyasından *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconastos* ve *Lactobacillus*'tur (Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012). Homofermantatif laktik asit bakterileri yalnızca laktik asit meydana getirirken, heterofermantatif laktik asit bakterileri bunun yanı sıra asetik asit, etil alkol ve CO_2'de üretmektedir (Ross ve ark, 2002; Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012; Erten ve ark, 2016; Susamcı, 2017). Fermantasyonda şekeri tamamıyla laktik aside çeviren homofermantatiflerin baskın olması istenmektedir (MEGEP, 2008). Ancak heterofermantatif türler asetilaldehit ve diasetil gibi tat ve aroma maddelerini daha fazla meydana getirmektedirler (Erten ve ark, 2016). Homofermentatif ve heteroferrmentatif *Lactobacillus*'lar arasındaki fark farklı enzim metabolizmalarına sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Homofermentatif mikroorganizmalar aldolaz enzimine ihtiyaç duyarken, heterofermentatif mikroorganizmalar için fosfoketolaz enzimi gereklidir (Akyar, 2008; Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012; Erten ve ark, 2016). Homofermentatifler Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) yol izini kullanırken, heterofermentatifler Pentoz Fosfat yol izini kullanırlar (Ross ve ark, 2002; Akyar, 2008; Montet ve ark, 2014; Erten ve ark, 2016). *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* ve *Vagococcus* bakterilerinin hepsi ve *Lactobacillus* bakterilerinin bir kısmı homofermantatif iken *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weissella*, *Carnobacterium*, *Lactosphaera* bakterileri ve *Lactobacillus* bakterilerinin bir kısmı heterofermantatiftir (Güven, 2008).

Homofermentatif *Lactobacillus* suşları; *L. bulgaricus*, *L. helveticus*, *L. lactis*, *L. acidophilus*, *L. thermophilus*, *L. delbrueckii*, *L. leichmanii* ve heterofermentatif *Lactobacillus* suşları; *L. fermentum*, *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. pastorianus*, *L. hilgardii*, *L. trichodes*'tir (Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012). *L. casei*, *L. curvatis*, *L. plantarum* ve *L. sakei* gibi bazı mikroorganizmalar hem aldolaz hem de fosfoketolaz enzimlerini içerdiklerinden dolayı fakültatif heterofermantatif özellik gösterirler (Erten ve ark, 2016).

Mayalar, fermantasyonda hem ürünün organoleptik özelliklerine geliştiren hem de bozulma etmeni olan mikroorganizma grubundadır (Dazkır, 2010; Arroyo-Lopez ve ark, 2012a; Kara ve Özbaş, 2013; Tofalo ve ark, 2013; Bleve ve ark, 2014; Erten ve ark, 2016). Zeytinlerden en sık izole edilen maya cinsleri *Candida*, *Pichia*, *Debaryomyces*, *Saccharomyces*, *Issatchenkia*, *Rhodotorula* ve *Wickerhamomyces*'tir (De Angelis ve ark, 2015). Maya florası zeytinin yetiştirilme bölgesine ve fermantasyon tekniğine bağlı olarak değişmekle birlikte; *S. cerevisiae*, *W. anomalus*, *P. membranifaciens*, *C. boidinii*, *C. diddensiae*, *P. galeiformis* ve *K. lactis'ten* oluşur. Bunun dışında; *D. hansenii*, *I. occidentalis*, *P. kluyveri*, *P. guilliermondii*, *C. oleophila*, *S. olcaginosus* ve *T. delbrueckii*'de sofralık zeytinlerden izole edilmiştir (Erten ve ark, 2016). Mayalar fermantasyonda; alkol, etil asetat, asetaldehit ve organik asitleri üreterek tat ve aroma gelişimine katkıda bulunur, laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik ederler (Arroyo-Lopez ve ark, 2008; Alves ve ark, 2012; Arroyo-Lopez ve ark, 2012c; Botta ve Cocolin, 2012; Kara ve Özbaş, 2013; Tofalo ve ark, 2013; Bonatsou ve ark, 2018).

Ortamda laktik asit bakterileri mayalardan fazla olduğunda, doğal siyah zeytin fermantasyonu için istenilen bir durum olan, daha düşük pH değerine sahip daha asidik bir ürün alınırken, mayaların baskın olduğu durumlarda daha yumuşak ve kendini muhafaza etme yeteneği daha zayıf bir ürün elde edilir (Oliveira ve ark, 2004; Demir, 2009; Kara ve Özbaş, 2013). Mayalar zeytinde gaz cebi bozulmasına da neden olabilirler (Demir, 2009; Arroyo-Lopez ve ark, 2012a). Genellikle %10 tuz konsantrasyonunun üzerindeki değerlerde ortama mayalar hakim olurken bu

değerin altında ise laktik asit bakterileri baskındır (Tsapatsaris ve Kotzekidou, 2004).

Zeytinlerin hasat edildiğindeki olgunluk durumunun ve salamura tuz konsantrasyonunun (%5 ve %10 NaCl) Arbequina sofralık zeytinlerinin fermantasyonu sırasında salamuranın mikroorganizma popülasyonunu nasıl etkilediği değerlendirilmiştir. Enterobacteriaceae popülasyonunun varlığı siyah ve rengi dönük zeytinlerde yeşil zeytinlere göre daha uzun sürmüştür. Yüksek tuz konsantrasyonu, Enterobacteriaceae'nin ortadan kaldırılmasını sağlamış ve maya büyümesini engellemiştir. Laktik asit bakterilerinin gelişmesi ise yeşil zeytinlerde gecikmeli olmuştur. Duyusal testte, panelistler yeşil zeytinleri tercih etmişler ancak yeşil zeytinlerin farklı tuz konsantrasyonları arasında bir fark görememişlerdir (Hurtado ve ark, 2009).

On yeşil ve on siyah sofralık zeytin örneklerinden 50 laktik asit bakterisi izole edilmiş ve altı izolatın antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. *L. brevis* SZ1, *E. faecium* DZ2 ve *L. brevis* BZ1 izolatları yüksek tuz konsantrasyonlarında, düşük pH da gelişebilmeleri ve yüksek laktik asit üretmeleri nedeniyle starter kültür olmaya aday olarak tespit edilmişlerdir (Kıvanç ve Erikçi, 2018).

Korukluoğlu ve ark (2002), üçü yeşil olmak üzere 18 taze zeytin örneğinin 12'sinden 38 izolat toplamışlardır. Bu izolatlardan 12 tanesinin *L. plantarum*, 4 tanesinin *L. brevis*, 17 tanesinin *L. mesenteroides*, 4 tanesinin *L. lactis* ssp. *lactis* ve yalnızca bir tanesinin *Pe. damnosus* türüne ait olduğu belirtilmiştir. *L. plantarum* ve *L. lactis* ssp. *lactis* türleri 15^0C'de ve %10 tuzda gelişebildiklerinden, fazla sayıda karbon kaynağından yararlanabildiklerinden, gaz cebi bozulmalarına neden olmadığından ve homofermantatif türler olduklarından starter kültür olarak kullanılmalarının uygun oldukları belirlenmiştir.

Turşu ve zeytin üretiminde starter kültür olarak kullanılabilecek, antimikrobiyal aktivite gösteren ve probiyotik özelliğe sahip laktik asit bakterilerini izole etmek için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Antimikrobiyal aktivite gösteren

16 izolattan 13 adeti *L. plantarum*, 3 adeti ise *L. pentosus* olarak tespit edilmiştir (Karasu, 2006).

Küçük ve orta ölçekli işletmelerden alınan Alorena sofralık zeytinler üç farklı koşul altında fermantasyona bırakılmış ve mikrobiyal sayımları yapılmıştır. Sayımlar fermantasyon süresine ve sıcaklığına bağlı olarak büyük değişim göstermiştir. Daha düşük sıcaklıklarda fermantasyona bırakılan örneklerde mayalar baskın mikroorganizma grubu olmuştur. Ayrıca bu örneklerde halofilik bakterilerde tespit edilmiştir. LAB ise oda sıcaklığında yapılan fermantasyonların sonuna doğru artış göstermiştir. Maya ve küf sayımı çoğu örnekte fermantasyonun sonunda düşüş göstermiştir (Abriouel ve ark, 2011).

Bu çalışmada Burdur, Isparta, Antalya, Eskişehir ve İzmir illerinden 150 adet yeşil ve siyah zeytin örneği toplanmıştır. Zeytin örneklerinden 94 adet halofilik laktik asit bakterisi izole edilmiş, izolatların farklı teknolojik özellikleri belirlenmiştir. 20 zeytin örneğinde bakteri gelişimi tespit edilememiştir. Çalışılan izolatların, *L. plantarum* (52 adet), *L. acidipiscis* (21 adet), *E. faecium* (7 adet), *St. hominis* (3 adet), *L. alimentarius* (2 adet), *L. farciminis* (1 adet), *L. namurensis* (1 adet), *Sphingomonas paucimobilis* (2 adet), *Sphingomonas* sp. (1 adet) olduğu belirlenmiştir (Tahtacı, 2016).

Geleneksel yöntemle üretilmiş turşu ve zeytin örneklerinden toplam 171 LAB'nin izolasyonu ve identifikasyonu yapılmıştır. Zeytin örneklerindeki LAB'nin %95.83'ünün *Lactobacillus* ve %4.16'sının *Leuconostoc* olduğu belirlenmiştir. Dominant türün *L. pentosus* olduğu ve bunu *L. plantarum* ve *L. mesenteroides*'in takip ettiği ortaya konulmuştur (Yıldız, 2011).

Bu çalışmada, Sicilya'nın farklı bölgelerinden toplanan doğal fermente yeşil zeytinlerdeki laktik asit bakterilerinin fenotipik ve genotipik özellikleri araştırılmıştır. İzole edilen 52 suşun, 13'ünün heterofermentatif *L. brevis*, 24'ünün homofermentatif *L. casei*, 11'inin homofermentatif *L. plantarum* olduğu belirlenmiştir. Diğer çalışmaların aksine *L. casei* baskın tür olarak tespit edilmiştir.

Ayrıca 30 suş güçlü bir β-glikozidaz aktivitesi göstermiştir (Randazzo ve ark, 2004).

Alves ve ark (2012), Manzanilla çeşidi kırılmış yeşil zeytinleri fermantasyon boyunca mikrobiyolojik açıdan incelemişlerdir. Fermantasyondaki baskın mikroorganizmalar mayalar olurken LAB tespit edilememiştir. Fermantasyon başlangıcında çok çeşitli mayalar tespit edilirken, fermantasyon geliştikçe biyoçeşitlilik azalmış *Citeromyces matritensis*, *Zygotorulaspora mrakii* ve *S. cerevisiae* baskın tür haline gelmiştir. Fermantasyon sonunda Enterobacteriaceae tespit edilememiştir.

Fermente sofralık zeytinlerden ve salamuralardan 145 LAB izolatı toplanmış ve karakterize edilmiştir. Yeşil zeytinlerden elde edilen suşların 22 tanesi *L. plantarum*, 1 tanesi *L. pentosus* olmuştur. Siyah zeytinlerden elde edilen 44 suşun 21 tanesi *L. pentosus* iken 20 tanesi *L. mesenteroides*'dir. Salamuradan ise 78 suş izole edilmiştir. Bu suşların 50 adeti *L. pentosus*, 23 adeti *L. plantarum* ve 5 adeti *L. paracasei* subsp. *paracasei* olmuştur. Sonuçlar nihai fermente edilmiş ürünün kalitesini etkileyebilecek olan LAB varlığının çok çeşitli bir ekosistem olduğunu ortaya koymuştur (Doulgeraki ve ark, 2013).

Hernandez ve ark (2007), yeşil zeytinlerin işlenmesi sırasında maya popülasyonunu araştırmışlardır. Taze zeytinlerde maya sayısı 3.0 log kob/g bulunurken, salamurada 4.9 log kob/ml olarak tespit edilmiştir. Salamuradaki baskın maya türleri *P. anomala*, *K. marxianus* ve *S. cerevisiae* olmuştur. Özellikle *P. anomala*, *K. marxianus*, *S. cerevisiae* ve *Candida maris* olmak üzere yedi suş pilot denemelerde starter kültür olarak başarıyla kullanılmıştır.

Hurtado ve ark (2008), Arbequina sofralık zeytinlerin işlenmesi sırasında salamuradaki farklı mikroorganizma popülasyonlarını değerlendirmişlerdir. Fermantasyondaki başlıca mikroorganizma grubu mayalar olmuştur. Tanımlanan başlıca maya türleri *C. boidinii*, *C. diddensiae*, *C. membranaefaciens*, *K. lactis*, *P. kluyveri*, *P. membranaefaciens* ve *Rhodotolura glutinis* olmuştur. *L. pentosus* ve *L. paraplantarum*, sürece dahil olan laktik asit bakteri türleri olarak tespit edilmiştir.

Salamuranın farklı derinliklerinde mikrobiyal tür farkı gözlenmemiştir. Bununla birlikte salamura derininde LAB'nin gelişimi gecikmiştir.

Doğal fermente Jijelian siyah zeytinlerin mikrobiyal karakterizasyonunun belirlendiği bir çalışmada, meyve etinde *Lactobacillus*'ların baskın laktik asit bakterileri olduğunu fakat *Leuconuostoc* türlerini de bulunduğu belirtilmiştir. 17 LAB izole edilmiş olup, baskın tür *L. plantarum* olarak tespit edilmiştir. Bunu; *L. mesenteroides*, *L. brevis* ve *L. casei* türleri takip etmiştir (Idoui ve ark, 2009).

Lucena-Padros ve ark (2014), İspanyol usulü üretilen sofralık zeytinlerin mikrobiyal karakterizasyonunu belirlemişlerdir. 929'u bakteri ve 141'i maya olmak üzere toplam 1070 izolat elde edilmiştir. Bunlardan 17'si (*Brachy-bacterium*, *Paenibacillus* gibi) daha önce sofralık zeytin fermantasyonlarında tespit edilmemiştir. Fermantasyonlarda *L. pentosus* türlerinin baskın olduğu belirlenmiştir. *S. cerevisiae* ve *C. thaimueangensis* maya mikrobiyotasına hakim olan türler olarak bildirilmiştir.

İspanyol tarzı sofralık zeytin fermantasyonlarında halofilik ve alkalifilik bakterilerin varlığı incelenmiştir. Elde edilen 203 izolatta halofilik ve alkalifilik laktik asit bakterilerinin fazlalığı dikkat çekici bulunmuştur. Bu grubun *Alkalibacterium*, *Marinilactibacillus* ve *Halolactibacillus* cinslerine ait olduğu tespit edilmiştir. Bu cinsler fermantasyonun başlangıcında fermantasyona hakim olmuş ve LAB'nin gelişmesi için uygun ortamı sağlamışlardır (Lucena-Padros ve Ruiz-Barba, 2016).

Doğal siyah zeytin fermantasyonunda mikrobiyal gelişim ve organik asitlerdeki değişim birlikte izlenmiştir. Fermantasyon sırasında, salamuradaki Enterobacteriaceae familyası üyelerinin ve *Pseudomonas*'ların sayıları azalırken LAB ve maya popülasyonları artmıştır. Zeytin yüzeyinde baskın mikroorganizmalar mayalar, etinde ise LAB olmuştur. Sitrik, malik ve tartarik asitler fermantasyon sırasında salamurada biriken başlıca organik asitler olarak belirlenmiştir (Nychas ve ark, 2002).

Conservolea zeytinlerin işlenmesinde; *L. plantarum* ile aşılama, *L. pentosus* ile aşılama ve spontan fermantasyon denemeleri yapılmıştır. Tüm işlemlerde gram negatif bakterilerin inhibisyonu belirgin bir şekilde görülmüştür. Kültür kullanımı gram negatif bakterilerin yaşam süresini spontan fermantasyona kıyasla beş gün kısaltmıştır. Spontan fermantasyonda mevcut ana tür *L. pentosus* olarak belirlenmiştir. Starter kültür kullanımı LAB'nin maya üzerinde hakimiyet kurması açısından önemli bulunmuştur (Montet ve ark, 2014).

Doğal siyah Conservolea zeytinlerinin Yunan tarzı işlenmesinde glikoz ve laktik asit ilavesi yapılmış, maya popülasyonu belirlenmiştir. Tüm işlemlerde mayalar, fermantasyon boyunca laktik asit bakterileriyle fermantasyona katılan başlıca mikroorganizmalar olmuştur. *Metschnikowia pulcherrima* fermantasyonun başlangıcında baskın maya türü olurken, fermantasyonun ilerleyen aşamalarında *P. anomala* ile birlikte *P. membranifaciens* baskın hale gelmiştir. Glikoz kullanımı mayaların gelişmesine katkıda bulunurken, laktik asit kullanımı etki göstermemiştir (Nisiotou, 2009).

Galega çeşidinin doğal salamurayla işlenmesinde ev ve endüstriye üretimler karşılaştırılmıştır. Ev yapımı zeytinlerde LAB'nin gelişimi sadece fermantasyonun başlangıcında görülmüştür. Tanımlanan LAB türleri, *L. plantarum* ve *L. mesenteroides* olmuştur. Endüstriyel işlemede ise fermantasyonun başlangıç ve son aşamalarında LAB tespit edilirken, orta aşamalarda tespit edilememiştir. Baskın türler; *L. plantarum*, *L. pentosus*, *L. mesenteroides* ve *Pe. pentosaceus* olarak belirlenmiştir (Oliveira ve ark, 2004).

Manzanilla çeşidinden yeşil sofralık zeytin üretiminde zeytinler, %7-8 NaCl ile işlenmiş, salamura pH 4 değerine ulaşıncaya kadar laktik asit ilave edilmiş ve 80 gün boyunca fermentasyona bırakılmıştır. LAB'nin sayıları fermantasyonun ilk aşamalarında yüksekken fermantasyon ilerledikçe düşüş göstermiştir. Maya sayısı, taze zeytinlerde düşükken fermantasyon sırasında artış göstermiştir. En yüksek maya popülasyonuna 50 günün sonunda ulaşılmıştır. Fermantasyondaki

baskın maya suşu *P. anomala* olmuştur. Bu mayayı *K. marxianus* ve *S. cerevisiae* izlemiştir (Hernandez ve ark, 2007).

2.5. Sofralık Zeytin Üretiminde Starter Kültür Kullanımı

Fermantasyonu iyileştirmek, standart ve kaliteli nihai ürünler üretmek için iyi bir proses kontrolü gereklidir. Fermantasyonun ana itici kuvvetleri, fermente edilebilir substratların mevcudiyeti, tuz içeriği, pH, aerobik/anaerobik koşullar ve sıcaklık kontrolüdür. Bu dezavantajları önlemek için, modern sofralık zeytin endüstrisinde starter kültür kullanımı önerilmektedir (Aponte ve ark, 2012). Ülkemizde zeytin fermantasyonu tamamen spontan olarak gerçekleştirilirken, ihracatta önemli pay sahibi olan Akdeniz ülkeleri ticari zeytin fermantasyonunda saf kültür kullanım yoluna gitmektedirler. Fermantasyonun en iyi şekilde ilerlemesi için saf kültür kullanılabileceği gibi bir önceki fermantasyondan alınan salamura da kullanılabilir. Ancak bu fermantasyondan elde edilecek zeytinin kalitesi önceki fermantasyonun başarısına bağlı olarak değişmektedir (Demir, 2009). Zeytin fermantasyonu mevsim şartları nedeniyle düşük sıcaklıklarda yürütüldüğünden fermantasyonun başarılı şekilde gerçekleşmesi için optimum başlangıç şartlarının sağlanması ve starter kullanımı gerekmektedir (Özdemir, 2011).

Genel olarak sofralık zeytinlerin fermantasyonundan LAB sorumludur. Sofralık zeytinlerden en sık izole edilen suşlar *L. plantarum* ve *L. pentosus*'dur, starter kültür olarak da en çok bu iki tür kullanılmaktadır (Botta ve Cocolin, 2012; Benincasa ve ark, 2015). LAB'nin yanı sıra bazı mayalarda starter kültür olarak kullanılmaktadır. Bu mayalar; *W. anomalus*, *S. cerevisiae*, *K. lactis*, *P. membranifaciens*'dir (Arroyo-Lopez ve ark, 2012c). Çeşide ve prosese bağlı olarak starter kültür aşılama oranı değişmekle birlikte genellikle %1 civarındadır. Aşılanan mikroorganizmaların salamuradaki son konsantrasyonu 10^6-10^7 kob/ml arasındadır (Erten ve ark, 2016). Starter kültür ilavesiyle birlikte laktik veya sitrik asit ilavesiyle pH değerinin 5.0-5.5 aralığına getirilmesi, tuz oranının %4-6.5 aralığında tutulması (MEGEP, 2008), ortam sıcaklığının en az 18^0C olması

(Randazzo ve ark, 2010), şeker ilavesi (Akyar, 2008) ve inokülasyon öncesi zeytinlerin salamurada bekleme süresinin yeterli olması da fermantasyonun gelişimine yardımcı olmaktadır (Özdemir, 2011).

Starter kültür seçimi yapılırken bazı kriterler göz önüne alınmalıdır. Bunlar; toksik madde üretmemesi, sadece laktik asit üretimi için homofermantatif laktik asit bakterisi olması, biyojenen aminleri düşük düzeyde üretmesi veya üretmemesi, salamurayı hızlı asitlendirmesi, fermente olabilir şekerleri tamamen tüketmesi, kurutma, dondurma veya dondurarak kurutmaya dayanıklı olması (Montet ve ark, 2014), hijyenik açıdan güvenilir olması, fermantasyon boyunca diğer mikrofloraya karşı basın olması, çoğalma hızının uygun düzeyde olması, prosese kolayca uyum sağlaması, gıdanın duyusal kalitesini ve raf ömrünü geliştirmesi, gıda kaynaklı patojenlerin gelişmesini inhibe etmesi, probiyotik özellik göstermesi, elde edilmesinin kolay ve ucuz olmasıdır (Karasu, 2006; Ammor ve Mayo, 2007).

Saf kültür kullanımını sağladığı bazı avantajlar; asit oranında artış, asit miktarında artış, ortamda gaz oluşumunu azaltma, homojen ürün yapısı, homojen ürün lezzeti (Aktan ve Kalkan-Yıldırım, 2012), asit üretimi ve bakteriyosinler yoluyla patojen veya bozulma yapan mikroorganizmaların (*Clostridium*, Enterobacteriaceae, vb) gelişmesini engelleyerek nihai ürünün güvenliğinde ve kalitesinde artış, fermantasyon süresini kısaltma, ambalajlamada koruyucu madde kullanımında azalma (Ammor ve Mayo, 2007; Arroyo-Lopez ve ark, 2010), β-glikozidaz aktivitesiyle oleuropein hidrolizinin hızlandırma (Erten ve ark, 2016), ürünün raf ömrünü arttırma (Bonatsou ve ark, 2017) ve aroma maddeleri üretimiyle organoleptik özelliklere katkı sağlamadır (Leroy ve Vuyst, 2004).

Starter kültür ilavesiyle sofralık zeytin üretimi ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Sofralık zeytinlerden izole edilen *L. plantarum*'un beş suşu yeşil Chalkidikis ve siyah Kalamata zeytinlerinin hazırlanması sırasında kullanılmıştır. Çalışmalar *L. plantarum* kaynaklı β-glikozidazın, oleuropeindeki glikozidik bağı

kırabildiğini göstermiştir. Yeşil zeytin fermantasyonunda, en düşük oleuropein konsantrasyonunu Lp 15 ve Lp 48 suşları, siyah zeytin fermantasyonunda ise Lp 48 suşu göstermiştir. Sonuçlar, *L. plantarum*'un seçilmiş suşlarının, oleuropein içeriğinde önemli bir düşüşe ve hidroksitirozol ve tirozol konsantrasyonunda önemli bir artışa katkıda bulunduğunu göstermiştir (Kaltsa ve ark, 2015).

Sofralık zeytin salamurasından izole edilen *L. plantarum* B21 ve *L. plantarum* ATCC 8014 suşlarının oleuropeini hidrolize etme yetenekleri belirlenmiştir. Bu iki suşunda oleuropeini hidrolize edebildiği tespit edilmiştir. Sonuçlar bakteriyel oleuropeinolitik etkinin iki aşamalı bir işlemi içerdiğini ortaya koymaktadır. İlk aşama β-glikozidaz, ikinci aşama ise esteraz aktivitesiyle gerçekleşmiştir (Marsilio ve ark, 1996).

Hurtado ve ark (2010); *L. pentosus*, *L. plantarum* ve *C. diddensiae* suşlarını, Arbequina doğal yeşil zeytin fermantasyonunda starter kültür olarak kullanmışlardır. Sonuçlar, tüm suşların (özellikle *C. diddensiae* mayasının) spontan fermantasyona kıyasla Enterobacteriaceae'nin hayatta kalma süresini azalttığını göstermiştir. *L. pentosus* suşlarının, Arbequina çeşidinin fermente edilmesinde en uygun LAB olduğu sonucuna varılmıştır.

Gemlik ve Edincik Su çeşidi siyah zeytinler üç farklı acılık giderme tekniği (starter ilaveli fermantasyon, enzim+starter ilaveli fermantasyon, çabuk yöntem) kullanılarak fermantasyona bırakılmış ve yöntemlerin fiziksel, kimyasal özellikler üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda Gemlik çeşidi zeytinlerde enzim+starter ilaveli fermantasyon yöntemiyle işlenen örneklere ait salamuraların asitlik değerinin en yüksek, pH değerinin ise en düşük olduğu bulunmuştur. Edincik Su çeşidi zeytinlere ait salamuralarda ise enzim+starter ilaveli denemenin en yüksek asitliğe, starter ilaveli denemenin ise en düşük pH değerine ulaştığı belirlenmiştir. Oleuropein hidrolizi ise en hızlı çabuk yöntemde gerçekleşmiştir. Duyusal olarak en beğenilen zeytinler enzim+starter ilaveli denemeler olmuştur (Tuna, 2006).

Zeytin (Ascolana tenera) meyvelerinin, sulanmasının ve LAB ile aşılanmasının fermantasyona, fenolik bileşenlere ve duyusal özelliklere etkisi incelenmiştir. Sulanan meyvelerin büyüklüğündeki artışla verimde de artış sağlanmıştır. Su eksikliği olan meyveler sulananlara göre, taze meyveler işlenmişlere göre daha yüksek fenolik içerik göstermiştir. Sulama ve fermantasyon etkileşiminin son ürünün kimyasal ve duyusal özellikleri üzerine önemli bir etkisi görülmüştür. Fermantasyon işlemi starterlerin varlığında hızlanmıştır. Oleuropein hidrolizi aşılı denemelerde daha hızlı gerçekleşmiştir. Genel olarak veriler hem sulama işlemenin hem de LAB ile aşılanmanın fermantasyonu etkilediğini, asitlenme oranını arttırdığını ve pH değerini düşürdüğünü, böylece "gaz cebi" bozulmalarının ortaya çıkma riskini önlediğini göstermiştir (Marsilio ve ark, 2006).

Nocellara del Belice çeşidi yeşil zeytin üretiminde *L. pentosus* OM13 suşu üç farklı uygulama ile kullanılmıştır. Bu uygulamaların ilki pH 7 değerine kadar laktik asit ilavesi, ikincisi pH 7'ye kadar laktik ilavesi ve besin takviyesi, üçüncüsü ise asitlendirme, besin ilavesi ve aşılamadan önce suşun 12 saat boyunca salamurada tutulmasıdır. Bunların dışında aşılanmamış ve sadece aşılanmış kontrol denemeleri de bulunmaktadır. Üçüncü deneme fermantasyonun üçüncü gününde en yüksek LAB konsantrasyonuna ulaşmıştır. Kontrol denemelerinin pH değerleri diğer uygulamalara oranla daha yavaş düşüş göstermiştir. Tüm uygulamalar kontrole göre daha yüksek LAB sayısına ulaşmıştır. Homogaiakol, 2-bütanol, feniletil alkol ve 4-etilfenol tüm deneysel çalışmalarda en yüksek seviyelerde tespit edilen uçucu bileşikler olmuştur. En yüksek duyusal puanları birinci ve ikinci denemeler almıştır (Martorana ve ark, 2017).

De Castro ve ark (2002), yeşil zeytin fermantasyonunda *E. casseliflavus* CC45 ve *L. pentosus* CECT 5138 starter kültürlerini kullanmışlardır. Aşılama ile hızlı bir asit artışı, karbonhidrat tüketimi ve pH düşüşü gözlemlenmiştir. Ancak aşılanmış olsun veya olmasın tüm denemeler, fermantasyonun 21. gününde aynı titre edilebilir asitliğe ve pH'ya ulaşmışlardır. Denemeler arasında lezzet

bakımından bir farklılık bulunamamıştır. En iyi sonuçlar, iki kültürün bir gün ara ile aşılandığı denemede elde edilmiştir.

Marsilio ve ark (2005), Ascolena terena çeşidinden, doğal fermantasyon, laktik asit bakterisi ilavesiyle kontrollü fermantasyon ve İspanyol yöntemi olmak üzere üç farklı yöntemle üretilen zeytinlerin fenolik kompozisyonunda meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Doğal yöntemle yapılan üretimde fenolik bileşikler önemli ölçüde korunurken İspanyol yöntemiyle elde edilen zeytinlerde kayıp fazla olmuştur. LAB ile aşılama; pH, toplam asitlik, mikrobiyal profil ve zeytin lezzetini olumlu yönde etkilemiştir. Bu yöntemle elde edilen zeytinler doğal fermente zeytinlere göre daha aromatik ve daha az acı bulunmuştur.

Bu çalışmada Nocellara Etnea sofralık zeytinlerin fermantasyonunda altı farklı bakteri kültürü kombinasyonu kullanılmıştır. Kültür ilavesi nihai pH değerinin 4.5'in altına düşüşünü fazlaca etkilemiştir. Fermantasyonun başlangıcında *L. plantarum* türleri baskın bulunurken ilerleyen aşamalarda *L. paracollinoides*, *L. asidipiscis* ve *Pe. parvulus*'da ortaya çıkmıştır. Aldehitler ve alkol bileşikleri *Proteobacteria* ile, bazı esterler ise LAB ve *Hafnia* ile pozitif korelasyon göstermiştir. Uçucu asitler arasından asetik asit en bol bulunan bileşik olmuş ve bunu hekzanoik ve propiyonik asitler izlemiştir. Alkoller arasında etanol (kontrolde en yüksek), ardından izoamil alkol ve feniletil alkol fermantasyon işlemine hakim olmuştur. Esterler arasında en yüksek miktarda etil-asetat, ardından etil-bütanoat ve bütanoik asit-2-metil ester bulunmuştur. En fazla bulunan aldehit ve fenoller ise sırasıyla nonanal ve kreasoldür (Randazzo ve ark, 2017).

Panagou ve ark (2003), Conservolea çeşidi işlem görmemiş zeytinlerde *L. pentosus* ticari suşunu kullanmışlardır. Starter kültürler adaptasyon fazından sonra hızlıca artış göstermiştir. Aşılama ile kontrol grubuna göre hızlı bir asit artışı ve pH düşüşü gözlemlenmiştir. Böylece Enterobacteriaceae varlığında azalma tespit edilmiştir. HPLC ile fermantasyon sonunda laktik ve asetik asit baskın asit olarak tespit edilirken düşük konsantrasyonlarda da sitrik, tartarik ve malik asit belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, alkali uygulaması olmadan starter kültür

kullanılarak endüstriyel boyutta yeşil zeytin üretiminin yapılabileceği tespit edilmiştir.

Kontrollü fermantasyon işleminin, geleneksel anaerobik yöntemle işlenen Conservolea doğal siyah zeytinlerin, mikrobiyal birleşimi ve biyokimyasal profili üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun için ticari bir *L. pentosus* kültürü ile aşılama, fermente bir ürününden (gari) izole edilmiş bir *L. plantarum* suşu ile aşılama ve kontrol denemeleri kurulmuştur. Her iki starter kültür, fermantasyonu hızlandırmış, gram negati(bakterilerin yaşam süresini spontan prosese kıyasla beş gün azaltarak zeytinlerin bozulma olasılığını en aza indirmiştir. Aşılanmış denemelerde asitlik artışı fazla olmuştur, ancak kültürler arasında bir fark tespit edilememiştir. HPLC tarafından fazla miktarlarda tespit edilen organik asitler; laktik, asetik ve propiyonik olurken sitrik ve malik asitler de düşük seviyelerde bulunmuştur. Laktik ve propiyanik asitler aşılanan denemelerde daha yüksek oranda tespit edilmiştir (Panagou ve ark, 2008a).

Conservolea çeşidi yeşil zeytin üretiminde uygulanan farklı işlemlerin (%2 laktik asit ilavesi, %25'lik 1 N HCl ile başlangıç salamurasının %20'sinin ikame edilmesi, önceki fermantasyondan olan salamuranın ilavesi) mikrobiyal büyüme, pH, titre edilebilir asitlik ve organik asitler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Enterobacteriaceae'lerin hayatta kalma süresini en çok kısaltan muamele önceki fermantasyondan elde edilen salamuranın ilave edilmesi olmuştur. Bunu HCl uygulaması izlemiştir. HCl ile işleme tabi tutulmuş, önceki salamuradan ilave edilmiş ve %1.5 glikoz ilave edilen denemelerde pH değeri daha düşük bulunmuştur. Tüm uygulamalarda pH değeri 35 gün sonunda güvenliği oluşturacak seviyeye düşmüştür (Panagou ve Katsaboxakis, 2006).

Kumral (2005), farklı tuz derişimleri ve düşük sıcaklıkta farklı starter uygulamalarının Gemlik çeşidi zeytinlerin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisini saptamıştır. 10-12°C fermantasyon koşullarında en yüksek toplam asit ve en düşük pH değerlerine %7 tuzlu salamura ile aşılama ortamı olarak MRS sıvı besi yerinin kullanıldığı *L. brevis*, *L. cremoris*, *Leu. paramesenteroides*'den

oluşan karışık kültür ve tek başına *Leu. cremoris* kültürü ile aşılanan denemelerde rastlanmıştır. Tuz derişimi ve kullanılan starter kültür toplam asit ve pH üzerine etkili olmuştur. Tüm denemelerde laktik asit bakterisi gelişimine maya gelişimi eşlik etmiş ancak en fazla maya gelişmesi *L. plantarum* ile aşılanan denemelerde tespit edilmiştir.

Zeytin fermantasyonundan izole edilen bir tür olan *L. pentosus* DSM 16366, Azeiteira çeşidi yeşil zeytinlerin İspanyol stili hazırlanmasında başlangıç kültürü olarak kullanılmıştır. Aşılama fermantasyonun daha hızlı bir şekilde asitlenmesini sağlamış ve aşılanmayan prosese kıyasla Enterobacteriaceae'nin hayatta kalma süresini kısaltmıştır. pH değerindeki keskin düşüş laktik asit bakteri popülasyonundaki belirgin artışla tutarlı bulunmuştur. Ancak organoleptik değerlendirmede aşılamanın bir farkı tespit edilememiştir (Peres ve ark, 2008).

Bu çalışmada başlangıç kültürü olarak, Bella di Cerignola çeşidi zeytinden izole edilen *L. plantarum* kullanılmıştır. Zeytinler İspanyol stiline göre işlenmiştir. %8-10 NaCl konsantrasyonlarında, glikoz ve starter kültür ilaveli çeşitli denemeler yapılmıştır. Starter ve %0.5 glikoz ilave edilen denemeler pH değerini güvenli bir seviyeye düşürmüş ve mayaların gelişimini kontrol etmiştir. %8 NaCl içeren denemelerin pH değerleri %10 NaCl seviyesine göre daha düşük bulunmuştur. Laktik asit seviyeleri fermantasyon boyunca artarken, sitrik ve malik asit düşük seviyelerde kalmıştır. Aşılanan denemelerde laktik asit bakterileri kontrol denemelerine göre daha yüksek seviyelere çıkmıştır, ancak bu fark 22 gün sonra kapanmıştır (Perricone ve ark, 2010).

Taggiasca çeşidinden sofralık zeytinlerin fermantasyonu *L. plantarum* ve *S. cerevisiae* kullanılarak, üç farklı sıcaklıkta (23, 30 ve 37^0C) gerçekleştirilmiştir. 37^0C'de fenolik bileşiklerin hidrolizi en yüksek seviyede olmuştur. Oleuropein hidroliz hızında en yüksek başarıyı *L. plantarum* aşılamalı fermantasyon göstermiştir. Bunu sırasıyla *L. plantartum+S. cerevisiae* ilaveli deneme ve kontrol denemesi izlemiştir. Aşılama yapılan denemelerin fermantasyonları kontrol testlerine göre daha hızlı ilerleme göstermiştir. pH değerinin en fazla gelişim

gösterdiği deneme 37^0C'de *L. plantartum+S. cerevisiae* ile aşılı örnek olmuştur (Pistarino ve ark, 2013).

Bu çalışmada, seçilen starter ve probiyotik türlerin yeşil sofralık zeytinlerin (Giarraffa ve Grossa di Spagna çeşitleri); mikrobiyal, uçucu bileşen ve duyusal özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Tüm örneklerde *L. casei* tespit edilmiş ancak baskın tür *L. pentosus* olmuştur. Mikrobiyolojik ve kimyasal analizlerin sonuçları çeşitler arasında anlamlı bir farklılık göstermezken fermantasyon her zaman LAB ve mayalar aracılığıyla gerçekleştirilirken, uçucu bileşiklerin ve duyusal analizlerin sonuçları önemli ölçüde çeşide bağlı olarak değişmiştir. Aşılanan denemelerin mikrobiyal popülasyonu, asitlik üretimi ve uçucu bileşen konsantrasyonu daha yüksek bulunmuştur (Randazzo ve ark, 2014).

Bu çalışma, seçilen LAB suşlarının doğal yeşil sofralık zeytinlerde kullanımının fabrika ölçeğinde etkilerini araştırmak için yapılmıştır. Nocellara Etnea cinsi zeytinler *L. plantarum*, *L. paracasei* ve *L. pentosus* türlerine ait seçilmiş suşlar ile aşılanmıştır. Fermantasyon işlemi, ilave edilen kültürlerden kuvvetli bir şekilde etkilenmiştir. Yapılan tanımlamalar L. *pentosus*'un bütün fermantasyonlara hükmedildiğini onu *L. plantarum*'un takip ettiğini, bununla birlikte *L. paracasei*'nin hiç tespit edilmediğini göstermiştir Nihai pH değeri en düşük olan numuneler daha güvenli bir profil ve en beğenilen duyusal özellikleri göstermişlerdir (Randazzo ve ark, 2018).

Sofralık zeytinden izole edilen dört *L. plantarum* suşu zeytin fermantasyonunda kullanılmıştır. Spontan fermantasyonla karşılaştırıldığında aşılama yapılanlar daha yüksek LAB ve maya popülasyonunu sağlamıştır. Farklı suşların kullanımı üretilen laktik asit konsantrasyonunu önemli ölçüde etkilememiştir. LAB ilaveli denemelerde Enterobacteriaceae seviyelerinde düşüş tespit edilmiştir. Bununla beraber şekerlerin azalması tüm denemelerde benzer şekilde bulunurken, asitliğin artışı aşılanan denemelerde daha hızlı olmuştur (Rodriguez-Gomez ve ark, 2013).

Romero-Gil ve ark (2013), sıcaklık ve NaCl konsantrasyonunun, sofralık zeytinlerden izole edilen *L. pentosus*, *L. plantarum* türlerine ait 10 laktik asit bakterisi ve 6 maya üzerindeki etkilerini değerlendirmek için istatistiksel modelleme teknikleri kullanmışlardır. Sonuçlar *C. boidinii* hariç mayaların laktik asit bakterilerinden daha yüksek bir tuz konsantrasyonuna dirençli olduğunu göstermiştir. Ayrıca laktik asit bakterilerinin, *S. cerevisiae* hariç, mayalardan daha yüksek sıcaklık değerlerine dirençli olduğu belirtilmiştir.

Bu çalışmada, beş kimyasal koruyucuya (fumarik asit, piruvik asit, sinnamaldehit, sodyum metabisülfit ve natamisin) laktik asit bakterilerinin ve mayaların duyarlılığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için 10 LAB ve 8 maya suşu kullanılmıştır. Özetle, bu çalışmada elde edilen sonuçlar, üç koruyucunun (sodyum metabisülfit, piruvik asit ve sinnamaldehit) hem LAB'nin hem de mayaların büyümesine karşı geniş bir inhibe edici etkiye sahip olduğunu ve paketleme sırasında kullanılabileceğini göstermiştir (Romero-Gil ve ark, 2016a).

Doğal İspanyol tarzı yeşil zeytin fermantasyonlarında *L. plantarum* LPCO1O ve *L.* plantarum 55-1 suşları kullanılmıştır. *L. plantarum* LPCO10 aşılanmış denemelerde laktik asidin nihai konsantrasyonu, *L. plantarum* 55-1 aşılanmış ve aşılanmamış denemelerin nihai konsantrasyonundan daha yüksek bulunmuştur. Starter kültür kullanımının, gıda kaynaklı patojenleri ve gıdalarda bozulma yapan mikroorganizmaları kontrol etmede yararlı olduğu belirtilmiştir. *L. plantarum* LPCO1O'nun İspanyol tarzı yeşil zeytin fermantasyonlarında başlangıç kültürü olarak başarıyla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Ruiz-Barba ve ark, 1994).

Özdemir (2011), melez zeytinlerin starter kültür kullanımı ile sofralık zeytin üretimine uygunluklarını belirlemeyi amaçlamıştır. Zeytinlerin acılığı NaOH ile giderilmiş, ardından zeytinler %5 NaCl içeren ve pH değeri 4.5'e ayarlanan salamuraya konulmuştur. Zeytinlerin salamuraya konulmasının dördüncü gününde salamurada 10^7 kob/ml *L. plantarum* olacak şekilde salamuraya inokulasyon yapılmıştır. Geleneksel yöntem ile işlenen zeytininin daha yüksek oranda

hidroksitirozol, oleuropein ve luteolin içerdiği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirilmede yeşil zeytinler siyah zeytinlere göre daha fazla beğeni görmüştür.

L. pentosus LP RJL2 ve LP RJL3 suşları Hojiblanca cinsi yeşil zeytin üretiminde kullanılmıştır. Başlangıç kültürü ile aşılanmış denemelerde ilk 15-20 gün içinde yaklaşık pH 5 değerine ulaşılmış, işlem sonunda yaklaşık pH 4'e kadar ulaşılmıştır. Aşılanmamış fermantasyonlarda işlem yavaşlamış olmasına rağmen işlem sonunda benzer değerler saptanmıştır. Bunun aksine, inoküle edilmemiş denemelerde laktik asit konsantrasyonundaki artış daha yavaş gerçekleşmiş ve nihai konsantrasyonlar aşılanmış denemelerde olduğundan daha düşük bulunmuştur. İki kültüründe denemelerde başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Ruiz-Barba ve Jimenez-Diaz, 2012).

Siyah sofralık zeytin kabuğundan izole edilmiş *L. pentosus* suşları Itrana ve Leccino çeşidi siyah zeytin üretiminde kullanılmıştır. Fermantasyon daha kısa sürede tamamlanmış ve bu durum azalan glikoz miktarı ile tespit edilmiştir. Oleuropein daha kısa sürede azalırken hidroksitirozol miktarı artış göstermiştir. *L. pentosus* ilavesi, bozulma olasılığını azaltmış ve siyah sofralık zeytinlerin kalitesini arttırmıştır (Servili ve ark, 2006).

Zeytin meyveleri *L. plantarum* ATCC 8014 ile fermente edilmiş ve daha sonra ekstrakte edilen yağların bazı kimyasal özellikleri incelenmiştir. Sonuçlar, *L. plantarum* ile muamele edilmiş zeytinlerden ekstrakte edilen yağın, muamele edilmemiş numunelere kıyasla daha fazla oksidasyon stabilitesine sahip olduğunu göstermiştir. Kontrol numunesi depolama süresince yağ oksidasyonunun arttığını göstermiştir. Kültür kullanımının zeytinin dokusunda ve renginde olumlu sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Sherahi ve ark, 2018).

Sisto ve Lavermicocca (2012), *L. paracasei* IMPC 2.1 başlangıç ve probiyotik kültürünü kullanarak, %4, %8 NaCl konsantrasyonunda ve oda sıcaklığında mikrobiyal popülasyon dinamiklerini tespit etmeye çalışmışlardır. Sonuçlar, probiyotik suşun zeytin yüzeyinde başarıyla kolonileştirdiğini ve

salamura pH'sını düşürdüğünü göstermiştir. Probiyotik kültür ile aşılanan zeytin fermantasyonu Enterobacteriaceae'yi barındırmamış ve maya popülasyonları işlem boyunca düşük kalmıştır. Sonuçlar, *L. paracasei* IMPC 2.1'in sofralık zeytinlerin endüstriyel fermantasyonu için uygun bir probiyotik suş olduğunu göstermiştir.

Bu çalışma, süt ürünleri ve zeytinlerden izole edilen *L. plantarum* suşlarının fermente sofralık zeytinlerde starter kültür olarak kullanılma potansiyelini araştırmıştır. β-glikozidazı kodlayan, bglH genine sahip olan ve farklı genotipik profillere ait altı faja dirençli suş, fermantasyonda kullanılmıştır. *L. plantarum* suşları, bir hafta sonra oleuropeininin tamamen parçalanmasını sağlamışlardır. Bu sonuçlar, hidroksitirozol birikimi ile doğrulanmıştır. Seçilen suşların %0 ila %4 arasındaki NaCl konsantrasyonlarında varlıklarını sürdürebildikleri vurgulanmıştır (Zago ve ark, 2013).

Bir zeytin fermantasyonundan izole edilen, bakteriyosin üreticisi *L. plantarum* LPCO10, geleneksel İspanyol tarzı yeşil zeytin fermantasyonu için bir başlangıç kültürü olarak kullanılmıştır. Başlangıç kültürünün en yüksek asitlik ve başlangıç popülasyonunun sağlanmasında önemli bir faktör olduğu bulunmuştur. %4 NaCl ile yapılan işlemlerde elde edilen titre edilebilir asitlik %6 NaCl ile yapılan denemelerden daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak aşılama, fermantasyonun ilk aşaması boyunca asitlenmeyi hızlandırmak ve bozulma risklerini azaltmak için tavsiye edilmiştir (Leal-Sanchez ve ark, 2003).

Manzanillo çeşidi yeşil zeytin İspanyol tipi zeytin işleme metoduyla, *L. pentosus* CECT 5138 kullanılarak fermente edilmiştir. LAB'nin popülasyonu ilk 22 güne kadar kontrollü fermantasyonda daha yüksek bulunmuş ancak bu süre sonunda anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Kültür kullanımı Enterobacteriaceae familyasının gelişiminde bir düşüş sağlamış ve böylece gaz cebi bozulması riski azaltılmıştır. Laktik asit fermantasyonu zeytin suyunda salamuraya göre daha yavaş ilerlemiş, fakat sonunda metabolik dengeye ulaşmıştır. Laktik ve formik asitlerin nihai konsantrasyonları, kontrollü fermantasyonda, spontan fermantasyona kıyasla

önemli ölçüde fazla iken ve etanol ve süksinik asit konsantrasyonları düşük bulunmuştur (Sanchez ve ark, 2000).

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

Uylaşer ve Şahin (2004), starter kültür ilaveli salamura siyah zeytin üretiminin dış pazara uygunluğunu incelemişlerdir. Bu amaçla ilk yıl %11'lik salamurada, ikinci yıl ise %5 ve %7'lik salamuralarda zeytinleri işlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, ilk yıl ürünlerinin 5 ayda tüketim olgunluğuna geldiğini ve en iyi sonuçların 30 ve 40 kg/m^2 baskı uygulamasından alındığını, ikinci yıl ürünlerinin 2.5 ayda tüketim olgunluğuna geldiğini ve %7'lik salamurada işlenen ürünlerde %2.5 tuz belirlendiğini göstermiştir. Bu ürünün dış pazarlarda da rahatlıkla satılabilecek kalite düzeyinde olduğu belirtilmiştir.

%6 ve %10 NaCl konsantrasyonlarında spontan ve starter ilaveli fermantasyon denemeleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; yüksek tuz (%10) konsantrasyonlarının laktik asit bakterilerinin gelişimini sınırlandığı ve bu tuz konsantrasyonlarında dominant maya türünün *D. hansenii* olduğu bulunmuştur. %6 tuz konsantrasyonunda ise dominant tür laktik asit bakterileridir. Kullanılan ticari starter kültür, fermantasyonu hızlandırmış ve fermantasyon süresini kısaltmıştır (Akyar, 2008).

Aponte ve ark (2012), İspanyol tarzı yeşil zeytin üretim teknolojisinde starter kültür kullanımını uygulamışlardır. Çalışmanın ilk aşamasında sulanan ve sulanmayan bahçelerden elde edilen zeytinler (Nocellara del Belice) fermente edilmiş ve LAB izole edilmiştir. 88 izolat arasında *bir L. pentosus* suşu tuzda

yüksek asitlenme oranı göstermiştir. İkinci aşamada seçilen tür starter kültür olarak kullanılmıştır. Spontan fermantasyon aşılanan denemelerle aynı popülasyona ulaşmak için 14 günlük bir gecikme süresine ihtiyaç duymuştur. Starter kültürle elde edilen sofralık zeytinlerin duyusal özellikleri, diğer denemelerde işlenenlere kıyasla, özellikle kötü kokuların içermemesi nedeniyle daha iyi özellikler göstermiştir.

Isı şoklu İspanyol tarzı yeşil zeytin üretiminde, %8 ve %10 NaCl konsantrasyonlarında salamura *L. pentosus* B281, *L. plantarum* B282 ve karışım kültürler ile aşılanmıştır. Kontrol olarak spontan fermantasyonda gerçekleştirilmiştir. İşlemeden önce zeytinlere 80°C'de 10 dk boyunca ısı şoku verilerek mikroflorasının seviyesi azaltılmış ve aşılanan kültürlerin baskın hale geçmesi kolaylaştırılmıştır. Salamuralar zeytinlere göre daha düşük pH değerlerine ulaşmıştır. Starter kültür ilavesi yeşil zeytinlerde daha avantajlı sonuçlar vermiştir. Duyusal değerlendirmede %8 NaCl ile işlenen zeytinler daha fazla beğeni toplamıştır. %10 NaCl ile işlenenlerde ise *L. pentosus* B281 ilaveli deneme tercih görmüştür (Argyri ve ark, 2014).

İspanyol stiline göre işlenen Manzanilla zeytin meyvelerinin işlenmesinde dört farklı *L. pentosus* suşu ile aşılama yapılmış, ayrıca spontan bir denemede kurulmuştur. LAB popülasyonu, spontan ve aşılanmamış fermantasyonda yaklaşık beş günlük bir gecikme fazı göstermiştir. Fermantasyonun ikinci haftasında LAB ve mayalar benzer popülasyon seviyelerine ulaşmıştır. Ancak fermantasyon sonunda baskın mikroorganizma türü mayalar olmuştur. *Geotrichum candidum*, *P. galeiformis* ve *C. sorbosa* fermantasyonun sonunda izole edilen mayalar olmuştur (Arroyo-Lopez ve ark, 2012b).

Conservolea çeşidi yeşil zeytinlerde, laktik asit fermantasyonunu destekleyen faktörler araştırılmıştır. Şeker takviyesinin uygun starter kültür ile birlikte tam bir laktik asit fermantasyonunu geliştirdiği belirtilmiştir. Ancak başlangıç salamurasının asitlendirilmesinin çok az etkisinin olduğu veya hiç etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Isı şoku uygulamasının ise fermantasyonu

geliştirdiği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede ısıl şoklu ve starter kültür ilaveli denemeler en fazla beğeniyi görmüştür (Balatsouras ve ark, 1983).

Benincasa ve ark (2015), bir çalışmada dört farklı zeytin çeşidini (Carolea, Cassanese, Nocellara del Belice, Nocellara Messinese) starter kültür ilavesiyle ve geleneksel yöntemle işlemişlerdir. Fermantasyon sonunda kontrol ve aşılanan denemelerin pH değerleri arasında önemli bir fark bulunamamıştır. En düşük pH değerine Nocellara del Belice çeşidinde ulaşılmıştır. Nocellara del Belice ve Cassanese aşılanmış salamuralarında güvenli bir pH değeri sağlanmıştır. Zeytinlerde fermantasyon sırasında hidroksitrosol, kafeik asit ve ferulik asit artış gösterirken diğer fenolik maddeler 90-120 güne kadar artmış ve daha sonra azalmıştır.

Daha önce endüstriyel olarak fermente edilmiş sofralık zeytinlerden izole edilen ve probiyotik potansiyeli olan *L. pentosus* B281 ve *L. plantarum* B282 suşları Halkidiki yeşil zeytin fermantasyonunda kullanılmıştır. Her iki probiyotik suş, fermantasyon boyunca zeytin yüzeyinde başarıyla kolonileştirmiştir. *L. plantarum* B282, %8 NaCl konsantrasyonlu salamuralarda yüksek bir hayatta kalma oranı göstermiştir. İki suşun birlikte aşılandığı denemelerde *L. pentosus* B281 daha baskın hale gelmiştir. *L. pentosus* B281 ile aşılanmış denemeler en düşük pH değerine ulaşmıştır. Enterobacteriaceae familyasının üyeleri 30 günün sonunda (kontrol hariç) tespit edilememiştir. *L. pentosus* B281, *L. plantarum*'a göre daha iyi fermantasyon performansı göstermiştir (Blana ve ark, 2014).

Demir (2009), %4.5 ve %6 oranlarında tuz konsantrasyonuna sahip, kontrol, birinci ve dördüncü günlerde *L. plantarum* ilavesi yapılan salamura örneklerini kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik yönden karşılaştırmıştır. En düşük pH ve en yüksek asitliğe sahip olan örnek, %4.5 NaCl konsantrasyonunda dördüncü gün *L. plantarum* ilavesi ile aşılanan deneme olmuştur. Genel olarak starter kültür ilavesi yapılan diğer örneklerde de kontrol salamuralarına göre daha hızlı bir pH düşüşü ve daha yüksek asitlik tespit edilmiştir. Sonuç olarak standart kalitede ürün elde etmek için starter kültür ilavesi yapılması gerektiği bildirilmiştir.

Chorianopoulos ve ark (2005), ısıl işlem görmemiş ve pastörize edilmiş Conservolea çeşidi zeytinlere, değişik oranlarda glikoz ve sakkaroz ilave ederek *L. plantarum* aşılamalı fermantasyon gerçekleştirmişlerdir. Şeker ilavesinin bakteri gelişimi üzerine etki etmese de hızlı asit artışı ve pH düşüşü sağladığı bildirilmiştir. Ayrıca her iki şekerin yeterli miktarda ilavesinin Enterobacteriaceae gelişimini durdurduğu ve erken dönem bulaşmalarını engelleyerek son ürün güvencesini sağladığı belirtilmiştir.

