

**GEMLİK ÇEŞİDİ SİYAH SOFRALIK ZEYTİNLERİN
İŞLENMESİNDE ULTRASES VE OZON
UYGULAMALARININ ETKİLERİ**

ECE YILDIZ



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GEMLİK ÇEŞİDİ SİYAH SOFRALIK ZEYTİNLERİN İŞLENMESİNDE
ULTRASES VE OZON UYGULAMALARININ ETKİLERİ**

ECE YILDIZ
0000-0001-9678-5807

Doç. Dr. Ayşegül KUMRAL
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2021
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Ece YILDIZ tarafından hazırlanan “**GEMLİK ÇEŞİDİ SİYAH SOFRALIK ZEYTİNLERİN İŞLENMESİNDE ULTRASES VE OZON UYGULAMALARININ ETKİLERİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Ayşegül KUMRAL

Başkan : Doç. Dr. Ayşegül KUMRAL
0000-0002-3550-7181
Bursa Uludağ Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU
0000-0003-3043-1904
Bursa Uludağ Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Prof. Dr. Nurcan DEĞİRMENCİOĞLU
0000-0002-1186-3106
Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi
Bandırma Meslek Yüksekokulu
Gıda İşleme Teknolojisi

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

.....

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

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

beyan ederim.

15.10.2021.



Ece YILDIZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Gemlik çeşidi siyah sofralık zeytinlerin işlenmesinde ultrases ve ozon uygulamalarının etkileri

Ece YILDIZ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ayşegül KUMRAL

Türkiye siyah zeytin üretiminde dünyada üçüncü sırada olup, bu üretimin büyük bir çoğunluğunu Gemlik tipi siyah zeytin oluşturmaktadır. Zeytin işleme sürecinde geleneksel ve kimyasal kullanımına dayalı acılık giderme yöntemleri yaygın olarak uygulanırsa da, sırasıyla sürecin uzun olması ve kimyasal kullanımı sebepleriyle bu yöntemlere alternatif arayışına girilmiştir. Bu sebeplerden dolayı bu çalışmada zeytin acılığının giderilmesi için ultrases ve ozon teknolojilerinden yararlanılmış; yapılan uygulamaların Gemlik siyah zeytininin mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Hasat edilen siyah zeytinler iki farklı bileşime sahip salamura içerisine alınarak; bir hafta süre ile ultrases ve ultrases+ozon ile muamele edilmiştir. Bu uygulamalar ile tatlandırılan zeytinler laktik starter ile aşılanarak iki aylık bir fermantasyon sürecine bırakılmıştır. Muamele ve fermantasyon sonrası zeytin örneklerinde mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal analizler periyodik olarak yapılmış, gelişme testi ise muamele sonrası dönemsel olarak yapılarak süreç takip edilmiştir. Ozon uygulamasının toplam mezofilik aerob bakteri, küf, maya ve enterobakter oluşumunu engellediği, tüm örneklerde pH'ı 4,5'un altına indirdiği görülmüştür. Muamele ve fermantasyon sonrası örneklerde kuru madde ve pH miktarları azalmış, kül miktarı ve toplam asitlik artmıştır. Muamele sonrası tuz değerlerinde önemli bir değişim yaşanmazken, fermantasyon sonucu artmıştır. Ozon uygulaması sonucunda renk (a^* ve b^*) değerlerinde azalma görülmüş, L değerinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır. Ultrases ve ozon uygulamalarının tekstür üzerine olumsuz bir etkisi görülmemiştir. Ultrases uygulamasının meyveye Na geçişini hızlandırdığı, ozon ile birlikte kullanımının da Ca geçişine önemli bir katkı yarattığı görülmüştür. Ayrıca toplam fenolik madde miktarı uygulanan muamele ve salamura konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gemlik zeytini, ultrases, ozon, fermantasyon, mikrobiyolojik aktivite, acılık giderme

2021, ix + 73 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

The effects of ultrasound and ozone applications in the processing of Gemlik black table olives

Ece YILDIZ

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

Supervisor: Assoc. Dr. Ayşegül KUMRAL

Turkey is ranked third in the world in black olive production, a large majority of this production constitutes Gemlik black olives. Although the traditional methods that are used to eliminate bitterness by using various chemicals in olive processing are applied widely, they have been searched for additional alternative methods due to their negative health effects and long fermentation process. In this study, ultrasound and ozone technologies were used to eliminate olive bitterness. The effects of these applications on the microbiological, physical and chemical properties of Gemlik black olives were investigated. The harvested black olives were taken into brine with two different brine concentrations after various pretreatments; ultrasound and ultrasound-ozone were applied together for one week, then lactic acid bacteria were inoculated and left for a two-month fermentation process. Microbiological, physical and chemical analyzes were carried out periodically in olive samples after treatment and fermentation, and the process was followed up by performing the development test periodically after treatment. It was observed that the application of ozone prevented the formation of total mezophilic aerob bacteria, mold, yeast and enterobacter, decreased the pH below 4,5 in all samples. After the treatment and fermentation, the amount of dry matter and pH decreased, the amount of ash and total acidity increased. While there was no significant change in salt values after the treatment, it increased as a result of fermentation. As a result of ozone application, a decrease in color values (a*and b*) was observed and did not cause a significant change in L value. There was no negative effect of ultrasound and ozone applications on fruit tissue. It has been seen that the application of ultrasound accelerates the Na transition to the fruit and its use with ozone makes an important contribution to Ca transition. In addition, it was concluded that the total amount of phenolic substance varies depending on the treatments and brine concentrations.

Key words: Gemlik olives, ultrasound, ozone, fermentation, microbiological activity, debittering

2021, ix + 73 pages.

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden son aşamasına gelene dek bana her konuda destek verip yanımda olan, engin bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, bana çok önemli fırsatlar yaratıp bunları gerçekleştirmemi sağlayan çok değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Ayşegül KUMRAL'a, tezimin önemli bir parçasını içeren çalışmalarımı yapmama destek veren ve kapılarını bana ardına kadar açan değerli araştırmacı bilim insanları Dr. Manuel BRENES BALBUENA ve Dr. Concepción ROMERO BARRANCO'ya, çalışmamın istatistik değerlendirme sürecinde desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Sayın Doç.Dr. Nabi Alper KUMRAL'a, çalışmam boyunca bana yardımcı olan değerli çalışma arkadaşlarım Mervegül BAYZAT, Dilara KÖSE, Büşra MADEN ve Buse ARTIK'a, maddi ve manevi olarak her zaman desteğini gördüğüm sevgili annem Nusen YILDIZ'a, yüksek lisans yaşamımın her sürecinde yanımda olan çok değerli meslektaşım ve can dostum Burcu BAŞARAN'a ve her zaman desteğini yanımda hissettiğim, tüm zorlukları birlikte göğüslediğim Osman Metehan ERDÖNMEZ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ece YILDIZ

15/02/2021

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Dünyada ve Türkiye’de zeytinciliğin durumu ve sofralık zeytinin önemi.....	4
2.2. Zeytin meyvesinin yapısı ve bileşenleri.....	7
2.3. Siyah zeytin işleme yöntemleri.....	9
2.3.1. Doğal (salamura) siyah zeytin üretimi.....	10
2.3.2. İşlem görmüş (alkali ile) siyah zeytin üretimi.....	13
2.4. Ultrases teknolojisi.....	15
2.5. Ultrases uygulamasının gıda teknolojisinde kullanımı.....	15
2.5.1. Mikroorganizmalar üzerine olan etkisi.....	16
2.5.2. Gıda enzimleri üzerine olan etkisi.....	17
2.5.3. Dondurma teknolojisi üzerine etkisi.....	17
2.5.4. Et teknolojisi üzerine etkisi.....	18
2.5.5. Homojenizasyon/emülsifikasyon üzerine etkisi.....	18
2.5.6. Filtrasyon işlemi üzerine olan etkisi.....	19
2.5.7. Ekstraksiyon işlemi üzerine olan etkisi.....	19
2.6. Ozon teknolojisi.....	20
2.6.1. Ozon hakkında genel bilgiler ve kullanım alanları.....	20
2.6.2. Ozonun gıda endüstrisinde uygulanması.....	21
2.6.3. Ozonun antimikrobiyal etkisi.....	21
2.6.4. Meyve sebze ürünleri ve ozon uygulamaları.....	22
2.6.5. Et endüstrisi ve ozon uygulamaları.....	23
2.6.6. Deniz ürünleri ve ozon uygulamaları.....	23
2.6.7. Tahıl ürünleri ve ozon uygulamaları.....	24
2.6.8. Kuru ürünler ve ozon uygulamaları.....	24
2.6.9. İçme suları ve ozon uygulamaları.....	24
2.6.10. Diğer ürünler.....	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	26
3.1. Materyal.....	26
3.2. Deneme deseni – acılığın giderilmesi.....	26
3.3. Fermantasyon uygulaması.....	27

3.4. Mikrobiyel gelişimin izlenmesi.....	27
3.5. Salamuraların LAB'ni inhibe edici etkisinin test edilmesi (Gelişme testi).....	27
3.6. Fiziksel ve kimyasal analizler	28
3.6.1. Olgunluk derecesi.....	28
3.6.2. Kilogramda tane sayısı	28
3.6.3. Meyve ve çekirdek boyutları.....	29
3.6.4. Et/Çekirdek oranı	29
3.6.5. pH ve Toplam asitlik.....	29
3.6.6. Tuz analizi (Mohr methodu)	29
3.6.7. Kuru madde analizi	29
3.6.8. Kül analizi	30
3.6.9. Renk analizi.....	30
3.6.10. Tekstür (Sertlik)	30
3.6.11. Mineral madde analizi.....	30
3.6.12. İndirgen şeker analizi	30
3.6.13. Toplam fenolik madde analizi.....	31
3.7. Bulguların istatistiksel analizi	31
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	32
4.1. Hammaddeye ait özellikler	32
4.2. Mikrobiyolojik gelişme	34
4.2.1. Toplam mezofilik aerob bakteri, maya-küf, laktik asit bakterileri ve enterobakter sonuçları	34
4.2.2. Salamuraların LAB'ni inhibe edici etkisi (Gelişme testi).....	38
4.3. Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	39
4.3.1. Toplam asitlik ve pH değişimi	39
4.3.2. Tuz analizi sonuçları	42
4.3.3. Kuru madde analizi sonuçları.....	45
4.3.4. Kül analizi sonuçları	47
4.3.5. Renk analizi sonuçları (L*,a*,b* değerleri).....	48
4.3.6. Tekstür analizi sonuçları	51
4.3.7. Mineral madde analizi sonuçları	53
4.3.8. Toplam fenolik madde analizi sonuçları	55
4.3.9. İndirgen şeker analizi sonuçları	59
5. SONUÇ.....	62
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ..	73

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
%,km	Kuru madde
°C	Santigrat derece
µm	Mikrometre
cm ³	Santimetre küp
dk	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
kHz	Kilogram hertz
Log	Logaritmik düzey
M	Molar
mg	Miligram
MHz	Mega hertz
ml	Mililitre
mM	Milimolar
mm	Milimetre
mm/sn	Milimetre/saniye
N	Normalite
nm	Nanometre
rpm	Ravolutions Per Minute (Dakikadaki devir sayısı)
W	Ses gücü
W/m ²	Ses yoğunluğu
Ws/m ²	Ses enerjisi yoğunluğu

Kısaltmalar	Açıklama
AgNO ₃	Gümüş nitrat
Ar-Ge	Araştırma-Geliştirme
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Ca	Kalsiyum
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
COD	Chemical Oxygen Demand (Kimyasal Oksijen İhtiyacı)
DNSA	Dinitrosalisilik asit
ENT	Enterobakteri
FC	Folin-Ciocalteu reaktifi
FDA	Food and Drag Administration (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi)

FS	Fermantasyon sonrası
FTS	Fizyolojik tuzlu su
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
GRAS	Generally Recognized as Safe (Güvenilir ajanlar)
IOCC	International Olive Oil Council (Uluslararası Zeytinyağı Konseyi)
K ₂ CrO ₄	Potasyum kromat
K-Na-Tartarat	Potasyum-sodyum-tartarat
kob	Mikroorganizma sayımında kullanılan ölçü birimi
LAB	Laktik asit bakterisi
LOX	Lipoksigenaz
MK	Maya-küf
MS	Muamele sonrası
Na	Sodyum
NaCO ₃	Sodyum karbonat
NaOH	Sodyum hidroksit
pH	Power of Hydrogen (Asitlik/bazlık ölçüsü)
POD	Peroksidaz
PPO	Polifenol oksidaz
TMAB	Toplam mezofilik aerob bakteri
US	Ultrases
US-O ₃	Ultrases-ozon uygulaması

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Dünya sofralık zeytin üretimi 2018-2019 ort. (%)	5
Şekil 2.2. Zeytin meyvesinin yapısı	7
Şekil 2.3. Oleuropeinin kimyasal yapısı	9
Şekil 4.1. Fermantasyon sırasında gözlenen mikrobiyel değişiklikler.....	36
Şekil 4.2. Uygulanan muameleler sonucunda toplam mezofil aerob bakteri (TMAB), maya ve küf (MK) ve laktik asit bakterisi (LAB) sayısındaki değişiklikler ■: TMAB sayısı, ▲: MK sayısı, ●: LAB sayısı	37
Şekil 4.3. Gelişme testi sonuçları	38
Şekil 4.4. Gemlik siyah zeytininde haftalara göre pH ölçümleri	41
Şekil 4.5. Zeytin meyvesi tuz içeriğinin (%) fermantasyona göre değişimi	43
Şekil 4.6. Salamura tuz içeriğinin (%) fermantasyona göre değişimi.....	45
Şekil 4.7. L değerinin fermantasyona göre değişimi.....	49
Şekil 4.8. a değerinin fermantasyona göre değişimi	49
Şekil 4.9. b değerinin fermantasyona göre değişimi	50
Şekil 4.10. Meyve sertliğinin uygulamalara göre değişimi.....	51
Şekil 4.11. Zeytin meyvesinde Na içeriğinin (mg/kg,km) fermantasyona göre değişimi	54
Şekil 4.12 Zeytin meyvesinde Ca içeriğinin (mg/kg,km) fermantasyona göre değişimi	55
Şekil 4.13. Zeytin meyvesinde toplam fenolik madde miktarının (mg/100 g GAE) fermantasyona göre değişimi	57
Şekil 4.14. Zeytin meyvesinde indirgen şeker miktarının (% , km) değişimi.....	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Türkiye’de zeytin ağacı sayısı (bin), sofralık zeytin ve zeytinyağı üretimi (ton).....	6
Çizelge 2.2. Zeytin meyvesinin perikarp bileşimi	8
Çizelge 2.3. Gemlik çeşidi zeytinlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri.....	10
Çizelge 3.1. Salamura bileşimleri ve uygulama koşulları.....	26
Çizelge 3.2 . Zeytinlerin olgunluk derecelerinin kategorilendirilmesi	28
Çizelge 4.1. Hammadde olarak kullanılan Gemlik çeşidi zeytinlerin özellikleri	32
Çizelge 4.2. Gelişme testi sonuçları.....	38
Çizelge 4.3. Fermantasyon sonunda salamuraların toplam asitlik ve pH değerlerinin istatistiksel açıdan değerlendirilmesi	40
Çizelge 4.4. Zeytin meyvesindeki tuz miktarlarının istatistiksel açıdan değerlendirilmesi	43
Çizelge 4.5. Zeytin salamurasında tuz miktarlarının istatistiksel açıdan değerlendirilmesi.....	44
Çizelge 4.6. Kuru madde sonuçlarının istatistiksel açıdan değerlendirilmesi	46
Çizelge 4.7. Kül sonuçlarının zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi	47
Çizelge 4.8. Renk sonuçlarının (L, a* ve b* değeri) zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi.....	48
Çizelge 4.9. Tekstür sonuçlarının zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi.....	51
Çizelge 4.10. Mineral madde sonuçlarının (Na ve Ca içeriği) zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi	53
Çizelge 4.11. Toplam fenolik madde miktarının (mg/100g GAE) zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi.....	56
Çizelge 4.12. İndirgen şeker sonuçlarının (% , km) zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi.....	60

1. GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi Sofralık Zeytin Tebliği'ne göre sofralık zeytin; kültüre alınan zeytin ağacı (*Olea europaea sativa*) meyvelerinin tekniğine uygun olarak acılığının giderilmesi, fermantasyona bırakılarak veya bırakılmayarak gerektiğinde de laktik asit ve/veya diğer katkı maddelerinin ilave edilmesi ve pastörizasyon veya sterilizasyon işlemine tabi tutularak veya tutulmayarak elde edilen ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2014).

Zeytin besleyici değerinin yüksek olması sebebiyle yeterli ve dengeli beslenmenin önemli bir parçasıdır. Lezzetli, protein ve lif oranı yüksek bir besin olmasının yanında, vücuda alınması gereken doymamış yağ asiti, aminoasit, vitamin ve temel elementleri de bünyesinde bulundurmaktadır (Susamcı ve ark. 2011).

Türkiye büyük bir zeytin üreticisi ve tüketicisidir. Bu nedenle, uluslararası pazardaki yeri önemlidir. Uluslararası Zeytin Konseyi'nin (IOOC) 2019 yılı verilerine göre; Türkiye üretimde 414 000 ton, tüketimde ise 330 000 ton ile Avrupa Birliği (AB) ve Mısır'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim 2019a).

Bursa, zeytin yetiştirilmesi ve işlenmesi açısından Türkiye genelinde önemli bir paya sahiptir. 2019-2020 sezonu verilerine göre toplam 11 389 281 adet meyve veren, 229 185 adet meyve vermeyen ağacın mevcut olduğu; ağaç başına ortalama 7,5 kg zeytin verimi ile 85 053 ton zeytin tanesi alındığı, bunun 68 263 tonunun sofralığa, 16 790 tonunun yağlığa ayrıldığı bildirilmiştir (Anonim 2019b).

İspanyol yöntemi ile yeşil zeytin işlemede meyve acılığının % 1-2' lik sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi kullanılarak giderildiği, siyah zeytin işleme yöntemlerinden konserve tip zeytin üretiminde de aynı uygulamadan yararlanıldığı bilinmektedir. Türkiye'deki bazı işletmelerde "çabuk yöntem" olarak isimlendirilen bu uygulamada, siyah zeytinler önce yaklaşık % 1 NaOH içeren çözeltide bekletilerek tatlandırılmakta, daha sonra salamura içerisinde kısa süreli bir fermantasyona bırakıldıktan sonra tüketime sunulmaktadır. Ancak, bu uygulamanın Gemlik çeşidi siyah zeytinlerin işlenmesinde iyi sonuç vermediği belirtilmiştir (Uyulaşer ve ark. 2004). Salamura siyah zeytin üretiminde; ül-

kemizde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri ‘‘Gemlik Yöntemi’’dir. Bu yöntem ile siyah olgunlukta hasat edilmiş zeytinler ilgili mevzuata göre en az % 10 tuz içermesi gereken salamurada fermantasyonla tatlandırılmaktadır. Aslında yapılan işlemin aşırı tuzda acılık giderme olduğu, laktik asit fermantasyonunun gerçekleşmesi sonucunda da tuza dayanıklı diğer bakteri, maya ve küflerin gelişmesine ortam hazırlandığı belirtilmiştir (Uylaşer ve ark. 2004).

Sofralık zeytin üretimde kullanılan çeşitli kimyasal yöntemlerin olumsuz sonuçlarını engellemek, sağlıklı bir ürün üretmek ve üretimi kısa bir zaman içinde tamamlamak amacıyla bu yöntemlere ek olarak çeşitli alternatif yöntem arayışları sürdürülmektedir.

Ultrases teknolojisi termal olmayan en yeni gıda işleme tekniklerinden biridir. Toksik olmadığından güvenli ve çevre dostu olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, gıda işlemede hızla kabul gören teknolojilerdendir. Ultrases, uygulanan yüzeyde akustik kaviteasyon oluşturup moleküler düzeyde hareket sağlamaktadır. Ayrıca, geleneksel ekstraksiyon teknikleri ile kıyaslandığında, artan verimlilik, minimum ekstraksiyon süresi ve çözücü kullanımı ve yüksek düzeyde otomasyona uygunluk gibi avantajlar sunmaktadır (Habibi ve ark. 2016).

Ozon (O₃) gazı ise, atık sular ve ambalaj materyallerinin dezenfekte edilmesi ile ekipman ve gıdaların yüzey hijyeninin sağlanmasında kullanılmaktadır. Uygulamaların düşük konsantrasyonda yapılması, kısa sürede etkisini göstermesi ve parçalanması sonucunda sağlığa olumsuz bir etki oluşturmaması gibi nedenlerle geleneksel metotlara iyi bir alternatif oluşturmaktadır. Meyve ve sebze işleme tesisleri, piliç karkaslarının dezenfeksiyonu, içme suları, kuru gıdalar ve işletme sularının yeniden kullanıma alınması gibi alanlarda ozon gazının kullanılması gıda endüstrisinde yapılan uygulamalardır (Ekici ve ark. 2006).

Bu çalışmanın amacı, bilinen ve sıkça kullanılan gelenekselleşmiş yöntemlere alternatif yöntemler deneyerek, kimyasal kullanmaksızın sofralık zeytinlerde tatlandırma sürecini kısaltmaktır. Acılığın giderilmesinde ozon ve ultrases uygulanmasıyla kimyasal kullanımının doğurduğu olumsuz sonuçları azaltarak, besleyici, sağlıklı, fiziksel, kimyasal ve

mikrobiyolojik olarak güvenli ürün eldesini sağlamak ve endüstriyel üretime ışık tutmak hedeflenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

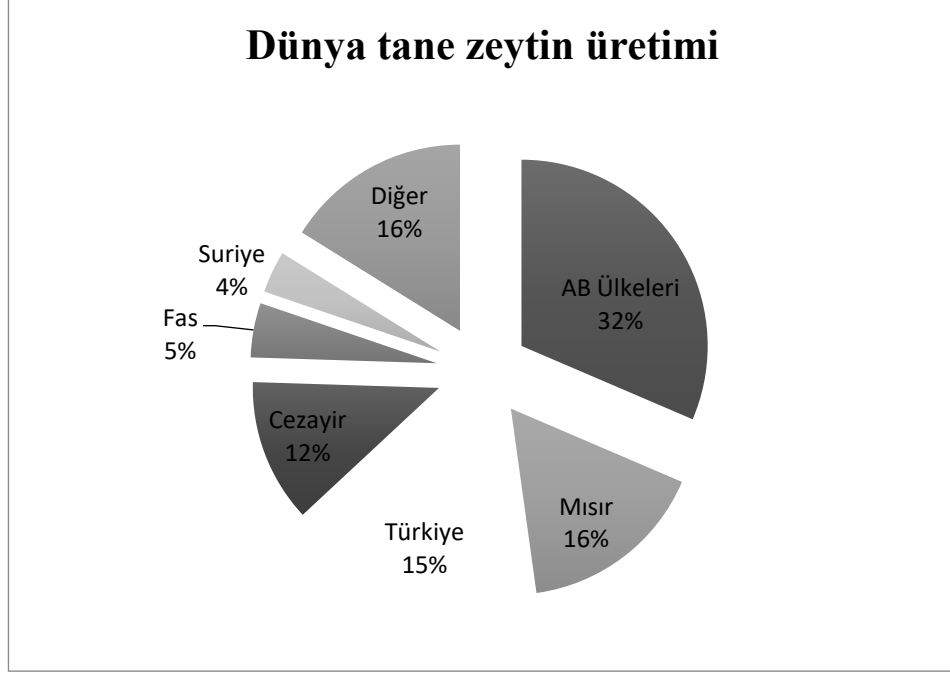
2.1. Dünyada ve Türkiye’de zeytinciliğin durumu ve sofralık zeytinin önemi

Zeytin (*Olea europea*) Oleaceae familyasında yer alan ve kültürü yapılan bir bitki türüdür. Barışın simgesi olması ve çeşitli efsanelerde yer alması eski çağlardan bu yana yetiştiriciliğinin yapıldığının bir göstergesidir. İnsanlar tarafından tanınan, ticaret ürünü olarak kullanılan ve besin değeri bilinen zeytin ve ürünlerinin eski zamanlarda altın karşılığında mal değış tokuşu için kullanıldığı bilinmektedir (Güngör 2010).

30-45 enlem dereceleri arasında, ilkbahar ve sonbaharda serin ve yağış az olan, yaz mevsiminde ise sıcaklık derecesi en yüksek 40°C’ ye kadar çıkan, kış mevsiminde ise en düşük -8°C’ ye kadar düşen, ılık ve yağmurlu kışı olan ve denize kenarı olan yerlerde yetişen zeytin ağacının vatanı Akdeniz Bölgesi’dir. Dünya’da zeytin yetiştirilen ülkelerin %96’sı Akdeniz Bölgesi’nde yer almaktadır (Aktan ve Kalkan 1999).

Dünya çapına bakıldığında 890 milyon civarı zeytin ağacı yetiştirilmekte olup 10 milyon hektarlık bir alana yayıldığı bilinmektedir. Tarımı, içinde Türkiye’nin de yer aldığı Akdeniz havzası ülkelerinde yapılmaktadır. Dünya’da 38 ülkede zeytin yetiştiriciliği yapılmakta olup; 8 tanesi güney yarım kürede ve 30’u kuzey yarım kürededir (Güngör 2010).

