

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLERİN DOMATESLERİN RAF ÖMRÜ
VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÜBRA UZUN

BOLU, AĞUSTOS - 2019

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



**YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLERİN DOMATESLERİN RAF ÖMRÜ
VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÜBRA UZUN

BOLU, AĞUSTOS - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

KÜBRA UZUN tarafından hazırlanan “YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLERİN DOMATESLERİN RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ” adlı tez çalışması Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 19.08.2019 tarihinde savunularak Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

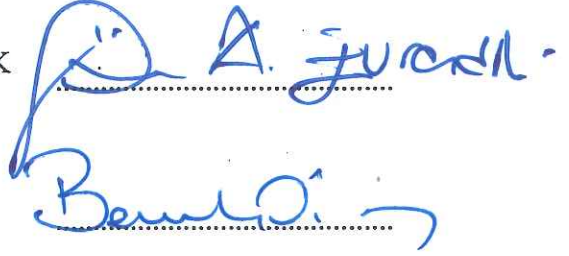
Jüri Üyeleri

Danışman
Prof. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Hamdi Barbaros ÖZER
Ankara Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Sibel UZUNER
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

İmza


.....


.....

Prof. Dr. Ömer ÖZYURT


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

✓

Eşime ve aileme,

ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Kübra UZUN



ÖZET

**YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLERİN DOMATESLERİN RAF ÖMRÜ VE
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
KÜBRA UZUN
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÜLSÜN AKDEMİR EVRENDİLEK)**

BOLU, AĞUSTOS - 2019

İnsan beslenmesinde önemli bir yer alan domatesin hasattan işlenmeye kadar geçen süreçte mikrobiyel yükünün arttığı bilinmektedir. Artan mikrobiyel yük işleme sırasında sorunlara yol açmakta ve domatesin raf ömrünü olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında domateslerin mikrobiyel yükünü azaltmak ve raf ömrünü uzatmak için ozon (O1 ve O2), alkali elektrodialize su (AES1 ve AES2) ve bu iki prosesin farklı kombinasyonları (AES1+O1, AES1+O2, AES2+O1, ve AES2+O2) uygulanmış ve uygulanan proseslerin domatesin mikrobiyolojik ve kalite özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla belirtilen proseslerin domateste pH, °Briks, titrasyon asitliği (TA), iletkenlik, renk (L*, a*, b*), hue (h^o), kroma (C*), toplam renk değişimi (ΔE), toplam antioksidan kapasite (TAC), toplam fenolik madde miktarı (TFM), toplam likopen miktarı (TLM) ile toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), toplam maya-küf (TMK), *Salmonella* Enteritidis, *Listeria monocytogenes* ve *Botrytis cinerea* inaktivasyonu üzerine etkisi incelenmiştir. O2 uygulamasının dış kabuk L*, a*, b* değerleri, h^o , C ve ΔE değerlerinde önemli farklılık yaratırken; domates pulpunda O1+AES1 uygulamasının L*, a*, b*, ΔE değerleri ile C*, h^o ve esmerleşme indeksi değerinde bir değişim gözlenmeden başarılı bir şekilde uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Genellikle uygulamalar TA ve pH üzerinde önemli bir değişim yaratmazken; iletkenlik değeri üzerinde ve °Briks değerinde fark yaratmıştır. TAMB' nin inaktivasyonunda 12 dak olan ozon (O2) ve kombine uygulama olan AES1+O2, O2+AES1, AES2+O1 uygulamaları diğer uygulamalara kıyasla etkili olurken; O2 ve O1+AES1 uygulamalarının başlangıç TMK sayısını tamamen inaktive ettiği görülmüştür. *L. monocytogenes*, *S. Enteritidis* ve *B. cinerea*'nin inaktivasyonunda ozon uygulaması ve kombinasyonları önemli derecede etkili olmuştur. Kontrol numuneleri 4°C depoda dört hafta raf ömrüne sahipken, O1+AES2 uygulaması hariç diğer uygulamalar raf ömrünü 5 haftaya kadar ölçümler yapılabilmektedir. Uygulamaların raf ömrü uzatımında kısmen etkili olabileceği dikkat çekerken; tüketiciler tarafından gerek duysal gerekse maliyet yönünden tercih edilebilirliğinin araştırılması gerekmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Domates, Alkali Elektrodialize Su, Ozon, Raf Ömrü

ABSTRACT

EFFECTS OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES ON QUALITY AND SHELF LIFE OF TOMATOES

M. SC. THESIS

KÜBRA UZUN

BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. GÜLSÜN AKDEMİR EVRENDİLEK)

BOLU, AUGUST 2019

It is well known fact that there is an increase in the microbial load of tomatoes, taking place an important role in diet, from harvest to process. Increased microbial load cause problems during processing, and adversely affects the shelf life of the product. In order to decrease microbial load on tomato surface and increase the shelf life; ozone (O1 and O2), alkaline electrodyalized water (AEW1 and AEW2) and different combination of two processes (O1+AEW1, O1+ AEW2, O2+ AEW1, and O2+ AEW2) were applied in the study. Effects of these processes on pH, °Brix, titratable acidity (TA), conductivity, color (L^* , a^* and b^*), hue (h°), chroma (C^*), total color difference (ΔE), total antioxidant capacity (TAC), total phenolic substance content (TPSC), total lycopene content (TLC), and inactivation of total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), total mold and yeast (TMY), *Salmonella* Enteritidis, *Listeria monocytogenes* and *Botryritis cinerea* were investigated in the study. O2 applications caused a significant difference on the outer shell for L^* , a^* , b^* values, C^* , h° and ΔE . Generally, O1 + E1 applications can succesfully be applied to tomato pulp without any change in L^* , a^* , b^* , ΔE values and C^* , h° and browning index values. While applications did not cause significant changes on TA and pH values; significant difference was observed after applications for conductivity and °Brix value. O2, AES1+O2, O2+AES1, and AES2+O1 applications were effective to reduce initial TAMB count compare to other applications whereas the mean initial TMY was completely inactivated after O2 and O1+AEW1 applications. The mean initial numbers of *L. monocytogenes*, *S. Enteritidis* and *B. cinerea* were significantly inactivated by all applications includes ozone. While control samples had a shelf life of 4 weeks at 4 °C storage, other applications increased shelf life to 5 weeks except for O1 + AEW2 application. Therefore, it is suggested that ozone and their combinations can be used for shelf-life extension of tomatoes without adversely affecting its quality parameters, but sensory properties and cost preferability need to be evaluated by the consumers.

KEYWORDS: Tomato, Alkaline electrodyalized water, Ozone, Shelf Life

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xiii
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1 Ozon	4
2.1.1 Ozonun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	4
2.1.2 Ozonun Üretimi	5
2.1.3 Ozonun Kullanımı Alanları ve Gıda Endüstrisindeki Yeri.....	7
2.1.4 Ozonun Mikrobiyel Dekontaminasyonu.....	7
2.2 Elektrolize Su	8
2.2.1 Alkali Elektrodialize Suyun Mikrobiyel İnaktivasyonu ve Bazı Mikroorganizmalar Üzerindeki Etkisi	10
2.3 Domates Dezenfeksiyonu Üzerine Daha Önce Yapılan Çalışmalar	12
2.4 Ozon ve Elektrolize Suyun Uygulanmaları Üzerine Yapılan Çalışmalar ...	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1 Materyal.....	17
3.1.1 Domates	17
3.1.2 Mikrobiyel Kültürler.....	18
3.1.3 Ozon Cihazı	18
3.1.4 Alkali Elektrodialize Su Cihazı	19
3.2 Yöntem	19
3.2.1 Domates Örneklerine Ozon ve Alkali Elektrodialize Su İşlemlerinin Uygulanması	19
3.2.2 Mikrobiyolojik Analizler	20
3.2.2.1 Doğal Mikrofloranın İnaktivasyonu.....	20
3.2.2.2 <i>Salmonella</i> Enteritidis İnaktivasyonu	21
3.2.2.3 <i>Listeria monocytogenes</i> İnaktivasyonu	21
3.2.2.4 <i>Botrytis cinerea</i> İnaktivasyonu.....	22
3.2.3 Kalite Analizleri.....	22
3.2.3.1 Domates Ağırlığının Ölçülmesi	22
3.2.3.2 pH Ölçümü	22
3.2.3.3 Kondaktivite (İletkenlik) Ölçümü	22
3.2.3.4 Titrasyon Asitliği	23
3.2.3.5 °Briks Ölçümü.....	23
3.2.3.6 Renk Ölçümü	23

3.2.3.7	Toplam Antioksidan Aktivite Tayini	24
3.2.3.8	Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini.....	25
3.2.3.9	Likopen Tayini	26
3.2.4	Ozon, Elektrolize Su Uygulamaları ve Bunların Kombinasyon Uygulamalarının Domatesin Raf Ömrü Üzerine Etkisi.....	26
3.2.5	Verilerin Analizi	27
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	29
4.1	Ozon, Alkali Elektrodialize Su ve Bunların Kombinasyon Uygulamalarının Domateslerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi	28
4.1.1	Kondaktivite, pH, Titrasyon Asitliği ve °Briks Değerleri.....	29
4.1.2	Domates Dış Kabuğu ve Domates Pulp Rengi Ölçüm Sonuçları.....	35
4.1.3	Antioksidan Madde Miktarı, Fenolik Madde Miktarı ve Likopen Miktarı	50
4.2	Ozon, Alkali Elektrodialize Su ve Bunların Kombinasyon Uygulamalarının Domateslerin Mikrobiyel Yükü Üzerine Etkisi.....	55
4.2.1	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri İnaktivasyonu.....	55
4.2.2	Toplam Maya Küf İnaktivasyonu	57
4.2.3	<i>Salmonella</i> Enteritidis İnaktivasyonu	59
4.2.4	<i>Listeria monocytogenes</i> İnaktivasyonu.....	61
4.2.5	<i>Botrytis cinerea</i> İnaktivasyonu	62
4.3	Ozon, Alkali Elektrodializ Su ve Bunların Kombinasyon Uygulamalarının Domateslerin Raf Ömrü Üzerine Etkisi	64
4.3.1	Raf Ömrü Süresince Domatesin İletkenlik Değerindeki Değişimler....	64
4.3.2	Raf Ömrü Süresince Domatesin pH Değerindeki Değişimler	65
4.3.3	Raf Ömrü Süresince Titrasyon Asitliği Değerindeki Değişimler	67
4.3.4	Raf Ömrü Süresince °Briks Değerindeki Değişimler	68
4.3.5	Raf Ömrü Süresince Domatesin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Yükündeki Değişimler.....	70
4.3.6	Raf Ömrü Süresince Domatesin Toplam Maya Küf Yükündeki Değişimler.....	72
4.3.7	Raf Ömrü Boyunca Kalite Kriterleri Korelasyon Testleri.....	74
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	76
6.	KAYNAKLAR.....	79
7.	EKLER.....	86
EK A.1	Ozon, Alkali Elektrodialize Su Uygulamaları ve Bunların Çeşitli Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince Kondaktivite (mS/cm) Üzerine Etkisi	86
EK A.2	Ozon, Alkali Elektrodialize Su Uygulamaları ve Bunların Çeşitli Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince pH Değeri Üzerine Etkisi ..	87
EK A.3	Ozon, Alkali Elektrodialize Su Uygulamaları ve Bunların Çeşitli Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince % Titrasyon Asitliği (TA) Değeri Üzerine Etkisi	88
EK A.4	Ozon, Alkali Elektrodialize Su Uygulamaları ve Bunların Çeşitli Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince °Briks Değeri Üzerine Etkisi.....	89
EK A.5	Ozon, Alkali Elektrodialize ve Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince Domatesin TMAB Yükü Üzerine Etkisi.....	90

EK A.6 Ozon, Alkali Elektrodialize ve Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince Domatesin TMK Yüğü Üzerine Etkisi	91
8. ÖZGEÇMİŞ	92



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Ozon molekülünün oluşumu.....	5
Şekil 2.2. Korona akım metodu şemsi	6
Şekil 2.3. Elektrolize su jeneratörü ve oluşan bileşikler.....	9
Şekil 2.4. Elektrolize su üretme ilkesi	9
Şekil 3.1. Domates örnekleri.....	17
Şekil 3.2. Ozon cihazı	19
Şekil 3.3. Domates yüzeyi renk ölçümü ve renk ölçüm cihazı.....	24
Şekil 3.4. Raf ömrü çalışması için hazırlanan örnekler	27
Şekil 3.5. Raf ömrü ölçümü için örneklerin ev tipi buzdolabında muhafazası.....	27
Şekil 4.1. Ozon ve alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domateslerin proses sularındaki pH değeri üzerine etkisi	30
Şekil 4.2. Ozon ve alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates örnekleri pH değeri üzerine etkisi	32
Şekil 4.3. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates suyu °Briks değeri üzerine etkisi	32
Şekil 4.4. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates örnekleri % titrasyon asitliği (TA) değeri üzerine etkisi	33
Şekil 4.5. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates suyu kondaktivite (mS/cm) değeri üzerine etkisi	34
Şekil 4.6. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyinin L*, a* ve b* değerleri üzerine etkisi	37
Şekil 4.7. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyi toplam renk değişimi (ΔE) üzerine etkisi.....	39
Şekil 4.8. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyi kroma (C*) değeri üzerine etkisi	41
Şekil 4.9. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyi hue (h°) değeri üzerine etkisi	42
Şekil 4.10. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyi esmerleşme indeksi üzerine etkisi	43
Şekil 4.11. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpu L*, a*, b* değeri üzerine etkisi	45
Şekil 4.12. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpunun renk değişimi (ΔE) üzerine etkisi	46