Chranioti ve ark (2018), doğal ve işlenmiş Conservolea yeşil zeytin fermantasyonlarında oleuropeini hidrolize etme yeteneğindeki *L. plantarum* suşlarını kullanmışlardır. Sonuçlar kontrol denemesiyle kıyaslanmıştır. *L. plantarum* ile aşılanan denemeler daha yüksek LAB popülasyonu göstermiştir. Meyvenin fenolik bileşik miktarı ve antioksidan kapasitesi, alkali işlem görmüş zeytinlerde doğal zeytinlere oranla daha fazla azalmıştır. Alkali ile muamele edilmiş zeytinlerde acı tat, uygulanan fermantasyon işlemine bakılmaksızın tespit edilememiştir. *L. plantarum*'un fermantasyon sürecinin hızlanmasına ve kontrolüne ek olarak, duyusal, teknolojik ve sağlıkla ilgili avantajlara katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada Tonda di Cagliari çeşidi sofralık zeytinlerin fermantasyonunda *L. pentosus* ve *L. plantarum* suşlarıyla aşılama yapılmış ve spontan denemede gerçekleştirilmiştir. *L. plantarum* aşılanan denemelerde de baskın suş *L. pentosus* olmuştur. Bu *L. pentosus*'un fermantasyon ortamına daha iyi adapte olduğunu göstermiştir. Her iki kültür de fermantasyon işlemini başarılı şekilde yürütmüş ve kendiliğinden fermantasyona kıyasla daha fazla antioksidan kapasitesinin korunmasına izin vermiştir (Comunian ve ark, 2017).

Bella di Cerignola çeşidi zeytinlerin doğal yöntemle işlenmesinde dört farklı teknik (spontan, *L. plantarum* ile aşılama, *L. plantarum+W. anomalus* ile aşılama, *L. plantarum+L. pentosus+W. anomalus* ile aşılama) kullanılmıştır. Nihai pH değerlerinde aşılanan denemeler birbirine benzer olup en düşük değeri *L. plantarum+W. anomalus* ile aşılama göstermiştir. En yüksek fenolik bileşen

konsantrasyonu dördüncü uygulamada tespit edilmiştir. Sofralık zeytinlerde 46 uçucu bileşen (7 fenol, 11 ester, 11 aldehit, 8 alkol, 1 keton, 4 uçucu asit, 1 furan, 3 hidrokarbon) tespit edilmiştir. Etanol ve 2-bütanol, en fazla miktarda bulunan uçucu bileşikler olmuştur. İnoküle ve kontrol denemeleri arasında etanol bakımından önemli bir fark bulunamamıştır. 2-bütanol ise kontrol denemelerinde daha yüksek bulunmuştur. Aşılanmış örnekler daha yüksek konsantrasyonda laktik ve asetik asit içermiştir (Cosmai ve ark, 2018).

Bella di Cerignola çeşidi zeytin dört farklı uygulamaya (spontan, *L. plantarum* ile aşılama, *L. plantarum*+*W. anomalus* ile aşılama, *L. plantarum*+*L. pentosus*+*W. anomalus* ile aşılama) tabii tutulmuştur. Dördüncü uygulama ilk günün sonunda daha yüksek asitlenme ve pH düşüşü göstermiştir. Enterobacteriacea familyası aşılanan denemelerde daha az miktarda bulunmuştur. Duyusal olarak kontrol örnekleri daha yumuşak ve daha az acı bulunmuştur. Fermantasyon sonunda 47 uçucu bileşen (4 alkan, 12 uçucu asit, 8 aldehit, 15 alkol, 27 ester, 3 keton, 11 aromatik bileşik, 1 terpen, 1 furan) belirlenmiş olup, bu bileşenlerin miktarları uygulamalara göre farklılık göstermiştir (De Angelis ve ark, 2015).

Duran ve ark (1994), salamurada bekletme süresi (1, 3, 5, 7 ve 9 gün), tuz derişimi (%0, %3 ve %6) ve glikozun etkisine göre *L. plantarum* varlığının değişimini incelemişlerdir. %0 tuz derişimi için en uygun aşılama zamanının zeytinlerin suya alınmasından 3 gün sonra, %3 tuz derişimi için ise zeytinlerin salamuraya alınmasından 7 gün sonra olduğunu bildirilmiştir. %3 tuzlu salamura denemesinde suya geçen polifenollerin, *L. plantarum* üzerine engelleyici etkisi belirgin düzeyde olmuştur. %6 tuz derişimi ve polifenol konsantrasyonunun birlikte etkisiyle Hojiblanca çeşidinde 7. güne gelindiğinde *L. plantarum* sayısında önemli düşüşler görülmüştür.

Bella di Cerignola çeşidi yeşil zeytinin fermantasyonunda %4 ve %8 NaCl konsantrasyonları kullanılmış ve *L. paracasei* ile aşılama yapılmıştır. Kontrol denemelerinde pH değerindeki düşüş aşılananlara oranla daha yavaş olmuştur.

Kontrol denemelerinde %4 NaCl seviyesi yetersiz görülmüştür. İzole edilen laktik asit bakterileri arasında, probiyotik suş olan *L. paracasei* ile aşılanan tüm işlemlerde, *L. paracasei* fermantasyon süresince zeytin yüzeyindeki baskın mikroorganizma olarak tanımlanmıştır. Ayrıca aşılama potansiyel bozulma mikroorganizmalarının (Enterobacteriaceae ve mayalar) hayatta kalma süresinin de azaltılmasında etkili olmuştur (De Bellis ve ark, 2010).

Manzanillo çeşidi ısı şoku verilmiş ve verilmemiş zeytinlere *L. plantarum*, *L. brevis*, *Pe. cerevisiae* ve *Leu. mesenteroides* ile aşılama yapılmıştır. Isı şokunun aşılamadan önce rekabetçi mikroorganizmaları önlemede etkili olduğu belirlenmiştir. Isı şoklu zeytinlerin fermantasyonda en yüksek asitlik ve en düşük pH değerlerini verdiği belirtilmiştir. İnoküle olarak kullanılan dört türden *L. plantarum,* fermantasyon kabiliyetinde en yüksek tür olarak tespit edilmiştir. Şeker ilavesi fermantasyon gelişimi için olumlu etki yaratmıştır (Etchells ve ark, 1966).

Conservolea doğal siyah zeytinlerinin Yunan tarzı işlenmesinde farklı teknikler (spontan, *L. pentosus* B281 ile aşılama, *L. pentosus* B281+*P. membranifaciens* ile aşılama) kullanılmıştır. *L. pentosus* B281 ile aşılanmış deneme kontrole göre daha yüksek asitlik değeri göstermiştir. Fermantasyonlarda LAB popülasyonu her aşamada maya popülasyonundan fazla olmuştur. *L. pentosus* B281 zeytin yüzeyinde başarılı bir şekilde kolonileşirken *P. membranifaciens* bu başarıyı gösterememiştir Kontrol denemeleri aşılananlara kıyasla daha yüksek etanol konsantrasyonu sağlamıştır. *L. pentosus* B281 kullanımının, istenilen kimyasal özelliklere ve beğenilen duyusal özelliklere sahip bir nihai ürün elde edilmesinde önemli olduğu vurgulanmıştır (Grounta ve ark, 2016).

2.6. Sofralık Zeytinin Aroması

Gıdaların kalitesinde; görünüş, renk ve tat ile birlikte aromanın da önemli bir yeri bulunmaktadır (Kara, 2011; Cabaroğlu ve Koyuncu, 2019). Gıdaların kendine özgü duyusal özelliklerini belirleyen aroma maddeleri gıdalarda genellikle düşük miktarlarda bulunarak ağız ve geniz yolu ile algılanmaktadır. Meyvelerin

aroma maddeleri çeşitli kompleks gruplardan oluşur. Bu bileşenler GC veya GC-MS gibi cihazlarla hassas bir şekilde belirlenebilmektedir. Meyvenin karakteristik aromasından sorumlu olan aroma-aktif bileşikler ise GC-MS-Olfaktometri tekniğiyle tespit edilmektedir (Şen, 2012).

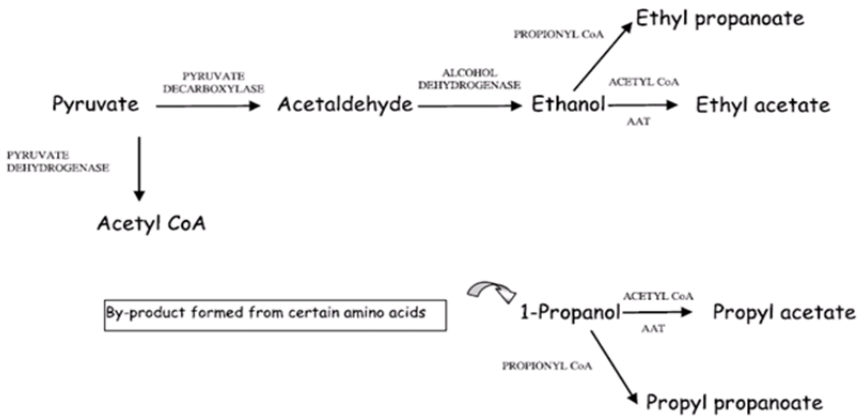
Uçucu ve yarı uçucu organik bileşikler zeytin meyvesinin aromasından sorumludurlar. Zeytinde hidrokarbonlar, alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler ve diğer uçucu bileşenler hoş koku oluşturan bir denge halindedir. Sofralık zeytinin aroma maddelerin bir kısmı hammaddeden ileri gelirken, bir kısmı da fermantasyon sırasında oluşmaktadır. Sofralık zeytinin aroma bileşiği kompozisyonu; genetik, meyve çeşidi, meyve olgunlaşma derecesi, işleme koşulları (fermantasyon, salamura, paketleme çözeltisi, sıcaklık), depolama süre ve koşullarına bağlı olarak değişim gösterir (Panagou ve ark, 2008b; Sabatini ve ark, 2008; Sabatini ve Marsilio, 2008; Malheiro ve ark, 2010; Cabaroğlu ve Koyuncu, 2019). Uçucu bileşenlerin aroma üzerindeki etkisi konsantrasyona bağlı olmayıp; bileşenin buharlaşmasına, hidrofobik yapısına, büyüklüğüne, şekline, fonksiyonel gruplarının pozisyonuna ve koku yoğunluğuna göre değişmektedir (Kalua ve ark, 2007).

Sofralık zeytinde aroma bileşenlerinin oluşumu; laktik asit bakterileri ve mayaların dışında rekabetçi diğer mikroorganizmaların da yer aldığı dinamik bir süreçtir (Dabbou ve ark, 2012; Lee ve ark, 2012). Ayrıca zeytin fermantasyonunda starter kültür kullanımı da aromayı etkileyen en önemli faktörlerden birisidir ve duyusal özellikleri geliştirmektedir (Sabatini ve ark, 2008). Mayalar; alkoller, esterler, karbonil bileşikleri gibi lezzet bileşikleri üreterek sofralık zeytinlerin organoleptik özelliklerini artırabilmektedir (Leventdurur ve ark, 2016).

Alkoller, meyvenin olgunlaşması sırasında enzimatik reaksiyonlardan ve zeytin işleme sırasında heterolaktik ve alkol fermantasyonundan oluşan bileşiklerdir. *S. cerevisiae* gibi maya türlerinin de alkol oluşumunda rol aldığı bilinmektedir. 1-hekzanol ve (Z)-3-hekzen-1-ol gibi yüksek alkoller çoklu doymamış yağ asitlerinin lipoksigenaz döngüsüyle ortaya çıkmaktadır (Cortes-

Delgado ve ark, 2016). Ayrıca yüksek alkollerin biyosentezinin proteinlerin deaminasyon işlemi ile bağlantılı olduğu da düşünülmektedir (Sabatini ve Marsilio, 2008). Etanol ise heterofermantatif laktik asit bakterilerinin ve mayaların ürettiği önemli bir lezzet bileşenidir (Sabatini ve Marsilio, 2008; Cortes-Delgado ve ark, 2016; Cosmai ve ark, 2018).

Uçucu esterler, tüm meyvelerin aromasından sorumlu ana bileşenlerdir ve tüketici tarafından beğenilen hoş kokulardan sorumludurlar. Oluşumları ve içerikleri genellikle alkol ve asit sayına bağlı olarak değişir. Şekil 2.5'de görüldüğü gibi asetat ve propanoat esterleri; uçucu alkollerin sırasıyla asetil-CoA ve propiyonil-CoA'ya esterleşmesiyle sentezlenebilir (Sabatini ve Marsilio, 2008; Kara, 2011; Dabbou ve ark, 2012; Cortes-Delgado ve ark, 2016).

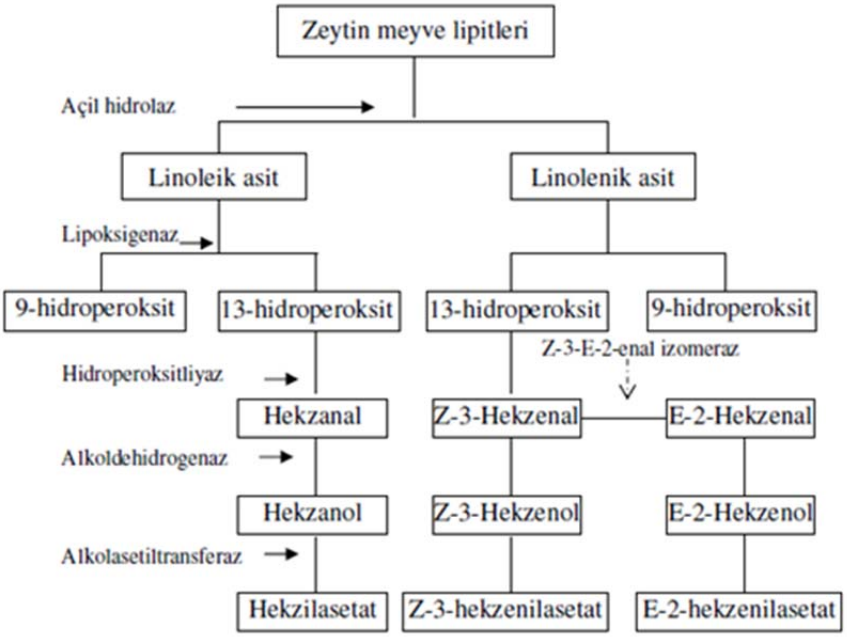


Şekil 2.5. Esterlerin biyosentez yolu (Sabatini ve Marsilio, 2008)

Uçucu asitlerden propiyonik asit fermantasyonun ileri aşamasında Propionibacterium türlerinin çoğalmasına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Sanchez ve ark, 2000; Montano ve ark, 2003). Asetik asit ise etanol oksidasyonu ile *Acetobacter* türleri, *Clostridium acetobutylicum* ve mayalar tarafından üretilmektedir (Sabatini ve Marsilio, 2008).

3-metil bütanal ve 2-metil bütanal aminoasit konversiyonu ile oluşmaktadır. Bu bileşenlerin oranları, özellikle zeytinlerin uzun süre beklemesiyle mikrobiyal gelişim sonucunda artış göstermektedir ve küfsü aroma oluşturmaktadır (Tura ve ark, 2008). Benzaldehit üretimi ise fermantasyon sırasında *L. plantarum*'un fenilalaninin dönüştürmesiyle meydana gelmektedir (Cortes-Delgado ve ark, 2016). C5 ve C6 aldehitler ve alkoller ve bunlara karşılık gelen esterleri en uçucu bileşenlerdir ve çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) lipoksigenaz zincir reaksiyonu ile üretilmektedir (Şekil 2.6) (Ridolfi ve ark, 2002; Kalua ve ark, 2007).

Uçucu fenollerin birçoğu fermantasyon işlemi sırasında mikroorganizma aktivitesi ile oluşur. *L. plantarum*'un bazı suşları fenolik asitlerden uçucu fenol üretme yeteneğindedirler (Cortes-Delgado ve ark, 2016). Terpenler ise (α-farnesen, nerol asetat, (E)-nerolidol, limonen, γ-terpineol, linalool) sadece zeytin meyvesinden ileri gelmektedir (Iraqı ve ark, 2005).



Şekil 2.6. C5 ve C6 uçucu bileşenlerinin lipoksigenaz metabolik yolu ile oluşumu (Toker, 2009)

Etanol, glikozun parçalanmasında yaygın bir terminal son ürünüdür, ancak amino asit ve aldehit degradasyonundan veya asetaldehitin indirgenmesinden de elde edilebilir (Cosmai ve ark, 2018). Ayrıca fermantasyon sırasında mayalarda alkol, yağ asitleri ve bunların esterlerini oluşturarak aromaya katkı sağlamaktadırlar (Abbas, 2006).

İki İtalyan zeytin çeşidinin (Cellina di Nard Lec ve Leccino) doğal fermantasyonu boyunca uçucu bileşiklerinin evrimi tespit edilmiştir. Analiz edilen sofralık zeytin çeşitlerinin her ikisinde de aldehitler, ilk fermantasyon aşaması (30 gün) ile yakından ilişkiliyken, yüksek alkoller (2-metil-1-propanol; 3-metil-1-bütanol), stiren ve simen, fermantasyonun orta aşamasında (90 gün) bulunmuştur. Zeytin fermantasyonunun son aşamasında (180 gün) ise esterler meydana gelmiştir. Benzaldehit hariç, tanımlanmış tüm aldehitler fermantasyon sırasında azalma gösterirken, alkol ve ester içeriği fermantasyon sırasında artmıştır. Her iki fermantasyonda, hidrokarbonlar fermantasyonun başlangıcından orta aşamalarına yükselmiş ve son periyotta hafif bir düşüş göstermiştir (Bleve ve ark, 2014).

Dabbou ve ark (2012), iki geleneksel Tunus yöntemiyle işlenmiş Meski, Picholine ve Manzanella çeşidi sofralık zeytinlerin aroma profillerini belirlemişlerdir. Her üç çeşitte belirlenen ana kimyasal grup aldehitler olmuştur. Toplam keton, alkol ve ester miktarları çeşide göre farklılıklar göstermiştir. Meski çeşidi diğerlerine oranla daha fazla terpenik hidrokarbon içermiştir. Bütan-2-ol, oktan, heptanal ve dodekan sadece Meski çeşidinde bulunmuştur. Zeytin çeşidi, işleme yöntemlerinden bağımsız olarak aromada farklılıklara yol açmıştır. Ayrıca ürünlerin uçucu bileşenleri işleme yöntemine bağlı olarak da değişiklik göstermiştir. İşleme ile terpenler artarken aldehitler azalmıştır.

İspanyol tarzı işlenmiş Fas yeşil sofralık zeytinlerin güçlü koku bileşenleri seyreltme analizi ile tespit edilmiştir. Lezzet seyreltme faktörü (FD) 256 ile en baskın koku bileşeni (Z)-3-hekzenal olmuştur. Bunu FD 128 ile (E,E)-2,4 dekadienal ve FD 64 ile (E, Z)-2,4-dekadienal takip etmiştir. Bu bileşenler yeşil ve

kişniş kokuları verirken, FD değeri 128 olan gaiakol kötü fenolik bir koku vermiştir (Iraqi ve ark, 2005).

İspanyol tarzı işlemenin ana adımlarının (alkali işlem ve fermantasyon) ve *L. pentosus* ile aşılamanın uçucu bileşimi üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Bu çalışmada Manzanilla çeşidi yeşil zeytinler kullanılmıştır. Taze zeytinlerde tespit edilen uçucu bileşiklerin çoğu alkali muamelesinden sonra azalmış veya tespit edilememişken, bu işlem sonucunda birkaç bileşik (asetik asit, 2-metilbütanoik asit ve etanol) oluşmuştur. Fermantasyonun bir sonucu olarak çoğunlukla esterler ve fenollerden oluşan 50'den fazla yeni uçucu bileşen meydana gelmiştir. Aşılanmamış ürünlere kıyasla aşılanmış zeytinlerde 4-etil fenolde önemli bir artış (neredeyse 100 kat) olmuştur. Duyusal panelde koku algısında önemli farklılıklar bulunamamıştır (De Castro ve ark, 2019).

Portekiz'den temin edilen beş farklı zeytin çeşidinden üretilen sofralık zeytinlerin uçucu bileşimi belirlenmiştir. 15 aldehit, 7 ester, 5 alkol, 5 seskiterpen, 4 norizoprenoit türevi, 3 monoterpen, 1 keton ve 2 alken olmak üzere 42 uçucu bileşen belirlenmiştir. Aldehitler çalışılan tüm çeşitlerde ana kimyasal sınıf olmuştur (tanımlanan bütün uçucu bileşiklerin %74'ünden fazlası). Hekzanal, fenilasetaldehit ve (E,E)-2,4-heptadienal tanımlanan ana uçucu bileşikler olmuştur. Sonuç olarak, beş zeytin çeşidi, uçucu profilinden elde edilen sonuçların temel bileşen analizi kullanılarak ayırt edilebilmiştir (Malheiro ve ark, 2010).

Yunan tarzı işlenmiş siyah zeytinlerin ve İspanyol tarzı işlenmiş yeşil zeytinlerin Likens-Nickerson yöntemi ile ekstraksiyonu yapılmış ve uçucu bileşenler GC/olfaktometri/aroma ekstraksiyon seyreltme analizi ile belirlenmiştir. (Z)-3-hekzenal (FD 256), (E,E)-2,4-dekadienal (FD 128), (E,Z)-2,4-dekaenenal (FD 64), gaiakol (FD 128) ve metional (FD 128) hem yeşil hem de siyah zeytinlerde tespit edilmiştir. γ-deka- ve dodecalaktonlar, δ-deka-lakton ve 2-metil-3-furantiol yeşil zeytinlerde tespit edilememişken, olgunlaşma sonucu siyah zeytinlerde bulunmuştur (Collin ve ark, 2008).

Panagou ve ark (2011), farklı NaCl, KCl ve $CaCl_2$ karışımlarının, Conservolea doğal siyah zeytinlerinin aroma profilleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Beş farklı klorür tuzu kombinasyonu kullanılmıştır. Bunlar; %8 NaCl, %4 NaCl ve %4 KCl, %4 NaCl ve %4 $CaCl_2$, %4 KCl ve %4 $CaCl_2$, %2.6 NaCl-2.6% KCl-2.6% $CaCl_2$'dir. Salamuralarda tanımlanan ana bileşen etanol olmuştur. Etanol miktarı ikinci çalışmada en yüksekken üçüncü çalışmada en düşük bulunmuştur. Salamuralarda yüksek miktarlarda bulunan diğer uçucu bileşikler propanol, 2-bütanol, etil-asetat ve etil-propiyonat olmuştur. Ayrıca, 1-hekzanol, metil-asetat, 2-bütanon, 3-hekzen-1-ol, metil-propanoat, propil-asetat, 3-metil-1-bütanol ve 2-fenil-etanol düşük miktarlarda bulunmuştur. Zeytin kokusu, laktik asit fermantasyonunun tipik bir hali olarak tarif edilmiştir.

İspanyol yöntemiyle işlenmiş Conservolea yeşil zeytinlerin fermantasyonu spontan, *L. plantarum* ilaveli ve *L. pentosus* ilaveli olarak gerçekleştirilmiştir. *L. pentosus, L. plantarum*'dan daha iyi asitlenme performansı göstermiştir. Belirlenen ana uçucu bileşenler etanol, metanol, 4-metil-1-pentanol, 1-pentanol, 2-pentanol, asetaldehit, etil asetat, izobütil asetat, hekzil asetattır. Uçucu bileşiklerdeki en fazla paya sahip olan etanol, kontrol ve *L. plantarum* ile aşılanmış işlemlerde daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. Maya fermantasyonu sonucu oluşan asetaldehitin en yüksek konsantrasyonu kontrol denemesinde tespit edilmiştir. Tüm fermantasyonlarda kısa zincirli yağ asitleri (propiyonik, izovalerik, izobütirik) saptanırken izobütirik asit bu grubun en fazla bulunan bileşiği olmuştur. İzobütirik asit en fazla spontan denemede bulunurken onu *L. plantarum* ve *L. pentosus* ilaveli denemeler izlemiştir (Panagou ve Tassou, 2006).

Sabatini ve ark (2008), *L. plantarum* ile aşılanmış ve aşılanmamış sofralık zeytinlerin (Moresca ve Kalamata) aroma profillerini belirlemişlerdir. Alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler ve Yunan usulü zeytin fermantasyonu sırasında oluşan asitleri içeren 23 bileşik tespit edilmiştir. Aşılanan numunelerde aşılanmayanlara göre daha yüksek etanol, etil asetat, izobütanol, 2-bütanon, 1-propanol ve 1-hekzanol belirlenmiştir. Ayrıca, zeytinlerde düşük miktarlarda bulunan 1-bütanol,

3-pentanol, 3-hidroksi-2-bütanon, (Z)-3-hekzen-1-ol ve 2-bütanol her iki türün aşılanmış numunelerinde anlamlı bir artış göstermiştir. Bu sonuçlar, aşılamanın her iki türün aroma profillerini önemli ölçüde etkilediğini, özellikle çeşitli uçucu bileşiklerin konsantrasyonunda artışa neden olduğunu göstermiştir.

Yunan usulü Carolea ve Nocellara del Belice sofralık zeytinlerinin ve salamuralarının uçucu bileşenleri belirlenmiştir. Meyvede 23, salamurada ise 15 farklı aroma bileşeni tespit edilmiştir. Asetik asit her iki çeşitte yüksek miktarda bulunurken salamuralarında tespit edilememiştir. Her iki örnekte de yüksek miktarda etanol tespit edilmiştir. Metanol ve 3-metil-bütanal sadece Carolea örneğinde, propil-asetat, etil-propanoat, 3-pentanol ve 2-pentanol ise sadece Nocellara del Belice sofralık zeytinlerde bulunmuştur. Her iki salamura örneğinde yüksek miktarlarda etanol, etil-asetat, 2-bütanon, izopentanol, izobütanol ve az miktarda 1-propanol tespit edilmiştir (Sabatini ve ark, 2009).

İki çeşit pastörize çekirdeksiz zeytinler polietilen ve cam kaplarda 30^0C'de 6.5 ay depolanmış ve uçucu bileşenleri belirlenmiştir. Zeytinlerde 43 uçucu bileşik tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin 36'sı cam ve plastik ambalajlar arasında önemli ölçüde değişiklik göstermiştir. Cam kapların uçucu bileşenleri tutuculuğu plastiklerden daha yüksek bulunmuştur (Sanchez ve ark, 2017).

İspanyol tarzı yeşil sofralık zeytinlerin (Manzanilla, Gordal, Hojiblanca) uçucu bileşen profilleri hem fermantasyon sonrası hem de paketleme sonrası SPME ve GC ile belirlenmiştir. 10 fenol, 25 alkol, 11 asit, 39 ester, 8 hidrokarbon, 14 karbonil bileşik, 17 terpen ve 6 diğer bileşenler olmak üzere toplam 132 uçucu bileşik tanımlanmıştır. Her 3 çeşitte fermantasyon sonrasında lipit oksidasyonu ürünleri ((E)-2-dekenal ve (E,E)-2,4-dekaenenal) artış göstermiştir. Paketleme işleminden sonra alkollerin, asitlerin, esterlerin miktarlarında düşüş görülmüştür. Çeşitler arasındaki uçucu bileşenlerin farkı önemli bulunmamıştır (Sanchez ve ark, 2018).

Amerika Birleşik Devletleri'nden alınan ve İspanya, Mısır, Fas'tan ithal edilen dilimli siyah sofralık zeytinlerin uçucu bileşenleri, GC ve GC-MS ile analiz

edilmiştir. Tüm örneklerde aldehitler, alkoller, esterler ve alkanlar tespit edilmiştir. β-damassenon, nonanal, (E)-2-dekanal, 3-metilbütanal, etil benzoat, oktanal, 2-metoksifenol, 2-metilbütanal ve 2-metoksi-4-metilfenol uçucu bileşenleri aromaya katkıda bulunmuştur. İspanya'dan alınan örneklerde çok sayıda ester tespit edilmiştir. İthal edilen zeytinler yerli zeytinlerde tespit edilmeyen çeşitli uçucu maddeler içermiştir. Bu bileşenler; etil-2-metilbütanoat, etil-3-metilbütanoat, 3-metilbütil asetat, okt-1-en-3-on, etil hekzanoat, (Z)-3-hekzenil asetat, hekzil asetat, etil siklohekzan karboksilat, benzil asetat ve 4-etil-fenoldür. Yerel zeytinlerde ise turunçgil kokuları tespit edilmiştir (Sansone-Land ve ark, 2014).

Tufariello ve ark (2015), bir çalışmada iki İtalyan (Cellina di Nardo ve Leccino) ve iki Yunan (Kalamata ve Conservolea) çeşidine ait siyah sofralık zeytin üretiminde farklı maya ve LAB suşlarını kullanılmışlardır. Starter kültür ilave edilen denemelerin fermantasyon süresi kısalmış, organoleptik özellikleri iyileşmiş ve daha yüksek alkol, stiren, terpen bileşikleri açığa çıkarmıştır. Aldehit miktarları ise azalmıştır. Fermantasyonun ilk aşamalarındaki temel uçucu bileşenler alkoller, stiren ve terpenler olurken; ilerleyen aşamalarda ise esterler (etil hekzanoat ve etil oktanoat) ve asetat esterleri (izoamil asetat, etil asetat) olmuştur.

İspanyol yöntemi ile işlenen Consevolea yeşil zeytinlerin fermantasyonunda; CO_2 ile asitlendirme, laktik ve hidroklorik asit karışımıyla asitlendirme işlemleri, salamura asitlendirmeden geleneksel fermantasyonla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar asitlendirme işleminin başarılı bir laktik asit fermantasyonu sağladığını göstermiştir. Ana uçucu bileşenler etanol ve metanol olarak belirlenmiştir. İşlem sonunda asitlendirilmiş numunelerde etanolü de aşan miktarlarda metanol tespit edilmiştir. Tespit edilen diğer uçucu bileşenler 2-bütanol, propanol, etil asetat, asetaldehit ve dimetil sülfit olmuştur (Vergara ve ark, 2013).

Sabatini ve Marsilio (2008), Nocellara del Belice çeşidinin İspanyol, Yunan ve Castelvetrano tarzı işlenmesiyle elde edilen yeşil zeytinlerin uçucu bileşenlerini tanımlamışlardır. Altı, yedi ve sekinci aylarda yapılan örneklemelerde alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler ve asitleri içeren toplam 22 bileşik tespit

edilmiştir. Tüm örneklerde yüksek miktarda etanol, asetik asit ve 2-bütanol tespit edilmiştir. 1-Propanol, propil-asetat, etil propanoat ve propiyonik asit, İspanyol tarzı zeytinlerde daha fazla bulunmuştur. Castelvetrano tarzı zeytinlerde (Z)-3-hekzen-1-ol ve 2-bütanon tespit edilirken, 1-hekzanol ve izopentanol esas olarak İspanyol ve Yunan tarzı zeytinlerde bulunmuştur. Ayrıca, İspanyol tarzı zeytinlerde daha düşük 3-hidroksi-2-bütanon ortaya çıkmıştır. Castelvetrano tipi zeytinlerde işlemin yedinci ayında çoğu uçucu bileşende artış ve daha sonra bir düşüş görülmüştür.

Beş farklı yeşil sofralık zeytin çeşidinin (Manzanilla, Castriciana, Passalunara, Brandofino ve Nocellara) uçucu bileşikleri belirlenmiştir. Aroma bileşenleri çeşitlere göre farklılıklar göstermiştir. Alkol, ester, aldehit, uçucu asit, terpen türevi ve hidrokarbon sınıfları tespit edilmiştir. 60 gün depolamanın sonunda 52, 120 gün depolamanın sonunda ise 31 uçucu bileşik tanımlanmıştır. Hekzanol, heptanol, oktanol ve 2-nonen-1-ol ile birlikte heptanal, oktanal ve diğer aldehitler beş çeşit için benzer konsantrasyon aralığında bulunmuştur. Manzanilla'da diğer çeşitlere kıyasla daha yüksek asetik ve metil esterleri tespit edilmiştir. İlerleyen aşamalarda alkoller, aldehitler, metil esterleri belirgin şekilde azalırken, 60. günde tespit edilmeyen bazı yağ asitleri ortaya çıkmıştır (Aponte ve ark, 2010).

İspanya'nın farklı yerlerinde yetişen Manzanilla, Gordal ve Hojiblanca çeşitleriyle hazırlanan İspanyol tarzı yeşil sofralık zeytinlerin uçucu profilleri belirlenmiştir. Farklı kimyasal sınıflara ait toplam 102 uçucu bileşik tanımlanmış ve bunlardan 20'si sofralık zeytinlerde ilk kez raporlanmıştır. Aroma profiline; alkoller, fenoller ve bunları takiben uçucu asitler ve esterler başlıca katkıyı yapmıştır. Diğer kalan sınıfların toplam bileşimdeki oranı %5'den düşük olmuştur. Çoğu numune için ana bileşikler, p-kreosol, feniletil alkol, asetik asit, etanol, benzil alkol, etil asetat ve (Z)-3-hekzen-1-ol'dür. Tanımlanan tüm bileşikler arasında sadece (E)-2-dekenal meyvelerin yetiştirildiği yerlerden önemli ölçüde etkilenmeden üç çeşit arasında önemli farklılıklar göstermiştir (Cortes-Delgado ve ark, 2016).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu araştırmada materyal olarak Adana İli Seyhan İlçesindeki bir bahçeden 2016 yılında temin edilen, toplam 100 kg Gemlik çeşidi siyah zeytinler kullanılmıştır. Fermantasyon 50 l'lik kapaklı plastik bidonlarda 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Salamura için kaya tuzu ve içilebilir nitelikteki musluk suyu kullanılmıştır.

3.2. Metot

Siyah zeytin örnekleri işleme olgunluğuna ulaşınca (kabuk rengi mor-siyah ve siyahlaşma kabuktan meyve etine geçmiş) hasat edilmiş ve hemen Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'na getirilmiştir.

Hasat edilen zeytinlere seçme ve ayıklama işlemi uygulanmış ve işlemeye elverişli olmayan zeytinler ayrılmıştır. Ayıklanan zeytinler 3'e ayrılmış ve aşağıdaki koşullarda fermantasyona bırakılmıştır:

1. Zeytinler doğrudan %10 NaCl içeren salamura içerisine konulmuş ve salamuradaki tuz konsantrasyonu %10'da sabit tutulmuştur (A kodlu deneme).
2. Zeytinler doğrudan %10 NaCl içeren salamura içerisine konulmuş, bir hafta sonra 0.0156 g/kg olacak şekilde *L. plantarum* (Chr. Hansen Bactoferm Vega-Start 60, Hoersholm, Danimarka) liyofilize kültürü ilave edilmiş ve salamuradaki tuz konsantrasyonu %10'da sabit tutulmuştur (B kodlu deneme).
3. Zeytinler doğrudan %10 NaCl içeren salamura içerisine konulmuş, bir hafta sonra 0.0156 g/kg olacak şekilde *L. pentosus* (Lallemand OL1, Saint-Simon, Fransa) liyofilize kültürü ilave edilmiş ve salamuradaki tuz konsantrasyonu %10'da sabit tutulmuştur (C kodlu deneme).

Zeytinler her bir bidona 16 kg olacak şekilde konulup salamuraları ilave edilmiştir. Zeytinlerin salamura yüzeyine çıkışını önlemek için delikli diskler kullanılmış ve %15'lik baskı uygulanmıştır. Bidonların ağızları gaz çıkışına izin verecek şekilde gevşek olarak kapatılmıştır (Şekil 3.1). Fermantasyonlar 2 tekerrürlü olarak oda sıcaklığında (21±3°C) gerçekleştirilmiştir.

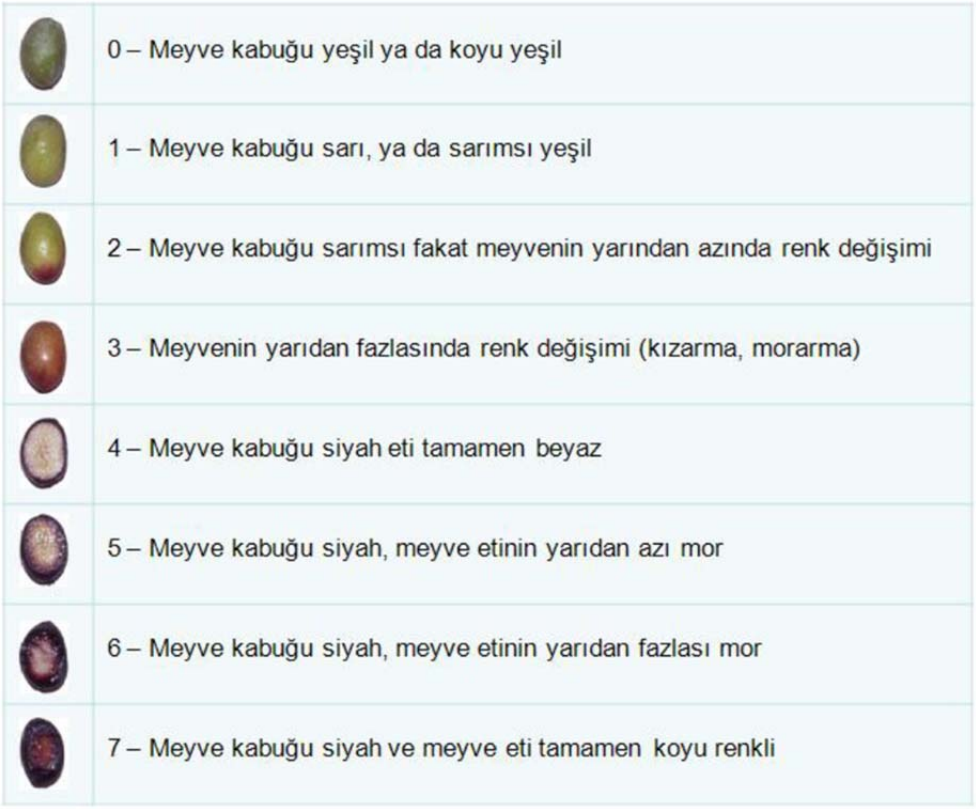
Fermantasyon sırasında salamuraların tuz oranları Bome areometresiyle kontrol edilmiş ve gerektiğinde NaCl ilavesi ile tuz konsantrasyonu %10 seviyesinde sabit tutulmuştur. Fermantasyonun ilerleyişi pH ve toplam asitlik tayini ile izlenmiştir. Fermantasyon 26. haftanın sonunda tamamlanmıştır. Fermantasyonu tamamlanıp yeme olgunluğuna ulaşan zeytinler laklı tenekelere alınarak salamura içerisinde 6 ay boyunca +4°C'de depolanmıştır. Fermantasyonda 2 hafta, depolamada ise 3 ay ara ile örnekler alınmış ve bu örnekler fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyusal ve aroma bileşenleri analizlerine tabi tutulmuştur.

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

3.2.1.1 Zeytin Meyvelerinin Olgunluk İndisi

Rastgele seçilen 100 zeytin tanesi aşağıda belirtilen meyve yüzeyi ve et rengine göre sekiz gruba ayrılmıştır (Şekil 3.1). Bu renk gruplarındaki tane sayıları (n) tespit edilmiştir. Daha sonra bu tane sayıları aşağıdaki formülde görüldüğü gibi renk katsayılarıyla çarpılarak olgunluk indisi belirlenmiştir (Göğüş ve Yıldırım, 2009).

$$Oİ= [(0*n_o)+(1*n_1)+(2*n_2)+\ldots.+(6*n_6)+(7*n_7)]/100$$



Şekil 3.1. Meyve olgunluğu grupları ve olgunluk dereceleri (Öztürk-Güngör, 2010)

3.2.1.2. Kilogramdaki Tane Sayısı

Zeytin örneklerinden 100 g tartılmış ve zeytinler sayıldıktan sonra orantı yolu ile kilogramdaki tane sayısı belirlenmiştir (Akpınar, 1994).

3.2.1.3. Et/Çekirdek Oranı

100 g zeytin tartılmış ve meyve eti çekirdekten ayrılmıştır. Et ve çekirdek ayrı ayrı tartılıp % miktarları bulunmuştur. Bulunan et ve çekirdek değerleri birbirlerine oranlanarak değer bulunmuştur (Akpınar, 1994).

3.2.1.4. Renk Tayini

Renk ölçümlerinde, Konica Minolta Chroma Meter CR-400 (Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılarak L*, a*, b* değerleri belirlenmiştir. 'L*' değeri parlaklığı (beyazlık veya açıklık koyuluk); '+a*' değeri kırmızı; '-a*' değeri yeşil; '+b*' değeri sarı ve '-b*' değeri mavi rengi temsil etmektedir. Bir örnek için 10 farklı okuma yaptırılmış ve okuma yaptırılan yüzeyin hasarlı olmamasına dikkat edilmiştir (MacDougall, 2002). Hue (renk tonu), ΔC (doygunluk) ve ΔE (toplam renk) değerleri aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Artes ve ark, 2002).

$Hue = arctg(b^*/a^*)$

$\Delta C = (a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$

$\Delta E = [(L^*-L_0^*)^2+(a^*-a_0^*)^2+(b^*-b_0^*)^2]^{1/2}$

3.2.1.5. Salamurada ve Zeytin Etinde pH Tayini

Fermantasyon sırasında salamura pH değeri doğrudan cam elektrotlu dijital pH-metre (Mettler Toledo, Greifensee, İsviçre) kullanılarak belirlenmiştir. pH-Metre probu salamura içerisine daldırılmış ve oda sıcaklığında okuma yapılmıştır. Zeytin etinin pH değerini belirlemek için ise 25 g örnek tartılıp parçalayıcıda ezme haline getirildikten sonra 250 ml'ye saf su ile tamamlanmış ve ardından pH-Metre probu daldırılarak okuma yapılmıştır (Cemeroğlu, 2013).

3.2.1.6. Salamurada ve Zeytin Etinde Asitlik Tayini

Salamurada asitlik tayini için 20 ml salamura örneği alınmış ve N/10'luk NaOH ile salamuranın pH derecesi 8.1'e kadar titre edilmiştir. Zeytin etinin asitliğini belirlemek için ise zeytin örnekleri parçalayıcıda ezme haline getirilmiş, belirli oranda seyreltilip, süzüldükten sonra elde edilen süzüntü N/10'luk NaOH ile pH derecesi 8.1'e kadar titre edilmiştir. Analiz sonuçları laktik asit cinsinden % olarak verilmiş ve sonuçlar aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

%Asitlik= VxNxmEqx100/m

V: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin hacmi (ml)

N: NaOH çözeltisinin derişimi (normalite)

mEq: Analizi yapılan gıdada en çok bulunan organik asidin eşdeğer ağırlığı (laktik asit mEq =0.090)

m: Alınan numune miktarı (ml veya g)

3.2.1.7. Zeytin Etinde Tuz Tayini

Salamuranın tuz seviyesi Bome areometresi ile kontrol edilmiştir. Zeytin etinin tuz miktarı için Mohr yöntemi olarak adlandırılan titrimetrik metot kullanılmıştır. Tuz miktarı için, asitlik tayininde hazırlanan süzüntüden alınmış ve potasyum kromat indikatörü eşliğinde N/10'luk $AgNO_3$ çözeltisi ile titre edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

%Tuz= VxNx0.0585xSFx100/m

V: Titrasyonda harcanan $AgNO_3$ çözeltisinin hacmi (ml)

N: $AgNO_3$ çözeltisinin derişimi (normalite)

SF: Seyreltme faktörü

m: Alınan numune miktarı (g)

3.2.1.8. Yağ Tayini

Zeytinlerin yağ miktarı Soxhelet Ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Kurutulmuş örnekler dietil eter kullanılarak sekiz saat ekstraksiyona tabi tutulmuş ve yağ miktarları tayin edilmiştir. %Yağ miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

%Yağ= $(M_2–M_1/M)x100$

M_1: Yağ balonunun darası (g)

M_2: Yağ balonu ve yağın ağırlığı (g)

M: Örnek miktarı (g)

3.2.1.9. Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi

Zeytinyağının yağ asitleri önce esterleştirilmiş, daha sonra GC-MS ile analiz edilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin elde edilmesi için bir tüpe 20-60 mg yağ örneği tartılmış, üzerine 2 ml hekzan ilave edilmiştir. Daha sonra 2 M metanollü potasyum hidroksit çözeltisinden 0.2 ml eklendikten sonra tüp içeriği 2 dk vortekste karıştırılmıştır. Faz ayrımı gerçekleştikten sonra üst faz alınmış ve bir viale aktarılmıştır. Yağ asidi metil esterleri cihaza 1 µl hacminde enjekte edilerek yağ asidi bileşimlerini gösteren kromatogramlar elde edilmiştir. Zeytinyağı örneklerinden elde edilen pikler ile standart karışımdaki yağ asidi metil esterleri piklerinin alıkonma zamanları karşılaştırılarak örneklerin yağ asidi profili % olarak belirlenmiştir (Ichihara ve ark, 1996). Kromatografik şartlar aşağıda verildiği gibidir.

GC-MS: Agilent (HP 6890)

Dedektör: Alev iyonizasyon dedektörü (FID)

Kolon: DB-23 kolonu (60 m x 1.25 mm x 0.20 µm)

Taşıyıcı gaz: Helyum

Split oranı: 1:100

Dedektör Sıcaklığı: 250°C

Enjeksiyon bloku: 250°C

Sıcaklık programı: 120°C'de 1 dk., 175°C'ye kadar 10°C/dk.'lık artış, 175°C'de 10 dk, 210°C'ye kadar 5°C/dk.'lık artış, 210°C'de 5 dk, 230°C'ye kadar 5°C/dk.'lık artış, 230°C'de 17 dk

3.2.1.10. Toplam Kuru Madde Tayini

Zeytinlerin çekirdeği çıkartılmış, homojen hale getirilmiş, tartılmış ve sabit ağırlığa gelene kadar 105±2°C'de kurutulmuştur. Ağırlıkça kayıp aşağıdaki formül yardımıyla yüzde olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

%KM=(M_2–M_1/M)x100

M_1: Kurutma kabının darası (g)

M_2: Kurutma kabı ve kurutulmuş örnek ağırlığı (g)

M: Örnek miktarı (g)

3.2.1.11. İndirgen Şeker Tayini

İndirgen şeker tayini Luff-Scroll yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Parçalayıcıda ezme haline getirilmiş zeytinden 100 ml'lik bir balon jojeye 5 g tartıldıktan sonra üzerine 5 ml Carez I ve 5 ml Carez II çözeltisi ilave edilmiş ve saf su ile çizgisine tamamlanarak çalkalanmıştır. 10 dk bekleme süresinden sonra filtre edilmiştir. Şilifli bir balon içerisine 25 ml filtrat ve 25 ml Luff çözeltisi ilave edilerek balon geri soğutucuya bağlanmıştır. 10 dk kaynatıldıktan sonra balon hızla soğutularak örneğin üzerine 10 ml KI, 25 ml H_2SO_4 ve 2 ml nişasta çözeltisi ilave edilip 0.1 N $Na_2S_2O_3$ çözeltisi ile krem sarısı renge kadar titre edilmiş ve sonuçlar hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

3.2.1.12. Acılık (Oleuropein) Tayini

Çekirdeği çıkartılıp parçalayıcıda ezme haline getirilen zeytinden 50 g tartılmış üzerine 100 ml saf su ilave edilip 5 dk kaynatıldıktan sonra süzülmüştür. Filtre kağıdı üzerindeki kalıntı alınıp tekrar 100 ml saf su ilave edilmiş, 5 dk kaynatılmış ve ikinci süzüntü elde edilmiştir. Süzüntüler birleştirilmiş ve saf su ile 200 ml'ye tamamlanmıştır. 25 ml'lik bir balon jojeye 2.5 ml süzüntüden pipetledikten sonra üzerine 2 ml %1'lik jelatin çözeltisi ilave edilmiş ve çizgisine kadar asetonla tamamlanmıştır. Karışımdan 10 ml alınıp 4 g Al_2O_3 üzerine ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. 2 dk sonra üstteki berrak kısım alınarak, Shimadzu UV-1700 Series (Japonya) UV-Vis Spektrofotometre'de 345 nm dalga boyunda asetona karşı okuma yapılmıştır. Sonuçlar absorbans değeri olarak verilmiştir. Absorbans değerinin azalmasıyla oleuropein hidrolizi takip edilmiştir (Diez ve ark, 1972).

3.2.2. Fermantasyon Sırasında Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

3.2.2.1. Laktik Asit Bakterileri Sayımı

Laktik asit bakterilerinin sayımında 50 mg/L sikloheksimit (aktidon) içeren MRS ve M17 agar kullanılmıştır. Ekimi yapılan petri kutuları, içerisinde oksijeni uzaklaştıran gaz paketleri bulunan anaerobik kavanozlarda 30°C'de 2-4 gün inkübe edilmiştir. Süre sonunda sayım yapılmış ve sonuçlar dilüsyon katsayıları ile çarpılarak hesaplanmıştır (Tassou ve ark, 2002).

3.2.2.2. Maya-Küf Sayımı

Toplam maya sayımında PDA besi yeri kullanılmıştır. Bakteri gelişimini önlemek için 0.1 g/L oksitetrasiklin ilave edilmiştir. Ekimi yapılan petri kutuları 25°C'de 5 gün inkübe edilmiştir. Süre sonunda sayım yapılmış ve sonuçlar dilisyon katsayıları ile çarpılarak hesaplanmıştır (Perricone ve ark, 2010).

3.2.3. Zeytin Meyvesinde, Fermantasyon ve Depolama Sırasında Yapılan Aroma Bileşenlerinin Analizi ve Miktarlarının Belirlenmesi

Sofralık zeytinlerin aroma maddelerinin ekstraksiyonunda 'Purge&Trap' yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, taşıyıcı azot gazı yardımıyla aroma maddelerinin C18 içeren kartuşlardaki tuzağa tutturulması prensibine dayanmaktadır. Ekstraksiyon için parçalayıcıda homojen hale getirilmiş 10 g zeytin örneği kullanılmıştır. 40 ml'lik viallere zeytin örneği konulmuş ve 60°C' lik su banyosunda 10 dk bekletilmiştir. İşlemden önce tuzaklardan 5 ml diklorometan çözgeni geçirilerek şartlandırılmıştır. Isıtma işleminden sonra, viallerden dakikada 500 ml olacak şekilde azot gazı geçirilmiş ve 60°C'de 90 dk işlem devam ettirilmiştir. Aroma maddelerinin tuzağa tutturulması sağlanmıştır. Süre sonunda tuzak çıkartılmış ve 5 ml diklorometan çözgeni ile yıkanmıştır. Aroma maddeleri çözgen içerisine alınmıştır. İç standart olarak 5 µl 4-nonanol ilave edilmiştir. Aroma maddelerini içeren çözgen faz 40°C'deki sıcak su banyosunda 0.5 ml

kalıncaya kadar konsantre edilmiştir (Şekil 3.3). Konsantre halde elde edilen aromatik ekstrakt doğrudan GC/MS' e enjekte edilmiştir.



Şekil 3.2. Purge&Trap ekstraksiyon düzeneği ve mikro konsantrasyon düzeneği

Aroma maddelerinin miktar tayini "Aglent 6890N" marka GC-FID kullanılarak yapılmıştır. Aroma maddelerinin ayrımı DB-WAX kapiler kolon (60 m x 0.25 mm x 0.4 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör sıcaklığı 220°C, dedektör sıcaklığı 250°C, kolon sıcaklığı se 60°C'de 3 dk beklemeden sonra, dakikada 2°C artarak 220°C'ye ve daha sonra dakikada 3°C artarak 245°C'ye çıkartılarak, bu sıcaklıkta 20 dk sabit kalacak şekilde ayarlanmıştır. Cihaza enjekte edilen örnek miktarı 3 µl'dir. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 1.5 ml/dk, dedektör ve enjektör sıcaklıkları ise 250°C'dir.

Aroma maddelerinin tanımlaması gaz kromatografisine bağlı "Agilent 5975B VL MSD" marka kütle spektrometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör tipi ve sıcaklık programı gaz kromatografisi ile aynı koşulları taşımaktadır. Taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyumun hızı 1.5 ml/dk'dır. Piklerin tanısı, Wley 7.0, NIST-98, ve Flavor 2L kütüphanelerindeki kütle spektrumlarıyla karşılaştırılarak yapılmıştır. Tanımlanmasında kütle spektroskopisinin kütüphanesi (MS), aroma maddeleri standartları (Std) ve alıkonma indisi (LRI) değerlerinden

faydalanılmıştır. Piklerin tanısından sonra aroma maddelerinin konsantrasyonları, iç standart yöntemiyle aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Schneider ve ark, 2001).

Ci : (Ai/Ast)xCstxRFxHF

Ci: Bileşiğin konsantrasyonu

Ai: Bileşiğin pik alanı

Ast: İç standardın pik alanı

Cst: İç standardın konsantrasyonu (45.45 µg/100 ml)

RF: Cevap faktörü (Cevap faktörü 1 olarak alınmıştır)

HF: Hesaplama faktörü (örnek miktarının kg'a çevrilmesi için faktör:100)

3.2.4. Fermantasyon ve Depolama Sonunda Yapılan Duyusal Analizler

Salamura zeytinlerin duyusal analizinde Lee ve ark (2012)'nın belirttiği lezzet profil analizi ve koku profil analizi formları modifiye edilerek kullanılmıştır. Duyusal testlerde seçilen 9 panelistten örnekleri koku, tat, doku, renk ve görünüş açısından değerlendirmeleri istenmiş ve bu amaçla hedonik skala kullanılmıştır. Bu skalaya göre 10 "En Yüksek", 0 "En Düşük" olarak değerlendirilmiştir. Lezzet profil analizi formu Şekil 3.4'de, koku profil analizi formu ise Şekil 3.5'de verilmiştir.

Starter kültür kullanımının beğeniye etkisini belirlemek için ayrıca 'Tercih (Sıralama) Testi' uygulanmıştır. Panelistlerin zeytin örneklerini en beğendiklerinden beğenmediklerine doğru sıralamaları istenmiştir. Panelistlerden en fazla beğendiklerine 1 puan, en az beğendiklerine ise 3 puan vermeleri istenmiştir. Kullanılan Tercih (Sıralama) Testi formu Şekil 3.4'de verildiği gibidir (Altuğ-Onoğur ve Elmacı, 2005).

LEZZET PROFİL ANALİZİ FORMU

Ad/Soyad:
Ürün Kodu: Tarih:

Kabuk Rengi

Mor-kahverengi  Siyah

Meyve Eti Rengi

Mor-Kahverengi  Siyah

Koku ve Aroma

Az Yoğun  Çok Yoğun

Acılık (işlenmemiş zeytin acılığı)

Az  Çok

Asitlik

Az  Çok

Sertlik

Yumuşak  Sert

Tat (Genel Tat)

Kötü  İyi

Genel Kabul Edilebilirlik

Tüketilemez  Mükemmel

TERCİH (SIRALAMA) TESTİ

Ürünlerin tüm özelliklerini göz önüne alarak en fazla beğenilenden en az beğenilene doğru sıralayınız.