Sofralık zeytin, yıllık 1,3-1,8 milyon ton üretimle dünyada ticareti yapılan en önemli fermente ürünlerden biridir (Hurtado ve ark. 2009). 2018 yılı Dünya sofralık zeytin üretimi verilerine bakıldığında, Türkiye 414 bin ton ile AB ülkeleri (İspanya, Yunanistan, İtalya toplamı, 809 bin ton) ve Mısır (690 bin ton)’ın ardından üçüncü sırada yer almaktadır. Avrupa ülkeleri arasında İspanya 500 bin ton ve Yunanistan 207 bin ton ile üretimde önemli yer tutmaktadır (Anonim 2019a). Şekil 2.1’de ülkelerin üretimdeki payları gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Dünya sofralık zeytin üretimi 2018-2019 ort. (%) (Anonim 2019a)

Anadolu'nun üç tarafının denizlerle çevrili olması ve hemen hemen kıyı bölgelerinin hepsinde zeytin yetiştiriciliğinin yapılması önemli olup, Ege ve Marmara bölgeleri en çok zeytin yetiştiriciliği yapılan bölgelerdir (Şahin ve ark. 2002). En yaygın üretim Ege Bölgesi'nde olup bunu Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri takip etmektedir (Gezerel ve ark. 2003). Türkiye'de bulunan zeytin ağacı sayısı ve zeytin üretimi Çizelge 2.1.'de özetlenmiştir. 2010 yılından sonra 2018 yılına kadar düzenli bir artış söz konusu olmuş ve 2018 yılında toplam 177 843 tane zeytin ağacı (151 069 meyve veren ve 26 774 meyve vermeyen) ve 1 500 467 ton zeytin üretimi tespit edilmiştir. Bunlardan 426 995 tonu sofralık ve 1 073 472 tonu ise yağlığa ayrılmıştır (Anonim 2019c).

Çizelge 2.1. Türkiye’de zeytin ağacı sayısı (bin), sofralık zeytin ve zeytinyağı üretimi (ton) (Anonim 2019c)

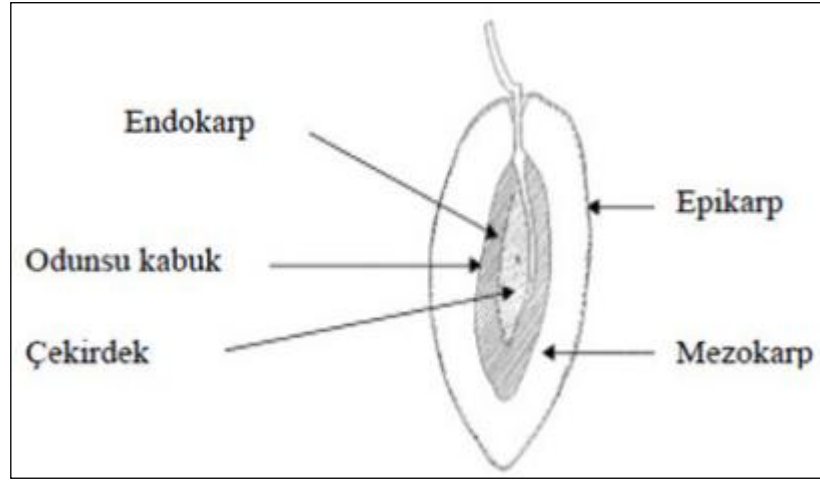
	Ağaç sayısı (Bin)			Üretim (Ton)		
	Toplam	Meyve veren	Meyve vermeyen	Toplam	Sofralık	Yağlık
2010	156 448	111 398	45 050	1 415 000	375 000	1 040 000
2011	154 611	117 942	36 669	1 750 000	550 000	1 200 000
2012	157 061	120 821	36 240	1 820 000	480 000	1 340 000
2013	167 030	129 161	37 869	1 676 000	390 000	1 286 000
2014	168 997	140 712	28 285	1 768 000	438 000	1 330 000
2015	171 992	144 760	27 232	1 700 000	400 000	1 300 000
2016	173 785	147 430	26 355	1 730 000	430 000	1 300 000
2017	174 594	148 263	26 331	2 100 000	460 000	1 640 000
2018	177 843	151 069	26 774	1 500 467	426 995	1 073 472

Türkiye’de sofralık zeytin üretiminde zeytinlerin %20’si yeşil, %80’i ise siyah olarak değerlendirmektedir (Sarıkaya ve ark. 2007). Tunalıoğlu ve ark.’nın (2003) çalışmasında yer alan bilgiye göre Türkiye siyah zeytin üretiminin %20’si Marmara Bölgesi’nde, %65’i Ege Bölgesi’nde ve %15’i Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yapılmaktadır. Ege Bölgesi üretiminin %28’i, Marmara Bölgesi’nin ise %85’i sofralığa ayrılmış olup, üretimin hemen hemen hepsinin Gemlik çeşidi olduğu bilinmektedir. Gemlik çeşidi Türkiye’de zeytin üretiminde siyah zeytinler içerisinde birinci sırayı almaktadır (Tunalıoğlu ve ark. 2003).

Türkiye 2018-2019 dönemi dünya sofralık zeytin ihracatında AB ülkeleri, Mısır ve Fas’tan sonra dördüncü sırayı (yılda 65 bin ton) almaktadır (Anonim 2019b). Türkiye bu ihracatı genellikle Türk zeytin işleme tekniğine bağlı olarak Türk damak tadına uyum sağlayabilecek ve sevecek Romanya, Bulgaristan, Almanya, ABD, İran ve Rusya gibi ülkelere yapmaktadır (Tunalıoğlu ve ark. 2003). Ayrıca bu ülkelerdeki Türk nüfusunun fazla olması da ihracatı önemli ölçüde etkilemektedir (Savran ve ark. 2011).

2.2. Zeytin meyvesinin yapısı ve bileşenleri

Üç anatomik bölüme ayrılan zeytin meyvesi epikarp (kabuk), mezokarp (pulp ve ya et) ve tohumu da kapsayan odunsu özellikteki endokarp (çekirdek)'tan oluşmaktadır. (Güngör 2010). Şekil 2.2.'de zeytin meyvesinin yapısı görülmektedir.



Şekil 2.2. Zeytin meyvesinin yapısı (Güngör 2010)

Epikarp, koruyucu tabaka olup meyve ağırlığının %1-3'ünü oluşturmakta ve zeytin üretiminde büyük önem teşkil etmektedir. Kabuğun içinde yer alan kitin ve gömülü halde bulunan mumsu tabaka suyun meyve içerisine geçişini engelleyerek küf ve böceklerden korumakta ve oluşabilecek fiziksel hasarları önlemektedir (Güngör 2010).

Meyve olgunlaşmasının ilk evrelerinde biriken klorofil nedeniyle kabuğun rengi parlak yeşil olmakta ve daha sonra bu renk sırasıyla solgun yeşil, saman sarısı, pembe, pembe-mor ve siyaha dönmektedir. Bu değişimin meyvedeki antosiyanin, karetenoid ve klorofil miktarına bağlı olduğu bilinmektedir (Bianchi 2003).

Mezokarp kısmı kabukla beraber zeytinin yenen kısmıdır ve bütün meyvenin %70-80'nini oluşturmaktadır. Mezokarp ve epikarp tabakasının tamamına perikarp adı verilmektedir. Çekirdek ise zeytin çeşidine bağlı değişmekle birlikte meyve ağırlığının %18-22'sini oluşturmaktadır (Güngör 2010).

Zeytin meyve etinin kimyasal yapısı incelendiğinde, su ve yağın bileşimin önemli bir bölümünü oluşturduğu ve bunların yanında selüloz, mineral maddeler, protein, fenolik bileşikler, şeker ve tokoferollerin bulunduğu bilinmektedir (Turan ve ark. 2005, Kallis ve ark. 2007). Zeytinin yetiştiği bölge, çeşit ve olgunluk derecesi de bileşimine etki eden unsurlar arasındadır (Güngör 2010). Zeytin meyvesi ortalama %50-70 su, %15-30 yağ, %2-6 şeker, %1-3 protein, %1-5 kül ve %1-3 oranında lif içermektedir (Tetik 2005).

Enzim olarak poligalakturonaz ve pektin metil esteraz gibi pektinolitik enzimler ve %0,3-0,6 oranında pektik madde içermektedir (Akpınar 1994). Güngör (2010) çalışmasında zeytin meyvesinin perikarp içeriğine yer vermiş ve bu bileşenler Çizelge 2.2.'de gösterilmiştir.

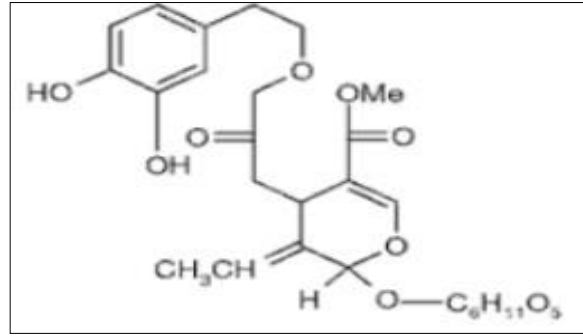
Çizelge 2.2. Zeytin meyvesinin perikarp bileşimi (Güngör 2010)

Bileşen	Miktar (%)
Nem	60-75
Yağ	10-25
İndirgen şekerler (çözülebilir)	≤3-6
İndirgen olmayan şekerler	0,3
Mannitol	0,5-1,0
Lif	1-4
Ham protein (N*6,25)	1-2
Kül	<1,0
Fenolik bileşenler	2-3
Pektik maddeler	≤0,6
Diğer bileşenler	3-7

Diğer meyveler ortalama %12 civarında şeker ve %1-2 yağ içeriğine sahipken, zeytinin %2-5 oranında şeker ve %20-25 oranında yağ içermesi ve ayrıca oleuropein denen acılık maddesine sahip olması, onu diğer fermente gıdalar ve sert çekirdekli meyvelerden farklı kılan özelliklerdir (Uylaşer ve ark. 2008, Güngör 2010). Bu özelliklere sahip olması zeytinin işlenmeden tüketilememesi gerçeğini göz önüne sermektedir. Zeytine uy-

gulanan işleme tekniklerinin amacı oleuropein adı verilen acılık maddesinin meyveden uzaklaşmasını sağlamaktır (Tuna 2006, Güngör 2010).

Oleuropein, zeytin ağacı (*Olea europea*)'nın ana bileşeni olup 1908 yılında Vintilesco ve Bourquelot tarafından keşfedilmiş ve tanımlanması 1960 yılında gerçekleşmiştir. En çok zeytin ağacı yapraklarında bulunmakla birlikte meyvenin tüm kısımlarında da rastlanmaktadır. Zeytin meyvesinde en baskın bileşik olarak göze çarpmakta ve meyvenin ilk dönemlerinde daha yüksekken, olgunlaşma süreci ilerledikçe azalmaktadır (Servili ve ark. 1999, Yıldız ve Uylaşer 2011, Ötleş ve Özyurt 2012). Oleuropeinin yapısı Şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Oleuropeinin kimyasal yapısı (Güngör 2010)

Oleuropein genç meyvelerde kuru maddede %14 gibi bir oranda bulunmakla birlikte, yeşil olgunluk döneminde işlenen çeşitlerde miktarı hasat sonrasında bile yüksek oranlarda seyretmekte, fakat %14'ün altına inmektedir. Siyah olgunluk döneminde antosiyanin oluşumu görülmekte ve oleuropein miktarı azalmakta, hatta bazı çeşitlerde tamamen siyahlaşan zeytinde miktarı sıfıra inmektedir (Bianchi 2003, Güngör 2010).

2.3. Siyah zeytin işleme yöntemleri

Ticari olarak satışa sunulan zeytinler, işlem görmüş (alkali), doğal (salamura), sele (dehidre-kıvırcık) ve oksidasyonla karartılmış olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim 2013).

2.3.1. Doğal (salamura) siyah zeytin üretimi

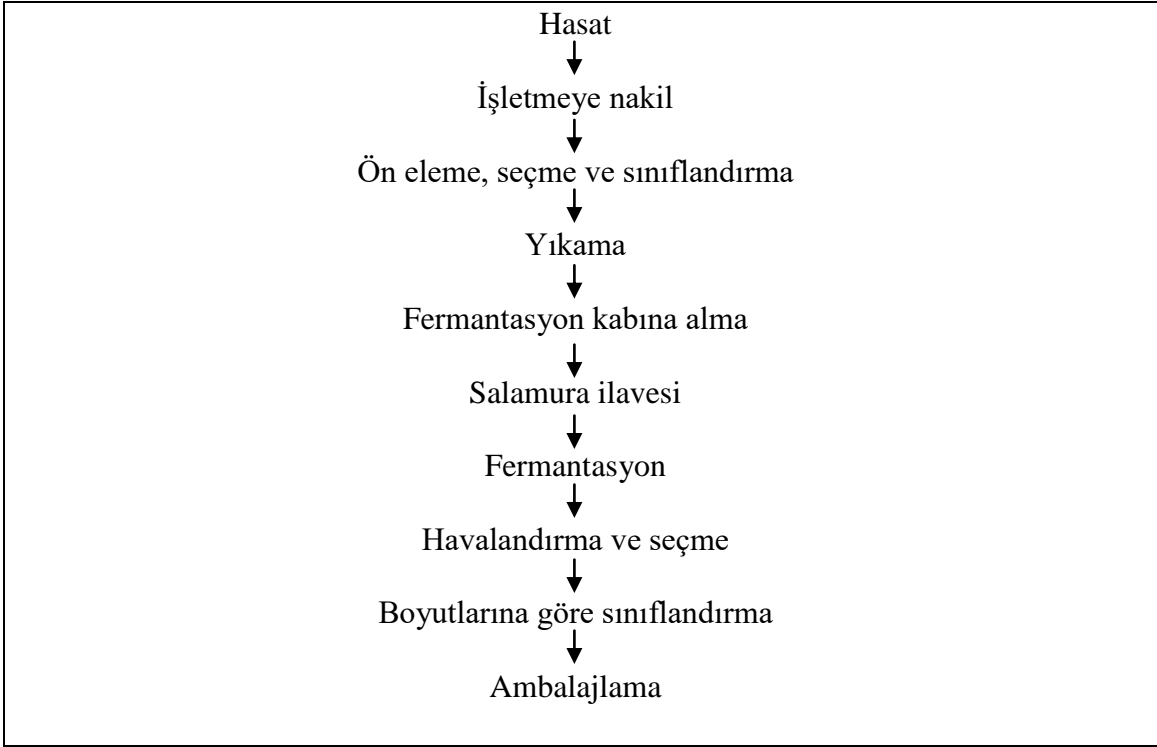
Siyah zeytin işlemede sıklıkla kullanılan bir yöntem salamura tekniğidir. Seçilen zeytinlerin tekniğine uygun olarak işlenebilmesi için iklim koşulları, işleme biçimi ve hasat zamanı etkili parametreler olarak göze çarpmaktadır. İşlenecek olan meyvelerin koyu siyah, koyu kırmızı veya şarap kırmızısı renkte, meyve etinin ağırlık olarak %70'ten fazla olması tercih edilmektedir. Et-çekirdek oranının ortalama 6,5:1 olması istenirken, daha yüksek oranlarda son üründe yumuşama, düşük oranlarda ise çekirdek çıkarma işleminde güçlük görülebilmektedir. İklim, toprak yapısı, zeytin çeşidi ve kimyasal bileşim gibi özellikler işlenecek zeytin meyvesinin doku (tekstür) özelliğinin belirlenmesinde önemli etkenlerdir. Zeytin işlemede her iki renk zeytinde de karakteristik özelliğin kaybolmaması için meyvelerin yeterli sertlikte olması istenmektedir (Fernandez ve ark. 1997, Bianchi ve ark. 2003, Tetik ve ark. 2005, Güngör 2010).

Gemlik çeşidi zeytinler sofralık zeytin üretiminde meyve özellikleri bakımından işleme en uygun ve kaliteli ürün veren çeşittir. Kabuğunun ince, meyve etinin fazla ve çekirdeğinin küçük olması işlemeye uygun bir tür olmasını sağlamaktadır (Kılıç 1989, Tuna 2006, Karadal 2009, Güngör 2010). Gemlik zeytin çeşidine ait bazı kimyasal ve fiziksel özellikler Çizelge 2.3'te özetlenmiştir.

Çizelge 2.3. Gemlik çeşidi zeytinlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri (Canözer 1991, Güngör 2010)

Özellik	Ortalama değer
Ağırlık (100 meyve)	372,80 g
Hacim (100 meyve)	370,00 cm ³
Meyve sayısı/kg	268
En	22,33 mm
Boy	17,91 mm
% Et oranı	85,86
% Yağ oranı	29,98
% Nem oranı	45,05

Türkiye’de siyah zeytin işleme genellikle tuzlu su içinde ve fermantasyona bırakılarak yapılmakta olup, çoğunlukla kullanılan Gemlik çeşidine ait siyah zeytin üretimi basamakları Şekil 2.4’te gösterilmiştir (Kumral 2005, Güngör 2010).



Şekil 2.4. Salamura zeytin işleme ait işlem basamakları (Aktan ve Kalkan 1999, Kumral 2005, Güngör 2010).

İşlemeye alınacak ürünler tam olgunlaşma döneminde veya öncesinde hasat edilmelidir. (Tetik 2005, Kumral 2005). Kasım ve Şubat ayları hasat için uygun olmakla birlikte zeytin çeşidinin, bölgenin ve iklim koşullarının etkisi hasat zamanını belirlemede etkili olmaktadır (Tetik 2005).

Sofralık zeytin işlemede en uygun yöntem elle hasat olup, uygun plastik kasalar içinde, en kısa zamanda ve belirli ağırlığı aşmayacak şekilde işletmelere nakledilmesi gerekmektedir. Bu esnada kapların meyvelere fiziksel anlamda bir zarar vermemesi ve hava alabilen özellikte olması önerilmektedir (Aktan ve Kalkan 1999, Bianchi 2003, Kumral 2005, Tetik 2005, Güngör 2010).

İşletmeye getirilen zeytinlerin içerisinde şekli bozuk, böcek veya başka bir nedenden dolayı hasar görmüş ve kusurlu zeytinler ayıklanmalı ve boylarına göre sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmelidir. Ardından ilk olarak yüzeysel kirlerin daha sonra da zeytinin acılık maddesi olan oleuropeinin kısmi uzaklaştırılması için yıkama işlemi yapılmaktadır. Bu işlem meyveye su püskürtülmesi ya da zeytin havuzlarına üstten su verilip alt kısımdan belirli aralıklarla suyun atılması olarak uygulanmaktadır (Kumral 2005, Tetik 2005, Güngör 2010).

Zeytin meyvesinin acılığının giderilmesi ve fermantasyon işlemi için salamuranın tuz içeriği önemlidir. Tuz miktarı zeytin meyvesine olumsuz bir etki oluşturmayacak şekilde ayarlanmalıdır. %8-10 tuz içeriğine sahip salamuraya yıkanmış zeytinler konularak proteolitik bakteri gelişimi engellenmiş olur. Meyve ile tuzlu su arasında ozmoz ile meyvedeki çözünmüş bileşenler salamuraya, salamuradaki tuz ise meyve etine geçer. Yaklaşık 50 gün süren bu olay sonucunda salamura ile meyve arasındaki denge sağlanmış olur. Çözünen bileşenlerdeki değişim sebebiyle salamuradaki tuz miktarının %6-6,7' ye, hatta bazı durumlarda daha düşük değerlere de düştüğü gözlemlenmektedir. 15-20 günde bir tuz seviyesindeki düşüşü kontrol etmek amacıyla tuz ilavesi yapılmaktadır. Fermantasyon seyri esnasında tuz miktarının %8, pH'nın ise 4,5 civarında olması istenen bir durumdur. Doğal fermantasyonda tuz ağırlığının dipte yoğunlaşması sebebiyle 25 günde bir tuzlu su sirkülasyonu yapılmakta ve tuz miktarının tüm salamuraya eşit bir şekilde dağılması sağlanmaktadır. Zeytin çeşidi, ortamın mikroorganizma popülasyonu ve ortam sıcaklığı fermantasyon süresinde etkili unsurlar olup, fermantasyon ortalama 6-10 ay sürmektedir. Fermantasyon sonunda asitlik %0,5-0,6 ve pH 4,5-4,6 düzeyinde olmaktadır (Tetik 2005, Güngör 2010).

Fermantasyon işlemi tamamlanan zeytinler salamuradan çıkarılmakta ve havalandırma işlemi uygulanmaktadır. Basınçlı hava verme veya tuzlu sudan çıkarılan zeytinlerin hava ile doğrudan temasının olduğu bir yere sermeyle yapılan havalandırma sonucu kararma meydana gelebilmekte, bu nedenle ezilmiş, yaralı ve rengi açık zeytinler ayrılmaktadır. Geriye kalan sağlam zeytinler ise sulu veya kuru şekilde ambalajlanmaktadır. Sulu ambalajlamada zeytinler %6-8 oranında değişen salamura suyunun içerisine konarak plastik kap, cam kavanoz ya da laklı teneke kutulara konmakta, benzoik veya sorbik

asit tuzları katılabilmekle birlikte istenildiğinde pastörizasyon işlemine de tabi tutulabilmektedir. Diğer bir yöntem ise zeytin suyunun uçurularak nemi azalmış zeytinleri havası alınıp azot gazıyla muamele edilerek polietilen torbalara koyma işlemidir. Bu ambalaj yöntemine ise kuru ambalaj denmektedir (Tetik 2005, Güngör 2010).

Bu metot ile alkali uygulamasına maruz bırakılmadan direkt salamuraya alınan zeytinler işlem görmemiş zeytin grubunda yer almaktadır. Alkali uygulaması ile kıyaslandığında hafif acı lezzette ve meyve aroması yoğundur. Doğal bir işleme yöntemi olması, İspanyol yöntemine kıyasla daha düşük enerji gereksinimi ve daha az yatırım gerektirmesi sonucu kar miktarının daha yüksek olması bu tip zeytin işlemenin öne çıkan önemli özelliklerindedir (Fernandez ve ark. 1997, Kumral 2005, Yurtsever 2006, Güngör 2010).

Bu tip siyah zeytin işlemede fermantasyon sürecinin uzun zaman almasının sebebi; zeytinlerin alkali ile muamele edilmemesinden dolayı fermente edilecek bileşiklerin salamuraya geçişinin yavaş olmasındandır. Çeşitli kaynaklara göre bu süreç 6-12 ay arasında değişmektedir (Gomez ve ark. 2006, Güngör 2010).

2.3.2. İşlem görmüş (alkali ile) siyah zeytin üretimi

İspanyol tipi yeşil zeytinlerin ve bazı çeşit siyah zeytinlerin işlenmesinde kullanılan sodyum hidroksit (NaOH) 'kostik' olarak da anılmaktadır. Acılık giderme işlemi zeytinlerin su ve NaOH içeren bir çözelti içinde bekletilmesi esasına dayanmaktadır. Çözelti hazırlanırken kullanılacak olan NaOH miktarı kullanılan zeytin çeşidine, hangi olgunlukta hasat edildiğine ve ortam sıcaklığına bağlı olarak ayarlanmaktadır. Genellikle %1,5-3,0 konsantrasyondaki çözeltiler kullanılmakta olup muamele öncesi çözeltinin oda sıcaklığına gelmesi (genellikle 15-18 °C) istenmektedir. Ayrıca çözeltideki tuz miktarının %2-3 olması kostiğin zeytin meyvesine daha düzenli ve ağır bir şekilde işlenmesi için önemlidir. Bu şekilde zeytinin kostik nedeniyle meydana gelecek çeşitli fiziksel zararlardan korunması sağlanır. Zeytinler üst kısmı delikli bir kapak ile kapatılarak ve meyveler tamamen çözelti içinde kalacak şekilde tanka yerleştirilerek süreç başlatılmış olur.

Zeytinlerin hangi işleme yöntemine göre işleneceğine bağlı olarak kostiğin ne kadar meyve etine nüfus etmesi gerektiğine karar verilmekte ve ardından kostik istenilen derinliğe kadar nüfus ettiyse çözelti boşaltılıp işlenen zeytinler yıkanmaktadır. Böylece acılık maddesinin zeytinden uzaklaştırma süreci tamamlanmış olur. Zeytinlerin kesilerek meyve etinin neresine kadar kostik işlediği kontrol edilmekte, kontrol basamakları şu şekilde gerçekleşmektedir; siyah zeytinlerde dikey olarak kesilen zeytinin üzerine %1'lik fenolftalein damlatılmakta, kostiğin temas ettiği kısımlar pembe renk almakta, işlemediği kısımda ise herhangi bir renk değişimi olmamaktadır. Meyve tanesinin 2/3'üne kostik işleyinceye kadar uygulamaya devam edilir. Bu oran yakalandığında işleme son verilir ve yıkama işlemine başlanır. Kostik ile siyah zeytin üretiminde dikkat edilmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde özetlenebilir;

a) Kostiğin zeytin meyvesine eşit miktarda işlenebilmesi için zeytin büyüklüklerinin birbirine yakın olması gerekmektedir. Zeytinlerin farklı boyutlara sahip olması kostiğin zeytin etine işleme oranlarının birbirinden farklı olmasına neden olmaktadır.

b) Kostiğin zeytin meyvesine işleme oranı önemli bir parametre olmakta; kostiğin zeytine az işlenmesi acılık maddesinin istenen boyutta parçalanamayıp fermantasyonun uzamasına, çok işlenmesi ise fermantasyon için gereken şekerin harcanmasıyla fermantasyonun gerçekleşmemesine neden olmaktadır.

c) İşlemin sorunsuz bir şekilde sonlandırılabilmesi için zeytin çözelti oranının iyi bir şekilde ayarlanması gerekmektedir. Tankların %40-45 oranında kostik çözeltisi, %55-60 oranında ise zeytin içermesi istenmektedir.

d) Yıkama sürecinde; zeytinin fazla yıkanması şekerin de kostik ile birlikte atılmasına ve dolayısıyla yetersiz fermantasyon ve laktik asit kaybına neden olmaktadır. Eksik yıkama sonucunda ise kalan fazla kostik pH'ı yükselterek istenmeyen mikroorganizmaların gelişimine sebep olmaktadır (Anonim 2011a).