Şekil 4.13. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpu C^* değeri üzerine etkisi	48
Şekil 4.14. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpu h^o değeri üzerine etkisi	49
Şekil 4.15. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpu esmerleşme indeksi (BI) değeri üzerine etkisi	50
Şekil 4.16. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates toplam antioksidan kapasitesi (%) üzerine etkisi	52
Şekil 4.17. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates toplam fenolik madde içeriği (mg/mL) üzerine etkisi	53
Şekil 4.18. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates örneğindeki likopen miktarı (μ /g) üzerine etkisi	54
Şekil 4.19. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyonlarının domateslerde TMAB sayısına etkisi (log kob/mL).....	56
Şekil 4.20. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyonlarının domateslerde TMK sayısına etkisi (log kob/mL).....	58
Şekil 4.21. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyonlarının domateslerde <i>S. Enteritidis</i> sayısına etkisi (log kob/mL).....	60
Şekil 4.22. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyonlarının domateslerde <i>L. monocytogenes</i> sayısına etkisi (log kob/mL).....	61
Şekil 4.23. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyonlarının domateslerde <i>B. cinerea</i> sayısına etkisi (log kob/mL).....	63

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Saf ozonun özellikleri	4
Çizelge 3.1. Domates örneklerine uygulanan yöntemler	20
Çizelge 4.1. Kalite örneklerinin kontrol grubu ve diğer uygulamaları üzerine etkisi	29
Çizelge 4.2. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyinin L^* , a^* , b^* ve toplam renk değişimi üzerine etkisi	35
Çizelge 4.3. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyinin C^* , h^o ve esmerleşme indeksi üzerine etkisi	39
Çizelge 4.4. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpunun L^* , a^* , b^* ve toplam renk değişimi üzerine etkisi	43
Çizelge 4.5. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpunun C^* , h^o ve esmerleşme indeksi üzerine etkisi	46
Çizelge 4.6. Ozon, alkali elektrodialize su ve bu iki prosesin kombinasyonlarının domatesin kalite özelliklerinin üzerinde etkisi.....	50
Çizelge 4.7. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyonlarının mikrobiyel inaktivasyon üzerine etkisi (log kob/mL)	55
Çizelge 4.8. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin iletkenlik değeri üzerine etkisi.....	64
Çizelge 4.9. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin pH değeri üzerine etkisi.....	65
Çizelge 4.10. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin titrasyon asitliği (% TA) değeri üzerine etkisi	67
Çizelge 4.11. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin °Briks değeri üzerine etkisi.....	68
Çizelge 4.12. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin TMAB yükü üzerine etkisi	71
Çizelge 4.13. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin TMK yükü üzerine etkisi.....	72
Çizelge 4.14. Raf ömrü süresinde pH, iletkenlik, titrasyon asitliği, °Briks, TMY ve TMAB ölçümleri arasında korelasyon testleri	74

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

α	: Alfa
dk	: Dakika
DRBC	: Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol
g	: Gram
m³	: Metreküp
M	: Molar
MAP	: Modifiye Atmosfer Paketleme
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mV	: Milivolt
nm	: Nanometre
PCA	: Plate Count Agar
PDA	: Potato Dextrose Agar
TMAB	: Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri
TMK	: Toplam Maya Küf
TA	: Titrasyon Asitliği
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
W	: Watt
XLD	: Xylose Lysine Deoxycholate
β	: Beta
μg	: Mikrogram
°C	: Santigrat Derece

TEŞEKKÜR

Çalıőmamın tüm aşamasında bilgisini ve deneyimlerini esirgemeyen değerli danıőmanım sayın Prof. Dr. GÜLSÜN AKDEMİR EVRENDİLEK'e sonsuz teőekkürlerimi ve saygılarımı sunarken, tez jürimde yer alarak değerli görüő ve bilimsel katkılarını sunan sayın Prof. Dr. Hamdi Barboros ÖZER ve Dr. Öğr. Üyesi Sibel UZUNER'e teőekkürlerimi sunarım.

Çalıőmalarım süresince desteklerini hissettiğim çalışma arkadaşlarım Selin ÖZBAKIR ve Eda KESKİN'e, ayrıca tüm öğrenim hayatım boyunca bana inancı sonsuz olan ve her daim maddi manevi desteğini hissettiğim başta eőim Asım UZUN ve AİLEM'e sonsuz sevgi ve teőekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Domates, insan sağlığı ve beslenmesine katkı sağlaması nedeniyle önemli bir tarımsal gelir kaynağı olmuştur (Guerreiro vd., 2016). İlk olarak Meksika ya da Peru'da yaşıyan yerli kabileleri tarafından domatesin kùltùre alındığı ve tarımının Güney Amerika'da yapıldığı bilinmektedir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014).

İşlenmiş ve taze tüketilen domates çok sayıda farklı özellik ve tipte çeşidi ile dünyada yetiştirilmektedir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014). Peralta ve Spooner (2005) çalışmasında Dünya genelinde büyük miktarlarda yetiştiriciliği yapılan domatesin (*Solanum lycopersicum L.*) bir sebze türü olup; Solanaceae familyasına ait olduğunu belirtmiştir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014).

Domates, Türkiye'de en çok yetiştirilen sebze olup TÜİK verilerine göre üretimi 2018 yılında 12,1 milyon ton olarak belirlenmiştir (TÜİK, 2018). Son 20 yılda yapılan çalışmalar, tüketicilerin domates tatlarındaki memnuniyetinin azaldığını göstermektedir. Çeşitli ıslah programları ile domates kalitesi artırılmaya çalışılmış olup ticari ıslah programları ile doku ve lezzet kalitesi, hastalıklara dayanıklılık, meyve sertliği ve verimlilik üzerine durulurken; kamu ve öze ıslah programlarında ise yer, ihtiyaç ve kaynaklara göre çeşitlendirilmiştir (Altun vd., 2012).

Kader (2003, 2008) yapmış olduğu çalışmalarda, taze domateslerin irilik, şekil, renk, görünüm gibi dış özellikleri ve doku, lezzet, aroma gibi iç özellikleri ile kalitesini belirlemiştir (Altun vd., 2012). Domatesin tadını aminoasitler, pigmentler, organik asitler, suda çözünabilir şekerler ve 400'den fazla aroma bileşikleri oluşturmaktadır (Altun vd., 2012). Domates meyvesinin olgunlaşma aşamasında meyvede aromanın oluşumunda etkili olan uçucu bileşiklerde kantitatif ve kalitatif değişimler meydana gelmektedir (Petro-Turza, 1987).

Yang ve Chinnan (1988), olgunlaşma boyunca meyvenin renginde ve sertliğinde meydana gelen değişimler birbirleri ile bağlantılı olduğunu belirtmiştir (Altun vd., 2012).

Petro-Turza (1987)'a göre domates meyvesi % 93-95 oranında su, % 5-7 oranında inorganik bileşikler, organik asitler (sitrik asit ve malik asit gibi), alkolde çözünmeyen katı maddeler, lipitler ve karotenit içermektedir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014).

Moreno vd. (2008) domates meyvesinin potasyum ve organik asitler ile birlikte A ve C vitaminlerince zengin olduğunu belirtirken; Benton Jones (2007), olgun domates meyvesinde yaklaşık 1000 IU 100/g civarında A vitamini, 20-25 mg 100/g C vitamini ve 200/210 mg 100/mg arasında potasyum içerdiğini belirtmiştir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014). Taze domates meyvesi glukoz ve früktoz oranı yüksek, sakkaroz oranı ise düşük oranda bulunurken selüloz, pektin, ksilanlar ve arabinoksilanlar gibi önemli polisakkaritler içermektedir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014).

Canlılarda meydana gelen oksidasyon reaksiyonları engelleyen, oksidatif olarak oluşan zararlı moleküllerden serbest radikallere karşı koruyucu özelliği olan maddeler antioksidan maddelerdir. Antioksidan maddeler bitki ve hayvansal yağların otooksidasyonunun yükseltgenmesini engellemekte veya yavaşlatmaktadır. İnsan vücudunda serbest radikallere karşı savunma amaçlı üretilen antioksidanların bir kısmı da bitkisel gıdalardan diyet ile birlikte alınmaktadır (Ak, 2014). Yapılan bir çalışmada domates meyvesinde bulunan karatenoid yapısındaki likopen yüksek miktarda antioksidan aktivite gösterdiğini belirtmiştir (Ak, 2014).

Odriozola Serrano vd. (2009), tüketici açısından önemli bir yeri olan ve domatesin kalite özelliklerini belirleyen karotenoidlerin fazla miktarda çift bağ içermeleri nedeniyle proses ve depolama aşamalarında oksidasyon, izomerizasyon ve kimyasal reaksiyonlara karşı hassasiyet gösterdiğini ifade etmiştir (Ak, 2014). β -karoten, α -karoten, β -kriptoksantin, α -kriptoksantin, lutein, zeaksantin, violaksin, neoksantin, anteraksin ve likopen domateste bulunan önemli karatenoidlerdir (Oliver ve Palou, 2000).

Lennuci vd. (2006) ve Leonardi vd. (2000) likopenin kırmızı olgun meyvelerde renk karakteristiğini belirleyen karotenoidlerin % 80'ini kapsayan temel karotenoid bileşeni olduğunu rapor etmişlerdir (Stajcic vd., 2015).

Domates meyvesindeki mevcut likopen miktarı çeşit ve olgunluk durumuna göre farklılık göstermektedir. Omoni ve Aluka (2005) likopen miktarının olgunlaşmamış rengin yeşil olduğu evrede yaklaşık 10 µg/100 g, hafif pembeye döndüğü evrede 370 µg/100 g, sert kırmızı dönemde 4600 µg/100 g, ileri olgunlaşma evresinde ise 7050 µg/100 g olarak tespit etmiştir (Ak, 2014).

Domates meyvesinde bulunan diğer önemli antioksidan maddeler ise fenolik bileşiklerdir. Mevcut fenolik bileşiklerin miktarı olgunluk evrelerinde, kabukta, çekirdekte ve meyve etinde farklılık göstermektedir (Ak, 2014). Domates meyvesinin kalite özelliğinde depolama aşamasında değişen oranda değişimler görülmektedir. Hasat sonrası depolama sırasında domates meyvesinin kalite özelliklerinden öncelikle lezzet etkilenmektedir (Kader, 2003, 2008). Optimum depolama koşullarında taze domatesin raf ömrü 2 hafta iken olgunlaşmamış domatesin raf ömrü ise 2-4 hafta arasında değişmektedir (Karaçalı, 2009).

Koseki ve Isobe (2005), taze sebze ve meyvelerin topraktan, böceklerden, kirli sulardan veya hayvanlardan direk kontamine olabileceği gibi; hasat ve hasat sonrası işlemler ve paketleme sırasında çapraz kontaminasyona da maruz kalabileceğini savunmuştur (Kim ve Min, 2017). Domatesler çok çeşitli patojenleri içermekte olup; yüksek riskli ürünler olarak kabul edilmektedir (Lu ve Wu, 2010).

Domatesler ayrıca endüstri için ekonomik kayıplara neden olan fungal bitki patojenlerinin neden olduğu hasat sonrası çürüklere duyarlıdır (Lu ve Wu, 2010). Beuchat ve Scouten (2002) ve Aguilo-Aguayo vd (2013) *Salmonella* spp'nin meyve ve sebzelerde basit yıkamaya karşı dirençli olduğunu bildirmiştir (Kim ve Min, 2017).

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Ozon

2.1.1 Ozonun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kogelschatz (1988) ozonun ilk olarak 1839 yılında C. F. Schanbein tarafından bulunduğunu ve ticari olarak ilk kez 1907 yılında Nice Belediyesi'nin su sağlama sisteminin dezenfekte edilmesinde kullanıldığını belirtmiştir (Çağatay, 2006).

Ozon atmosferde doğal olarak bulunan ve gaz halde mavi renkte iken; sıvı ve katı halde ise opak mavi-siyah renkte olan bir maddedir. Suda kısmen çözünen ve kokusu keskin olan ozon; normal basınç ve sıcaklık altında kararsızdır (Çatal vd., 2010). Güzel-Seydim vd. (2004), Mahapatra vd. (2005), Ekici vd. (2006) ve Çatal vd. (2010) çalışmalarında saf ozonun özelliklerini belirlemiş ve Çizelge 2.1'de yer verilmiştir. Oda sıcaklığında gaz halde bulunan saf ozon, buzdolabı sıcaklığında ise suda çözülmüş halde bulunur. Bilinen en güçlü oksidan olan ozon, kimyasal yapı itibarıyla de radikal özellik taşımamaktadır (Bocci, 2006) (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Saf ozonun özellikleri.