Sıra	**Ürün Kodu**
1.	……...
2.	……
3.	……

Şekil 3.3. Lezzet profil analizi (Lee ve ark, 2012) ve tercih (sıralama) testi (Altuğ-Onoğur ve Elmacı, 2005) formu

KOKU PROFİL ANALİZİ FORMU

Ad/Soyad:

Ürün Kodu: Tarih:

En Düşük →	En Yüksek
Salamura	
Kuru Ot veya Bitki	
Sotelenmiş Mantar	
Çiçeksi	
Kişniş	
Odunsu/ Meşe Fıçı (Kırmızı Şarap)	
Pişmiş Sebze (Patates)	
Ceviz	
Toprak	
Kırmızı Meyve (Ahududu/Frambuaz)	
Sirke	
Alkol (Votka)	
Balık	
Peynir (Beyaz Peynir)	

Şekil 3.4. Koku profil analizi formu (Lee ve ark, 2012)

3.2.5. İstatistiksel Analiz

Fermantasyonda ve depolamada starter kültür kullanımının ve sürenin etkilerini görebilmek için çalışma kapsamında elde edilen bulgular, SPSS 18 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Uygulanan fermantasyon sonucu elde edilen zeytinler ürün olarak adlandırılmış ve ürün bazında önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre incelenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Zeytin Meyvesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Gemlik çeşidi zeytinlerin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla; olgunluk indisi, kilogramdaki Tane sayısı, et/çekirdek oranı ve renk değerleri (L*, a*, b*, Hue, ΔC) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Taze zeytinlerin fiziksel özellikleri, işlenmiş ürünün kalitesinin belirlenmesinde, derecelendirilmesinde ve fiyatlandırılmasında önem taşımaktadır (Uylaşer ve ark, 2008). Çeşit, olgunluk, iklim ve tarımsal uygulamalara bağlı olarak bu özellikler değişim göstermektedir (Yıldız, 2014).

Çizelge 4.1. Gemlik çeşidi zeytinlerin fiziksel özelliklerine ait analiz sonuçları

Olgunluk İndisi	4.84±0.02
Kilogramdaki Tane Sayısı	295±7.07
Et/Çekirdek Oranı	5.67±0.12
L* Değeri	28.20±0.37
a* Değeri	8.12±0.06
b* Değeri	1.48±0.11
Hue Değeri	10.35±0.65
ΔC Değeri	8.26±0.08

Olgunluk indisi hasat zamanını belirlemek için önemli bir göstergedir (Erdoğan, 2014). Doğal salamura yöntemiyle işlenecek zeytinler için olgunluk indisinin yaklaşık 5 olması istenmektedir (Öztürk-Güngör, 2017). Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi, temin edilen zeytinlerin olgunluk indisi 4.84 olarak tespit edilmiştir. Yaptıkları çalışmalarda; Erdoğan (2014) 5.36, Irmak (2015) 5.02, Öztürk-Güngör (2010) 4.99 olgunluk değerindeki Gemlik çeşidi zeytinleri fermantasyonla işlemişlerdir. Çalışmada kullanılan zeytinlerin olgunluk düzeyi işleme için yeterli bulunmuştur.

Kilogramdaki tane sayısı zeytinlerin fiyatlandırılmasında önem taşıyan bir kriterdir (Uylaşer ve ark, 2008). Sofralık zeytin üretiminde kullanılan zeytinlerin kilogramdaki tane sayısı 295 olarak bulunmuştur. Bu değer Gemlik çeşidi için önceki çalışmalarda 232 ile 356 adet arasında bulunmuştur. Özay ve Borçaklı (1996), Uylaşer ve Şahin (2004), Kumral (2005), Irmak (2015) bu değeri 295 adetten daha büyük bulurken; Akpınar (1994), Öztürk-Güngör (2010), Erdoğan (2014) 295 adetten daha küçük bulmuşlardır. Örneklerin et/çekirdek oranı ise 5.67 olarak belirlenmiştir. Gemlik çeşidinde bu değer, 2.39-6.86 arasında bulunmuştur (Başer ve Kılıç, 1987; Akpınar, 1994; Kumral, 2005; Tuna, 2006; Öztürk-Güngör, 2010; Özdemir, 2011; Erdoğan, 2014; Yıldız, 2014; Irmak, 2015). Bu sonuçlara göre çalışmada kullanılan zeytinlerin küçük çekirdekli, etli ve iri olduğu söylenebilir.

Hammadde olarak kullanılan zeytinlerin L* değeri 28.20 olarak bulunmuştur. Bu değer önceki çalışmalarda Gemlik çeşidi için; 27.33 (Irmak, 2015), 25.89-28.78 (Öztürk-Güngör, 2010), 23.51-28.51 (Yıldız, 2014) ve 24.43 (Erdoğan, 2014) olarak belirlenmiştir. Bulunan sonuç, araştırmacıların sonuçlarıyla uyumluluk göstermiştir. a* değeri ise 8.12 olarak bulunmuştur. Irmak (2015) bu değeri 4.05 olarak tespit ederken, Öztürk-Güngör (2010) 1.91-3.36 arasında ve Erdoğan (2014) 4.13 olarak belirlemiştir. Bulduğumuz değer araştırmacıların değerlerine göre yüksek olup, çalışmada kullandığımız zeytinlerin daha kırmızı olduğunu göstermektedir. Romero ve ark (2004) ise farklı çeşitlerdeki a* değerlerini 0.29-8.99 arasında belirlemiştir. Ham zeytinlerin b* değeri de 1.48 olarak bulunmuştur. Bu değeri Irmak (2015) 0.91, Öztürk-Güngör (2010) -0.11,-1.35 arasında, Yıldız (2014) 0.13-2.34 arasında ve Erdoğan (2014) 1.05 olarak belirlemiştir. Ölçülen L*, a* ve b* değerlerinden de Hue ve ΔC (kroma) değerleri hesaplanmıştır. Hue değeri rengin tonunu göstermekte olup bu çalışmada 10.35 olarak tespit edilmiştir. Gemlik çeşitlerinde Erdoğan (2014) bu değeri 14.49 olarak tespit ederken, Leventdurur (2017) 4-31 arasında bulmuştur. ΔC değeri doygunluğu belirtmekte olup çalışmada 8.26 olarak hesaplanmıştır. Bu değeri Erdoğan (2014)

4.28 olarak, Leventdurur (2017) 2.08-4.57 arasında belirlemişlerdir. Bulduğumuz sonuç, önceki araştırmacıların tespit ettikleri değerlerden yüksek bulunmuştur. Renk değerlerinde görülen bu değişikliklerin hasat zamanı ve olgunluk indisine göre değişiklik gösterdiği tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.2'de çalışmada kullanılan Gemlik çeşidi siyah zeytinlerin kimyasal özellikleri verilmiştir.

Çizelge 4.2. Gemlik çeşidi zeytinlerin kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları

pH	5.40±0.01
Asitlik (%, laktik asit cinsinden)	0.20±0.00
Tuz (%)	0.40±0.01
Kuru madde (%)	35.58±0.98
İndirgen şeker (%)	2.77±0.03
Oleuropein (Absorbans)	0.71±0.00
Yağ (%)	24.66±0.58
Majör Yağ Asitleri (yağ asitleri içerisinde %)	
Palmitik asit	18.34±0.04
Palmitoleik asit	2.08±0.19
Stearik asit	2.79±0.13
Oleik asit	66.14±0.41
Linoleik asit	9.80±0.16
Linolenik asit	0.64±0.06
Minör Yağ Asitleri (yağ asitleri içerisinde %)	
Margarik asit	0.03±0.04
Heptadesenoik asit	0.08±0.00
Araşidik asit	0.10±0.00
SFA	21.26±0.05
MUFA	68.30±0.62
PUFA	10.44±0.22

Zeytin etinin asitlik değeri %0.20 olarak belirlenmiştir. Gemlik çeşidi zeytinlerin asitlik değerini diğer araştırmacılar 0.04-0.73 aralığında bulmuşlardır (Akpınar, 1994; Özay ve ark, 1994; Uylaşer ve ark, 2008; Erdoğan, 2014; Yıldız, 2014; Irmak, 2015; Leventdurur, 2017). Gemlik zeytinlerinin pH değeri 5.40 olarak tespit edilmiştir. Diğer çalışmalarda zeytinin pH değerinin 5.03-5.29 arasında olduğunu belirlemişlerdir (Uylaşer ve ark, 2008; Yıldırım, 2009; Erdoğan, 2014; Yıldız, 2014; Irmak, 2015). Elde ettiğimiz pH değeri önceki çalışmalara göre daha yüksektir. Ancak Leventdurur (2017)'un Çukurova Bölgesinden temin ettiği Gemlik çeşidi zeytinler için bildirdiği pH değerleri (5.06-5.58) ile uyumluluk göstermektedir.

Zeytinlerin %tuz miktarı 0.40 olarak belirlenmiştir. Bu değer Özay ve ark (1994) (0.005), Akpınar (1994) (0.264) ve Yıldız (2014) (0.20-0.32)'dan yüksek bulunurken; Uylaşer ve Şahin (2004) (0.47)'in bulduklarından düşüktür. Öztürk-Güngör (2010) ise taze zeytinde tuz tespit edememiştir.

Genellikle sofralık zeytinler yağlık zeytinlerden daha yüksek su ve daha düşük yağ bileşimi göstermektedir (Özdemir, 2011). Hammaddenin kuru madde miktarı %35.58 olarak tespit edilmiştir. Diğer araştırmacıların bulduğu kuru madde sonuçları ise 29.59- 64.99 arasında değişmektedir (Uylaşer ve Şahin, 2004; Kumral, 2005; Tuna, 2006; Yıldırım, 2009; Öztürk-Güngör, 2010; Erdoğan, 2014; Yıldız, 2014; Leventdurur, 2017)

Gemlik çeşidi zeytinlerin indirgen şeker miktarı %2.77 olarak hesaplanmıştır. Yapılan diğer araştırmalarda Gemlik çeşidinin indirgen şeker miktarı 1.12-4.62 arasında belirlenmiştir (Akpınar, 1994; Özay ve Borçaklı, 1996; Uylaşer ve Şahin, 2004; Kumral, 2005; Tuna, 2006; Öztürk-Güngör, 2010; Yıldız, 2014; Irmak, 2015). Fermantasyonun başarılı bir şekilde ilerlemesi ve asitliğin yükselmesi için, %2'den düşük şeker içeriğine sahip zeytinlerden sofralık zeytin üretiminde salamuraya şeker ilavesi yapılması önerilmektedir (Özdemir, 2011).

Ham zeytinlerin oleuropein miktarlarını belirlemek için spektrofotometrede 345 nm'de ölçüm yapılmış ve sonuç 0.71 olarak bulunmuştur. Bu değeri; Akpınar

(1994) 0.12, Kumral (2005) 0.40, Irmak (2015) 1.73 ve Öztürk-Güngör (2010) 0.73-1.17 arasında bulmuşlardır. Ölçümler arasındaki farkın olgunluk düzeyinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Taze zeytinlerin %yağ miktarları 24.66 olarak tespit edilmiştir. Taze zeytinlerin yağ oranını diğer araştırmacılar 21.34-36.59 aralığında tespit etmişlerdir (Özay ve ark, 1994; Uylaşer ve Şahin, 2004; Öztürk-Güngör, 2010; Yıldız, 2014; Irmak, 2015). Zeytindeki yağ miktarının yetiştirme koşulları ve hasat zamanına bağlı olarak değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir (Yıldırım, 2009; Öztürk-Güngör, 2010).

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi ekstrakte edilen yağın majör ve minör yağ asitleri kompozisyonları belirlenmiştir. Zeytinyağında baskın yağ asidi olarak oleik ait bulunmuş ve yağ asitleri arasındaki oranı %66.14 olmuştur. Oleik asidi %18.34 ile palmitik asit, %9.80 ile linoleik asit, %2.79 ile stearik asit, %2.08 ile palmitoleik asit ve %0.64 ile linolenik asit takip etmiştir. Zeytinyağında bulunan minör yağ asitleri ise %0.10 ile araşidik asit, %0.08 ile heptadesenoik asit ve %0.03 ile margarik asittir. Yağ asitleri içerisindeki doymuş yağ asitlerinin oranı %21.26 iken tekli doymamış yağ asitlerinin oranı %68.30 ve çoklu doymamış yağ asitlerinin oranı %10.44 olarak bulunmuştur. Yağ asitlerinin büyük bir kısmı oleik asidin de içinde yer aldığı tekli doymamış yağ asitleri oluşturmuştur. Bozdoğan-Konuşkan (2008) zeytinyağının başlıca yağ asidi kompozisyonunu %60.5-79.1 oleik asit, %10.9-17.4 palmitik asit, %4.4-17.8 linoleik asit, % 2.4-4.2 stearik asit, %0.1-2.2 palmitoleik asit ve %0.2-0.8 linolenik asit olarak belirlemiştir. Bulunan sonuçlar, palmitik asit hariç, Bozdoğan-Konuşkan, (2008) ile uyumlu bulunmuştur. Irmak (2015) ise yağ asitleri dağılımını %73.16 oleik asit, %13.92 palmitik asit, %6.2 linoleik asit, %3.06 stearik asit ve % 0.65 linolenik asit olarak tespit etmiştir. Eker (2016) ise %66.89 oleik asit, %12.77 palmitik asit, %6.72 linoleik asit, 52.90 stearik asit, %1.05 palmitoleik asit, %0.54 linolenik asit, %0.51 araşidik asit ve %0.21 heptadesenoik olarak belirlemiştir. Özdemir (2011) oleik asidi %69.42, palmitik asidi %14.93, linoleik asidi %9.64, stearik asidi %2.15, palmitoleik asidi

%1.71, linoleik asidi %0.87, araşidik asidi %0.44, heptadesenoik asidi %0.23 ve margarik asidi %0.11 olarak bulmuştur. Yağ asidi kompozisyonlarındaki değişikliğin çeşit, lokasyon ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterdiği ifade edilmiştir (Bozdoğan-Konuşkan, 2008).

Ayrıca fermantasyon işleminden önce salamuranın da pH ve asitlik (%, laktik asit cinsinden) değerleri ölçülmüştür. Salamuranın pH değeri 7.20 olup asitliği %0.05 olarak tespit edilmiştir.

4.2. Fermantasyon İşlemi Öncesinde Salamuranın Mikrobiyolojik Özellikleri

Fermantasyon işlemi öncesinde Gemlik çeşidi zeytinler salamuraya konulduğu zaman laktik asit bakterilerinin ve mayalarının sayımları yapılmıştır. Bu sayım starter kültürler ilave edilmeden gerçekleştirilmiştir. LAB'nin sayımında, kok şeklinde LAB'nin gelişimini destekleyen M17 besi yeri ve çubuk şeklindeki LAB'nin gelişimini teşvik eden MRS besi yerleri kullanılmıştır. Maya-küf sayımında ise PDA besi yeri tercih edilmiştir. Zeytinlerde küf üremesi görülmemiş, tespit edilen koloniler maya olarak verilmiştir.

Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi tüm işlenmemiş örneklerde çubuk şeklindeki laktik asit bakterilerinin kok şeklindekilerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. MRS besi yerinde LAB 3.73-3.85 log kob/ml aralığında değişirken en yüksek değeri *L. pentosus* aşılanacak salamura en düşük değeri ise *L. plantarum* aşılanacak salamura göstermiştir. M17 besi yerindeki LAB ise 3.27-3.47 log kob/ml aralığında tespit edilmiştir. Maya sayısı ise 2.48-2.55 log kob/ml aralığında belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Fermantasyon öncesinde salamuranın mikrobiyal kompozisyonu

	A	B	C
LAB (MRS, log kob/ml)	3.77±0.02	3.73±0.04	3.85±0.03
LAB (M17, log kob/ml)	3.27±0.02	3.47±0.04	3.44±0.10
Maya (log kob/ml)	2.55±0.02	2.49±0.06	2.48±0.01

A: Kontrol salamurası, B: *L. plantarum* aşılanacak salamura C: *L. pentosus* aşılanacak salamura

Özay ve ark (1994), işlenmemiş zeytinlerin mikrobiyal florasının başlıca gram negatif bakteriler, koliform bakteriler ve mayalardan oluştuğunu belirtmişlerdir. LAB'ni ise 10 kob/g'dan küçük olarak bildirmişlerdir. Özay ve Borçaklı (1996) ise mayaların baskın mikroorganizma grubu olduğunu LAB'nin ise salamuraya koyma işlemi ile birlikte artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Irmak (2015), Gemlik çeşidi ham zeytinlerin MRS besi yerindeki LAB sayısını 3.59 log kob/g ve maya sayısını 3.12 log kob/g olarak belirlemiştir. Çalışmamızdaki çubuk laktik asit bakteri sayısı Irmak (2015)'dan fazla bulunurken maya sayısı daha düşük bulunmuştur. Erdoğan (2014) ise Gemlik çeşidinde farklı klorür tuzlarını kullanarak gerçekleştirdiği çalışmasında çubuk laktik asit bakterilerinin sayısını 3.33-3.78 log kob/ml, kok şeklindeki laktik asit bakterilerinin sayısını 2.61-4.78 log kob/ml olarak belirlemiştir. Bu farklılıkların meyvenin elde edildiği bölge farklılığından ve yetiştirme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3. Zeytin Meyvesinin Aroma Bileşimi

Taze zeytinde bulunan aroma maddeleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Aroma maddelerinin tanımlanmasında kütle spektroskopisinin kütüphanesi, aroma maddeleri standartları (Std) ve alıkonma indisi (LRI) değerlerinden faydalanılmıştır. Gemlik çeşidi zeytin meyvesinin aroma maddeleri bileşimine ait kromatogram Ek 1'de verilmiştir. Taze zeytin örneklerinde toplam miktarı 2681.29 µg/kg olan 46 farklı uçucu aroma bileşikleri tespit edilmiştir. Aroma bileşikleri; yüksek alkol (15 adet), uçucu asit (7 adet), fenol (6 adet), ester (4 adet), hidrokarbon (4 adet), keton (3 adet), lakton (1 adet), aldehit (1 adet), terpen (1 adet) ve diğer (4 adet) gruplarına dahildir. Aromanın %44.61'ini yüksek alkoller, %40.55'ini aldehitler ve ketonlar, %4.33'ünü hidrokarbonlar, %6.24'ünü terpenler, %1.20'sini fenoller, %1.04'ünü asitler, %0.81'ini esterler, %0.09'unu laktonlar ve %1.13'ünü diğerleri oluşturmaktadır.

Çizelge 4.4. Gemlik çeşidi zeytin meyvesinin aroma bileşimi (µg/kg)

LRI	Uçucu Asitler	
1570	2-Metil propanoik asit	3.34±0.02
1620	Bütanoik asit	1.60±0.09
711	2-Metil-2-propenoik asit	5.50±0.06
1873	Hekzanoik asit	12.66±0.13
1139	3,5,5 Trimetilhekzanoik asit	0.75±0.02
2071	Oktanoik asit	2.13±0.02
2241	Dekanoik asit	1.89±0.02
	Alkoller	
1177	3-Penten-2-ol	54.27±1.63
1217	3-Metil-1-bütanol	50.00±1.22
1370	1-Undekanol	61.16±0.26
1977	1-Dodekanol	12.84±0.24
1250	2-Hekzanol	34.61±0.18
1347	1-Hekzanol	14.04±0.36
1386	(Z)-3-Hekzen-1-ol	54.80±0.59
1484	2-Etilhekzanol	47.08±0.75
-	2-Metil-2,3-pentandiol	9.55±0.23
1513	2,3-Bütandiol	3.62±0.11
1603	1,2-Propandiol	2.25±0.14
1187	2-Bütoksietanol	798.43±12.78
1912	Benzil alkol	7.41±0.05
2004	Feniletil alkol	45.61±0.93
-	Etanol, 2,2-oksibis	0.60±0.01
	Aldehitler/Ketonlar	
1616	(E)-2-Dekanal	1.77±0.03
1277	3-Hidroksi-2-bütanon	3.51±0.00
1356	4-Nonanon	30.80±0.25
1309	4-Hidroksi-4-metil-2-pentanon	1051.09±39.89

LRI	Esterler	
-	2-Hidroksi-metil propanoat	3.76±0.10
793	2-Hidroksi-etil propanoat	4.56±0.11
-	3-Hidroksi-2,4,4-trimetilfenil 2-metil propanoat	10.24±0.20
-	Bis (2-metilpropil) benzen-1,2-dikarboksilat	3.23±0.12
	Hidrokarbonlar	
202	Dodekan	17.87±0.07
236	Tetradekan	49.87±1.29
2056	Eikosan	38.60±1.00
268	Hekzadekan	9.70±0.03
	Fenoller	
2110	p-Kresol	2.86±0.15
2003	4-Etilfenol	3.00±0.10
-	di-t-bütil-fenol	5.58±0.06
2999	Tyrosol	11.53±0.04
1856	Gaiakol	5.39±0.02
1956	Kreosol	3.71±0.05
	Laktonlar	
1760	Δ-Nonalakton	2.49±0.02
	Terpenler	
1755	(E,E)-α-Farnesen	167.22±0.01
	Diğerleri	
-	(2,6-Dimetil-fenil)-Hidrazin	1.00±0.03
1582	Dimetil sülfoksit	18.92±0.91
1711	N-Metil Benzenamin	2.15±0.13
1837	(E)-Anetol	8.30±0.20

Zeytin meyvelerinde en fazla bileşeni ve miktarı içeren aroma grubu alkoller olmuştur. En fazla miktarda bulunan yüksek alkol bileşeni 798.43 µg/kg ile 2-bütoksietanoldür. Tespit edilen diğer önemli alkol bileşikleri ise; 1-undekanol, (Z)-3-hekzen-1-ol, 3-penten-2-ol, 3-metil-1-bütanol, 2-etilhekzanol ve feniletil alkol'dür. 3-Metil-1-bütanol hoş olmayan (Ridolfi ve ark, 2002), 1-hekzanol meyveli, aromatik, yumuşak (Ridolfi ve ark, 2002; Sabatini ve ark, 2008), (Z)-3-hekzen-1-ol yeşil (Ridolfi ve ark, 2002; Sabatini ve ark, 2008; Bleve ve ark, 2014), muz (Ridolfi ve ark, 2002; Sabatini ve ark, 2008) kokuları vermektedir. Alkoller, meyve olgunlaşması sırasında enzimatik reaksiyonlardan da ileri gelebilmektedir, ayrıca (Z)-3-hekzen-1-ol gibi yüksek alkoller çoklu doymamış yağ asitlerinin lipoksigenaz döngüsüyle ortaya çıkmaktadır (Cortes-Delgado ve ark, 2016). Ridolfi ve ark (2002), yaptıkları çalışmada 3-metil-1-bütanol bileşiğini FS17 ve Kalamata

çeşidi zeytin meyvelerinde belirlerken, 1-hekzanol bileşiğinin zeytin meyvelerinde bulunamadığını sadece zeytinyağında tespit edildiğini ifade etmişlerdir.

İşlenmemiş siyah zeytinde 6 farklı fenol bileşiği tespit edilmiş olup, bu bileşiklerin toplam miktarı 32.07 µg/kg'dır. Bu bileşiklerden tyrosol en fazla miktara sahip olan fenoldür. 5.39 µg/kg düzeyinde bulunan gaiakol ise fenolik, yanık kokusu vermektedir (Ayseli, 2015). Zeytin meyvesinde belirlenen 4 farklı esterin toplam miktarı 21.79 µg/kg olup bunun büyük bir kısmını 3-hidroksi-2,4,4-trimetilfenil 2-metil propanoat oluşturmaktadır. Bunun dışında 2-hidroksi-metil propanoat, 2-hidroksi-etil propanoat ve bis (2-metilpropil) benzen-1,2-dikarboksilat da tespit edilmiştir.

Taze zeytin örneklerinde 7 adet uçucu asit belirlenmiş ve uçucu asitlerin toplam miktarı 27.87 µg/kg olarak hesaplanmıştır. Asitlerin içerisinde en fazla miktara palmitik asit ve hekzanoik asit sahip olmuştur. Zeytin meyvesinde bulunan oktanoik asit yağlı (Dabbou ve ark, 2012), bütanoik asit tereyağsı, ransit, ve hekzanoik asit tatlımsı, keskin kokular vermektedir (Kara, 2011).

Örneklerde belirlenen 4 hidrokarbonun toplam miktarı 116.04 µg/kg'dır. Tetradekan ve eikosan en fazla tespit edilen hidrokarbonlar olurken düşük miktarlarda dodekan ve hekzadekan bulunmuştur. Dabbou ve ark (2012), dodekanın istenmeyen koku oluşturduğunu bildirmişlerdir. Eikosanın ise mumsu kokuya sahip olduğu bilinmektedir (Bayraktar, 2008). Ham zeytinlerde 3 adet keton belirlenmiştir. Zeytinin en büyük miktarda olan aroma bileşeni 1051.09 µg/kg ile 4-hidroksi-4-metil-2-pentanon (diaseton alkol) 'dur. Kg'da 4-nonanon 30.80 µg ve 3-hidroksi-2-bütanon 3.51 µg bulunmuştur. Bulunan tek aldehit bileşiği (E)-2-dekanal'in miktarı ise 1.77 µg/kg olmuştur. Acı, balık ve yağlı koku vermektedir (Dabbou ve ark, 2012; Bleve ve ark, 2014).

Lakton grubundan belirlenen bileşik Δ-nonalakton olup miktarları 2.49 µg/kg'dır. (E,E)-α-farnesen ise belirlenen tek terpen bileşiğidir ve miktarı 167.22 µg/kg'dır. Dabbou ve ark (2012) bu bileşiğin az pişmiş sebze kokusunda olduğunu belirtmişlerdir. Iraqı ve ark (2005), terpen bileşiklerinin sadece zeytin meyvesinden

ileri geldiğini belirtmişlerdir. Zeytin meyvesinde belirlenen diğer aroma bileşenleri ise en fazla bulunan sıra ile dimetil sülfoksit, (E)-anetol, N-metil benzenamin ve (2,6-dimetil-fenil)-hidrazin'dir. Bu bileşiklerin toplam miktarı 30.37 µg/kg olarak belirlenmiştir.

Malheiro ve ark (2015), Cobrançosa, Madural ve Verdeal çeşidi zeytinlerin aroma bileşiklerini belirlemişler ve zeytinlerde 7 kimyasal sınıftan (alkoller, aldehitler, aromatik hidrokarbonlar, esterler, ketonlar, seskiterpenler ve terpenler) 34 uçucu tanımlamışlardır. Aromaya ana katkı veren maddelerin çoğunlukla alkoller ((Z)-3-hekzen-1-ol), aldehitler (hekzanal) ve esterler ((Z)-3-hekzen-1-ol asetat) olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda da zeytin meyvesinin ana uçucu bileşeninin alkol grubu olduğu tespit edilmiştir.

4.4. Fermantasyon Sırasında Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerindeki Değişim

Fermantasyon süresince (8. hafta ve 16. hafta) ve fermantasyon sonunda (26. hafta) zeytinlerin kilogramda tane sayısı, et/çekirdek oranı ve renk (L*, a*, b*, Hue, ΔC ve ΔE değerleri) ile ilgili fiziksel özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Hasatta 295 olan kilogramdaki tane sayısı fermantasyon sonunda kontrol örneklerinde 300, *L. plantarum* aşılamalı örneklerde 297.5 ve *L. pentosus* aşılamalı örneklerde 295 olarak bulunmuştur. Aşılamalı zeytinlerin kg'daki tane sayısı kontrol denemelerine kıyasla daha düşük olmuştur. Kilogramdaki tane sayısı değişimi istatistiksel olarak önemsizdir. Örneklerin genelinde kg'daki tane sayısında artış bulunmuştur. Susamcı (2017), bu artışı salamuradan meyveye geçen tuz miktarı ile meyveden salamuraya geçen suda eriyen maddelerin birbirini tam olarak karşılamamasına dayandırmaktadır.

Aponte ve ark (2010), işlemeyle birlikte meyve ağırlığının azaldığını ve buna bağlı olarak kg'daki tane sayısının arttığını belirtmiştir. Ayrıca sulanmayan topraklardan elde edilen zeytinlerdeki ağırlık kaybının daha fazla olduğunu

bildirilmiştir (Aponte ve ark, 2012). Özdemir (2011), starter kültür ilaveli melez yeşil ve siyah zeytinlerin kg'daki tane sayısını ortalama 174.63, Uylaşer ve Şahin (2004) ise Gemlik tipi salamura siyah zeytinlerin kg'daki tane sayısını 324-350 olarak bildirmişlerdir. Yine salamura Gemlik çeşidi zeytinlerin kg'daki tane sayısını Erdoğan (2014), 245 olarak tespit etmiştir. Çalışmadaki zeytinlerin ağırlıklarının Özdemir (2011)'in ve Erdoğan (2014)'ın denemelerinden daha hafif ancak Uylaşer ve Şahin (2004)'in denemesindeki zeytinlerden daha ağır olduğunu söylemek mümkündür.

Ham zeytinde 5.67 olan et/çekirdek oranı fermantasyon boyunca azalış göstererek kontrol örneğinde 5.06'ya, *L. plantarum* aşılamalı örnekte 5.27'ye ve *L. pentosus* aşılamalı örnekte 5.15'e gelmiştir. Tüm örneklerde haftalara göre bir azalış tespit edilmiştir. En fazla düşüş kontrol örneklerinde görülürken, en az düşüş *L. plantarum* aşılamalı örneklerde olmuştur. Bu düşüş istatistiksel olarak hem ürün hem de hafta bazında önemli ($p<0.001$) bulunmuştur.

Özdemir (2011), melez yeşil ve siyah çeşitlerden starter kültür ilavesiyle üretilen zeytinlerin et çekirdek oranını 5.09 olarak belirlemiştir. Erdoğan (2014) ise %10 NaCl ile işlediği Gemlik çeşidi zeytinlerin et/çekirdek oranını 6.01 olarak bildirmiştir. Balatsouras ve ark (1983), işlemeden önce 6.34 olan et/çekirdek oranının işlemeyle 6.5'e yükseldiğini belirtmişlerdir. Savaş (2006) ise işlenmiş zeytinlerin et/çekirdek oranını 4.02-5.22 arasında tespit etmiştir. Farklılıkların çeşit ve periyodisiteden ileri geldiğini belirtmiştir.

Ham tanede 28.20 olarak belirlenen L* değeri fermantasyon ile artış göstermiş ve son üründe 37.96-38.88 aralığına ulaşmıştır. L* değerinin düşük olması rengin koyuluğunu göstermektedir (Artes ve ark, 2002). L* değerinin yükselmesi rengin açıldığını göstermiştir. Bu da suda çözünür renk maddelerinin salamuraya geçişine bağlanmıştır. L* değerinin ürün ve haftalara göre değişimi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Fermantasyon sırasında spontan ve starter kültür ilaveli zeytinlerin fiziksel özellikleri

	Spontan		*L. plantarum* aşılamalı		*L. pentosus* aşılamalı		F	F	F
	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	ürün	hafta	ürxha
Kg'daki Tane Sayısı	295.00±5.77	300.00±0.00	300.00±0.00	295.00±5.77	300.00±0.00	297.50±5.00	295.00±5.77	295.00±5.77	295.00±5.77	öd	öd	öd
Et/Çekirdek Oranı	5.35±0.05^{b}	5.19±0.07^{cd}	5.06±0.05^{e}	5.49±0.07^{a}	5.37±0.06^{b}	5.27±0.05^{bc}	5.48±0.09^{a}	5.33±0.06^{b}	5.15±0.03^{d}	***	***	öd
L* Değeri	39.11±1.27	38.92±1.57	37.96±0.84	39.64±0.83	39.53±1.75	38.88±1.24	38.79±1.57	38.71±1.31	38.81±0.24	öd	öd	öd
a* Değeri	10.02±1.04	11.08±2.19	8.87±0.58	9.61±1.13	8.80±1.00	8.58±0.67	9.59±1.38	9.25±0.67	8.74±0.57	öd	öd	öd
b* Değeri	3.74±0.49	3.34±1.40	3.73±0.38	4.46±1.45	3.77±0.79	4.19±0.38	3.71±0.65	3.18±0.58	3.05±0.64	öd	öd	öd
Hue Değeri	20.43±0.70^{abc}	16.24±3.86^{c}	22.91±2.93^{ab}	24.26±5.92^{ab}	23.29±5.40^{ab}	26.03±1.06^{a}	21.25±3.19^{abc}	18.91±2.63^{bc}	19.15±3.23^{bc}	*	öd	öd
ΔC Değeri	10.69±1.14	11.60±2.49	9.63±0.48	10.63±1.64	9.60±0.89	9.55±0.75	10.30±1.40	9.79±0.77	9.27±0.68	öd	öd	öd
ΔE Değeri	11.38±0.97	11.43±2.33	10.06±1.09	12.02±0.79	11.65±1.69	11.07±1.09	10.99±1.63	10.74±1.55	10.76±0.56	öd	öd	öd

*p<0.05 düzeyinde önemli. **p<0.01 düzeyinde önemli. ***p<0.001 düzeyinde önemli. Öd: önemli değil (p>0.05). Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Romero ve ark (2004), tarafından Hojiblanca çeşidi zeytinler ile yapılan bir çalışmada işleme sonrasında zeytinlerin L* değerinin arttığı bildirilmiştir. Çalışmadaki tüm denemelerde de L* değeri işlemeyle artış göstermiştir. Irmak (2015), L* değerini %2 tuz ile işlemede 24.62 ve %4 tuz ile işlemede 24.30 olarak belirlemiştir. Öztürk-Güngör (2010) ise işlenmiş Gemlik çeşidi zeytinlerin L* değerlerinin 27.05 ile 29.40 arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir. Erdoğan (2014), %10 NaCl ile işlediği Gemlik çeşidi siyah zeytinlerde L* değerini 29.38 olarak belirlerken, Erbay ve ark (2010), kontrol denemesinde bu değeri 51.07 olarak bulmuştur.

Lanza ve ark (2013), Yunan stili işlenmiş siyah zeytinlerin L* değerini 8.84 ile 31.26 arasında olduğunu bildirmiştir. Chranioti ve ark (2018)'nın yeşil zeytin ile yaptığı bir çalışmada ise işleme ile L* değeri azalmış ve 47.5-54.5 aralığına ulaşmıştır. Sherahi ve ark (2018), 80°C'de 10 dk ısıtılarak işlenen kontrol denemelerinde L* değeri 26.14 olarak tespit edilirken *L. plantarum* inoküle edilmiş denemelerde 21.33 olarak belirlenmiştir. Ramirez ve ark (2017a)'nın gerçekleştirdiği çalışmada ısıl işlem görmeyen ve aşılanmayan denemelerde L* değeri 47.9, ısıl işlem gören ve aşılanmayan denemelerde 54.5 ve aşılanan denemelerde 54.5-56.1 arasında bulunmuştur. Cosmai ve ark (2018), L* değerini spontan fermantasyonda 40.25 olarak belirlerken aşılanmış fermantasyonlarda 40.13-42.23 arasında tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da aşılanmış zeytinlerin L* değeri kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Sonuçlar Cosmai ve ark (2018) ve Ramirez ve ark (2017a) ile uyumluluk göstermektedir.

Taze zeytinde 8.12 olan a* değeri ve fermantasyon sonunda kontrol örneğinde 8.87, *L. plantarum* aşılamalı örnekte 8.85 ve *L. pentosus* aşılamalı örnekte 8.74 değerine ulaşmıştır. a* değerinin + yönde artması kırmızılığın, - yönde artması ise yeşil rengin artması anlamına gelmektedir (Artes ve ark, 2002). Sonuçlar kırmızılığın arttığını göstermiştir. Denemeler arasında a* değeri açısından istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. Romero ve ark (2004) tarafından Hojiblanca çeşidi zeytinler ile yapılan bir çalışmada işleme sonrasında zeytinlerin

a* değerinin arttığı bildirilmiştir. Bu çalışmadaki kontrol ve aşılamalı denemelerde de a* değeri işleme ile artış göstermiştir. Fermente %2 tuzda a değeri 9.56, %4 tuzda 8.43 olarak tespit edilmiş ve işleme ile artmıştır (Irmak, 2015).

Öztürk-Güngör (2010) ise işlenmiş Gemlik zeytinlerinin a* değerini 2.38 ile 2.55 arasında olduğunu bildirmiştir. Erbay ve ark (2010), zeytinlerde renklendirme yaptıkları çalışmanın kontrol numunesinde a* değerini -0.69 olarak belirlemişlerdir. Erdoğan (2014), bu değeri %10 NaCl ile işlenmiş Gemlik çeşidi zeytinlerde 7.98 olarak bulmuştur. Lanza ve ark (2013), Yunan tarzı işlenmiş siyah zeytinlerde a* değerinin 16.33-21.43 arasında olduğunu belirtmiştir. Cosmai ve ark (2018) ise bu değeri kontrol denemesinde 7.52, aşılamalı denemelerde 7.13-7.85 arasında tespit etmişlerdir. Ramirez ve ark (2017a)'nın gerçekleştirdiği çalışmada ısıl işlem görmeyen ve aşılanmayan denemelerde a* değeri 7.3, ısıl işlem gören ve aşılanmayan denemelerde 1.9 ve aşılanan denemelerde 1.7-1.9 arasında bulunmuştur. Sherahi ve ark (2018), 80°C'de 10 dk ısıtılarak işlenen kontrol denemelerinde a* değeri -0.41 olarak tespit edilirken *L. plantarum* inoküle edilmiş denemelerde -0.78 olarak belirlenmiştir. Belirlenen a* değerleri genel olarak araştırmacıların bulduklarından yüksektir. Cosmai ve ark (2018), aşılama ile a* değerinde artış tespit ederken Sherahi ve ark (2018), düşüş tespit etmiştir. Bu çalışmada a* değerleri arasında büyük fark olmamasına rağmen aşılamalı denemelerde daha düşüktür.

Ham örneklerde 1.48 olarak tespit edilen b* değeri ise en düşük 3.05 ile *L. pentosus* aşılamalı denemede en yüksek ise 4.19 ile L. *plantarum* aşılamalı örnekte tespit edilmiştir. b* değerinin + yönde artması örneklerin sarılığının, - yönde artması ise maviliğin artması anlamına gelmektedir (Artes ve ark, 2002). Örneklerin + yönde artış göstermesi sarılığın artması anlamına gelmiştir. Bulunan farklar istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Lanza ve ark (2013), Yunan stiliyle işlenmiş siyah zeytinlerin b* değerlerinin 6.93-13.54 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu değeri; Erdoğan (2014) 1.97, Erbay ve ark (2010) 31.07, Irmak (2015) %2 NaCl ile işlemede 4.95 %4 ile işlemede 4.16 ve Öztürk-Güngör (2010),

-0.11 ile -1.35 arasında belirlemişlerdir. Cosmai ve ark (2018), spontan fermantasyonda b* değerini 20.15 olarak belirlerken inokülasyon yapılmış denemelerde 18.96 ile 22.04 arasında tespit etmişlerdir. Sherahi ve ark (2018), ısıl işlem görmüş zeytinlerin kontrol numunelerinde b* değerini 3.18, aşılanmış numunelerde ise 3.16 olarak belirlemişlerdir. Ramirez ve ark (2017a), ısıl işlem görmeyen ve aşılanmayan denemelerde b* değerini 29.8, ısıl işlem gören ve aşılanmayan denemelerde 39.6 ve aşılanan denemelerde 38.9.7-39.7 arasında bulunmuşlardır. Yıldız (2014), b* değerlerindeki değişimlerin uygulama farklılıklarından kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Renk değişikliklerini belirlemede L*, a*, b* değerlerinin tek başlarına değerlendirilmesi yeterli değildir. Bu nedenle ölçülen L*, a* ve b* değerlerinden Hue, ΔC ve taze zeytinlere göre ΔE değerleri hesaplanmıştır. Hue değeri rengin tonunu, ΔC değeri doygunluğu ve ΔE toplam renk farkını ifade eder. Hue değerinin 0° olması kırmızı, 90° olması sarı, 180° olması yeşil ve 270° olması mavi rengi ifade etmektedir (Veberic ve ark, 2010). Taze zeytinde 10.35 olan Hue değeri 8. haftadan sonra 16. haftada düşüş göstermiş 26. haftada kontrol denemesinde 22.91, *L. plantarum* aşılamalı denemede 26.03 ve *L. pentosus* aşılamalı denemede 19.15'e çıkmıştır. Tüm denemelerde fermantasyon sonunda kırmızılık azalmış ve sarılık artış göstermiştir. Denemeler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Erdoğan (2014), Gemlik çeşidi zeytinlerle %10 NaCl ile gerçekleştirdiği çalışmada Hue değerini 13.88 olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki kontrol numunesinin Hue değeri 22.91 olup Erdoğan (2014)'a göre daha sarı bulunmuştur. Chranioti ve ark (2018), fermantasyon sonunda Hue değerini 22.5-31.3 aralığında bulunmuştur. Lanza ve ark (2013) ise fermantasyon sonu Hue değerini 19.59-24.61 aralığında bildirmişlerdir**.** Bu değerler çalışmamızla uyumlu bulunmuştur.

Taze zeytinlerde 8.26 olan ΔC değeri fermantasyon sonunda kontrol denemesinde 9.63, *L. plantarum* aşılamalı denemede 9.55 ve *L. pentosus* aşılamalı denemede 9.27 olarak bulunmuştur. ΔC değerinin artması rengin açılması anlamına

gelmektedir ve tüm denemelerde istatistiksel açıdan önemsiz olsa da renkte açılma görülmüştür. En fazla renk açılması kontrol denemesinde tespit edilirken en az renk açılması *L. pentosus* aşılamalı denemede bulunmuştur.

Örneklerin toplam renk farkının belirlenmesi taze zeytinler referans alınarak yapılmıştır. En yüksek değer 11.07 ile *L. plantarum* aşılamalı denemede en düşük değer ise 10.06 ile *L. pentosus* aşılamalı denemede bulunmuştur. ΔE değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Fermantasyon süresince salamuradan ve zeytinden örnekler alınarak kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Fermantasyon aşamaları ve fermantasyon sonu salamura, zeytin ve zeytinden elde edilen yağın kimyasal özellikleri Çizelge 4.6'da belirtilmiştir.

Fermantasyon başlangıcında 7.20 olarak belirlenen salamura pH'sı tüm denemelerde haftalar ilerledikçe düşüş göstermiştir. En büyük düşüş 8. haftaya kadar gerçekleşmiş olup diğer haftalardaki düşüş sınırlı olmuştur. Fermantasyon sonunda en düşük pH değeri 4.37 ile *L. pentosus* aşılamalı denemede bulunurken en yüksek pH değeri ise 4.60 ile kontrol denemesinde bulunmuştur. *L. plantarum* aşılamalı deneme ise işleme sonunda pH 4.39'a ulaşmıştır.

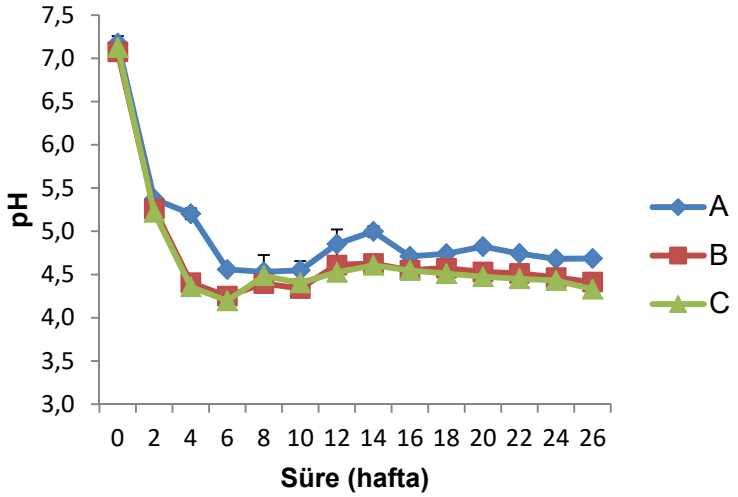
Gemlik çeşidi zeytinlerin salamuralarının fermantasyonla ulaştıkları pH değerini Yıldız (2014) 5.17, Öztürk-Güngör (2010) 4.35 olarak belirlemiştir. Erdoğan (2014)'nın farklı klorür tuzları ile yaptığı çalışmada, tüm fermantasyonlarda ilk 3 günde hızlı olmakla birlikte 40. güne kadar pH'da yavaş bir düşme tespit edilmiştir ve 120. güne kadar önemli bir değişme olmamıştır. Farklı zeytin çeşitlerinin salamura pH değerini Zeytin ve ark (2008) 5.80, Tassou ve ark (2002) 4.5'in üzerinde, Aponte ve ark (2012) sulanan örneklerde 4.18 ve sulanmayan zeytinlerde 4.07, Borçaklı ve ark (1993) Edincik çeşidi için 4.4 ve Gemlik çeşidi için 4.9, Cortes-Delgado ve ark (2016) 3 farklı zeytin çeşidi için 3.68-4.03 aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.6. Fermantasyon sırasında spontan ve starter kültür ilaveli zeytinlerin kimyasal özellikleri

	Spontan			*L. plantarum* aşılamalı			*L. pentosus* aşılamalı			F	F	F
	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	ürün	hafta	ürxha
pH (Salamura)	4.72±0.02^{a}	4.65±0.03^{b}	4.60±0.02^{c}	4.55±0.01^{d}	4.43±0.03^{e}	4.39±0.04^{f}	4.55±0.03^{d}	4.46±0.03^{e}	4.37±0.03^{f}	***	***	öd
Asitlik (Salamura, %)	0.29±0.00^{f}	0.32±0.01^{e}	0.35±0.01^{d}	0.35±0.01^{d}	0.40±0.01^{c}	0.42±0.01^{b}	0.35±0.01^{d}	0.41±0.01^{bc}	0.45±0.01^{a}	***	***	***
pH (Zeytin)	4.73±0.06^{a}	4.52±0.02^{b}	4.42±0.02^{c}	4.49±0.05^{b}	4.36±0.02^{d}	4.26±0.03^{ef}	4.54±0.02^{b}	4.31±0.05^{e}	4.24±0.03^{f}	***	***	*
Asitlik (Zeytin, %)	0.31±0.00^{g}	0.32±0.00^{f}	0.35±0.01^{e}	0.37±0.01^{d}	0.38±0.00^{c}	0.40±0.01^{b}	0.38±0.00^{c}	0.40±0.00^{b}	0.43±0.01^{a}	***	***	*
Tuz (%)	4.26±0.10^{d}	5.24±0.19^{abc}	5.41±0.03^{a}	3.95±0.08^{e}	5.14±0.08^{bc}	5.31±0.07^{ab}	3.89±0.23^{e}	5.10±0.06^{c}	5.31±0.10^{ab}	*	***	öd
KM (%)	36.30±0.81^{e}	37.77±0.58^{cd}	39.83±0.31^{b}	36.53±0.99^{e}	38.18±1.04^{c}	41.28±0.39^{a}	36.88±0.45^{de}	38.66±0.85^{c}	41.98±0.28^{a}	**	***	öd
İnd şeker (%)	1.48±0.03^{a}	0.50±0.01^{d}	0.08±0.00^{g}	1.27±0.05^{b}	0.31±0.00^{e}	0.05±0.00^{h}	1.19±0.02^{c}	0.27±0.00^{f}	0.04±0.00^{h}	***	***	***
Oleuropein (Abs)	0.45±0.01^{a}	0.37±0.00^{c}	0.12±0.01^{e}	0.43±0.01^{b}	0.35±0.00^{d}	0.09±0.00^{f}	0.42±0.00^{b}	0.34±0.01^{d}	0.08±0.01^{g}	***	***	öd
Yağ (%)	25.79±0.38	27.34±1.20	28.68±0.40	26.16±1.13	27.38±0.32	28.73±0.11	26.81±0.48	27.29±0.27	28.41±0.26	öd	***	öd
Majör Yağ Asitleri (yağ asitleri içerisindeki %)												
Palmitik asit	16.87±0.20^{cd}	19.56±0.28^{a}	16.58±0.32^{d}	16.47±0.08^{de}	17.38±0.58^{b}	16.49±0.23^{de}	16.69±0.08^{cd}	17.14±0.30^{bc}	16.01±0.43^{e}	***	***	***
Palmitoleik asit	1.83±0.02	2.41±0.01	1.51±0.36	1.78±0.12	2.11±0.12	1.85±0.03	1.80±0.11	2.05±0.09	1.70±0.13	öd	***	öd
Stearik asit	2.76±0.03^{abc}	2.49±0.04^{d}	2.69±0.06^{c}	2.83±0.03^{ab}	2.72±0.16^{bc}	2.74±0.08^{abc}	2.82±0.04^{ab}	2.65±0.11^{c}	2.86±0.04^{a}	**	***	öd
Oleik asit	66.37±0.45^{f}	65.20±0.38^{g}	67.44±0.26^{bcd}	67.68±0.06^{b}	66.93±0.66^{de}	67.54±0.11^{bc}	66.78±0.07^{ef}	67.13±0.20^{cde}	68.54±0.35^{a}	***	***	***
Linoleik asit	9.79±0.17	9.31±0.48	9.39±0.32	9.69±0.09	9.22±0.08	9.25±0.11	9.90±0.03	9.15±0.52	9.06±0.06	öd	***	öd
Linolenik asit	0.62±0.01^{c}	0.67±0.07^{c}	0.74±0.01^{b}	0.63±0.04^{c}	0.85±0.01^{a}	0.80±0.05^{a}	0.64±0.03^{c}	0.82±0.03^{a}	0.80±0.02^{a}	***	***	***
Minör Yağ Asitleri (yağ asitleri içerisindeki %)												
Margarik asit	0.01±0.01	0.05±0.03	0.05±0.04	0.02±0.02	0.10±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.10±0.05	0.03±0.02	öd	***	öd
Heptadesenoik asit	0.17±0.03	0.19±0.06	0.11±0.11	0.19±0.03	0.22±0.04	0.20±0.01	0.19±0.03	0.20±0.06	0.20±0.02	öd	öd	öd
Araşidik asit	0.18±0.04	0.13±0.02	0.18±0.04	0.19±0.02	0.21±0.04	0.25±0.10	0.16±0.07	0.20±0.03	0.11±0.04	öd	öd	öd
SFA	19.82±0.18^{cd}	22.23±0.29^{a}	19.49±0.42^{de}	19.52±0.05^{d}	20.41±0.53^{b}	19.48±0.28^{de}	19.68±0.03^{cd}	20.08±0.20^{bc}	19.01±0.44^{e}	***	***	***
MUFA	68.37±0.44^{e}	67.80±0.43^{f}	69.06±0.40^{cd}	69.64±0.11^{b}	69.25±0.52^{bcd}	69.58±0.10^{bc}	68.77±0.03^{de}	69.37±0.22^{bc}	70.43±0.48^{a}	***	***	**
PUFA	10.42±0.17	9.97±0.46	10.13±0.32	10.32±0.12	10.07±0.08	10.05±0.15	10.53±0.02	9.97±0.55	9.86±0.08	öd	***	öd

*p<0.05 düzeyinde önemli. **p<0.01 düzeyinde önemli. ***p<0.001 düzeyinde önemli. Öd: önemli değil (p>0.05). Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Aşılamalı denemelerdeki pH düşüşü spontan fermantasyona göre daha fazla olmuştur. Haftalara göre salamuralardaki pH değişimi Şekil 4.1'de belirtilmiştir. pH değerindeki düşüş, fermantasyon işlemiyle glikoz, früktoz ve sükrozun organik asitlere dönüşmesine bağlanmaktadır. Ayrıca, bazı asit fenollerinin difüzyonu ve diğer fenolik bileşiklerin asitlere ayrışması da pH düşüşüne katkıda bulunmaktadır (Kiai ve Hafidi, 2014).



Şekil 4.1. Fermantasyon sırasında salamuralarda pH değişimi
A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme

Amelio ve DeMuro (2000), siyah Taggiasca çeşidini işlediği farklı yöntemlerde pH aralığını 4.5-5 olarak bulmuşlardır. Bu pH düşüşü, pH ayarlaması yapılan denemelerde önemli düzeyde olmamıştır. Aponte ve ark (2010), siyah Sicilya çeşidi salamura pH değerini 0. gün 5.22-5.52, 60. gün 4.92-5.27 ve 120. gün 4.14-4.35 aralığında bildirmişlerdir. Lanza ve ark (2013) Yunan tarzı işlenmiş siyah zeytinlerin salamura pH değerini 3.4-4.3, Montano ve ark (2010) İspanyol tipi işlenmiş zeytinlerin salamura pH değerini 3.65-4.40, Kiai ve Hafidi (2014) çeşitli Fas zeytin salamuralarının pH değerini 4.4-4.6 aralığında belirlemişlerdir.

Tuna (2006), salamura pH değerini starter ilaveli fermantasyonda 4.57, enzim+starter ilaveli fermantasyonda 4.55 ve çabuk yöntemle fermantasyonda 5.28 olarak belirlemiştir. Benincasa ve ark (2015), 4 farklı çeşitte gerçekleştirdiği çalışmada kontrol örneklerinin pH değerini 4.97, *L. plantarum* aşılamalı örneklerin değerini ise 4.96 olarak tespit etmişlerdir. Chranioti ve ark (2018) Conservolea yeşil zeytinlerin spontan fermantasyonunda salamura pH değerini 4.7, *L. pentosus* ile aşılanmış fermantasyonunda 4.6 ve *L. plantarum* ile aşılanmış fermantasyonda 4.3 olarak belirlemişlerdir. Grounta ve ark (2016), Yunan tarzıyla işlediği starter ilaveli denemelerin nihai salamura pH'sını 3.9-4 aralığında bildirmişlerdir. Pistarino ve ark (2013) farklı sıcaklık ve starter kültürler ile gerçekleştirdikleri çalışmada en düşük pH değerini, 37^0C fermantasyon sıcaklığında *L. plantarum* ve *S. cerevisiae* ilave edilen denemede 4 olarak belirlemişlerdir.

Panagou ve Tassou (2006), *L. plantarum* ve *L. pentosus* ile aşılama yaptığı denemelerde pH düşüşünü ilk günlerde daha hızlı olduğunu bulmuşlardır. Ticari *L. pentosus* suşu daha önceki çalışmalardan izole edilen *L. plantarum* suşundan daha iyi performans göstermiştir. Sanchez ve ark (2000), pH'daki azalmanın salamurada zeytin etine göre, fermantasyon tipine bakılmaksızın kontrollü fermantasyonda spontan fermantasyona göre daha hızlı gerçekleştiğini bildirmişlerdir. pH değerini kontrol denemesinde 5.04, aşılamalı denemede ise 4.49 olarak belirlemişlerdir. Panagou ve ark (2003), farklı koşullarda gerçekleştirdikleri çalışmalarında en hızlı pH düşüşünü glikoz ve *L. pentosus* ilave edilmiş denemelerde tespit etmişlerdir. Bunu sırasıyla sadece *L. pentosus* ilave edilmiş deneme ve spontan deneme takip etmiştir. Perricone ve ark (2010), farklı koşullarda gerçekleştirdikleri çalışmalarda en iyi sonucun pH 4.3 ile %8 NaCl ile işlenmiş, *L. plantarum* ile aşılanmış ve glikoz ekli deneme olduğunu belirtmişlerdir. Kontrol pH değeri ise 5'de kalmıştır. Ramirez ve ark (2017a), yaptıkları çalışmada salamura pH değerini ısıl işlem uygulanmayan ve aşılanmayan denemelerde 4.4, ısıl işlem uygulanan ve aşılanmayan denemelerde 3.3 ve aşılanan denemelerde 3.4-3.5 aralığında tespit etmişlerdir. Ruiz-Barba ve Jimenez-Diaz (2012)'ın çalışmasında iki *L. pentosus*

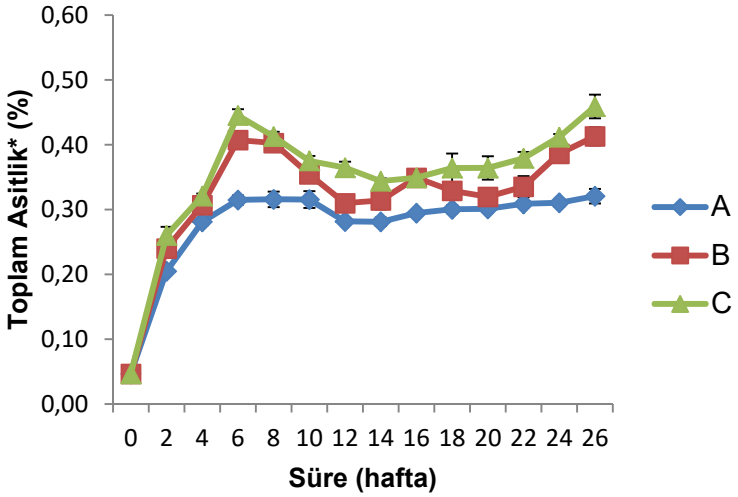
suşundan karışık başlangıç kültürü ile aşılama hızlı bir pH düşüşünü sağlamış ve nihai pH değeri 4'e ulaşmıştır. Martorana ve ark (2017), yaptıkları 5 farklı denemenin de salamura pH değerinin çok farklı olmadığını ancak kontrol denemelerinin aşılamalara göre daha yavaş pH düşüşü gösterdiği bildirmişlerdir. Kumral ve ark (2009), salamura pH değerini kontrol örneklerinde 4.78, aşılamalı örneklerde ise 3.94-4.88 aralığında belirlemişlerdir.