Meyve sebzelerin dayanıklılığının artırılmasında kullanılan etkili maddelerden biri de kalsiyum klorürdür (CaCl_2). Ürünün besin değerini arttırmak, hasat sonrası bozulmaların geciktirilmesi ve fizyolojik hastalık oluşumların önlenmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Kayguloğlu 2018). Ayrıca sofralık zeytin üretiminde, salamuranın hazırlan-

ması sırasında meyve dokusunu korumak amacıyla da ilave edilmektedir (Kıvrak 2019). Zeytin işlemede kullanılacak diğer alternatif yöntemler arasında ultrases ve ozon teknolojisi gelmektedir.

2.4. Ultrases teknolojisi

Ultrases teknolojisinin kullanılmaya başlanması 1900'lü yıllara dayanmaktadır. İlk ortaya çıkışı dünya savaşları esnasında kullanılan denizaltıların yaydığı ses dalgalarının balıkların ölümüne sebep olması olarak bilinmektedir. 1960 yıllarında da yüksek enerjiye sahip düşük frekanslı ultrases teknolojisi endüstride yer alıp kullanılmaya başlanmıştır. İnsan kulağının duyabileceğinin üzerindeki ses dalgaları olma özelliğine sahiptirler. 15-20 kHz insanın duyabileceği ses sınırı olup ultrasonik ses dalgaları ise 50 kHz üzeri gibi bir değerdedir. Ortamın fizyolojik durumu ve sıcaklığı ultrasonik dalgalarının yayılma hızını belirlemektedir. Herhangi bir ortamdan geçen ultrasonik ses dalgasının yarattığı enerjinin ısıya dönüşmesi ve yayılması ile dalga boyunun azaldığı bilinmektedir (Ulusoy ve Karakaya 2011, Yüksel 2013).

Ultrases üç ana frekans bölgesine ayrılmaktadır. 16-100 kHz'lik bölüme güç ultrasesi, 100 kHz ile 1 MHz arasındaki kısma yüksek frekanslı ultrases ve 1-10 MHz arasındaki bölüme ise tanıyıcı ultrases denmektedir. Genellikle ultrases; ses gücü (W), ses yoğunluğu (W/m^2) ya da ses enerjisi yoğunluğu (Ws/m^2) olarak tanımlanmaktadır (Ulusoy ve Karakaya 2011, Yüksel 2013).

2.5. Ultrases uygulamasının gıda teknolojisinde kullanımı

Ultrases teknolojisi, gıda endüstrisi ve teknolojisinde çok hızla gelişen bir teknoloji olmakla birlikte kullanım alanı bakımından ikiye ayrılmaktadır. İlki yüksek frekanslı ve düşük enerjili ultrases, ikincisi ise düşük frekanslı ve yüksek enerjili (güçlü) ultrasesdir. Yoğunluğu $1 W/m^2$ 'den düşük ve frekansı 100 kHz'den yüksek olan düşük ultrasesdir. Bu tip ultrases; gıdaların fizikokimyasal özelliklerinin tespitinde, etlerin tenderizasyonu, emülsifikasyon, dondurma, filtrasyon, yüzey temizliği, enzim inaktivasyonu ve kristalizasyon gibi uygulamalarda başarılı sonuç vermektedir. $1 W/m^2$ 'den daha yüksek yoğunluğa sahip ve 18-100 kHz arasındaki frekans değerlerine sahip ultrasese ise yük-

sek (güçlü) ultrases denmektedir. Bu uygulama gıda teknolojisinde daha yeni bir uygulama olup diğer tekniğe kıyasla yeteri kadar çalışma yapılmamıştır. Bu uygulama ile gıda teknolojisinde oksidasyon/redüksiyon, protein ve enzim ekstraksiyonu, deaerasyon, kristalizasyonla çekirdek oluşumu ve enzim inaktivasyonu gibi uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Ayrıca boyut küçültme, bakteri sporlarının inaktivasyonu ve hücrelerin parçalanması gibi işlemlerde de kullanılmaktadır. Güçlü ultrases uygulamasının geleneksel olarak yapılan kurutma işlemlerine kıyasla gıdalara zararının daha az olduğu ve hem şekil hem de besinsel bakımdan kaybın çok daha az olduğu saptanmıştır. Bu teknoloji gıda endüstrisinin çeşitli bölümlerinde uygulanıp güzel sonuçlar elde edilmesine rağmen kullanım alanının sınırlı olduğu görülmekte ve gelecekte kullanımının çok daha yaygınlaşacağı düşünülmektedir (Yüksel 2013, Yaman 2017, Yıldız 2019). Ultrases teknolojisinin gıda endüstrisinde kullanımı yedi farklı başlık halinde özetlenebilir.

2.5.1. Mikroorganizmalar üzerine olan etkisi

Mikroorganizma inhibisyonunun gıdaların işlenmesinde önemli parametrelerden biri olması; ürünün insan sağlığını tehlikeye atmayacak özellikte olması ve raf ömrü süresince bozulmadan tazeliğini koruyabilmesi gerekliliğindedir. Ultrases teknolojisinin bu alanda uygulanan ısısal olmayan teknolojilerden biri olduğu görülmektedir. Isıl işlemler gıdalarda istenmeyen değişikliklere neden olabilirken ultrases teknolojisi meydana getirdiği kavitasyon aracılığıyla mikroorganizma inaktivasyonunu gerçekleştirerek bu değişiklikleri en aza indirmektedir (Ulusoy ve Karakaya 2011, Yüksel 2013).

Ultrases uygulamasının mikroorganizmalar üzerindeki etkisi hücre duvarlarının parçalanmasıyla gerçekleşmektedir. Uygulama sırasında oluşan gaz kabarcıklarının patlamasıyla yüksek sıcaklık ve basınç bölgeleri oluşmakta, ortamda bulunan mikroorganizmaların hücre duvarlarına etki etmesiyle inaktivasyon meydana gelmektedir. Ultrases uygulaması mikroorganizmaları inaktive etmek için tek başına yeterli görülmezken basınç veya sıcaklık uygulaması ile kombine edildiğinde daha olumlu sonuçların alındığı bilinmektedir. Yapılan bu uygulamalar termosonikasyon, monosonikasyon ve monotermsosonikasyondur. Termosonikasyon ısıl işlem ile birlikte kullanılan ses dalgasıyken, monosonikasyon yüksek basınç ile birlikte kullanılan ses dalgalarına denmektedir. Monotermsosonikasyon ise hem ısı ve hem yüksek basınç ile birlikte kullanılan ses

dalgası uygulaması olarak tanımlanmaktadır. Yapılan birçok çalışmada; ultrasesin kombine edilmiş uygulamalar ile (ısı ve yüksek basınç) kullanıldığında mikroorganizma inaktivasyonunda daha etkili sonuçlar alındığı görülmektedir. Yapılan bir araştırmada ultrases uygulamasının tek başına veya ısıl işlem ile birlikte kullanıldığında, elma suyu içerisinde bulunan *Listeria monocytogenes* ve *Escherichia coli* üzerinde inhibe edici etkisinin saptandığı bildirilmiştir (Ulusoy ve Karakaya 2011, Yüksel 2013).

2.5.2. Gıda enzimleri üzerine olan etkisi

Ultrases teknolojisinin gıda enzimleri üzerine olan etkisinin, mikroorganizmalar üzerine olan etkisi gibi yüksek basınç ve ısıl işlemler ile kombine uygulanması ile arttığı vurgulanmaktadır. Monosonikasyon, termosonikasyon ve monotermsosonikasyon uygulamalarının; meyve ve süt ürünlerinde bulunan polifenoloksidaz (PPO), peroksidaz (POD) ve lipoksijenaz (LOX) ile lipaz ve proteaz gibi ısıya karşı direnç gösteren enzimler üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (Yüksel 2013). Bu teknolojinin enzimlere olan etkisi de mikroorganizmalar üzerinde olan etkisi gibi kaviteasyon sonucunda meydana gelen kabarcıkların patlamasıyla ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Yayımlanan bir çalışmada oluşturulan bir çözelti üzerine uygulanan ultrases işleminin katalaz, lizozim ve alkol dehidrogenaz enzimlerine olan etkisinden bahsedilmiştir. Etkisinin katalaz üzerine düşük, fakat lizozim ve alkol dehidrogenaz üzerine yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ultrasesin enzimler üzerindeki etki derecesinin enzimlerin kendine has özelliklerine ve aminoasit kompozisyonuna bağlı olarak değiştiği rapor edilmiş ve alfa amilaz enziminin termosonikasyon uygulaması ile inaktive edildiği belirtilmiştir. Ultrases uygulamasına dirençli olan enzimlerin pepsin, invertaz ve katalaz gibi enzimler olduğu vurgulanmıştır (Ulusoy ve Karakaya 2011).

2.5.3. Dondurma teknolojisi üzerine etkisi

Son yıllarda yapılan araştırmalar neticesinde ultrases teknolojisinin dondurma prosesi üzerine etkisinin olumlu sonuçlar verdiği; üretilen ses enerjisinin etkisinin en önemli unsurunun oluşan kaviteasyon olduğu bildirilmiştir. Taze gıdaların dondurulması işleminde ultrases teknolojisinin kullanılmasının, dondurma işleminin daha kısa sürede yapılmasına ve kalitesinin artırılmasına katkı sağladığı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra kurutma işlemi ile birlikte kombine edildiğinde dondurma işlemi sırasında üründe mey-

dana gelen buz kristallerinin boyutunun kontrol altına alınabileceği belirtilmiştir. Ultrases teknolojisinin yararları; kısmen dondurulan ürünün içerisindeki dondurulmuş yüzey oluşumunun sağlanması, buz kristallerinin miktarının azaltılması ve yüzeyde kabuk oluşumunun engellenmesi olarak sıralanabilir (Yüksel 2013).

2.5.4. Et teknolojisi üzerine etkisi

Et ürünlerinde güvenlik ve renk özelliklerinin yanı sıra gevreklik özelliği de tüketicilerin dikkat ettiği özelliklerdendir. Yapılan teknolojik uygulamalar ile biyolojik faktörlerin etkisiyle et ürünlerinin gevrekliğinde önemli değişiklikler meydana gelirken bu özelliği iyileştirmek ve değişikliği minimuma indirmek için çeşitli denemeler yapılmaktadır (Yüksel 2013). Ultrases teknolojisi de bunlardan biri olmuştur. Ultrasonik ses dalgalarının; etlerin yüzeylerinden geri yansıtılarak yapılan ölçümlerin, sığır etlerinin sınıflandırılmasında kullanıldığı bilinmekte, bunun yanı sıra damızlık seçimi ve ıslah çalışmalarında kullanılarak gelişmiş ülkelerin ürettiği etlerde kalite ve verim üzerinde önemli veriler elde edilmesine katkı sağlamaktadır (Ulusoy ve Karakaya 2011).

Yayınlanan bir çalışmada etin olgunlaşma süresini hızlandırmak için düşük frekans ve yoğunluktaki ultrases dalgalarının kullanıldığı rapor edilmiştir (Ulusoy ve Karakaya 2011). Ultrases teknolojisinin işlenmiş sığır etine uygulanması sonucu pişirme verimini arttırdığı ve tekstür özelliklerini iyileştirdiği tespit edilmiş olup tuz kullanılmadan taze kas görüntüsü ve daha kırmızı bir renk elde edildiği saptanmıştır. Bunların yanı sıra ultrases teknolojisi uygulanan etlerde kas liflerinin kolay bir şekilde kaslardan ayrıldığı görülmüştür (Bayraktaroğlu ve Obuz 2006).

2.5.5. Homojenizasyon/emülsifikasyon üzerine etkisi

Emülsiyon birbiri ile karışmayan iki sıvının karıştırılması işlemi, emülgatör maddeler ise bu iki sıvının karışması için ortama ilave edilen maddelerdir. Ultrases teknolojisinin sıvılarda oluşturduğu kavitasyon ile iki sıvının birbirine karışması sağlanmakta, dolayısıyla iyi bir emülsifikasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Kavitasyon ile oluşan kabarcıkların iki sıvı arasında patlamasıyla oluşan şok etkisi ile bu iki sıvı birbiri ile homojen bir şekilde karışmaktadır. Yüksek enerjili ultrasesin düşük enerjili ultrases ile kıyaslandığında daha iyi bir emülsifikasyon oluşturduğu bilinmektedir. Yayınlanan bir çalışma-

da mayonez ve ketçap üretiminde ultrases teknolojisinin uygulanmasının, emülsifikasyon stabilitesini artırıcı yönde etki oluşturacağı belirtilmiştir (Yüksel 2013). Başka bir çalışmada ise kremanın stabilitesinin artırılması için ultrases teknolojisi kullanıldığından bahsedilmiş, su içerisindeki yağ emülsiyonlarında ultrasesin stabilize edici etki gösterdiği vurgulanmıştır (Ulusoy ve Karakaya 2011).

Daha etkili bir emülsifikasyon işleminin gerçekleştirilmesi için sıvının tamamında bir kavitasyon oluşturulmalı ve bu işlemin ürünün tamamına etki edebilmesi için ekipman geliştirilmelidir. Emülsifikasyon işleminin uzun süre alması, emülgatör bulunmasında yaşanan vakit kaybı ve sıkıntılar, maliyetin fazla olması ve işçilik gerektirmesi gibi nedenlerden dolayı ultrases teknolojisinin iyi bir alternatif yöntem olacağı öngörülmektedir (Yüksel 2013).

2.5.6. Filtrasyon işlemi üzerine olan etkisi

Filtrasyon işlemi sırasında, filtre membranlarının yüzeyinde katı maddelerin bıraktığı tortu nedeniyle filtre gözeneklerinin tıkanıp ve yapılan işlemin yarıda kaldığı görülmektedir. Ultrases teknolojisi, filtre membranının yüzeyinde kalan maddeleri kırarak filtrasyon işlemi akışının hızlanmasını sağlamaktadır. Ultrases teknolojisinin membran filtre ile kullanıldığında tek başına kullanımına kıyasla daha olumlu bir sonuç verdiği gözlemlenmiştir (Yüksel 2013).

2.5.7. Ekstraksiyon işlemi üzerine olan etkisi

Ultrases teknolojisi ekstraksiyon işleminde kullanılan ısısal olmayan bir metottur. Hücre duvarına etki edip mekanik olarak parçalayarak materyal aktarımı sağlamaktadır. Hücre duvarının parçalanması ile içerisindeki sıvı ekstrakt kolay bir şekilde hücre dışına çıkabilmekte, bu yöntem diğer ekstraksiyon yöntemlerine göre daha hızlı sonuç vermektedir. Ultrases teknolojisi ile parçacık çapının azalması sonucu sıvı ve katı kısımlar arasındaki yüzey alanı artmakta; oluşan mekanik basınç dalgaları sonucunda katı içindeki sıvı dışarı çıkmakta ve dış ortamda bulunan sıvı da katı içerisine kolayca girmektedir. Böylece ekstraksiyon veriminin artışı ve kütle transferi kolayca sağlanmaktadır (Ulusoy ve Karakaya 2011, Yüksel 2013).

Tohum ve bitkilerin ekstraksiyonunda kullanılan ve olumlu sonuçlar alınan ultrases teknolojisi yüksek enerjili ultrasestir. Ultrases teknolojisi; sarımsak, nane yaprağı, lavanta ve limon yaprağı gibi bitkisel uçucu yağların ekstraksiyon işleminde kullanılmaktadır (Ercan ve Soysal 2011).

2.6. Ozon teknolojisi

2.6.1. Ozon hakkında genel bilgiler ve kullanım alanları

Ozon 1840'ta Schonbein tarafından keşfedilmiş ve antimikrobiyal ajan olarak içilebilir özellikteki suların üretiminde 1900'lü yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Klor gibi diğer dezenfektanlara kıyasla daha geniş bir alanda mikroorganizma faaliyetlerini engelleyici etki göstermesi ve klorine göre daha güçlü olması, gıda sanayinde daha fazla kullanılmaya başlanmasının nedenlerindedir. 1997 yılında Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından güvenli ajanlar (GRAS) listesine eklenmiş, 2011 senesinden sonra gıdalar ile doğrudan temasının herhangi bir sorun teşkil etmediği kararlaştırılmış ve ardından gıda sanayinde etkin bir şekilde kullanılan alternatif koruma yöntemi olarak öne çıkmaya başlamıştır. Ozon ismi Yunanca 'tanrının nefesi' anlamına gelen 'ozein' sözcüğünden gelmektedir. Oksijenin üç atoma sahip olan şekli olarak karşımıza çıkmakta; sıvı formunda mavi-siyah renkte, gaz formunda ise mavi renkte olduğu bilinmektedir. Keskin bir kokuya sahip olan ozonun suda çözünürlüğü zayıf, normal basınç ve sıcaklık altında ise kararsızdır (Çatal ve İbanoğlu 2010, Savaş ve ark. 2014).

Ozon; metallerin uzaklaştırılması, tarımsal ilaç kalıntılarının temizlenmesi, bakteri ve virüs inaktivasyonu, su dezenfeksiyonu, atık su arıtımı, hayvancılık ve veterinerlikte enfeksiyonların giderilmesi, dolaşım bozuklukları, cilt hastalıkları ve araştırma kurumlarında yapılan araştırma-geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri gibi alanlarda kullanılmaktadır (Yıldız ve Yangılar 2014).

Ozon ve ozonun ayrışması sonucu oluşturduğu ürünler (hidroksi radikaller) herhangi bir kalıntı bırakmadan hızlı bir mikroorganizma inaktivasyonu sağlamaktadır. Sıcaklık artışı ve ortamda bulunan tuz miktarının artması sonucu sudaki çözünürlüğünün azalması

ile mikroorganizmalar üzerindeki etkisi de azaltmaktadır. Düşük pH ve nem ozonun antimikrobiyal etkisini arttırmaktadır (Çatal ve İbanoğlu 2010, Savaş ve ark. 2014).

2.6.2. Ozonun gıda endüstrisinde uygulanması

GRAS listesine alınmadan önce sadece içme sularının dezenfeksiyonu işleminde kullanılan ozonun; daha sonraki süreçte şarap üretimi, atık sulardan fenolik bileşenlerin uzaklaştırılması ve atık su dezenfeksiyonu gibi işlemlerde, sofralık zeytin işlemede ve zeytinyağı gibi farklı gıda endüstrisi alanlarında sıvı ve gaz formunda kullanılmaya başlandığı görülmüştür (Tabakoğlu 2016). Ozonun; atık suların yeniden kullanıma sunulması, bitkisel gıda atıklarının kimyasal oksijen ihtiyacı (COD) ve biyolojik oksijen ihtiyacını (BOİ) azaltmak için kullanımı ve gıda işletmelerinin hijyen ve sanitasyonunda kullanımı önerilmektedir. Ayrıca gıda endüstrisinde kullanılan alet ve ekipmanların hijyeninde ozon kullanımı; ürün kontaminasyonunu engellemekte ve sağlıklı bir süreç yürütülmesini sağlamaktadır (Çatal ve İbanoğlu 2010, Savaş ve ark. 2014, Tabakoğlu 2016).

2.6.3. Ozonun antimikrobiyal etkisi

Ozonun hücrenin genetik materyali üzerine etkisi yoğun olmakla birlikte, hücre membranlarında yer alan lipoprotein ve glikoproteinlerin oksidasyonuna da neden olduğu bilinmektedir. Uygulanan ozon miktarı, organik madde yoğunluğu, metal ve inorganik maddeler gibi maddelerin bulunup bulunmadığı ozonun dezenfektan etkisini ve gücünü belirleyen en önemli faktörlerdendir. Ozon mikroorganizma hücrelerinin parçalanmasına ve enzim sistemlerini etkileyerek hücre solunumlarının durmasına neden olmakta, bu şekilde mikroorganizma ölümünü gerçekleştirmektedir (Savaş ve ark. 2014).

Peptidoglukan tabakasında yer alan N-asetil glikozamin; viral kapsitlerde ve bakterilerin hücre duvarlarında bulunmakta ve pH değeri 3-7 arasındayken sulu ortamda ozona karşı direnç göstermektedir. Ozon gazı ile glikozamin hızlı bir şekilde tepkimeye girerken, glikoz bu tepkimeye direnç göstermektedir. Peptidoglukan tabakasının daha fazla olduğu gram-pozitif bakterilerin gram-negatif bakterilere kıyasla ozona karşı daha fazla dirençli olduğu bildirilmiştir (Kuşçu ve Pazır 2004).

2.6.4. Meyve sebze ürünleri ve ozon uygulamaları

Raf ömrünün uzatılması, duyuşal özelliklerin korunması, özellikle kök sebzelerde hasat sonrası mikrobiyel bulaşmanın yüksek oranda görülmesi gibi nedenlerle meyve ve sebzelerde ozon uygulaması yaygın olarak kullanılmaktadır. Mikrobiyel bulaşmayı en az düzeye indirmek için meyve ve sebzelerde ozon gazı kullanımının büyük önemi vardır. Özellikle mayalar ve küfler, meyve ve sebze grubunda görülen en yaygın mikroorganizmalardır. Gelişmelerinin hızlı olması meyve ve sebze dokusunda ciddi derecede hasara yol açmakta, duyuşal ve kalite parametreleri üzerinde çeşitli olumsuzlukları meydana getirmektedir. Ayrıca küflerin yanı sıra toprak kaynaklı diğer patojen mikroorganizmaların inaktivasyonu, taze sebze ve meyvelerin mikroorganizmalardan korunması için birçok uygulama yapılmaktadır. Ozon uygulamasının, gıdaların paketleme öncesi yıkama sürecinde inorganik ve organik kalıntının uzaklaştırılması ve zararlı mikroorganizmaların kontrol edilmesi gibi önemli süreçlerde etkili olduğu belirtilmektedir (Savaş ve ark. 2014).

Turunçgillerde ozon uygulamasının çürümeyi geciktirdiği, ekşi çürüme ve mavi-yeşil küflerin oluşumunu da önlediği bilinmektedir. Çilek meyvesinin ozonlu suya daldırılması sonucu aerobik mezofilik bakteri, maya ve küf inaktivasyonunun gerçekleştiği ve üzümde ise gri küflerin azaldığı bildirilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda modifiye atmosfer paketleme işlemi esnasında da ozon kullanımının *E.coli* popülasyonunda önemli bir azalma sağladığı belirtilmiştir (Çatal ve İbanoğlu 2010). Savaş ve ark. (2014) yayınladığı çalışmasında; ozonlanmış su ile marulların yıkanması sonucu toplam mezofilik bakteri sayısında önemli bir azalma gerçekleştiğini belirtmiş, sıvı ozon uygulamasının lahanaya, elma, kavun, çilek, sitrus meyveler ve marul üzerinde güçlü bir inaktivasyon sağladığından bahsetmiştir.

Taze meyve ve sebzelerin yanında meyve suyu üretiminde de ozon uygulaması denenmiş ve pastörizasyon işleminin yerini tutup tutmayacağı konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu amaçla; böğürtlen, çilek ve portakal suları fizikokimyasal, besinsel ve mikrobiyel özellikleri yönünden incelenmiştir. C vitamini yönünden zengin olduğu için günlük beslenmede tüketimi tercih edilen meyve sularında ozonun *L.monocytogenes*,

Salmonella ve *E.coli* gibi dirençli patojen mikroorganizmalar üzerinde etkili bir inaktivasyon sağladığı saptanmıştır (Savaş ve ark. 2014).

2.6.5. Et endüstrisi ve ozon uygulamaları

Etlerde meydana gelen bozulmaların ana sebepleri yağ oksidasyonu, mikrobiyal ve enzimatik bozulmalardır. Hayvandan veya bağırsağından doğrama, derisini soyma veya kesme gibi işlemler sırasında ve ayrıca alet, ekipman veya işçilerden bulaşan mikroorganizmalar ile bu etkenler çeşitlenmektedir. Ozon uygulaması et kesiminde kullanılan aletlerin ve atık suların dezenfeksiyonu yanı sıra beyaz ve kırmızı ette gelişen mikroorganizmaların inaktivasyonu için de başvurulan yöntemlerdendir. pH ve sıcaklığın düşürülüp ozonlama süresinin artırılmasıyla daha güçlü bir inaktivasyon sağlandığı rapor edilmiştir. Et ile ilgili yapılan çeşitli araştırmalarda *Salmonella*, *Bacillus*, *E.coli*, toplam koliform, aerobik ve gram pozitif-negatif bakterilerin inaktivasyonlarında etkili olduğu ve sayılarında önemli derece azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Çatal ve İbanoğlu 2010). Ayrıca ozonun sıvı ve gaz formunda çeşitli şekillerde uygulanması ile tavuk etlerinin muhafazasında olumlu sonuçlar alındığı bilinmektedir (Savaş ve ark. 2014).