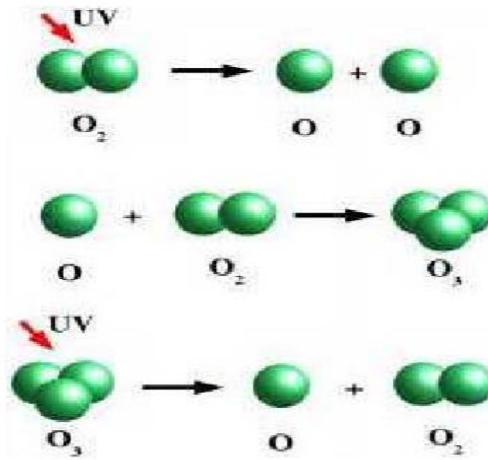
Özellik	Ozon
Formül	O ₃
Molekül ağırlığı	48
Renk	Açık mavi
Koku	Kendine has
Sudaki çözünürlük (0°C)	0.64
Yoğunluk (g/L)	2.144
Kaynama noktası	-111.9±0.3°C
Erime noktası	-192.5±0.4°C
Kritik sıcaklık	-12.1°C
Kritik basınç	54.6 atm

Manley ve Niegowski (1967) diğ er oksidasyon maddelerine göre oksitleme gücü oldukça yüksek olan ozonun oksitleme potansiyelinin 2.07 olduğunu ve gıda uygulamalarında uygun olan en güçlü oksidan olduğunu belirtmiştir (Keskin, 2015). Ozonun çözünlüğü çeşitli fiziksel parametrelere bağlıdır ve çözünlüğünü etkileyen en önemli parametre sıcaklıktır. Ozon suda kısmen çözünebilir ve Henry-Dalton sabitlerine göre ozonun çözünlüğü soğuk suda daha fazladır (Rice, 1986; Kim vd., 2003). Çözünmesi ısıya, basınca ve konsantrasyona bağlı olmakla birlikte; oksijene göre 1.6 kat daha yoğun olan ozon, 10 kat daha fazla suda çözünlüğü bulunan bir moleküldür. Diğ er gazlar gibi saf suda Henri kanununa göre çözünlür (Özler vd., 2009).

2.1.2 Ozonun Üretimi

Stratosferde UV ışınlarının (<240 nm) oksijen molekülüne etki etmesiyle ozon oluşur ve % 10'luk bir kısmı troposfere taşınır (Kim vd., 2003). Ultraviyole radyasyonun farklı frekanslarında bir taraftan oluşan ozon, diğ er taraftan da yok edilmektedir (Rowland, 2006).

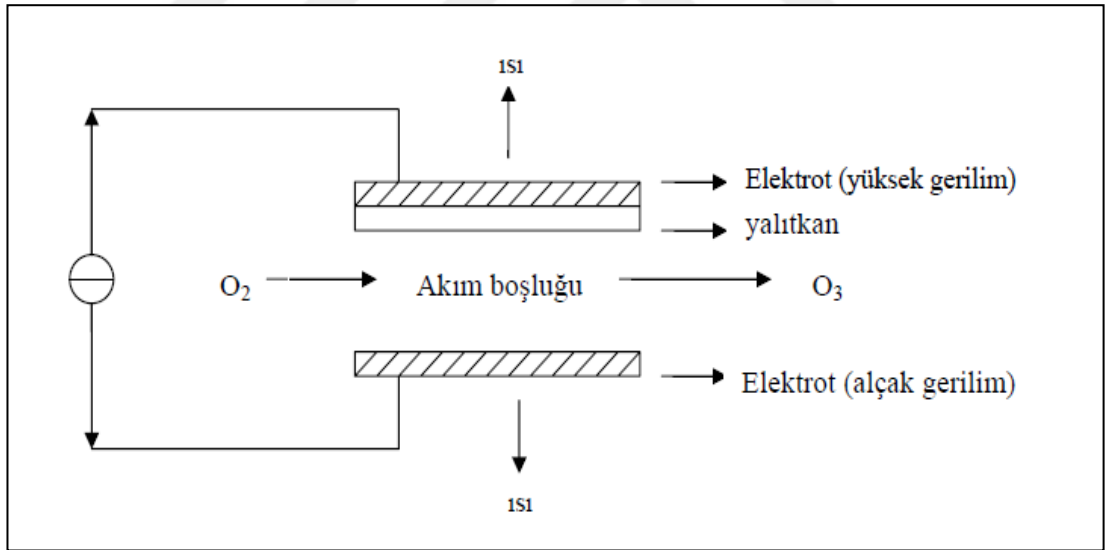
Karaca (2006) ve Sevilgen (2009)'in çalışmalarında havada bulunan oksijen molekülünün ayrışması ve ozon molekülünün oluşumu Şekil 2.1' deki gibi gösterilmiştir (Yıldız ve Yangınlar, 2014).



Şekil 2.1. Ozon molekülünün oluşumu.

McKenzie vd. (1997), termal, kimyasal ve elektrolit metotlar ile üretilen ozonun ayrıca ultraviyole radyasyon (18 nm) ve korona deşarj yöntemleri kullanılarak da üretildiğini savunmuştur (Tetik vd., 2006).

Rice vd. (1981), oksijen moleküllerinin korona akım yöntemi ile elektrik akımından geçirilmesi sonrası ticari olarak ozon üretildiğini (Şekil 2.2) belirtmiştir (Keskin, 2015). Korona akım yönteminde iki adet elektrot kullanılmakta olup; bunlardan biri alçak akım diğeri yüksek akım elektrotudur. Bu elektrotlar seramik dielektrik alanı ve dar boşaltım aralığı ile birbirinden ayrılmışlardır. Oksijen molekülü kinetik enerjiyle elektrotlar tarafından ayrıştırılması sonrasında her bir oksijen atomundan bir ozon molekülü oluşur. Jeneratörde saf oksijen kullanılması sonucunda % 6 oranında ozon üretilebilirken, hava geçirilmesi sonrasında % 1-3 oranına kadar düşmektedir. Kendiliğinden oksijen atomlarına parçalanması kaynaklı depolanabilir özelliği bulunmamaktadır (Güzel-Seydim vd., 2004).



Şekil 2.2 Korona akım metodu şeması.

2.1.3 Ozonun Kullanımı Alanları ve Gıda Endüstrisindeki Yeri

Ozon gazı günümüzde çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle suların dezenfeksiyonu, renginin iyileştirilmesi, kötü koku ve bulanıklığın uzaklaştırılması amacı ile yüzme havuzlarında, bazı gıdaların, depolama alanlarının ve kullanılan malzemelerin dezenfeksiyonu için gıda endüstrisinde, klima sistemlerinde, bazı hastalıkların tedavi yöntemlerinde kullanılmaktadır (Kuşçu ve Pazır, 2004).

Gıda sanayiinde kullanılan ozonun toksik yan ürünler oluştururken, bir süre sonra parçalanarak kalıntı bıraktığını belirtmiştir (Sevilgen, 2009). Meyve ve sebzeler için kuvvetli bir oksidan olan ozon, sebze ve meyvelerin işlenmesi sırasında sulu ozon şeklinde uygulanırken; depolama sırasında gaz fazında kullanılmaktadır. Bu sebeple sebze ve meyvelerdeki kontaminantları azaltıp raf ömrünü uzatmaktadır. Farklı prosesler ile kombine edilen ozonun oksidasyon kapasitesi geliştirilmesi, dezenfekte edilen ürünlerin direncinin aşılması, bakterisidal aktivitenin artması sağlanabilmektedir (Kim vd., 2003).

2.1.4 Ozonun Mikrobiyel Dekontaminasyonu

Ozonun gıdalara uygulanması gıdaların ozonlu suyla yıkanması veya depo atmosferine gaz halde ozon verilmesi olarak iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Gıdaların depolanmasında gaz fazında uygulanan ozon, paketleme materyalleri ve ekipmanlarının dekontaminasyonunda ise sulu fazda uygulanmaktadır (Kim vd., 1999, 2003).

Ozonun mikroorganizmalara karşı etkisi değişiklik göstermekte olup; mikroorganizmaların suşuna, konsantrasyonuna, kültürüne yaşına, ozonun uygulanma şekline, konsantrasyonuna ve reaksiyona girebilecek maddelerin mevcut ortamda bulunmasına bağlıdır (Kuşçu ve Pazır, 2004).

Meyve sularından izole edilen gram pozitif vejetatif hücrelere, küf konidyoforlarına, bakteri sporlarına ve maya askosporlarına etkisi incelendiğinde,

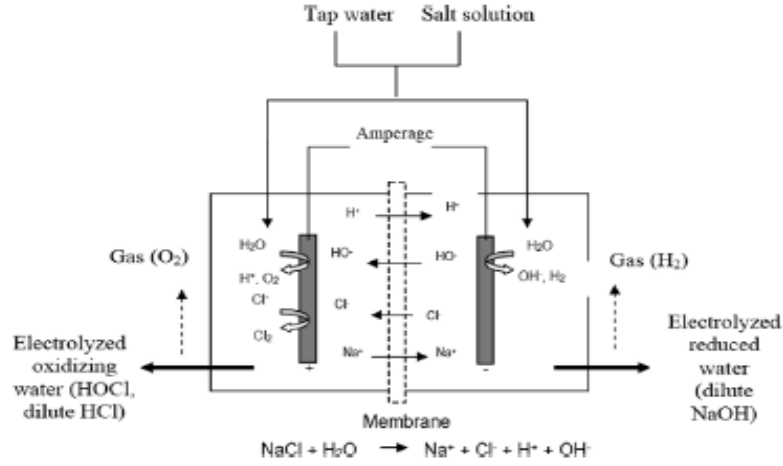
bakteri sporlarının ozona karşı dirençli oldukları, vejetatif hücreleri ise hassas olduğu görülmüştür (Kim ve Yousef, 2000).

Güzel-Seydim vd. (2004) yılında yaptıkları çalışmada ozonla mikroorganizmaların inaktif hale getirilmesinde iki mekanizmanın gerçekleştiğini belirtmiştir. İlk aşamada protein, peptid ve enzimlerin aminoasit ve sülfidril grupları okside olmakta ve kısa peptitler oluşmakta daha sonra ise çoklu doymamış yağ asitleri, asit peroksitlerine okside olmaktadır. Hücre içi proteinlerini hiçbir seçicilik göstermeden okside eden ozon, hücre ölüm hızını artırmakta, zarar gören nükleik asitler ile birlikte hücre ölümleri meydana gelmektedir (Güzel-Seydim vd., 2004). Aynı şartlar altında ozon uygulanan Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler karşılaştırıldığında Gram negatif bakterilerin parçalanmaya ve hücre bileşenlerini kaybetmeye daha eğilimli olduğu görülürken; Gram pozitif bakterilerin sadece hücre duvarı haricinde bazı mukoid materyalleri kaybettiği tespit edilmiştir (Kim, 1998).

2.2 Elektrolize Su

Bir elektrolit içerisinde elektrik akımını iletilerek; sıvı içinde çözünmüş kimyasal bileşiklerin ayrılması işlemine elektroliz denilir. Suyun elektrolit olarak kullanılması ile gerçekleşen ayrıştırma işlemine ‘‘ suyun elektrolizi’’, işlem sonrası oluşan suya ise ‘‘elektrolize su’’ denilmektedir (Anonim, 2018).

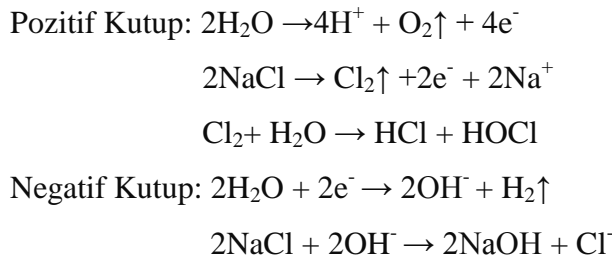
Elektroliz tankı da denilen ekipman içerisinde uygulanan elektroliz işlemi; çözünme işlemi ile artı ve eksi yüklü iyonlara ayrılmış bileşik (elektrolit) içinde birbirine değmeyecek şekilde daldırılmış bulunan iki elektrot (anot ve katot) ile gerçekleştirilir. Elektron vermenin (yükseltgenme) gerçekleştiği elektrot anot; elektron almanın (indirgenme) gerçekleştiği elektrot ise katottur (Anonim, 2008) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Elektrolize su jeneratörü ve oluşan bileşikler.

Elektrik taşıyacak kadar yeterli iyon bulunmadığı için saf suyun (25 °C’de 1×10^{-7} M H⁺ ve 1×10^{-7} M OH⁻) iletkenliğinin artırılması amacıyla elektrolite potasyum hidroksit (KOH) ve sodyum klorür (NaCl) maddeleri de ilave edilebilir (Tagava vd., 2000).