Genel olarak araştırmacılar pH düşüşünün ilk günler daha keskin olduğunu ve ilerleyen aşamalarda yavaşladığını belirtmişlerdir (Tassou ve ark, 2002; Peres ve ark, 2008; Aponte ve ark, 2012; Pistarino ve ark, 2013; Argyri ve ark, 2014; Erdoğan, 2014; Chranioti ve ark, 2018;). pH ve asit üretimindeki farklılıkların zeytinin çeşidi, olgunluk derecesi, başlangıçtaki şeker konsantrasyonu ve içerdiği mikroorganizma çeşidi gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Öztürk-Güngör, 2010). Argyri ve ark (2014), salamuraların zeytinlere göre daha düşük pH değeri gösterdiğini belirtmiştir. Yaptığımız çalışmada da bu sonuca varılmıştır.

Fermantasyonun başlangıcında pH değerinin 5'in altına hızla düşmesi potansiyel bozulma mikroorganizmalarının (Enterobacteriaceae) hayatta kalma süresini kısaltmak için büyük önem taşımaktadır (Peres ve ark, 2008; Argyri ve ark, 2014; Randazzo ve ark, 2014; Chranioti ve ark, 2018). Starter kültür kullanımı başlangıçtaki hızlı pH düşüşünü ve iyi bir fermantasyonun sağlanmasını desteklemektedir (Peres ve ark, 2008; De Bellis ve ark, 2010; Rodriguez-Gomez ve ark, 2013). De Castro ve ark (2002), aşılama ile salamuranın daha hızlı asitlendiğini, karbonhidrat tüketiminin arttığını ve pH değerinin daha çabuk düştüğünü belirtmişlerdir. Bir günlük gecikmeyle yapılan aşılamanın en iyi sonuç verdiğini de bildirmişlerdir. Sanchez ve ark (2001), 3. ve 5. gün yapılan aşılamaların ani bir pH düşüşünü sağladığı ve kontrol denemesiyle arasında belirgin bir fark yarattığını tespit etmişlerdir. Duran ve ark (1994) ise aşılama zamanı olarak 1. ve 5. günleri önermiştir.

Başlangıç salamurasındaki asitlik değeri %0.05 iken fermantasyon boyunca tüm denemelerin salamura asitlik değeri haftalara göre artış göstermiştir. Kontrol

denemesinin asitlik değeri %0.35'e çıkarken, *L. plantarum* aşılamalı denemenin asitliği %0.42'ye *L. pentosus* aşılamalı denemenin asitliği ise %0.45'e ulaşmıştır. Denemeler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Salamuraların asitlik değişimi ise Şekil 4.2'de belirtildiği gibi değişim göstermiştir.



Şekil 4.2. Fermantasyon sırasında salamuralarda toplam asitlikteki değişim
A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme *:Laktik asit cinsinden.

Gemlik çeşidiyle yapılan çalışmalardaki salamura asitliğini laktik asit cinsinden; Öztürk-Güngör (2010) %0.69, Erdoğan (2014) %0.29-0.58, Yıldız (2014) %0.19-0.24, Irmak (2015) %0.78-0.83, Özay ve Borçaklı (1996) %0.39-0.59 aralığında tespit etmişlerdir. Tassou ve ark (2002), farklı sıcaklık ve tuz oranlarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında ortam sıcaklığında fermantasyona bırakılan zeytin salamuralarının pH'sının 4.5'in altına düşmediğini ve salamura asitliğinin de %0.39 olduğunu bildirmişlerdir. Aponte ve ark (2010), %8 NaCl ile işledikleri ve laktik asitle asitlendirdikleri salamuranın asitliğini 0. gün %0.74-1.06, 60. gün %0.95-1.20 ve 120. gün %1.09-1.68 aralığında belirlemişlerdir. Borçaklı ve ark (1993), nihai salamura asitliğini Edincik çeşidinde %0.41 ve Gemlik çeşidinde %0.35 olarak tespit etmişlerdir. Cortes-Delgado ve ark (2016), %11.4

NaCl ile işlediği yeşil zeytin salamurasında %asitlik değerini 0.71-1.3 aralığında bildirmişlerdir. Nihai salamura asitliğini Lanza ve ark (2013) Yunan tarzı işlenmiş zeytinlerde %0.5-1.5, Montano ve ark (2010) ise İspanyol tipi zeytinlerde %0.35-1.41 aralığında tespit etmişlerdir.

Kumral (2005), farklı tuz konsantrasyonları ve farklı starter kültürler ile gerçekleştirdiği 3 senelik çalışmada starter kültür kullanımının asit üretimini arttırdığını saptamıştır. Tüm suşların bir arada kullanıldığı denemeler en yüksek asitlik değerine ulaşmıştır. Tuna (2006)'nın çalışmasında Gemlik zeytinlerinin salamura asitliği starter ilaveli fermantasyonda %0.34, enzim+starter ilaveli fermantasyonda %0.34, çabuk yöntemde ise %0.11 değerine ulaşmıştır. Argyri ve ark (2014) *L. plantarum* ve *L. pentosus* ile aşılanan ve ısıl işlem uygulanmış zeytinlerin salamura asitliğini %0.36-0.45 aralığında tespit etmişlerdir. Aşılanan denemelerde asitlenme kontrole göre daha hızlı gerçekleşmiştir. Chranioti ve ark (2018), kontrol denemesine kıyasla aşılanan denemelerin daha yüksek asitlik değeri verdiğini bildirmişlerdir. *L. pentosus* ile yapılan çalışmada %0.56 ve *L. plantarum* ile yapılan çalışmada %0.55 değerine ulaşılmıştır. Grounta ve ark (2016), Conservolea siyah zeytinlerin işlenmesinde *L. pentosus* ve *P. membranifaciens*'i kullanmışlar ve nihai salamura asitliğini %0.48 olarak belirlemişlerdir. De Angelis ve ark (2015), gerçekleştirdikleri 4 farklı fermantasyonda en yüksek laktik ve asetik asit konsantrasyonunu farklı 2 *L. plantarum* suşu+*L. pentosus*+*W. anomalus* aşılamasıyla elde etmişlerdir.

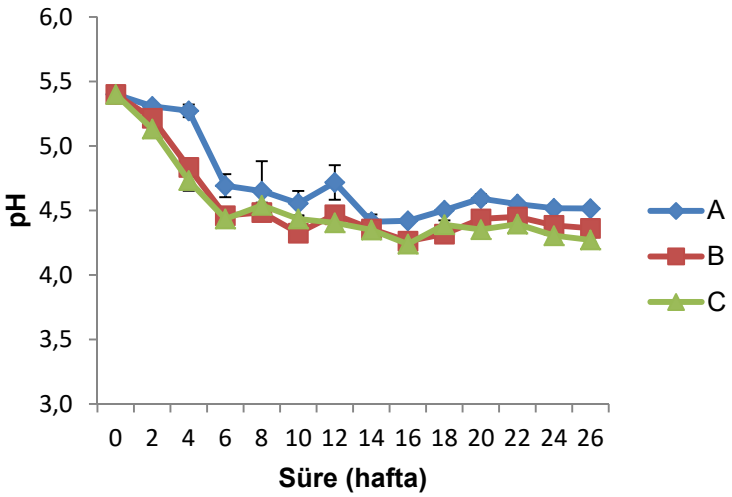
Peres ve ark (2008), aşılama yapılan denemelerin 12 günlük fermantasyon sonunda %0.61 salamura asitliğine çıkarken kontrol denemelerinin 32 gün sonra %0.6 değerine ulaştığını belirtmişlerdir. Ramirez ve ark (2017a), salamura asitliğini ısıtılmayan ve aşılanmayan örneklerde %0.4, ısıtılan ve aşılanmayan örneklerde %1.6 ve aşılanan örneklerde %1.5 olarak tespit etmişlerdir. Kumral ve ark (2009), bu değeri kontrol numunesinde %0.42 ve aşılamalı denemelerde %0.51-0.98 aralığında belirlemişlerdir.

De Castro ve ark (2002), tarafından Manzanillo yeşil zeytinler, *E. casseliflavus* ve *L. pentosus* kültürleri ile aşılanmıştır. İlk 3 hafta aşılı örnek salamurası 2 kat daha fazla asitlik gösterirken 21 gün sonra bu farklılık ortadan kalkmıştır. Sanchez ve ark (2000)'nın Manzanillo çeşidinde gerçekleştirdikleri çalışmada salamura asitlik değeri kontrol örneklerinde %0.27 iken *L. pentosus* ile aşılanan örneklerde %0.44 olarak bulunmuştur. Panagou ve Tassou (2006), aşılamanın salamuranın titre edilebilir asitlik artışında iyi bir performans gösterdiğini kontrol denemesinin %0.47, *L. plantarum* ile aşılanmış denemenin %0.52 ve *L. pentosus* ile aşılanmış denemenin %0.59 asitlik değerinde olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda bulunan asitlik değeri Panagou ve Tassou (2006)'dan düşük olsa da en iyi sonucu *L. pentosus* ilaveli deneme göstermiştir. Tüm çalışmalar starter kültür ilavesinin salamura asitliğini hızla yükselttiğini ve nihai asitliğin daha yüksek sonuçlandığını belirtmektedir.

İşlenmemiş zeytinlerin pH değeri 5.40 iken fermantasyon boyunca düşmeye devam etmiş ve 4.24-4.42 aralığına kadar gelmiştir. 16. haftadan sonra bir miktar düşüş olsa da büyük bir değişim gözlemlenmemiştir. En büyük pH düşüşü *L. pentosus* aşılamalı örnek gösterirken *L. plantarum* aşılamalı örnekte benzer sonuç vermiştir. Fermantasyon boyunca zeytinin pH değerindeki değişimi Şekil 4.3' de verilmiştir. Sofralık Zeytin Tebliği"nde (Tebliğ No:2014/33) ısıl işlem görmeyen doğal salamura siyah zeytinlerde pH oranının en fazla 5 olması gerektiği bildirilmektedir. Bulunan sonuçlar tebliğde verilen değerleri karşılamaktadır. Marsilio ve ark (2005), zeytin pH değerindeki azalmanın LAB'nin metabolik ürünü olan laktik asit oluşumundan kaynaklandığını, bununla birlikte süksinik, sitrik, malik ve asetik gibi asitlerin de genel pH'ya katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Gemlik çeşidi zeytinlerin pH değerini Erdoğan (2014) 4.56, Irmak (2015) %2 NaCl ile işlemede 4.07 ve %4 NaCl ile işlemede 4.21 olarak tespit etmişlerdir. Farklı çeşit ve farklı işleme koşullarıyla yaptıkları çalışmalarda zeytin pH'sını Erbay ve ark (2010) Memecik çeşidinde 4.35, Irmak ve ark (2010) doğal fermente Uslu çeşidinde 4.81 ve çevirme Gemlik çeşidinde 5.82, Özay ve ark (1994) Edincik

çeşidinde 4.4 ve Gemlik çeşidinde 4.9, Asehraou ve ark (1992) Fas çeşitlerinde 4.90-6.33, Çon ve Karasu (2009) piyasadan temin edilen 16 zeytinde 2.81-4.84, Bleve ve ark (2014) Kalamata çeşidinde 4.2-4.3 aralığında belirlemişlerdir.



Şekil 4.3. Fermantasyon sırasında zeytinin pH değişimi
A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme

Blana ve ark (2014), zeytinlerin nihai pH değerinin 4.2-4.7 arasında değiştiğini ve en iyi sonuçların *L. pentosus*'un tek başına ve *L. plantarum* ile birlikte yapılan aşılamasından alındığını belirtmişlerdir. Chorianopoulos ve ark (2005), *L. plantarum* inokülasyonu yapılan Conservolea çeşidi zeytinlerin pH değerini karbon kaynağı olmadan 4.6 ve şeker ilaveli olarak 4-4.2 aralığında tespit etmişlerdir. Argyri ve ark (2014), inoküle edilmiş örneklerde 4 gün içinde, kontrol örneklerinde 6-7 gün içinde zeytin pH değerinin 5.6-6.5 aralığına geldiğini belirtmişlerdir. Salamuralar zeytinlere göre daha hızlı bir düşüş göstermiştir. Nihai pH değerleri ise tüm örneklerde 4.3-4.5 arasında değişmiştir. Sanchez ve ark (2000), İspanyol tipi işlenmiş Manzanillo çeşidinin pH değerini kontrol için 5.37, *L. pentosus* aşılamalı deneme için 4.60 olarak belirlemişlerdir. Cosmai ve ark

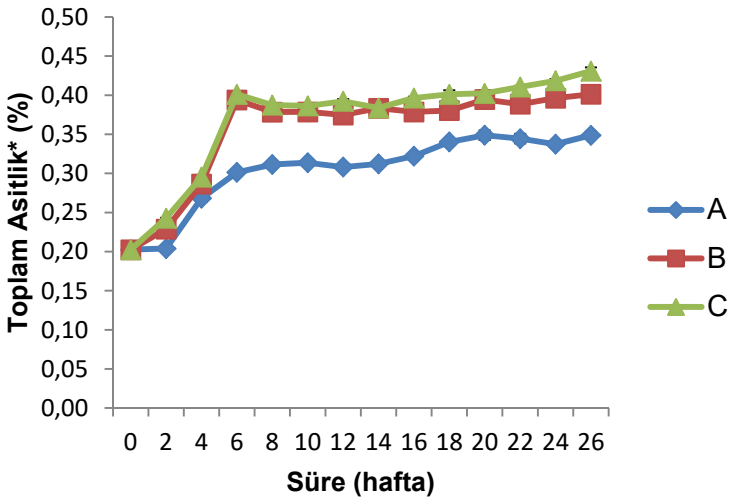
(2018), zeytinlerin nihai pH değerini spontan fermantasyonda 4.58, *L. plantarum* ile aşılamalı fermantasyonda 4.39, *L. plantarum* ve *W. anomalus* ile aşılamalı fermantasyonda 4.38, 2 farklı *L. plantarum* suşu, *W. anomalus* ve *L. pentosus* ile aşılamalı fermantasyonda 4.40 olarak bildirmişlerdir. Tüm çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da starter kullanımı zeytin pH değerinin düşmesine katkıda bulunmuştur.

%0.20 olan taze zeytinlerin toplam asitlik değeri fermantasyon süresince artış göstermiştir. Tüm denemelerde 8. haftadan sonra artış ilk haftalara kıyasla çok daha az olmuştur. Fermantasyon sonunda kontrol örneğinde asitlik miktarı %0.35, *L. plantarum* aşılamalı örnekte %0.40 ve *L. pentosus* aşılamalı örnekte ise %0.43 olarak tespit edilmiştir. Fermantasyon süresinde zeytinin toplam asitlik miktarındaki değişim Şekil 4.4'de belirtilmiştir. Salamuralardaki pH düşüşü ve asitlik artışı zeytin meyvesine göre daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. Aşılama yapılan denemelerde hem salamurada hem de zeytinde pH düşüşü ve asitlik miktarının artışı daha etkin bir şekilde gerçekleşmiştir. Bu sonuç Başer ve Kılıç (1987)'ın çalışmasıyla da desteklemektedir. İlave edilen starter kültürler fermantasyonun başarılı bir şekilde yürütülmesine katkı sağlamıştır. *L. pentosus*, *L. plantarum*'a göre denemelerde daha iyi performans göstermiştir.

Gemlik çeşidi zeytinlerin asitlik değerini Yıldız (2014) %0.18, Erdoğan (2014) %0.62 olarak tespit etmişlerdir. Farklı çeşit ve yöntemlerle yapılan çalışmalarda zeytinlerin asitlik değerini Erbay ve ark (2010) Memecik çeşidi için %0.11, Irmak ve ark (2010) doğal salamura Uslu çeşidi için %1.05 ve çevirme Gemlik çeşidi için %0.36, Özay ve ark (1994) Edincik çeşidi için %0.41 ve Gemlik çeşidi için %0.35, Marsilio ve ark (2005) Yunan ve İspanyol tipi işlediği zeytinler için %2.5-3.5 aralığında bildirmişlerdir.

Savaş (2006)'ın çalışmasında zeytinlerde elde edilen en yüksek titrasyon asitliği 2002 yılında %0.46 ve 2003 yılında %0.72'dir ve kültür aşılama ile çizme yöntemi uygulanan örneklerden elde edilmiştir. Demir (2009)'in çalışmasındaki zeytinlerin titrasyon asitliği %0.4-0.58 aralığında değişmiş ve en düşük asitliği %6

NaCl ile işlenmiş örnekler, en yüksek asitliği ise %4.5 NaCl ile işlenmiş 4. gün starter kültür ilave edilmiş örnekler göstermiştir. Sanchez ve ark (2000), İspanyol tipi işledikleri Manzanillo çeşidinde asitlik değerini kontrol denemesi için %0.16 ve *L. pentosus* aşılamalı deneme için %0.35 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızın sonucu da araştırmacılarla uyumluluk göstermiş ve aşılamalı denemeler daha yüksek zeytin asitliği göstermiştir.



Şekil 4.4. Fermantasyon sırasında zeytinin toplam asitlikteki değişim
A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme, *:Laktik asit cinsinden

Zeytin meyvelerindeki tuz miktarı %0.40 olarak tespit edilmiştir. Salamuranın %tuz miktarı 10'a ayarlanmış ve osmoz nedeniyle görülen düşmelerde %10 seviyesine yeniden tamamlanmıştır. Fermantasyon süresince tanelerdeki tuz miktarı artış göstermiş ve kontrol denemesinde %5.41'e ulaşırken, aşılamalı denemelerde %5.31 değerine ulaşmıştır. Sofralık Zeytin Tebliği"nde (Tebliğ No:2014/33) ısıl işlem görmeyen doğal salamura siyah zeytinlerde tuz oranının en fazla %8 olması gerektiği bildirilmiştir. Bulunan sonuçlar bu değeri karşılamaktadır.

İşlenmiş Gemlik çeşidi zeytinlerin %tuz miktarlarını Kadakal (2009) %7-7.7 aralığında, Özay ve Borçaklı (1996) %14 NaCl ile işledikleri örneklerde %5.20, %6 NaCl ile işledikleri örneklerde ise %3.27-3.58 aralığında, Uylaşer ve Şahin (2004) %7 NaCl ile işledikleri zeytinlerde %2.5, Öztürk-Güngör (2010) %5.37-7.22 aralığında, Başer ve Kılıç (1987) %5 NaCl ile işlenen zeytinlerde %2.16, %10 NaCl ile işlenenlerde %4.89, Erdoğan (2014) %10 NaCl işlemede %3.19, Borçaklı ve ark (1993) %14 NaCl ile işlenen numunelerde %6.9 olarak tespit etmişlerdir. Erbay ve ark (2010) doğal salamura Memecik zeytinlerinin %tuz miktarını 5.36, Irmak ve ark (2010) doğal fermente Uslu çeşidini %11.18 ve Gemlik çevirme zeytinini %5.42, Özay ve ark (1994) Edincik çeşidini %7.4 ve Gemlik çeşidini %6.9, Montano ve ark (2003) 4-9.9 aralığında, Yıldız (2014) salamura yöntemiyle işlemede 1.55 ve çabuk yöntemle işlemede 1.47, Lanza ve ark (2013) Yunan tarzıyla işlenmiş zeytinlerde 5.8-6.7 aralığında, Cortes-Delgado ve ark (2016) %11.4 NaCl ile işlediği zeytinlerde 5.6-6.3 aralığında, Amelio ve DeMuro (2000) Taggiasca çeşidi siyah zeytinlerde 7.6-9.26 aralığında, Argyri ve ark (2014) %8 NaCl ile işlenen zeytinlerde 6.1-6.3 aralığında ve %10 NaCl ile işlenen zeytinlerde 6.9-7.1 aralığında tespit etmişlerdir.

Bulunan değerler zeytinleri işlemede kullanılan salamuranın tuz konsantrasyonuna, fermantasyon boyunca tuz ilave edilip edilmediğine ve işleme yöntemine göre değişiklik göstermiştir. Özdemir (2011), starter kültür ilavesiyle üretilen melez yeşil ve siyah zeytinlerin tuz içeriğini %2.69 olarak belirlemiştir. Demir (2009), aşılama yapılan denemelerde daha düşük tuz miktarı tespit ettiğini belirtmiştir. Kumral ve ark (2009), %7 NaCl ile işlediği zeytinlerin kontrol denemelerinde sonucu %2.48, inoküle edilmiş denemelerinde ise %2.32-2.38 aralığında belirlemiştir. Araştırmacıların sonuçlarıyla çalışmamız benzerlik göstermiş ve aşılamalı denemeler daha düşük tuz konsantrasyonuna ulaşmıştır.

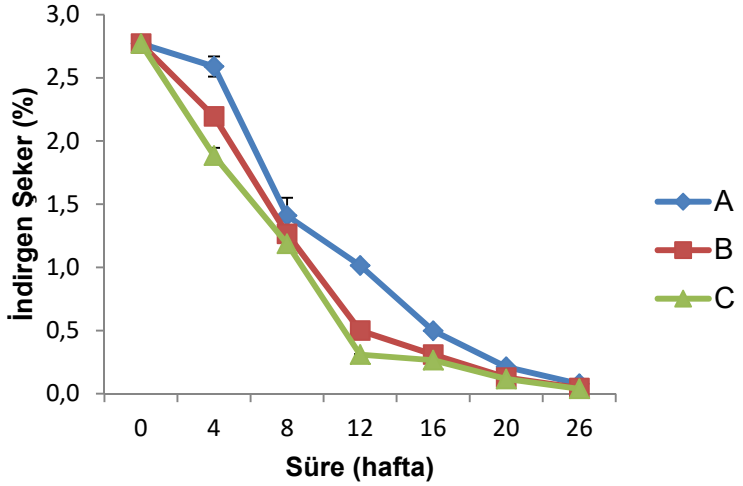
Meyvelerin %35.58 olan kuru madde miktarı haftalara göre artış göstermiş ve fermantasyon sonunda kontrol denemesinde %39.83, *L. plantarum* aşılamalı denemede %41.28 ve *L. pentosus* aşılamalı denemede %41.98 değerine kadar

ulaşmıştır. İşlenmiş Gemlik çeşidi zeytinlerin kuru madde miktarını Öztürk-Güngör (2010) %35.92-64.54 aralığında, Özay ve Borçaklı (1996) %49.21-50.42 aralığında, Kadakal (2009) %41.8-59.3 aralığında, Erdoğan (2014) %43.9, Borçaklı ve ark (1993) %53.7, Yıldız (2014) % 59.39-62.83 aralığında ve Uylaşer ve Şahin (2004) %55.14 olarak belirlemişlerdir. Bulunan sonuçlar genel olarak araştırmacıların sonuçlarından düşüktür. Bu farkın sulama gibi yetiştiricilik farklılıklarından ileri geldiği düşünülmektedir.

Erbay ve ark (2010) doğal salamura Memecik zeytinlerinin %kuru madde miktarını 17.46, Savaş (2006) farklı işleme metotlarıyla elde ettiği Domat zeytinlerinkini 27.87-35.65 aralığında, Yurdunuseven (2013) farklı çeşit zeytinlerde bu oranı 30.87-41.42 aralığında, Romero ve ark (2004) Kalamata zeytinlerinde 40.1 ve Thassos zeytinlerinde 41.8, Montano ve ark (2010) İspanyol tipi zeytinlerde %19.4-39 aralığında tespit etmişlerdir. Melez yeşil ve siyah çeşitlerinden *L. plantarum* ilavesiyle üretilen zeytinlerin kuru madde oranını Özdemir (2011) %36.85 olarak belirlemiştir. Kumral (2005) *L. brevis*, *Leu. cremoris*, *Leu. paramesenteroides* suşlarıyla tek tek veya karışık yaptığı aşılamalarda kuru madde değerini ilk sene kontrolde %49.54, aşılamalılarda %47.80-49.68 aralığında, ikinci sene ise kontrollerde %47.99, aşılamalılarda %46.99-49.68 aralığında bildirmiştir.

İndirgen şeker miktarı ham maddede %2.77 olarak tespit edilmiş ve fermantasyon süresince azalmıştır. Fermantasyon sonunda kontrol denemesi %0.08 indirgen şekere sahipken aşılamalı denemelerde bu oranlar %0.05 (*L. plantarum* aşılamalı) ve %0.04 (*L. pentosus* aşılamalı) olmuştur. Denemelerin fermantasyon boyunca indirgen şeker miktarında gösterdikleri değişim Şekil 4.5'de gösterilmiştir. Çalışmamızda indirgen şeker miktarının tüm örneklerde düzenli bir şekilde azalması, fermantasyonların başarılı bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. Zeytinlerin salamuraya konulmasıyla şekerler yavaş yavaş salamuraya geçiş yapmakta ve mikroorganizmalar tarafından kullanılarak aside dönüştürülmektedir (Borçaklı ve ark, 1993; Özay ve ark, 1994; Tuna, 2006).

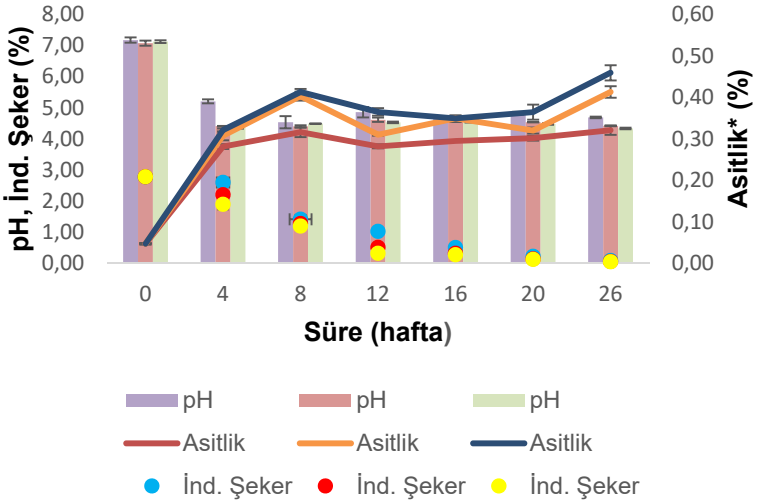
İşlenmiş zeytinlerdeki şeker miktarı ise zeytin çeşidine ve işleme koşullarına göre değişiklik göstermektedir.



Şekil 4.5. Fermantasyon sırasında zeytinin toplam indirgen şeker değerindeki değişim
A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme

Yapılan çalışmalarda Gemlik çeşidinin fermantasyon sonunda %indirgen şeker miktarını Kadakal (2009) 2.5-4.2 aralığında, Öztürk-Güngör (2010) 0.03-0.56 aralığında, Özay ve Borçaklı (1996) 0.05-0.1 aralığında, Irmak (2015) %2 NaCl ile işlemede 0.54 ve %4 NaCl ile işlemede 0.53, Yıldız (2014) 1.68-2 aralığında tespit etmişlerdir. Bulunan sonuçlar Öztürk-Güngör (2010) ve Özay ve Borçaklı (1996) ile uyumludur. Farklı çeşit ve yöntemlerle yapılan çalışmalarda ise %indirgen şeker miktarını, Irmak ve ark (2010) doğal fermente Uslu çeşidinde 0.36 ve Gemlik çevirme zeytininde 0.68, Özay ve ark (1994) doğal salamura Edincik çeşidinde 0.98 ve Gemlik çeşidinde 0.65, Marsilio ve ark (2005) yeşil zeytinlerde 0.4 ve siyah zeytinlerde 0.7, Montano ve ark (2010) İspanyol tipi zeytinlerde 0.1 olarak belirlemişlerdir. Marsilio ve ark (2005)'nın gerçekleştirdiği bir çalışmada 5 ay sonunda şeker içeriği Yunan tarzı işlemede %73-81 aralığında İspanyol tipi

işlemede ise %49 azalma göstermiştir. Şekil 4.6'da salamura pH, salamura asitlik ve zeytinlerin indirgen şekerlerinin değişimi karşılaştırmalı olarak belirtilmiştir.



Şekil 4.6. Fermantasyon sırasında salamura pH, salamura asitlik ve zeytinlerin indirgen şeker oranındaki değişim
A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme

Şekerlerdeki bozunma oranını; Issaoui ve ark (2011) Meski çeşidi için %35.83, Picholine çeşidi için %66.21 ve Manzanilla çeşidi için %39.38 ve Kiai ve Hafidi (2014) ise Fas çeşitleri için %71-79 olarak belirlemişlerdir. Leal-Sanchez ve ark (2003) ve Montano ve ark (2003) tarafından İspanyol yöntemiyle işlenmiş Manzanilla çeşitlerinde, Balatsouras ve ark (1983) tarafından işlenmiş Conservolea çeşitlerinde indirgen şeker tespit edilememiştir. Bleve ve ark (2014) ise 90-120 güne kadar salamurada şeker miktarının sürekli arttığını ancak daha sonra tamamen tükendiğini belirtmiştir. Cortes-Delgado ve ark (2016) 5 aylık fermantasyon sonunda glikoz, früktoz ve sükrozun tamamen metabolize edildiği ancak çok az miktarda mannitol bulunduğunu bildirmişlerdir.

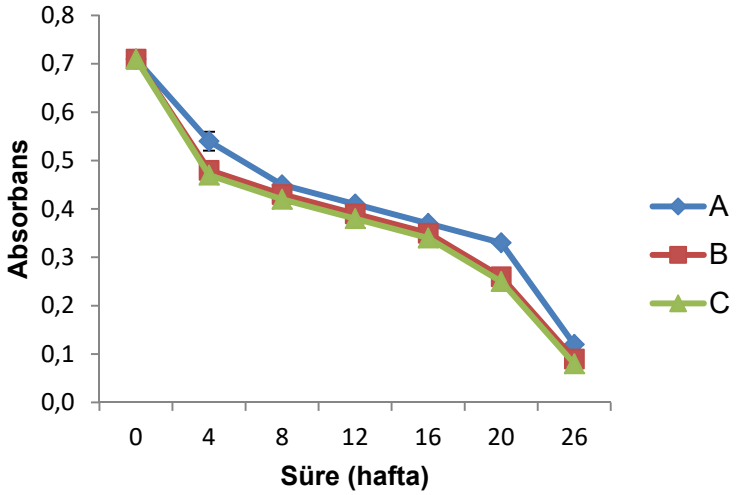
Kumral (2005), farklı tuz oranlarında ve farklı starter kültürlerle gerçekleştirdiği çalışmada indirgen şeker miktarını %1.01-1.33 aralığında tespit etmiştir. Aşılamalı denemeler daha düşük indirgen şeker oranına sahip olmuştur.

Bu durum yüksek asitlik ve dolayısıyla yüksek laktik asit bakterisi aktivitesine bağlanmıştır. Kumral ve ark (2009), kontrol denemesinde %0.78 ve *L. brevis*, *Leu. cremoris* ve *L. paramesenteroides* ile aşılı denemelerde %0.13-0.54 aralığında indirgen şeker belirlemişlerdir. De Castro ve ark (2002), Manzanillo yeşil zeytinlerdin aşılı denemelerinde 9. gün sonunda şeker tespit edemezlerken, 13. gün sonunda kontrol denemelerinde hala %50'den fazla şeker belirlemişlerdir.

Panagou ve Tassou (2006) *L. plantarum* aşılamalı denemelerde ilk haftada çok hızlı bir şeker tüketiminin görüldüğünü tespit etmişlerdir. Tuna (2006), zeytinleri 3 farklı yöntemle (starter ilaveli, enzim+starter ilaveli, çabuk yöntem) işlemiştir. Tümünde fermantasyonla şeker miktarı salamurada önce artmış daha sonra azalmıştır. Ancak enzim+starter ilaveli fermantasyon uygulanan yöntemler arasında salamuraya indirgen seker geçişinin en fazla olduğu yöntem olarak bildirilmiştir. Balatsouras ve ark (1983) Conservolea çeşidi yeşil zeytinlerin işlenmesinde starter kültür ve şeker ilavesinin laktik asit fermantasyonunu desteklediğini belirtmiştir. Ancak başlangıç salamurasının asitlendirilmesinin ve ısıl işlemin ise fermantasyona çok az etki ettiklerini bildirmiştir. Tüm starter ilaveli çalışmalarda da olduğu gibi yapılan bu çalışmada da aşılı denemelerde şeker tüketim hızı daha yüksek bulunmuştur.

Zeytin meyvelerinde acılığın bir göstergesi olarak oleuropeinin 345 nm'deki absorbansı ölçülmüştür. Ham zeytinlerin absorbansı 0.71 olarak belirlenirken tüm denemelerde fermantasyon ilerledikçe absorbans düşüş göstermiştir. Tüm süreçte kontrol denemesindeki oleuropein absorbansı aşılamalı denemelerden daha yüksek bulunmuştur. Fermantasyon sonunda kontrol denemesinin absorbansı 0.12 olarak belirlenirken, aşılamalı denemelerde 0.08 ve 0.09 olarak ölçülmüştür. *L. pentosus* suşunun β-glikozidaz enzimine sahip olması oleuropein hidrolizini hızlandırmıştır. Fermantasyon boyunca zeytinlerdeki oleuropeinin gösterdiği absorbans Şekil 4.7'de verilmiştir. Sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli ($p<0.001$) bulunmuştur. Gemlik çeşidinde fermantasyon sonunda oleuropeinin gösterdiği absorbansı, Öztürk-Güngör (2010)

0.467-0765 aralığında, Irmak (2015) %2 NaCl ile işlemede 0.60 ve %4 NaCl ile işlemede 0.58, Başer ve Kılıç (1987) 0.135-0.435 aralığında tespit etmişlerdir. Farklı çeşit ve farklı işleme çeşitleriyle yaptıkları çalışmalarda absorbans değerini Irmak ve ark (2010) doğal fermente Uslu çeşidinde 0.336 ve çevirme Gemlik zeytininde 0.486, Savaş (2006) Domat çeşidi için 0.026-0.420 aralığında belirlemişlerdir.



Şekil 4.7. Fermantasyon sırasında zeytinlerin oleuropein absorbansındaki değişim
A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme

Bu değeri, Tuna (2006) starter ilaveli fermantasyonda 0.018, enzim+starter ilaveli fermantasyonda 0.036 ve çabuk yöntemle fermantasyonda 0.011 olarak bulmuştur. Özdemir (2011) ise starter kültür ilave edilen Gemlik çeşidinde fermantasyon sonunda oleuropein tespit edememiştir. Marsilio ve ark (2008), alkali ile acılık giderme yapılmış siyah zeytinde oleuropein ve rutin bulunmadığını, hidroksitirozol içeriğinin ise 10300 mg/kg olduğunu, Marsilio ve ark (2005) ise acılık giderme yapılan örnekte oleuropeinin tespit edilmediğini acılık giderme yapılmayan örneklerde oleuropeinin iz miktarda bulunduğunu belirlemişlerdir. De Angelis ve ark (2015)'da 75 günün sonunda kontrol ve aşılamalı yeşil zeytinlerde oleuropein tespit edememişlerdir. Kumral ve ark (2009) oleuropein absorbansını

kontrol örnekleri için 0.126 aşılı örnekler için 0.066-0.166 aralığında belirlemişlerdir. Bleve ve ark (2014)'nın gerçekleştirdiği bir çalışmada salamura örneklerinde hidroksitirozol içeriğinin sürekli arttığını oleuropein miktarının ise salamurada ilk olarak arttığı ve fermantasyon sonunda saptanamadığını bildirmişlerdir.

Ramirez ve ark (2017a)'nın gerçekleştirdiği bir çalışmada hafif ısıl işlem (60°C'de 10 dk) uygulanmıştır. Bu işlem β-glukosidaz aktivitesini etkisiz hale getirmiş ve 3 farklı *L. plantarum* suşu ile yapılan aşılamalarda dahi oleuropeinin en fazla %90'ı hidrolize edilebilmiştir. Panagou ve ark (2003), fenolik bileşiklerin 45. güne kadar salamurada arttığını ve sonra inoküle örneklerde daha fazla olmak üzere düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir. Kaltsa ve ark (2015), *L. plantarum* grubuna ait seçilmiş suşların oleuropein içeriğinde önemli bir düşüşe, hidroksitirozol ve tirozol konsantrasyonunda önemli bir artışa katkıda bulunduğunu belirlemişlerdir. Benincasa ve ark (2015), diğer araştırmacılarının aksine oleuropein miktarını inoküle örneklerde daha fazla tespit etmişlerdir. Kumral (2005) %5, 7 ve15 NaCl ile işlediği kontrol ve aşılamalı denemelerde oleuropein absorbansını 0.043-0.081 aralığında tespit etmiştir. Genellikle aşılamalı fermantasyonlar daha düşük absorbans değeri göstermiştir. Çalışmamızda da aşılama yapılmış denemelerde oleuropein absorbansındaki azalış daha hızlı olmuş ve fermantasyon sonunda daha düşük değere ulaşmışlardır. Tüm çalışmalardaki farklılıkların zeytinlerin yetiştirme koşulları ve olgunluk indislerindeki değişiklikten kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Başlangıçta %24.66 olan yağ miktarı işleme ile haftalara göre artış göstermiş ve 28.41-28.73 aralığına ulaşmıştır. En yüksek yağ miktarı *L. plantarum* aşılamalı örneklerde bulunurken, en düşük yağ miktarı *L. pentosus* aşılamalı örnekte tespit edilmiştir. Kontrol örneğinin %yağ miktarı ise 28.68 olarak bulunmuştur. Haftalara göre %yağ miktarının artışının kuru madde miktarının artması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü yağ ve su miktarı ters orantılı olarak değişim göstermektedir. Öztürk-Güngör (2010), zeytinlerin işleme ile suda

çözünebilir bileşenlerin kayba uğradığını ancak yağ miktarının değişmediğini böylece işleme ile %yağ miktarının arttığını belirtmiştir. Elde edilen sonuçlara ürün bazında bakıldığında sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Gemlik çeşidi zeytinlerin fermantasyon sonunda %yağ miktarlarını Kadakal (2009) %5.3-14.8 aralığında, Yıldız (2014) %15.65-28.2 aralığında, Uylaşer ve Şahin (2004) %16.98 ve Öztürk-Güngör (2010) %21.34-36.59 aralığında tespit etmişlerdir. Bulunan değerler Öztürk-Güngör (2010) ile uyum göstermektedir. Özdemir (2011), starter kültür ilavesiyle üretilen melez zeytinlerin %yağ miktarını 16.12 olarak bildirmiştir. Romero ve ark (2004) İspanyol yöntemiyle işlenmiş yeşil zeytinlerin yağ içeriğini %15.3, Montano ve ark (2010) ise %9.1-28.2 aralığında vermişlerdir. Savaş (2006), Domat çeşidi zeytinlerin işlemeyle %yağ oranının azaldığını ancak starter kültür ile işlenen zeytinlerin %yağ miktarının arttığını belirtmiştir. Kumral (2005)'in 3 sene boyunca gerçekleştirdiği çalışmaya göre zeytinlerin kuru maddede %yağ miktarı kontrol ve aşılamalı örneklerde farklı değerler göstermemiştir. Bu çalışma bizim çalışmamızla uyumlu bulunmuş aşılamanın yağ miktarına etkisi belirlenememiştir.

Starter kültür ilavesinin yağ asidi kompozisyonuna, doymuş yağ oranına, tekli doymamış yağ asitlerinin oranına ve çoklu doymamış yağ asitlerinin oranına etkisini tespit edebilmek için fermantasyon süresince ve fermantasyon sonunda elde edilen zeytinlerden ekstrakte edilen yağların %yağ asitleri miktarları belirlenmiştir.

Taze zeytinin yağ asidi kompozisyonunun %66.14'lük bir kısmını oleik asit oluştururken bu oran fermantasyonla artış göstermiştir. İşlem sonunda kontrol denemesi %67.44, *L. plantarum* aşılamalı deneme %67.54 ve *L. pentosus* aşılamalı deneme %68.54 oleik asit bileşimi göstermiştir. Irmak (2015), Gemlik çeşidi zeytinlerin %oleik asit miktarını %2 NaCl ile işlemede 74.24 ve %4 NaCl ile işlemede 75.12 olarak belirlemiştir. Bulunan sonuçlar Irmak (2015)'ın çalışmasına göre düşüktür. Issaoui ve ark (2011), %oleik asit miktarını su ile işleme ile 63.31-66.89, yağ ile işleme ile 64.05-68.07, kontrol denemelerinde ise 58.96-67.30

aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Lanza ve ark (2013) işleme sonunda %oleik asit miktarını yeşil zeytinlerde 76.5, siyah zeytinlerde ise 80.7 olarak tespit etmişlerdir. Özdemir (2011) starter kültür ile işlediği melez Gemlik zeytinlerinin ortalama oleik asit miktarını %72.32 olarak belirlemiştir. Sherahi ve ark (2018), kontrol denemelerinin oleik asit miktarını 590 g/kg olarak belirlerken *L. plantarum* ilaveli denemelerin oleik asit miktarını 603 g/kg olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda da kültür eklemeli denemelerde oleik asit yüksek miktara olup sonuçlar uyumlu bulunmuştur.

Ham zeytinlerde %18.34 olarak belirlenen palmitik asit miktarı fermantasyonla birlikte ilk önce artış daha sonra düşüş göstermiştir. İşlem sonunda en büyük palmitik asit oranının %16.58 ile kontrol denemesi, en düşük oranı ise %16.01 ile *L. pentosus* aşılamalı deneme göstermiştir. Irmak (2015), Gemlik çeşidi zeytinlerin %palmitik asit oranını 12.84 (%2 NaCl) ve 12.3 (%4 NaCl) olarak bildirmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızda bulunanlardan daha düşüktür. Bunun zeytinlerin yetiştirilme yeri, koşulları veya işleme metodunun değişikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Issaoui ve ark (2011) palmitik asit oranını kontrol için 13.61-14.19 aralığında, su ile işleme için 13.19-14.35 aralığında ve yağ ile işleme için 13.01-14.2 aralığında bildirmişlerdir. Lanza ve ark (2013), palmitik asidi yeşil zeytinlerde %13.6 siyah zeytinlerde ise %10.1 olarak tespit etmişlerdir. Özdemir (2011), starter kültür ilavesiyle üretilen Gemlik melez zeytinlerin palmitik asit oranını %12.16 olarak bildirmiştir. Bu çalışmada da %palmitik asit aşılı denemelerde daha düşük bulunmuştur.

Taze zeytinlerde üçüncü majör yağ asidi olan linoleik asit (%9.80) fermantasyon sonunda %9.06-9.36 aralığına düşmüştür. Sonuçlar istatistikse açıdan ürün bazında önemsiz bulunmuştur. Irmak (2015), %2 NaCl ile işlenmiş Gemlik çeşidi zeytinlerde %linoleik asidi 6.9, %4 NaCl ile işlenmiş zeytinlerde ise 6.21 olarak bildirmiştir. Bu değerler çalışmamızda bulunan aralıktan daha düşüktür. Issaoui ve ark (2011) %linoleik asidi kontrol örneklerinde %11.51-21.65 aralığında, su ile işlenen örneklerde 11.49-17.52 aralığında ve yağ ile işlenmiş

örneklerde %11.78-15.92 aralığında belirlemişlerdir. Lanza ve ark (2013)'nın yaptığı bir çalışmaya göre işlenmiş yeşil zeytinlerin linoleik asit oranı %5.5 iken, siyah zeytinler de bu oran %5.2'dir. Özdemir (2011), starter kültür ilavesiyle üretilen melez Gemlik zeytinlerin linoleik asit oranını %6.90 olarak belirlemiştir. %Linoleik asit miktarını Sherahi ve ark (2018), kontrol örneklerinde 189.8 g/kg, inoküle edilmiş örneklerde ise 196.6 g/kg olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada kontrol ve aşılamalı denemeler arasında böyle bir fark tespit edilememiştir. Sherahi ve ark (2018), *L. plantarum* ve *L. acidophilus* suşlarının oleik, linoleik ve linoleik asit oksidasyonunu önleme kapasitesi olduğunu ve starter kullanımının zeytinyağının yağ asidi profili üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini belirtmiştir.

Stearik asit işlenmemiş zeytinde %2.79 oranında iken fermantasyon süresince önce azalış daha sonrada artış göstermiştir. Fermantasyon sonunda kontrol denemesi ham zeytinden daha düşük miktarda (%2.69) stearik asit içerirken, starter kültür ilaveli denemeler daha yüksek miktarlarda (%2.74 ve %2.86) bulunmuştur. Stearik asit oranını Irmak (2015), %2 NaCl ile işlemede %3.07 ve %4 NaCl ile işlemede 3.21 olarak bildirmiştir. Lanza ve ark (2013) yeşil zeytinlerin stearik asit oranını %1.8, siyah zeytinlerin ise %1.7 olarak belirlemiştir. Issaoui ve ark (2011) stearik asit oranını kontrol denemelerinde %2.02-3.37 aralığında, su ile işlenen denemelerde %1.95-3.86 aralığında ve yağ ile işlenen numunelerde 2.10-3.18 aralığında tespit etmişlerdir. Özdemir (2011), starter ilaveli melez Gemlik çeşidi zeytinlerin stearik asit oranını %2.73 olarak belirlemiştir. Sherahi ve ark (2018) stearik asit miktarını kontrol numunelerinde 23.9 g/kg, inoküle numunelerde ise 24.1 g/kg olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda da inoküle numuneler daha yüksek stearik asit oranı göstermiştir.

Taze zeytinlerin yağları %2.08 palmitoleik asit içerirken bu oran fermantasyon sırasında önce azalış sonra artış ve tekrar azalış göstermiştir. Fermantasyon sonunda en yüksek palmitoleik asit oranı %1.85 ile *L. plantarum* aşılamalı örnekte, en düşük ise kontrol denemesinde bulunmuştur. Palmitoleik asit oranını Issaoui ve ark (2011) kontrol denemesinde %0.85-1.44, su ile işlenen

denemelerde %0.75-1.36 ve yağ aile işlenen denemelerde %0.81-1.28 arasında bulmuşlardır. Lanza ve ark (2013), palmitoleik asit oranını yeşil zeytinlerde %1.4 ve siyah zeytinlerde %1.1 olarak bildirmiştir. Özdemir (2011), starter ilaveli melez Gemlik zeytinlerin palmitoleik asit oranını %1.18 olarak bulmuştur. Sherahi ve ark (2018), palmitoleik asit oranını kontrol denemelerinde 14.3 g/kg ve inoküle denemelerde 14.4 g/kg olarak belirlemişlerdir.

Fermantasyon işleminden önce yağlarda %0.64 oranında bulunan linolenik asit fermantasyon sırasında dalgalanmalar göstererek işlem sonunda %0.74-0.80 aralığına ulaşmıştır. Kontrol denemesi %0.74 linoleik asit bulundururken, aşılamalı denemelerde sonuç %0.80 olarak tespit edilmiştir. Bu fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Gemlik çeşidi zeytinlerin %2 NaCl ile işlenmesinde %0.67 ve %4 NaCl ile işlenmesinde %0.57 linolenik asit oranı belirlenmiştir (Irmak, 2015). Lanza ve ark (2013) linolenik asit oranını Oliva di Gaeta çeşidi siyah zeytinlerde %0.6 ve Oliva bianca di Itri çeşidi yeşil zeytinlerde %0.5 olarak belirlemiştir. Issaoui ve ark (2011), kontrolde %0.78-1.14, su ile işlemede %0.78-1.14 ve yağ ile işlemede %0.76-0.97 aralığında linolenik asit bildirmişlerdir. Özdemir (2011) ise starter ilaveli melez Gemlik zeytinlerde %1.4 linolenik asit belirlemiştir. Linolenik asit miktarını Sherahi ve ark (2018), kontrol denemelerinde 6.1 g/kg, inoküle denemelerde 6.8 g/kg olarak belirlemişlerdir. Bulunan sonuçlar çalışmamızla uyum göstermektedir.

Minör yağ asitlerinden ise ham zeytinde en fazla bulunan bileşen %0.10 ile araşidik asit olmuştur. Araşidik asit *L. plantarum* aşılamalı denemede %0.25, kontrol denemesinde %0.18 ve *L. pentosus* aşılamalı denemede %0.11 olarak tespit edilmiş ancak ürünler arasında bulunan farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Issaoui ve ark (2011) kontrol denemelerinde %0.32-0.48, su ile işlenen denemelerde %0.34-0.56 ve yağ ile işlenen denemelerde %0.32-0.53 aralığında araşidik asit oranı belirlemişlerdir. Lanza ve ark (2013), yeşil ve siyah zeytinlerin araşidik asit oranını sırasıyla %0.3 ve 0.2 olarak bildirmişlerdir. Starter ilaveli melez Gemlik çeşidi zeytinlerin araşidik asit oranını Özdemir (2011) %0.14

olarak bildirmiştir. Sherahi ve ark (2018), araşidik asit miktarını kontrol denemelerinde 7.2 g/kg ve *L. plantarum* ilaveli denemelerde 7.3 g/kg olarak bulmuşlardır.

Başlangıçta %0.08 olan heptadesenoik asit miktarı fermantasyon sonunda artış göstermiş ve %0.11-0.20 aralığına ulaşmıştır. Ancak ürünler arasında bulunan fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Bu değeri Lanza ve ark (2013), siyah ve yeşil zeytinlerde %0.1 olarak belirlemişlerdir. Özdemir (2011), heptadesenoik asit oranını starter kültür ilaveli melez zeytinlerde %0.25 olarak belirlemiştir. Issaoui ve ark (2011), bu değeri kontrol örneklerinde %0.08-0.36, su ile işlenen örneklerde %0.08-0.35 ve yağ ile işlenen örneklerde %0.08-0.43 aralığında belirlemişlerdir.

Hammaddede %0.03 oranında bulunan margarik asit miktarı fermantasyon sonunda kontrolde %0.05, *L. plantarum* aşılamalıda %0.01 ve *L. pentosus* aşılamalıda %0.03 olarak belirlenmiştir. Diğer minör yağ asitlerinde olduğu gibi bu yağ asidinin de ürünler arasındaki farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Lanza ve ark (2013), siyah zeytinlerde margarik asit tespit edemezlerken yeşil zeytinlerde %0.1 oranında bulunduğunu bildirmişlerdir. Issaoui ve ark (2011) ise bu değeri kontrol için %0.04-0.16, su ile işleme için %0.05-0.18 ve yağ ile işleme için %0.05-0.17 aralığında tespit etmişlerdir.

İşlenmemiş zeytinden elde edilen yağın %21.26'sı doymuş yağ asitlerinden oluşurken fermantasyonla bu değer önce düşmüş sonra artmış ve sonra tekrar düşerek %19.01-19.49 aralığına ulaşmıştır. En düşük doymuş yağ asidi oranına *L. pentosus* aşılamalı deneme sahip olurken, en yüksek değere kontrol denemesi ulaşmıştır. Lanza ve ark (2013), doymuş yağ asidi oranını yeşil zeytinlerde %15.8 ve siyah zeytinlerde %12.2 olarak tespit etmiştir. Issaoui ve ark (2011), doymuş yağ asidi oranını kontrol örneğinde %16.85-18.28, su ile işlenmiş örneklerde %16.12-18.80 ve yağ ile işlenmiş örneklerde %16.23-17.40 aralığında belirlemişlerdir.

Ham zeytinyağında %68.30 olan tekli doymamış yağ asitlerinin oranı da fermantasyon sonunda artış göstermiştir. Bu artış oleik asit yüzdesinin artmasına bağlanmıştır. İşlem sonunda kontrol denemesi %69.06, *L. plantarum* aşılamalı deneme %69.58 ve *L. pentosus* aşılamalı deneme %70.43 değerine ulaşmıştır. Ürünler arasındaki fark önemli bulunmuştur. Lanza ve ark (2013), MUFA oranını yeşil zeytinlerde %78.3 ve siyah zeytinlerde %82.1 olarak bildirmişlerdir. Issaoui ve ark (2011) tekli doymamış yağ asitlerinin, nihai ürün stabilitesi ve besleme özellikleri için çok önemli olduğunu belirtmişler ve bu değeri kontrol denemelerinde %60.26-69.17, su ile işlenen denemelerde %64.75-68.74 ve yağ ile işlenen denemelerde %65.65-69.82 aralığında tespit etmişlerdir.

Başlangıçta %10.44 olan çoklu doymamış yağ asitlerinin oranı ise azalış göstererek %9.86-10.13 aralığına gerilemiştir. En yüksek değer kontrol denemesinde bulunurken, en düşük değer *L. pentosus* aşılı denemede tespit edilmiştir. Ancak ürünler arasında bulunan fark istatistiksel olarak önem ($p>0.05$) taşımamaktadır. Issaoui ve ark (2011), Manzanilla dışında incelenen çeşitler için PUFA oranının işleme ile azaldığını ve kontrol denemelerinde %12.29-22.79, su ile işlenen denemelerde %12.32-18.58 ve yağ ile işlenen denemelerde %12.55-16.90 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Lanza ve ark (2013), bu oranı siyah zeytinlerde %5.8 ve yeşil zeytinlerde %6 olarak belirlemişlerdir.

4.5. Fermantasyon Sırasında Salamuraların (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişim

Fermantasyon süresince salamuradan alınan numunelerde laktik asit bakterisi ve toplam maya sayımları yapılmıştır. Laktik asit bakterilerinin sayımında MRS ve M17 agar kullanılmıştır. Laktik asit bakterisi sayımına bakıldığında tüm denemelerde fermantasyon süresince ortamda çubuk şeklindeki laktik asit bakterilerinin kok şeklindekilerden daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir. MRS besi yerindeki LAB'nin gelişimine bakıldığında kontrol salamurasının başlangıçta 3.77 log kob/ml olan değeri fermantasyonla artış göstermiş ve en yüksek değere

(6.32 log kob/ml) 6. haftada ulaşmıştır. Bu değer 8. haftada düşüş göstermiş ve artış azalışlar göstererek fermantasyon sonunda 6.03 log kob/ml olarak tespit edilmiştir. *L. plantarum* ilaveli denemede ise MRS besi yerindeki LAB'nin sayısı başlangıçta 3.73 log kob/ml iken en yüksek popülasyona 6. haftada 8.64 log kob/ml değeriyle ulaşmıştır. *L. pentosus* ilaveli denemede ise başlangıçtaki mikroorganizma sayısı 3.85 log kob/ml iken fermantasyon sonunda 8.65 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Bu denemede de en yüksek değere (8.69 log kob/ml) 6. haftada ulaşılmıştır.