2.6.6. Deniz ürünleri ve ozon uygulamaları

Savaş ve ark. (2014) tarafından yayınlanan çalışmada; 1929 yılında yapılan çeşitli deneyler sonucunda ozon gazının *Bacillus* ve *E.coli* gibi farklı bakterilerin uzaklaştırılması üzerine olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Ozonlanmış su ile kabuklu deniz canlılarının yıkanmasından sonra ürünün duyuşal özelliklerinde herhangi bir olumsuzluk görülmediği belirtilmiştir. 1936 yılında ise Le'Gall ve Salmon; Voille'nin deneylerine ek olarak ozon buzu kullanarak 12 günde yenmeyecek hale gelen balıkların tazeliğini 16 güne kadar uzatmayı başarmışlardır. Balık ürünlerinde tazeliğin korunması mikrobiyel faaliyetlere bağlı olduğundan bu faaliyetlerin önlenmesi için ozon gazı kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Son yıllarda balık etinde istenmeyen kokunun giderilmesi, renk ve parlaklığın korunması bulaşmaya neden olabilecek mikroorganizmaların elemine edilmesinde başarıyla uygulanmaktadır. Ayrıca işlemeye alınacak canlı balıkların taşınması ve balık ürünlerinin tazeliğinin korunmasında ozona sıkça başvurulmaktadır (Savaş ve ark. 2014).

2.6.7. Tahıl ürünleri ve ozon uygulamaları

Ozon uygulamalarının sadece mikroorganizmalar üzerinde değil, mikotoksin kirliliğinin minimum seviyeye indirilmesinde de etkin rol oynadığı belirtilmektedir (Allen ve ark. 2003). Tahıl ve ürünlerinde fungal bulaşmanın önüne geçilmesi için çalışmalar yürütülmektedir. Yayınlanan çalışmalarda düşük konsantrasyonda kısa süreli ozon uygulamasının arpa ve buğdaylarda küf ve sporlarının inaktivasyonunda başarılı sonuç verdiği bildirilmiştir (Çatal ve ark. 2010). Başka bir çalışmada ise ozonun farklı tipteki unlar ile hamur ve ekmek kalitesi üzerine etkisinden bahsedilmiş; ozonun un rengi üzerinde ağartıcı etki göstererek daha beyaz renkte un elde edilmesini sağladığı ve hamurların reolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca uygulama sonunda daha beyaz iç özelliklere sahip, ince tekstürlü ve iyi hacimli ekmekler üretildiği rapor edilmiştir (Demir ve ark. 2011).

2.6.8. Kuru ürünler ve ozon uygulamaları

Uzun süreli ve düşük sıcaklıklarda ozon uygulamalarının, kuru ürünlerde yüksek oranda mikroorganizma inaktivasyonu sağladığı belirtilmiştir (Kuşçu ve Pazır 2004). Sarımsakların depolanması sırasında ozon gazı kullanımının sarımsak ağırlığında %3,7 oranında bir artış sağladığı ve *Penicillium*'dan kaynaklı ağırlık azalmasının en düşük seviyeye indiği belirtilmiştir (Kim ve ark. 1999). Ayrıca taze ve öğütülmüş karabiberlere ozon uygulanmasının mikrobiyel yükte azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir (Zhao ve Cranston 1995, Kuşçu ve Pazır 2004).

2.6.9. İçme suları ve ozon uygulamaları

1906'da Fransa'nın Nice kentindeki su arıtma tesislerinde ozonun ilk kullanımı görülmesine karşın FDA'nın işlenmiş şişe sularına ozon kullanma izni vermesi 1982 yılında gerçekleşmiştir (Kuşçu ve Pazır 2004). Ozon gazı; inorganik maddelerin (nitritler, mangan, sülfidler vb.) çözünmesini engelleyerek bu maddelerin filtrasyon ile sudan uzaklaştırılmasına imkân vermekte ve aynı zamanda mikroorganizmaların inaktivasyonunda da önemli rol oynamaktadır. Suyun klorlanmasında klorun çeşitli organik maddelerle reaksiyona girerek kanserojen bileşikler oluşturmaya karşılık ozon uygulanmasında böyle bir durumun gerçekleşmemesi ozonun alternatif bir yöntem ola-

rak öne çıkmasında etkili olmuştur. Sudan kaynaklı bir protozoa paraziti olan *Cryptosporidium parvum*'un klor ile inaktivasyonu oldukça zor iken ozon ile inaktivasyonunun kolay ve hızlı olduğu belirtilmiştir (Kuşçu ve Pazır 2004).

2.6.10. Diğer ürünler

Yayınlanan bir çalışmada ozon gazının peynir olgunlaşması esnasında duyuşal özelliklerde olumsuzluğa neden olmadan küf sporlarında büyük oranda inaktivasyon sağladığı, ayrıca 0,5 ppm dozunda ozon gazının 10 dk uygulanmasının süt endüstrisinde biyofilm oluşumunda görev alan bakterilerin %99' unu inaktive ettiği belirtilmiştir (Kim ve ark. 1999, Kuşçu ve Pazır 2004).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada 2017 yılı Aralık ayında, Bursa ili İznik ilçesinde yer alan deneme bahçesinden hasat edilen Gemlik çeşidi siyah zeytinler kullanılmıştır. Kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıktadır. Zeytin işlemede kullanılan tuz yerel marketlerden temin edilmiştir.

3.2. Deneme deseni – acılığın giderilmesi

Acılığın giderilmesi için ham zeytinler iki farklı bileşimde hazırlanan (%5 NaCl+%1 CaCl₂ ve %3 NaCl+%3 CaCl₂) salamura içerisinde 7 gün süreyle ultrases (US) ve ozon (O₃) ile muamele edilmiştir. Uygulamalar 2 L'lik cam kavanozlarda 1000 g zeytin ve 1000 mL salamura (1:1 oranında) olacak şekilde planlanmıştır. Salamuranın bileşimleri ve uygulama koşulları Çizelge 3.1' de özetlenmiştir. Yedi günlük muamele süresi sonunda zeytinler starter kültür aşılmalı olarak fermantasyona bırakılmıştır. Tüm muameleler üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Zeytinlerden muameleler sonrası (MS) ve fermantasyon sonrası (FS) numuneler alınmış ve analizler gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Salamura bileşimleri ve uygulama koşulları

Salamura bileşimleri	Uygulama koşulları	Örnek kodu
%5 NaCl+%1 CaCl ₂	Kontrol (Uygulama yok)	%5-1 K
	10 dk. US + 50 dk. bekleme, 5 kez/gün	%5-1 US
	10 dk. US + 10 dk. O ₃ + 50 dk. bekleme, 5 kez/gün	%5-1 US-O ₃
%3 NaCl+%3 CaCl ₂	Kontrol (Uygulama yok)	%3-3 K
	10 dk. US + 50 dk. bekleme, 5 kez/gün	%3-3 US
	10 dk. US + 10 dk. O ₃ + 50 dk. bekleme, 5 kez/gün	%3-3 US-O ₃

Ultrases uygulaması Bandelin Sonoplus Sonicator cihazı (%50 genlik) ile, ozon uygulaması ise Sobo Electronics adlı ozon jeneratörü ile (2g/h) yapılmıştır.

3.3. Fermantasyon uygulaması

Yedi günlük acılık giderme süresi sonunda acılığı giderilen zeytinler aynı konsantrasyondaki taze salamuralara alınmış ve 2 farklı *Lactobacillus plantarum* suşundan (112 ve 123) oluşan karışık kültür ile %1 oranında aşılansarak iki ay süre ile fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon süreci periyodik olarak alınan örnekler analiz edilerek izlenmiştir.

3.4. Mikrobiyel gelişimin izlenmesi

Aseptik koşullarda salamuralardan düzenli aralıklarla örnek alınarak fizyolojik tuzlu su (FTS) ile dilüsyonlar hazırlanmış ve spiral ekim sistemi (Easy spiral, Interscience, France) kullanılarak mikrobiyel grupların gelişimi izlenmiştir. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayısı, Plate Count Agar (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya), Laktik asit bakterisi (LAB) sayısı sodyum azid (% 0,01) ve sikloheksamid (% 0,01) katılmış De Man-Rogosa-Sharpe agar (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya), maya ve küf (MK) sayısı Yeast Extract Glucose Chloramphenicol agar (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) ve Enterobakteri (ENT) sayısı ise Violet Red Bile Glucose Agar (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) kullanılarak belirlenmiştir. Ekimi yapılan TMAB, LAB ve MK petripleri 30°C'de, ENT petripleri ise 37°C'de 48-72 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır (Kumral 2005, Kumral ve ark. 2013). Koloni sayımları spiral ekim sistemi sayım şablonu yardımıyla gerçekleştirilmiş ve hesaplanmıştır.

3.5. Salamuraların LAB'ni inhibe edici etkisinin test edilmesi (Gelişme testi)

Salamuraya geçen fenolik ve oleosidik maddelerin LAB üzerine engelleyici etkilerinin olup olmadığını belirlemek amacıyla, iki aylık fermantasyon süresi sonunda elde edilen salamuralar kullanılmıştır. 0.22 µm gözenek çapına sahip membran filtreden geçirilerek sterilize edilen salamuralara % 1 glikoz içerecek şekilde steril glikoz stok çözeltisi ilave edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan salamuralara 10⁸ KOB mL⁻¹ düzeyinde *L.plantarum* 112 ve *L.plantarum* 123 suşları karışımı aşılanmış ve 30°C'de inkübasyona bırakılmıştır. 0. ve 2.gün ekimleri yapılarak hücre sayıları belirlenmiştir (Kumral ve ark. 2013).

3.6. Fiziksel ve kimyasal analizler

3.6.1. Olgunluk derecesi

Rastgele seçilmiş 100 adet zeytin meyvesi aşağıda verilen tablodaki (Çizelge 3.2) kriterlere uygun olarak gruplandırılmış ve olgunluk derecesi hesaplanmıştır. Hesaplama, her bir renk kategorisindeki meyve sayısı kategori numarası ile çarpılmış ve birbirleri ile toplanmıştır. Toplam sayı 100'e bölünerek elde edilen değere göre olgunluk derecesi tablodan bakılarak belirlenmiştir (Cebeci 2007, Fernandez ve ark. 1997).

Çizelge 3.2 . Zeytinlerin olgunluk derecelerinin kategorilendirilmesi (Cebeci 2007)

Kategori no	Kategori özelliği
0	Yoğun yeşil meyve kabuğu rengi, sert meyve dokusu
1	Sarı-yeşil meyve kabuğu rengi, yumuşamaya başlamış meyve dokusu
2	Meyve kabuğunun yarısından azının rengi kızıl, mor, siyah
3	Meyve kabuğunun yarısından çoğunun rengi kızıl, mor, siyah
4	Meyve yüzeyinin tamamı mor veya siyah, meyve eti beyaz veya yeşil
5	Meyve yüzeyinin tamamı mor veya siyah, meyve etinin yarısından azı mor renk
6	Meyve yüzeyinin tamamı mor veya siyah, meyve etinin yarısından çoğu mor renk
7	Meyve yüzeyinin tamamı mor veya siyah, meyve etinin tamamı mor renk

3.6.2. Kilogramda tane sayısı

100 gram zeytin örneğinde kaç adet zeytin meyvesi olduğu sayılmış ve kilograma denk gelen tane sayısı hesaplanarak tespit edilmiştir (Kumral 2005).

3.6.3. Meyve ve çekirdek boyutları

Rastgele seçilmiş otuz adet zeytin meyvesinin ve çekirdeklerinin en ve boyları 0,1 mm hassasiyete sahip kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Otuz adet değerlerin ortalaması alınarak meyve ve çekirdek boyutları belirlenmiştir (Kumral 2005).

3.6.4. Et/Çekirdek oranı

Yüz gram zeytin örneği tartılmış, çekirdekleri çıkarıldıktan sonra et ve çekirdek kısımları da ayrı ayrı tartılarak meyve ve çekirdek oranları belirlenmiş, et ve çekirdek ağırlığı birbirine oranlanarak et/çekirdek oranı hesaplanmıştır (Kumral 2005).

3.6.5. pH ve Toplam asitlik

Salamura örneklerinin pH değerleri pH-metre ile ölçülmüştür (WTW, Germany). Tahmini asit içeriğine göre örnekler saf su ile seyreltilerek ve 2-3 damla fenolfitaleyn eklenmiş, 0,1 N NaOH'ta açık pembe renk yakalanana dek titre edilmiştir. Şahit deneme ise saf su ile yapılmış, sonuç laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Kumral 2005).

3.6.6. Tuz analizi (Mohr methodu)

Homojen hale getirilmiş örnek tuz miktarına göre uygun miktarda saf su ile seyreltildikten sonra 1 mL %5' lik potasyum kromat (K_2CrO_4) indikatörlüğünde 0,01 N $AgNO_3$ ile örnek kiremit kırmızısı renk alana kadar titre edilmiştir. Şahit deneme de aynı metot ile saf su kullanılarak yapılmıştır (Uylaşer ve Başoğlu 2014).

3.6.7. Kuru madde analizi

Homojen hale getirilen örneklerden beşer gram tartılmış, $105 \pm 2^\circ C$ ' deki etüvde sabit ağırlığa getirilerek darası belirlenmiş kurutma kapları içerisine konulmuştur. $105 \pm 2^\circ C$ ' de etüve yerleştirilip sabit ağırlığa gelinceye kadar belirli aralıklarla tartımı yapılmıştır. Önce 10 g, ardından 100gr'daki kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Kumral 2005).

3.6.8. Kül analizi

Homojen hale getirilmiş örnekler üçer gram tartılıp, etüvde sabit ağırlığa getirilerek darası belirlenmiş porselen krezeler içerisine konulmuştur. Ardından $525 \pm 25^{\circ}\text{C}$ 'deki kül fırını içerisinde beyaz kül hale getirilerek yakılmıştır. Tamamen beyaz hale geldikten sonra son tartımı alınıp aradaki fark hesaplanarak kül miktarı % cinsinden belirlenmiştir (Kumral 2005).

3.6.9. Renk analizi

Otuz adet rastgele seçilen zeytin örnekleri uygun kalibrasyonu yapılmış Konica Minolta CR 400 model renk ölçüm cihazında L^* değeri [(0) siyah-(100) beyaz], a^* değeri [(+) kırmızı- (-) yeşil] ve b^* değeri [(+)sarı-(-) mavi] hesaplanmıştır (Pradas ve ark. 2013).

3.6.10. Tekstür (Sertlik)

Yirmi tane zeytin örneği HDP/BS probu yardımıyla (model TA.XT Plus, Stable Micro System, Godalming, UK) doku kırılması sırasında ulaşılan maksimum penetrasyon kuvveti ölçülmüş, sonuç sertlik derecesi cinsinden hesaplanmıştır. Test modunda hız 2 mm/sn ve meyve etine girme seviyesi %25 olarak ayarlanmıştır (Pradas ve ark. 2013).

3.6.11. Mineral madde analizi

Homojen hale getirilmiş örnekler üçer gram olacak şekilde $525 \pm 25^{\circ}\text{C}$ 'deki kül fırınında yakılmıştır. Yakılmış zeytin örnekleri 50 mL'lik balonjojelere aktarılmış ve üzeri saf su ile tamamlanmıştır. Ardından iyice karıştırılarak ELEX 6361 Flame fotometrede sodyum ve kalsiyum değerleri okunmuştur (Karaağaoğlu ve ark. 2002).

3.6.12. İndirgen şeker analizi

İndirgen şeker analizinde dinitrosalisilik asit (DNSA) methodu kullanılmıştır. Homojen hale getirilmiş zeytin örnekleri saf su ile seyreltilip, Carrez I ve Carrez II çözeltileri ile durultularak süzölmüştür. Süzöntüden 2 mL alınıp 6 mL DNSA çözeltisi eklenmiş ve karanlıkta 2 saat bekletilmiştir. Ardından beş dakika kaynar su banyosunda kaynatılmış; süre sonunda hızlıca soğutulmuştur. 540 nm'de spektrofotometrede saf su ve DNSA çözeltisinden oluşan tanığa karşı okunmuştur. Glikoz standart eğrisi kullanılarak

absorbans değerleri üzerinden indirgen şeker miktarı (%) glikoz cinsinden hesaplanmıştır (Kumral 2005, Kumral ve ark. 2009).

Dinitrosalisilik asit çözeltisinin hazırlanışı;

Dinitrosalisilik asit	1 g
2 M NaOH	20 mL
K-Na-Tartarat	20 g

Damıtık su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.

3.6.13. Toplam fenolik madde analizi

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu (FC) yöntemine göre belirlenmiştir (Bilgin ve şahin 2012). FC reaktifi 1:5 oranında kullanılmıştır. 0,25 örnek üzerine; 0,15 mL FC reaktifi ve 0,3 mL Na₂CO₃ eklenerek karışım 2 saat karanlıkta bekletilmiştir. Spektrofotometrede 725 nm'de saf ile hazırlanan tanığa karşı okunmuştur. Okunan absorbans değeri gallik asit standart eğrisinden elde edilen denklem yardımıyla mg GAE/g olarak hesaplanmıştır.

3.7. Bulguların istatistiksel analizi

Sonuçlar üç tekerrürün ortalaması olarak ifade edilmiştir. Salamura bileşimi, muamele tipi ve ölçüm zamanı gibi değişkenlerin etkisi tekrarlı varyans analizi (MANOVA) kullanılarak belirlenmiştir (JMP 7.0 Software). Ortalamalar arasındaki farklılıkların önemliğinin belirlenmesi ve karşılaştırılması için Tukey testi kullanılmıştır (SAS Institute Inc.).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Hammaddeye ait özellikler

Denemelerde kullanılan taze siyah zeytinlerin meyve ve çekirdek özellikleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hammadde olarak kullanılan Gemlik çeşidi zeytinlerin özellikleri

Özellikler	
Meyve/çekirdek oranı	6
Olgunluk derecesi	5,3
Kg'da tane sayısı	235
Ham zeytin meyve boyutu (cm, ortalama)	1,74 x 2,04
Ham zeytin çekirdek boyutu (cm, ortalama)	0,84 x 1,35
Sertlik (g, güç)	2055,8 ± 115,02
Kuru madde (%)	50,6 ± 0,4
Kül (% , kuru madde)	2,8 ± 0,3
İndirgen şeker (% , kuru madde)	3,7 ± 0,03
Na (g/kg, kuru madde)	0,67 ± 0,12
Ca (g/kg, kuru madde)	0,053 ± 0,007
Toplam fenolik madde (mg/100 g GAE)	311,9035± 13,56

Çizelge 4.1' de görüldüğü üzere meyve/çekirdek oranı 6:1 olarak bulunmuştur. Aktan ve Kalkan (1999) 6:1 - 7:1, Balatsouras (1995) 8.67:1 – 10.71:1 olarak belirtirken, Anonim (1991) 6.07:1 olarak belirtmiştir. Kullanılan hammaddenin boyutu değiştiğinden bu oran da değişebilmektedir. Olgunluk derecesi 5,3 olarak hesaplanmıştır. Denemede kg'da tane sayısı ortalama 235 olarak bulunurken Tuna (2006) 235, ve Çakır (1989) 310-390, Özay ve Borcaklı (1996) 318, Aktan ve Kalkan (1999) 280-320 ile Şahin ve ark. (2000) ise 304 olarak belirtmişlerdir. Hammadde olarak kullanılan zeytinlerin iri olması sebebiyle diğer çalışmalardaki değerlerden düşük bulunmuştur. Bunun nedeninin yıldan yıla değişebildiğini ve yetiştirme şartlarının farklılığından kaynaklandığı bildirilmektedir (Tuna,2006).

Meyve boyutu ise 1,7 x 2,04, çekirdek boyutu ise 0,84x 1,35 olarak hesaplanırken, Tuna (2006) meyve boyutu 1,64x2,14, çekirdek boyutunu 0,8x1,48 olarak belirtmiştir. Şahin ve ark. (2000) meyve boyutunu 1,58x 2,08, Anonim (1991) ise çekirdek boyutunu 1,38x0,79 olarak ifade etmişlerdir. Bulunan sonuçlar diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Ham zeytinin sertlik değeri 2055,8 g olarak ölçülmüştür. Kayguluoğlu (2018) çalışmasında sertlik değerini 1964,79 g olarak ölçülmüştür. Belirtilen sonuç yakın değer olduğundan çalışmamızı destekler niteliktedir.

Kuru madde %50,6 ve kül miktarı %2,8 olarak bulunmuştur. Tuna (2006)'da kuru madde %61,3, kül miktarı %1,78 olarak; Borcaklı ve ark. (1993) ile Akpınar (1994) kuru madde oranını %56 olarak belirtmişlerdir. Kül oranını; Şahin ve ark. (2000) %1.87, Akpınar (1994) %1,93 olarak bildirmişlerdir. Çalışmalara göre kuru madde oranı belirtilenlere göre biraz düşük, kül oranı ise biraz daha yüksek bulunmuştur. Bu durum da analiz yöntemi ve cihazın farklılığından ve yetiştirme koşullarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

İndirgen şeker miktarı %3,7 olarak bulunurken; Tuna (2006) %2,72, Borcaklı ve ark. (1993) %4.45, Akpınar (1994) %3,01, Şahin ve ark. (2002) %2,74 olarak bildirmiştir. Bulunan sonuç Tuna (2006) ve Şahin ve ark. (2002) 'nın elde ettiği değere göre yüksek, Borcaklı ve ark. (1993)'nın sonucuna göre düşük, Akpınar (1994) ile de benzerlik göstermektedir. İndirgen şeker miktarının meyvenin olgunluk derecesine bağlı olarak değişiklikler gösterebildiği Tuna (2006) tarafından bildirilmiştir. Zeytinin Na ve Ca değeri sırasıyla 0,67 g/kg ve 0,053 g/kg olarak hesaplanmıştır.

Ham Gemlik zeytininin toplam fenolik madde içeriği 311,91 mg/100 g GAE olarak bulunmuştur. Çalışmalarında zeytinin fenolik değerini; Özdemir ve ark. (2011) 278,53 mg/100 g GAE, Pirgün (2007) 278,5 mg/100 g GAE olarak belirtmişlerdir. Bu değer farklılıklarının genellikle zeytinin olgunlaşması sırasında meydana gelen çeşitli enzimatik ve kimyasal reaksiyonlar sonucu fenolik bileşen miktarının değişiminden kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Kayguluoğlu, 2018).