Alkali ve asidik şekilde sınıflandırılan elektrolize suda (Poçan vd., 2011) katot tarafından alkali çözelti (pH > 11 ve Y < P < -800 mV) oluşturulurken (Hsu, 2005), anot tarafından asit çözelti (pH < 2.7 ve Y < P > 1100 mV) oluşturulur (Tosa ve Yamasaki, 2000). Elektronların doğru akım voltajına tabi olması sonucu seyreltilmiş tuz çözeltisindeki hidroksit ve klorür gibi negatif yüklü iyonlar anota hareket ederek elektronları bırakır; oksijen gazı, klor gazı, hipoklorit iyon, hipokloröz asit, hipoklorid asit oluşurken hidrojen ve sodyum gibi pozitif yüklü iyonlar elektronları almak için katoda hareket eder. Hidrojen gazı ile sodyum hidroksit oluşur (Hsu, 2005). Elektrolize su üretimi ilkesi Şekil 2.4’te gösterilmiştir (Huang vd., 2008).



Şekil 2.4 Elektrolize su üretme ilkesi.

Elektrolize su son zamanlarda tarım, diş hekimliği, tıp ve gıda endüstrisinde kullanılan bir dezenfektan olup; kesme tahtaları yüzeyinde kümes hayvanları karkasları, yumurta, marul, yonca tohumları ve filizi, armut, elma, şeftali, domates, çilek ve gıda işleme ekipmanlarında etkili bir antimikrobiyeldir (Huang vd., 2008). En önemli avantajı emniyetli olması olan elektrolize su aynı zamanda kuvvetli bir asit olan hidroklorik asit ve sülfirik asit gibi cilt, mukoza ve organik materyaller için tahrip edici etki yaratmaz (Huang vd., 2008).

Tanaka vd. (1999) çalışmasında diğer geleneksel dezenfeksiyon teknikleri ile karşılaştırıldığında elektrolize suyun çok az yan etkiye sahip olduğunu, dezenfeksiyon süresini azalttığını ve nispeten daha ucuz olduğunu belirtmiştir (Huang vd., 2008).

Kiura vd. (2002) elektrolize suyun en büyük dezavantajının elektroliz ile birlikte sürekli olan H^+ , HOCl ve Cl_2 verilmesi ise çözeltinin antimikrobiyel etkisini hızla kaybetmesi olduğunu belirtilmiştir (Huang vd., 2008).

2.2.1 Alkali Elektrodialize Suyun Mikrobiyel İnaktivasyonu ve Bazı Mikroorganizmalar Üzerindeki Etkisi

Düşük pH değerli asidik elektrolize suyun; hücrenin duyarlı olduğu hipokloröz asit (HOCl), dekarboksilatlaşmış amino asitler, metabolizma yıkımları ve nükleik asit reaksiyonları ile birlikte hücre zarını parçalayarak bakterial büyümeyi azalttığı belirtilmiştir (Khan vd., 2017).

Len vd. (2000), HOCl konsantrasyonu ile elektrolize suyun bakterisidal potansiyeli arasında güçlü korelasyon ($r=0.95$) bulmuş ve bu da HOCl'nin elektrolize sudaki birincil antibakteriyel ajan olduğunu ön plana çıkarmıştır. Park vd. (2004) atık klorun ve elektrolize suyun pH değerinin *Escherichia coli* O157:H7 ve *Listeria monocytogenes* inaktivasyonu üzerindeki etkilerini incelemiş ve artan klor konsantrasyonu ile elektrolize suyun antibakteriyel potansiyelinin arttığını bulmuştur (Khan vd., 2017).

Bakteriler genel olarak pH 4-9 aralığında büyümekte olup; aerobik bakteriler çoğunlukla +200 ile 800 mV, anaerobik bakteriler ise +200 ile 700 mV ORP aralığında büyümektedir. Elektrolize sudaki yüksek ORP hücrelerdeki elektron akışındaki değişim etkisiyle ATP üretimi ve metabolik akımların modifikasyonuna neden olmaktadır.

McPherson (1993) çalışmasında, düşük pH değerinin HOCl'nin bakteri hücrelerine girişine karşı hücre zarını hassaslaştırdığını ifade etmiştir (Huang, 2008). En aktif klor bileşenlerinden HOCl, karbonhidrat metabolizmasında önemli enzimlerin klor oksitleyici sülfidril grupları tarafından glikoz oksidasyonunu inhibe ederek mikrobiyel hücreleri öldürdüğünü görmüştür. Marriot ve Gravani (2006)'ya göre diğer klor aksiyonları ise şu şekildedir (Huang, 2008);

1. Protein sentezinin bozulması,
2. Amino asitlerin nitrit ve aldehitlere oksidatif dekarboksilasyonu,
3. Nükleik asitler, pürinler ve pirimidinlerle reaksiyonlar,
4. Anahtar enzimlerin yıkımı sonrası metabolizma dengesinin bozulması,
5. Deoksiribonükleik asit (DNA) lezyonlarının induksiyonu ile birlikte DNA transformasyon kabiliyetinin kaybı,
6. Oksijen alımı ve oksidatif fosforilasyonun inhibisyonu ile bazı makromoleküllerin birleşmesi,
7. Sitosinin toksik N-klor türevlerinin oluşumu,
8. Kromozomal hataların oluşumu.

Yüksek oksidasyon potansiyeline dayanan elektrolize suyun hücre membranlarının yıkımına neden olarak bakteri inaktivasyonu sağladığı Liao vd. (2007) tarafından rapor edilmiştir. Bir bakteri yok edici madde olarak klorin etkinliği, birleşik mevcut klorinlerin oluşumu nedeniyle organik madde varlığında azalır (Huang, 2008). Elektrolize edilmiş çözelti yeni keşfedilen bir dezenfektan olmamasına rağmen, farklı bakteriler üzerindeki bakterisidal etkisinin incelenmesi önem arz etmektedir (Huang, 2008).

2.3 Domates Dezenfeksiyonu Üzerine Daha Önce Yapılan Çalışmalar

Sabır vd. (2010) çalışmaya alınan Mirella F1 domateslerini 10 °C ve % 90 nem içeren depolarda 20 gün süreyle depolamış; pembe olum aşamasında derimi yapılan domateslerde modifiye atmosfer paketleme (MAP), sıcak su ve iki uygulamanın kombinasyonlarının raf ömrü ve meyve kalitesi üzerine etkisini incelemiştir. MAP ve sıcak su uygulamasının birlikte kullanıldığında domatesin sertlik ve rengini korumada etkili olurken, ağırlık kaybının azaltılmasında da olumlu sonuçlar vermiştir.

Kim ve Min (2017) çalışmasında mikrodalga ile güçlendirilmiş soğuk plazma (CPT) uygulamasının cherry domateslere kontamine edilen *Salmonellae*'ya karşı etkisini incelemiştir. Cherry domatesler 2-10 dk süreyle 400-900 W plazma jenerasyonunda kullanılan He ve He-O₂ kombinasyonuna maruz bırakılmışlardır. Dokuz dak boyunca 827 W'da sırasıyla 3.0±0.3 ve 3.5±0.5 °C sıcaklıkta uygulanan He-O₂ kombinasyonu *Salmonellae* sayısında büyük oranda azalmaya neden olurken (3.5±0.1 ve 3.5±0.5 log kob/domates), 10 dk boyunca 900 W'de uygulanan He-CPT, en uygun koşullar olarak belirlenmiştir. Optimal He-CPT 25°C'de domatesteki *Salmonellae* sayısını etkili bir şekilde engellemezken; uygulama 5 °C depolama süresince domatesin solunum oranını (p<0.05) etkilemeksizin *Salmonellae* gelişimini engellemiştir.

Jiang vd. (2017) çalışmasında ambalaj içi aerosolize sulu maddenin domates meyvesindeki *Salmonella* Enterica serovar Typhimurium popülasyonu ve meyve kalitesi üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada pürüzsüz domates yüzeyi ile gövde yara izi üzerine *Salmonella* Typhimurium ATCC 53647 ve 53648 suşları inoküle edilmiştir. Daha sonra 200 ppm serbest klor, peroksiasetik asit (PAA) ve farklı konsantrasyonlarda sulu ClO₂, % 2 laktik asit, % 2 asetik asit, % 2 levulinik asit, % 3 asetik asit ve % 3 laktik asit cherry domates içeren bir konteynır içinde aerosol haline getirilmiştir. Sonuçlar; pürüzsüz domates yüzeyindeki *S. Typhimurium* popülasyonlarının 400 ppm PAA, % 2 laktik asit, % 2 asetik asit, % 2 levulinik asit, % 3 asetik asit, % 3 laktik asit ve sulu ClO₂ (100 ve 400 ppm) ile 5 log kob/meyve daha azaldığını göstermiştir.

Gövde yara izi üzerindeki *S.Typhimurium* popülasyonlarının azaltılmasında 400 ppm sulu ClO₂ diğer uygulamalara göre da ha etkili (4.89 log kob/meyve azaltma) olurken; bunu 400 ppm PAA (2.62 log kob/meyve) uygulaması takip etmiştir. ClO₂ ve asit kombinasyon uygulamaları 10°C’de 3 haftalık depolama süresince 400 ppm ClO₂ ile 6 log ve asit kombinasyonu ile > 3 log kob/meyve inaktivasyonu sağlanmıştır. Üç hafta boyunca yapılan uygulamalardan hiçbiri domateslerin renk, görünüm, sertlik, C vitamini, likopen ve antioksidan değeri üzerinde önemli ölçüde etki göstermezken (p>0.05); depolama sürecinin ilk dönemlerinde organik asit ile muamele edilen örneklerde asidik koku tespit edilmiştir.

2.4 Ozon ve Elektrolize Suyun Uygulanmaları Üzerine Yapılan Çalışmalar

Sheldon ve Brown (1986) çalışmasında kümes hayvanlarında ozonun bir dezenfektan olarak etkisini araştırmışlardır. Ozonla işleme tabi tutulan ve 4 °C saklanan numunelerde ozonlanmamış şartlarda soğutulan numunelere kıyasla mikrobiyel sayımlar önemli seviyede daha düşük çıkmıştır.

Silva vd. (1998) beş tür balık bakterisi üzerinde gaz halindeki ozonun aktivitesini araştırmışlar ve düşük konsantrasyonlu ozonun ($<0.27 \times 10^{-3}$ g/L) vejetatif hücreler için etkili bir bakterisid olduğunu beyan etmişlerdir.

Kaothien vd. (2001) ozonun tütsülenmiş jambona inoküle edilen *L. monocytogenes* üzerindeki etkisini incelemişler ve bakteri popülasyonunda etkili (p>0.05) bir azalma (yaklaşık % 90) gözlemişlerdir. 0.5-1.0 ppm aralığındaki ozon konsantrasyonu, 20°C uygulama sıcaklık ve 1-15 dk uygulama zamanının sulu çözeltilerde teçhizatları, proses suyunu ve bazı gıda ürünlerini dezenfekte etmek için kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Kim vd. (1999) marul prosesinde ozonun etkisini test etmişler ve su içine verilen ozonun marulun doğal mikroflora sayısını 2-3 log kob/g düşürdüğünü açıklamışlardır.

Khadre ve Yousef (2001) çalışmalarında *Bacillus* spp. suşlarından *Bacillus cereus* sporlarının ozona karşı oldukça hassas olmasına karşın, *Bacillus stearothermophilus* sporlarının ozona karşı oldukça dirençli olduğunu belirtmiştir.

Çağatay (2006) çalışmasında, ön soğutma suyuna uygulanan ozonun kiraz çeşidinin soğukta depolanma süresi üzerine etkisini araştırmıştır. Muhafaza öncesinde 0.5 ppm ve 1 ppm dozlarında ön soğutma suyuna ozon uygulanmış ve örnekler ortalama 2 kg'lık polietilen torbalara alınmıştır. 0 °C'de % 90-95 oransal nem koşullarında 42 gün boyunca muhafaza edilen örneklerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mikrobiyel inaktivasyonu araştırılmış, ayrıca duyuusal testler ile çalışma desteklenmiştir.

0.5 ppm ve 1 ppm dozlarında ozon uygulanan kirazların depolanma süresinde olumlu etkilerinin olduğu ayrıca muhafaza süresince meydana gelen mikrobiyolojik bozulmaları belirli seviyede önlediği sonucuna varılmıştır.

Karaca (2010) distile su, ozonlu su (12.0±0.5 ppm) ve klorlu suyun (100 ppm) marul, ıspanak ve maydanozlardaki *E. coli* ve *Listeria innocua* inaktivasyonu ve bazı kimyasal özelliklerindeki (klorofil a, klorofil b, askorbik asit ve toplam fenolik madde içerikleri ile antioksidan aktivite değerleri) etkilerini incelemiştir. 5 ve 15 dk süreli uygulanan ozon mikrobiyel inaktivasyonda etkili olurken, maydanozlardaki *E. coli* sayısının 5 °C'deki depolama boyunca azaldığı, *L. innocua* sayısında ise önemli düzeyde bir değişiklik saptanmamıştır. Ayrıca maydanozlarda depolama süresi boyunca klorofil a, klorofil b, askorbik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde azalma görülmüştür.