En yüksek çubuk şeklindeki LAB'nin sayısına *L. pentosus* ilaveli denemede rastlanmıştır. Bunu *L. plantarum* ilaveli deneme takip etmiştir. Kontrol denemesinin MRS besi yerindeki LAB gelişimi, aşılı denemelere göre oldukça düşük kalmıştır.

Starter kültür ilaveli denemelerde Duncan çoklu karşılaştırma testine göre sadece 26. haftada bir farklılık görülse de *L. pentosus* ilaveli deneme daha iyi performans göstermiştir. Fermantasyon ilerledikçe LAB'nin sayısı artış ve azalışlarla 8.53 log kob/ml değerine ulaşmıştır. Tüm denemelerde en yüksek LAB değerine 6. haftada ulaşılmış, 8. haftada bir düşüş yaşanmış ve daha sonra fermantasyon sonuna kadar ufak değişiklikler göstermiştir.

Erdoğan (2014), MRS agarda başlangıçtaki LAB sayısını 3.33-3.78 log kob/ml aralığında tespit etmiştir. Bu çalışmada ise başlangıç değerleri 3.73-3.85 log kob/ml arasında değişmiş olup Erdoğan (2014) ile uyumlu bulunmuştur. Erdoğan (2014), farklı klorür tuzları ile yaptığı çalışmasında MRS besi yerinde LAB sayısının en yüksek değere çıktıktan sonra düşüş gösterdiğini fermantasyon sonunda 6.51-7.50 log kob/ml arasına ulaştığını belirtmiştir. Bulunan sonuçlar çalışmamızın kontrol denemesinden yüksektir. Randazzo ve ark (2014), Giarraffa çeşidi starter kültür ilaveli yeşil zeytinlerin fermantasyon sonunda MRS besi yerindeki popülasyonunu 6.65-7.61 log kob/ml arasında, Grossa di Spagna çeşidi zeytinlerde ise 6.38-7.07 log kob/ml aralığında belirtmişlerdir.

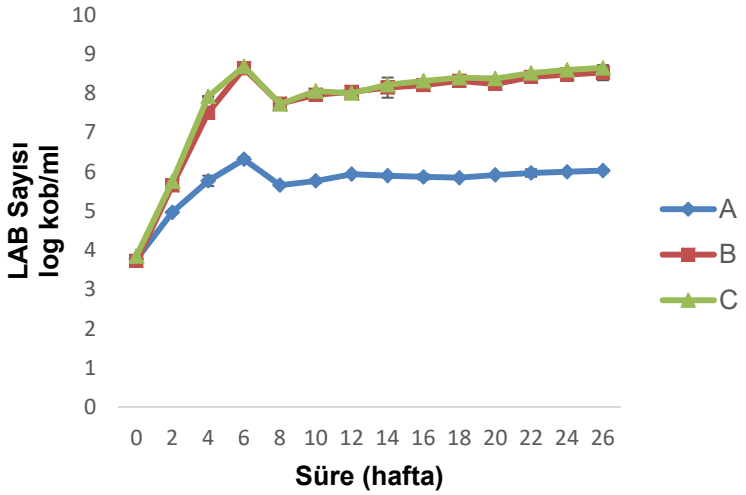
Fermantasyon süresince salamurada yapılan LAB ve mayalara ait sayımların sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Fermantasyon süresince salamuraların mikrobiyal gelişimi

	Spontan			*L. plantarum* aşılamalı			*L. pentosus* aşılamalı					
	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	F ürün	F hafta	F ürün*ha
LAB (MRS, log kob/ml)	5.66±0.02^{g}	5.87±0.04^{f}	6.03±0.01^{e}	7.74±0.01^{d}	8.21±0.05^{c}	8.53±0.05^{b}	7.73±0.02^{d}	8.22±0.03^{c}	8.65±0.01^{a}	***	***	***
LAB (M17, log kob/ml)	5.21±0.04^{i}	5.52±0.02^{h}	5.80±0.02^{g}	6.92±0.07^{f}	7.62±0.03^{d}	8.05±0.05^{b}	6.98±0.02^{e}	7.71±0.01^{c}	8.23±0.03^{a}	***	***	***
Toplam Maya (log kob/ml)	4.75±0.02^{h}	5.43±0.03^{f}	5.74±0.04^{e}	4.76±0.03^{h}	5.53±0.03^{c}	5.95±0.02^{b}	4.82±0.01^{h}	5.58±0.03^{d}	6.16±0.04^{a}	***	***	***

*p<0.05 düzeyinde önemli. **p<0.01 düzeyinde önemli. ***p<0.001 düzeyinde önemli. Öd: önemli değil (p>0.05). Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Benincasa ve ark (2015)'nın 4 farklı zeytin çeşidiyle yaptıkları çalışmada LAB'nin sofralık zeytin fermantasyonundan sorumlu olduğu tespit edilmiştir. MRS besi yerinde 30 gün sonunda kontrol örneklerinde 1.0-5.6 log kob/ml, *L plantarum* ile aşılamalı örneklerde ise 4.2-7.0 log kob/ml LAB belirlenmiştir. Fermantasyon sonuna kadar bu değerler fazla bir değişim göstermemiş ve 180 gün sonunda kontrol örneklerinde 2.0-6.6 log kob/ml ve inoküle örneklerde 6.4-6.7 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Şekil 4.8'de salamura örneklerinin MRS besi yerindeki laktik asit bakterisi gelişimi verilmiştir.

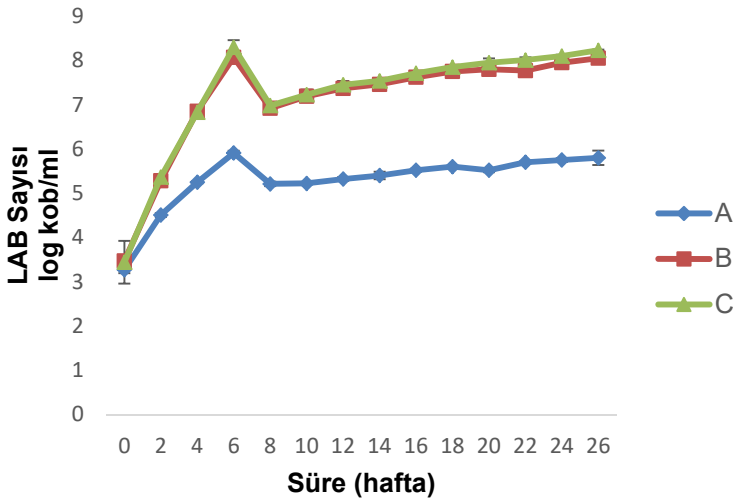


Şekil 4.8. Fermantasyon sırasında MRS besi yerinde laktik asit bakterilerinin gelişimi
A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme

Chorianopoulos ve ark (2005), LAB'nin MRS besi yerinde 10-12 gün sonra en yüksek popülasyona ulaştığını, büyüme oranının ortama ilave edilen şeker türünden ve miktarından etkilenmediğini, fermantasyon sonunda LAB popülasyonunun şeker ilavelilerde 8 log kob/ml, şeker eklenmeyenlerde 7.5 log kob/ml olduğunu ifade etmişlerdir. Aponte ve ark (2012), Nocellara del Belice çeşidinden elde edilen yeşil zeytin salamuralarının MRS üzerindeki LAB

sayımında, kontrol fermantasyonunun aşılanan denemelerle aynı popülasyona ulaşması için 14 günlük bir gecikme süresine ihtiyaç duyduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada da starter kültür ilaveli denemeler MRS agarda daha yüksek popülasyonlara ulaşmış ve sonuçlar araştırmacılarla uyumlu bulunmuştur.

Spontan denemenin başlangıç salamurasında kok şeklindeki LAB'nin sayısı 3.27 log kob/ml iken 6. haftada en büyük değeri olan 5.91 log kob/ml'ye ulaşmıştır. 8. haftada 5.21 log kob/ml'ye düşmüş ve fermantasyonu 5.80 log kob/ml değerine ulaşarak tamamlamıştır. *L. plantarum* ilaveli denemede ise fermantasyon 3.47 log kob/ml ile başlamış 6. haftada 8.07 log kob /ml'ye ulaşmış ve daha sonra LAB'nin sayısında artış ve azalışlar tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda bu sayı 8.05 log kob/ml olarak tespit edilmiştir. *L. pentosus* ilaveli denemede ise başlangıçtaki kok LAB 3.44 log kob/ml olarak belirlemiştir. Tespit edilen en yüksek sayısı 8.30 log kob/ml (6. haftada) olup fermantasyonu 8.23 log kob/ml olarak tamamlamıştır. M17 besi yerindeki LAB'nin değişim grafiği Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Fermantasyon sırasında M17 besi yerinde laktik asit bakterilerinin gelişimi

A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme

Erdoğan (2014), M17 agarda fermantasyon başında laktik asit bakterileri sayısını 2.61-4.78 log kob/mL arasında belirlemiştir. Bu çalışmada ise 3.27-3.47 log kob/ml olan sonuçlar, Erdoğan (2014) ile uyumlu bulunmuştur. Erdoğan (2014), farklı klorür tuzları işlenen zeytin salamuralarında M17 agarda LAB sayısının en yüksek değere 40, 60 ve 70. günde çıktıklarını belirtmiş ve işlem sonunda LAB'nin sayısını 7.13-8.17 log kob/ml aralığında belirlemiştir. Bu çalışmada ise en yüksek değere 45. günde ulaşılmıştır.

Irmak (2015), Gemlik çeşidi zeytinlerle yaptığı çalışmada LAB popülasyonunu %2 tuz konsantrasyonunda 3.14 ve %4 tuz konsantrasyonunda 3.40 log kob/ml olarak tespit etmiştir. Karasu (2006), piyasadan temin ettiği 16 zeytin örneğinde LAB sayısını 3.00-7.15 log kob/g arasında bulmuş ve ortalama 6.20 log kob/g olarak hesaplamıştır. Spontan fermantasyonun sonuçları Irmak (2015)'den yüksek ancak Karasu (2006)'un ortalama sonuçlarından düşük bulunmuştur.

Abriouel ve ark (2011), farklı şartlarda gerçekleştirdiği fermantasyonda LAB'nin 2. ve 6. aylar arasında tespit edildiğini bu değerin maksimum 5.6 log kob/ml olarak tespit edildiğini belirtmişlerdir. Amelio ve DeMuro (2000), farklı koşullarda işlediği siyah Taggiasca çeşidi zeytinlerin fermantasyon öncesi suda bekletmenin LAB'nin gelişimini desteklediğini ve gelişimin sıcaklık yükseldikçe arttığını bildirmişlerdir. LAB'nin gelişimi için pH ayarlaması tavsiye edilmiştir. Cortes-Delgado ve ark (2016), İspanyol usulü işlenen Manzanilla, Gordal ve Hojiblanca çeşidi zeytinlerin, fermantasyon sonunda salamuradaki LAB sayısını <3.3-6.8 log kob/ml aralığında belirlemişlerdir.

Nisiotou (2009), Conservolea çeşidi zeytinlerin Yunan tarzında işlenmesinde, glikoz ve laktik asit ilavesiyle gerçekleştirdiği fermantasyonda LAB'nin ilk 5 gün içinde 6.0-7.5 log kob/ml'ye ulaştığını daha sonra düşüş gösterdiğini bildirmiştir. Tofalo ve ark (2012), siyah ve yeşil farklı zeytin çeşitleri ile yaptıkları çalışmalarında mezofilik LAB sayısını 6.25-7.84 log kob/ml arasında bulmuşlardır. Tassou ve ark (2002)'nın farklı sıcaklık ve tuz oranlarında gerçekleştirdikleri çalışmada tuz oranının artması LAB'nin gelişimini

geciktirmiştir. Tanımlanan laktik asit bakterileri ise *L. mesenteroides*, *L. brevis*, *L. plantarum* ve *L. pentosus* türlerine ait olmuştur. Hurtado ve ark (2008), Arbequina çeşidi zeytinlerin fermantasyonunda kabın farklı derinliklerinden alınan numunelerde bir farklılık tespit etmemişler ve 40. günde LAB sayısını 10^7 kob/ml olarak belirlemişlerdir. İzole edilen LAB türlerinin *L. plantarum* ve *L. pentosus* olduğunu da bildirmişlerdir. Asehraou ve ark (1992), su aktivitesi, pH ve tuz konsantrasyonuna göre ilk mikrofloranın değiştiğini, düşük mikrobiyal yükün polifenoller gibi zeytinlerde bazı doğal inhibitörlerin oluşmasından kaynaklanabildiğini belirtmişlerdir.

Panagou ve ark (2008a), ortama LAB'nin hakim olduğunda düşük pH değerine sahip, asidik bir ürün elde edilirken, mayaların hakim olduğu durumda daha yumuşak ve kendini koruma özelliği daha az olan zeytinlerin elde edildiğini ifade etmişlerdir. Çalışmamızda, spontan fermantasyonda dahil tüm denemelerde ortama LAB hakim olmuş ve istenilen nitelikte ürün elde edilmiştir. Argyri ve ark (2014)'nın farklı tuz oranları ve farklı kültürlerle yaptıkları çalışmada %10 tuz oranının %8 tuz oranına göre LAB sayısında bir azalma görüldüğünü, LAB'nin en yüksek popülasyonuna aşılı örneklerde daha kısa sürede ulaştığını bildirmişlerdir. Fermantasyon sonunda LAB sayısını salamurada 5 log kob/ml ve zeytin etinde ise 6 log kob/ml olarak tespit etmişlerdir.

Balatsouras ve ark (1983), Conservolea çeşidi yeşil zeytinlerde LAB'nin gelişmesini araştırdıkları çalışmalarında ısı şoku (73°C'de 3 dk) verilmiş zeytinlerin verilmemiş olanlara, aşılanmış zeytinlerin aşılanmamış olanlara göre daha yüksek gelişme gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca şeker takviyesi de fermantasyonu olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Arroyo-Lopez ve ark (2012b), Manzanilla çeşidine *L. pentosus*'un dört farklı suşu ile aşılama yaptıkları çalışmalarında LAB'nin sayısının 8 log kob/ml'nin üzerinde olduğunu ve 6 log kob/ml'nin altına düşmediğini belirtmişlerdir. De Angelis ve ark (2015)'nın çalışmasında *L. plantarum* ile aşılanan denemelerde bu tür baskın olurken tespit edilen diğer türler; *L. coryniformis*, *L. pentosus*, *L. brevis*, *L. paracasei*, *L.*

paracollinoides ve *L. vaccinostercus* olmuştur. Kontrol denemesinde ise 90 günlük fermantasyondan sonra propiyonik asit bakterileri tespit edilmiştir. De Bellis ve ark (2010)'nın Bella di Cerignola çeşidi zeytinlerin fermantasyonlarında oda sıcaklığında ve 4°C'de, %4 ve %8 NaCl konsantrasyonunda, *L. paracasei* aşılamasıyla yaptıkları çalışmada LAB'nin en yüksek değere (7.3 ve 7.8 log kob/g) aşılanmış denemelerde (30. ve 90. günlerde) tespit edildiği bildirilmiştir. LAB'den en sık izole edilen tür *L. pentosus* olmuştur.

Grounta ve ark (2016), *L. pentosus* kullandıkları Consevolea çeşidi zeytinlerin fermantasyonunda LAB'nin 5.5 ila 6.5 log kob/g aralığında olduğunu ve *L. pentosus*'un yüksek tuz konsantrasyonlarına adapte olabileceğini ifade etmişlerdir. Hurtado ve ark (2010), starter kültür kullanarak gerçekleştirdikleri zeytin fermantasyonunda LAB'nin sayısının fermantasyon boyunca 10^6 kob/ml'nin üzerinde olduğunu ve starter kullanımının salamuranın hızlı asitlenmesini sağladığını, zeytinlerin bozulma riskini azalttığını ve fermantasyon süresini kısalttığını ifade etmişlerdir. Panagou ve ark (2008a), *L. pentosus*'un ortama 7.0-8.0 log kob/ml arasında aşılandığını ve fermantasyon boyunca sayısını koruduğunu, *L. plantarum*'un 6.8 log kob/ml olarak aşılandıktan sonra 8 log kob/ml'ye ulaştığını, spoantan fermantasyonda ise izole edilen 38 *Lactobacillus* suşunun tümünün *L. pentosus* olduğunu belirtmişlerdir. Peres ve ark (2008), Azeiteira yeşil zeytinlerinin fermantasyonunda *L. pentosus* suşunu kullanmışlar ve LAB'nin popülasyonunun 2. ayda 10^9 kob/ml seviyesine ulaştığını bildirmişlerdir. Randazzo ve ark (2017), yapılan 6 farklı aşılama işleminde *L. casei*'nin baskın olduğu bir örnek hariç diğer örneklerde *L. plantarum* türü başlangıçta baskın olmuş, 60 ve 120 günlük fermantasyonlarda *L. paracollinoides*, *L. asidipiscis* ve *Pediococcus parvulus*'un meydana gelmesiyle tüm örneklerde biyoçeşitlilik artışı gözlemişlerdir.

Randazzo ve ark (2018)'nın *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *L. paracesei* ilaveli yaptıkları fermantasyonda, *L. pentosus*'un tüm fermantasyonlara hükmettiği bunu *L. plantarum*'un takip ettiği ve *L. casei* hiç tespit edilememiştir.

Fermantasyon sonunda kontrol örneklerindeki LAB sayısı 5.79 log kob/ml iken aşılı denemelerde 5.82-7.04 log kob/ml aralığında değişmiştir. Demir (2009), laktik asit bakterilerinin sayısını %4.5 tuz konsantrasyonlu denemelerin spontan örneklerinde 7.35, 1. gün *L. plantarum* ilavesi yapılan örneklerde 8.75, 4. gün *L. plantarum* ilavesi yapılan örneklerde 9 log kob/ml olarak tespit etmiştir. %6 tuz konsantrasyonlu denemelerde ise spontan örneklerde 7.75, 1. gün *L. plantarum* ilavesi yapılan örneklerde 8.1 ve 4. gün *L. plantarum* ilavesi yapılan örneklerde 8.5 log kob/ml olarak belirlemiştir. Tüm bu çalışmalarda olduğu gibi çalışmamızda da starter kültür ilaveli denemeler spontan fermantasyona oranla LAB'nin sayısında 2 log kob/ml farklılık meydana getirmiştir.

Perricone ve ark (2010), %10 tuz ile işlenen ve aşılanan denemelerin LAB popülasyonunun 7 ve 14 gün sonra spontan fermantasyonlara kıyasla 2 log kob/g yüksek olduğunu ancak 21 gün sonunda tüm denemelerin 6.0-7.0 log kob/g LAB içerdiğini tespit etmişlerdir. Panagou ve Tassou (2006), *L. plantarum* ve *L. pentosus* ile aşılama yaptıkların denemelerde LAB popülasyonunun ilk 7 gün içinde 9.1-10 log kob/ml'ye ulaştığını ancak 10 gün sonunda aşılanmış ve kontrol işlemleri arasında bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Perricone ve ark (2010) ve Panagou ve Tassou (2006), aşılamalı ve spontan fermantasyonlar arasındaki farkın belli bir süre sonra olmadığını belirtmişlerdir, ancak çalışmamızda aşılamalı denemelerin LAB sayısı fermantasyon boyunca daha fazla olmuştur.

Blana ve ark (2014)'nın *L. plantarum*, *L. pentosus* ve iki suşun karışımıyla gerçekleştirdikleri çalışmada her iki suş zeytinde 6 ila 7 log kob/g arasında başarıyla kolonileşmiştir. *L. pentosus* hem %8 hem de %10 tuzda başarıyla hayatta kalırken, *L. plantarum* sadece %8 tuzda aynı başarıyı göstermiştir. İki suşun karışık yapıldığı aşılamada da *L. pentosus* daha baskın bulunmuştur. Comunian ve ark (2017)'nın starter kültür ilavesi ile gerçekleştirdikleri çalışmada *L. pentosus*'un, *L. plantarum*'a göre daha baskın olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumu ise *L. pentosus*'un fermantasyon ortamına daha iyi adapte olmasıyla açıklamışlardır. Chranioti ve ark (2018), hem doğal hem de alkali ile işlenmiş zeytinlerde laktik asit

bakterisi sayısının en fazla *L. plantarum* ilave edilen denemede görüldüğünü bunu *L. pentosus* ilaveli denemenin ve daha sonra spontan denemenin takip ettiğini belirtmişlerdir. Blana ve ark (2014) ve Comunian ve ark (2017) *L. pentosus*'un ortam şartlarına daha uyumlu olduğunu ve başarılı sonuçlar verdiğini belirtirken Chranioti ve ark (2018) *L. plantarum*'un daha iyi performans gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada *L. pentosus* eklenen denemelerde LAB sayısı daha fazla olurken daha yüksek bir asitlenme sağlanmıştır.

Çalışmamızda bulunan sonuçlar bazı araştırıcılarla benzerlik gösterirken bazılarından düşük bazılarından ise yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın kaynağını; Campaniello ve ark (2005) ve Hurtado ve ark (2008) zeytinin doğal mikroflorası, pH, su aktivitesi, besin maddelerinin mevcudiyeti, fenolik bileşiklerin ve organik asitlerin seviyeleri, fermantasyon sıcaklığı ve tuzlu su içindeki tuzun konsantrasyonu olarak bildirmişlerdir.

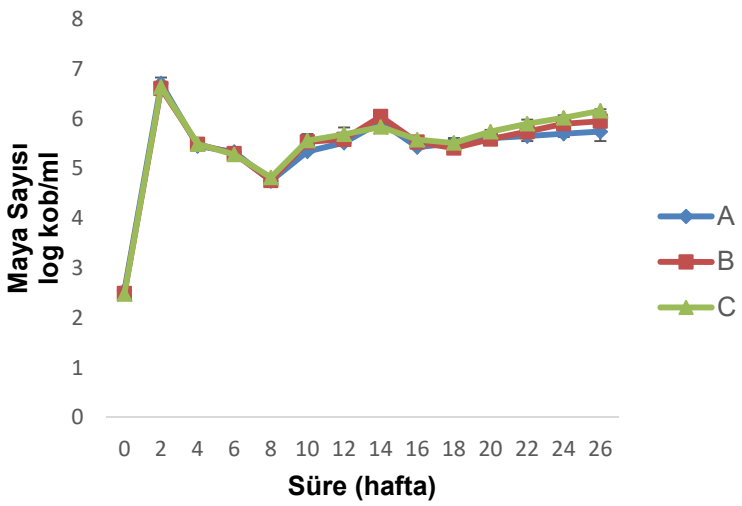
Toplam maya sayısı ise PDA besi yeri kullanılarak tespit edilmiş ve fermantasyon boyunca salamuralardaki maya sayısı gelişimi Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Başlangıçtaki maya sayısı kontrol denemesinde 2.55, *L. plantarum* aşılamalı denemede 2.49 ve *L. pentosus* ilaveli deneme 2.48 log kob/ml olarak hesaplanmıştır. Mayaların en fazla tespit edildiği zaman 2. hafta (6.61-6.71 log kob/ml) olmuştur. Bu süreden sonra maya sayısı artış ve azalışlar göstererek fermantasyon sonunda kontrol denemesinde 5.74, *L. plantarum* aşılamalı denemede 5.95 ve *L. pentosus* aşılamalı denemede ise 6.16 log kob/ml olarak tespit edilmiştir.

Starter kültür kullanmadan fermantasyon işlemi gerçekleştiren araştırmacıların bulduğu sonuçlar şöyledir; Karasu (2006) işlenmiş olarak temin ettiği 16 farklı zeytin örneğindeki maya sayısını <3.00-6.91 log kob/g arasında, ortalama 5.60 log kob/ml olarak tespit etmiştir.

Abriouel ve ark (2011) maya ve küflerin 1-2 ay sonunda en yüksek değere (6.86 log kob/ml) ulaştığını ve ardından düşüş (5.28 log kob/ml) gösterdiğini bildirmişlerdir. Chorianopoulos ve ark (2005)'nın çalışmasında maya popülasyonu

yalnızca ısıl işlem görmemiş zeytin fermantasyonunda meydana gelmiştir. İlk maya popülasyonu 2-2.5 log kob/ml iken bu değer 15-20 günlük fermantasyonun ardından 6.0 log kob/ml'ye ulaşmıştır.

Cortes-Delgado ve ark (2016), İspanyol usulü işlenen Manzanilla, Gordal ve Hojiblanca çeşidi zeytinlerin, fermantasyon sonunda salamuradaki maya sayısını 2.2-5.6 log kob/ml aralığında belirlemişlerdir. Alves ve ark (2012), maya sayısının Manzanilla çeşidi zeytinlerin fermantasyonu sırasında 4.9-5.0 log kob/ml'den 6.0-6.5 log kob/ml'ye kadar yükseldiğini, fermantasyondan sorumlu ana mikroorganizma grubunun mayalar olduğunu, LAB'nin tespit edilmediğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.10. Fermantasyon sırasında toplam maya gelişimi
A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme

Özay ve ark (1994), mayaların zeytin polifenollerinden etkilenmediğini hatta bazı maya çeşitlerinin oleuropeini parçaladığını, yaptıkları çalışmada Gemlik ve Edincik çeşitlerinde mayaların 40. günden itibaren gelişmeye başladığını ve fermantasyon ortamında bulunduğunu belirtmişlerdir. Erdoğan (2014)'ın farklı

klorür tuzları ile yaptığı çalışmada mayalar LAB'ne baskın olmuş ve fermantasyon sonundaki değerleri 7.25-8.26 log kob/ml arasında değişmiştir.

Aponte ve ark (2010), fermantasyon boyunca maya popülasyonunun 3-5 log kob/ml arasında değiştiğini ve *P. kluyveri*'nin baskın tür olduğunu belirtmişlerdir. Arroyo-Lopez ve ark (2012b), maya popülasyonunun 20. günde en yüksek seviyeye (8 log kob/ml) ulaştığını ve fermantasyonun sonunda izole edilen ana maya türlerinin *Geotrichum candidum*, *P. galeiformis* ve *C. sorbosa* olduğunu bildirmişlerdir. Asehraou ve ark (1992), Fas piyasasından temin ettikleri 11 siyah sofralık zeytin örneğinde maya sayısını ortalama 6.32 log kob/ml olarak tespit etmişlerdir. Bleve ve ark (2014)'nın Conservolea ve Kalamata çeşitlerinin fermantasyonunda, her iki çeşitte de mayalar fermantasyon boyunca tespit edilirken, LAB işlemin son evresinde ortaya çıkmıştır. Borçaklı ve ark (1993), %14 NaCl konsantrasyonunda gerçekleştirdiği Gemlik ve Edincik çeşitlerinin fermantasyonunda 40. günden itibaren mayalar baskın hale gelmiş ve bu durumun sonunda zeytin etinde gaz cebi (balık gözü) bozukluğu meydana gelmiştir. Hurtado ve ark (2008), Arbequina çeşidi zeytinlerin fermantasyonunda mayaların hızlı bir şekilde arttığını, kabın ilk 20 cm'sinde sayıları 10^5 kob/ml iken derinlere inildikçe bu sayının düştüğünü tespit etmişlerdir. Zeytin fermantasyonlarında tespit edilen başlıca maya türlerini *C. boidinii*, *C. diddensiae, P. anomala*, *P. kluyveri*, *P. membranaefaciens* ve *S. cerevisiae* olarak tespit etmişlerdir. Marsilio ve ark (2005), İspanyol ve Yunan stili işlediği zeytinlerde mayaların fermantasyonun her aşamasında mevcut olduğunu ancak fermantasyon ilerledikçe popülasyonunun arttığını bildirmişlerdir. Mayaların LAB ile rekabet halinde olduğu ve 30 gün sonunda baskın hale geldikleri belirtilmiştir.

Nisiotou (2009), Conservolea çeşidi zeytinlerin Yunan tarzında işlenmesinde glikoz ve laktik asit ilavesinin mayaların ortama hakim olmasını sağladığını belirtmiştir. En yüksek maya sayısının glikoz ve glikoz+laktik asit eklenmiş örneklerde görüldüğünü bildirmiştir. Tofalo ve ark (2012), siyah ve yeşil farklı zeytin çeşitleri ile yaptıkları çalışmalarında maya sayısını 6.5-7.56 log

kob/ml arasında bulmuşlardır. Ergen (2006), Gemlik tipi açık siyah zeytinlerin maya sayısını 3.96-5.03 log kob/g arasında tespit etmiştir. Irmak (2015), %2 NaCl ile işlenmiş Gemlik çeşidi zeytinlerin maya sayısını 3.15 log kob/ml, %4 NaCl ile işlenmiş Gemlik çeşidi zeytinlerin maya sayısını ise 3.68 log kob/ml olarak belirlemiştir. Araştırmacılar arsındaki bu farklılıkların çeşit, yetiştirme ve işleme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Benincasa ve ark (2015), maya sayısını 30 gün fermantasyon sonunda spontan fermantasyonda 4.4-6.0 log kob/ml, *L. plantarum* ilaveli fermantasyonda 4.5-5.3 log kob/ml olarak belirlemişler ve bu değerin fermantasyon ile artış gösterip 180 günün sonunda spontan fermantasyonda 6.9-7.1 log kob/ml ve inoküle örneklerde 6.8-7.5 log kob/ml'ye ulaştığını bildirmişlerdir. Aponte ve ark (2012)'nın yaptığı çalışmada, spontan ve aşılamalı fermantasyon denemelerinde maya gelişiminin farklı olmadığı belirtilmiştir. Argyri ve ark (2014), mayaların fermantasyon boyunca LAB ile birlikte bulunduğunu ancak sayılarının düşük olduğunu belirtmişlerdir. Mayaların en yüksek popülasyonuna kontrol numunelerinde 14. günde, aşılamalı numuneler ise 40. günde ulaştığını bildirmişlerdir. Blana ve ark (2014)'nın *L. plantarum*, *L. pentosus* ve iki suşun karışımıyla gerçekleştirdikleri çalışmada maya gelişimi benzer olmuş ve fermantasyon sonunda popülasyonları 4.5-5.0 log kob/g aralığında değişmiştir. Chranioti ve ark (2018), fermantasyonun başlangıcında mayaların LAB ile birlikte artış gösterdiğini, bu artışın aşılamalı denemelerde daha fazla olduğunu ve sayılarının 45 günlük fermantasyondan sonra değişmeden kaldığını bildirmişlerdir.

De Angelis ve ark (2015)'nın çalışmasında maya sayısı kontrol örneklerinde 3.84 log kob/g olarak belirlenirken, aşılamalı örneklerde 6.90 log kob/g olarak tespit edilmiştir. De Bellis ve ark (2010)'nın oda sıcaklığında ve 4°C'de, %4 ve %8 NaCl konsantrasyonunda, *L. paracasei* aşılamasıyla yaptıkları çalışmada tüm denemelerde mayalar da tespit edilmiştir. İlk günler oda sıcaklığında daha sonra buzdolabı sıcaklığında daha fazla gelişim göstermişlerdir. Ayrıca mayaların hayatta kalması yüksek tuz konsantrasyonundan etkilenmemiştir.

Grounta ve ark (2016), *L. pentosus* ile aşılanmış denemelerde de mayaların LAB ile beraber bulunduğunu ve sayılarının 3.5 ila 4.5 log kob/ml aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Panagou ve ark (2003), aşılanmış salamuralardaki maya sayısının 40 günlük bir artıştan sonra azalmaya başladığını, spontan salamurada ise 20 gün sonunda azalmaya başladığını belirtmişlerdir.

Peres ve ark (2008), *L. pentosus* ile aşıladıkları yeşil zeytinlerin maya sayısının 10^4 kob/ml olduğunu belirlemişlerdir Perricone ve ark (2010), %10 NaCl ile işledikleri zeytin salamurasında maya sayısını spontan fermantasyonda 4.83 log kob/ml, starter kültür ilaveli fermantasyonda 4.20 log kob/ml ve starter+glikoz ilaveli fermantasyonda ise 5.32 log kob/ml olarak bulmuşlardır. Panagou ve Tassou (2006), *L. plantarum* ilaveli, *L. pentosus* ilaveli ve spontan denemelerin maya gelişiminin benzer olduğunu, ilk 10-20 gün içinde artış gösterdiğini ve daha sonra sayılarının 4.3-5.7 log kob/ml aralığında sabit olduğunu saptamışlardır. Randazzo ve ark (2014), aşılamalı iki farklı yeşil zeytin çeşidinin fermantasyon sonundaki maya sayısını 6.38-7.29 log kob/ml aralığında, spontan denemelerde ise 6.0 ve 6.84 log kob/ml olarak tespit etmişlerdir.

Randazzo ve ark (2018)'nın gerçekleştirdiği bir çalışmada fermantasyon sonu maya sayısı, kontrol örneklerinde 5.58 log kob/ml ve aşılı örneklerde 5.36-6.70 log kob/ml aralığında belirlenmiştir. Demir (2009)'un çalışmasında ilk 2 hafta maya küf değerlerinde 2-3 log kadar artış olmuş ve daha sonra *L. plantarum* ilave edilen örneklerde maya popülasyonu sabitlenmiş ancak kontrol salamuralarında düşüş gözlemlenmiştir. Fermantasyon sonunda maya popülasyonu kontrol örneklerinde 2.25 ve 2.5 log kob/ml iken starter ilaveli salamuralarda 4.8-5.32 log kob/ml aralığında olmuştur.

Çalışmamızda da mayalar LAB ile beraber bulunmuş ve starter kültür ilaveli denemeler yaklaşık 0.4 log kob/ml daha fazla maya popülasyonu göstermiştir. Bu çalışmadaki sonuçlar maya sayısının aşılı denemelerde daha fazla olduğunu belirten Randazzo ve ark (2014), Randazzo ve ark (2018), De Angelis ve ark (2015) ve Benincasa ve ark (2015) ile uyumlu bulunmuştur.

4.6. Fermantasyon Sırasında Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Aroma Bileşimindeki Değişim

Aroma maddelerinin tanımlanmasında kütle spektroskopisinin kütüphanesi (MS), aroma maddeleri standartları (Std) ve alıkonma indisi (LRI) değerlerinden faydalanılmıştır. Fermantasyon sırasında zeytinlerdeki aroma bileşiklerinin gaz kromatografisinden elde edilen bazı kromatogramlar Ek 2'de verilmiştir.

Fermantasyon süresince zeytinlerden 46 farklı aroma bileşeni tespit edilmiştir. Bu bileşenlerden 13'ü alkol, 12'si fenol, 10'u uçucu asit, 3'ü ester, 1'i lakton, 1'i aldehit, 2'si keton, 1'i hidrokarbon, 1'i terpen ve 2'si diğer grubuna dahildir.

Tüm örneklerde en yüksek aroma maddesi miktarı 8. haftada saptanmıştır. Blana ve ark (2014) ise en yüksek aroma maddesi miktarını 114 günlük fermantasyon süresinde 9-34 gün aralığında belirlemişlerdir. Aroma maddeleri miktarı fermantasyon ilerledikçe düşüş göstermiştir.

Fermantasyonun 8. haftasında örneklerin toplam aroma miktarları kontrol örneğinde 6976.08 µg/kg, *L. plantarum* ilaveli örnekte 7132.60 µg/kg ve *L. pentosus* ilaveli örnekte 6740.84 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Aroma maddeleri miktarı fermantasyon ilerledikçe düşmüş ancak sıralama değişiklik göstermemiştir. Genel olarak aroma gruplarının toplam miktarı fermantasyon ilerledikçe düşerken, fenoller 16. haftada artmış daha sonra düşmüş, laktonların miktarı ise azalmıştır.

Aponte ve ark (2010), zeytinlerdeki alkollerin ve aldehitlerin yanı sıra, metil esterlerin ve asetat bileşiklerinin belirgin şekilde azaldığını belirtmişlerdir. Fermantasyon sonunda 31 aroma bileşiği tespit etmişlerdir. Fermantasyon ilerledikçe aroma bileşenlerinin sayısında fazla değişiklik görülmese de aroma bileşiklerinin miktarının azaldığını tespit etmişlerdir. Bulunan sonuç bu çalışma ile uyum göstermektedir. Fermantasyon süresince zeytinlerde tespit edilen aroma maddeleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Fermantasyon süresince zeytinlerin aroma bileşimi (µg/kg)

	Spontan			*L. plantarum* aşılamalı			*L. pentosus* aşılamalı			F	F	F
	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	ürün	hafta	ürxha
Uçucu Asitler												
Asetik asit	4064.09±23.10^{a}	2577.02±15.82^{d}	1575.04±18.96^{g}	3909.51±7.83^{b}	2412.39±17.69^{e}	1444.45±23.09^{gh}	3454.59±21.90^{c}	1949.84±7.71^{f}	1044.99±6.21^{i}	***	***	*
Propanoik asit	6.88±0.22^{i}	25.13±0.40^{f}	55.08±1.35^{c}	13.93±0.77^{h}	32.62±0.63^{g}	66.21±0.71^{b}	15.83±0.58^{gh}	36.93±1.21^{d}	70.62±0.31^{a}	***	***	***
2-Metil propanoik asit	17.31±0.59^{d}	25.95±0.67^{c}	36.90±0.37^{a}	9.49±0.40^{f}	17.23±0.17^{d}	28.81±0.12^{b}	7.39±0.43^{g}	14.73±0.55^{e}	25.34±0.87^{c}	***	***	*
Bütanoik asit	23.19±0.54^{e}	38.11±0.79^{d}	73.75±2.17^{a}	15.91±0.76^{g}	23.49±0.99^{e}	45.63±2.02^{b}	13.89±0.78^{h}	20.31±0.52^{f}	42.89±0.78^{c}	***	***	***
2-Metil-2-propenoik asit	11.65±0.86^{a}	2.95±0.05^{d}	0.00±0.00^{e}	9.90±0.42^{b}	3.28±0.13^{cd}	0.00±0.00^{e}	9.89±0.74^{b}	3.62±0.19^{c}	0.00±0.00^{e}	*	***	***
Pentanoik asit	9.41±0.36^{d}	12.19±0.20^{c}	15.48±0.11^{a}	7.68±0.22^{e}	9.77±0.23^{d}	12.98±0.67^{b}	7.35±0.17^{e}	9.51±0.22^{d}	12.32±0.54^{c}	***	***	*
Hekzanoik asit	29.55±1.03^{c}	32.87±0.71^{b}	35.82±0.57^{a}	15.58±0.51^{f}	18.88±0.55^{e}	20.92±0.72^{d}	14.94±0.54^{f}	18.42±0.87^{e}	20.64±0.61^{d}	***	***	öd
3,5,5 Trimetilhekzanoik asit	3.67±0.08^{d}	6.25±0.14^{a}	1.14±0.08^{f}	3.02±0.13^{e}	5.92±0.06^{b}	0.00±0.00^{g}	2.86±0.28^{e}	5.60±0.30^{c}	0.00±0.00^{g}	***	***	**
Oktanoik asit	4.75±0.18^{b}	2.51±0.09^{e}	1.84±0.10^{f}	6.08±0.23^{a}	3.30±0.13^{c}	2.87±0.05^{d}	6.01±0.07^{a}	3.16±0.13^{c}	2.92±0.02^{d}	***	***	***
Dekanoik asit	7.69±0.23^{c}	4.69±0.07^{h}	3.30±0.08^{i}	9.29±0.60^{b}	6.29±0.22^{e}	5.22±0.08^{f}	10.81±0.69^{a}	6.97±0.09^{d}	5.45±0.16^{f}	***	***	**
Alkoller												
3-Penten-2-ol	181.49±3.13^{a}	192.45±4.15^{d}	194.52±3.78^{d}	191.26±2.81^{d}	195.11±5.07^{d}	200.59±2.69^{bc}	196.34±1.30^{cd}	202.86±1.53^{b}	207.74±2.44^{a}	***	***	öd
3-Metil-1-bütanol	39.92±1.27^{e}	38.02±0.92^{e}	27.05±1.32^{f}	58.99±1.25^{b}	52.46±2.29^{c}	44.44±0.49^{d}	65.43±1.99^{a}	58.6±1.29^{b}	46.61±2.16^{d}	***	***	**
1-Dodekanol	42.90±2.77^{b}	32.75±1.67^{d}	23.67±1.94^{f}	47.39±1.67^{a}	37.45±2.19^{c}	31.56±1.63^{d}	44.24±2.35^{b}	36.84±0.55^{c}	28.24±0.76^{e}	***	***	öd
2-Hekzanol	38.68±0.90^{e}	47.25±1.96^{c}	40.68±0.88^{de}	38.98±1.19^{de}	54.96±2.82^{b}	41.94±1.12^{d}	41.05±1.36^{de}	61.19±3.08^{a}	45.23±2.26^{c}	***	***	***
1-Hekzanol	23.06±0.53^{b}	13.05±0.69^{g}	8.92±0.27^{f}	25.88±0.70^{a}	15.86±0.64^{d}	11.74±1.21^{e}	27.01±1.57^{a}	17.33±1.22^{c}	12.38±1.36^{e}	***	***	öd
(Z)-3-Hekzen-1-ol	22.96±0.13^{c}	13.22±0.45^{g}	7.74±0.88^{h}	26.77±0.66^{b}	17.00±0.56^{d}	9.47±1.40^{g}	27.95±0.82^{a}	17.85±0.58^{d}	10.69±0.40^{f}	***	***	*
3-Oktanol	15.01±0.63^{c}	9.29±0.96^{f}	6.65±0.19^{h}	16.97±0.54^{a}	10.91±0.26^{d}	8.46±0.24^{g}	16.12±0.61^{b}	10.01±0.20^{e}	8.04±0.16^{g}	***	***	öd
2,3-Bütandiol	189.38±1.34^{c}	59.61±0.72^{f}	24.83±0.75^{i}	221.65±0.86^{b}	64.71±0.90^{e}	32.19±0.45^{h}	231.26±0.68^{a}	76.52±1.00^{d}	37.29±0.30^{g}	***	***	***

Çizelge 4.8'in devamı

1,2-Propandiol	21.66±0.92^{a}	9.42±0.24^{c}	3.59±0.35^{e}	14.02±0.61^{b}	6.18±0.43^{d}	1.10±0.10^{f}	9.25±0.24^{c}	4.22±0.37^{e}	0.68±0.11^{f}	***	***	***
2-Bütoksietanol	21.66±0.92^{a}	9.42±0.24^{c}	3.59±0.35^{e}	14.02±0.61^{b}	6.18±0.43^{d}	1.10±0.10^{f}	9.25±0.24^{c}	4.22±0.37^{e}	0.68±0.11^{f}	***	***	***
Benzil alkol	77.47±2.41^{g}	91.72±1.48^{e}	103.57±1.72^{d}	84.27±1.17^{f}	106.76±3.04^{c}	114.80±0.59^{b}	86.95±1.54^{f}	115.31±1.06^{b}	126.10±3.83^{a}	***	***	***
Feniletil alkol	257.27±7.99^{c}	143.37±5.33^{h}	133.26±2.54^{i}	317.30±3.48^{b}	202.11±5.74^{e}	171.85±3.53^{g}	326.38±3.44^{a}	209.26±2.81^{d}	183.73±3.58^{f}	***	***	***
Etanol, 2,2-oksibis	16.84±0.77^{a}	2.35±0.40^{c}	0.00±0.00^{d}	7.68±0.82^{b}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}	8.07±0.71^{b}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}	***	***	***
Aldehitler/Ketonlar												
(E)-2-Dekanal	60.18±1.09^{c}	29.61±0.74^{f}	13.48±1.00^{i}	67.18±0.56^{b}	35.78±0.26^{e}	20.19±0.72^{h}	69.19±1.19^{a}	38.86±1.46^{d}	22.08±0.50^{g}	***	***	öd
3-Hidroksi-2-bütanon	789.64±30.08^{a}	395.69±41.51^{c}	112.35±11.62^{e}	832.55±52.66^{a}	542.01±26.47^{b}	266.87±16.18^{d}	826.41±23.56^{a}	548.05±23.69^{b}	276.35±11.84^{d}	***	***	**
4-Hidroksi-4-metil-2-pentanon	252.62±19.15^{c}	120.83±1.93^{f}	106.76±6.14^{g}	278.97±4.04^{b}	156.38±3.95^{e}	124.39±3.79^{f}	301.26±6.12^{a}	174.39±2.91^{d}	146.31±4.60^{e}	***	***	öd
Esterler												
2-Hidroksi-metil propanoat	31.58±2.29^{a}	25.95±1.82^{bc}	16.94±1.81^{d}	24.47±1.41^{c}	31.54±0.79^{a}	26.90±0.19^{b}	14.05±0.71^{e}	27.16±1.11^{b}	15.03±0.73^{de}	***	***	***
2-Hidroksi-etil propanoat	62.10±1.08^{b}	31.05±1.08^{d}	16.39±2.01^{f}	38.85±0.94^{c}	65.50±2.51^{a}	24.78±2.94^{e}	32.59±1.61^{d}	59.36±3.23^{b}	18.83±1.86^{f}	***	***	***
Bis (2-metilpropil) benzen-1,2-dikarboksilat	12.07±0.54^{b}	8.45±0.30^{d}	5.35±0.22^{f}	15.73±0.32^{a}	11.05±0.48^{c}	6.71±0.25^{e}	15.61±0.39^{a}	11.05±0.16^{c}	6.63±0.10^{e}	***	***	***
Hidrokarbonlar												
1-Metil-3- (1'-metilsiklopropil) siklopenten	22.49±1.01^{d}	18.07±0.49^{f}	15.28±0.39^{g}	26.02±0.97^{c}	21.87±1.64^{de}	18.37±0.54^{f}	30.67±1.20^{a}	28.54±0.53^{b}	20.68±0.56^{e}	***	***	***
Fenoller												
Gaiakol	12.01±0.88^{i}	24.41±0.94^{f}	27.32±0.88^{d}	15.40±0.42^{h}	25.92±1.14^{e}	31.18±0.69^{c}	21.89±0.60^{g}	33.61±0.54^{b}	39.09±1.11^{a}	***	***	*
Fenol, 2,6-bis (1,1-dimetiletil) -4-metil	45.94±1.56^{c}	25.43±1.49^{e}	11.51±1.40^{g}	60.20±1.74^{b}	37.33±0.56^{d}	18.96±0.22^{f}	64.34±0.95^{a}	38.95±0.96^{d}	20.37±0.34^{f}	***	***	***

Çizelge 4.8'in devamı

Kreosol	153.55±1.02^{g}	176.02±1.24^{d}	185.23±1.98^{c}	162.02±1.56^{f}	184.32±3.25^{c}	196.45±3.23^{a}	165.17±2.05^{e}	189.62±1.22^{b}	195.09±2.36^{a}	***	***	öd
Fenol	4.78±0.20^{ef}	5.77±0.74^{d}	4.58±0.24^{f}	5.29±0.13^{de}	6.88±0.14^{c}	5.59±0.33^{d}	6.60±0.21^{c}	8.82±0.53^{a}	7.55±0.10^{b}	***	***	*
p-Kresol	6.33±0.36^{f}	8.31±0.26^{b}	6.68±0.23^{e}	7.92±0.10^{c}	9.88±0.39^{a}	7.98±0.17^{bc}	8.02±0.16^{bc}	9.79±0.10^{a}	7.47±0.07^{d}	***	***	**
4-Etilfenol	29.27±0.98^{c}	25.82±0.29^{d}	15.19±0.82^{g}	38.17±1.21^{a}	30.76±0.21^{b}	18.94±0.32^{f}	38.57±0.40^{a}	31.67±0.99^{b}	20.73±0.65^{e}	***	***	***
di-t-bütil-fenol	2.38±0.12^{b}	2.53±0.08^{a}	2.11±0.09^{d}	2.39±0.02^{b}	2.28±0.07^{c}	1.91±0.05^{e}	2.27±0.07^{c}	2.08±0.03^{d}	1.61±0.06^{f}	***	***	***
2,4-Dimetoksi-3-metil-fenol	0.00±0.00^{e}	4.11±0.10^{b}	2.74±0.10^{d}	0.00±0.00^{e}	4.78±0.12^{a}	3.13±0.06^{c}	0.00±0.00^{e}	4.86±0.10^{a}	3.17±0.06^{c}	***	***	***
2,6-Dimetoksi-4-metil-fenol	9.98±0.53^{a}	7.76±0.34^{c}	5.01±0.15^{e}	8.39±0.87^{b}	6.37±0.19^{d}	3.42±0.13^{f}	8.21±0.20^{bc}	6.59±0.14^{d}	3.65±0.16^{f}	***	***	öd
2-(Metiltiyo) benztiazol	0.00±0.00^{d}	1.67±0.12^{c}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}	2.68±0.09^{b}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}	2.84±0.10^{a}	0.00±0.00^{d}	***	***	***
Vanilin	3.69±0.14^{d}	1.49±0.13^{f}	0.82±0.07^{g}	5.69±0.12^{a}	4.14±0.07^{c}	2.22±0.10^{e}	5.66±0.10^{a}	4.37±0.10^{b}	2.32±0.14^{e}	***	***	***
Tyrosol	20.62±1.21^{b}	13.42±0.43^{d}	7.92±0.30^{f}	23.85±0.75^{a}	17.45±0.41^{c}	10.70±0.40^{e}	24.01±0.37^{a}	17.69±0.26^{c}	10.79±0.22^{e}	***	***	öd
Terpenler												
(E,E)-α- Farnesen	229.12±5.14^{c}	56.62±1.10^{f}	21.09±0.98^{i}	317.90±2.47^{b}	133.05±1.31^{e}	46.25±3.07^{h}	326.67±4.69^{a}	141.76±2.65^{d}	51.53±0.82^{g}	***	***	***
Laktonlar												
Δ-Nonalakton	10.28±0.20^{e}	13.44±0.41^{d}	3.69±0.36^{g}	12.60±0.65^{d}	15.59±1.11^{c}	5.89±0.54^{f}	17.03±1.06^{b}	19.53±1.16$_{a}$	9.42±0.53^{e}	***	***	öd
Diğerleri												
Dimetil sülfoksit	77.09±1.74^{c}	44.85±1.25^{f}	22.52±0.96^{i}	84.64±1.01^{b}	56.82±1.99^{e}	26.41±0.57^{h}	88.73±0.65^{a}	60.50±0.92^{d}	29.84±1.08^{g}	***	***	***
N-Metil Benzenamin	13.87±1.25^{h}	19.18±0.67^{g}	8.92±0.85^{i}	38.80±0.97^{d}	44.60±1.62^{b}	32.12±0.98^{f}	41.03±0.21^{c}	48.01±0.17^{a}	33.97±1.39^{e}	***	***	*

$p<0.05$ düzeyinde önemli. **$p<0.01$ düzeyinde önemli. ***$p<0.001$ düzeyinde önemli. Öd: önemli değil ($p>0.05$). Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

De Castro ve ark (2019), *L. pentosus* suşu ile aşılanan ve aşılanmayan Manzanilla çeşidi zeytinlerde çoğunluğu ester ve fenol olan 50'den fazla uçucu bileşen tanımlamışlardır. Aşılanan ve aşılanmayan zeytinler arasındaki en büyük farkın aşılanan zeytinlerde neredeyse 100 kat fazla bulunan 4-etil fenol olduğunu bildirmişlerdir. Bu denli fazla olmasa da bu çalışmada da aşılı zeytinler daha fazla 4-etil fenol miktarına sahip olmuştur. Kalitatif açıdan aşılanmış zeytinlerin uçucu bileşiminin aşılanmamış zeytinlerinkine oldukça benzer olduğu belirtmişlerdir. Iraqi ve ark (2005), İspanyol tarzı işledikleri 3 Fas zeytin çeşidinde seyreltme faktörü en fazla olan bileşikleri (Z)-3-hekzenal (FD:256), (E,E)-2,4 dekadienal (FD:128), (E,Z)-2,4-dekadienal (FD:64), gaiakol (FD:128), metional (FD:128) olarak bulmuşlardır. Bu zeytinlerde aldehitler en büyük aile olarak ortaya konulmuştur. Lopez-Lopez ve ark (2018b), SPME ve GC-MS ile İspanyol tarzı işlenmiş 24 zeytin numunesinde toplam 133 uçucu bileşen tanımlamışlardır. Bu çalışmada da belirlenen asetik asit, propanoik asit, bütanoik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit, dekanoik asit, 1-hekzenol, (Z)-3-hekzen-1-ol, benzil alkol, feniletil alkol, (E)-2-dekanal, p-kresol, fenol, 4-etil fenol, vanilin, tyrosol ve dimetil sülfoksit bileşenlerine rastlanmıştır. Malheiro ve ark (2010), 5 farklı Portekiz zeytin çeşidinden 42 uçucu bileşik tespit etmişlerdir. Bu bileşiklerden aldehitler bütün uçucu bileşiklerin %74'ünden fazlasını da oluşturarak ana kimyasal sınıf olmuşlardır.

Panagou ve Tassou (2006), İspanyol yöntemiyle işlenen Conservolea yeşil zeytinlerinin GC tarafından belirlenen ana uçucu bileşenlerinin etanol, metanol, asetaldehit, etil asetat, izobütirik asit olduğunu belirtmişlerdir. Randazzo ve ark (2017), Nocellara Etnea sofralık zeytin fermantasyonu için starter kültür olarak altı farklı bakteri kültürü kombinasyonu kullanmışlar ve 47 uçucu bileşen tanımlamışlardır. 120 gün sonunda en fazla aroma miktarı kontrol örneğinde 3187.1 µg/l iken ikinci olarak *L. paracasei*+*L. pentosus* ilaveli zeytinlerde 2880.8 µg/l olarak bulunmuştur. En az ise *L. plantarum*+*L. paracasei*+*L. pentosus* ilaveli zeytinlerde (1022.8 µg/l) bulunmuştur. Tufariello ve ark (2015), 4 farklı siyah

sofralık zeytin çeşidiyle starter kullanarak yaptıkları çalışmalarında fermantasyonun ilk 30 gününü aldehitlerin, 60. güne kadar olan ikinci periyodunu yüksek alkoller ve terpenlerin, üçüncü periyodunu ise esterlerin ve asitlerin karakterize ettiğini belirtmişlerdir. Starter kültür kullanımının zeytinlerin organoleptik özelliklerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Kullanılan maya ve LAB ile spontan fermantasyona kıyasla daha fazla meyvemsi ve otsu kokular veren uçucu bileşikler elde edilmiştir. Sansone-Land ve ark (2014) aldehitlerin, alkollerin ve esterlerin meyve olgunlaşması sırasında enzimatik reaksiyonlardan veya mikrobiyal fermantasyondan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Sabatini ve Marsilio (2008)'nun çalışmasında tanımlanan uçucu bileşikler arasında alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler ve asitler bulunmaktadır. Tüm örneklerde yüksek miktarda etanol, asetik asit ve 2-bütanol tespit etmişlerdir. 1-propanol, propil-asetat, etil propanoat ve propiyonik asit miktarları İspanyol tarzı zeytinlerde Yunan tarzı zeytinlerden daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. Sabatini ve ark (2009), Yunan stili işlenmiş zeytinlerde 23, salamurasında ise 15 uçucu bileşen tanımlamışlardır. Sonuçlar çalışılan her iki çeşitte de salamuranın daha az uçucu bileşen içerdiğini tespit etmişlerdir. Kayda değer miktarda asetik asit, alkol ve esterlerle birlikte yüksek etanol konsantrasyonları belirlemişlerdir. Sabatini ve ark (2009), çok yüksek miktarlarda bulunan asetik asit konsantrasyonunu Acetobacter'lerin etanol oksidasyonuna bağlamışlardır. Sabatini ve ark (2008), *L. plantarum* kullanılarak ve kullanılmadan üretilen Moresca ve Kalamata çeşidi sofralık zeytinlerde yirmi üç aroma bileşeni tespit etmişlerdir. Tüm numunelerde aşılanmış zeytinler daha yüksek etanol, etil asetat, izobütanol, 2-bütanon, 1-propanol, 1-hekzanol, 1-bütanol, 3-pentanol, 3-hidroksi-2-butanon, cis-3-hekzen-1-ol ve 2-bütanol tespit etmişlerdir.