4.2. Mikrobiyolojik gelişme

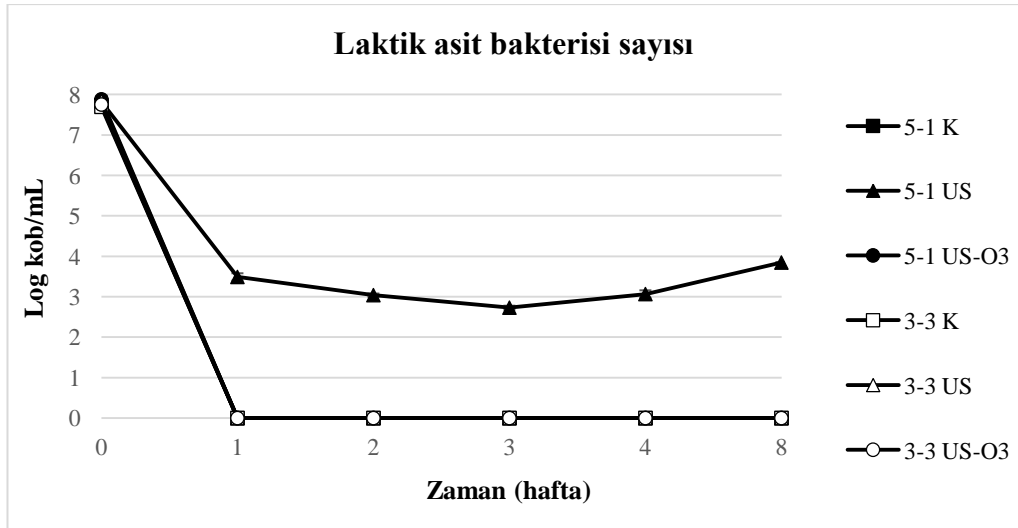
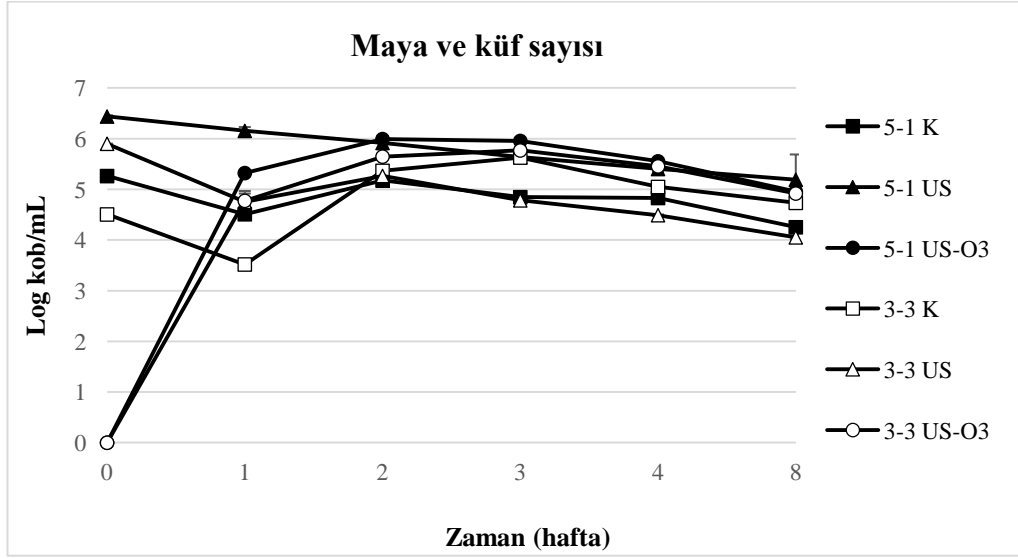
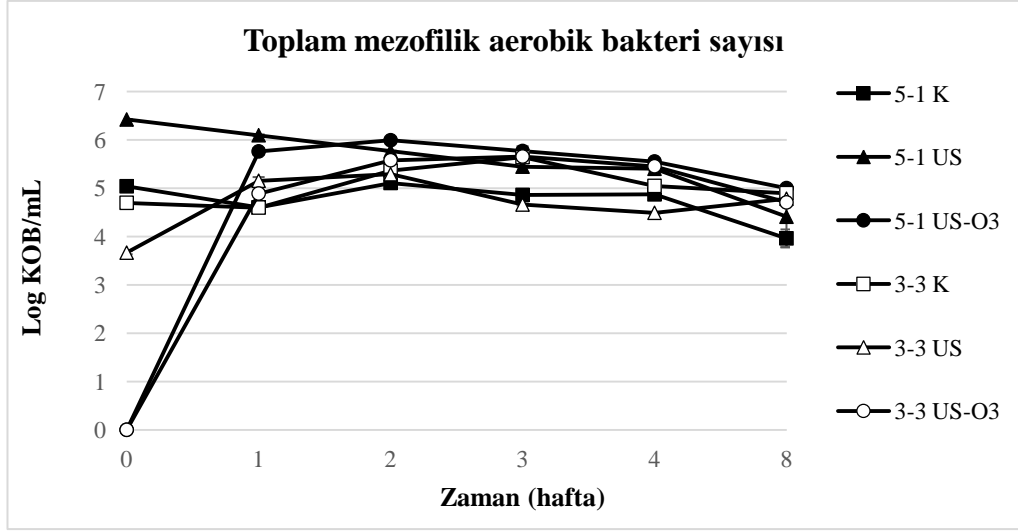
4.2.1. Toplam mezofilik aerob bakteri, maya-küf, laktik asit bakterileri ve enterobakter sonuçları

Fermantasyon sırasında tespit edilen mikrobiyal grupların gelişme düzeyleri Şekil 4.1 ve 4.2’de gösterilmiştir. Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda mezofilik aerobik bakteri, maya-küf ve laktik asit bakterisi varlığı tespit edilmiş, enterobakter (ENT) gelişimine rastlanmamıştır. Fermantasyonun başlangıcında (0. Gün) ortama aşılana laktik asit bakterisi (LAB)’nin sayısı 7,7-7,8 log KOB mL⁻¹ düzeyindedir. Fermantasyon sırasında örneklerdeki TMAB ve MK miktarları sırasıyla 3,7-6,4 KOB mL⁻¹ ve 3,5-6,4 log KOB mL⁻¹ aralığında seyretmiştir. Fermantasyon başlangıcında (0.gün) O₃ uygulanan örneklerde aşılana LAB dışında mikrobiyal gelişme görülmemiştir. Ancak izleyen 1. günden sonra mikrobiyal gelişmeler, diğer tüm örneklere benzer şekilde devam etmiştir. O₃ geçici bir süre mikrobiyel inhibisyon sağlamışsa da mikrobiyal grupları tamamıyla etkisiz hale getirememiştir. Tek başına US uygulanan muamelelerde benzer bir mikrobiyel inhibisyon gözlenmemiştir.

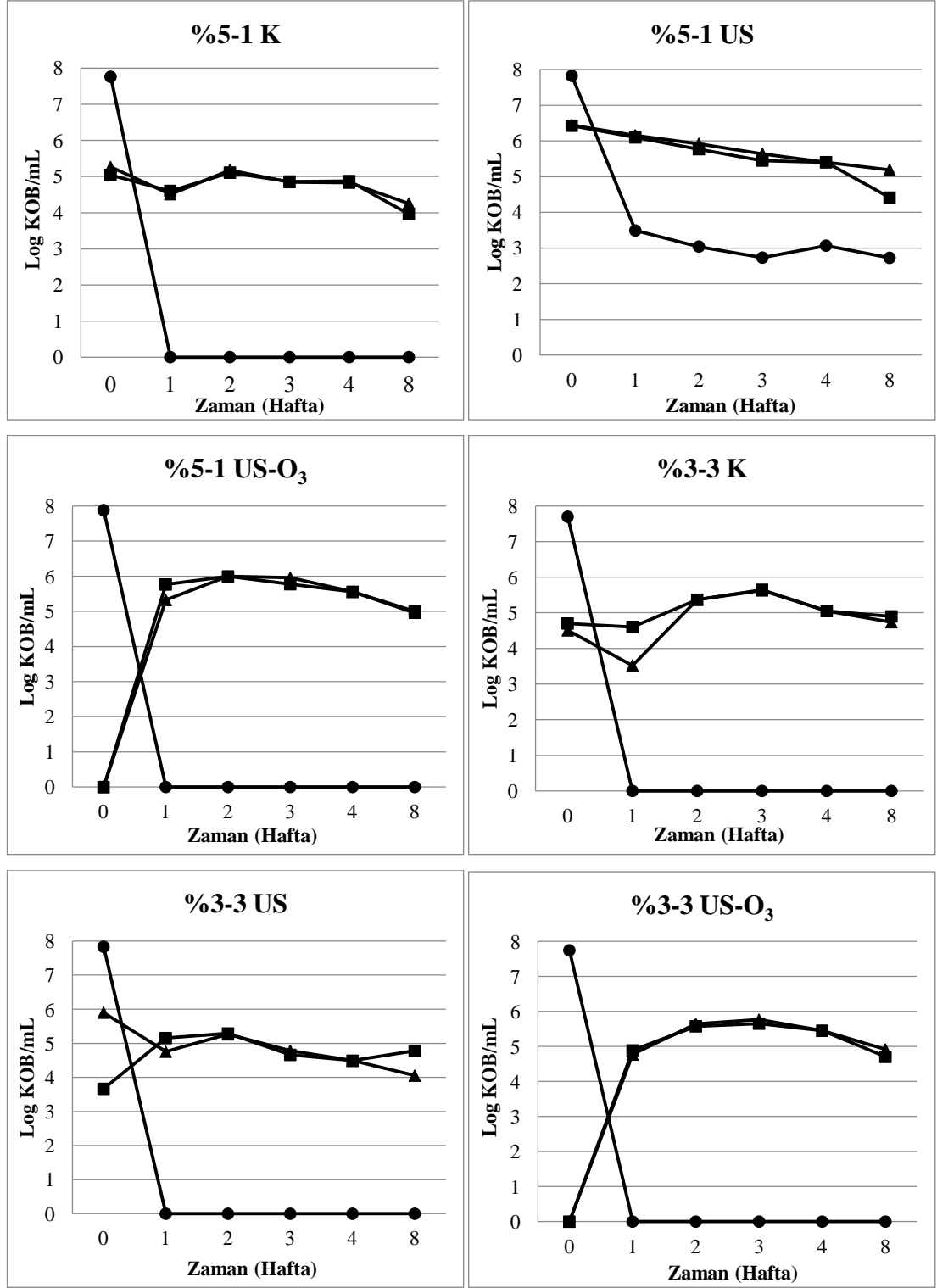
Doğal salamura zeytin üretiminde, hasat edilen zeytinler %8-10 oranında tuz içeren salamura içerisinde gram-negatif bakteriler, laktik asit bakterileri ve mayaların etkisi ile spontan bir fermantasyon sürecine maruz kalmaktadır (Panagou ve ark. 2011). Salamura bileşimi ve tuz konsantrasyonunun mikrobiyel popülasyon üzerine etki ettiği bilinmektedir (Sarıkaya ve ark. 2007). Fermantasyon sürecinin ilerlemesi ile birlikte, LAB sadece %5-1 US uygulanmış muamelelerde varlığını sürdürebilmiş ve diğer muamelelerde tespit edilememiştir (Şekil 4.1-4.2). Sıcaklık, tuz konsantrasyonu, besin maddelerinin yeterliliği ve inhibitör maddelerin varlığı gibi faktörlerin laktik asit fermantasyonu ve LAB’nin gelişimi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Medina ve ark. 2007, Medina ve ark. 2009). %5-1 US muamelesinin tuz konsantrasyonu, fermente olabilir maddeler ile inhibitör maddelerin varlığı açısından LAB’nin gelişimi üzerine olumlu etki gösterdiği düşünülmektedir. LAB’nin 3-3 US muamelesinde gelişmemesi ile benzer bir durum García-Serrano ve ark. (2020), tarafından da gözlenmiş olup, araştırmacılar farklı kalsiyum tuzlarının zeytin salamurasında kullanımının LAB gelişimini geciktirdiğini belirtmişlerdir.

Salamura zeytin işleme sırasında US ve O₃ uygulamalarının mikrobiyel yük üzerine etkisi ile ilgili daha önce yapılmış bir araştırmaya rastlanmamıştır. Zeytin işleme sırasında kullanılan demir çözeltilerinin arıtılması amacıyla ozon gazı uygulamasının denendiği bir araştırmada, uygulama sırasında laktik asit bakterisi ve maya sayılarında azalma olduğu belirtilmiş, hücre ölümlerinin ozon gazının hücre duvarına zarar vermesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (García-García ve ark. 2014). Kamber ve ark.'nın (2017) yaptığı bir çalışmada ise aflatoksin B1 ile kontamine olmuş kırmızıbiberlere üç farklı dozda ozon uygulaması yapılmış, sonuç olarak aflatoksin düzeyinde gözlenen azalmaya ek olarak toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB), maya ve küf sayılarının da ozon dozuna bağlı olarak azaldığı belirtilmiştir.

Ultrasesin mikrobiyel yüke olan etkisi ile ilgili araştırmalarda çelişkili sonuçlar elde edilmiştir. Tomadoni ve ark. (2016) çilek suyuna 10 gün boyunca 10 ve 30 dakika süre ile ultrases uygulamış; sonuç olarak oluşan kavitasyondan dolayı TMAB, maya ve küf sayılarında önemli bir azalma yaşandığını tespit etmişlerdir. José ve ark. (2018), 7 °C'de muhafaza edilen domateslere gümüş nanoparçacıklar ile kombine edilmiş US uygulaması ile mikrobiyel popülasyonun ciddi şekilde azaldığını saptamıştır. Rosario ve ark. (2018) taze kesilmiş sarı kavunlarda mikrobiyel yükü azaltmak amacıyla US uygulamış, TMAB sayısında azalma tespit etmişlerdir. US uygulamasının mikrobiyel inaktivasyona olan etkisi genel olarak bölgesel ısınma, serbest radikallerin oluşumu ve hücre duvarına verilen hasar ile açıklanmakta olup, gram-pozitif bakterilerin gram-negatiflere göre, aerob bakterilerin ise anaeroblara göre US uygulamasına daha dirençli olduğu belirtilmektedir (Anonim 2016, Dinçer ve ark. 2018). Ancak, aksini gösteren sonuçlarda mevcuttur. Saeeduddin ve ark. (2016) armut suyuna farklı sıcaklık dereceleri ve farklı sürelerde US uygulamış, ancak MK sayılarında artış gözlemlemişlerdir. MK gelişiminin ortamın asit miktarına bağlı olduğu belirtilmiş, 1 ve 9. gün arası düşen asitlik nedeniyle MK artışı yaşandığı, ardından 9 ile 21. gün arası asitlik dengelendiği için MK gelişiminin de yavaşladığı belirtilmiştir.



Şekil 4.1. Fermantasyon sırasında gözlenen mikrobiyel değişiklikler



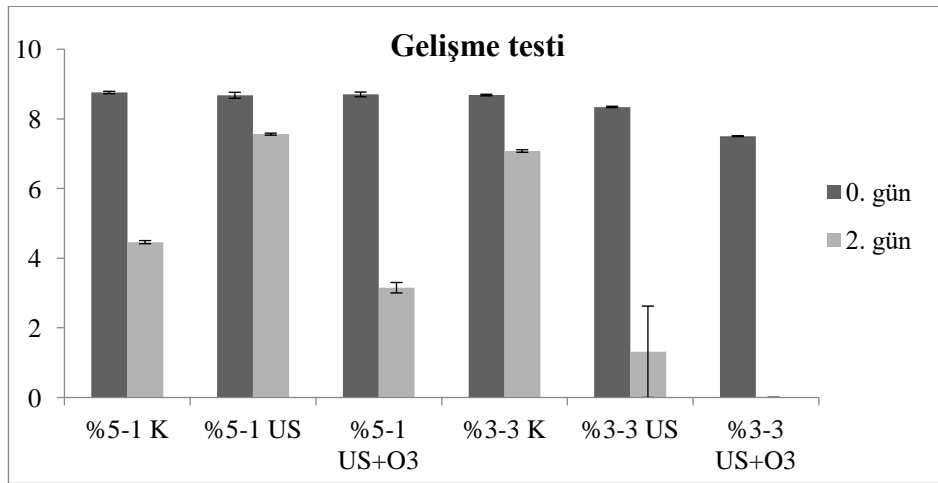
Şekil 4.2. Uygulanan muameleler sonucunda toplam mezofil aerob bakteri (TMAB), maya ve küf (MK) ve laktik asit bakterisi (LAB) sayısındaki değişiklikler ■: TMAB sayısı, ▲: MK sayısı, ●: LAB sayısı

4.2.2. Salamuraların LAB'ni inhibe edici etkisi (Gelişme testi)

Steril zeytin salamuralarına %1 düzeyinde glikoz ilave ederek hazırlanan besiyerine aşıl原因 LAB kültürünün (*Lactobacillus plantarum* 112 ve 123) gelişme düzeyleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Gelişme testinin sonuçları ise Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Gelişme testi sonuçları

<i>L. plantarum</i> gelişimi		
Uygulama	0.gün (Log cfu/mL)	2.gün (Log cfu/mL)
5-1 K	8,75±0,03a	4,46±0,05bc
5-1 US	8,68±0,086a	7,567±0,03a
5-1 US-O ₃	8,70±0,07a	3,15±0,15cd
3-3 K	8,69±0,02a	7,07±0,04ab
3-3 US	8,34±0,01b	1,31±1,31de
3-3 US-O ₃	7,50±0,01c	0,00±0,00e



Şekil 4.3. Gelişme testi sonuçları (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)

Gelişme testi verileri incelendiğinde; salamura bileşimi ve muamele tipinin tek başına ve birlikte ikili interaksiyonlarının laktik asit bakterilerinin gelişimine etkisinin istatistik olarak önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.2, Şekil 4.2; 0. gün: $F_{5,11} = 97,64$, $P < 0,01$; 48 saat: $F_{5,11} = 31,79$, $P < 0,01$).

Aşılamanın gerçekleştirildiği gün (0. Gün) LAB sayıları incelendiğinde % 5-1 salamuralı örneklerde muameleler arasında fark görülmemiştir. %3-3 salamura bileşimine sahip örneklerde ise, US ve US-O₃ örneklerinde LAB sayısının daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.2).

İki günlük inkübasyon süresi sonunda, %5-1 US örneği dışındaki tüm örneklerde, 0. güne göre bir düşüş görülmüştür. Her iki salamura bileşimine sahip US-O₃ uygulanan örneklerde laktik asit bakterilerinin ciddi düzeyde bir azalma gösterdiği görülmüş; %3-3 salamura bileşimine sahip örneklerde ise mikrobiyel aktivitenin tamamen durduğu tespit edilmiştir. US uygulanan örneklerde %3-3 salamura bileşimindeki örnekte ciddi bir azalma gözlemlenmişken %5-1 salamura bileşimindeki örnekte bir fark gözlemlenmemiştir.

Domateslere uygulanan ultrases uygulaması sonucunda laktik asit bakterilerinin canlılıklarını sürdürebildiği (José ve ark. 2018), fakat ozon gazının bakteriosit etkiye sahip olmasından dolayı zararlı mikroorganizmaların yanında yararlı mikroorganizmaları da inhibe edebildiğini belirten (Yıldız ve ark. 2014) çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar sadece ultrases uygulanan örneklerle göre ultrases-ozon uygulanan örneklerde laktik asit bakterilerinin daha hızlı azalışı, hatta tamamen inhibe olmasını açıklar niteliktedir.

4.3. Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

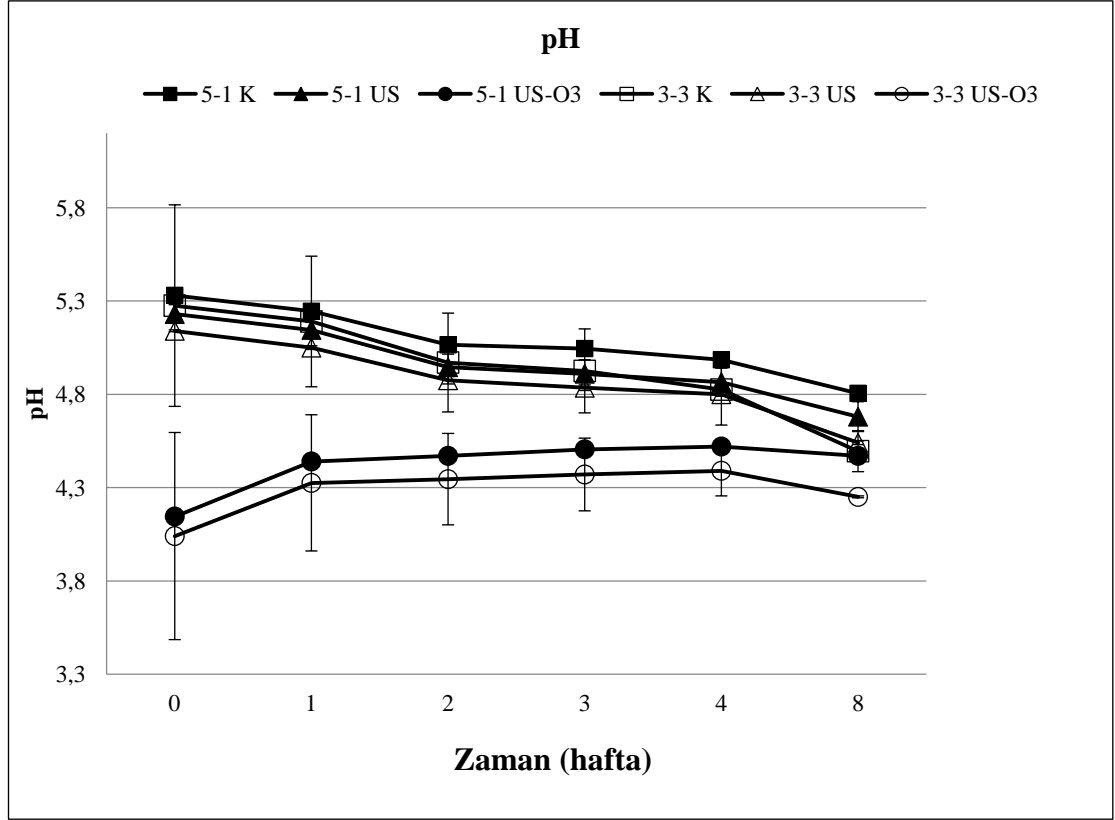
4.3.1. Toplam asitlik ve pH değişimi

Salamuraların toplam asitlik ve pH değişimine ait veriler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’de verilmiştir. Toplam asitlik değerleri incelendiğinde, salamura bileşimi ve muamele tipinin tek başlarına ve beraber (ikili interaksiyonlarının) örnekler üzerinde önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Zaman faktörünün tek başına, salamura bileşimi ve muamele tipi faktörleri ile ikili ve üçlü interaksiyonlarının asitlik ve pH değişimi üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir ($F_{11,23}=11,12, P<0,01$). Üç faktörün birlikte etkisine dair istatistiksel değerlendirme sonuçları Çizelge 4.3’ de verilmiştir.

Örneklerin pH değişimine bakıldığında salamura bileşimi, muamele tipi ve zamanın tek başına, ikili ve üçlü olarak önemli olduğu görülmüş ve üçlü interaksiyonlarının etkisi Çizelge 4.3 ve Şekil 4.4'te gösterilmiştir ($F_{11,23}=518,2$, $P<0,01$).

Çizelge 4.3. Fermantasyon sonunda salamuraların toplam asitlik ve pH değerlerinin istatistiksel açıdan değerlendirilmesi

Salamura bile- şimleri	İşlem	Muamele tipi	Toplam asitlik (g/100 mL L.A.)	pH
%5-1	K	MS	0,08±0,02de	5,33±0,02a
%3-3		FS	0,08±0,02de	5,28±0,02a
%5-1	US	MS	0,34±0,02a	4,81±0,02c
%3-3		FS	0,25±0,02abcd	4,5±0,02e
%5-1	US-O ₃	MS	0,06±0,02e	5,23±0,02ab
%3-3		FS	0,1±0,02cde	5,14±0,02b
%5-1	US-O ₃	MS	0,25±0,02abc	4,68±0,02d
%3-3		FS	0,28±0,02ab	4,54±0,02e
%5-1	US-O ₃	MS	0,17±0,02bcde	4,15±0,02fg
%3-3		FS	0,18±0,02abcd	4,04±0,02g
%5-1	US-O ₃	MS	0,23±0,02abcd	4,47±0,02e
%3-3		FS	0,32±0,02ab	4,25±0,02f



Şekil 4.4. Gemlik siyah zeytininde haftalara göre pH ölçümleri (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)

Fermentasyon sürecinin her iki salamura bileşimine sahip örneklerdeki toplam asitliği arttırdığı, fermentasyon sonunda muamele farkı olan örneklerdeki değerler arasında önemli bir fark oluşmadığı, her ikisinin de salamurada kontrol grubundan daha düşük olduğu görülmüştür. Muamele sonunda ise uygulanan ultrasesin kontrol grubuna göre önemli bir farklılık yaratmadığı, US-O₃ uygulamasının ise toplam asitliği arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Ultrases uygulamasının zeytin meyvesi üzerindeki etkisi ile ilgili bir çalışma olmamakla birlikte yayınlanan diğer çalışmalarda; ultrasesin çilek suyu (Tomadoni ve ark. 2016), karadut, havuç, elma, domates ve portakal suyu (Dinçer ve ark. 2018), armut suyu (Saeduddin ve ark. 2018) ve taze kesilmiş sarı kavunlarda (Rosario ve ark. 2018) toplam asitlik üzerinde bir değişim yaratmadığı saptanmıştır.

Segovia-Bravo ve ark.'nın (2007) yayınladığı çalışmada; İspanyol tipi sofralık yeşil zeytin salamurasına ozon gazı uygulanmış; ozonlama işlemi sonrası titre edilebilirlik asitliğinin artış gösterdiği saptanmıştır. Ozon gazının karboksilik asit oluşumuna neden olduğu için asitliği arttırdığı belirtilmiştir.

Örneklerin muamele sonrası 0.gün pH'ları ölçülmüş; kontrol grubu ile kıyaslandığında her iki tuzlu su bileşimine sahip örnekler üzerinde ultrasesin önemli bir etkisi görülmemiştir. Ultrases ile ozonun birlikte uygulanması sonucu tüm örneklerde pH düşüşü gözlemlenmiştir. Fermantasyon sonrası ise (8.hafta); kontrol grubu örnekleri ile muamele edilmiş örneklerin hepsinde pH düşüşünün söz konusu olduğu belirlenmiş; ayrıca US-O₃ uygulanan örneklerin hepsinin pH değerinin 4,5'un altına indiği saptanmıştır.

Ramirez-Moreno ve ark.'nın (2017) yayınladığı çalışmada böğürtlen suyuna farklı doz ve sürelerde ultrases uygulanmış ve sonuç olarak örneklerin pH değişimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Garcia-Garcia ve ark.'nın (2014) yayınladığı çalışmada; olgun siyah zeytinlere ozon uygulaması sırasında polifenollere ozonun etki etmesi sonucu farklı bozunma reaksiyonları meydana geldiği ve kademeli bir şekilde üretilen kısa zincirli karboksilik asitlerin açığa çıkması sonucu pH değerlerinde bir azalma yaşandığından bahsedilmiştir.