Sung vd., (2014) ozon ve ısı işlem kombinasyonunun elma suyundaki *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium* ve *L. monocytogenes* inaktivasyonunu araştırmışlar ve yapılan çalışmada üç patojen ile inoküle edilen aşılama elma suları gaz halindeki ozon ile 1 dk muamele edilerek ısıtılmıştır. Gazlı ozon 3.0-3.0 g/m³ konsantrasyonda 3.0 L/dk akış hızında, 25, 45, 50 ve 55 °C sıcaklıklarda uygulanmıştır. Elma suyu patojenlerinin inaktivasyonunda ozon ve 50 °C ısının sinerjik etki sağladığı sonucuna varılmıştır. Elma suyundaki *S. Typhimurium* ve *L. monocytogenes*'in azalma eğiliminin *E. coli* O157:H7'ye yakın seviyede olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak

ozon ve ısı kombinasyonunun gıda kalitesini kabul edilebilir seviyelerde korurken, patojenlerin inaktivasyonunda önemli ölçüde etkili olmuştur.

Torlak vd. (2016) kanatlı yemlerinde aflatoksin B1'in inaktivasyonu için gaz ozonun etkinliğini araştırmıştır. İki farklı sabit konsantrasyondaki gaz ozon (2.8 ve 5.3 mg/L) 240 dk süre ile oda sıcaklığında yem numunelerine uygulanmış ve kabul edilebilir lipid oksidasyonu ile kanatlı yemlerinde aflatoksin B1 seviyesi ve mikrobiyel popülasyonda azalma sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Park vd. (2009) yeşil soğan ve domateslerdeki *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium* ve *L. monocytogenes* için asidik elektrolize suyun dekontaminasyon etkilerini araştırmışlardır.

Yapılan çalışmada *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium* ve *L. monocytogenes* inoküle edilen yeşil soğan ve domateslere asidik elektrolize su içeren 5, 10, 15 ve 20 mL/L konsantrasyonlardaki serum 15 s, 30 s, 1 dk, 3 dk ve 5 dk süreyle uygulanmıştır. Çalışmada 3 dk uygulanan asidik elektrolize su hücre seviyelerini tespit edilen sınırın (0.7 log kob/g) düşürürken; asidik elektrolize suyun bakterisidal aktivitesi serum konsantrasyonu arttıkça azaldığı görülmüştür.

Ding (2015) hafif asidik elektrolize su, ultrasonikasyon ve iki uygulamanın kombinasyonunun taze meyvelerin kalitesi ve mikrobiyel yükü üzerindeki etkisi üzerine çalışmıştır. Çalışma cherry domates ve çilek üzerinde gerçekleştirilmiş olup; ultrasonikasyonun hafif asidik elektrolize suyun bakterisid aktivitesini artırdığı; toplam aerobik bakterilerde sırasıyla cherry domates ve çileklerde 1.77 ve 1.29 log azalma, maya ve küflerde ise 1.50 ve 1.29 log azalma sağladığı tespit edilmiştir. Cherry domateslerin sertliği haricinde diğer kalite özelliklerinde bir değişim gözlenmemiştir. Yapılan çalışma ile hafif asidik elektrolize su ile ultrasonikasyon uygulamasının ürün kalitesini kaybetmeden sanitasyon özelliğine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışmalarda ozon ve elektrolize su uygulamalarının bazı meyve veya sebzeler üzerinde çeşitli çalışmaları yapılmış olmasına rağmen; bu prosesler ve kombinasyonlarının domates örneklerinin kalite özellikleri, mikrobiyel yük ve raf ömrü üzerine çalışmaları sınırlı düzeyde kalmıştır.

Bu nedenle bu çalışma kapsamında ozon, alkali elektrodiyalize su ve bu iki uygulama kombinasyonunun domatesin fiziksel ve kimyasal özellikleri, mikrobiyel inaktivasyonu ve raf ömrü üzerine etkisinin değerlendirilmesi hedeflenmektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Domates

Araştırmada cherry (kiraz) domatesler (Şekil 3.1) kullanılmıştır. Domatesler Bolu İli'ndeki yerel manavlardan temin edilmiştir.



Şekil 3.1 Domates örnekleri.

3.1.2 Mikrobiyel Kùltürler

Salmonella Enteritidis (OSU 799) ve *Listeria monocytogenes* (ATCC 19115) kùltürleri Ohio State Üniversitesi (Columbus, OH, ABD) kùltür koleksiyonundan elde edilmiştir.

Dondurularak (-18 °C) Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakùltesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda muhafaza edilen stok kùltürlerden *S. Enteritidis* stok kùltürü Selenite Sistin Broth'a, *L. monocytogenes* Listeria Enrichment Broth'a öze ile aktarılmış ve tüpler 35±2 °C'de 48 saat boyunca inkübe edilerek aktifleştirilmiştir. Aktifleşen kùltürlerden 3'er kez pasajlama yapılmış, 3 pasaj sonucunda elde edilen kùltürler inokülasyon çalışmalarında kullanılmıştır.

Botrytis cinerea ise enfekte olmuş domates örneklerinden izole edilmiş olup izole edilen kùltür potato dektroz agar (PDA) besiyerine aktarılmış 22±2 °C'de 3-5 gün süreyle inkübasyona bırakılmış ve gelişen fungus inokülasyon çalışmalarında kullanılmıştır.

3.1.3 Ozon Cihazı

Deneylerde Oxy time markalı 7F 5 Mini modelinde ozon konsantratörü (Ankara, Türkiye) (Şekil 3.2), 2A akımlı, 230 V (AC) voltajlı, akış oranı 1 L/dk ozon (O) olacak şekilde ayarlanarak kullanılmıştır.



Şekil 3.2 Ozon cihazı.

3.1.4 Alkali Elektrodiyalize Su Cihazı

Çalışmada LYDIA markalı 2 adet yüksek basınç kapasiteli filtreye sahip; 10 adet pH seviyesi bulunan alkali elektrodiyalize su (AES) cihazı kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Domates Örneklerine Ozon ve Alkali Elektrodiyalize Su İşlemlerinin Uygulanması

Çalışmada farklı parametreler denenerek, domatesin kalite özelliklerinde değişiklik olmayacak şekilde optimum parametrelere karar verilmiştir. Uygulanacak işlemler O, AES ve bu iki uygulamanın kombinasyonu şeklinde belirlenmiş olup uygulamalar oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Kontrol ile birlikte toplamda 13 adet farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.1’ de uygulamalar ve yöntemlere ilişkin bilgiler yer almaktadır. Elektrolize su ve ozon uygulamalarına ilişkin gerçekleştirilen kombinasyonlarda işlem önceliği önem arz etmekte olup; kombine uygulamaları Çizelge 3.1’ de belirtilen sırada uygulanmıştır.

Çizelge 3.1. Domates örneklerine uygulanan yöntemler.

Uygulamalar	Yöntem
Kontrol	350 mL çeşme suyu uygulaması
O1	350 mL saf su içerisinde 17.2 g/m ³ konsantrasyonda ve 4 dk ozon uygulaması
O2	350 mL saf su içerisinde 17.2 g/m ³ konsantrasyonda ve 12 dk ozon uygulaması
AES1	pH: 10 olan 350 mL elektrolize su ve 20 dk uygulama süresi
AES2	pH: 8.5 olan 350 mL elektrolize su ve 20 dk uygulama süresi
AES1+O1	pH: 10 olan 350 mL elektrolize su ve 20 dk uygulama + 17.2 g/m ³ konsantrasyon ve 4 dk ozon uygulaması
AES2+O2	pH: 10 olan 350 mL elektrolize su ve 20 dk uygulama + 17.2 g/m ³ konsantrasyon ve 12 dk ozon uygulaması
AES2+O1	pH: 8.5 olan 350 mL elektrolize su + 17.2 g/m ³ konsantrasyon ve 4 dk ozon uygulaması
AES2+O2	pH: 8.5 olan 350 mL elektrolize su ve 20 dk uygulama + 17.2 g/m ³ konsantrasyon ve 12 dk ozon uygulaması
O1+AES1	17.2 g/m ³ konsantrasyon ve 4 dk ozon uygulaması + pH: 10 olan 350 mL elektrolize su ve 20 dk uygulama
O1+AES2	17.2 g/m ³ konsantrasyon ve 4 dk ozon uygulaması + pH: 8.5 olan 350 mL elektrolize su ve 20 dk uygulama
O2+AES1	17.2 g/m ³ konsantrasyon ve 12 dk ozon uygulaması + pH: 10 olan 350 mL elektrolize su ve 20 dk uygulama
O2+AES2	17.2 g/m ³ konsantrasyon ve 12 dk ozon uygulaması + pH: 8.5 olan 350 mL elektrolize su ve 20 dk uygulama

3.2.2 Mikrobiyolojik Analizler

3.2.2.1 Doğal Mikrofloranın İnaktivasyonu

Kontrol örnekleri dahil yaklaşık 100-120 gram aralığında seçilen domates örneklerinde O, AES ve bu iki uygulamanın sıralı kombinasyonun doğal mikroflora üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Steril beherlere alınan kontrol örneği ve işlem görmüş domates numuneleri 1/9 oranında % 0.1 pepton su ile seyreltme yapıldıktan sonra toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı için aseptik ortamda yayma ekim yöntemi ile Plate Count Agar (PCA) besiyerine, toplam maya küf (TMK) sayımı için de Potato Dextrose Agar (PDA) besiyerine 10⁻¹-10⁻⁶ dilüsyonlarında ekim yapılmıştır. Ekim yapılan PCA petripleri 35±2 ° C sıcaklıktaki inkübatörde, PDA

petrileri ise oda sıcaklığında (25±2 °C) 48-72 saat bekletildikten sonra üreme kontrol edilip sayım yapılmıştır. Analiz sonuçları log kob/mL olarak raporlanmıştır.

3.2.2.2 *Salmonella Enteritidis* İnaktivasyonu

Sıvı besiyeri ortamında gelişmiş olan *S. enteritidis* kültürü 2100 mL saf suya 10^6 - 10^7 kob/mL seviyesinde inoküle edilmiştir. Ardından beherlerdeki domateslerin üzerine, kontamine edilmiş sudan 300'er mL eklenmiştir.

Kontamine edilen domatesler içinde bulunduğu su ile birlikte belirlenen koşullarda proses edilmiştir. Domateslerin içinde bulunduğu kontamine edilmiş sulardan uygun oranlarda seyreltme yapılarak seri dilüsyon hazırlanmış ve aseptik ortamda 100'er µL alınarak Xylose Lysin Deoxycholate (XLD) agara yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır.

Ekilen petriler 37±2 °C sıcaklıktaki inkübatörde 48 saat bekletilerek sayımları yapılmıştır. Analizler üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Sonuçlar log kob/mL olarak raporlanmıştır.

3.2.2.3 *Listeria monocytogenes* İnaktivasyonu

L. monocytogenes 10^6 - 10^7 log kob/mL oranında 2100 mL saf suya inoküle edilmiştir. Ardından beherlerdeki domateslerin üzerine, kontamine edilmiş sudan 300'er mL eklenmiş ve domatesler proses edilmiştir. Sonrasında domateslerin bulunduğu su örneklerinden alınıp seyreltme işlemi yapıldıktan sonra Oxford agara yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ardından petriler 35-37 °C sıcaklıkta 48 saat inkübasyona tabi tutulup sayım yapılmıştır. Analizler üç tekrarlı yapıp sonuçlar log kob/mL olarak verilmiştir.

3.2.2.4 *Botrytis cinerea* İnaktivasyonu

B. cinerea kolonileri 10^6 - 10^7 log kob/mL oranında 2100 mL saf suya inoküle edilmiştir. Ardından beherlerdeki domateslerin üzerine, kontamine edilmiş sudan 300'er mL eklenmiş ve domatesler proses edilmiştir. Sonrasında domateslerin bulunduğu su örneklerinden alınıp seyreltme işlemi yapıldıktan sonra PDA agara yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ardından petriler 35-37 °C sıcaklıkta 48 saat inkübasyona tabi tutulup sayım yapılmıştır. Analizler üç tekrarlı yapıp sonuçlar log kob/mL olarak verilmiştir.

3.2.3 Kalite Analizleri

3.2.3.1 Domates Ağırlığının Ölçülmesi

Domates örnekleri Kern 440-49N markalı (Balingen, Almanya) hassas terazi ile ± 0.1 g duyarlılıkla tartılmıştır.

3.2.3.2 pH Ölçümü

Domates örnekleri rendeden geçirilerek suyu çıkarılmış olup; Thermo Scientific markalı Orion 4-Star Plus Benchtop pH/Conductivity Meter modelindeki pH metre (Colorado, ABD) ile pH ölçümü yapılmıştır.

3.2.3.3 Kondaktivite (İletkenlik) Ölçümü

Rendelenmiş domates örneklerinin kondaktivitesi Sension 5 model (HACH, CO, ABD) el kondaktivitesi kullanılarak ölçülmüş ve sonuçlar mS/cm olarak kaydedilmiştir.

3.2.3.4 Titrasyon Asitliği

Rendelenmiş domateslerden 5 mL örnek alınmış ve üzerine 5 mL saf su ilave edilerek homojen bir karışım elde edilmiştir. Daha sonra 0.5 mL fenolftalein indikatörü eklenip 0.1 NaOH ile titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı kaydedilerek sonuçlar AOAC (1990)'ye göre hesaplanmıştır.