En yüksek uçucu asit miktarı 8. haftada 4278.19 µg/kg, 16. haftada 2727.67 µg/kg ve 26. haftada 179816.35 µg/kg ile kontrol zeytinlerinde tespit edilmiştir. Belirlenen asitlerden tüm örneklerde en fazla miktarda bulunanı asetik asit olmuştur. Asetik asit ekşi, sirkemsi (Kaftan, 2007; Bleve ve ark, 2014; Lopez-

Lopez ve ark, 2018b), keskin (Kara, 2011; Lopez-Lopez ve ark, 2018b) kokulara sahiptir. Kontrol örneklerinde en fazla miktarda bulunmuştur ve bu da heterolaktik fermantasyonun fazla olduğunu göstermektedir. Cosmai ve ark (2018)'nın çalışmasında, kontrol denemesine kıyasla *L. plantarum* ve *W. anomalus* ilaveli deneme çok daha az asetik asit içerirken, iki farklı *L. plantarum* suşu, *L. pentosus* ve *W. anomalus* ilaveli deneme daha fazla asetik asit miktarına sahip olmuştur.

Uçucu asitler içerisinde propanoik asit ve 2-metil propanoik asitde tespit edilmiştir ve fermantasyon süresince miktarları tüm örneklerde artış göstermiştir. Propanoik asit en fazla aşılamalı örneklerde bulunurken 2-metil-propanoik asit kontrol zeytinlerinde yüksek miktardadır. Propanoik asidin aromatik, keskin, ekşi (Kara, 2011; Bleve ve ark, 2014; Lopez-Lopez ve ark, 2018b), süt ürünleri gibi (Lopez-Lopez ve ark, 2018b) kokular verdiği bildirilmiştir. Cosmai ve ark (2018)'da propanoik asidin *L. plantarum* aşılanmış zeytinlerde aşılanmayan zeytinlere oranla daha fazla miktarda bulunduğunu belirtmişlerdir. Cortes-Delgado ve ark (2016), Manzanilla, Gordal ve Hojiblanca çeşitleriyle hazırlanan İspanyol tarzı yeşil sofralık zeytinler de baskın asidin asetik asit olduğunu ve fermantasyonun son aşamasında Propionibacterium türlerinin gelişmesine bağlı olarak propanoik asit içeriğinin de yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Tereyağı ve ransit (Kara, 2011) koku veren bütanoik asit fermantasyon ilerledikçe artış göstermiş ve en fazla spontan fermente edilmiş zeytinlerde en az ise *L. pentosus* ile fermente edilmiş zeytinlerde belirlenmiştir. Yani kötü tat ve koku veren bu bileşik starter kültür ilaveli zeytinlerde daha az hissedilmiştir.

Oktanoik asit; tatlı, peynir (Kaftan, 2007; Lopez-Lopez ve ark, 2018b), yağlı (Kaftan, 2007; Dabbou ve ark, 2012; Lopez-Lopez ve ark, 2018b), sebze, çikolata ve vanilya (Lopez-Lopez ve ark, 2018b) kokularına sahiptir ve fermantasyon süresince azalsa da en fazla kontrol örneğinde tespit edilmiştir. Bu sonuç duyusal analiz sonuçlarında kontrol denemesinin daha fazla peynir kokusu hissedilmesini de desteklemektedir. 2-metil-2-propenoik asit ise fermantasyonun 8. haftasında spontan fermente edilen zeytinlerde en yüksek miktarda bulunmuş

(11.65 µg/kg) ancak fermantasyonunu tamamlayan tüm zeytinlerde tespit edilememiştir. Pentanoik asit tatlımsı, keskin, çürük; hekzanoik asit ise tatlımsı, keskin (Kara, 2011) kokular vermektedir. Bu bileşikler en fazla kontrol zeytinlerinde belirlenmiştir ve fermantasyon ilerledikçe miktarı artış göstermiştir. 3,5,5 trimetilhekzanoik asit ise 8. haftadan sonra 16. haftada artmış ancak 26. haftada starter kültür ilaveli zeytinlerde tespit edilememiş ve kontrol denemelerinde de azalma göstermiştir.

Bleve ve ark (2014), Cellina di Nardo ve Leccino çeşidi siyah zeytinlerin fermantasyonunda kısa zincirli yağ asitlerini (asetik, propanoik, 2 metilpropanoik) saptamışlardır ve asetik asit bu grubun en büyük temsilcisi olmuştur. Bu bileşenin etanolün oksidasyonunu takiben maya ve LAB metabolizmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da asetik asit en fazla miktarda tespit edilen bileşen olmuştur. De Angelis ve ark (2015) çalışmamızın aksine asetik asidin *L. plantarum* ile aşılanan zeytinlerde, propanoik asidin ise spontan fermente edilen zeytinlerde daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla beraber bu çalışma olduğu gibi oktanoik asit aşılamalı zeytinlerde ve 2-metil-2-propenoik asit spontan fermente edilmiş zeytinlerde daha yüksek miktarlarda bulunmuştur. Randazzo ve ark (2017), Nocellara Etnea sofralık zeytin fermantasyonu için starter kültür olarak altı farklı bakteri kültürü kombinasyonu kullandıkları çalışmada en bol bulunan asidin asetik asit olduğunu bunu hekzanoik ve propiyonik asitlerin olduğunu belirtmişlerdir. Randazzo ve ark (2014), Giarraffa ve Grossa di Spagna çeşitlerine ait zeytinler ile starter kültür ile yaptıkları çalışmada asetik asidin her iki çeşitte de en fazla kontrol grubunda ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Propanoik asit miktarı da kontrol grubuna kıyasla *L. rhamnosus*, *L. plantarum* ve *L. paracasei* ile aşılanan örneklerde daha fazla bulunmuştur. Bu sonuçlar çalışmamızı desteklemektedir.

Alkoller, meyve olgunlaşması sırasında enzimatik reaksiyonlarla ve zeytin işleme sırasında fermantasyonla oluşan bileşiklerdir (Cortes-Delgado ve ark, 2016). En fazla *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde en düşük ise kontrol grubu zeytinlerde belirlenmiştir. Blana ve ark (2014)'da alkol miktarını en fazla sırasıyla *L. pentosus*

ilaveli, *L. pentosus*+*L. plantarum* ilaveli ve *L. plantarum* ilaveli zeytinlerde belirlemişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Fermantasyon süresi ilerledikçe tüm örneklerde alkol miktarı düşüş göstermiştir. Bleve ve ark (2014), Conservolea çeşidi zeytinlerin alkol miktarının fermantasyonla artarken, Kalamata çeşidi zeytinlerin alkol miktarının ilk önce arttığı daha sonra düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir.

En fazla miktarda tespit edilen alkol bileşeni feniletil alkoldür. Bu bileşen çiçeksi, meyve (Iraqi ve ark, 2005; Collin ve ark, 2008), gül (Cortes-Delgado ve ark, 2016), al yasemin, orkide (güçlü, tatlı, vanilya gibi) (Kaftan, 2007) kokularını vermektedir. Bu bileşen *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde en fazla bulunurken bunu *L. plantarum* ilaveli zeytinler takip etmiştir. Duyusal analizde koku profil analizinde de çiçek kokuları en çok bu ürünlerde hissedilmiştir. Cortes-Delgado ve ark (2016) bu bileşenin *S. cerevisiae*'nın L-fenilalaninden üretilebileceğini de belirtmiştir. Feniletil alkolü 2,3-bütandiol ve 3-penten-2-ol bileşikleri takip etmiştir. Bu bileşenler starter kültür ilaveli örneklerde daha fazla miktarda bulunmuşlardır. 3-penten-2-ol fermantasyonun ilerlemesiyle artarken diğer iki bileşenin miktarı azalmıştır. Benzil alkolde feniletil alkol gibi çiçeksi (Kesen, 2014; Lopez-Lopez ve ark, 2018b), gül, fenolik, kokulu (Lopez-Lopez ve ark, 2018b) ve çimen (Collin ve ark, 2008) kokuları vermektedir ve bu bileşende aşılamalı örneklerde daha fazla miktarda bulunmuştur. Bu sonuç da duyusal analiz sonuçlarını desteklemektedir. 3-metil-1-bütanol, 1-dodekanol ve 3-oktanol miktarları fermantasyonla azalmıştır ve en yüksek miktarda *L. pentosus* ilaveli örnekte en düşük miktarda kontrol örneğinde belirlenmiştir. Yeşil, çimen (Kaftan, 2007), biçilmiş ot (Iraqi ve ark, 2005; Collin ve ark, 2008), keskin, meyvemsi ve alkol (Lopez-Lopez ve ark, 2018b) kokusu veren 1-hekzanol en fazla aşılamalı örneklerde bulunurken kuru at/bitki kokusu da bu örneklerde daha yoğun hissedilmiştir.

2-hekzanol ise çiçek, meyvemsi, domates (Kaftan, 2007) kokuları vermektedir ve bu bileşende starter kültür ile işlenen zeytinlerde daha fazla miktarda bulunmuştur. (Z)-3-hekzen-1-ol buruk, acı, yeşil (Iraqi ve ark, 2005;

Bleve ve ark, 2014), yaprak, fındık, çilek, muz, menekşe, yeni biçilmiş çimen (Kaftan, 2007; Kara, 2011; Lopez-Lopez ve ark, 2018b), vanilya (Iraqi ve ark, 2005), sebze (Lopez-Lopez ve ark, 2018b) kokuları vermektedir. Bu bileşen 8. haftada *L. pentosus* ilaveli örnekte fazlayken, işlem sonunda kontrol örneğinde daha fazla bulunmuştur. 1-hekzanol ve (Z)-3-hekzen-1-ol'un varlığı lipoksigenaz zincir reaksiyonuyla çoklu doymamış yağ asitlerinin enzimatik reaksiyonundan ileri gelmektedir (Sabatini ve ark, 2009; Dabbou ve ark, 2012; Cortes-Delgado ve ark, 2016; Cosmai ve ark, 2018). Cosmai ve ark (2018) bu ürünlerin kontrol denemelerinde anlamlı derecede düşük olduğunu bildirmişlerdir. 1,2-propandiol, 2-bütoksietanol ve etanol,2,2-oksibis bileşenleri spontan fermente edilen zeytinlerde daha fazla miktarlarda bulunmuştur. Bu bileşenler fermantasyon ilerledikçe azalmış, etanol,2,2-oksibis ise tükenmiştir. Bu çalışmada da olduğu gibi Bleve ve ark (2014) fermantasyonla birlikte benzil alkol ve (Z)-3-hekzen-1-ol artış göstermiştir. Cortes-Delgado ve ark (2016)'nın çalışmasında da İspanyol tarzı işlenmiş zeytinler feniletil alkol, benzil alkol, (Z)-hekzen-1-ol ve etanol tüm örneklerde ana alkoller olmuştur. De Angelis ve ark (2015); 1-hekzanol, 3-hekzen-1-ol ve benzil alkolün kontrol örneklerine kıyasla *L. plantarum* ile aşılanan zeytinlerde daha fazla miktarda bulunduğunu desteklemişlerdir.

Fermantasyon işleminde zeytinlerde bir aldehit iki de keton bileşiği tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin miktarı fermantasyon ilerledikçe düşüş göstermiştir. Bleve ve ark (2014)'da fermantasyonun ilk aşamalarında aldehitler yüksekken ilerleme devam ettikçe düşüş göstermiş ve bulunan sonuçlar ile uyumlu bulunmuştur. Aldehit ve ketonların toplam miktarı 8. haftada en yüksek *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde 1196.86 µg/kg, 26. haftada ise 444.74 µg/kg tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda en fazla sabunsu, yağsı (Collin ve ark, 2008; Dabbou ve ark, 2012; Bleve ve ark, 2014; Kesen, 2014; Lopez-Lopez ve ark, 2018b), acı (Bleve ve ark, 2014), çimen, kişniş (Iraqi ve ark, 2005; Lopez-Lopez ve ark, 2018b), mantar (Lopez-Lopez ve ark, 2018b) ve portakal (Kaftan, 2007; Sansone-Land ve ark, 2014) kokuları veren (E)-2-dekanal aldehiti ve 3-hidroksi-2-bütanon

ketonu *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde, en az ise spontan fermente edilmiş zeytinlerde belirlenmiştir. Duyusal analizde de kültür ilaveli zeytinlerin daha fazla kişniş kokusu verdiğinin ifade edilmesi bu bulguyu desteklemektedir. Bleve ve ark (2014), tanımlanmış tüm aldehitlerin ve ketonların fermantasyon sırasında konsantrasyonlarında bir azalma gösterdiğini belirtmişlerdir.

Esterler genellikle sofralık zeytinlerin hoş kokusundan sorumludur (Sabatini ve Marsilio, 2008). Fermantasyon işleminde 2-hidroksi-metil propanoat, 2-hidroksi-etil propanoat ve bis (2-metilpropil) benzen-1,2-dikarboksilat olmak üzere 3 ester bileşeni tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden ilk ikisi aşılamalı örneklerde 8. haftadan sonra 16. haftada artmış ve fermantasyon sonunda düşüş göstermiştir. Bis (2-metilpropil) benzen-1,2-dikarboksilat ise fermantasyon ilerledikçe düşmüştür. En yüksek ester miktarına 16. haftada 108.09 µg/kg ile *L. plantarum* ilaveli zeytinlerde rastlanmıştır. Taze zeytinde 4 farklı hidrokarbon belirlenirken fermantasyonda tek hidrokarbon bileşiği tespit edilmiştir. Bu bileşen 1-metil-3- (1'-metilsiklopropil) siklopentendir ve starter ilaveli örneklerde daha yüksek miktarda bulunmuştur ancak fermantasyonun ilerleyişiyle azalış göstermiştir. Bleve ve ark (2014) ise hidrokarbonların fermantasyonun başlangıçtan orta aşamalarına yükseldiğini ve daha sonra son periyotta hafif bir düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tüm örneklerde fenol bileşenleri en yüksek miktarına 16. haftada ulaşmıştır. Zeytin örneklerinde fermantasyon boyunca 10 fenol bileşiği tespit edilirken 2-(metiltiyo) benztiazol fermantasyonun sadece 16. haftasında belirlenmiştir. 2,4-dimetoksi-3-metil-fenol ise 16. haftadan itibaren ortaya çıkmıştır. Fenollerden en fazla bulunan bileşen kreosol olmuştur. Kreosol miktarı fermantasyon süresiyle artış göstermiştir ve en fazla starter ilaveli zeytinlerde ortaya çıkmıştır. Fenol ve kreosolün *L. plantarum* ilaveli zeytinlerde kontrole kıyasla daha fazla miktarda bulunduğunu Cosmai ve ark (2018)'da belirtmiştir. di-t-bütil-fenol dışındaki tüm fenoller en fazla aşılamalı örneklerde belirlenmiştir. Tespit edilen başlıca fenoller zeytin ezmesi, sabunsu (Kesen, 2014), tuzlu ve füme

(Collin ve ark, 2008) kokular veren gaiakol, eski kokular veren 4-etilfenol (Iraqi ve ark, 2005), fenol, 2,6-bis (1,1-dimetiletil)-4-metil, tyrosol, 2,6-dimetoksi-4-metil-fenoldür.

Cortes-Delgado ve ark (2016), *L. plantarum*'un bazı suşlarının fenolik asitlerin metabolizmasından uçucu fenoller üretebildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca İspanyol tipi zeytinlerde p-kreosolün en fazla bulunan bileşik olduğunu ve bunu 4-etil fenolün takip ettiğini tespit etmişlerdir. Bleve ve ark (2014) ise Conservolea ve Kalamata çeşidi zeytinlerde sadece gaiakol fenolünü tespit etmişlerdir. Collin ve ark (2008), gaiakolün zeytin meyvesinde de bulunduğunu ve fermantasyonla miktarının arttığını belirtmişlerdir. Bu sonuç çalışmamız ile uyumludur. De Castro ve ark (2019), 4-etil fenolün genel olarak p-kumarik asidin dekarboksilasyonu yoluyla mikroorganizmalar tarafından oluşturulduğu bildirmişlerdir. Randazzo ve ark (2014), Giarraffa çeşidi zeytinlerde gaiakol, kreosol, p-kresolu aşılanmış zeytinlerde kontrol numunelerine oranla daha fazla tespit etmişlerdir. 4-Etil fenol ise sadece aşılanmış örneklerde tespit edilmiştir.

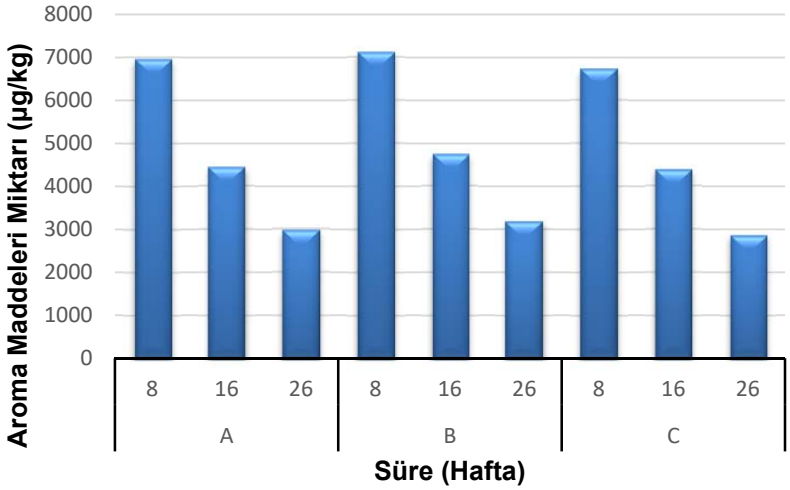
Zeytinlerde belirlenen tek terpen bileşiği (E,E)-α-farnesen olmuştur. Bu bileşen zeytin meyvesinde 167.22 µg/kg iken fermantasyonla miktarı artmıştır. Bu bileşik çiçeksi ve yeşil bitki (Kesen, 2014), az pişmiş sebze (Iraqi ve ark, 2005; Collin ve ark, 2008; Dabbou ve ark, 2012) kokuları vermektedir ve en yüksek miktarı 8. haftada belirlenmiştir. Bu bileşenler en fazla *L. pentosus* ilaveli örneklerde en az ise kontrol örneklerinde belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçları da çiçeksi ve yeşil kokuların en fazla starter kültür ilaveli zeytinlerde olduğunu desteklemiştir.

Cosmai ve ark (2018)'da farnesen bileşiğinin *L. plantarum* ilaveli zeytinlerde daha fazla bulunduğunu desteklemişlerdir. Bleve ve ark (2014) belirledikleri 5 terpen bileşiğinin fermantasyonla artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Belirlenen lakton bileşiği ise Δ-nonalaktondur. Fermantasyonla Δ-nonalakton miktarı azalmıştır ve aşılamalı örneklerde daha yüksek miktarda bulunmuştur. Belirlenen diğer iki aroma bileşeninden biri olan dimetil sülfoksit

fermantasyon ilerledikçe azalırken N-metilbenzenamin 16. haftada 8. haftaya kıyasla artmış ve fermantasyon sonunda düşüş göstermiştir.

Genel olarak aroma bileşenleri en yüksek miktarını 8. haftada göstermiş ve fermantasyonun ilerlemesiyle miktarları düşmüştür. Hemen hemen tüm aroma maddeleri en çok *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde en fazla miktarda belirlenmiştir, ancak asetik asit miktarı düşük olduğu için toplam aroma maddeleri miktarı düşük bulunmuştur. Fermantasyon işlemindeki farklılıkların ürünün uçucu profilini önemli ölçüde etkilediği görülmektedir (Cortes-Delgado ve ark, 2016). Aroma bileşenlerinin miktarının starter kültür ilavelilerde fazla olması hem LAB'nin hem de maya sayılarının aşılanmış zeytinlerde daha fazla bulunmasınada bağlanabilmektedir. Şekil 4.11'de fermantasyon boyunca örneklerin aroma maddeleri miktarındaki değişim gösterilmiştir.

Fermantasyon süresince aroma maddelerinin yüzde dağılımında en büyük payı uçucu asitler almıştır. Kontrol denemesinin asit yüzdesi fermantasyon süresince fazla değişim göstermezken starter ilaveli örneklerde haftalara göre düşüş tespit edilmiştir. En yüksek asit oranına spontan fermente edilen zeytinler ulaşırken en yüksek alkol oranına *L. pentosus* ile fermente edilen zeytinler ulaşmıştır. Tüm örneklerde uçucu asitlerden sonra en yüksek orana sahip bileşik grubu alkoller ve aldehitler/ketonlar olmuştur ve fermantasyon ilerledikçe alkollerin oranı artmış, aldehit/ketonların ise düşmüştür.



Şekil 4.11. Fermantasyon süresince aroma bileşenleri miktarındaki değişim

Oran olarak aldehitler ve ketonları fenoller takip etmiştir. Fenollerin oranı fermantasyon ilerledikçe artmıştır ve en yüksek orana *L. pentosus* ilaveli denemede %10.85 ile ulaşmıştır. Bunlar dışında düşük oranlarda bulunan terpenlerin ve esterlerin oranı fermantasyon ilerledikçe düşüş gösterirken, hidrokarbonların ve laktonların oranı artmıştır.

Fermantasyon süresince aroma maddeleri miktarı Çizelge 4.9'da, aroma maddelerinin toplam aroma miktarı içerisindeki yüzdesi ise Çizelge 4.10'da gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.9. Fermantasyon süresince sofralık zeytinlerin aroma bileşenleri miktarı (µg/kg)

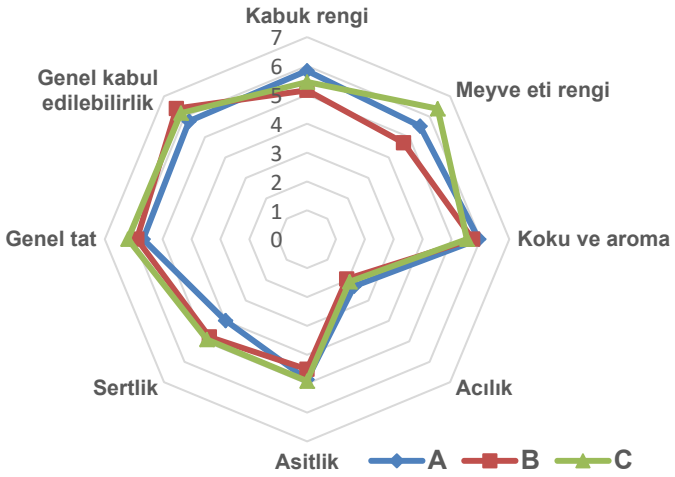
	Spontan			***L. plantarum* aşılamalı**			***L. pentosus* aşılamalı**		
	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta
Asitler	4178.19	2727.67	1798.35	4000.39	2533.17	1627.09	3543.56	2069.09	1225.17
Alkoller	948.3	661.92	578.07	1065.18	769.69	669.24	1089.3	814.21	707.41
Aldehitler/Ketonlar	1102.44	546.13	232.59	1178.7	734.17	411.45	1196.86	761.3	444.74
Esterler	105.75	65.45	38.68	79.05	108.09	58.39	62.25	97.57	40.49
Hidrokarbonlar	22.49	18.07	15.28	26.02	21.87	18.37	30.67	28.54	20.68
Fenoller	288.55	296.74	269.11	329.32	332.79	300.48	344.74	350.89	311.84
Terpenler	229.12	56.62	21.09	317.9	133.05	46.25	326.67	141.76	51.53
Laktonlar	10.28	13.44	3.69	12.6	15.59	5.89	17.03	19.53	9.42
Diğerleri	90.96	64.03	31.44	123.44	101.42	58.53	129.76	108.51	63.81
Toplam	6976.08	4450.07	2988.3	7132.6	4749.84	3195.69	6740.84	4391.4	2875.09

Çizelge 4.10. Fermantasyon süresince sofralık zeytinlerin aroma bileşenlerinin yüzde olarak dağılımı

	Spontan			*L. plantarum* aşılamalı			*L. pentosus* aşılamalı		
	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta	8. Hafta	16. Hafta	26. Hafta
Asitler	59.89	61.29	60.18	56.09	53.33	50.92	52.57	47.12	42.61
Alkoller	13.59	14.87	19.34	14.93	16.20	20.94	16.16	18.54	24.60
Aldehitler/Ketonlar	15.80	12.27	7.78	16.53	15.46	12.88	17.76	17.34	15.47
Esterler	1.52	1.47	1.29	1.11	2.28	1.83	0.92	2.22	1.41
Hidrokarbonlar	0.32	0.41	0.51	0.36	0.46	0.57	0.45	0.65	0.72
Fenoller	4.14	6.67	9.01	4.62	7.01	9.40	5.11	7.99	10.85
Terpenler	3.28	1.27	0.71	4.46	2.80	1.45	4.85	3.23	1.79
Laktonlar	0.15	0.30	0.12	0.18	0.33	0.18	0.25	0.44	0.33
Diğerleri	1.30	1.44	1.05	1.73	2.14	1.83	1.92	2.47	2.22

4.7. Fermente Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Duyusal Özellikleri

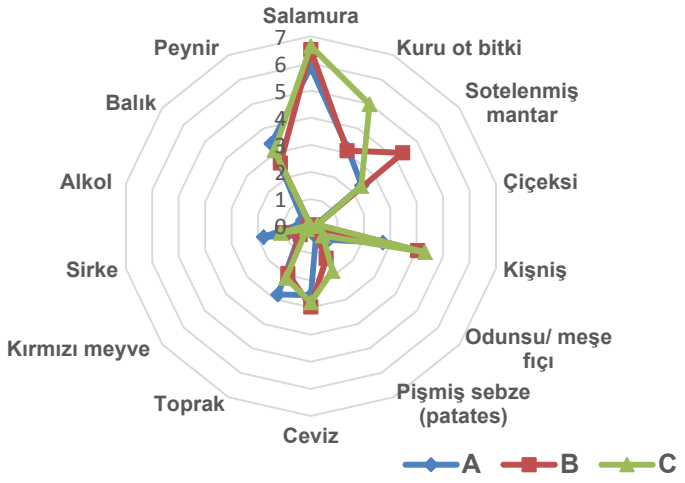
Fermantasyon işlemi tamamlandıktan sonra panalistlere lezzet profil analizi, koku profil analizi ve tercih (sıralama) testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular Şekil 4.12 ve 4.13'de verilmiştir.



Şekil 4.12. Fermantasyon sonunda salamura zeytinlerin lezzet profil analizi sonuçları

A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme

Panelistlerden örnekleri koku, tat, doku, renk ve görünüş açısından değerlendirmeleri istenmiş ve bu amaçla hedonik skala kullanılmıştır. Bu skalaya göre 10 "En Yüksek", 0 "En Düşük" olarak değerlendirilmiştir. Verilerin ortalaması alınarak örümcek ağı grafikleri çizilmiştir. Şekil 4.12 incelendiğinde kabuk rengi 5.83 ile siyaha en yakın renkte olan örnek spontan fermantasyonla elde edilen zeytinler olmuştur. Bunu, *L. pentosus* ve *L. plantarum* ilaveli denemeler takip etmiştir. Meyve eti renginde ise 6.39 ortalama ile siyaha en yakın bulunan zeytinler *L. pentosus* ilaveliler olmuştur.



Şekil 4.13. Fermantasyon sonunda salamura zeytinlerin koku profil analizi sonuçları

A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme

Panelistler tarafından koku ve aroması en yoğun hissedilen örnek 5.94 ortalama ile kontrol denemesi olmuştur, bunu 5.73 ile *L. plantarum* ilaveli deneme 5.53 ile *L. pentosus* ilaveli deneme takip etmiştir. İşlenmemiş zeytin acılığına bakıldığında tüm örneklerin düşük puan aldığı ve acılığın yenilebilir seviyeye düştüğü görülmüştür. Acılıkta en yüksek puana 2.30 ortalama ile kontrol denemesi

sahip olmuştur. Asitlik bakımından incelendiğinde en yüksek asitlik puanını alan 4.91 ortalama ile *L. pentosus* ilavesiyle fermente edilen zeytinler olmuştur. Bu değeri kontrol ve *L. plantarum* ilavesiyle hazırlanan zeytinler takip etmiştir. Starter kültür ilavesiyle elde edilen zeytinlerin sertlikleri 4.91 ve 4.78 olarak belirlenirken spontan deneme zeytinleri daha yumuşak karakterde bulunmuştur. Genel tat beğenisinde en yüksek ortalama puanı *L. pentosus* ilaveli zeytinler almıştır. Tadı en az beğenilen ürün ise 5.68 ortalamayla spontan fermantasyonla elde edilen zeytinler olmuştur.

Genel kabul edilebilirlik değerinde ise en yüksek puanı *L. plantarum* ilaveli zeytinler almıştır. En az kabul edilebilir olarak bulunan örnek kontrol denemesinde elde edilen zeytinler olmuştur. Toplam olarak bakıldığında; tadı en fazla beğenilen ürün *L. plantarum* ilaveli zeytinler olurken, genel kabul edilebilirliği en yüksek ürün *L. pentosus* ilaveli zeytinler olmuştur. Ancak fermantasyon sonrası genel duyusal analiz sonuçları arasında istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde örnekler arasında önemli bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Zeytinlerin koku profil analizi sonuçlarına bakıldığında tüm örneklerde en baskın hissedilen koku salamura olmuştur. Diğer 13 koku ise düşük düzeylerde hissedilmiştir. Salamura kokusunun en fazla puan (6.64) aldığı örnek *L. pentosus* ilaveli fermantasyonla elde edilen zeytinler olurken, en az puan (5.88) aldığı örnek spontan fermantasyonlarla elde edilen zeytinler olmuştur. Kuru ot/bitki kokusu en fazla *L. pentosus* ilaveli örneklerde görülürken, sotelenmiş mantar kokusu *L. plantarum* ilaveli örneklerde daha fazla hissedilmiştir. Çiçeksi koku ise tüm örneklerde (0.19-0.25) düşük puan almıştır. Kişniş kokusu aşılamalı fermantasyonla elde edilen zeytinlerde daha fazla tespit edilmiştir. Odunsu (meşe fıçı) koku *L. plantarum* aşılamalı zeytinlerde sıfır puan alırken diğer örneklerde de düşük puan almıştır. Pişmiş sebze yani patates kokusu en fazla (1.84) *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde, en az (0.44) kontrol zeytinlerinde hissedilmiştir. Ceviz kokusu tüm örneklerde benzer bulunurken, toprak kokusu spontan denemede diğer örneklere oranla daha fazla hissedilmiştir. Kırmızı meyve kokusunda ise *L.*

pentosus ilaveli fermantasyon en düşük puanı almıştır. Sirke ve alkol kokularında kontrol denemesinden elde edilen zeytinler starter kültür ilaveli zeytinlere oranla daha yüksek puan alırken, balık kokusu çok düşük düzeyde sadece kontrol zeytinlerinde tespit edilmiştir. Peynir kokusu ise denemelerde benzer puan almış ancak en yüksek peynir kokusu kontrol denemesinde belirlenmiştir.

Fermantasyon işlemini tamamlayan zeytinler ayrıca tercih (sıralama) testine göre değerlendirilmiştir. 9 panelist tarafından yapılan değerlendirmede, panelistler örnekleri en çok beğendiklerinden en az beğendiklerine göre değerlendirmişlerdir. Panelistlerin değerlendirme sonuçları Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

Tercih (sıralama) testinde en az puan (12) alarak en fazla tercih edilen ürün *L. pentosus* ilaveli fermantasyondan elde edilen zeytinler olmuştur. 9 panelistten 6'sı ilk sırada *L. pentosus* aşılamalı zeytinleri tercih etmiştir. İkinci sırada ise 16 toplam puan alan *L. plantarum* ilaveli zeytinler bulunmaktadır. En az beğenilen ürün ise 26 puanla spontan fermantasyonla elde edilen zeytinler olmuştur.

Çizelge 4.11. Fermantasyon sonunda salamura zeytinlerin tercih (sıralama) testi sonuçları

Panelistler	**A**	**B**	**C**
1	3	1	2
2	3	2	1
3	3	2	1
4	3	2	1
5	3	1	2
6	3	2	1
7	3	1	2
8	3	2	1
9	2	3	1
Toplam	26*[b]	16*[a]	12*[a]

A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme
*$p<0.05$ düzeyinde önemli. Çizelgede aynı satırda aynı harflendirme yapılan değerler arasında istatistiksel açıdan fark yoktur.

Tercih (sıralama) testine bakıldığında panelistlerin starter kültür ilaveli zeytinleri daha fazla beğendikleri ortaya çıkmaktadır. Balatsouras ve ark (1983) ise kontrol denemesinin daha sert bir dokuya sahip olmasına rağmen aşılamalı denemelerin tat ve yeme kalitesi bakımından daha üstün olduklarını tespit etmişlerdir. Cosmai ve ark (2018), yaptıkları çalışmada aşılamalı denemelerde istenmeyen koku belirlemezken, kontrol denemesinde tespit etmişlerdir. En acı olan deneme yine kontrol olurken, kontrol denemesi aşılılara göre daha az zeytin aroması vermiştir. De Angelis ve ark (2015)'nın 90 günlük fermantasyondan sonra yaptıkları duyusal analizde kontrol örneklerinin gevrekliğinin ve zeytin aromasının düşük; acı ve asitlik değerlerinde en yüksek değeri aldığı belirtilmiştir. Hem doku profili analizi hem de duyusal değerlendirmede aşılı denemelerin tümünün panelistler tarafından daha beğenilir olduğunu ifade etmişlerdir.

Demir (2009), %4.5 ve %6 NaCl konsantrasyonunda spontan ve *L. plantarum* ile 1. ve 4. gün aşılamalı olarak yaptığı çalışmasında, en fazla beğenilen ürünün %4.5 salamuralı 4. gün aşılanan zeytinlerin olduğunu en az beğenilenin ise %6 salamuralı kontrol denemesinin olduğunu belirtmiştir.

Argyri ve ark (2014), %8 ve %10 NaCl ile hazırlanan salamuralarda *L. plantarum*, *L.pentosus* ve bu iki kültürün karışımıyla yaptıkları çalışmalarında; %8'lik salamurada ayrı ayrı *L. pentosus* ve *L. plantarum* aşılanmış fermantasyonların, ardından %10'luk salamurada *L. plantarum* aşılanmış fermantasyonun daha fazla tercih edildiğini belirtmişlerdir. %8 salamuralı kontrol denemesi asitlik ve acılık değerlerinde en düşük puanı almıştır. Aşılı denemeler ise daha sert olarak tespit edilmiştir. Grounta ve ark (2016), *L. pentosus* ile aşılanmış işlemden elde edilen zeytinlerin daha yüksek asitlik değerine sahip olduğunu; sertlik, liflilik, gevreklik, acılık ve tuzluluk oranlarının kontrol ve aşılamalı denemeler arasında bir fark göstermediğini ifade etmişlerdir. Kontrol denemelerinde şarap ve etanol kokusunun panelistler tarafından daha yoğun hissedildiğini belirtmişlerdir. Hurtado ve ark (2010), Arbequina zeytin kabuğundan izole edilen *C. diddensiae*, *L. plantarum* ve *L. pentosus* ile yaptıkları üretim

sonucundaki duyusal testte en beğenilen zeytinlerin LAB ile aşılanan zeytinler olduğunu, *C. diddensiae*'nin sofralık zeytinlerin duyusal özellikleri için faydalı olup olmadığının açık olmadığını belirtmişlerdir.

Marsilio ve ark (2005), LAB ile aşılanan zeytinlerin panelistler tarafından kendiliğinden fermantasyona uğrayan zeytinlere göre daha az acı ve daha aromatik olarak algılandığını, ancak sertlik açısından bir farklılık olmadığını tespit etmişlerdir. Blana ve ark (2014), %8 ve %10 NaCl ile hazırlanan salamuralarda *L. plantarum*, *L.pentosus* ve bu iki kültürün karışımıyla yaptıkları çalışmalarında; anormal fermantasyon kriterinde en yüksek puanı %8 salamuralı kontrol örneği alırken en düşük puanı %8 salamuralı *L. plantarum* ilaveli deneme almıştır. Asitlik değeri ise yine %8 NaCl içeren salamurada, en yüksek *L. pentosus* aşılı denemede en düşük karışım kültüründe belirlenmiştir. Marsilio ve ark (2006), 7 aylık fermantasyondan sonra yapılan duyusal değerlendirmede, aşılanan zeytinlerin yüksek bir koku yoğunluğuna, daha az acı tada ve iyi dokusal özelliklere sahip olduğunu; aşılanmamış olanların ise koku yoğunluğunun önemli derecede azaldığını ve daha acı tada sahip olduğu gözlemlemişlerdir. Randazzo ve ark (2018)'nın 6 farklı kültür ilavesiyle gerçekleştirdikleri çalışmalarında en yüksek genel beğenilirlik puanını *L. plantarum* UT 2.1+*L. paracasei* N24 suşları ile yapılan aşılama alırken en düşük puanı *L. pentosus* TH969 suşu ile aşılanan örnekler almıştır. Kontrol örnekleri en acı tada sahip zeytinler olarak bulunmuştur. Yaptığımız çalışmada da araştırmacılarla uyumlu sonuçlar elde edilmiş, starter kültür ilaveli zeytinler panelistler tarafından daha fazla beğeni toplamıştır.

4.8. Depolama Sırasında Fermente Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerindeki Değişim

Fermantasyonunu tamamlayan zeytinler +4°C'de 6 ay boyunca laklı tenekeler içerisinde depolamaya bırakılmıştır. Fermantasyonun bitiş noktasından alınan örnekler depolamada 0. ay olarak adlandırılmıştır. Depolamanın başlangıcında (0. ay), depolama süresinin ortasında (3. ay) ve depolamanın

bitişinde (6. ay) alınan örneklerde; zeytinlerin kilogramda tane sayısı, et/çekirdek oranı ve renk (L*, a*, b*, Hue, ΔC ve ΔE değerleri) ile ilgili fiziksel özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında en yüksek kg'da tane sayısına kontrol örneği (300 adet) sahipken tüm denemelerde 3. ayda bu sayı düşüş göstermiş ve 6. ayda ise artmıştır. Depolama sonunda spontan deneme 292.5, *L. plantarum* ve *L. pentosus* aşılamalı denemeler ise 280 adete ulaşmıştır. Bu sonuçlar tüm denemelerde depolama ile bin tane ağırlığının arttığını ve kg'daki tane sayısının azaldığını göstermektedir. Bu durumun zeytinlerin üzerindeki baskının kalkmasıyla ağırlığının artmasından dolayı ortaya çıktığı düşünülmektedir. Et/çekirdek oranı ise tüm örneklerde azalmış ve depolama sonunda kontrol örneğinde 4.69, *L. pentosus* ilaveli örnekte 5.03 ve *L. plantarum* ilaveli örnekte 5.12 değerine ulaşmıştır. Et/çekirdek oranındaki değişim; ürüne göre $p<0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Depolama süresince L* değerinde ürün ve haftalara göre az miktarlarda artış ve azalışlar gözlemlenmiş olsa da bu değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). 6. ayın sonunda L* değeri kontrol örneklerinde 38.23, *L. plantarum* aşılamalı örnek de 38.18 ve *L. pentosus* aşılamalı örnek de 38.39'a ulaşmıştır. Irmak (2015)'ın gerçekleştirdiği bir çalışmada L* değeri 6 ay depolama sonunda, vakum paketleme de 23.35 (%2 NaCl) ve 28.12 (%4 NaCl) değerlerine, modifiye atmosfer paketleme de (%60 N_2+%40 CO_2) 28.09 (%2 NaCl) ve 28.44 (%4 NaCl) değerlerinde belirlenmiştir. Çalışmamızda da bulunan değerler bu değerlerden daha yüksek olup, zeytinlerin daha açık renkli olduğunu göstermektedir.

Arroyo-Lopez ve ark (2005), taze ve depolanmış baharatlı zeytinlerin raf ömrü boyunca L* değerinde çok az bir değişme yaşandığını belirtmişlerdir. Romero-Gil ve ark (2016b) ise 63 günlük depolama süresinin sonunda 56'dan 59 değerine kadar yükselmiştir. Sanchez ve ark (2017) iki farklı pastörize edilebilir poşet ve camda İspanyol usulü zeytinleri 30°C'de 6.5 ay boyunca depolamışlardır.

Süre sonunda alüminyum kaplamalı polietilen torbalar cam ile aynı değeri verirken, polietilen torbaların L* değeri diğerlerine oranla oldukça düşük bulunmuştur. Romeo ve ark (2009), fermantasyondan sonra pastörize edilen ve farklı koşullarda depolanan ürünlerde L* değeri 48.76-54.39 arasında değişmiştir. Kontrol denemesi ise 53.79 değerinde bulunmuştur. Bu çalışmada da L* değeri depolama ile büyük bir fark göstermemiştir.

Çizelge 4.12. Depolama süresince kontrol ve aşılamalı zeytinlerin fiziksel özellikleri

	Spontan			*L. plantarum* aşılamalı			*L. pentosus* aşılamalı			F ürün	F ay	F üxay.
	0. Ay	3. Ay	6. Ay	0. Ay	3. Ay	6. Ay	0. Ay	3. Ay	6. Ay			
Kg'da Tane Sayısı	300.00±11.55	277.50±9.57	292.50±5.00	297.50±5.00	277.50±5.00	280.00±0.00	295.00±5.77	277.50±5.00	280.00±0.00	öd	***	öd
Et/Çekirdek Oranı	5.06±0.05^{de}	4.77±0.05^{f}	4.69±0.07^{fg}	5.27±0.05^{a}	5.21±0.02^{ab}	5.12±0.02^{cd}	5.15±0.03^{bc}	5.09±0.07^{cde}	5.03±0.05^{e}	***	***	***
L* Değeri	37.96±0.84	39.78±0.50	38.23±1.07	38.89±1.25	39.40±0.61	38.18±0.31	38.81±0.24	38.95±0.39	38.39±0.88	öd	*	öd
a* Değeri	8.87±0.58	7.16±0.91	7.54±0.35	8.58±0.67	7.27±0.73	6.94±0.08	8.74±0.57	7.20±0.36	7.21±0.63	öd	***	öd
b* Değeri	3.74±0.38^{bcd}	4.55±0.92^{b}	4.15±0.52^{bc}	4.19±0.38^{bc}	4.07±0.05^{bc}	5.56±0.38^{a}	3.06±0.64^{d}	3.65±0.52^{cd}	4.38±0.60^{bc}	**	***	*
Hue Değeri	22.91±2.93^{ef}	32.21±2.48^{b}	28.81±2.80^{bcd}	26.03±1.06^{de}	29.35±2.41^{bcd}	38.66±1.84^{a}	19.15±3.32^{f}	26.92±4.35^{cde}	31.39±5.56^{bc}	**	***	**
ΔC Değeri	9.63±0.48	8.49±1.25	8.29±0.56	9.55±0.75	8.34±0.63	8.86±0.35	9.27±0.68	8.09±0.12	6.49±2.83	öd	**	öd
ΔE Değeri	10.06±1.09	12.08±0.59	10.43±1.14	11.07±1.09	11.54±0.50	10.54±1.01	10.77±0.56	11.01±0.72	10.65±1.21	öd	*	öd

*p<0.05 düzeyinde önemli. **p<0.01 düzeyinde önemli. ***p<0.001 düzeyinde önemli. Öd: önemli değil (p>0.05). Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Depolama ile zeytinlerin a* değeri tüm denemelerde azalmış ve 6.94-7.54 aralığına gelmiştir. En yüksek a* değerini kontrol örnekleri verirken en düşük değeri *L. plantarum* aşılamalı örnek göstermiştir. Irmak (2015), çalışmasında farklı tuz oranlarında işlenen zeytinlerin a* değerleri, artış ve azalışlar göstererek 6. ayın sonunda vakum paketlemede 5.53 ve 6.38, modifiye atmosfer paketleme de ise 5.07 ve 6.43'e ulaşmıştır. Romeo ve ark (2009), çalışmalarında a* değerini kontrol denemesinde 1.75 olarak belirlerken farklı koşullarda depolamada 0.17-4.14 aralığında tespit etmişlerdir. Romero-Gil ve ark (2016b) ise 63 günlük depolama sonunda a* değerinin 0.5'ten 3.5'e yükseldiğini belirtmişlerdir. Sanchez ve ark (2017), 30°C'de 6.5 ay depolama sonunda a* değerinin 3.3-6.2 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. En düşük değeri camda depolamada en yüksek değeri ise alüminyum kaplamalı polietilen torbalarda tespit etmişlerdir.

Depolama ile b* değeri kontrol denemesinde 3.74'ten 4.15'e, *L. plantarum* aşılamalı denemede 4.19'dan 5.56'ya ve *L. pentosus* aşılamalı denemede 3.06'dan 4.38'e yükselmiştir. Bu sonuç tüm zeytinlerde sarılığın arttığını belirtmektedir.

Irmak (2015), yaptığı çalışmada depolama ile b* değerinin artış azalışlar göstererek 1. ayda 6.91-7.70 aralığında, 6. ayda ise 8.38-10.95 aralığında değiştiğini belirtmiştir. Bu artış çalışmamız ile uyumlu bulunmuştur. Arroyo-Lopez ve ark (2005), taze ve depolanmış baharatlı zeytinlerin raf ömrü boyunca b* değerinde çok az bir değişme yaşandığını belirtmişlerdir. Romeo ve ark (2009), çalışmalarındaki b* değerinin 31.52-35.63 arasında değiştiğini ve uygulanan depolama koşullarından etkilendiğini bildirmişlerdir. Sanchez ve ark (2017) ise yeşil zeytinlerin depolama sonundaki b* değerini cam ve alüminyum kaplamalı polietilen torbalarda 35.9 ve polietilen torbalarda 23.5 olarak tespit etmişlerdir.

Renk tonunu ifade eden Hue değeri kontrol denemesinde 22.91'den 28.81'e, *L. plantarum* ilaveli denemede 26.03'den 38.66 'ya ve *L. pentosus* ilaveli denemede ise 19.15'den 31.39'a yükselmiştir. Tüm zeytinlerde renk tonunun kırmızıdan sarılığa değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Romero-Gil ve ark (2016b), yeşil zeytinlerde Hue değerinin 63 gün depolamanın sonunda 88°'den 85°'e

düştüğünü belirtmişlerdir. Denemelerdeki ΔC değerleri depolama sonunda tüm örneklerde düşüş göstermiştir. 6. ay sonunda bu değer 6.49-8.86 aralığına ulaşmıştır. ΔC değerinin azalması zeytinlerin koyulaştığını göstermiştir. Renk farklılığını gösteren ΔE değeri ise kontrol denemesinde 10.06'dan 10.43'e çıkarken *L. plantarum* aşılamalı denemelerde 11.07'den 10.54'e ve *L. pentosus* aşılamalı denemede ise 10.77'den 10.65'e düşüş göstermiştir. Bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Depolama süresince zeytinlerin %kuru madde, %indirgen şeker, %yağ ve oleuropein absorbansı belirlenmiştir. Elde edilen yağın ise yağ asitleri kompozisyonu belirlenmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.13'de belirtildiği gibidir.

Depolama ile zeytinlerin %kuru madde miktarında düşüş tespit edilmiştir. Kontrol örneklerinde başlangıçta 39.83 olan %kuru madde değeri 6 ayın sonunda 39.47'ye, *L. plantarum* aşılamalı denemede 41.28'den 40. 99'a ve *L. pentosus* aşılamalı denemede 41.98'den 41.52 değerine düşüş göstermiştir.

Irmak (2015)'ın çalışmasında %2 NaCl ile işlenen ve vakum ambalaj ile paketlenen zeytinlerde %kuru madde değeri 1. ayda 49.80 ve 8. ayda 43.48 olarak bulunmuştur. %4 NaCl ile işlemede ise bu değer 1. ay 48.20'den 8. ay 43.96'ya düşüş göstermiştir. Kuru madde oranındaki bu düşüş modifiye atmosfer paketlemede de tespit edilmiştir. Irmak (2015)'ın sonuçları çalışmamız ile uyumlu bulunmuştur.

Depolama işlemi sonunda zeytinlerdeki indirgen şeker oranı starter kültür ilaveli denemelerde %0.04 ve spontan denemede %0.07 olarak belirlenmiştir. *L. pentosus* ilaveli denemede indirgen şeker oranı değişmezken, diğer denemelerde %0.01'lik bir azalma tespit edilmiştir.

Irmak (2015)'ın çalışmasında ise bu değer tüm depolama koşullarında düşüş göstermiş ve 8. ayın sonunda %0.20-0.34 aralığına ulaşmıştır. Bu düşüş çalışmamız ile uyumluluk göstermektedir. Romero-Gil ve ark (2016b)'nın 63 günlük depolama çalışmasında salamuradaki şeker oranı ilk ay değişim göstermezken daha sonra kademeli olarak azalmıştır.

Oleuropeinin gösterdiği absorbans depolama süresince azalmıştır. Spontan fermente edilen örneklerde bu değer 0.12'den 0.09'a, *L. plantarum* ilave edilerek fermente edilen örneklerde 0.09'dan 0.007'ye ve *L. pentosus* ilave edilerek fermente edilen örneklerde 0.08'den 0.006'ya düşmüştür. Bu azalış oleuropeinin depolama sırasında da suda hidroliz oluşuna bağlanmıştır. Irmak (2015)'ın çalışmasında ise oleuropeinin gösterdiği absorbans %2 NaCl ile işlenmiş ve vakum paketlenmiş örneklerde 1. ay 0.49 iken 6. ay 0.38, modifiye atmosferde paketlenmiş örneklerde 1. ay 0.54 iken 6. ay 0.38 bulunmuştur. %4 NaCl ile işlenmiş ve vakum paketlenmiş örneklerde oleuropein absorbansı 1. ay 0.48 iken 6. ay 0.37, modifiye atmosferde paketlenmiş örneklerde 1. ay 0.45 iken 6. ay 0.32 olarak tespit edilmiştir. Oleuropeinin gösterdiği absorbans düşüşü çalışmamız ile uyumlu olsa da bulunan sonuçlar çalışmamıza göre yüksektir.

Depolama ile %yağ miktarında istatistiksel olarak önemli olmayan bir düşme belirlenmiştir. Spontan denemede depolamanın başlangıcında 28.68 olan yağ yüzdesi depolama sonunda 29.54 olarak tespit edilmiştir. %Yağ miktarı *L. plantarum* ilave edilerek fermente edilen örneklerde 28.73'den 28.55'e ve *L. pentosus* ilave edilerek fermente edilen örneklerde 28.41'den 28.22'ye düşüş göstermiştir.

Depolama işlemi ile yağ asidi kompozisyonunda da değişiklikler tespit edilmiştir. Oleik asit oranı tüm örneklerde artış göstermiştir. Spontan fermente edilen örneklerde bu oran 67.44'den 71.52'ye, *L. plantarum* ile aşılanan örneklerde 67.54'den 73.26'ya ve *L. pentosus* ile aşılanan örneklerde 68.54'den 74.99'a yükselmiştir. Irmak (2015) ise bu değeri 8 ay depolama sonunda vakum ve modifiye atmosfer paketlemede %74.3-74.99 aralığında belirlemiştir. Palmitik asit oranı ise tüm yağlarda azalmıştır. Kontrol denemede bu oran %16.58'den %14.16'ya, *L. plantarum* aşılamalı örnekte %16.49'dan %14.34'e ve *L. pentosus* aşılamalı örnekte %16.01'den %13.91'e düşüş göstermiştir. Irmak (2015) ise 8. ay sonunda palmitik asit oranını %12.47-13.05 aralığında belirlemiştir.

Çizelge 4.13. Depolama süresince kontrol ve aşılamalı denemelerde zeytinlerin ve salamuranın kimyasal özellikleri

	Spontan			*L. plantarum* aşılamalı			*L. pentosus* aşılamalı					
	0. Ay	3. Ay	6. Ay	0. Ay	3. Ay	6. Ay	0. Ay	3. Ay	6. Ay	F ürün	F ay	F ürxay
KM (%)	39.83±0.31^{c}	39.70±0.23^{c}	39.47±0.44^{c}	41.28±0.39^{ab}	40.97±0.54^{b}	40.99±0.56^{b}	41.98±0.28^{a}	41.85±0.70^{a}	41.52±0.43^{ab}	***	öd	öd
İnd şeker (%)	0.08±0.00^{a}	0.07±0.00^{b}	0.07±0.00^{b}	0.05±0.00^{c}	0.05±0.00^{c}	0.04±0.00^{c}	0.04±0.00^{d}	0.04±0.00^{d}	0.04±0.00^{d}	***	***	*
Oleuropein (Absorbans)	0.12±0.01^{a}	0.10±0.01^{b}	0.09±0.00^{c}	0.09±0.00^{d}	0.08±0.00^{de}	0.07±0.00^{f}	0.08±0.01^{e}	0.06±0.00^{f}	0.06±0.00^{g}	***	***	öd
Yağ (%)	28.68±0.40	28.29±0.26	28.54±0.25	28.73±0.11	28.62±0.37	28.55±0.25	28.41±0.26	28.75±0.30	28.22±0.26	öd	öd	öd
Majör Yağ Asitleri (yağ asitleri içerisindeki %)												
Palmitik asit	16.58±0.32^{a}	14.75±0.10^{c}	14.16±0.06^{de}	16.49±0.23^{a}	16.79±0.13^{a}	14.34±0.42^{d}	16.01±0.43^{b}	16.01±0.06^{b}	13.91±0.20^{e}	***	***	***
Palmitoleik asit	1.51±0.36^{cd}	1.77±0.05^{abc}	1.33±0.23^{d}	1.85±0.03^{ab}	2.04±0.03^{a}	1.02±0.18^{e}	1.70±0.13^{bc}	1.31±0.05^{d}	0.98±0.19^{e}	**	***	***
Stearik asit	2.69±0.06^{b}	2.39±0.06^{c}	2.13±0.05^{d}	2.74±0.08^{ab}	2.60±0.08^{b}	1.94±0.02^{e}	2.86±0.04^{a}	2.34±0.05^{c}	1.63±0.27^{f}	**	***	***
Oleik asit	67.44±0.26^{f}	67.78±0.18^{g}	71.52±0.84^{c}	67.54±0.11^{f}	68.35±0.14^{e}	73.26±0.28^{b}	68.54±0.35^{e}	69.73±0.32^{d}	74.99±0.20^{a}	***	***	***
Linoleik asit	9.39±0.32	8.23±0.55	8.92±0.57	9.25±0.11	9.04±0.05	8.78±0.40	9.06±0.06	9.73±0.03	7.87±0.51	öd	***	***
Linolenik asit	0.74±0.01^{b}	0.71±0.03^{b}	0.45±0.06^{d}	0.80±0.05^{a}	0.52±0.02^{c}	0.33±0.04^{e}	0.80±0.02^{a}	0.43±0.03^{d}	0.03±0.01^{f}	***	***	***
Minör Yağ Asitleri (yağ asitleri içerisindeki %)												
Margarik asit	0.05±0.04	0.03±0.03	0.00±0.00	0.01±0.01	0.02±0.02	0.00±0.00	0.03±0.02	0.00±0.00	0.00±0.00	öd	**	öd
Heptadesenoik asit	0.11±0.11	0.02±0.02	0.02±0.03	0.20±0.01	0.03±0.05	0.00±0.00	0.20±0.02	0.04±0.03	0.00±0.00	öd	***	öd
Araşidik asit	0.18±0.04^{ab}	0.10±0.02^{bc}	0.05±0.10^{cd}	0.25±0.10^{a}	0.12±0.03^{bc}	0.00±0.00^{d}	0.11±0.04^{bc}	0.09±0.01^{c}	0.00±0.00^{d}	*	***	öd
SFA	19.49±0.42^{a}	17.26±0.11^{d}	16.33±0.11^{e}	19.48±0.28^{a}	19.52±0.22^{a}	16.28±0.44^{e}	19.01±0.44^{b}	18.43±0.08^{c}	15.54±0.16^{f}	***	***	***
MUFA	69.06±0.40^{g}	69.56±0.16^{f}	72.87±0.59^{c}	69.58±0.10^{f}	70.41±0.11^{e}	74.28±0.21^{b}	70.43±0.48^{e}	71.07±0.32^{d}	75.97±0.03^{a}	***	***	***
PUFA	10.13±0.32	8.94±0.53	9.37±0.59	10.05±0.15	9.56±0.07	9.11±0.38	9.86±0.08a	10.15±0.05	7.90±0.52	öd	***	***

*p<0.05 düzeyinde önemli. **p<0.01 düzeyinde önemli. ***p<0.001 düzeyinde önemli. Öd: önemli değil (p>0.05). Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma.