4.3.2. Tuz analizi sonuçları

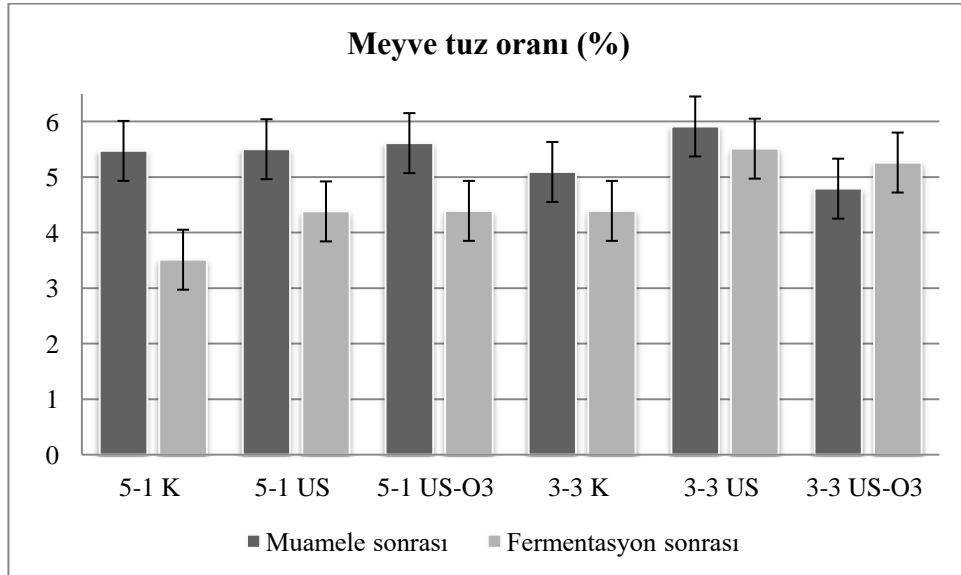
Zeytin meyvesi tuz sonuçları

Meyvedeki tuz içeriğine bakıldığında; salamura bileşimi, muamele tipi ve zaman faktörlerinin tuz miktarı değişimi üzerinde etkili olmasından dolayı sonuçlar Çizelge 4.4'te üç faktörün interaksiyonu şeklinde verilmiştir ($F_{11,23}=885,16$ $P<0,01$). Gemlik siyah zeytininde haftalara göre pH ölçümleri Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

Uygulanan muameleler sonucu örnekler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında aralarında tuz içeriği bakımından önemli bir fark bulunmadığı görülmüştür. Fermantasyon sonrası her örnekte tuz miktarının arttığı belirlenmiş olup örnekler arasında önemli derecede bir fark görülmemiştir.

Çizelge 4.4. Zeytin meyvesindeki tuz miktarlarının istatistiksel açıdan değerlendirilmesi

Salamura bile- şimleri	İşlem	Ölçüm süresi	Meyve tuz mikta- rı (%)
%5-1	K	MS	0,2±0,014c
%3-3			0,11±0,014c
%5-1	US	FS	0,87±0,014b
%3-3			0,92±0,014ab
%5-1	US	MS	0,09±0,014c
%3-3			0,075±0,014c
%5-1	US-O ₃	FS	0,92±0,014ab
%3-3			0,86±0,014b
%5-1	US-O ₃	MS	0,1±0,014c
%3-3			0,14±0,014c
%5-1	US-O ₃	FS	0,96±0,014a
%3-3			0,96±0,014a



Şekil 4.5. Zeytin meyvesi tuz içeriğinin (%) fermantasyona göre değişimi (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)

Siyah zeytin örneklerinin fermantasyona bırakılmasının ardından 75. günde salamuradaki tuz miktarının düşüp meyvedeki tuz miktarının artmasının, tuzun osmatik basıncı ve ağırlık faktörünün etkisinin meyveden tuzlu suya olan su akışını arttırması olarak gösterilmiştir (Uylaşer ve ark. 2004). Başka bir çalışmada farklı salamura konsantrasyonlarına bırakılmış sofralık zeytinlerde fermantasyon boyunca meyvedeki tuz miktarının arttığı görülmüştür. Nedeni; çözünebilir şekerleri kullanan mikroorganizmaların pH'ı etkileyip tuzun meyve etine geçmesini sağlaması ve bu olayın belirli bir dengeye ulaşincaya kadar devam etmesiyle açıklanmıştır (Kanavouras ve ark. 2005).

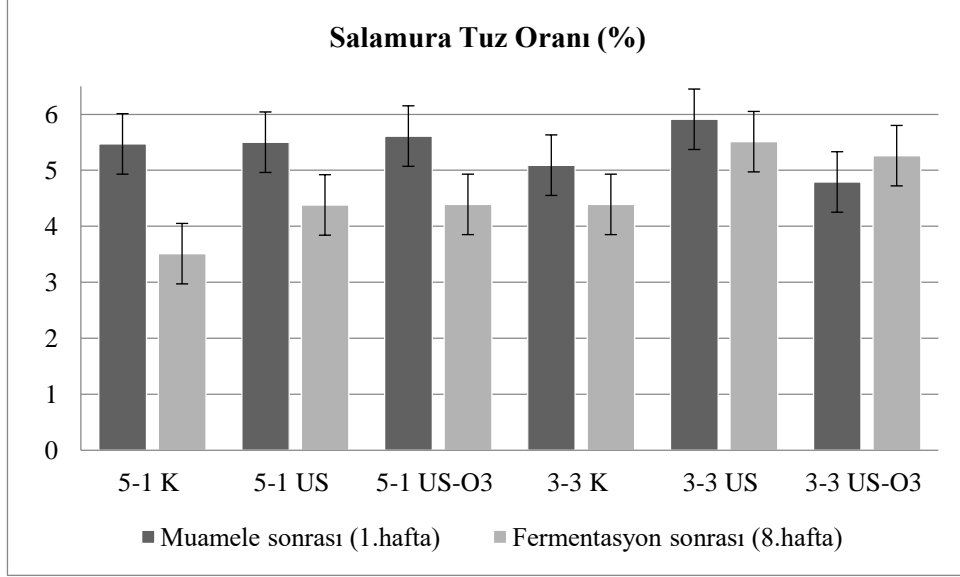
Salamura tuz sonuçları

Salamura tuz miktarına bakıldığında; zamanın tek başına ve salamura bileşimi ile zaman parametrelerinin ikili etkisinin salamuradaki tuz miktarı üzerinde etkili olduğu görülmekle birlikte üçlü interaksiyonunun önemsiz olduğu görülmüş ve Çizelge 4.5'te gösterilmiştir ($F_{11,23}=2,21$, $P=0,095$). Salamura tuz içeriğinin fermantasyona göre değişimi Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Zeytin salamurasında tuz miktarlarının istatistiksel açıdan değerlendirilmesi

Salamura bile- şimleri	İşlem	Ölçüm süresi	Salamura tuz miktarı (%)
%5-1	K	MS	5,47±0,54a
%3-3			5,09±0,54a
%5-1		FS	3,51±0,54a
%3-3			4,39±0,54a
%5-1	US	MS	5,5±0,54a
%3-3			5,91±0,54a
%5-1		FS	4,38±0,54a
%3-3			5,51±0,54a
%5-1	US-O ₃	MS	5,61±0,54a
%3-3			4,79±0,54a
%5-1		FS	4,39±0,54a
%3-3			5,26±0,54a

Uygulanan işlemlerin muamele ve fermantasyon sonrası örneklerde tuz miktarına bir etkisi görülmemiştir.



Şekil 4.6. Salamura tuz içeriğinin (%) fermantasyona göre değişimi (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)

4.3.3. Kuru madde analizi sonuçları

Toplam kuru madde miktarı üzerinde salamura bileşimi, muamele tipi ve zamanın tek başına, ikili ve üçlü etkisinin önemli olduğu görülmüş, üçlü interaksiyonuna ait istatistiksel değerlendirme sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiştir ($F_{11,23}=15,28$, $P<0,01$).

Muamele sonrasındaki değişime bakıldığında; %5-1 ve %3-3 salamura konsantrasyonuna sahip örneklerde kontrol grubu ile kıyaslandığında US-O₃ uygulamasının kuru madde üzerinde önemli bir değişime neden olmadığı görülmüş, yalnızca %5-1 salamura konsantrasyonunda US uygulamasının örneklerde kuru madde değerini azalttığı tespit edilmiştir.

Fermantasyon sonrasındaki değişime bakıldığında ise %3-3 salamura konsantrasyonuna sahip örneklerde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında US ve US-O₃'ün kuru madde üzerinde önemli bir değişime neden olmadığı görülmüş, %5-1 salamura konsantrasyonuna sahip US-O₃ uygulanan örneklerde kuru madde miktarının azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Kuru madde sonuçlarının istatistiksel açıdan değerlendirilmesi

Salamura bile- şimleri	İşlem	Ölçüm süresi	Toplam kuru madde (%)
%5-1	K	MS	47,7±0,5a
%3-3			44,4±0,5b
%5-1		FS	44,8±0,5b
%3-3			42,9±0,5bc
%5-1	US	MS	44,2±0,5b
%3-3			43,4±0,5bc
%5-1		FS	43,5±0,5bc
%3-3			45,1±0,5b
%5-1	US-O ₃	MS	47,6±0,5a
%3-3			44,0±0,5bc
%5-1		FS	41,6±0,5c
%3-3			44,8±0,5b

Habibi ve ark.'nın (2016) çalışmasında ultrases uygulanmış tuzlu ve normal sudaki zeytinlerin nem miktarının artıp kuru madde içeriğinin azalması salamuradaki suyun düşük basınç alanından ozmatik basınç yardımıyla yüksek basınç alanına doğru geçmesi ile açıklanmış; başka bir çalışmada Edincik ve Gemlik tipi zeytinlerin fermantasyon seyri izlenmiş ve aynı nedenden dolayı fermantasyon sırasında örneklerdeki kuru madde miktarının azaldığı görülmüştür (Borcaklı ve ark. 1993).

Ozon gazının gıdalardaki kuru madde içeriğine olan etkisini içeren yapılmış herhangi çalışma bulunmamaktadır. Ultrases ile birlikte kullanımının sinerjistik etki yaratmış olma ihtimalinin yüksek olması, meyve dokusunu tahrip edici etkisinin olması, meyveden salamuraya geçişi sağlaması ve dolayısıyla kuru madde içeriğini azaltmış olabileceği düşünülmektedir.

4.3.4. Kül analizi sonuçları

Zeytin meyvesinin kül içeriğine bakıldığında; salamura bileşimi, muamele tipi ve zaman faktörlerinin birlikte konsantrasyon değişimi üzerinde etkili olması sonucu sonuçlar Çizelge 4.7’de üç faktörün interaksiyonu şeklinde verilmiştir ($F_{11,23}=10,71$ $P<0,01$)

Çizelge 4.7. Kül sonuçlarının zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Salamura bile- şimleri	İşlem	Ölçüm süresi	Kül (%)
%5-1	K	MS	0,87±0,04c
%3-3			1,02±0,04bc
%5-1	US	FS	1,26±0,04a
%3-3			1,24±0,04a
%5-1	US	MS	1,08±0,04ab
%3-3			1,16±0,04ab
%5-1	US-O ₃	FS	1,22±0,04ab
%3-3			1,25±0,04ab
%5-1	US-O ₃	MS	1,14±0,04ab
%3-3			1,07±0,04abc
%5-1	US-O ₃	FS	1,21±0,04ab
%3-3			1,27±0,04a

Muamele sonundaki örnekler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; US ve US-O₃ uygulamasının örneklerdeki kül miktarını arttırdığı görülmüştür. Fermantasyon sonunda ise kontrol grubu örneklerde kül miktarı artmış, US ve US-O₃ uygulanan örneklerde ise belirgin bir artış yaşanmamıştır.

Yayınlanan bir çalışmada salamura içindeki zeytin meyvelerine ultrases uygulanmış; işlem sonucunda meyvelerin kül içeriğinin arttığı görülmüştür. Bunun nedeni; ultrases uygulamasının kütle transferini tetiklemesiyle salamura içindeki NaCl’nin meyveye geçişinin hızlanması olarak açıklanmıştır (Habibi ve ark. 2016).

Ozon gazının; gıdalardaki kül içeriğine olan etkisini içeren yapılmış herhangi çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte ultrases ile birlikte kullanımının meyve dokusuna zarar vererek NaCl geçişini hızlandırması kül içeriğinin artmasını açıklar niteliktedir.

4.3.5. Renk analizi sonuçları (L*,a*,b* değerleri)

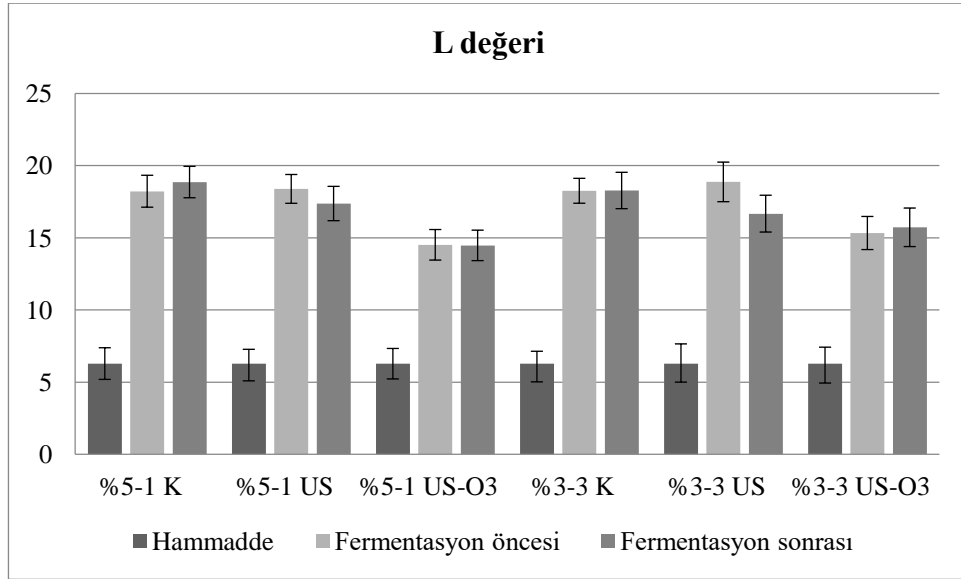
L değeri parlaklığı (siyahlık ve beyazlık) temsil etmekle birlikte; örnekler üzerinde salamura bileşimi ile muamele tipinin tek başına ve bu iki faktörün ikili interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Salamura bileşimi, muamele tipi ile zamanın ikili interaksyonlarının ise önemli olduğu görülmüştür. Fakat sonuç olarak bu üç faktörün birlikte etkisi istatistiki değerlendirmede önemsiz bulunmuş, sonuçlar Çizelge 4.8’de gösterilmiştir ($F_{11,179}=2,10$ $P=0,095$).

Renk değerlerinden a (+a: kırmızılık; -a: yeşillik) ve b (+b: sarılık; -b: mavilik) değerine bakıldığında ise; salamura bileşiminin tek başına etkisi hariç muamele tipi, zaman ve bu faktörlerin ikili ve üçlü interaksyonları önemli bulunmuş ve bu üç faktörün birlikte etkisi Çizelge 4.8’de verilmiştir (a: $F_{11,179}=20,88$, $P<0,01$; b: $F_{11,179}=5,39$ $P<0,01$).

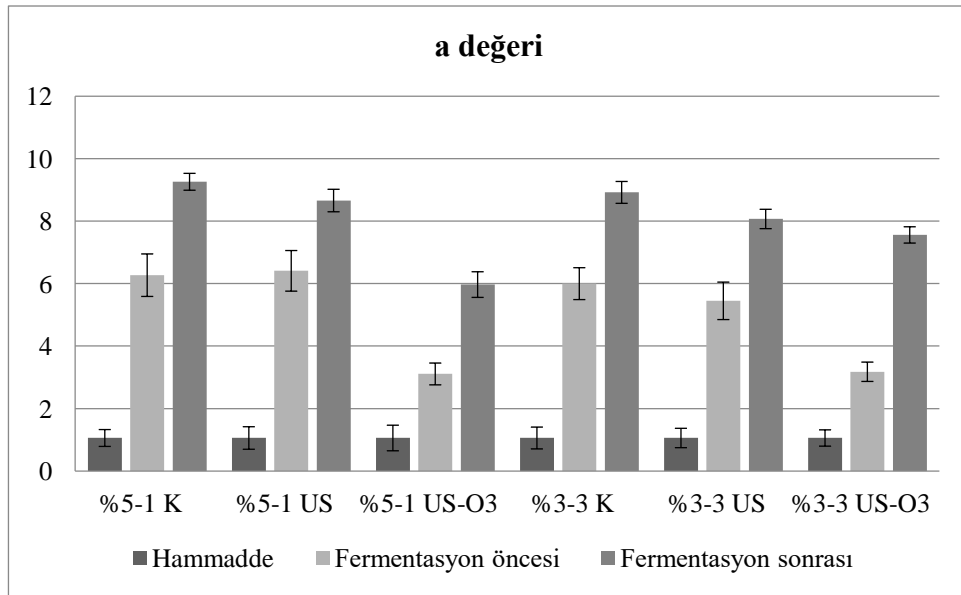
Çizelge 4.8. Renk sonuçlarının (L, a* ve b* değeri) zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Salamura bileşimi	İşlem	Ölçüm süresi	L değeri	a* değeri	b* değeri
%5-1	K	MS	18,22±1,15a	6,27±0,45bcd	1,43±0,54abcd
%3-3			18,25±1,15a	6,0±0,45bcd	1,34±0,54bcd
%5-1	US	FS	18,85±1,15a	9,26±0,45a	3,34±0,54abc
%3-3			18,27±1,15a	8,92±0,45a	3,6±0,54ab
%5-1	US	MS	18,38±1,15a	6,41±0,45bcd	1,55±0,54abcd
%3-3			18,86±1,15a	5,45±0,45d	2,2±0,54abcd
%5-1	US-O ₃	FS	17,37±1,15a	8,66±0,45a	3,7±0,54ab
%3-3			16,67±1,15a	8,07±0,45ab	3,93±0,54a
%5-1	US-O ₃	MS	14,51±1,15a	3,11±0,45e	0,61±0,54d
%3-3			15,32±1,15a	3,18±0,45e	0,88±0,54cd
%5-1			FS	14,47±1,15a	5,97±0,45cd
%3-3	15,72±1,15a	7,56±0,45abc		3,91±0,54a	

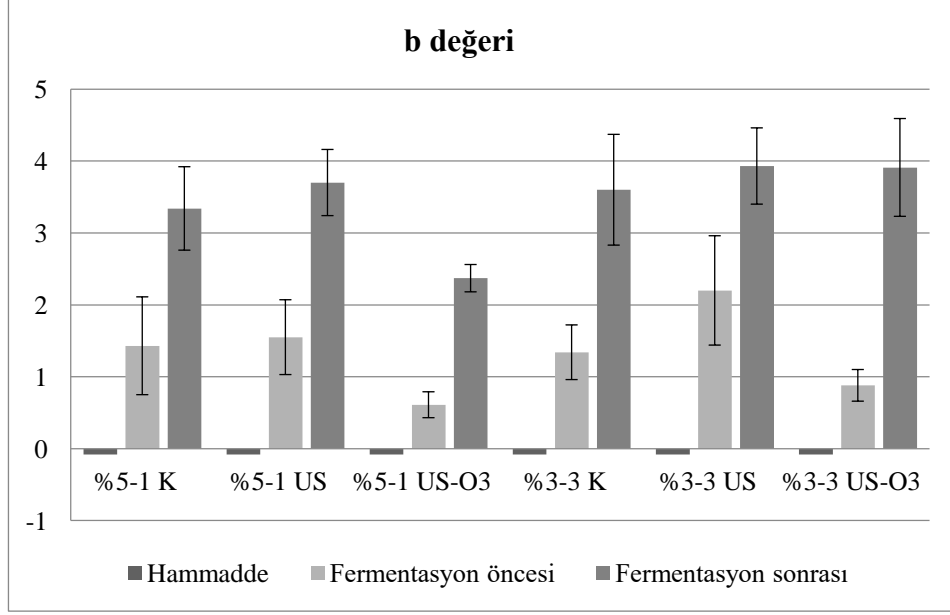
L, a ve b değerlerinin fermantasyona göre değişimi sırasıyla Şekil 4.7-4.8 ve 4.9’da gösterilmiştir.



Şekil 4.7. L değerinin fermantasyona göre değişimi (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)



Şekil 4.8. a değerinin fermantasyona göre değişimi (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)



Şekil 4.9. b değerinin fermentasyona göre değişimi (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)

Muamele ve fermentasyon sonrası örneklerde her iki salamura konsantrasyonunda uygulanan muamelelerin zeytin meyvesinin L değeri (siyahlık ve beyazlık) üzerinde önemli bir farklılık yaratmadığı tespit edilmiştir.

Meyve örneklerinde a değeri (+a: kırmızılık; -a: yeşillik) ve b değerine (+b: sarılık; -b: mavilik) bakacak olduğumuzda; kontrol grubu ile kıyaslandığında ultrases uygulaması önemli bir etki göstermezken uygulanan ozon gazının a ve b değerlerini azalttığı görülmüştür. Fermentasyon sonrasında ise muamele sonrası örneklerde a ve b değerlerinde artış yaşanmıştır.

Jose ve ark.'nın (2018) yayınladığı çalışmada ultrases ve kimyasal bileşiklerin kiraz domatesler üzerindeki mikrobiyel kontaminasyona, fizikokimyasal parametrelere ve biyoaktif bileşenlere olan etkisinden bahsedilmiş; ultrases uygulanan örnekler ile kontrol grubu kıyaslandığında L* değeri üzerinde önemli bir farklılık yaratmadığı saptanmıştır.

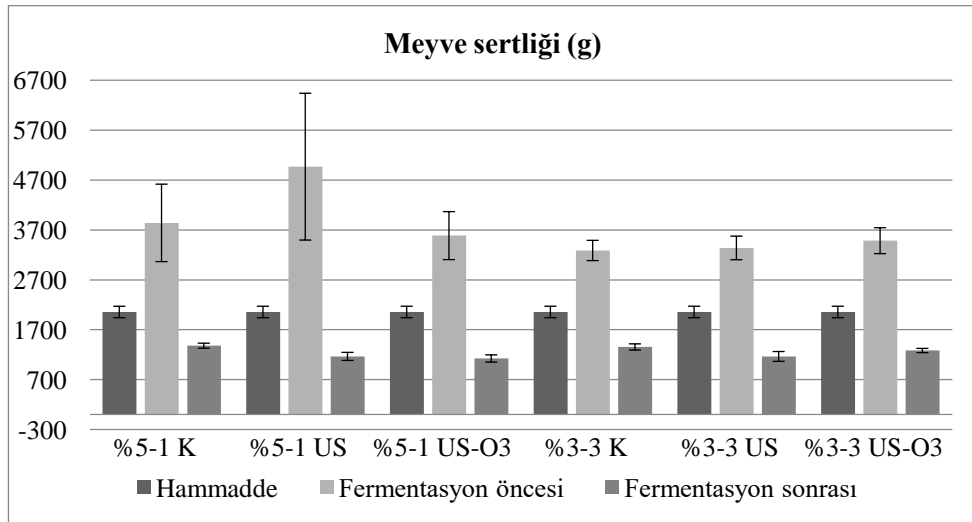
Romero-Barranco ve ark.'nın (2016) yayınladığı çalışmada ozon gazının olgun sofralık zeytinler üzerindeki etkisi incelenmiş; uygulanan ozonlama işleminin zeytin renginde

bir azalma yarattığı gözlemlenmiştir. Nedeni; ozonun hücre zarı geçirgenliğini arttırması, meyvedeki renk pigmentlerini oksidatif enzim aktivitesi özelliği ile parçalamasına sebep olması ve bazı meyvelerde renk açılmasına neden olabilmesi olarak açıklanmıştır (Tabakoğlu 2016).

Cabrera-Bañegil ve ark.'nın (2018) yayınladığı çalışmada kontrollü sıcaklıkta gerçekleştirilen İspanyol tipi zeytin fermantasyonunun zeytin meyvesinin olgunlaşmasına olan etkisi incelenmiş; fermantasyon sırasında zeytinlerin renk değerlerinde artış görülmüştür. Nedeninin salamura hazırlanırken kullanılan suda demir bulunabileceği ve bu demirin zeytin meyvesinde bulunan polifenollerle birleşerek demirtannat oluşturabileceği ihtimalidir. Bu bileşiğin zeytin meyvesine siyah renk verebileceği düşünülmektedir (Anonim 2011b).

4.3.6. Tekstür analizi sonuçları

Meyve sertlik derecesine bakıldığında; salamura bileşimi ve muamele tipinin tek başına, salamura bileşimi ile muamelenin ikili etkisinin örnekler üzerinde önemli etki yaratmadığı görülmüştür. Diğer ikili interaksiyonlar ile üç faktörün birlikte olan interaksiyonu ise önemli görülmüş ve bu üçlü etkinin sonuçları Çizelge 4.9'da, meyve sertliğinin uygulamalara göre değişimi ise Şekil 4.10'da verilmiştir ($F_{11,202}=8,94, P<0,01$).