3.2.3.5 °Briks Ölçümü

Domates örneklerinin suda çözünen toplam kuru madde (°Briks) tayini 507-1 model refraktometre (Nippon Optical Works Co. Ltd. JAPAN) kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar °Briks derecesi olarak belirtilmiştir.

3.2.3.6 Renk Ölçümü

Domates örneklerinin kabuk rengi Konica Minolta marka (CR-400 Chroma Meter, Osaka, Japonya) modelindeki renk spektrofotometresi ile ölçülmüştür (Şekil 3.3). Sonuçlar L* (0: koyuluk, 100: açıklık), a* (-: yeşillik, +: kırmızılık) ve b* (-: mavilik, +: sarılık) olarak alınmıştır. Bu değerler kullanılarak toplam renk farkı (ΔE), hue (h° , renk tonu), chroma (C^* , renk yoğunluğu) ve esmerleşme indeksi (BI) değerleri hesaplanmıştır (3.1, 3.2, 3.3, 3.4).

$$C^* = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3.1)$$

$$h^\circ = \arctan(b/a) \quad (3.2)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2} \quad (3.3)$$

$$BI = 100 (x - 0.31) / 0.17 \quad x = (a^* + 1.74 L^*) / (5.65 L^* + a^* - 3.012 b^*) \quad (3.4)$$



Şekil 3.3 Domates yüzeyi renk ölçümü ve renk ölçüm cihazı.

3.2.3.7 Toplam Antioksidan Aktivite Tayini

DPPH Çözeltisi: 250 mL'lik balonjoje içerisine 0.0494 g DPPH tartılır ve etil alkolle 250 mL'ye tamamlanır. Hazırlanan 500 μ M DPPH çözeltisi kullanılmadığı zaman buzdolabında ve karanlıkta saklanmalıdır.

Tris-HCl Tampon Çözeltisi: 6.057 g Tris tartılır, beher içerisinde 400 mL distile su içerisinde çözündürülür. Çözelti 0.1 M HCl ile pH 7.4'e ayarlanarak balonjojede 500 mL'ye tamamlanır. Analizin yapılışı ise aşağıda belirtildiği gibidir;

Domates örnekleri analizi öncesinde şahit örneği hazırlanır. Şahit örneğini hazırlamak için 0.1 mL etil alkol alınarak yerine 0.9 mL Tris-HCl ve 1 mL DPPH eklenerek tamamen karışması sağlanmıştır. Yaklaşık 30 dk karanlıkta bekletildikten sonra 517 nm'de okuma yapılmıştır. Şahit örneğiyle okuma yapıldıktan sonra, alkole karşı örnek çözeltisi hazırlanarak okuma yapılır. Rendelenen ve 1 hafta buzdolabında bekleyen domates örneklerinden 0.1 mL otomatik pipet ile çekilip ve 2.4 mL saf su ilave edilerek seyreltilmiştir. Seyreltilmiş örneklerden 0.1 mL alınarak 2'şer kontrollü numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler üzerine 0.9 mL Tris-HCl ve 1 mL DPPH çözeltisi eklenerek hızla karıştırılmıştır.

Karanlıkta 30 dak bekletildikten sonra 517 nm dalga boyunda UV spektrofotometre cihazı ile absorbans ölçülmüştür. Ölçülen değerler aşağıdaki formülde yerine konularak % toplam antioksidan aktivite (AA) değeri bulunmuştur (Moon ve Terao, 1998).

$$AA (\%) = \left(1 - \left(\frac{Abs_{\text{örnek } 517 \text{ nm}}}{Abs_{\text{kontrol } 517 \text{ nm}}}\right)\right) \times 100 \quad (3.5)$$

3.2.3.8 Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Sodyum Karbonat Çözeltisi: 7.5 g susuz Na₂CO₃ tartılıp saf suyla 100 mL’de çözündürülerek hazırlanır.

Folin-Ciocalteu Çözeltisi: 2 N Folin-Ciocalteu çözeltisinden 1 L’lik balonjoje içerisine 100 mL alınıp saf su ile 1 L’ye tamamlanarak hazırlanan 0.2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi oda sıcaklığında muhafaza edilir.

Gallik Asit Çözeltisi: 0.1034 g gallik asit tartılarak 100 mL saf suda çözündürülür. Analizin yapılışı ise aşağıda belirtildiği gibidir;

Toplan fenolik madde miktarı, Spanos ve Wrolstad, (1990)’ın belirttikleri Folin Ciocalteu belirteci kullanılan spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. 0.1 mL örnek üzerine 2.4 mL saf su ilave edilerek seyreltilmiştir. Seyreltilmiş örneklerden 0.1 mL alınarak 2’şer kontrollü olarak çalışılmıştır.

Seyreltilmiş domates suyu örneklerinden 1 mL tüpe alınarak üzerine 5 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi eklenmiş ve daha sonra 4 mL doymuş sodyum karbonat çözeltisi ilave edilip tüp içeriğinin homojen karışımı sağlandıktan sonra 50±5 °C’ye ayarlanmış su banyosunda 5 dk bekletilmiştir. Tüp içeriği hemen soğutulup UV spektrofotometreyle (HACH LANGE, DR 5000) 760 nm’de absorbans ölçülmüştür. Elde edilen gallik asit kalibrasyon eğrisi denkleminde (3.6) değerler yerine konularak domatesin toplam fenolik madde miktarı hesaplanmıştır (mg gallik asit/mL).

$$(Absorbans+0.056)/10.38= Konsantrasyon (mg/mL) \quad (3.6)$$

3.2.3.9 Likopen Tayini

Likopen tayini Anonim (2000)'e göre spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Rendelenmiş domates örneklerinden 1 gr alınarak üzerinde 0.6 gr Cargill nişasta ve 40 mL aseton eklenmiş ve 3000 dev/dk' da 4 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası numunelerin üst yüzeyinden yaklaşık 5000 µL örnek cam tüplere alınarak 1'er numune hazırlanmıştır. Hazırlanan numunelere 1/1 oranında seyreltme işlemi uygulanmış olup; seyreltme işlemi 1000 µL örnek ve 1000 µL saf su ile gerçekleştirilmiştir. Seyreltilmiş örneklerin 503 nm ve 472 nm dalga boylarında (Varian Cary 50 Scan, Avustralya) ölçümleri yapılmıştır.

Ölçülen değerler aşağıdaki formülde yerine konularak % toplam likopen değeri bulunmuştur.

* A503 < 0.3 için;

likopen / g örnek = (2.56 x A503- A472) x 32.24 / örnek ağırlığı (g)

*0.3 < A503 < 0.6 için;

likopen / g örnek = (2.8 x A503- A472) x 32.24 / örnek ağırlığı (g)

*0.6 < A503 için;

likopen / g örnek = 62.43 x A503 /örnek ağırlığı (g)

3.2.4 Ozon, Elektrolize Su Uygulamaları ve Bunların Kombinasyon Uygulamalarının Domatesin Raf Ömrü Üzerine Etkisi

Raf ömrü çalışmasında domates örneklerine aynı parametrelerde (Çizelge 3.2) ozon, elektrolize su ve bu iki uygulamanın sıralı kombinasyonu uygulanmıştır. Kontrol ile birlikte 13 adet örnek PET ambalajlara 4'er adet olacak şekilde 6'şar paket olarak hazırlanmıştır (Şekil 3.4). İşlem görmüş örnekler 6 hafta boyunca +4°C'de ev tipi buzdolabında depolanmıştır (Şekil 3.5).

Başlangıç analizinden itibaren 7 gün aralık ile altı hafta boyunca kondaktivite (µ/cm), pH değeri, % titrasyon asitliği (TA), °Briks değeri ile TMAB ve TMK sayımı yapılmıştır.



Şekil 3.4 Raf ömrü çalışması için hazırlanan örnekler.



Şekil 3.5 Raf ömrü ölçümü için örneklerin ev tipi buzdolabında muhafazası.

3.2.5 Verilerin Analizi

Çalışmaya ilişkin elde edilen verilerin analizinde SPSS Inc (Versiyon 18.0) programı kullanılmıştır. Açıklayıcı değişken olarak uygulamalar (Kontrol, O1, O2, AES1, AES2, AES1+O1, AES1+O2, AES2+O1, AES2+O2, O1+AES1, O1+AES2, O2+AES1, ve O2+AES2) alınmıştır.

Uygulamaların, analizi yapılan özellikler üzerine ve raf ömrü boyunca kalite kriterleri üzerine etkisinin incelenmesinde tek yönlü ANOVA testleri kullanılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar ise Tukey çoklu karşılaştırma testleri ile gerçekleştirilmiştir (alfa: 0.05).

Raf ömrü üzerine yapılan çalışmada gerçekleştirilen korelasyon testlerin ise NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanılmıştır. Nicel değişkenler arası ilişkilerin değerlendirilmesinde Pearson korelasyon analizi ve Spearman korelasyon analizi kullanılmış, istatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Domateslerin oda sıcaklığında ozon, alkali elektrodialize su ve bu iki işlemin sıralı kombinasyonu olarak belirlenen uygulamalar sonrası mikrobiyolojik analizler ve kalite analizleri yapılmıştır. Ayrıca uygulanan işlemlerin domatesin raf ömrü üzerindeki etkisi de incelenmiştir.

4.1 Ozon, Alkali Elektrodialize Su ve Bunların Kombinasyon Uygulamalarının Domateslerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

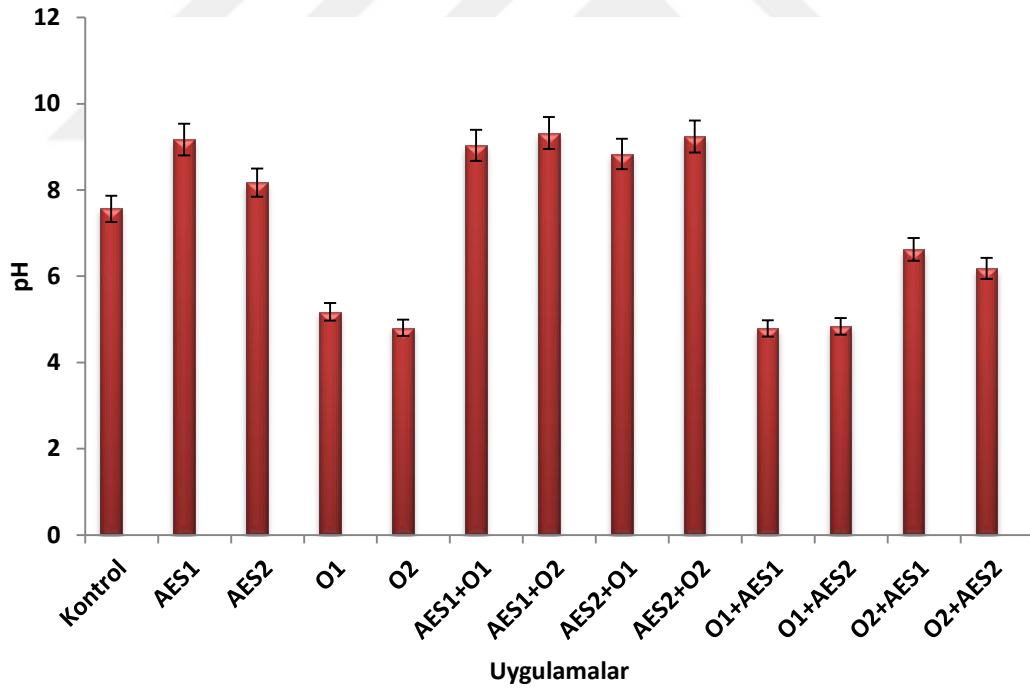
4.1.1 Kondaktivite, pH, Titrasyon Asitliği ve °Briks Değerleri

Çizelge 4.1. Kalite özelliklerinin kontrol grubu ve diğer uygulamaları üzerine etkisi.