Linoleik asit oranı da tüm denemelerde düşüş göstermiş ancak bu düşüş istatistiksel olarak ürün bazında önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama başlangıcında bu oran %9.06-9.39, depolama sonunda ise %7.87-8.92 aralığında değişmiştir. Irmak (2015)'da 8 ay depolama sonunda %6.03-6.62 aralığında linoleik asit belirlemiştir. Stearik asit oranı da 3 örnekte de azalmış ve %1.63-2.13 aralığına ulaşmıştır. En yüksek steraik asit oranını spontan fermantasyonla elde edilen yağ gösterirken en düşük oranı *L. pentosus* ilave edilmiş fermantasyonla elde edilen yağ göstermiştir. Irmak (2015)'ın çalışmasında da stearik asit oranı depolama süresince azalmış ve %2.98-3.15 aralığına ulaşmıştır. Palmitoleik asit oranı da tüm örneklerde depolama sonunda azalmış ve %0.98-1.33 aralığında bulunmuştur. Steraik asit oranında olduğu gibi en yüksek değeri spontan denemeden elde edilen yağ, en düşük değeri de *L. pentosus* ilaveli denemeden elde edilen yağ vermiştir. Linolenik asit oranı da depolama boyunca düşüş göstermiştir. En fazla düşüşü %0.80'den %0.03'e gerileyen *L. pentosus* ilaveli deneme göstermiştir. 6 ay sonunda bu değer kontrol denemesinde %0.45 ve *L. plantarum* ilaveli denemede %0.33 olarak belirlenmiştir. Irmak (2015) ise 8 ay sonunda linolenik asit oranını %0.56-0.64 aralığında bildirmiştir.

Minör yağ asitlerinden araşidik asit ve heptadesenoik asit oranı ise depolama ile düşüş göstermiş ve depolama süresi sonunda starter kültür ilave edilen örneklerden ekstrakte edilen yağlarda tespit edilememiştir. Kontrol denemesinde ise %0.05 araşidik asit ve %0.02 heptadesenoik asit belirlenmiştir. Margarik asit ise 6 ay sonunda hiçbir örnekte tespit edilememiştir.

Doymuş yağ asitleri oranı depolama başlangıcında %19.01-19.49 aralığında değişirken 6 ay sonunda %15.54-16.33 değerlerine düşmüştür. En yüksek doymuş yağ asitleri oranını kontrol denmesi gösterirken en yüksek oranı ise *L. pentosus* ilaveli deneme göstermiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinin oranı ise tüm denemelerde depolama süresince artış göstermiş ve kontrol örneklerinde %72.87, *L. plantarum* ilaveli denemede %74.28, *L. pentosus* ilaveli denemede %75.97 olarak tespit edilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin oranı da doymuş

yağ asitleri oranı gibi düşüş göstermiş ancak sonuçlar ürün bazında istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Depolama süresi sonunda kontrol denemesi %9.37, *L. plantarum* ilaveli deneme %9.11 ve *L. pentosus* ilaveli deneme %7.90 çoklu doymamış yağ oranı göstermiştir.

4.9. Depolama Sırasında Fermente Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Aroma Bileşimindeki Değişim

Aroma maddelerinin tanımlanmasında kütle spektroskopisinin kütüphanesi (MS), aroma maddeleri standartları (Std) ve alıkonma indisi (LRI) değerlerinden faydalanılmıştır. Depolama süresince zeytinlerde tespit edilen aroma maddeleri Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Depolama süresinin başlangıcında zeytin örneklerinde 9 farklı aroma bileşiği sınıfından kontrol örneğinde 43, aşılı denemelerde ise 42 aroma maddesi tespit edilirken bu sayı 3 aylık depolama sonunda 40'a, 6 aylık depolama sonunda ise kontrol denemesinde 35'e aşılı denemelerde 37'ye düşmüştür. Depolama işlemi sonunda kontrol denemesiyle elde edilen zeytinlerde 9 alkol, 8 fenol, 7 uçucu asit, 3 ester, 2 aldehit, 2 lakton, 1 hidrokarbon, 1 terpen ve 2 diğer bileşen belirlenirken aşılamalı denemelerden elde edilen zeytinlerde 11 alkol, 10 uçucu asit, 8 fenol, 3 ester, 3 aldehit/keton, 2 lakton, 1 hidrokarbon, 1 terpen ve 2 diğer bileşen tespit edilmiştir.

Tüm örneklerde bu miktarın en büyük kısmını asitler oluştururken onu alkoller ve fenoller takip etmiştir. Kontrol numunesinde 3 aylık depolama işlemi sonunda toplam 2180.16 µg/kg aroma maddesi belirlenirken, 6. ayda 1503.98 µg/kg'a düşmüştür. *L. plantarum* ilave edilmiş zeytinlerde ise 3. ayda 2204.05 µg/kg, 6. ayda ise 1551.64 µg/kg aroma maddesi tespit edilmiştir. *L. pentosus* ilave edilmiş zeytinlerde ise 1973.37 µg/kg ve 1341.30 µg/kg olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Depolama süresince zeytinlerin aroma bileşenleri (µg/kg)

	Spontan			*L. plantarum* ilaveli			*L. pentosus* ilaveli			F ürün	F ay	F ürxay
	0. ay	3. ay	6. ay	0. ay	3. ay	6. ay	0. ay	3. ay	6. ay			
Uçucu Asitler												
Asetik asit	1575.04±18.96^{g}	1055.88±8.94^{c}	510.49±2.35^{f}	1444.45±23.09^{h}	962.43±14.06^{d}	483.70±2.55^{a}	1044.99±6.21^{c}	661.18±10.95^{a}	234.82±1.01^{b}	***	***	***
Propanoik asit	55.08±1.35^{c}	23.23±0.38^{f}	11.83±0.65^{i}	66.21±0.71^{b}	32.74±0.54^{e}	15.75±0.81^{h}	70.62±0.31^{a}	40.78±0.61^{d}	20.09±0.67^{g}	***	***	***
2-Metil propanoik asit	36.90±0.37^{de}	41.84±0.49^{b}	46.25±0.29^{a}	28.81±0.12^{g}	34.68±0.57^{d}	38.66±0.48^{c}	25.34±0.87^{f}	30.57±4.62^{e}	36.97±0.15^{cd}	***	***	öd
Bütanoik asit	73.75±2.17^{a}	154.65±9.54^{b}	222.68±2.60^{g}	45.63±2.02^{f}	89.13±1.51^{d}	157.83±3.35^{b}	42.89±0.78^{f}	84.81±0.79^{d}	141.09±1.96^{c}	***	***	***
Pentanoik asit	15.48±0.11^{d}	17.56±0.44^{b}	18.90±0.32^{a}	12.98±0.67^{g}	16.10±1.16^{cd}	16.77±0.20^{c}	12.32±0.54^{h}	15.33±0.46^{d}	16.15±0.14^{cd}	***	***	öd
Hekzanoik asit	35.82±0.57^{c}	40.12±0.88^{b}	45.13±1.21^{a}	20.92±0.72^{g}	24.29±0.53^{f}	29.57±0.62^{d}	20.64±0.61^{g}	23.57±0.65^{f}	27.12±0.62^{e}	***	***	**
3,5,5 Trimetilhekzanoik asit	1.14±0.08^{a}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00$_{b}$	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	***	***	***
Oktanoik asit	1.84±0.10^{d}	0.88±0.08^{e}	0.00±0.00^{f}	2.87±0.05^{a}	2.39±0.12^{b}	2.13±0.06^{c}	2.92±0.02^{a}	2.44±0.21^{b}	2.17±0.08^{c}	***	***	***
Dekanoik asit	3.30±0.08^{ef}	1.79±0.09^{g}	1.43±0.12^{h}	5.22±0.08^{b}	3.65±0.07^{d}	3.21±0.14^{f}	5.45±0.16^{a}	4.07±0.09^{c}	3.44±0.06^{e}	***	***	öd
Alkoller												
3-Penten-2-ol	194.52±3.78^{f}	203.48±4.22^{de}	207.60±4.33^{cd}	200.59±2.69^{e}	208.38±1.75^{bcd}	213.08±3.35^{a}	207.74±2.44^{cd}	211.86±3.21^{abc}	216.83±3.48^{a}	***	***	öd
3-Metil-1-bütanol	27.05±1.32^{e}	23.92±1.05^{f}	22.19±1.58^{g}	44.44±0.49^{b}	38.79±1.63^{c}	36.21±1.59^{d}	46.61±2.16^{a}	39.73±1.32^{c}	37.88±0.89^{cd}	***	***	*
1-Dodekanol	23.67±1.94^{d}	17.89±0.58^{f}	15.30±2.31^{g}	31.56±1.63^{a}	25.81±0.88^{c}	20.71±1.19^{e}	28.24±0.76^{b}	24.32±1.02^{cd}	21.32±0.75^{e}	***	***	öd
2-Hekzanol	40.68±0.88^{bc}	40.61±0.67^{bc}	39.17±0.72^{c}	41.94±1.12^{b}	41.13±1.44^{bc}	39.47±0.97^{c}	45.23±2.26^{ac}	42.56±2.19^{b}	40.84±2.03^{bc}	***	***	öd
1-Hekzanol	8.92±0.27^{b}	3.33±0.49^{gh}	1.12±0.18^{jl}	11.74±1.21^{a}	3.87±0.36^{d}	1.64±0.12^{hi}	12.38±1.36^{a}	5.64±0.79^{c}	2.57±0.27^{ef}	***	***	**
(Z)-3-Hekzen-1-ol	7.74±0.88^{c}	2.68±0.20^{ef}	0.00±0.00^{f}	9.47±1.40^{b}	3.12±0.09^{e}	0.15±0.04^{f}	10.69±0.40^{a}	4.32±0.61^{d}	0.46±0.10^{f}	***	***	**
3-Oktanol	6.65±0.19^{b}	5.98±0.39^{d}	5.41±0.54^{e}	8.46±0.24^{a}	6.46±0.35^{bc}	5.90±0.27^{d}	8.04±0.16^{a}	6.15±0.16^{cd}	5.87±0.17^{d}	***	***	***
2,3-Bütandiol	24.83±0.75^{c}	11.76±0.35^{jk}	7.51±0.49^{kl}	32.19±0.45^{b}	18.50±1.01^{g}	12.74±1.10^{hi}	37.29±0.30^{a}	23.97±0.09^{cd}	16.95±0.25^{fg}	***	***	***
1,2-Propandiol	3.59±0.35^{g}	0.85±0.05^{ij}	0.00±0.00^{j}	1.10±0.10^{hi}	0.00±0.00^{j}	0.00±0.00^{j}	0.68±0.11^{ij}	0.00±0.00^{j}	0.00±0.00^{j}	***	***	***
2-Bütoksietanol	10.08±1.02^{c}	2.77±0.15^{ef}	0.00±0.00^{g}	13.23±0.64^{b}	4.15±0.52^{de}	0.00±0.00^{g}	14.60±0.78^{a}	4.99±0.43^{d}	0.00±0.00^{g}	***	***	***

Çizelge 4.14'ün devamı

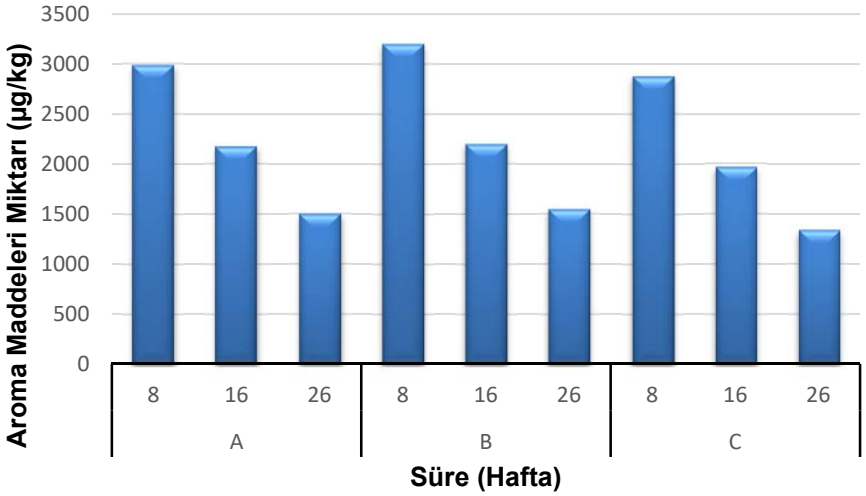
Benzil alkol	103.57±1.72^{c}	36.65±1.37^{f}	13.64±1.01^{i}	114.80±0.59^{b}	43.49±2.21^{e}	18.12±1.13^{h}	126.10±3.83^{a}	52.14±1.64^{d}	23.27±0.75^{g}	***	***	***
Feniletil alkol	133.26±2.54e	106.11±2.25g	82.02±2.06h	171.85±3.53b	146.60±1.27d	125.37±3.24f	183.73±3.58a	153.83±2.29c	130.05±3.12e	***	***	öd
Aldehitler/Ketonlar												
(E)-2-Dekanal	13.48±1.00^{e}	8.37±1.04^{f}	4.57±0.25^{g}	20.19±0.72^{b}	9.63±0.31^{e}	8.18±0.53^{f}	22.08±0.50^{a}	11.70±1.06^{d}	9.50±0.59^{e}	***	***	***
3-Hidroksi-2-bütanon	112.35±11.62^{b}	48.61±1.94^{c}	6.82±1.04^{g}	266.87±16.18^{a}	33.85±0.80^{d}	14.45±2.68^{e}	276.35±11.84^{a}	41.22±1.63^{cd}	17.09±1.88^{e}	***	***	***
4-Hidroksi-4-metil-2-pentanon	106.76±6.14c	42.61±1.80f	15.32±1.10i	124.39±3.79b	81.21±0.56e	26.44±0.54h	146.31±4.60a	94.69±1.23d	35.84±0.61g	***	***	***
Esterler												
2-Hidroksi-metil propanoat	1.94±1.81^{b}	16.96±1.75^{b}	5.91±0.82^{g}	26.90±0.19^{a}	15.48±0.76^{c}	4.82±0.23^{g}	15.03±0.73^{c}	8.02±0.42^{d}	2.18±0.29^{f}	***	***	***
2-Hidroksi-etil propanoat	16.39±2.01^{bc}	7.65±1.17^{e}	3.62±0.83^{f}	24.78±2.94^{a}	16.08±1.28^{c}	3.08±0.92^{f}	18.83±1.86^{b}	13.44±2.59^{d}	2.66±0.46^{f}	***	***	***
Bis(2-metilpropil) benzen-1,2-dikarboksilat	5.35±0.22^{b}	3.31±0.20^{d}	2.75±0.22^{g}	6.71±0.25^{a}	4.47±0.30^{c}	3.55±0.22^{d}	6.63±0.10^{a}	4.30±0.26^{c}	3.56±0.19^{d}	***	***	öd
Hidrokarbonlar												
1-Metil-3-(1'-metilsiklopropil) siklopenten	15.28±0.39^{c}	10.05±0.59^{d}	3.56±0.22^{f}	18.37±0.54^{ab}	12.33±0.78^{d}	4.77±0.53^{ef}	20.68±0.56^{a}	17.04±5.21^{bc}	6.74±0.24^{e}	***	***	öd
Fenoller												
Gaiakol	27.32±0.88^{d}	17.79±0.64^{g}	11.96±0.38^{h}	31.18±0.69^{b}	23.55±0.80^{e}	15.47±0.79^{h}	39.0±1.11^{a}	29.37±0.76^{c}	21.33±1.05^{f}	***	***	**
Fenol, 2,6-bis (1,1-dimetiletil)-4-metil	11.51±1.40^{d}	8.64±0.11^{e}	4.75±0.45^{g}	18.96±0.22^{b}	11.35±0.75^{d}	6.38±0.42^{f}	20.37±0.34^{a}	14.16±0.56^{c}	7.91±0.45^{e}	***	***	***
Kreosol	185.23±1.98^{b}	159.31±0.84^{e}	148.67±0.57^{f}	196.45±3.23^{a}	175.16±1.51^{c}	164.41±1.59^{d}	195.09±2.36^{a}	177.42±2.55^{c}	164.37±6.45^{d}	***	***	öd
Fenol	4.58±0.24^{c}	2.75±0.13^{g}	2.09±0.09^{g}	5.59±0.33^{b}	3.82±0.40^{d}	2.77±0.13^{g}	7.55±0.10^{a}	5.72±0.40^{b}	3.60±0.51^{d}	***	***	***
p-Kresol	6.68±0.23^{c}	5.75±0.14^{f}	5.14±0.11^{g}	7.98±0.17^{a}	6.53±0.08^{cd}	6.18±0.09^{e}	7.47±0.07^{b}	6.43±0.07^{d}	6.19±0.10^{e}	***	***	***
4-Etilfenol	15.19±0.82^{d}	12.01±0.80^{f}	9.67±0.59^{g}	18.94±0.32$_{b}$	14.67±0.32^{de}	11.90±0.47^{f}	20.73±0.65^{a}	16.90±0.54^{c}	13.86±0.21^{e}	***	***	öd

Çizelge 4.14'ün devamı

di-t-bütil-fenol	2.11±0.09^{a}	1.82±0.12^{c}	0.83±0.06^{g}	1.91±0.05^{b}	0.85±0.06^{g}	0.00±0.00^{g}	1.61±0.06^{d}	0.51±0.06^{f}	0.00±0.00^{g}	***	***	***
2,4-Dimetoksi-3-metil-fenol	2.74±0.10^{b}	1.22±0.08^{d}	0.00±0.00^{e}	3.13±0.06^{a}	1.50±0.06^{c}	0.00±0.00^{e}	3.17±0.06^{a}	1.49±0.07^{c}	0.00±0.00^{e}	***	***	***
2,6-Dimetoksi-4-metil-fenol	5.01±0.15^{a}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}	3.42±0.13^{c}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}	3.65±0.16^{b}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}	***	***	***
Vanilin	0.82±0.07^{c}	0.00±0.00^{e}	0.00±0.00^{e}	2.22±0.10^{a}	1.11±0.03^{b}	0.66±0.13^{d}	2.32±0.14^{a}	1.22±0.02^{b}	0.67±0.11^{d}	***	***	***
Tyrosol	7.92±0.30^{b}	4.60±0.40^{d}	2.73±0.12^{f}	10.70±0.40^{a}	6.44±0.13^{c}	3.47±0.13^{e}	10.79±0.22^{a}	6.56±0.22^{c}	3.47±0.16^{e}	***	***	***
Terpenler												
(E,E)-α- Farnesen	21.09±0.98^{ef}	12.26±0.98^{g}	14.15±18.38^{g}	46.25±3.07^{ab}	35.93±1.37^{cd}	27.04±0.58^{de}	51.53±0.82^{a}	39.69±0.92^{bc}	30.29±1.59^{cde}	***	***	öd
Laktonlar												
Δ-Nonalakton	3.69±0.36^{d}	1.76±0.33^{e}	0.76±0.18^{g}	5.89±0.54^{b}	3.33±0.29^{d}	1.25±0.10^{f}	9.42±0.53^{a}	5.22±0.24^{c}	2.21±0.13^{e}	***	***	***
Diğerleri												
Dimetil sülfoksit	22.52±0.96^{d}	15.65±0.49^{f}	7.77±0.39^{i}	26.41±0.57^{b}	21.01±0.73^{e}	9.92±0.65^{h}	29.84±1.08^{a}	24.10±0.37^{c}	13.12±1.02^{g}	***	***	**
N-Metil Benzenamin	8.92±0.85^{f}	7.06±0.33^{g}	2.24±0.14^{h}	32.12±0.98^{b}	20.04±1.29^{d}	15.89±2.04^{e}	33.97±1.39^{a}	21.91±0.44^{d}	18.82±0.59^{d}	***	***	***

*p<0.05 düzeyinde önemli. **p<0.01 düzeyinde önemli. ***p<0.001 düzeyinde önemli. Öd: önemli değil (p>0.05). Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Çizelgede aynı satırda harflendirme yapılmayan değerler ürün bazında istatistiksel açıdan önemsizdir. ± standart sapma

Depolama işlemi ile kontrol grubunda 3,5,5 trimetilhekzanoik asit (3. ayda), oktanoik asit (6. ayda), (Z)-3-hekzen-1-ol (6. ayda), 1,2-propandiol (6. ayda), 2-bütoksietanol (6. ayda), 2,4-dimetoksi-3-metil-fenol (6. ayda), 2,6-dimetoksi-4-metil-fenol (3. ayda), vanilin (3. ayda) bileşikleri tamamen yok olmuştur. Starter kültür ilaveli denemelerde ise tespit edilemeyen bileşikler; 1,2-propandiol (3. ayda), 2-bütoksietanol (6. ayda), di-t-bütil-fenol (6. ayda), 2,4-dimetoksi-3-metil-fenol (6. ayda), 2,6-dimetoksi-4-metil-fenol (3. ayda) olmuştur. Depolama süresinde sofralık zeytinlerin aroma maddeleri miktarındaki değişim Şekil 4.14'de, aroma bileşiği sınıflarına göre toplam miktar ise Çizelge 4.15'de belirtilmiştir.



Şekil 4.14. Depolama süresince aroma bileşenleri miktarındaki değişim

Depolanmış zeytinlerin aromasına katkı yapan aroma maddelerinin oranı Çizelge 4.16'da verilmiştir. Buna göre en büyük oranı asitler göstermiştir. Uçucu asitlerin oranı depolama süresince azalsa da en büyük oran kontrol zeytinlerinde tespit edilmiştir. Bu yükseklik kontrol denemesinin yüksek miktarda asetik asit içermesinden kaynaklanmaktadır. Alkollerde ve fenollerin oranı depolamayla artış

gösterirken en yüksek oran *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde belirlenmiş olup bunu *L. plantarum* ilaveli ve kontrol zeytinleri takip etmiştir. Depolama süresiyle aldehitlerin/ketonların, esterlerin ve hidrokarbonların oranları azalırken; fenollerin, terpenlerin ve laktonların oranları artmıştır.

Çizelge 4.15. Depolama süresince sofralık zeytinlerin aroma bileşenleri miktarı (µg/kg)

	Spontan			***L. plantarum* aşılamalı**			***L. pentosus* aşılamalı**		
	0. Ay	3. Ay	6. Ay	0. Ay	3. Ay	6. Ay	0. Ay	3. Ay	6. Ay
Asitler	1798.35	1335.95	856.71	1627.09	1165.41	747.62	1225.17	862.75	481.85
Alkoller	584.56	456.03	393.96	681.37	540.3	473.39	721.33	569.51	496.04
Aldehitler/Ketonlar	232.59	99.59	26.71	411.45	124.69	49.07	444.74	147.61	62.43
Esterler	38.68	27.92	12.28	58.39	36.03	11.45	40.49	25.76	8.4
Hidrokarbonlar	15.28	10.05	3.56	18.37	12.33	4.77	20.68	17.04	6.74
Fenoller	269.11	213.89	185.84	300.48	244.98	211.24	308.19	259.78	221.4
Terpenler	21.09	12.26	14.15	46.25	35.93	27.04	51.53	39.69	30.29
Laktonlar	3.69	1.76	0.76	5.89	3.33	1.25	9.42	5.22	2.21
Diğerleri	31.44	22.71	10.01	58.53	41.05	25.81	63.81	46.01	31.94
Toplam	2994.79	2180.16	1503.98	3207.82	2204.05	1551.64	2885.36	1973.37	1341.3

Çizelge 4.16. Depolama süresince sofralık zeytinlerin aroma bileşenlerinin yüzde olarak dağılımı

	Spontan			***L. plantarum* aşılamalı**			***L. pentosus* aşılamalı**		
	0. Ay	3. Ay	6. Ay	0. Ay	3. Ay	6. Ay	0. Ay	3. Ay	6. Ay
Asitler	60.05	61.28	56.96	50.72	52.88	48.18	42.46	43.72	35.92
Alkoller	19.52	20.92	26.19	21.24	24.51	30.51	25.00	28.86	36.98
Aldehitler/Ketonlar	7.77	4.57	1.78	12.83	5.66	3.16	15.41	7.48	4.65
Esterler	1.29	1.28	0.82	1.82	1.63	0.74	1.40	1.31	0.63
Hidrokarbonlar	0.51	0.46	0.24	0.57	0.56	0.31	0.72	0.86	0.50
Fenoller	8.99	9.81	12.36	9.37	11.11	13.61	10.68	13.16	16.51
Terpenler	0.70	0.56	0.94	1.44	1.63	1.74	1.79	2.01	2.26
Laktonlar	0.12	0.08	0.05	0.18	0.15	0.08	0.33	0.26	0.16
Diğerleri	1.05	1.04	0.67	1.82	1.86	1.66	2.21	2.33	2.38

Zeytinlerdeki uçucu asitlerde miktarı en fazla olan bileşen tüm örneklerde asetik asit olmuştur. Bu bileşen depolama süresiyle azalırken 6. ayın sonunda en fazla kontrol zeytinlerinde belirlenmiştir. Asetik asidi tüm örneklerde bütanoik asit takip etmiştir. Kötü, ransit koku veren bu bileşik depolama ile artmış ve en yüksek (222.68 µg/kg) kontrol numunesinde belirlenmiştir. Uçucu asitlerin ürünlere göre istatistiksel olarak değişimi $p<0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Propanoik asit, ve dekanoik asit miktarları tüm örneklerde depolama ile azalmış ve süre sonunda en fazla *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde en az ise kontrol zeytinlerinde tespit edilmiştir. Oktanoik asit miktarı da zamanla düşüş göstermiş ve 6. ay

sonunda kontrol örneklerinde tespit edilememiştir. 2-metil propanoik asit ve hekzanoik asidin miktarları depolamayla artış göstermiş ve en fazla kontrol denemesinden elde edilen zeytinlerde tespit edilmiştir.

Bütün denemelerde alkoller sayıca en fazla olan aroma bileşeni grubu olmuştur. Tespit edilen alkoller arasında 3-penten-2-ol hariç diğer alkoller depolama ile azalmışlardır. Tüm örneklerde en fazla tespit edilen alkol bileşiği 3-penten-2-ol iken bu bileşiği feniletil alkol takip etmiştir. Tüm alkol bileşikleri en fazla *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde en az ise kontrol zeytinlerinde tespit edilmiştir. (Z)-3-hekzen-1-ol 6. ayda kontrol zeytinlerinde bulunamamışken diğerlerinde az miktarda belirlenmiştir. 1,2-propandiol ise kontrolde 6. ay sonunda starter kültür ilavelilerde 3. ay sonunda belirlenememiştir. 2-bütoksietanol ise tüm örneklerde 6. ay sonunda kaybolmuştur. Bütün örneklerde alkollerin depolama süresince gösterdiği değişim istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Depolama aşamasında tüm örneklerde yüksek miktarda (164.31-148.67 µg/kg) bulunan bileşik kreosol olmuştur ve en fazla *L. plantarum* ilaveli zeytinlerde en az ise kontrol zeytinlerinde tespit edilmiştir. Kreosolu gaiakol ve 4-etil fenol takip etmiştir. Tüm fenolik maddeler depolamayla düşüş göstermiş ve en fazla *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde belirlenmişlerdir. Di-t-bütil-fenol ise 6. ayda starter ilaveli denemelerde kaybolmuştur. 2,6-dimetoksi-4-metil-fenol depolama ile birlikte hiçbir örnekte tespit edilememiştir. Vanilin ise depolama ile sadece kontrol örneğinde kaybolmuştur. 2,4-dimetoksi-3-metil-fenol ise 6. ay depolama sonunda belirlenememiştir.

Fermantasyon süresince belirlenen 3 ester depolamada da tespit edilmiştir. Ancak hepsi depolama süresi ile birlikte azalmıştır. 2-hidroksi-metil-propanoat ve 2-hidroksi-etil-propanoat en fazla kontrol örneğinde bulunurken, bis (2-metilpropil) benzen-1,2-dikarboksilat aşılamalı örneklerde daha fazla miktarda tespit edilmiştir. (E)-2-dekanal aldehiti tüm denemelerde düşüş göstermiş ve süre sonunda 4.57-9.50 µg/kg aralığına ulaşmıştır. En fazla aşılamalı denemelerde belirlenmiştir. 3-

hidroksi-2-bütanon ketonu da depolama süresiyle ters orantılı olarak azalmış ve en fazla *L. pentosus* ilave edilmiş zeytinlerde belirlenmiştir.

Δ-nonalakton belirlenen tek lakton olup, Δ-nonalakton depolama birlikte azalmış ve en yüksek miktarı *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde tespit edilmiştir. Tespit edilen tek hidrokarbon olan 1-metil-3-(1'-metilsiklopropil) siklopenten, kontrol örneğinde 15.28 µg/kg'dan 3.56 µg/kg'a, *L. plantarum* ilaveli örnekte 18.37 µg/kg'dan 4.77 µg/kg'a ve *L. pentosus* ilaveli örnekte 20.68 µg/kg'dan 6.74 µg/kg'a kadar düşmüştür.

Terpen bileşiği olan (E,E)-α-farnesen ise depolama işlemi sonunda 30.29 µg/kg ile *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde en fazla bulunmuştur. Bunu 27.04 µg/kg ile *L. plantarum* ilaveli zeytinler ve 14.15 µg/kg ile kontrol zeytinleri takip etmiştir. Belirlenen diğer iki bileşik dimetil sülfoksit ve N-metil benzenamin olup miktarları depolama süresince azalmıştır. Bu bileşenler starter kültür ilaveli denemelerde daha fazla miktarlarda tespit edilmişlerdir.

Depolamanın aroma bileşenleri üzerindeki ürün bazında önemi tüm aroma bileşenleri için $p<0.001$ düzeyinde önemli olarak bulunmuş ve depolama ile birlikte aroma maddelerinin miktarının oldukça azaldığı tespit edilmiştir.

Sanchez ve ark (2017), İspanyol tipi işledikleri Manzanilla çeşidi zeytinleri 30°C'de 6.5 ay depolamışlardır. Bunun için cam, polietilen poşet ve polietilen üzerine alüminyum oksit kaplamalı poşet kullanmışlardır. Depolama sonucunda 43 uçucu bileşik belirlemişler ve bunların 36 sının depolama materyali ile değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamız ile uyumlu olarak dimetil sülfoksit, 1-hekzanol, (Z)-3-hekzen-1-ol, asetik asit, propiyonik asit, (E)-2-dekanal, benzil alkol, fenil etil alkol, p-kresol, fenol ve 4-etil fenol bileşikleri bu örneklerde de tespit edilmiştir. Aroma maddeleri miktarının cam ambalajda daha fazla olduğu da bildirilmiştir.

Sanchez ve ark (2018), İspanyol tipi işledikleri Manzanilla, Gordal ve Hojiblanca çeşidi zeytinlerde fermantasyon aşamalarında ve cam ambalajda iki ay depolama sonunda 132 uçucu bileşen tespit etmişlerdir. Depolama işlemi ile

birlikte hidrokarbonlar, aldehitler ve terpenler çok az miktarlarda artarken diğer bileşenlerin fazlaca düştüğünü belirtmişlerdir. Her üç çeşitte de fermantasyon sonrasına göre depolama sonunda hekzanoik asit, asetik asit, propanoik asit ve etanol miktarları oldukça düşmüş, hatta Manzanillada etanol tespit edilememiştir. Bazı çeşitlerde farklılık gösterse de tespit edilen fenollerden fenol, p-kresol, 4-etilfenol ve tyrosol depolama ile düşüş göstermiştir. Alkollerden (Z)-3-hekzen-1-ol, benzil alkol ve feniletil alkol düşüş göstermiştir. Bulunan sonuçlar çalışmamızla uyumludur.

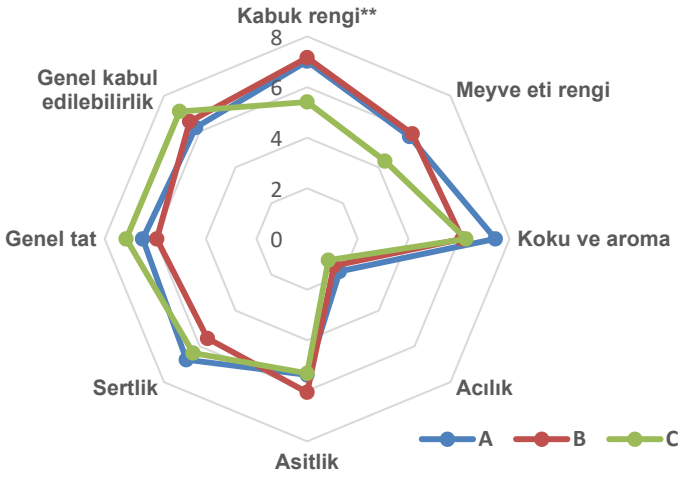
4.10. Depolama Sonunda Fermente Zeytinlerin (Spontan ve Starter Kültür İlaveli) Duyusal Özellikleri

Depolama işlemi tamamlandıktan sonra panalistlere lezzet profil analizi, koku profil analizi ve tercih (sıralama) testi formları uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre Şekil 4.15 ve 4.16 oluşturulmuştur. Panelistlerden örnekleri koku, tat, doku, renk ve görünüş açısından değerlendirmeleri istenmiş ve bu amaçla hedonik skala kullanılmıştır. Bu skalaya göre 10 "En Yüksek", 0 "En Düşük" olarak değerlendirilmiştir. Verilerin ortalaması alınarak örümcek ağı grafikleri çizilmiştir.

Kabuk ve meyve eti renginde en koyu bulunan örnek *L. plantarum* ilaveli zeytinler olmuştur. Kontrol denemeside benzer sonuçlar verirken, *L. pentosus* ilaveli deneme diğerlerine göre daha açık renkte kalmıştır. Koku ve aroması baskın hissedilen ürün spontan fermantasyonla elde edilen zeytinler olmuştur, starter kültür ilaveli denemeler ise benzer sonuçlar vermiştir. İşlenmemiş zeytin acılığı tüm örneklerde düşük puan (1.18-1.81) alırken, kontrol örneği fermantasyon sonunda olduğu gibi üçü arasında en acı olan örnek olmuştur.

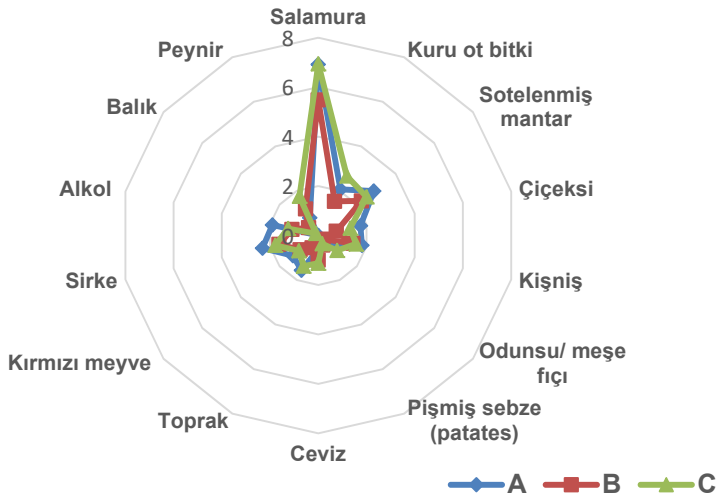
Panalistler tarafından asitliği en yüsek ürün olarak *L. plantarum* ilaveli zeytinler belirlenirken, en sert ürün olarak kontrol denemesinden elde edilen zeytinler seçilmiştir. Genel tatta en yüksek puanı alan örnek fermantasyon sonunda da olduğu *L. pentosus* aşılamalı zeytinlerdir. Starter kültür ilaveli denemeler genel

kabul edilebilirlikte de daha yüksek puana ulaşmışlardır. Kabuk rengi dışındaki sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.15. Depolama sonunda salamura zeytinlerin lezzet profil analizi sonuçları
A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme, ** $p<0.01$ düzeyinde önemli.

Depolama işleminden sonra yapılan duyusal testte de fermantasyon sonunda olduğu gibi salamura kokusu tüm örneklerde baskın koku olmuştur. Salamura dışındaki kokular düşük düzeylerde hissedilmiştir. Kuru ot/bitki kokusu *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde daha yüksek puan alırken; sotelenmiş mantar, çiçeksi ve kişniş kokuları spontan fermantasyonla elde edilen zeytinlerde daha fazla puan almıştır. İstenmeyen kokulardan olan toprak, sirke ve alkol kokusu beklenildiği gibi spontan fermantasyonda daha çok hissedilmiştir. Ancak balık kokusu *L. plantarum* ilaveli, peynir kokusu ise *L. pentosus* ilaveli zeytinlerde daha yüksek puan almıştır.



Şekil 4.16. Depolama sonunda salamura zeytinlerin koku profil analizi sonuçları
A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme

Fermantasyon işlemini tamamlayan zeytinler ayrıca tercih (sıralama) testine göre değerlendirilmiştir. 9 panelist tarafından yapılan değerlendirmede, panelistler örnekleri en çok beğendiklerinden en az beğendiklerine göre değerlendirmişlerdir.

Çizelge 4.17 incelendiğinde tercih (sıralama) testinde 14 puanla en fazla beğenilen ürün *L. pentosus* ile aşılanan zeytinler olmuştur. Onu üç puan fark ile *L. plantarum* aşılamalı zeytinler takip etmiştir. Fermantasyon sonunda da olduğu gibi en az tercih edilen zeytinler spontan fermantasyona aittir. Duyusal analiz sonuçları depolama sonunda da kimyasal analizleri ve aroma bileşikleri analizlerini destekler nitelikte bulunmuştur. *L. pentosus* ilaveli zeytinler ile spontan fermente edilen zeytinler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Depolama sonunda salamura zeytinlerin tercih (sıralama) testi sonuçları

Panelistler	**A**	**B**	**C**
1	3	2	1
2	2	1	3
3	3	2	1
4	1	3	2
5	2	3	1
6	3	1	2
7	3	2	1
8	3	2	1
9	3	1	2
Toplam	23*^{b}	17*^{ab}	14*^{a}

A: Kontrol denemesi, B: *L. plantarum* aşılamalı deneme C: L. *pentosus* aşılamalı deneme
*p<0.05 düzeyinde önemli. Çizelgede aynı satırda aynı harflendirme yapılan değerler arasında istatistiksel açıdan fark yoktur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gemlik çeşidi zeytinden salamura zeytin üretiminde starter kültür ilavesinin (*L. plantarum* ve *L. pentosus*) zeytinin kalite özellikleri ve aroma üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Araştırmada materyal olarak kullanılan Gemlik çeşidi zeytinin; olgunluk indisi 4.84 olarak belirlenen, pH değeri 5.40, asitlik değeri ise laktik asit cinsinden %0.20, indirgen şeker miktarı %2.77 ve oleuropein absorbansı 0.71 olarak belirlenmiştir.
2. Fermantasyon işlemi öncesinde salamura örneklerinin mikrobiyal bileşimine bakıldığında; MRS besi yerindeki LAB'nin sayısı 3.73-3.85 log kob/ml, M17 besi yerindeki LAB'nin sayısı 3.27-3.46 log kob/ml ve maya sayısı 2.48-2.55 log kob/ml aralığında değişim göstermiştir.
3. Zeytin meyvesinde toplam miktarı 2681.29 µg/kg olan 46 farklı uçucu aroma bileşeni tespit edilmiştir. Bu aroma bileşenlerinin dahil olduğu gruplar ise; uçucu asitler, alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler, hidrokarbonlar, fenoller, terpenler, laktonlar ve diğerleridir. En yüksek oranda (%44.61) bulunan aroma bileşeni grubu alkoller olurken, en fazla miktarda tespit edilen bileşen 4-hidroksi-4-metil-2-pentanon olmuştur. Bu bileşeni 2-bütoksietanol takip etmiştir. (E,E)-α-farnesen'de yüksek miktarda tespit edilmiştir.
4. Fermantasyon işlemi boyunca tüm örneklerin salamurasında pH değerleri düşmüş ve fermantasyon sonunda starter kültür ilaveli zeytin salamuralarının pH değerleri (4.37-4.39) spontana göre (4.60) daha düşük bulunmuştur. Asitlik değerleri ise fermantasyon boyunca artış göstermiş ve fermantasyon sonunda starter ilaveli zeytinler spontana göre daha yüksek

asitlik değerine ulaşmıştır. Zeytin etinin pH ve asitlik değerleri de salamura ile benzer sonuçları vermiştir.

5. Fermantasyon ilerledikçe zeytinlerde indirgen şeker miktarı düşüş göstermiştir. İndirgen şekerin düşüşü starter kültür ilaveli denemelerde daha hızlı gerçekleşmiştir. İşlem sonunda bu değer %0.04-0.08 aralığında belirlenmiştir. Oleuropeinin hidrolizi de aşılanmış zeytinlerde daha hızlı gerçekleşmiştir. Fermantasyon sonunda kontrol örneğinde 0.12, *L. plantarum* aşılanmış örnekte 0.09 ve *L. pentosus* aşılanmış örnekte 0.08 oleuropein absorbansı tespit edilmiştir.
6. Fermantasyonda LAB'nin sayısına bakıldığında çubuk şeklinde olanlar kok şeklinde olanlardan daha fazla bulunmuştur. Starter kültür ilaveli zeytinlerde fermantasyonda hem LAB sayısı hem de maya sayısı spontan fermente edilenden daha fazla bulunmuştur. En fazla mikroorganizma sayısına *L. pentosus* ilaveli denemede, MRS besi yerinde 8.65 log kob/ml, M17 besi yerinde 8.23 log kob/ml ve PDA besi yerinde 6.16 log kob/ml ile ulaşmıştır.
7. Fermantasyon süresinde zeytinlerde 13'ü alkol, 12'si fenol, 10'u uçucu asit, 3'ü ester, 2'si lakton, 1'i aldehit, 2'si keton, 1'i hidrokarbon, 1'i terpen ve 2'si diğer gruba dahil 46 aroma bileşeni tespit edilmiştir. Uçucu asitler en fazla miktarda tespit edilen aroma bileşeni grubu olmuştur. Tüm denemelerde aroma maddeleri miktarı 8. haftada en yüksek miktarına ulaşmış ve fermantasyon ilerledikçe düşüş göstermiştir. Tereyağ ve ransit koku veren propanoik asit ve peynir kokusu veren oktanoik asit gibi kötü kokulu bileşikler spontan fermantasyonda daha fazla bulunurken, çiçek, gül kokuları veren feniletil alkol, benzil alkol, çimen kokusu veren 1-hekzanol, meyvemsi kokular veren 2-hekzanol gibi hoş kokulu bileşikler ise aşılanmış zeytinlerde daha yüksek miktarlarda bulunmuştur.
8. Fermantasyon sonunda yapılan duyusal analizde starter kültür ilaveli denemelerin genel kabul edilebilirlik ve genel lezzet puanları spontana

göre daha yüksek olmuştur. Tüm zeytin örneklerinde salamura kokusu en fazla hissedilen koku olmuştur. *L. pentosus* uygulanan örnekler tercih testinde ilk sırada yer almıştır.

9. Fermantasyondan sonra 6 ay depolama işlemi ile kilogramda tane sayısı, et/çekirdek ve a* değeri oranı düşüş göstermiş, L* değeri ve b* değeri artmıştır. Kimyasal bileşimde ise büyük değişimler tespit edilememiştir.
10. Depolama işlemi sonunda kontrol denemesinde 35 ve starter kültür ilaveli denemelerde 37 farklı aroma bileşeni tespit edilmiştir. Uçucu asitler en yüksek oranda bulunan bileşikler olmuş, bunları alkoller ve fenoller takip etmiştir. Depolama süresi ilerledikçe aroma maddeleri miktarı düşüş göstermiş ve 6. ayın sonunda kontrolde 153.98 µg/kg, *L. plantarum* ilaveli denemede 1551.64 µg/kg ve *L. pentosus* ilaveli denemede 1341.30 µg/kg olarak belirlenmiştir. Depolanmış zeytinlerde en fazla miktarlarda belirlenen diğer aroma bileşenleri; 3-penten-2-ol, bütanoik asit, feniletil alkol ve kreosol olmuştur.
11. Depolama işlemi sonunda yapılan duyusal analizde genel kabul edilebilirlik, genel lezzet ve tercih sıralama testinde en fazla beğenilen ürün *L. pentosus* ile fermente edilen zeytinler olmuştur. Bunu *L. plantarum* ile fermente edilen zeytinler ve spontan olarak fermente edilen zeytinler izlemiştir. Duyusal analiz sonuçları yapılan çalışmadaki kimyasal ve aroma analizleri sonuçlarını desteklemiştir.

Sonuç olarak, sofralık zeytin fermantasyonunda starter kültür kullanımı fermantasyonun başarılı şekilde gerçekleşmesini sağlamıştır. Kullanılan iki starter kültür arasında *L. pentosus* daha hızlı asitlenme, daha hızlı indirgen şeker oranında ve oleuropeinde azalma göstermiş bunun yanında aroma bileşenlerinden arzu edilen kokuların miktarında artış sağlamıştır. Bu tür çalışmalar sürdürülerek sofralık zeytin ile ilgili veriler zenginleştirilmeli ve daha kaliteli ürünlerin üretimine katkı sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Abbas, A. C., 2006. Production of Antioxidants, Aromas, Colours, Flavours, and Vitamins by Yeasts. (A. Querol ve G. Fleet editör). Yeasts in Food and Beverages. Springer, Berlin, Heidelberg, s.285-334.

Abriouel, H., Benomar, N., Cobo, A., Caballero, N., Fuentes, M.A.F., Perez-Pulido, R., Galvez, A., 2012. Characterization of Lactic Acid Bacteria from Naturally-Fermented Manzanilla Alorena Green Table Olives. Food Microbiology, 32:308-316.

Abriouel, H., Benomar, N., Lucas, R., Galvez, A., 2011. Culture-Independent Study of The Diversity of Microbial Populations in Brines During Fermentation of Naturally-Fermented Alorena Green Table Olives. International Journal of Food Microbiology, 144:487-496.

Akpınar, A., 1994. Trilye (Gemlik) Çeşidi Zeytinlerin Konserve Tipi Sofralık Siyah Zeytin Üretimine Uygunluğu Üzerine bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 88s.

Aktan, N., Kalkan-Yıldırım, H., 2012. Sofralık Zeytin Teknolojisi. Meta Basım, İzmir, s.138.

Aktepe-Tangu, N., Akçay, M.E., Yalçınkaya, E., 2008. Zeytin Çeşit Geliştirme Projesi. I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, Edremit-Balıkesir, s.203-207.

Akyar, G., 2008. Salamura Siyah Zeytininin (*Olea Europaea*) Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi ve Starter Kültür Eldesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 176s.

Alçıtepe, E., Tokuşoğlu, Ö., 2016. Botanik Bilimine Göre Zeytin. (Ö. Tokuşoğlu editör). Özel Meyve: Zeytin Kimyası, Kalite ve Teknolojisi. Sidas Medya, s.17-27.

Altuğ-Onoğur, T., Elmacı, Y., 2015. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Sidas Medya, İzmir, s.134.

Alves, M., Gonçalves, T., Quintas, C., 2012. Microbial Quality and Yeast Population Dynamics in Cracked Green Table Olives' Fermentations. Food Control, 23:363-368.

Amelio, M., DeMuro, E., 2000. Naturally Fermented Black Olives of Taggiasca Variety (*Olea europaea L.*). Grasas y Aceites, 51(6):429-439.

Ammor, M.S., Mayo, B., 2007. Selection Criteria for Lactic Acid Bacteria to be Used as Functional Starter Cultures in Dry Sausage Production: An Update. Meat Science, 76:138-146.

Anonymous, 2004. Processing Technology in Olive Oil and Table Olive. TDC Olive. https://pdfs.semanticscholar.org/5999/f039244e30eda8538c20a2f2b47092c4f55e.pdf (Erişim Tarihi: 23.03.2019).

Aponte, M., Blaiotta, G., La Croce, F., Mazzaglia, A., Farina, V., Settanni, L., Moschetti, G., 2012. Use of Selected Autochthonous Lactic Acid Bacteria for Spanish-Style Table Olive Fermentation. Food Microbiology, 30:8-16.

Aponte, M., Ventorino, V., Blaiotta, G., Volpe, G., Farina, V., Avellone, G., Lanza, C.M., Moschetti, G., 2010. Study of Green Sicilian Table Olive Fermentations through Microbiological, Chemical and Sensory Analyses. Food Microbiology, 27:162-170.

Argyri, A.A., Nisiotou, A.A., Mallouchos, A., Panagou, E.Z., Tassou, C.C., 2014. Performance of Two Potential Probiotic Lactobacillus Strains from the Olive Microbiota as Starters in the Fermentation of Heat Shocked Green Olives. International Journal of Food Microbiology, 171:68-76.

Arroyo-Lopez, F.N., Bautista-Gallego, J., Dominguez-Manzano, V., Romero-Gil, V., Rodriguez-Gomez, F., Garcia-Garcia, P., Garrido-Fernandez, A., Jimenez-Diaz, R., 2012b. Formation of Lactic Acid Bacteria-Yeasts Communities on the Olive Surface During Spanish-Style Manzanilla Fermentations. Food Microbiology, 32:295-301.

Arroyo-Lopez, F.N., Bautista-Gallego, J., Rodriguez-Gomez, F., Garrido-Fernandez, A., 2010. Predictive Microbiology and Table Olives. (A. Mendes-Vilas editör). Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. Formatex, Second Edition, s.1452-1461.

Arroyo-Lopez, F.N., Bautista-Gallego, J., Romero-Gil, V., Baquero, J.M., Garcia-Garcia, P., Jimenez-Diaz, R., Lopez-Lopez, A., Rodriguez-Gomez, F., Garrido-Fernandez, A., 2012b. Fermentation of Olive Fruit. (Y.H. Hui editör). Handbook of Plant-Based Fermented Food and Beverage Technology. CRC Press, Second Edition, s.307-326.

Arroyo-Lopez, F.N., Querol, A., Bautista-Gallego, J., Garrido-Fernandez, A., 2008. Role of Yeasts in Table Olive Production. International Journal of Food Microbiology, 128:189-196.

Arroyo-Lopez, F.N., Romero, C., Duran- Quintana, M.C., Lopez-Lopez, A., Garcia, P.G., Fernandez, A.G., 2005. Kinetic Study of the Physicochemical and Microbiological Changes in Seasoned Olives During the Shelf-Life Period. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53:5285-5292.

Arroyo-Lopez, F.N., Romero-Gil, V., Bautista-Gallego, J., Rodriguez-Gomez, F., Jimenez-Diaz, R., Garcia-Garcia, P., Querol, A., Garrido-Fernandez, A., 2012c. Potential Benefits of the Application of Yeast Starters in Table Olive Processing. Frontiers in Microbiology, 3(161):1-4.

Arroyo-Lopez, F.N., Romero-Gil, V., Bautista-Gallego, J., Rodriguez-Gomez, F., Jimenez-Diaz, R., Garcia-Garcia, P., Querol, A., Garrido-Fernandez, A., 2012a. Yeasts in Table Olive Processing: Desirable or Spoilage Microorganisms? International Journal of Food Microbiology, 160:42-49.

Artes, F., Minguez, M.I., Hornero, D., 2002. Analysing Changes in Fruit Pigments. (D. MacDougall editör). Colour in Food: Improving Quality. Woodhead Publishing, CRC Press, s.248-282.

Asehraou, A., Faid, M., Jana, M., 1992. Physico-Chemical Properties and the Microflora of Moroccan Black Table Olives. Grasas y Aceites, 43(3):130-133.

Asıgöz, T., 2007. Türkiye' de Yaygın Olarak Üretimi Yapılan Bazı Sofralık Zeytin Çeşitlerinde İz Element Miktarlarının Araştırılması. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, 78s.

Ayseli, M.T., 2015. Türk Kahvesinin Aroma ve Aroma-Aktif Bileşikleri Üzerine İki Farklı Kavurma İşleminin Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 85s.

Balatsouras, G., Tsibri, A., Dalles, T., Doutsias, G., 1983. Effects of Fermentation and Its Control on the Sensory Characteristics of Conservolea Variety Green Olives. Applied and Environmental Microbiology, 46(1):68-74.

Başer, D., Kılıç, O., 1987. Gemlik Çeşidi Zeytinlerden Kaliteli ve Az Tuzlu Siyah Sofralık Zeytin Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Gıda, 12(2):73-80.

Bautista-Gallego, J., Arroyo-Lopez, F.N., Duran-Quintana, M.C., Garrido-Fernandez, A., 2010. Fermentation Profiles of Manzanilla-Alorena Cracked Green Table Olives in Different Chloride Salt Mixtures. Food Microbiology, 27:403-412.

Bayraktar, D., 2008. Muğla ve Yöresinde Üretilen Çam Ballarının Aroma Bileşenlerinin SPME/GC/MS Tekniği ile Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 147s.

Benincasa, C., Muccilli, S., Amenta, M., Perri, E., Romeo, F.V., 2015. Phenolic Trend and Hygienic Quality of Green Table Olives Fermented with *Lactobacillus Plantarum* Starter Culture. Food Chemistry, 186:271-276.

Bevilacqua, A., Corbo, M.R., Sinigaglia, M., 2012. Selection of Yeasts as Starter Cultures for Table Olives: A Step-by-Step Procedure. Frontiers in Microbiology, 3(194):1-9.