Şekil 4.10. Meyve sertliğinin uygulamalara göre değişimi (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)

Çizelge 4.9. Tekstür sonuçlarının zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Salamura bileşimi	İşlem	Ölçüm süresi	Meyve sertliği (g)
%5-1	K	MS	3841,56±485,47a
%3-3			3288,32±485,47abcd
%5-1	US	FS	1379,75±521,48bcde
%3-3			1354,12±420,43cde
%5-1	US	MS	4968,96±485,47a
%3-3			3339,58±485,47abc
%5-1	US-O ₃	FS	1164,54±420,43de
%3-3			1163,91±420,43de
%5-1	US-O ₃	MS	3586,4±485,47ab
%3-3			3484,96±485,47ab
%5-1	US-O ₃	FS	1123,21±420,43e
%3-3			1182,65±420,43cde

Muamele sonrası örnekler kontrol grubu ile kıyaslandığında; uygulanan US ve US-O₃'ün meyve sertliğine önemli bir etkisinin olmadığı, sonuçların birbirine yakın çıktığı görülmüştür. Fermantasyon sürecinden sonra ölçülen değerlere baktığımızda tüm örneklerde meyve sertliğinin azaldığı, fakat muamele örnekleri ve kontrol grubu arasında belirgin bir fark olmadığı saptanmıştır.

Habibi ve ark.'nın (2016) yayınladıkları çalışmada; NaOH kullanılmadan zeytinin acılığının giderilmesi amaçlanmış, acılık gidermek için yöntem olarak ultrases kullanılmıştır. Sonuç olarak zeytin meyvesinde sertliğin azaldığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni; fermantasyon sırasında zeytin etinin içine yayılan Na⁺ iyonunun pektin maddeleri ile reaksiyona girmesi ve Ca²⁺ iyonunun meyve dışına çıkarak zeytin eti sertliğini azaltması olarak açıklanmıştır. Aday ve ark.'nın (2014) yayınladığı başka bir çalışmada ise çileklere depolama öncesi ultrases ve ozon uygulanmış; depolama süresince kalite parametreleri incelenmiştir. Sonuç olarak depolama süresince her iki uygulamanın da işlenmiş çileklere göre sertlik değerini azalttığı, fakat iki uygulama arasında önemli derecede bir farklılık olmadığı görülmüştür.

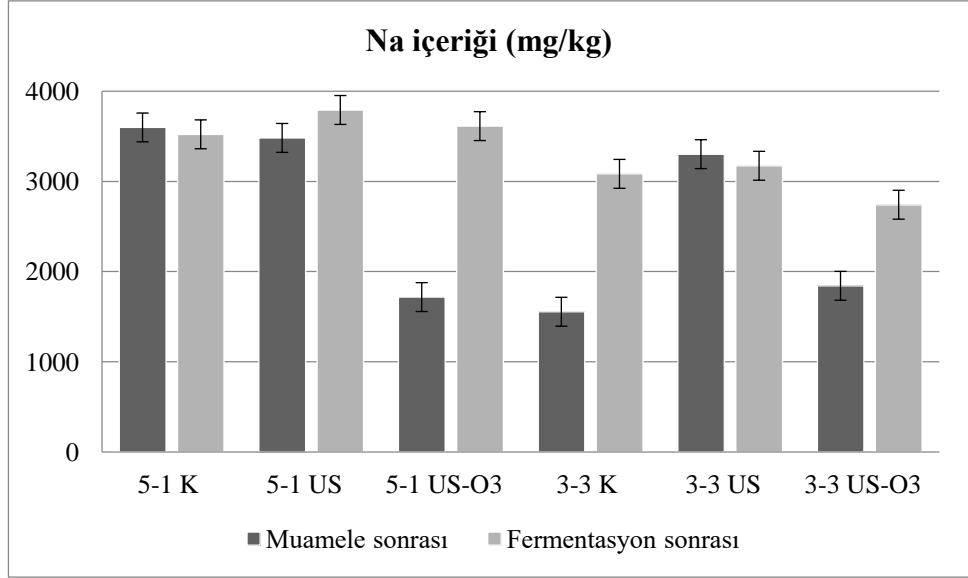
4.3.7. Mineral madde analizi sonuçları

Meyvelerdeki mineral madde içerikleri Çizelge 4.10’da verilmiştir. Salamura bileşimi, muamele tipi ve zaman faktörlerinin birlikte etkili olmasından dolayı tabloda sonuçlar üç faktörün interaksyonu şeklinde verilmiştir (Na: $F_{11,23}=25,20$, $P<0,01$; Ca: $F_{11,23}=7,96$, $P<0,01$).

Çizelge 4.10. Mineral madde sonuçlarının (Na ve Ca içeriği) zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Salamura bileşimi	İşlem	Ölçüm süresi	Na içeriği (mg/kg)	Ca içeriği (mg/kg)
%5-1	K	MS	3596,7±160,03ab	245,9±27,97abc
%3-3			1554,4±160,03c	75,18±27,97de
%5-1	US	FS	3520,8±160,03ab	160,61±27,97abcde
%3-3			3082,4±160,03ab	152,98±27,97abcde
%5-1	US	MS	3480,7±160,03ab	179,44±27,97abcde
%3-3			3300,7±160,03ab	126,86±27,97cde
%5-1	US-O ₃	FS	3790,2±160,03a	158,03±27,97abcde
%3-3			3172,0±160,03ab	299,37±27,97a
%5-1	US-O ₃	MS	1716,6±160,03c	43,62±27,97e
%3-3			1841,8±160,03c	133,0±27,97bcde
%5-1	US-O ₃	FS	3611,4±160,03ab	230,65±27,97abcd
%3-3			2740,4±160,03b	287,22±27,97ab

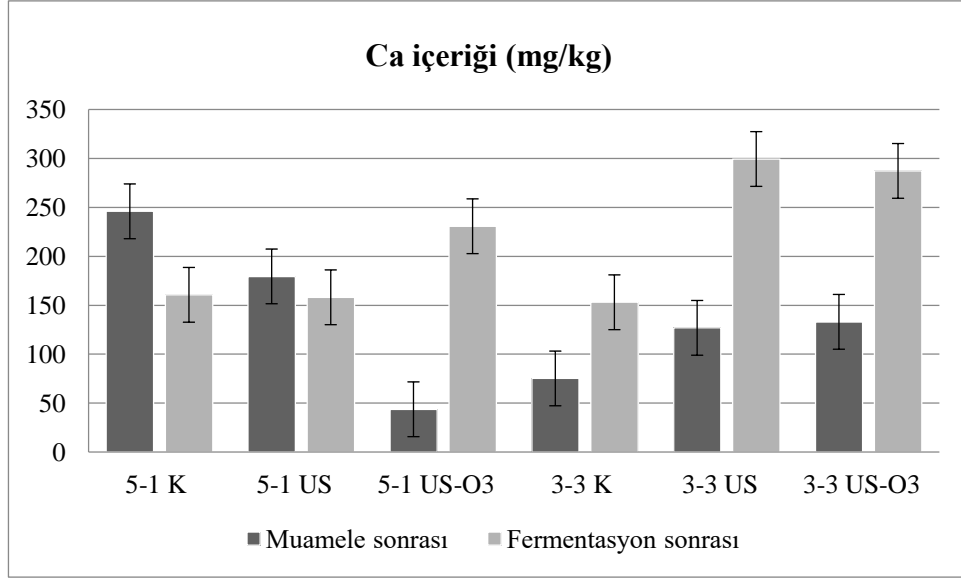
Zeytin meyvesinde Na ve Ca içeriğinin fermantasyona göre değişimi sırasıyla Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’ de verilmiştir.



Şekil 4.51. Zeytin meyvesinde Na içeriğinin (mg/kg,km) fermentasyona göre değişimi (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)

Na içeriği incelendiğinde; salamura bileşimi, muamele tipi ve zaman faktörlerinin, tek başlarına ve birlikte etkili olduğu görülmüştür. Muamele sonrası değerlere bakıldığında %5-1 salamura bileşimindeki zeytin örneklerine uygulanan ultrases ve ultrases-ozonun, meyveye Na geçişinde olumlu bir etki yapmadığı görülmüştür. %3-3 salamura bileşimindeki örneklerde ise US uygulamasının meyveye Na geçişini kolaylaştırdığı, US-O₃ muamelesinin ise olumlu bir etki yapmadığı görülmüştür. Fermentasyon sonrası değerlere baktığımızda ise tüm örneklerde yakın değerler görülmüştür. Bu da fermentasyon sürecinde mineral madde geçişinin belirli bir dengeye ulaştığı anlamına gelmektedir.

Ca içeriği incelendiğinde; salamura bileşimi ve muamelenin tek başına etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür. Zamanın tek başına, salamura bileşimi, muamele ve zaman parametrelerinin ise ikili etkisinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Muamele sonrası değerlere bakıldığında %5-1 salamura bileşimine sahip zeytin örneklerine uygulanan US ve US-O₃'nun meyveye Ca geçişinde olumlu bir etki yapmadığı, sonuçların birbirine yakın çıktığı görülmektedir. %3-3 salamura bileşimine sahip örneklerde ise US ve US-O₃'nun ise Ca miktarını az da olsa arttırdığı fakat önemli derecede bir etki yaratmadığı görülmüştür.



Şekil 4.62. Zeytin meyvesinde Ca içeriğinin (mg/kg,km) fermantasyona göre değişimi (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)

Fermentasyon sonrası değerlere baktığımızda; %5-1 US ve US-O₃ uygulanmış zeytin örnekleri kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, US uygulanan örneklerin belirli bir dengeye geldiği, %3-3 salamura konsantrasyonundaki US ve US-O₃ uygulanmış zeytin örneklerinin Ca miktarının daha yüksek çıktığı görülmüştür.

Abid ve ark.'nın (2014) yayınladığı çalışmada; ultrasonikasyon uygulamasının elma suyundaki mineral madde, karetenoid, fenolik bileşikler ve şekerler üzerindeki etkisi incelenmiş, ultrasonikasyon uygulaması sonucu meyve suyundaki Na miktarı artış göstermiştir. Başka bir çalışmada ise greyfurt suyuna ultrases uygulanmış, uygulama sonucunda örnekteki Na ve Ca miktarlarında artış yaşandığı belirtilmiştir. Bunun nedeninin uygulama sırasında meyvedeki hücresel yapının tahrip olması ile mineral maddelerin meyveye geçmesi sonucu olduğu söylenmiş (Aadil ve ark. 2015) ve ultrases uygulamasının kütle transferini arttırdığı belirtilmiştir (Tüfekçi 2014).

4.3.8. Toplam fenolik madde analizi sonuçları

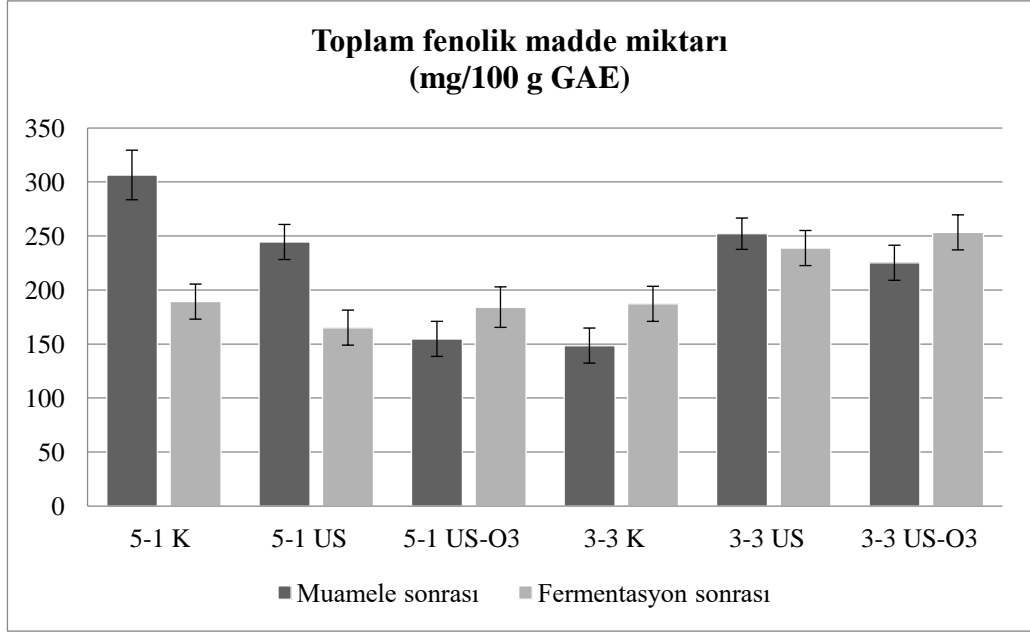
Zeytin meyvesindeki toplam fenolik madde miktarına bakıldığında; salamura bileşimi, muamele ve zaman parametrelerinin tek başına örnekler üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Faktörlerin ikili etkisinin önemli olduğu saptanmış ve üç faktö-

rün etkisine ait istatistikî değerlendirme sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir ($F_{11,45}=7,34$; $P<0,01$)

Çizelge 4.11. Toplam fenolik madde miktarının (mg/100g GAE) zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Salamura bile- şimleri	İşlem	Ölçüm süresi	Toplam fenolik madde miktarı (mg/100 g GAE)
%5-1	K	MS	306,4±22,95a
%3-3			148,54±16,23d
%5-1	US	FS	189,22±16,23bcd
%3-3			187,15±16,23bcd
%5-1	US	MS	244,38±16,23abc
%3-3			252,05±14,51ab
%5-1	US-O ₃	FS	165,13±16,23cd
%3-3			238,78±16,23abc
%5-1	US-O ₃	MS	154,7±16,23d
%3-3			225,17±16,23abcd
%5-1	US-O ₃	FS	184,08±18,74bcd
%3-3			253,26±16,23ab

Salamura bileşimi ve muamelenin etkisi incelendiğinde; örnekler arasında önemli derecede farklılık olduğu saptanmıştır. Her iki salamura bileşiminde ultrases uygulamasının ultrases-ozon uygulamasına göre salamuraya toplam fenolik madde geçişi üzerinde daha olumlu etki yarattığı görülmüştür ($F_{11,45}=14,44$; $P<0,01$). Zeytin meyvesinde toplam fenolik madde miktarının fermantasyona göre değişimi Şekil 4.13’ te gösterilmiştir.



Şekil 4.73. Zeytin meyvesinde toplam fenolik madde miktarının (mg/100 g GAE) fermentasyona göre değişimi (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)

Habibi ve ark.'nın (2016) yaptığı çalışmada salamuradaki acılığın giderilmesi için ultrases destekli bir proses uygulanmış olup geleneksel yöntemle karşılaştırıldığında US uygulanan salamuralarda toplam fenolik madde geçişinin arttığı, meyvedeki toplam fenolik madde miktarının azaldığı belirtilmiştir. Abid ve ark.'nın (2014) yayınladığı çalışmada; elma suyuna iki farklı sürede US uygulanmış ve sonucunda polifenollerin arttığı gözlemlenmiştir. Bunun nedenini ise; ultrases sonucu hücre duvarının bozulması ve bağlı bulunan polifenollerin serbest bırakılması ile açıklanmıştır. Ayrıca ultrases uygulaması sırasında meydana gelen reaksiyonlar sonucu fenolik bileşenlerin üretildiği belirtilmiş ve bu bileşenlerin sahip olduğu aromatik halkaya hidroksi radikallerinin bağlanması sonucu antioksidan kapasitelerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Muamele ve zaman bakımından incelendiğinde ise önemli derecede fark olduğu; kontrol grubu ve US uygulanan örneklerde fermentasyon sonrası toplam fenolik madde miktarının düştüğü, US-O₃ uygulamasında ise yükseldiği gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda ise konsantrasyon farkı olmadığı düşünüldüğünde ozon gazının, salamuraya fenolik madde geçişini arttırdığı söylenebilir ($F_{11,45}=14,99$; $P<0,01$).

Yayınlanan bir çalışmada Honeoye çilekleri üzerine farklı süre ve miktarlarda ozon uygulaması yapılmış; toplam antioksidan kapasitesi ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak toplam fenolik madde miktarında artış görüldüğü belirtilmiştir (Onopiuk ve ark. 2017). Başka bir çalışmada da; ozon gazının güçlü oksitleyici etkisine bağlı olarak antioksidan bileşiklerin kaybı beklense bile oksidatif strese bağlı olarak meyvelerde savunmaya neden olabileceği, böylece bazı enzimlerin aktifleşmesi sonucu fenolik madde miktarının artabileceği belirtilmiştir (Fundo ve ark., 2018).

Üçlü değerlendirme sonucu %5-1 salamura konsantrasyonundaki muamele sonrası örnekler kontrol grubu ile kıyaslandığında, US ve US-O₃ uygulamalarının toplam fenolik madde miktarını azalttığı, ozon gazının ise daha fazla bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. %3-3 salamura konsantrasyonuna sahip örneklerde ise tam tersi bir durumun söz konusu olduğu, yapılan muamelelerin toplam fenolik madde miktarını arttırdığı saptanmıştır. Fermantasyon sonrası US uygulanan örneklerde fenolik madde miktarının düştüğü, US-O₃ kombine uygulanmış örneklerde ise arttığı saptanmıştır. Kontrol örneklerinde ise fermantasyon sonrası %5-1 konsantrasyonda fenolik madde miktarının düştüğü, %3-3 konsantrasyonda ise yükseldiği gözlemlenmiştir.

Garcia-Garcia ve ark.'nın (2014) yayınladığı çalışmada ozon gazı uygulanan olgun zeytinlerde toplam fenolik madde miktarının azaldığı, Glowacz ve ark.'nın (2015) çalışmasında ise kırmızıbiberlerde arttığı görülmüştür. Pinheiro ve ark.'nın (2015) yayınladığı çalışmada ise ultrases uygulamasının domates üzerinde toplam fenolik madde miktarını arttırıcı etki yaptığı görülmüştür.

Irmak ve ark.'nın (2010) yayınladığı çalışmada farklı türdeki zeytinlere farklı işleme teknikleri uygulanması sonucu toplam fenolik madde miktarına olan etkisi araştırılmış; fermantasyon sonucu türlerdeki toplam fenolik madde miktarlarının düştüğü görülmüştür. Nedeni; fermantasyon sürecindeki salamura fenol konsantrasyonunda önemli değişikliklere neden olan oleuropeinin hidrolize olması ve sonrasında ortaya çıkan hidroksitirozol gibi yüksek çözünürlüğe sahip bileşiklerin zeytin meyvesinden salamura fenolik madde geçişini arttırması olarak açıklanmıştır (Brenes ve ark. 1995).

Çam'ın (2018) yayınladığı bir çalışmada; üzüksü meyvelerin antosiyanin gibi fenolik bileşiklerce zengin olduğunu belirtilmiştir. Bu tür meyvelerin fermantasyonunda oluşan ürünlerin fenolik madde miktarının ham meyveye göre daha yüksek olduğundan bahsedilmiş, fenolik madde profilinin ham meyveye göre farklı olduğunu ve fermantasyon süresince koşulların değişmesi durumunda bu profillerin de değişebileceği ifade edilmiştir.

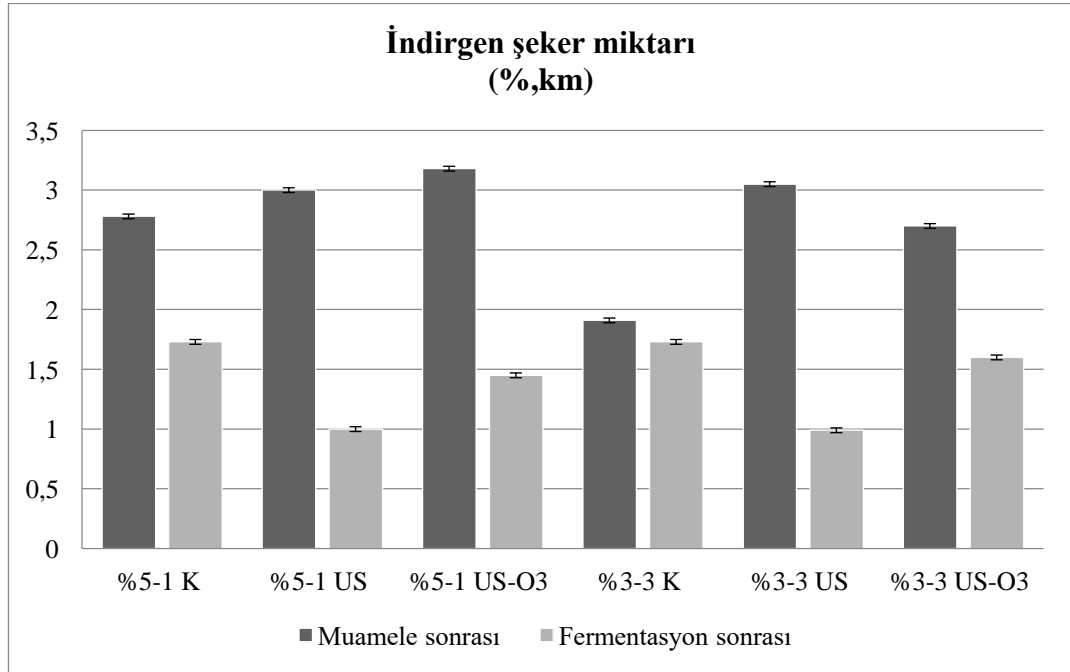
Şener ve ark.'nın (2012) yayınladığı çalışmada; farklı maserasyon zaman ve sıcaklıklarında üretilen Cabernet Sauvignon şaraplarındaki fenolik madde miktarı incelenmiş; maserasyon süresince toplam fenolik madde miktarının sıcak maserasyonda azaldığı, soğuk maserasyonda ise arttığından bahsedilmiştir. Sun ve ark.'nın (2011) yayınladığı bir çalışmada ise; şarap fermantasyonu sonunda fenolik maddelerin miktarında %20'lik bir düşüşün yaşandığından söz edilmiş, nedeninin maya hücre duvarı ile hücre duvarı proteinin girdiği reaksiyon sonucu fenolik maddelerin absorpsiyonu olduğu belirtilmiştir.

4.3.9. İndirgen şeker analizi sonuçları

İndirgen şeker miktarı değişimine bakıldığında; salamura bileşimi, muamele tipi ve zaman faktörlerinin, tek başlarına ve birlikte, örneklerdeki konsantrasyon değişiminde etkili olduğu görülmüş olup, Çizelge 4.12'de üç faktörün birlikte etkisine ait istatistiki değerlendirme sonuçları verilmiştir ($F_{11,23}: 1334,73; P<0,01$). Zeytin meyvesinde indirgen şeker miktarının (% , km) değişimi ise Şekil 4.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. İndirgen şeker sonuçlarının (% , km) zeytin meyvesinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Salamura bile- şimleri	İşlem	Ölçüm süresi	İndirgen şeker
			miktarı (% , km)
%5-1	K	MS	2,78±0,02c
%3-3			1,91±0,02d
%5-1	US	FS	1,73±0,02e
%3-3			1,73±0,02e
%5-1	US	MS	3,00±0,02b
%3-3			3,05±0,02b
%5-1	US-O ₃	FS	1,00±0,02h
%3-3			0,99±0,02h
%5-1	US-O ₃	MS	3,18±0,02a
%3-3			2,70±0,02c
%5-1	US-O ₃	FS	1,45±0,02g
%3-3			1,60±0,02f



Şekil 4.84. Zeytin meyvesinde indirgen şeker miktarının (% , km) değişimi (%5-1: %5 NaCl- %1 CaCl₂, %3-3: %3 NaCl- %3 CaCl₂, O₃: Ozon, US: Ultrases, K: Kontrol)

Muamele sonrası %5-1 salamura bileşimindeki meyve örneklerinde US ve US-O₃ uygulamasının indirgen şeker miktarını arttırdığı, ultrases ve ozon gazının birlikte uygulanmasının sadece ultrases uygulamasına göre daha attırıcı etki yaptığı görülmüştür. %3-3 salamura bileşimine sahip örneklerde ise kontrol grubuyla karşılaştırıldığında US uygulamasının meyve örneklerinde indirgen şeker miktarını arttırıcı, ozon gazının ise azaltıcı etki yaptığı görülmüştür.

Onar'ın (2013) yayınladığı tez çalışmasında üzümün kurutulması esnasında farklı yöntemler uygulanmış; kontrol grubu ile kıyaslandığında ozon uygulamasının indirgen şeker miktarı artışına neden olduğu sonucuna varılmış, kurutma sonrasında suyun uçurulması nedeniyle şeker miktarının artmasının doğal olduğu belirtilmiştir.

Fermantasyon sonunda ise her iki salamura bileşiminde kontrol grubu ile US ve US-O₃ uygulanan örneklerde indirgen şeker miktarının azaldığı görülmüştür.

Irmak ve ark.'nın (2010) yayınladığı bir çalışmada Gemlik tipi ham zeytinin indirgen şeker miktarı aynı zeytinden elde edilen doğal çevirme siyah zeytinin indirgen şeker miktarından daha yüksek olduğu, fermantasyon sonucu indirgen şeker miktarının azaldığı bildirilmiştir. Özdemir ve ark.'nın (2011) yaptığı çalışmada ise olgunlaşmayla Gemlik zeytininde meydana gelen fizikokimyasal değişimler incelenmiş, olgunlaşmayla indirgen şeker miktarında azalma yaşandığı tespit edilmiştir.