Uygulama	Kondaktivite (mS/cm) (Proses Suyu)	Kondaktivite (mS/cm) (Domates Suyu)	pH (Proses Suyu)	pH (Domates Suyu)	Titrasyon asitliği (%)	°Briks
K	627.47±18.3 ^f	4.79±0.11 ^b	4.26±0.5 ^a	4.93±0.01 ^c	1.30±0.10 ^{de}	1.77±0.06 ^{de}
AES1	580.50±10.5 ^g	4.40±0.01 ^c	4.17±0.3 ^a	4.90±0.02 ^d	1.85±0.35 ^{ab}	1.90±0.10 ^{cde}
AES2	587.00±11.6 ^{fg}	4.71±0.01 ^b	4.17±0.8 ^a	4.82±0.02 ^f	1.35±0.05 ^{cde}	2.07±0.11 ^{abc}
O1	1485.50±18.5 ^b	5.03±0.05 ^a	5.18±0.2 ^{ab}	4.90±0.01 ^{de}	1.70±0.20 ^{abc}	2.17±0.12 ^{ab}
O2	1413.5±22.5 ^c	3.67±0.01 ^f	4.80±0.2 ^a	4.96±0.01 ^b	0.9±0.00 ^f	1.03±0.06 ^g
AES1+O1	587.0±21.0 ^{fg}	4.41±0.01 ^c	4.03±0.4 ^a	4.73±0.01 ^g	1.80±0.20 ^{ab}	1.83±0.00 ^{cde}
AES1+O2	590.0±18.5 ^{fg}	3.89±0.02 ^e	4.32±0.2 ^a	4.97±0.0 ^b	1.10±0.10 ^{ef}	1.30±0.06 ^f
AES2+O1	594.0±20.0 ^{fg}	4.07±0.06 ^d	4.83±0.3 ^b	5.05±0.0 ^a	1.20±0.10 ^{def}	1.67±0.20 ^e
AES2+O2	559.0±23.0 ^g	3.17±0.11 ^g	4.24±0.1 ^a	4.80±0.0 ^f	1.30±0.10 ^{de}	2.30±0.10 ^a
O1+AES1	729.5±12.50 ^e	4.50±0.16 ^c	4.79±0.3 ^{ab}	4.88±0.01 ^e	1.50±0.00 ^{bc}	2.00±0.10 ^{bcd}
O1+AES2	449.0±23.0 ^h	3.75±0.06 ^{ef}	4.84±0.3 ^{ab}	4.75±0.0 ^g	1.30±0.00 ^{de}	1.20±0.10 ^{fg}
O2+AES1	1325.5±42.5 ^d	4.40±0.16 ^c	4.62±0.1 ^a	4.90±0.01 ^{de}	1.40±0.10 ^{cde}	1.93±0.05 ^{bcd}
O2+AES2	2890.0±10.0 ^a	4.71±0.21 ^b	4.18±0.4 ^a	4.91±0.01 ^{cd}	1.90±0.20 ^a	2.07±0.06 ^{abc}

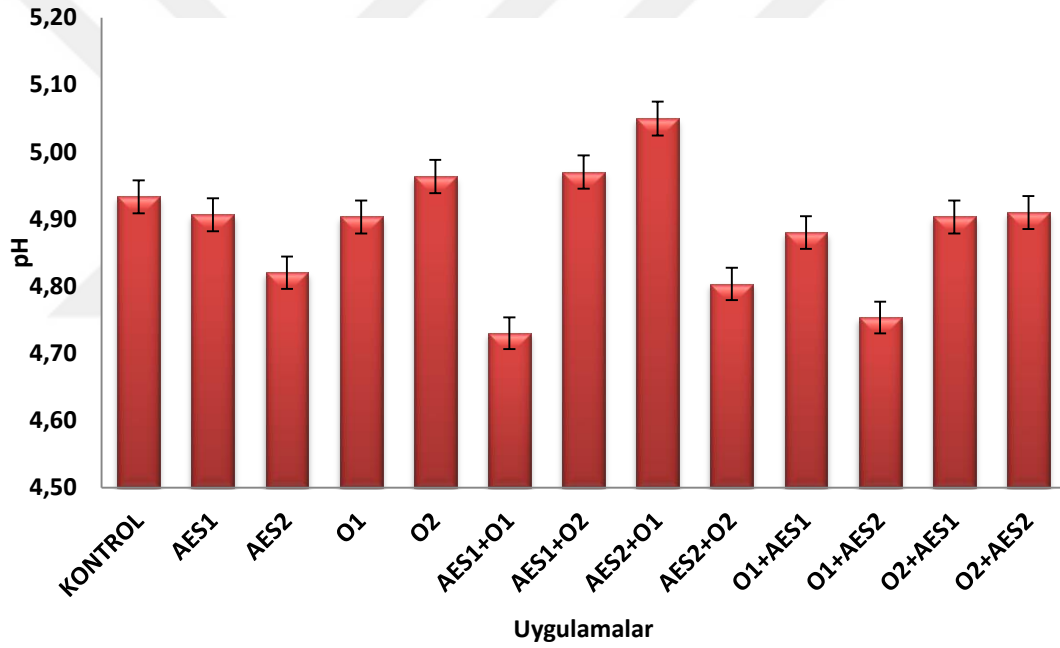
* Aynı sütunda farklı üstsel harflerle belirtilen sayımlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Ozon, AES uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamaları ile proses edilen domateslerin proses sularının uygulamalar öncesi ve sonrasında pH değerleri ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Buna göre herhangi bir proses uygulanmamış kontrol örneklerinde ortalama pH değeri 4.26 ± 0.5 olarak belirlenmiştir. Uygulamaların pH değerleri incelendiğinde; kontrol grubu pH değeri 4.26 ± 0.5 iken ozon uygulamaları sonrası pH değeri kontrol grubu pH değerinin üzerinde tespit edilmiştir (O1: 5.18 ± 0.2 , O2: 4.80 ± 0.2). Alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamaları incelendiğinde ise kontrol örneğine kıyasla AES2+O1 uygulamasında (4.83 ± 0.3) anlamlı bir artış görülürken ($p < 0.05$); AES1+O2 (4.32 ± 0.2), O1+AES1 (4.79 ± 0.3), O1+AES2 (4.84 ± 0.3), O2+AES1 (4.62 ± 0.1) uygulamalarındaki artış anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). AES1 (4.17 ± 0.3), AES2 (4.17 ± 0.8), AES1+O1 (4.03 ± 0.4), AES2+O2 (4.24 ± 0.1) ve O2+AES2 (4.18 ± 0.4) uygulamalarında ise kontrol örneğine kıyasla gerileme tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Ozon ve alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domateslerin proses sularındaki pH değeri üzerine etkisi.

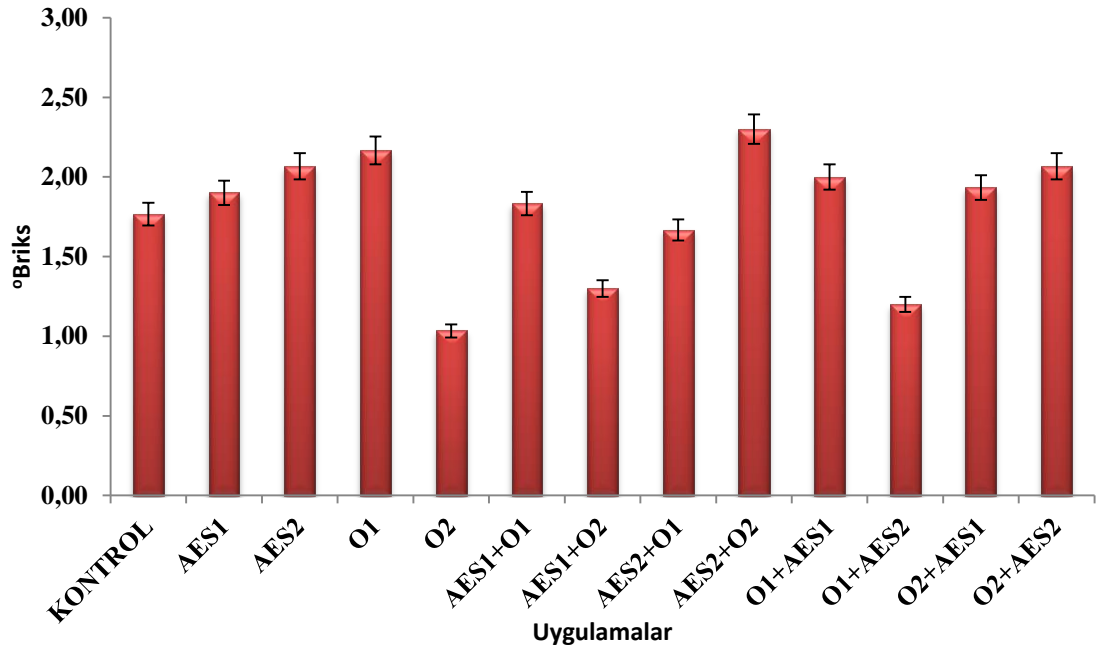
Çalışmada proses edilen domateslerin suyunun pH (domates suyu) sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.1) kontrol grubu 4.93 ± 0.01 pH (domates suyu) iken; alkali elektrodialize su uygulamaları ve sıralı kombinasyonların pH değerleri AES1 4.90 ± 0.02 , AES2 4.82 ± 0.02 , AES1+O1 4.73 ± 0.01 , AES1+O2 4.97 ± 0.0 , AES2+O1 5.05 ± 0.0 , AES2+O2 4.80 ± 0.00 olarak hesaplanmıştır. Ozon uygulamalarının pH (domates suyu) değerleri incelendiğinde; O1 4.90 ± 0.02 , O2 4.96 ± 0.01 , O1+AES1 4.88 ± 0.01 , O1+AES2 4.75 ± 0.0 , O2+AES1 4.90 ± 0.01 ve O2+AES2 4.91 ± 0.0 olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında O2, AES1+O2, ve AES2+O1 uygulamaları pH değerinde (domates suyu) anlamlı düzeyde artış gösterirken; diğer uygulamalarda azalma tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Ozon ve alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates örnekleri pH değeri üzerine etkisi.

Farklı prosesler ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates suyunun °Briks derecesindeki değişimi incelendiğinde kontrol örneğinin °Briks değeri 1.77 ± 0.06 olarak tespit edilmiştir. Belirlenen prosesler altında domates örneklerin °Briks değeri 1.03 ± 0.06 ile 2.3 ± 0.10 değerleri arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.1).

En yüksek °Briks değeri AES2+O2 (2.3 ± 0.10) kombinasyon uygulaması ile proses edilen domates örneğinde gözlenirken; O2 (1.03 ± 0.06) kombinasyon uygulamasında ise en düşük °Briks değeri gözlenmiştir. Diğer uygulamaların °Briks değeri incelendiğinde AES1 uygulamasında 1.9 ± 0.1 , AES2'de 2.07 ± 0.11 , O1'de 2.17 ± 0.12 , AES1+O1'de 1.83 ± 0.06 , O1+AES1'de 2.0 ± 0.0 , AES2+O1'de 1.93 ± 0.06 ve O2+AES2'de ise 2.07 ± 0.06 olarak hesaplanmış ve kontrol örneğine kıyasla anlamlı düzeyde artışa neden olmuştur ($p<0.05$). O2, (1.03 ± 0.06), AES1+O2 (1.3 ± 0.0), AES2+O1 (1.67 ± 0.06), ve O1+AES2 (1.2 ± 0.0) uygulamalarında ise azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.3).



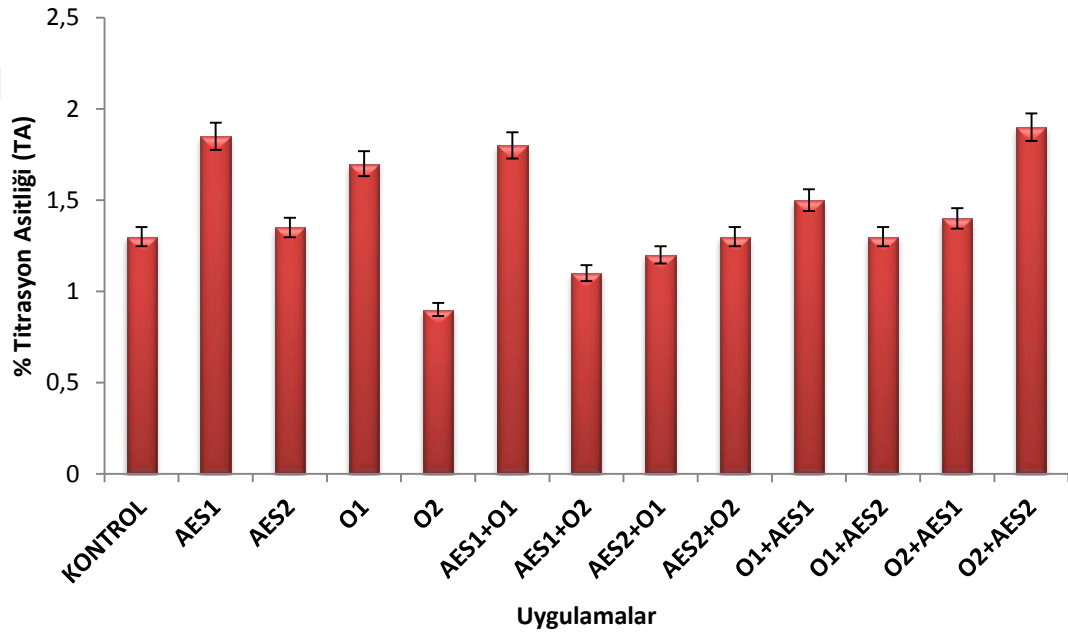
Şekil 4.3 Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates suyu °Briks değeri üzerine etkisi.

Kontrol örneğinin titrasyon asitliği (TA) miktarı $\%1.30\pm 0.10$ w/v olarak tespit edilmiştir. Belirlenen prosesler altında örneklerin TA değeri $\% 0.9\pm 0.00$ ile 1.9 ± 0.00 w/v aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.1). O2+AES2 uygulaması $\%1.9\pm 0.00$ w/v ile en yüksek değere sahip iken; $\% 0.9\pm 0.00$ w/v ile en düşük değere O2 uygulamasının sahip olduğu tespit edilmiştir.