Bianchi, G., 2003. Lipids and Phenols in Table Olives. European Journal of Lipid Science and Technology, 105:229-242.

Blana, V.A., Grounta, A., Tassou, C.C., Nychas, G.J.E., Panagou, E.Z., 2014. Inoculated Fermentation of Green Olives with Potential Probiotic *Lactobacillus Pentosus* and *Lactobacillus Plantarum* Starter Cultures Isolated from Industrially Fermented Olives. Food Microbiology, 38:208-218.

Bleve, G., Tufariello, M., Durante, M., Perbellini, E., Ramires, F.A., Grieco, F., Cappello, M., De Domenico, S., Mita, G., Tasioula-Margari, M., Logrieco, A.F., 2014. Physico-chemical and Microbiological Characterization of Spontaneous Fermentation of Cellina Di Nardo and Leccino Table Olives. Frontiers in Microbiology, 5(570):1-9.

Bonatsou, S., Tassou, C.C., Panagou, E.Z., Nychas, G.J.E., 2017. Table Olive Fermentation Using Starter Cultures with Multifunctional Potential. Microorganisms, 5(30):1-16.

Bonatsoua, S., Karamouzaa, M., Zoumpopouloub, G., Mavrogonatouc, E., Kletsasc, D., Papadimitrioub, K., Tsakalidoub, E., Nychas, G.J.E., Panagoua, 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.

Borçaklı, M., Özay, G., Alperden, I., Özsan, E., Erdek, Y., 1993. Changes in Chemical and Microbiological Composition of Two Varieties of Olive During Fermentation. Grasas y Aceites, 44:253-258.

Botta, C., Cocolin, L., 2012. Microbial Dynamics and Biodiversity in Table Olive Fermentation: Culture-dependent and –independent Approaches. Frontiers in Microbiology, 3(245):1-10.

Bozdoğan-Konuşkan, D., 2008. Hatay'da Yetiştirilen Halhalı, Sarı Haşebi ve Gemlik Zeytin Çeşitlerinden Çözücü Ekstraksiyonuyla Elde Edilen Yağların Bazı Niteliklerinin Belirlenmesi ve Mekanik Yöntemle Elde Edilen Zeytinyağları ile Karşılaştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 232s.

Brenes, M., 2004. Olive Fermentation and Processing: Scientific and Technological Challenges. Journal of Food Science, 69:33-34.

Brenes, M., Rejano, L., Garcia, P., Sanchez, A.H., Garrido, A., 1995. Biochemical Changes in Phenolic Compounds during Spanish-Style Green Olive Processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43:2702-2706.

Cabaroğlu, T., Koyuncu, G., 2019. Fermente Gıdaların Aroma Bileşimi. (R. E. Anlı ve P. Şanlıbaba editör). Fermente Gıdalar Mikrobiyoloji, Teknoloji, Sağlık. Nobel Yayıncılık, Ankara, s. 65-81.

Cabrera-Banegil, M., Perez-Nevadob, F., Montanoc, A., Pleited, R., Martin-Vertedora, D., 2018. The Effect of Olive Fruit Maturation in Spanish Style Fermentation with a Controlled Temperature. Food Science and Technology, 91:40-47.

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 Technol. Biotechnol., 43(3):289-294.

Cemeroğlu, B., 2013. Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler. (B. Cemeroğlu editör). Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi, Ankara, s.1-85.

Chorianopoulos, N.G., Boziaris, I.S., Stamatiou, A., Nychas, G.J.E., 2005. Microbial Association and Acidity Development of Unheated and Pasteurized Green-Table Olives Fermented Using Glucose or Sucrose Supplements at Various Levels. Food Microbiology, 22:117-124.

Chranioti, C., Kotzekidoub, P., Gerasopoulosa, D., 2018. Effect of Starter Cultures on Fermentation of Naturally and Alkali-Treated cv. Conservolea Green Olives. Food Science and Technology, 89: 403-408.

Ciafardini, G., Marsilio, V., Lanza, B., Pozzi, N., 1994. Hydrolysis of Oleuropein by *Lactobacillus plantarum* Strains Associated with Olive Fermentation. Applied and Environmental Microbiology, 60(11):4142-4147.

Collin, S., Nizet, S., Muls, S., Iraqi, R., Bouseta, A., 2008. Characterization of Odor-Active Compounds in Extracts Obtained by Simultaneous Extraction/ Distillation from Moroccan Black Olives. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56:3273-3278.

Comunian, R., Ferrocino, I., Paba, A., Daga, E., Campus, M., Di Salvo, R., Cauli, E., Piras, F., Zurru, R., Cocolin, L., 2017. Evolution of Microbiota During Spontaneous and Inoculated *Tonda Di Cagliari* Table Olives Fermentation and Impact on Sensory Characteristics. Food Science and Technology, 84:64-72.

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(148):1-6.

Cortes-Delgado, A., Sanchez, A.H., De Castro, A., Lopez-Lopez, A., Beato, V.M., Montano, A., 2016. Volatile Profile of Spanish-Style Green Table Olives Prepared From Different Cultivars Grown at Different Locations. Food Research International, 83:131-142.

Cosmai, L., Campanella, D., De Angelis, M., Summo, C., Paradiso, V.M., Pasqualone, A., Caponio, F., 2018. Use of Starter Cultures for Table Olives Fermentation as Possibility to Improve the Quality of Thermally Stabilized Olive-Based Paste. Food Science and Technology, 90:381-388.

Çon., A.H., Karasu, N., 2009. Determination of Antagonistic Starter Cultures for Pickle and Olive Fermentation Processes. Czech Journal of Food Sciences, 27(3):185-193.

Dabbou, S., Issaoui, M., Brahmi F., Nakbi, A., Chehab, H., Mechri, B., Hammami, B., 2012. Changes in Volatile Compounds During Processing of Tunisian-Style Table Olives. Journal of the American Oil Chemists' Society, 89:347–354.

D'Antuono, I., Bruno, A., Linsalata, V., Minervini, F., Garbetta, A., Tufariello, M., Mita, G., Logrieco, A.F., Bleve, G., Cardinali, A., 2018. Fermented Apulian Table Olives: Effect of Selected Microbial Starters on Polyphenols Composition, Antioxidant Activities and Bioaccessibility. Food Chemistry, 248:137-145.

Dazkır, G., 2010. Zeytin ve Zeytinyağında Mikotoksin Varlığı, Siyah Zeytinde *A. Carbonarıus* ve *P. Verrucosum* Tarafından Okratoksin A Oluşturulmasına Sıcaklığın Etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 103s.

De Angelis, M., Campanella, D., Cosmai, L., Summo, C., Rizzello, C.G., Caponio, F., 2015. Microbiota and Metabolome of Un-started and Started Greek-Type Fermentation of Bella Di Cerignola Table Olives. Food Microbiology, 52:18-30.

De Bellis, P., Valerio, F., Sisto, A., Lonigro, S.L., Lavermicocca, P., 2010. Probiotic Table Olives: Microbial Populations Adhering on Olive Surface in Fermentation Sets Inoculated with the Probiotic Strain *Lactobacillus Paracasei* IMPC2.1 in an Industrial Plant. International Journal of Food Microbiology, 140:6-13.

De Castro, A., Montano, A., Casado, F.J., Sanchez, A.H., Rejano, L., 2002. Utilization of *Enterococcus casseliflavus* and *Lactobacillus pentosus* as Starter Cultures for Spanish-Style Green Olive Fermentation. Food Microbiology, 19:637-644.

De Castro, A., Sanchez, A.H., Cortes-Delgado, A., Lopez-Lopez, A., Montano, A., 2019. Effect of Spanish-Style Processing Steps and Inoculation with *Lactobacillus pentosus* Starter Culture on the Volatile Composition of cv. Manzanilla Green Olives. Food Chemistry, 271:543-549.

Demir, N., 2009. Starter Kültür Kullanılarak Siyah Zeytin Üretimi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 56s.

Dıraman, H., Gürbüz-Veral, 2017. Zeytincilik Tarihine Kısa Bir Giriş. (E. Susamcı, S. Ötleş ve H. Dıraman editör). Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi. Bassaray Matbaası, İzmir, s.1-13.

Diez, M. J. F., Fernandez, A. L., Cancho, F. C., Quintana, M. C. D., Casanovas, J. L. C., 1972. Elaboracion de Aceitunas Negras de Mesa. Grasas y Aceites, 23: 91-93.

Doulgeraki, A.I., Pramateftaki, P., Argyri, A.A., Nychas, G.J.E., Tassou, C.C., Panagou, E.Z., 2013. Molecular Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolated from Industrially Fermented Greek Table Olives. Food Science and Technology, 50:353-356.

Duran, M.C., Garcia, P., Brenes, M., Garrido, A., 1994. *Lactobacillus plantarum* Survival In Aerobic, Directly Brined Olives. Journal of Food Science, 59(6):1197-1201.

Durucasu, İ., 2004. Domat Türü Yeşil Zeytinin Tatlandırılması Üzerine Bir Araştırma. Gıda, 29(3):211-216.

Eker, T., 2016. Zeytinlerin Depolanmasında Gaz Uygulamalarının Zeytinyağının Fenol Bileşikleri, Yağ Asidi Profili ve Kalitesi Üzerine Etkisi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 84s.

Erbay, B., Küçüksayan, S., Küçüköner, E., 2010. Renklendirilmis Fermente "Memecik" Çeşidi Zeytinlerin Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri. Akademik Gıda, 8(6):13-18.

Erdoğan, M., 2014. Sofralık Salamura Siyah Zeytin Üretiminde Farklı Klorür Tuzları Kullanımının Kalite Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 82s.

Ergen, K.Ö., 2006. Sofralık Zeytinlerde Biyojen Amin Miktarlarının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 54s.

Ergönül, P.G., Tokuşoğlu, Ö., 2016. Zeytin Meyvesinde Organik Asitler ve Diğer Bileşenlerle İlişkisi. (Ö. Tokuşoğlu editör). Özel Meyve: Zeytin Kimyası, Kalite ve Teknolojisi. Sidas Medya, s.159-165.

Erten, H., Boyacı-Gündüz, C.P., Ağırman, B., Cabaroğlu, T., 2016. Fermentation, Pickling and Turkish Table Olives. (Y.H. Hui, Ö.E. Evranuz editör). In Handbook of Vegetable Preservation and Processing. Handbook of Vegetable Preservation and Processing. CRC Press, s.209-230.

Erten, H., Tangüler, H., 2014. Fermente Bitkisel Ürünler. (N. Aran editör). Gıda Biyoteknolojisi. Nobel Akademik Yayıncılık, s.244-279.

Etchells, J.L., Borg, A. F., Kittel, D., Bell, T.A., Fleming, H.P., 1966. Pure Culture Fermentation of Green Olives. Applied Microbiology, 14(6):1027-1041.

Fırat, M.Ç., 2012. Geleneksel ve Endüstriyel Yöntemlerle Üretilmiş Salamura Asma Yapraklarının Mikroflorasının Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 51s.

Frankel, E., 2011. A Critical Literature Review on the Processing of Table Olives. Lipid Technology, 23(10): 223-226.

Gomez, A.H.S., Garcia, P.G., Navarro, L.R., 2006. Elaboration of Table Olives. Grasas y Aceites, 57(1):86-94.

Göğüş, F., Yıldırım, N., 2009. Zeytinyağı İşleme Sistemleri. (F. Göğüş, M.T. Özkaya ve S. Ötleş editör). Zeytinyağı. Eflatun Yayınevi, Ankara, s.59-93.

Grounta, A., Doulgeraki, A.I., Nychas, G.J.E., Panagou, E.Z., 2016. Biofilm Formation on Conservolea Natural Black Olives During Single and Combined Inoculation with a Functional *Lactobacillus pentosus* Starter Culture. Food Microbiology, 56:35-44.

Güceyü, Ç., Başoğlu, F., 2016. Gemlik Tipi Zeytinde Kalite Normları. (Ö. Tokuşoğlu editör). Özel Meyve: Zeytin Kimyası, Kalite ve Teknolojisi. Sidas Medya, s.127-130.

Gülbaş, D., 2012. Kilis İli Zeytin Bahçelerindeki Zeytin Sineği [*Bactrocera oleae* (Gmelin) (Dip.: Tephritidae)]'nin Populasyon Yoğunlukları ve Zarar Oranlarının Belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 53s.

Gülcü, M., Demirci, A.Ş., 2008. Zeytin ve Yaprağındaki Biyoaktif Bileşenler ve Sağlık Üzerine Etkileri. I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, Edremit-Balıkesir, s.194-198.

Gül-Özdoğan, Y., 2009. Sofralık Zeytin Sektöründe Değer Zinciri Analizi ve ISO 22000 Uygulamalarında Karşılaşılan Sorunlar. EgeÜniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 249s.

Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2016. 2015 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu.

Güven, M.N., 2008. Starter Kültür (Saf Kültür) Üretim İşletmesi Dizaynı ve Fizibilite Raporu. EgeÜniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 82s.

Hernandez, A., Martin, A., Aranda, E., Perez-Nevado, F., Cordoba, M.G., 2007. Identification and Characterization of Yeast Isolated from the Elaboration of Seasoned Green Table Olives. Food Microbiology, 24:346-351.

Hurtado, A., Reguant, C., Bordons, A., Rozes, N., 2009. Influence of Fruit Ripeness and Salt Concentration on the Microbial Processing of Arbequina Table Olives. Food Microbiology, 26:827-833.

Hurtado, A., Reguant, C., Bordons, A., Rozes, N., 2010. Evaluation of a Single and Combined Inoculation of a *Lactobacillus Pentosus* Starter for Processing cv. Arbequina Natural Green Olives. Food Microbiology, 27:731-740.

Hurtado, A., Reguant, C., Bordons, A., Rozes, N., 2012. Lactic Acid Bacteria from Fermented Table Olives. Food Microbiology, 31:1-8.

Hurtado, A., Reguant, C., Esteve-Zarzoso, B., Bordons, A., Rozes, N., 2008. Microbial Population Dynamics During the Processing of Arbequina Table Olives. Food Research International, 41:738-744.

Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., Nakayama, T., 1996. An Improved Method for Rapid Analysis of Fatty Acids of Glycerolipids. Lipids, 31:535-539.

Idoui, T., Boudjerda, J., Leghouchi, E., Karam, N.E., 2009. Naturally Fermented Jijelian Black Olives: Microbiological Characteristics And Isolation of Lactic Acid Bacteria. Grasas y Aceites, 60(5): 516-520.

IOC, 2019. International Olive Council, http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/132-world-table-olive-figures (Erişim Tarihi: 09.04.2019)

Iraqi, R., Vermeulen, C., Benzekri, A., Bouseta, A., Collin, S., 2005. Screening for Key Odorants in Moroccan Green Olives by Gas Chromatography-Olfactometry/Aroma Extract Dilution Analysis. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53:1179-1184.

Irmak, I., 2017. Sofralık Zeytin Kalitesini Etkileyen Faktörler. (E. Susamcı, S. Ötleş ve H. Dıraman editör). Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi. Bassaray Matbaası, İzmir, s.52-55.

Irmak, Ş., 2015. Gemlik Çeşidi Sofralık Siyah Zeytinlerin Muhafazasında Yararlanılan Farklı Yöntemlerin Raf Ömrü ve Kalite Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 451s.

Irmak, Ş., Öztürk-Güngör, F., Susamcı, E., 2010. Bazı Sofralık Zeytin Çeşitlerimizin Toplam Fenolik Madde Miktarları ve İşleme Tekniklerinin Bu Bileşikler Üzerine Etkileri. Zeytin Bilimi, 1(2):57-64.

Issaoui, M., Dabbou, S., Mechri, B., Nakbi, A., Chehab, H., Hammami, M., 2011. Fatty Acid Profile, Sugar Composition, and Antioxidant Compounds of Table Olives as Affected by Different Treatments. European Food Research and Technology, 232:867-876.

Kadakal, E., 2009. Gemlik Yöntemi ile İşlenmiş Gemlik Tipi Sofralık Zeytinlerin Antioksidan Özellikleri ve Fenolik Profilleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 81s.

Kaftan, A., 2007. Farklı Yöre Zeytinlerinden Elde Edilen Natürel Zeytinyağının Duyusal Kalitesini Olusturan Lezzet Maddelerinin SPME/GC/MS ve Lezzet Profili Analizi Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 158s.

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.

Kalua, C.M., Allen, M.S., Bedgood Jr, D.R., Bishop, A.G., Prenzler, P.D., Robards, K., 2007. Olive Oil Volatile Compounds, Flavour Development and Quality: A Critical Review. Food Chemistry 100, 273–286.

Kanavouras, A., Gazouli, M., Leonidas, L.T., Petrakis, C., 2005. Evaluation of Black Table Olives in Different Brines. Grasas y Aceites, 56(2):106-115.

Kara, G.N., Özbaş, Z.Y., 2013. Sofralık Zeytin Üretiminde Doğal Maya Florasının Önemi. Gıda, 38(6):375-382.

Kara, H.H., 2011. Farklı Hasat Dönemlerinde ve Günün Belli Saatlerinde Toplanan Zeytin Çeşitlerinden Elde Edilen Yağların Uçucu Aroma Bileşenleri Değişiminin Araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 218s.

Karaca, H., Yemiş, O., 2008. Mikotoksin Kontaminasyonu: Zeytin ve Ürünlerinde Toksin Riski. I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, Edremit-Balıkesir, s.174-182.

Karakuş, M., 2015. Farklı Ambalajlarda Depolanan Zeytinyağlarının Uçucu Aroma Bileşenleri ile Bazı Kalite Özelliklerindeki Değişimin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 147s.

Karasu, N., 2006. Turşu ve Zeytinden Antagonistik ve Probiyotik Özellikte Laktik Starter Kültür Eldesi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 78s.

Kaya, H., 2017. Türkiye'de Sofralık ve Yağlık Olarak Kullanılan Zeytin Çeşitleri. (E. Susamcı, S. Ötleş ve H. Dıraman editör). Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi. Bassaray Matbaası, İzmir, s.29-42.

Kesen, S., 2014. Nizip Yağlık ve Kilis Yağlık Çeşitlerinden Elde Edilen Zeytinyağlarının Aroma-Aktif Maddeleri ve Fenol Bileşikleri Profillerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 179s.

Kıralan, M., 2010. Türk Zeytinyağlarının Zeytin Çeşitlerine Göre Aroma Profillerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 159s.

Kıvanç, M., Erikçi, Ş.Y., 2018. Sofralık Fermente Zeytinlerden (*Olea Europaea* L.) İzole 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.

Kiai, H., Hafidi, A., 2014. Chemical Composition Changes in Four Green Olive Cultivars During Spontaneous Fermentation. Food Science and Technology, 57:663-670.

Korukoğlu, M., Gürbüz, O., Şahin, İ., 2002. Taze Zeytin Mikroflorasında Bulunan Laktik Asit Bakterilerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 8(2):109-113.

Kumral, A., 2005. Salamura Siyah Zeytin Üretiminde Farklı Tuzda ve Düşük Sıcaklıkta Fermentasyon Uygulamasının Olgunlaşma ve Kaliteye Etkisi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 82s.

Kumral, A., Başoğlu, F., Irmak, Ş., 2009. Effect of the Use of Different Lactic Starters on the Microbiological and Physicochemical Characterıstıcs of Naturally Black Table Olives of Gemlik Cultivar. Journal of Food Processing and Preservation, 33(5): 651-664.

Landete, J.M., Curiel, J.A., Rodriguez, H., Rivas, B., Munoz, R., 2008. Study of the Inhibitory Activity of Phenolic Compounds Found in Olive Products and Their Degradation by *Lactobacillus Plantarum* Strains. Food Chemistry, 107:320-326.

Lanza, B., 2013. Abnormal Fermentations in Table-Olive Processing: Microbial Origin and Sensory Evaluation. Frontiers in Microbiology,4(91):1-7.

Lanza, B., Di Serio, M.G., Iannucci, E., 2013. Effects of Maturation and Processing Technologies on Nutritional and Sensory Qualities of Itrana Table Olives. Grasas y Aceites, 64(3):272-284.

Leal-Sanchez, V., Ruiz-Barba, J.L., Sanchez, A.H., Rejano, L., Jimenez-Diaz, R., Garrido, A., 2003. Fermentation Profile and Optimization of Green Olive Fermentation Using *Lactobacillus Plantarum* LPCO10 as a Starter Culture. Food Microbiology, 20(4):421-430.

Lee, S.M., Kitsawad, K., Sigal, A., Flynn, D., Guinard, J.X., 2012. Sensory Properties and Consumer Acceptance of Imported and Domestic Sliced Black Ripe Olives. Journal of Food Science, 77:438-448.

Leroy, F., Vuyst, L.D., 2004. Lactic Acid Bacteria as Functional Starter Cultures for the Food Fermentation Industry. Trends in Food Science & Technology, 15:67-78.

Leventdurur, S., 2017. Çukurova Bölgesi'nde Yetiştirilen Gemlik Zeytin Çeşidinin Sofralık Siyah Zeytine İşlenmesi ve Starter Geliştirilmesi üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 260s.

Leventdurur, S., Sert-Aydın, S., Boyacı-Gündüz, C.P., Ağırman, B., Ben Ghorbal, A., Francesca, N., Martorana, A., Erten, H., 2016. Yeast biota of naturally fermented black olives in different brines made from cv. Gemlik grown in various districts of the Cukurova region of Turkey. Yeast, 33(7):289-301.

Lopez-Lopez, A., Sanchez, A.H., Cortes-Delgado, A., De Castro, A., Montano, A., 2018b. Relating Sensory Analysis with SPME-GC-MS Data for Spanish-Style Green Table Olive Aroma Profiling. Food Science and Technology, 89:725-734.

Lopez-Lopez, A., Sanchez-Gomez, A.H., Montano, A., Cortes-Delgado, A., Garrido-Fernandez, A., 2018a. Data on Sensory Profile of Greenspanish-Style Table Olives Studied by Quantitative Descriptive Analysis. Data in Brief, 20:1471-1488.

Lucena-Padros, H., Caballero-Guerrero, B., Maldonado-Barragan, A., 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 Microbiology, 42:154-165.

Lucena-Padros, H., Ruiz-Barba, J.L., 2016. Diversity and Enumeration of Halophilic and Alkaliphilic Bacteria in Spanish-Style Green Table-Olive Fermentations. Food Microbiology, 53:53-62.

MacDougall, D.B., 2002. Colour measurement of food. (D. MacDougall editör). Colour in Food: Improving Quality. Woodhead Publishing, CRC Press, s.33-63.

Malheiro, R., Casal, S., Cunha, S.C., Baptista, P., Pereira, J.A., 2015. Olive Volatiles from Portuguese Cultivars Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana: Role in Oviposition Preference of *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae). Plos One, 10(5):1-15.

Malheiro, R., De Pinho, P.G., Casal, S., Bento, A., Pereira, J.A., 2010. Determination of the Volatile Profile of Stoned Table Olives from Different Varieties by Using HS-SPME and GC/IT-MS. Journal of the Science of Food and Agriculture, 91:1693-1701.

Marsilio, V., d'Andria, R., Lanza, B., Russi, F., Iannucci, E., Lavini, A., Morelli, G., 2006. Effect of Irrigation and Lactic Acid Bacteria Inoculants on the Phenolic Fraction, Fermentation and Sensory Characteristics of Olive (*Olea Europaea L.* cv. Ascolana Tenera) Fruits. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86:1005-1013.

Marsilio, V., Lanza, B., 1998. Characterisation of an Oleuropein Degrading Strain of *Lactobacillus plantarum*. Combined Effects of Compounds Present in Olive Fermenting Brines (Phenols, Glucose and NaCl) on Bacterial Activity. Journal of the Science of Food and Agriculture, 76:520-524.

Marsilio, V., Lanza, B., Pozzi, N., 1996. Progress in Table Olive Debittering: Degradation in Vitro of Oleuropein and Its Derivatives by *Lactobacillus Plantarum*. Journal of the American Oil Chemists' Society, 73(5):593-597.

Marsilio, V., Russi, F., Iannucci, E., Sabatini, N., 2008. Effects of Alkali Neutralization with CO_2 on Fermentation, Chemical Parameters and Sensory Characteristics in Spanish-Style Green Olives (*Olea europaea L.*). Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 41:796-802.

Marsilio, V., Seghetti, L., Iannucci, E., Russi, F., Lanza, B., Felicioni, M., 2005. Use of a Lactic Acid Bacteria Starter Culture During Green Olive (*Olea Europaea L.* cv Ascolana Tenera) Processing. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85:1084-1090.

Martorana, A., Di Miceli, C., Alfonzo, A., Gaglio, R., Settanni, L, Corona, O., La Croce, F., Vagnoli, P., Caruso, T., Moschetti, G., Francesca, N., 2017. Evaluation of Different Conditions to Enhance the Performances of *Lactobacillus Pentosus* OM13 During Industrial Production of Spanish-Style Table Olives. Food Microbiology, 61:150-158.

Mcfeeter, R.F., 2004. Fermentation Microorganisms and Flavor Changes in Fermented Foods. Journal of Food Science, 69(1):35-37.

MEGEP, 2008. Sofralık Zeytin Fermantasyonu. Ankara, 62s.

Menduh, B., 2015. Zeytin, Zeytin Çekirdeği ve Zeytin Yaprağındaki Oleuropein Bileşiğinin İzolasyonu ve Miktarlarının Karşılaştırılması. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir, 46s.

Meral, Y., Şahin, A., 2013. Tüketicilerin Coğrafi İşaretli Ürün Algısı: Gemlik Zeytini Örneği. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 16(4):16-24.

Montano, A., Sanchez, A.H., Casado, F.J., De Castro, A., Rejano, L., 2003. Chemical Profile of Industrially Fermented Green Olives of Different Varieties. Food Chemistry, 82:297-302.

Montano, A., Sanchez, A.H., Lopez-Lopez, A., De Castro, A., Rejano, L., 2010. Chemical Composition of Fermented Green Olives: Acidity, Salt, Moisture, Fat, Protein, Ash, Fiber, Sugar, and Polyphenol. (Victor R. Preedy ve Ronald Ross Watson editör). Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention. Academic Press, s.291-297.

Montet, D., Ray, R.C., Zakhia-Rozis, N., 2014. Lactic Acid Fermentation of Vegetables and Fruits. (Ramesh C. Ray ve Montet Didier editör). Microorganisms and Fermentation of Traditional Foods. CRC Press, Boca Raton, s.108-140.

Moreno-Baquero, J.M., Bautista-Gallego, J., Garrido-Fernandez, A., Lopez-Lopez, A., 2013. Mineral and Sensory Profile of Seasoned Cracked Olives Packed in Diverse Salt Mixtures. Food Chemistry, 138, 1-8.

Nisiotou, A.A., Chorianopoulos, N., Nychas, G.J.E., Panagou, E.Z., 2009. Yeast Heterogeneity During Spontaneous Fermentation of Black Conservolea Olives in Different Brine Solutions. Journal of Applied Microbiology, 108:396-405.

Nychas, G.J.E., Panagou, E.Z., Parker, M.L., Waldron, K.W., Tassou, C.C., 2002. Microbial Colonization of Naturally Black Olives During Fermentation and Associated Biochemical Activities in the Cover Brine. Letters in Applied Microbiology, 34:173-177.

Oliveira, M., Brito, D., Catulo, L., Leitao, F., Gomes, L., Silva, S., Vilas-Boas, L., Peito, A., Fernandes, I., Gordo, F., Peres, C., 2004. Biotechnology of Olive Fermentation of 'Galega' Portuguese Variety Grasas y Aceites, 55(3):219-226.

Ötleş, S., Özyurt, V. H., 2012. Oleuropein ve Önemi. Zeytin Bilimi, 3(1):59-71.

Özay, G., Borçaklı, M., 1996. Effect of Brine Replacement and Salt Concentration on the Fermentation of Naturally Black Olives. Food Research International, 28(6):553-559.

Özay, G., Borçaklı, M., Alperden, İ., Özsan, E., Erdek, Y., 1994. Farklı İki Tip Zeytin (Gemlik ve Edincik) Fermantasyonlarının Kimyasal ve Mikrobiyolojik Yönden İncelenmesi. Gıda, 19(1):37-43.

Özdemir, Y., 2011. Bazı Melez Zeytinlerin Fizikokimyasal Özelliklerinin ve Starter Kültür (*Lactobacillus plantarum*) İlaveli Sofralık Zeytin Fermentasyonuna Uygunluklarının Belirlenmesi. Namık Kemal Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ, 125s.

Öztürk, F., Yalçın, M., 2017. Zeytin, Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Sektörünün Genel Bir Değerlendirilmesi. (E. Susamcı, S. Ötleş ve H. Dıraman editör). Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi. Bassaray Matbaası, İzmir, s.15-28.

Öztürk-Güngör, F., 2010. Farklı Yörelerde Yetiştirilen Gemlik Zeytininden Sofralık Siyah Zeytin Elde Edilmesi Sırasında Temel Bileşenlerinde Meydana Gelen Değişmeler Üzerine Arastırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 103s.

Öztürk-Güngör, F., 2017. Salamura Siyah Zeytin. (E. Susamcı, S. Ötleş ve H. Dıraman editör). Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi. Bassaray Matbaası, İzmir, s.87-94.

Panagou, E.Z., Hondrodimou, O., Mallouchos, A., Nychas, G.J.E., 2011. A Study on the Implications of NaCl Reduction in the Fermentation Profile of Conservolea Natural Black Olives. Food Microbiology, 28:1301-1307.

Panagou, E.Z., Katsaboxakis, C.Z., 2006. Effect of Different Brining Treatmentson the Fermentation of cv. Conservolea Green Olives Processed by the Spanish-Method. Food Microbiology, 23:199-204.

Panagou, E.Z., Schillinger, U., Franz, C.M.A.P., Nychas, G.J.E., 2008a. Microbiological and Biochemical Profile of cv. Conservolea Naturally Black Olives During Controlled Fermentation with Selected Strains of Lactic Acid Bacteria. Food Microbiology, 25:348-358.

Panagou, E.Z., Tassou, C.C., 2006. Changes in Volatile Compounds and Related Biochemical Profile During Controlled Fermentation of cv. Conservolea Green Olives. Food Microbiology, 23:738-746.

Panagou, E.Z., Tassou, C.C., Katsaboxakis, C.Z., 2003. Induced Lactic Acid Fermentation of Untreated Green Olives of the Conservolea Cultivar by *Lactobacillus pentosus*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83:667-674.

Panagoua, E.Z., Sahgal, N., Magan, N., Nychas, G.J.E., 2008b. Table Olives Volatile Fingerprints: Potential of an Electronic Nose for Quality Discrimination. Sensors and Actuators B, 134:902-907.

Peres, C., Catulo, L., Brito, D., Pintado, C., 2008. *Lactobacillus pentosus* DSM 16366 Starter Added to Brine as Freeze-Dried and as Culture in the Nutritive Media for Spanish Style Green Olive Production. Grasas y Aceites, 59(3): 234-238.

Perricone, M., Bevilacqua, A., Corbo, M.R., Sinigaglia, M., 2010. Use of *Lactobacillus plantarum* and Glucose to Control the Fermentation of "Bella di Cerignola" Table Olives, a Traditional Variety of Apulian Region (Southern Italy). Journal of Food Science, 75(7):430-436.

Pirgün, Y., 2007. Hatay'da Yetiştirilen Gemlik ve Halhalı Zeytinlerinin Antioksidan Etkilerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 46s.

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, 138:2043-2049.

Proietti, P., Antognozzi, E., 1996. Effect of Irrigation on Fruit Quality of Table Olives (*Olea Europaea*), Cultivar 'Ascolana Tenera'. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 24:175-181.

Ramirez, E., Brenes, M., De Castro, A., Romero, C., Medina, E., 2017a. Oleuropein Hydrolysis by Lactic Acid Bacteria in Natural Green Olives. Food Science and Technology, 78:165-171.

Ramirez, E., Medina, E., Garcia, P., Brenes, M., Romero, C., 2017b. Optimization of the Natural Debittering of Table Olives. Food Science and Technology, 77:308-313.

Randazzo, C. L., Rajendram, R., Caggia, C., 2010. Lactic Acid Bacteria in Table Olive Fermentation. (Victor R. Preedy ve Ronald Ross Watson editör). Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention. Academic Press, s. 369-376.

Randazzo, C. L., Restuccia, C., Romano, A.D., Caggia, C., 2004. *Lactobacillus casei*, Dominant Species in Naturally Fermented Sicilian Green Olives. International Journal of Food Microbiology, 90:9-14.

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 Microbiology, 65:136-148.

Randazzo, C.L., Russo, N., Pino, A., Mazzaglia, A., Ferrante, M., Conti, G.O., Caggia, C., 2018. Effects of Selected Bacterial Cultures on Safety and Sensory Traits of Nocellara Etnea Olives Produced at Large Factory Scale. Food and Chemical Toxicology, 115:491-498.

Randazzo, C.L., Todaro, A., Pino, A., Pitino, I., Corona, O., Mazzaglia, A., Caggia, C., 2014. Giarraffa and Grossa di Spagna Naturally Fermented Table Olives: Effect of Starter and Probiotic Cultures on Chemical, Microbiological and Sensory Traits. Food Research International, 62:1154-1164.

Rejano, L., Montano, A., Casado, F.J., Sanchez, A.H., De Castro, A., 2010. Table Olives: Varieties and Variations. (Victor R. Preedy ve Ronald Ross Watson editör). Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention. Academic Press, s. 5-15.

Ridolfi, M., Terenziani, S., Patumi, M., Fontanazza, G., 2002. Characterization of the Lipoxygenases in Some Olive Cultivars and Determination of Their Role in Volatile Compounds Formation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50:835-839.

Rodriguez-Gomez, F., Arroyo-Lopez, F.N., Romero-Gil, V., Jimenez-Diaz, R., Garrido-Fernandez, A., Garcia-Garcia, P., 2013. Table Olive Fermentation with Multifunctional *Lactobacillus pentosus* Strains. Food Control, 34:96-105.

Romeo, F.V., De Luca, S., Piscopo, A., Perri, E., Poiana, M., 2009. Effects of Post-Fermentation Processing on the Stabilisation of Naturally Fermented Green Table Olives (cv *Nocellara Etnea*). Food Chemistry, 116:873-878.

Romero, C., Brenes, M., Yousfi, K., Garcia, P., Garcia, A., Garrido, A., 2004. Effect of Cultivar and Processing Method on the Contents of Polyphenols in Table Olives. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52:479-484.

Romero-Gil, V., Bautista-Gallego, J., Rodriguez-Gomez, F., Garcia-Garcia, P., Jimenez-Diaz, R., Garrido-Fernandez, A., Arroyo-Lopez, F.N., 2013. Evaluating theIndividual Effects of Temperature and Salt on Table Olive Related Microorganisms. Food Microbiology, 33:178-184.

Romero-Gil, V., Garcia-Garcia, P., Garrido-Fernandez, A., Arroyo-Lopez, F.N., 2016a. Susceptibility and Resistance of Lactic Acid Bacteria and Yeasts Against Preservatives with Potential Application in Table Olives. Food Microbiology, 54:72-79.

Romero-Gil, V., Rodriguez-Gomez, F., Garrido-Fernandez, A., Garcia-Garcia, P., Arroyo-Lopez, F.N., 2016b. *Lactobacillus pentosus* is the Dominant Species in Spoilt Packaged Alorena De Malaga Table Olives. Food Science and Technology, 70:252-260.

Ross, R.P., Morgan, S., Hill, C., 2002. Preservation and Fermentation: Past, Present and Future. International Journal of Food Microbiology, 79:3-16.

Ruiz-Barba, J.L., Cathcart, D.P., Warner, P.J., Jimenez-Diaz, R., 1994. Use of *Lactobacillus plantarum* LPCO10, a Bacteriocin Producer, as a Starter Culture in Spanish-Style Green Olive Fermentations. Applied and Environmental Microbiology, 60(6):2059-2064.

Ruiz-Barba, J.L., Jimenez-Diaz, R., 2012. A Novel *Lactobacillus pentosus* Paired Starter Culture for Spanish-Style Green Olive Fermentation. Food Microbiology, 30:253-259.

Sabatini, N., Marsilio, V., 2008. Volatile Compounds in Table Olives (*Olea Europaea L.*, Nocellara del Belice Cultivar). Food Chemistry, 107:1522-1528.

Sabatini, N., Mucciarella, M.R., Marsilio, V., 2008. Volatile Compounds in Uninoculated and Inoculated Table Olives with *Lactobacillus Plantarum* (*Olea Europaea L.*, cv. Moresca and Kalamata). Food Science and Technology, 41:2017-2022.

Sabatini, N., Perri, E., Marsilio, V., 2009. An Investigation on Molecular Partition of Aroma Compounds in Fruit Matrix and Brine Medium of Fermented Table Olives. 2009. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 10:621-626.

Sanchez, A. H., De Castro, A., Lopez-Lopez, A., Cortes-Delgado, A., Beato, V.M., Montano, A., 2017. Retention of Color and Volatile Compounds of Spanish-Style Green Table Olives Pasteurized and Stored in Plastic Containers under Conditions of Constant Temperature. Food Science and Technology, 75:685-691.

Sanchez, A. H., De Castro, A., Rejano, L., Montano, A., 2000. Comparative Study on Chemical Changes in Olive Juice and Brine During Green Olive Fermentation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48:5975-5980.

Sanchez, A. H., Lopez-Lopez, A., Cortes-Delgado, A., Beato, V.M., Medina, E., De Castro, A., Montano, A., 2018. Effect of Post-Fermentation and Packing Stages on the Volatile Composition of Spanish-Style Green Table Olives. Food Chemistry, 239:343-353.

Sanchez, A. H., Rejano, L., Montano, A., De Castro, A., 2001. Utilization at High pH of Starter Cultures of Lactobacilli for Spanish-Style Green Olive Fermentation. International Journal of Food Microbiology, 67:115-122.

Sansone-Land, A., Takeoka, G.R., Shoemaker, C.F., 2014. Volatile Constituents of Commercial Imported and Domestic Black-Ripe Table Olives (*Olea europaea*). Food Chemistry, 149:285-295.

Savaş, E., 2006. Salamura Yeşil Zeytin Üretiminde Farklı Uygulama ve Acılık Giderme İşlemlerinin İşleme Süresi ve Ürün Kalitesine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 103s.

Savran, M.K., Demirbaş, N., 2011. Türkiye'de Sofralık Zeytinde Kalite Sorunu ve Öneriler. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(2):89-99.

Schneider, R., Rauzungles, A., Augier, C., Baumes, R., 2001. Monoterpenic and Norisoprenoid Glycoconjugates of *Vitis vinifera* L. Cv. Melon B. as Precursors of Odorants in Muscadet Wines. Journal of Chromatography, 936:145-157.

Servili, M., Settanni, L., Veneziani, G., Esposto, S., Massitti, O., Taticchi, A., Urbani, S., Montedoro, G.F., Corsetti, A., 2006. The Use of *Lactobacillus pentosus* 1MO To Shorten the Debittering Process Time of Black Table Olives (cv. Itrana and Leccino): A Pilot-Scale Application. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54:3869-3875.

Sherahi, M.H.A., Shahidi, F., Yazdi, F.T., Hashemi, S.M.B., 2018. Effect of *Lactobacillus plantarum* on Olive and Olive Oil Quality During Fermentation Process. Food Science and Technology, 89:572-580.

Sofralık Zeytin Tebliği, 2014. Türk Gıda Kodeksi Sofralık Zeytin Tebliği. Tebliğ No: 2014/33.

Sisto, A., Lavermicocca, P., 2012. Suitability of a Probiotic *Lactobacillus paracasei* Strain as a Starter Culture in Olive Fermentation and Development of the Innovative Patented Product "Probiotic Table Olives". Frontiers in Microbiology, 3(174):1-5.

Sivri, N., 2012. Kahramanmaraş, Gaziantep ve Kilis İllerindeki Zeytin Üretim Alanlarında Görülen Zeytin Dal Kanseri Hastalığı Etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* Tanılanması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 74s.

Susamcı, E., 2017. Sofralık Zeytin Teknolojisine Genel Bakış. (E. Susamcı, S. Ötleş ve H. Dıraman editör). Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi. Bassaray Matbaası, İzmir, s.56-61.

Susamcı, E., Ötleş, S., Irmak, Ş., 2011. Sofralık Zeytinin Besin Öğeleri, Duyusal Karakterizasyonu ve İşleme Yöntemleri Arasındaki Etkileşimler. Zeytin Bilimi, 2(2):65-74.

Şen, K., 2012. Malatya Çevresi Yerli Kayısılarında Aroma Maddelerinin GC-MS-O Tekniği ile Belirlenmesi ve Bazı Teknolojik İşlemlerin Aromamaddeleri Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 189s.

Tahtacı, S., 2016. Sofralık Zeytinlerden Halofilik Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu, Tanımlanması ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Burdur, 126s.

Tassou, C.C., Panagou, E.Z., Katsaboxakis, K.Z., 2002. Microbiological and Physicochemical Changes of Naturally Black Olives Fermented at Different Temperatures and NaCl Levels in the Brines. Food Microbiology, 19:605-615.

Taş, E., Seven, Ü., Güçer, Ş., 2008. Zeytin İşleme Teknolojilerinde Kalite Beklentileri. I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, Edremit-Balıkesir, s.132-135.

Tofalo, R., Perpetuini, G., Schirone, M., Suzzi, G., Corsetti, A., 2013. Yeast Biota Associated to Naturally Fermented Table Olives from Different Italian Cultivars. International Journal of Food Microbiology, 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.

Tokat, S., 2018. Bursa İlinde Tüketime Sunulan Salamura Siyah Zeytinlerde Sorbik Asit ve Benzoik Asit Miktarlarının Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 64s.

Toker, C., 2009. Ayvalık Zeytin Çesidinde Kuzey Ege Agroekolojik Şartlarında Meyve Kalitesi ve Aroma Bileşenlerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 83s.

Tokuşoğlu, Ö. Artık, N., 2016. Zeytin Meyvesi Hakkında. (Ö. Tokuşoğlu editör). Özel Meyve: Zeytin Kimyası, Kalite ve Teknolojisi. Sidas Medya, s.1-15.

Tokuşoğlu, Ö., Başoğlu, F., 2016. Sofralık Zeytin Üretimi. (Ö. Tokuşoğlu editör). Özel Meyve: Zeytin Kimyası, Kalite ve Teknolojisi. Sidas Medya, s.113-121.

Tsapatsaris, S., Kotzekidou, P., 2004. Application of Central Composite Design and Response Surface Methodology to the Fermentation of Olive Juice by *Lactobacillus plantarum* and *Debaryomyces hansenii*. International Journal of Food Microbiology, 95:157-168.

Tufariello, M., Durante, M., Ramires, F.A., Grieco, F., Tommasi, L., Perbellini, E., Falco, V., Tasioula-Margari, M., Logrieco, A.F., Mita, G., Bleve, G., 2015. New Process for Production of Fermented Black Table Olives Using Selected Autochthonous Microbial Resources. Frontiers in Microbiology, 6(1007):1-15.

Tuna, S., 2006. Siyah Sofralık Zeytin Fermentasyonunda Alkali ve Enzimatik Yöntemlerin Fiziko-Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 86s.

Tunalıoğlu, R., 1994. Önemli Zeytin Üreticisi Ülkelerin Zeytinciliği ile Türkiye Zeytinciliğinin Bazı Yönlerden Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 347s.

Tura, D., Failla, O., Bassi, D., Pedo, S., Serraiocco, A., 2008. Cultivar Influence on Virgin Olive (*Olea europea* L.) Oil Flavor Based on Aromatic Compounds and Sensorial Profile. Scientia Horticulturae 118, 139–148.

TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim Tarihi: 09.04.2019)

Ulaş, M., 2001. Çukurova Bölgesinde Yaygın Bazı Sofralık ve Yağlık Zeytin Çeşitlerinin Morfolojik, Fenolik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 94s.

Urbonaviciene, D., Viskelis, P., Bartkiene, E., Juodeikiene, G., Vidmantiene, D., 2015. The Use of Lactic Acid Bacteria in the Fermentation of Fruits and Vegetables. (Deniz Ekinci editör). Biotechnology. Intechopen, s.135-164.

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., Tamer, C.E., İncedayı, B., Vural, H., Çopur, Ö.U., 2008. The Quantitative Analysis of Some Quality Criteria of Gemlik Variety Olives. Journal of Food, Agriculture & Environment, 6(3&4):26-30.

Ünalan, B., 2015. Gemlik Zeytin Çeşidinde Nanofiber Bariyer Yaprak Gübresi, Nanoteknolojik Kalsit ve Kaolin Uygulamalarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 77s.

Veberic, R., Jurhar, J., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., Schmitzer, V., 2010. Comparative Studyof Primariy and Secondary Methabolites in 11 Cultivars of Persimmon Fruit (*Diospyros kaki* L.). Food Chemistry, 119:477-483.

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. Food Science and Technology, 53:113-119.

Vinha, A.F., Ferreres, F., Silva, B.M., Valentao, P., Goncalves, A., Pereira, J.A., Oliveira, M.B., Seabra, R.M., Andrade, P.B., 2005. Phenolic Profiles of Portuguese Olive Fruits (*Olea europaea* L.): Influences of Cultivar and Geographical Origin. Food Chemistry, 89:561-568.

Yıldırım, Ş., 2009. Sofralık Siyah Zeytinde Aflatoksijenik Küf Gelişimi ve Aflatoksin Oluşumuna *Lactobacillus plantarum* ve Bazı Bitki Ekstraktlarının Etkileri. Namık Kemal Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ, 86s.

Yıldırım, T., 2018. Gemlik Zeytin Çeşidinde Doğal Bazı Fenolik Bileşiklerin Mevsimsel Değişimleri. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 87s.

Yıldız, G., 2014. Gemlik Çeşidi Sofralık Siyah Zeytinin Fenolik Bileşikleri Üzerine Yöre ve İşleme Tekniğinin Etkisinin Araştırılması. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora, Bursa, 207s.

Yıldız, G., Uylaşer, V., 2011. Doğal Bir Antimikrobiyel: Oleuropein. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1):131-142.

Yıldız, H., 2011. Turşu ve Zeytinlerden Laktik Asit Bakterileri ile Mayaların İzolasyonu-İdentifikasyonu ve Elde Edilen İzolatların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 134s.

Yılmaz-Çevik, C., 2015. Zeytin ve Zeytin Ürünlerinin Bazı Makro ve Mikro İnorganik Bileşenlerinin Analizi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 73s.

Yurdunuseven, A., 2013. Sofralık Zeytinlerin (Siyah, Yeşil) Triterpenik Asit Nicelikleri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 69s.

ZAE, 2016. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Türkiye Zeytincilik Sektör Raporu.

Zago, M., Lanza, B., Rossetti, L., Muzzalupo, I., Carminati, D., Giraffa, G., 2013. Selection of *Lactobacillus plantarum* Strains to Use as Starters in Fermented Table Olives: Oleuropeinase Activity and Phage Sensitivity. Food Microbiology, 34:81-87.

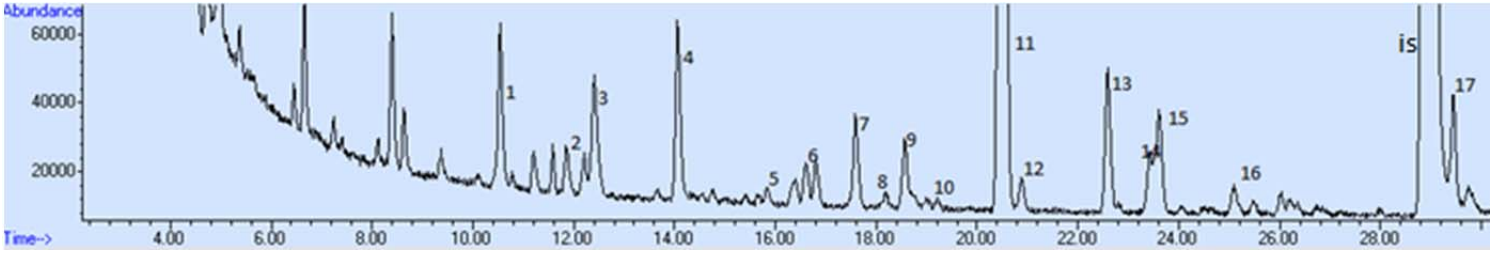
Zeytin, M.A., Arslan, D., Özcan, M., 2008. Domat, Edremit ve Gemlik Zeytin Çeşitlerinin Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Farklı İşleme Metodlarının Etkisi. I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, Edremit-Balıkesir, s.74-81.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Amasya'da doğmuş, ilk ve ortaöğrenimini aynı şehirde tamamlamıştır. 2006 yılında başladığı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisans eğitimini 2010 yılında bitirmiştir. Aynı yıl Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamış ve buradan 2013 yılında mezun olmuştur. 2014 yılından beri Kilis 7 Aralık Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü'nde Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır. 2015 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı doktora programına devam etmektedir.

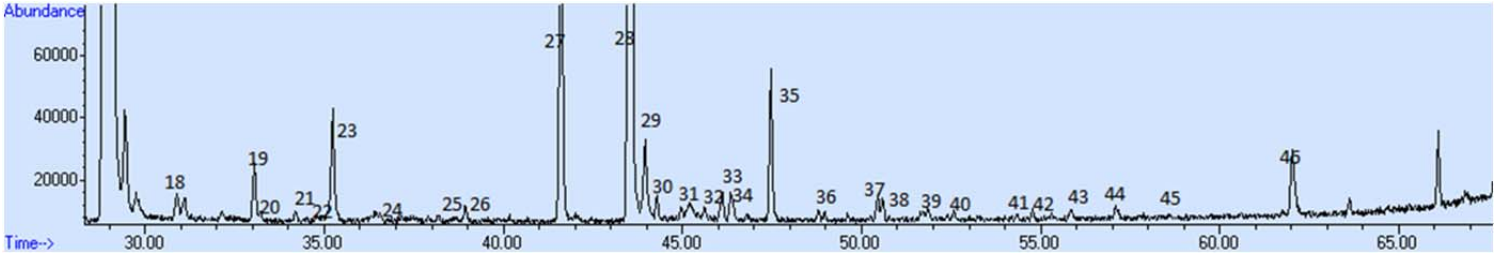
EKLER

EK 1. Gemlik çeşidi zeytin meyvesine ait Purge and Trap tekniği ile izole edilen aroma bileşenlerinin GC/MS kromatogramı



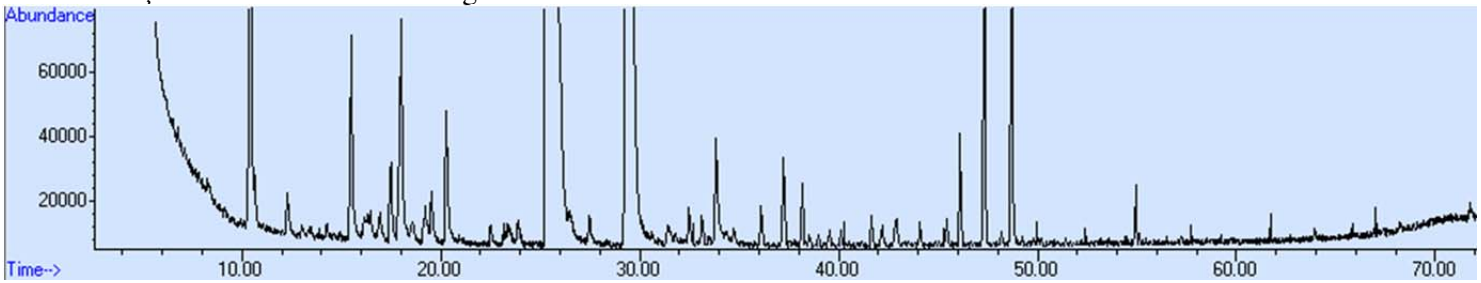
1:3-penten-2-ol, 2:dodekan, 3:izoamil alkol, 4:undekanol, 5:3-hidroksi-2-bütanon, 6:1-dodekanol, 7:2-hekzanol, 8:2-hidroksi-metil propanoat, 9:4-nonanon, 10:2-2-hidroksi-etil propanoat, 11:4-hidroksi-4-metil-2-pentanon, 12:1-hekzanol, 13:(Z)-3-hekzen-1-ol, 14:2-bütoksietanol, 15:tetradekan, 16:(2,6-dimetil-fenil)-hidrazin, is:iç standart, 17:2-etil-hekzanol

EK 1'in devamı

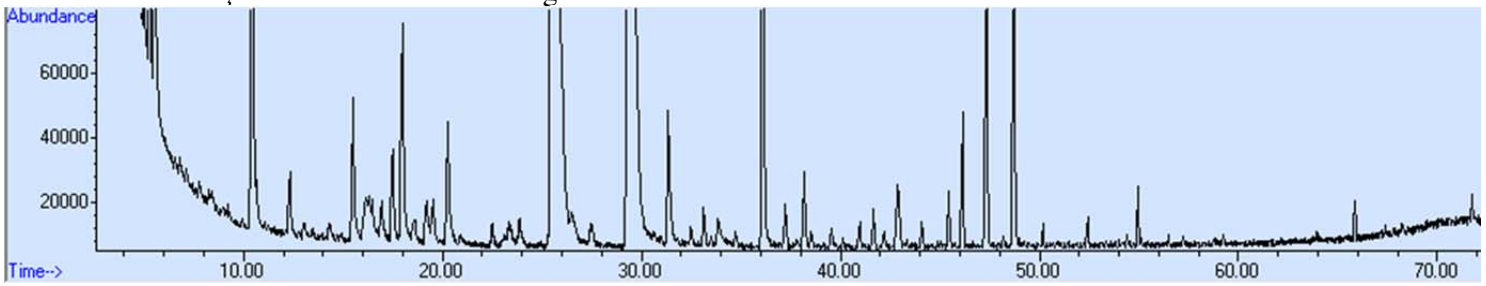


18:2-metil-2,3-pentandiol, 19:dimetil sülfoksit, 20:2-metil-propanoik asit, 21:2,3-bütandiol, 22:1,2-propandiol, 23:eikosan, 24:(E)-2-dekanal, 25:2-metil propanoik asit, 26:N-metil benzenamin, 27:(E,E)-α-farnesen, 28:2-bütoksietanol, 29:eikosan, 30:(E)-anetol, 31:heksanoik asit, 32:gaiakol, 33:benzil alkol, 34:3-hidroksi-2,4,4-trimetilfenil 2-metil propanoat, 35:feniletil alkol, 36:kreosol, 37:Δ-nonalakton, 38:etanol,2,2-oksibis, 39:3,5,5 trimetilheksanoik asit, 40:hekzadekan, 41:n-metil-n-fenil formamid, 42:oktanoik asit, 43:p-kresol, 44:4-etilfenol, 45:dekanoik asit, 46:di-t-bütil-fenol

EK 2.1. Fermantasyon işlemi sonunda elde edilen spontan zeytinlere ait Purge and Trap tekniği ile izole edilen aroma bileşenlerinin GC/MS kromatogramı



Ek 2.2. Fermantasyon işlemi sonunda elde edilen *L. plantarum* ilaveli zeytinlere ait Purge and Trap tekniği ile izole edilen aroma bileşenlerinin GC/MS kromatogramı



Ek 2.3. Fermantasyon işlemi sonunda elde edilen *L. pentosus* ilaveli zeytinlere ait Purge and Trap tekniği ile izole edilen aroma bileşenlerinin GC/MS kromatogramı