5. SONUÇ

Yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

a) Ultrases uygulanmış örneklerin içerisinde %5-1 konsantrasyona sahip olanlarda TMAB, maya, küf ve enterobakter gelişiminin en yüksek olduğu görülmüş olup aşılama sonrası sadece bu örnekte mikrobiyel gelişimin devam ettiği saptanmıştır. Ozon uygulanan örneklerin hiçbirinde mikrobiyel gelişim görülmemiştir.

b) Gelişme testi sonucunda sıfırıncı günde ultrases ve ozonun birlikte uygulandığı örneklerde laktik asit bakterilerinde önemli bir düşüş gözlemlenmiştir. Her iki konsantrasyondaki örneklerde 48 saat sonunda tüm muamelelerdeki örneklerde laktik asit bakterilerinin daha da azaldığı görülmüş, %3-3 konsantrasyonundaki örneklerde ise hiçbir mikrobiyel faaliyete rastlanmamıştır.

c) Toplam asitlik verileri incelendiğinde muamele sonrası örneklerde ultrases ve ozonun birlikte uygulanması toplam asit miktarını önemli derecede arttırdığı görülmüş, fermantasyon sonrası örneklerde ise kontrol grubu ve muamele uygulanmış örneklerin hepsinde asitlik artışı görülmüştür. Muamele sonunda ultrases ve ozonun birlikte uygulanması pH değerlerinde önemli bir düşüğe neden olmuş, fermantasyon sonunda ise tüm örneklerde pH düşüşü gözlemlenmiştir. Ozon uygulanan örneklerin tümünde pH'ın 4,5'un altında indiği görülmüştür.

d) Uygulanan yöntemlerin, fermantasyon süreci veya tuz konsantrasyonunun zeytin salamuralarındaki tuz miktarı üzerinde etkisinin önemli derecede olmadığı görülmüştür. Meyve örneklerinde ise muamelelerin etkisinin olmadığı belirlenmiş, fermantasyon süreci ile zeytinlerdeki tuz miktarının arttığı sonucuna varılmıştır.

e) Muamele sonrası sadece ultrases uygulanan %5-1 salamura konsantrasyonuna sahip örnekte kuru madde miktarı azalma göstermiştir. Fermantasyon sürecinin ardından %5-1 konsantrasyona sahip tüm örneklerde kuru madde değerlerinde düşüş yaşanmış, %3-3 konsantrasyona sahip örneklerde ise önemli bir değişim görülmemiştir.

f) Muamele sonrası ultrases ve ultrases-ozon uygulamalarının örneklerdeki kül miktarını arttırdığı görülmüş, fermantasyon sonunda ise sadece kontrol grubu örneklerde artış yaşanmıştır.

g) Muamele ve fermantasyon sonrası zeytinlerin parlaklığında (L değerlerinde) önemli bir değişim görülmemiştir. Ozon uygulaması sonunda örneklerin ise a ve b değerlerinde azalma yaşandığı tespit edilmiş, fermantasyon sonunda ise artış yaşandığı görülmüştür.

h) Fermantasyon sonrasında muamele sonu örnekler göre zeytinlerin sertliğinin azaldığı görülmüştür. Yapılan muamelelerin zeytin sertliğine belirgin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

ı) Muamele sonrası %3-3 salamura konsantrasyonuna sahip örneklerde ultrases uygulamasının salamuradan meyveye Na geçişine yardımcı olduğu görülmüş, aynı konsantrasyona sahip örneklerde Ca geçişinin ultrases ve ultrases-ozon uygulanan örneklerde yaşandığı görülmüştür. Fermantasyon sonucunda ise her iki mineralin örneklerde dengeye ulaştığı tespit edilmiştir.

i) Salamura konsantrasyonu ve muamelelerin etkisine bakıldığında ultrasesin tek başına ozon ile birlikte uygulanmasına göre meyveden salamuraya toplam fenolik madde geçişinde daha etkili olduğu görülmüştür. Konsantrasyon farkı olmadığı varsayıldığında ise fermantasyon sonrası ultrases uygulaması ile toplam fenolik madde geçişinin azaldığı, ozon uygulaması ile arttığı görülmüştür. Her üç parametrenin etkisi incelendiğinde ise salamura konsantrasyonuna bağlı olarak ultrases ve ozon uygulamalarının toplam fenolik madde geçişi üzerinde azalma veya artmaya neden olabildiği görülmüştür.

j) Muamele sonrası %5-1 salamura konsantrasyonuna sahip meyve örneklerinde ultrases ile ozonun birlikte uygulaması sonucu indirgen şeker miktarı artışının daha fazla olduğu görülmüştür. %3-3 salamura konsantrasyonundaki örneklerde ise ultrases uygulamasının indirgen şeker miktarı üzerinde artışa neden olduğu, ozon uygulamasının ise azaltıcı etkisi olduğu saptanmıştır. Fermantasyon sonrasında ise her iki uygulamanın da indirgen şeker miktarı üzerinde azaltıcı etki yaptığı görülmüştür.

Yapılan bu çalışmalar ve alınan sonuçlar neticesinde; Gemlik sofralık siyah zeytininin kısa sürede acılığının giderilip tüketiciyle buluşabilmesi için ultrases ve ozon uygulamalarının alternatif yöntemlerden olabileceği görülmüştür. Ultrases ve ozonun sağlığa olumsuz bir etkisinin olmaması, insanlar ve diğer canlılar üzerinde toksik etki yaratmaması, kimyasal kullanılmadığından çevre dostu olması ve zararlı bir kalıntı bırakmaması diğer geleneksel yöntemlere göre önemli avantaj olarak görülmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar sınırlı olduğundan ve henüz zeytin üzerinde denenmiş çok fazla bir çalışma bulunmadığından sanayiye entegrasyonunun yapılabilmesi aşamasında çalışmaların sürdürülmesi gerekmektedir. Ayrıca Türkiye'deki işletmelere kolaylıkla uygulanabilmesi için gerekli altyapı çalışmalarının yapılması konusunda desteğin verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Aadil, R., Zeng, X., Wang, M., Liu, Z., Han, Z., Zhang, Z., Hong, J., Jabbar, S. 2015. A potential of ultrasound on minerals, micro-organisms, phenolic compounds and colouring pigments of grapefruit juice. *International Journal of Food Science and Technology*, 50: 1144-1150.

Abid, M., Jabbar, S., Wu, T., Hashim, M., Hu, B., Lei, S., Zeng, X. 2014. Sonication enhances polyphenolic compounds, sugars, carotenoids and mineral elements of apple juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 21: 93-97

Aday, M., Caner, C. 2014. Individual and combined effects of ultrasound, ozone and chlorine dioxide on strawberry storage life. *LWT - Food Science and Technology*, 57: 344-351.

Akpınar, A. 1994. Tirilye (gemlik) çeşidi zeytinlerin konserve tipi sofralık zeytin üretimine uygunluğu üzerine bir araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Bursa.

Aktan, N., Kalkan, H. 1999. Sofralık Zeytin Teknolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, 122s.

Allen, B., Wu, J., Doan, H. 2003. Inactivation of fungi associated with barley grain by gaseous ozone. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 38 (5): 617 – 630.

Anonim, 1991. Standart zeytin çeşitleri kataloğu, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/>-(Erişim tarihi: 10 Kasım 2020).

Anonim, 2014. Türk gıda kodeksi sofralık zeytin tebliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/08/20140823-7.htm>- (Erişim tarihi: 16 Haziran 2019).

Anonim, 2011a. MEGEP, Zeytinde acılık giderme. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Zeytinde%20Ac%C4%B1%C4%B1k%20Giderme.pdf- (Erişim tarihi: 16 Haziran 2019).

Anonim, 2011b. MEGEP, Sofralık zeytin fermantasyonu. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Sofral%C4%B1k%20Zeytin%20Fermantasyonu.pdf- (Erişim tarihi: 18 Haziran 2019).

Anonim, 2013. Codex standard for table olives (Codex Stan 66-1981). http://www.fao.org/input/download/standards/243/CXS_066e.pdf- (Erişim tarihi: 23 Mayıs 2020).

Anonim, 2016. Gıda endüstrisinde ultrason kullanımı. <https://docplayer.biz.tr/8614367-Gıda-endustrisinde-ultrason-kullanimi.html>- (Erişim tarihi: 15 Haziran 2019).

Anonim, 2019a. IOCC, Olives de table - table olives, <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2020/01/HO-W901-29-11-2019-C.pdf> (Erişim tarihi: 24 Şubat 2020).

Anonim, 2019b. 2019-2020 üretim sezonu zeytin ve zeytinyağı rekoltesi ulusal resmi tespit heyeti raporu. http://uzzk.org/Belgeler/UZZK_2019_2020_TURKIYE_REKOLTE_RAPORU.pdf (Erişim tarihi: 23 Mayıs 2020).

Anonim, 2019c. TUIK, Zeytin üretimi tablosu. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001- (Erişim tarihi: 6 Mayıs 2019).

Balatsouras, G.D. 1995. Table olives: cultivars, chemical composition, commercial preparations, quality standarts, packing, marketing. Agricultural University of Athens, Athens.

Bayraktaroğlu, G., Obuz, E. 2006. Ultrasound yönteminin ilkeleri ve gıda endüstrisinde kullanımı. *Türkiye 9.Gıda Kongresi*, 57-60.

Bianchi, G. 2003. Lipids and phenols in table olives. *Eur. J. Lipid Sci.Technol.*, 105: 229-242.

Bilgin, M., Şahin, S. 2013. Effects of geographical origin and extraction methods on total phenolic yield of olive tree (*Olea europaea*) leaves. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 44: 8–12.

Borcaklı, 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 Aceite*, 44 (4-5): 253-258.

Brenes, M., Rejano, L., Garcia, P., Sánchez, A., Garrido, A. 1995. Biochemical changes in phenolic compounds during spanish-style green olive processing. *J. Agrc. Food Chem.*, 43: 2702-2706.

Cabrera-Bañegil, M., Pérez-Nevado, F., Montaña, A., Pleite, R., Martín-Vertedor, D. 2018. The effect of olive fruit maturation in Spanish style fermentation with a controlled temperature. *LWT - Food Science and Technology*, 91: 40–47.

Çam, T., Yıldırım, H. 2018. Üzümsü meyvelerdeki fenolik bileşiklerin fermantasyon ile değişimi. *Akademik Gıda*, 16(1):101-108.

Canözer, Ö. 1991. Standard Zeytin Çeşitleri Kataloğu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, 334 (16).

Çatal, H., İbanoğlu, Ş. 2010. Gıdaların ozonlanması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (3): 47-55.

Cebeci, Z. 2007. Zeytinde olgunluk derecesi tayini. <https://slideplayer.biz.tr/slide/3157453-> (Erişim tarihi: 7 Mayıs 2019).

De So Jose, J., Medeiros, H., De Andrade, N., Ramos, A., Vanetti, M. 2018. Effect of ultrasound and chemical compounds on microbial contamination, physicochemical parameters and bioactive compounds of cherry tomatoes. *Ital. J. Food Sci.*, 30: 467-486.

Demir, M.K, Elgün, A, Elgün, M.S. 2011. Farklı tip unlara ozon uygulamasının un, hamur ve ekmek kalitesi üzerine etkisi. *Gıda*, 36: 209-216.

Dicer, C., Topuz, A. 2018. Meyve suyu işlemede ultrases kullanımı. *Gıda*, 43 (4): 569-581.

Ekici, L., Sağdıç, O., Kesmen, Z. 2006. Gıda endüstrisinde alternatif bir dezenfektan: Ozon. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1: 47-57.

Ercan, S., Soysal, . 2011. Ultrasonun gıdalarda ve enzim inaktivasyonunda kullanılması. *Gıda*, 36 (4): 225-231.

Fernandez, A. G., Diez, M. J. F., Adams, M. R. 1997. Table olives: production and processing, Chapman&Hall, London, 481s.

Fundo, J., Miller, F., Tremarin, A., Garcia, E., Brando, T., Silva, C. 2018. Quality assessment of Cantaloupe melon juice under ozone processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 47: 461–466.

García-García, P., Arroyo-López, F.N., Rodríguez-Gómez, F. 2014. Partial purification of iron solutions from ripe table olive processing using ozone and electro-coagulation. *Separation and Purification Technology*, 133: 227-235.

García-Serrano, P., Romero, C., Medina, E., García-García, P., de Castro, A. Brenes, M., 2020. Effect of calcium on the preservation of green olives intended for black ripe olive processing under free-sodium chloride conditions. *LWT*, 118, p.108870.

Gezerel, ., zgven, A. I., Yılmaz , C. 2003. ukurova Koşullarına Adapte Olmuş Bazı nemli Zeytin eşitlerinde Periyodisite ile Karbonhidrat, Hormon ve Bitki Besin Maddeleri Arasındaki İlişkiler. *Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi*, Proje No: Tübitak-Tarp-1990, Adana.

Glowacz, M., Colgan, R., Rees, D. 2015. Influence of continuous exposure to gaseous ozone on the quality of red bell peppers, cucumbers and zucchini. *Postharvest Biology and Technology*, 99: 1–8.

Gomez, A. H. S., Garcia, P. G., Navarro, L. N. 2006. Trends in table olive production, *Grasas Y Aceites*. 57 (1): 86-94.

Güngör, F. 2010. Farklı yörelerde yetiştirilen gemlik zeytininden sofralık siyah zeytin elde edilmesi sırasında temel bileşenlerinde meydana gelen değişimler üzerine araştırmalar. *Yüksek lisans tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Habibi, M., Golmakani, M., Farahnaky, A., Mesbahi, G., Majzoobi, M. 2016. NaOH-free debittering of table olives using power ultrasound. *Food Chemistry*, 192: 175-781.

Hurtado, A., Reguant, C., Bordons, A., Rozes, N. 2009. Influence of fruit ripeness and salt concentration on microbial processing of Arbequina table olives. *Food Microbiology*, 26: 827-833.

Irmak, Ş., Güngör, F., Susamcı, E. 2010. Bazı sofralık zeytin çeşitlerimizin toplam fenolik madde miktarları ve işleme tekniklerinin bu bileşikler üzerine etkileri. *Zeytin Bilimi*, 1 (2): 57-64.

Kamber, U., Gülbaz, G., Aksu, P., Doğan, A. 2017. Detoxification of aflatoxin B1 in red pepper (*Capsicum annuum L.*) By ozone treatment and its effect on microbiological and sensory quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41: e13102.

Kanavouras, A., Gazouli, M., Leonidas, L., Petrakis, C. 2005. Evaluation of black table olives in different brines. *Grasas y Aceites*, 56 (2): 106-115.

Karaağaoğlu, N., Mercanlıgil, S.M., Başoğlu, S. 2002. Bazı bisküvi çeşitleri, kek, gofret, barve fındık ezemelerinin mineral içerikleri. *Gıda*, 27 (2): 105-111.

Karadal, E. 2009. Gemlik yöntemi ile işlenmiş gemlik tipi sofralık zeytinlerin antioksidan özellikleri ve fenolik profilleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Kayguloğlu, A. 2018. Sofralık siyah zeytin kalitesi üzerine acılık giderme işlemlerinin etkisi. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Kılıç, O., Çakır, M. D. 1989. Kısa sürede sofralık zeytin üretiminde uygulanabilecek yeni yöntemler, Bursa I. Uluslar arası Gıda Sempozyumu, 4-6 Nisan, Bursa.

Kim, J-G., Yousef, A. E., Dave, S. 1999. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: A review. *Journal of Food Protection*, 62 (9): 1071-1087.

Kıvrak M., 2019. Zeytincilik ve Zeytin İşleme Teknolojisi Programı. http://mucahitkivrak.baun.edu.tr/index_dosyalar/sofralik%20zeytin%20uretim%20teknolojisi%201%20Sofralik%20Zeytin%20temel%20bilgiler.pdf- (Erişim tarihi:28 Mayıs 2020)

Kumral, A. 2005. Salamura siyah zeytin üretiminde farklı tuzda ve düşük sıcaklıkta fermantasyon uygulamasının olgunlaşma ve kaliteye etkisi. *Doktora tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Kumral, A., Başoğlu, F., Şahin, İ. 2009. Effect of the use of different lactic starters on the microbiological and physicochemical characteristics of naturally black table olives of gemlik cultivar. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33: 651–664.

Kumral, A., Korukluoğlu, M., Romero, C., Castro, A., Ruiz-Barba, J., Brenes, M. 2013. Phenolic inhibitors involved in the natural fermentation of Gemlik cultivar black olives. *Eur Food Res Technol.*, 236: 101–107.

Kuşçu, A., Pazır, F. 2004. Gıda endüstrisinde ozon uygulamaları. *Gıda*, 29 (2): 123-129.

Medina, E., Brenes, M., Romero, C., Garcia, A., de Castro, A. 2007. Main antimicrobial compounds in table olives. *J Agric Food Chem*, 55: 9817–9823.

Medina, E., Garcia, A., Romero, C., de Castro, A., Brenes, M. 2009. Study of the anti-lactic acid bacteria compounds in table olives. *Int J Food Sci Technol*, 44: 1286–1291.

Onar, G. 2013. Tekirdağ ilinde üretilen üzümün kurutulması ve ozon uygulamasının depolama boyunca kuru üzümde kalite değişimi üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Enerji Sistemleri Anabilim Dalı, Tekirdağ.

Onopiuk, A., Póltorak, A., Wyrwisz, J., Moczowska, M., Stelmasiak, A., Lipińska, A., Szpicer, A., Zalewska, M., Zaremba, R., Kuboń, M., Wierzbicka, A. 2017. Impact of ozonisation on pro-health properties and antioxidant capacity of ‘Honeoye’ strawberry fruit. *CYTA –Journal of Food*, 15(1): 58-64.

Ötleş, S., Özyurt, V. 2012. Oleuropein ve Önemi. *Zeytin Bilimi*, 3 (1): 59-71.

Özdemir, Y., Özkan, M., Kurultay, Ş. 2011. Olgunlaşmayla gemlik zeytininde meydana gelen fizikokimyasal değişimler. *Bahçe*, 40 (2) : 21-28.

Panagou, E.Z., Hondrodinou, 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.

Pirgün, Y. 2007. Hatay’da yetiştirilen gemlik ve halhalı zeytinlerinin antioksidan etkilerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

Pradas, I., Pino, B., Peña, F., Ortiz, V., Moreno-Rojas, J., Fernández-Hernández, A., García-Mesa, J. 2013. The use of high hydrostatic pressure (HHP) treatments for table olives preservation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 13:64–68.

Romero-Barranco, C., García-Serrano, P., García-García, P., Brenes-Balbuena, M. 2016. Re-use of partially purified iron color fixation solutions using electrocoagulation and ozonation in ripe table olive processing and packaging. *Journal of Food Engineering*, 181: 28-34.

Rosario, D., Duarte, A., Madalao, M., Libardi, M., Teixeira, L., Conte-Junior, C., Bernandes, P. 2018. Ultrasound improves antimicrobial effect of sodium hypochlorite and instrumental texture on fresh-cut yellow melon. *Journal of Food Quality*, Article ID 2936589, 6 pages.

Saeeduddin, M., Abid, M., Jabbar, S., Wu, T., Yuan, Q., Riaz, A., Hu, B., Zhou, L., Zeng, X. 2016. Nutritional, microbial and physicochemical changes in pear juice under ultrasound and commercial pasteurization during storage. *J Food Process Preserv.*, 41: e13237.

Sarıkaya, R., Elçin, A. E., Mutluer, B., Selvi, M., Erkoç, F. 2008. Ankara piyasasından temin edilen sofralık siyah zeytin salamuralarının mikrobiyolojik analizi. *Gıda*, 33(3): 117-122.

Savaş, E., Tavşanlı, H., Gökgözoğlu, İ. 2014. Gıda endüstrisinde ozon uygulamaları. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(3): 122-127.

Servili, M., Baldioli, M., Selvaggini, R., Macchioni, A., Montedoro G. F. 1999. Phenolic compounds of olive fruit: one and twodimensional nuclear magnetic resonance characterization of nuezhenide and its distribution in the constitutive parts of fruit. *J Agric Food Chem.*, 47:12- 18.

Sun, S., Jiang, W., Zhao, Y. 2011. Evaluation of different *Saccharomyces cerevisiae* strains on the profile of volatile compounds and polyphenols in cherry wines. *Food Chemistry*, 127 (2): 547-555.

Susamcı, E., Ötleş, S., Irmak, Ş. 2011. Sofralık zeytinin besin öğeleri, duyuşal karakterizasyonu ve işleme yöntemleri arasındaki etkileşimler. *Zeytin Bilimi*, 2(2): 65-74.

Şahin, İ., Korukluoğlu, M., Gürbüz, O. 2002. Salamura siyah zeytin işlemede çeşit, maya ve laktik starter kullanımı ve bazı katkıların fermantasyon süresi ve ürün kalitesine etkilerinin araştırılması. Türkiye 7. Gıda Kongresi; 22-24 Mayıs, Ankara.

Şahin, İ., Korukluoğlu, M., Uylaşer, V., Göçmen, D. 2000. Diyet zeytinin ve zeytin ezmesi üretimi. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu, 6-9 Haziran. 179-184.

Şener, H., Yıldırım, H. 2012. Influence of different maceration time and temperatures on total phenols, colour and sensory properties of Cabernet Sauvignon wines. *Food Science and Technology International*, 19 (6): 523-533.

Tabakoğlu, N. 2016. Ozon gazı uygulamasının karadutun (*Morus nigra L.*) mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi üzerine etkisi. *Yüksek lisans tezi*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Tetik, H. D. 2005. Sofalık Zeytin İşleme Teknikleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Emre Basımevi, Konak-İzmir, 136s.

Tomadoni, B., Cassani, L., Viacava, G., Moreira, M., Ponce, A. 2016. Effect of ultrasound and storage time on quality attributes of strawberry juice. *J Food Process Eng.*, 40: e12533.

Tüfekçi, S., Özkal, S. 2015. r. *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg*, 21(9): 408-413.

Tuna S. 2006. Sofralık zeytin fermantasyonunda alkali ve enzimatik yöntemlerin fizikokimyasal özellikler üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Tunalıoğlu, R. 2003. Sofralık Zeytin, TEAE Bakış Raporu. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Turan, E., Keçeli, T. 2005. Sarı ulak zeytini ve siyah çaydan elde edilen fenolik ekstraktların antioksidan etkilerinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı , Adana.

Ulusoy, K., Karakaya, M. 2011. Gıda endüstrisinde ultrasonik ses dalgalarının kullanımı. *Gıda*, 36(2): 113-120.

Uylaşer, V., Başoğlu, F. 2014. Temel gıda analizleri, Bursa, 39s.

Uylaşer, V., Şahin, İ. 2004. Salamura siyah zeytin üretiminde geleneksel gemlik yönteminin günümüz koşullarına uyarlanması. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 18(1): 105-113.

Uylaşer, V., Tamer, C. E., İncedayı, B., Vural, H., Çopur, U. 2008. The quantitative analysis of some quality criteria of gemlik variety olives. *Journal of Food Agriculture & Environmet*, 6: 26-30.

Yaman, T. 2017. Gül yağı eldesinde destilasyon işlemi öncesi ultrases uygulamasının işlem süresi, uçucu yağ bileşimi ile proses verimine etkisinin araştırılması. *Yüksek lisans tezi*, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Burdur.

Yıldız, D., 2019. Balkabağı dilimlerinin farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmasında ön işlem olarak ultrases destekli ozmotik kurutma kullanımı. *Yüksek Lisans Tezi*, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ordu.

Yıldız, G., Uylaşer, A. 2011. Doğal bir antimikrobiyel: Oleuropein. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25: 131-142.

Yıldız, P., Yangılar, F. 2014. Ozon ve gıda endüstrisinde kullanım alanları. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1): 94-101.

Yüksel, F., 2013. Gıda teknolojisinde ultrases uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(2): 29-38.

Yurtsever, S. 2006. Siyah sofralık zeytin fermantasyonunda alkali ve enzimatik yöntemlerin mikrobiyolojik özellikler üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Zhao, J., Cranston, P. 1995. Microbial decontamination of black pepper by ozone and the effect of the treatment on volatile oil constituents of the spice. *J. Of Sci. Food Agric.*, 68: 11-18.

ÖZGEÇMİŞ

- Adı Soyadı : Ece YILDIZ
Doğum Yeri ve Tarihi : 04.05.1995/Bakırköy
Yabancı Dil : İngilizce
- Eğitim Durumu
Lise : Beylikdüzü Hüseyin Yıldız Anadolu Lisesi
Lisans : Uludağ Üniversitesi- Gıda Mühendisliği
Anadolu Üniversitesi-İşletme
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi-Gıda Mühendisliği
- Çalıştığı Kurum/Kurumlar : 1. Sardunya Hazır Yemek Üretim ve Hizmet A.Ş.
Proje Yönetici Asistanı (Kasım 2019-Ocak 2021)
2. Soyyiğit Gıda Sanayi ve Tic. A.Ş.
(Kent Boringer)- Üretim Vardiya Mühendisi
(Ocak 2021- Devam Ediyor)
- İletişim (e-posta) : yildiizece.95@gmail.com
- Yayımları :
Yıldız, E., Kumral, A. 2018. Effects of sonication and ozonation on the natural black olive fermentation of Gemlik cultivar olives. 6th International Conference on the Olive Tree and Olive Products. 15-19 October, 2018, Seville, Spain.
Kumral, A., Turgu, V., Yıldız, E., Kumral, N.A., Çevik, R.N., Sevinç, İ., Karapapak, G., Yüksel, A.N., Ersöz, E. 2019. Kuru kayısılarda ferrik oksit ve ozon gazı uygulamalarının, kuru meyve akarı *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae) kaynaklı mikrobiyal bulaşma yüküne ve meyve kalite parametrelerine etkisinin belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33 (1): 67-82.