AES1 uygulamasında $\% 1.85\pm 0.49$ w/v, AES2'de $\% 1.35\pm 0.07$ w/v, O1'de $\%1.7\pm 0.28$ w/v, O2'de $\% 0.9\pm 0.00$ w/v, AES1+O1'de $\% 1.8\pm 0.00$ w/v,

AES1+O2'de %1.1±0.00 w/v, AES2+O1'de % 1.2±0.00 w/v, AES2+O2'de % 1.3±0.00 w/v, O1+AES1'de % 1.5±0.14 w/v, O1+AES2'de % 1.3±0.14 w/v, AES2+O1'de % 1.4±0.14 w/v ve O2+AES2'de ise % 1.9±0.00 w/v olarak hesaplanmıştır.

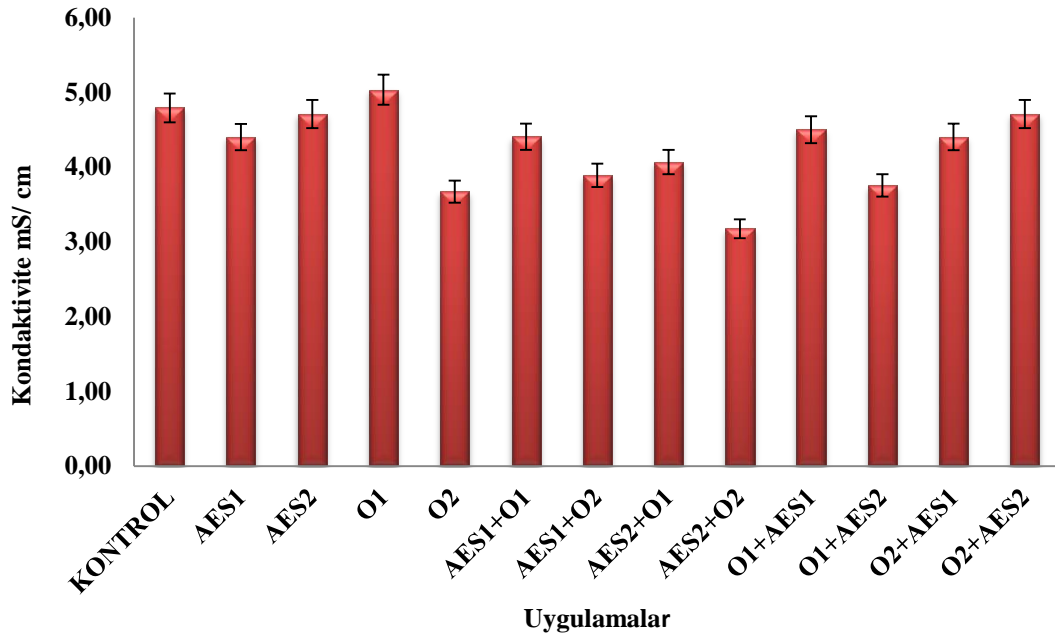
TA sonuçları incelendiğinde O1, AES1, AES1+O1, O1+AES1 ve O2+AES2 uygulanan örneklerin TA değerinde önemli bir artış gözlenirken ($p<0.05$), O2 uygulanan örneğin TA değeri diğerlerine kıyasla düşük tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Ozon ve alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates örnekleri % titrasyon asitliği (TA) değeri üzerine etkisi.

Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamaları ile proses edilen domateslerin iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Buna göre herhangi bir proses uygulanmamış kontrol örneklerinde ortalama iletkenlik değeri $4.79±0.11$ mS/cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). En düşük iletkenlik değeri $3.17±0.11$ mS/cm ile AES2+O2 uygulamasında ölçülürken, en büyük iletkenlik değeri $5.03±0.05$ mS/cm ile O1 uygulamasında görülmüştür.

Diğer uygulamaların domatesin iletkenliği üzerine etkileri ise şu şekilde belirlenmiştir; AES1 uygulamasında 4.40 ± 0.01 mS/cm, O2 uygulamasında 3.67 ± 0.0 mS/cm, AES1+O1 uygulamasında 4.41 ± 0.01 mS/cm, AES1+O2 uygulamasında 3.89 ± 0.0 mS/cm, AES2+O1 uygulamasında 4.07 ± 0.01 mS/cm, AES2+O2 uygulamasında 3.17 ± 0.01 mS/cm, O1+AES1 uygulamasında 4.50 ± 0.16 mS/cm, O1+AES2 uygulamasında 3.75 ± 0.01 mS/cm, O2+AES1 uygulamasında 4.40 ± 0.16 mS/cm ve O2+AES2 uygulamasında 4.71 ± 0.0 mS/cm olarak ölçülmüş ve kontrol örneğine kıyasla anlamlı düşüş tespit edilmiştir ($p < 0.05$). AES2 uygulamasında 4.71 ± 0.01 mS/cm ve O2+AES2 uygulamasında ise 4.71 ± 0.21 mS/cm olarak ölçülmüş ve önemli bir değişim görülmemiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates suyu kondaktivite (mS/cm) değeri üzerine etkisi.

Çileklerin raf ömrünün artırılması kapsamında dört hafta +4 °C’de depolanan çileklere 0.075 ppm, 0.15 ppm ve 0.25 ppm konsantrasyonlarda ve farklı süreli ozon uygulamış, düşük konsantrasyondaki 0.075 ppm ve 0.15 ppm ozon uygulanan örneklerde solunum hızının yavaşladığı gözlemlenirken; °Briks, elektriksel iletkenlik, pH ve renk ile birlikte tekstürel analizlerde de olumlu sonuçlar alınmıştır (Aday, 2011).

Arı (2015) elma sularını ozon uygulaması ile muamele etmiş ve biyoaktif bileşenlerine etkisini araştırmıştır. Kontrol grubu, pastörize edilmiş örnekler, 2 dk ve 5 dk ozon ile muamele edilmiş örneklerde en düşük pH değeri kontrol grubunda görülürken en yüksek pH değeri 5 dk ozon uygulamasında tespit edilmiştir. Titrasyon asitliği ve çözünür kuru madde miktarlarında bir değişim gözlenmemiştir.

Çavuşoğlu (2014) farklı dozda ozon uygulamasının brokoli, salatalık ve domatesin kalitesi üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında 0.005 ve 0.3 ppm dozda uygulanan ozonun domatesin % titrasyon asitliği değerinde önemli bir değişim meydana getirmediği sonucuna varmıştır.

4.1.2 Domates Dış Kabuğu ve Domates Pulp Rengi Ölçüm Sonuçları

Proses edilen domates örneklerinin dış kabuğu renk ölçümü yapılmış olup; L*, a* ve b* değerleri, toplam renk farkı (ΔE), kroma (C*), hue (h°) ve esmerleşme indeksi değerleri Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyinin L*, a*, b* ve ΔE (toplam renk değişimi) üzerine etkisi.

Uygulama	L*	a*	b*	ΔE (toplam renk değişimi)
K	36.29±1.21 ^{ab}	23.34±2.03 ^a	14.38±1.22 ^{ab}	2.42±0.56 ^b
AES1	36.86±1.56 ^{ab}	23.45±0.88 ^a	15.96±0.64 ^{ab}	2.83±0.67 ^b
AES2	36.44±0.76 ^{ab}	22.69±0.92 ^a	15.34±1.23 ^{ab}	2.95±0.69 ^b
O1	35.58±0.38 ^{ab}	21.45±0.64 ^a	14.25±0.42 ^{ab}	2.11±0.49 ^b
O2	31.61±0.98 ^c	11.74±2.45 ^b	10.44±1.56 ^{ab}	3.04±0.79 ^a
AES1+O1	37.84±2.03 ^a	19.72±0.85 ^a	15.14±1.08 ^{ab}	4.65±0.69 ^b
AES1+O2	33.39±0.96 ^{bc}	21.13±0.34 ^a	13.38±0.23 ^{bc}	3.00±0.44 ^b
AES2+O1	35.31±1.27 ^{ab}	21.76±2.15 ^a	14.00±1.05 ^{ab}	2.11±0.27 ^b
AES2+O2	36.06±0.10 ^{ab}	22.08±1.06 ^a	16.74±0.97 ^a	3.20±0.80 ^b
O1+AES1	35.79±0.91 ^{ab}	22.64±1.67 ^a	14.34±0.56 ^{ab}	1.66±0.60 ^b
O1+AES2	36.62±2.08 ^{ab}	21.13±1.78 ^a	14.63±1.69 ^{ab}	4.44±0.24 ^b
O2+AES1	35.50±0.97 ^{ab}	22.12±0.43 ^a	14.06±0.51 ^{ab}	1.56±0.53 ^b
O2+AES2	36.47±0.71 ^{ab}	23.92±1.16 ^a	15.24±0.13 ^{ab}	2.18±0.81 ^b

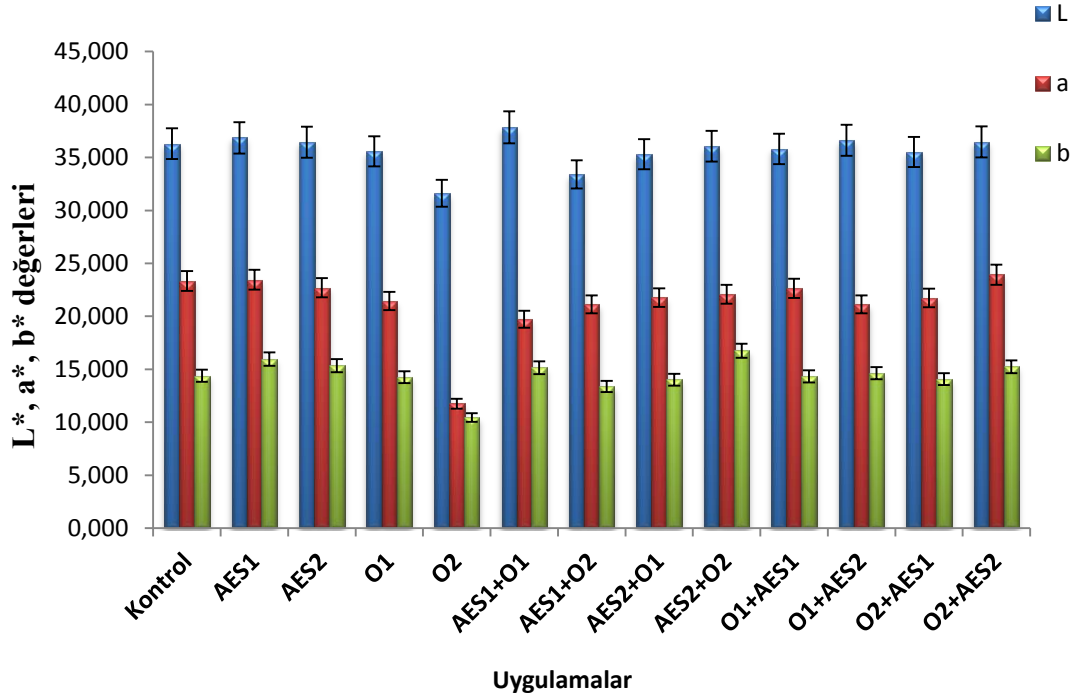
* Aynı sütunda farklı üstsel harflerle belirtilen sayımlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Uygulanan proseslerin ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domatesin dış kabuğu rengi üzerindeki etkisine bakmak için L^* , a^* ve b^* ölçümleri gerçekleştirilmiş, kontrol örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 36.29 ± 1.21 , 23.34 ± 2.03 ve 14.38 ± 1.22 bulunmuştur.

Proses edilen örneklerdeki L^* değeri 31.61 ± 0.98 ile 37.84 ± 2.03 arasında değişim göstermiştir. L^* değeri sonuçları incelendiğinde kontrol grubunda 36.29 ± 1.21 L^* değeri belirlenirken; O1 (35.58 ± 0.38), O2 (31.61 ± 0.98), AES1+O2 (33.39 ± 0.96), AES2+O1 (35.31 ± 1.27), AES2+O2 (36.06 ± 0.10), O1+AES1 (35.79 ± 0.91) ve O2+AES1 (35.50 ± 0.97) uygulamaları L^* değeri kontrol grubu L^* değerinin altında belirlenmiştir. AES1 (36.86 ± 1.56), AES2 (36.44 ± 0.76), AES1+O1 (37.84 ± 2.03^a), O1+AES2 (36.62 ± 2.08), O2+AES2 (36.47 ± 0.71) uygulamaları L^* değeri kontrol grubu L^* değerinin üzerinde tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile O2 (31.61 ± 0.98) diğer uygulamalara göre farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). O2 uygulaması ile L^* değerinin azalma kaydetmiştir (Şekil 4.6).

Domates dış kabuğu a^* değeri 11.74 ± 2.45 ile 23.92 ± 1.16 arasında değişim göstermiştir. Kontrol grubunda a^* değeri 23.34 ± 2.03 olarak belirlenirken; AES2 (22.69 ± 0.92), O1 (21.45 ± 0.64), O2 (11.74 ± 2.45) AES1+O1 (19.72 ± 0.85), E1+O2 (21.13 ± 0.34), AES2+O1 (21.76 ± 2.15), AES2+O2 (22.08 ± 1.06^a), O1+AES1 (22.64 ± 1.67), O1+AES2 (21.13 ± 1.78) ve O2+AES1 (22.12 ± 0.43) uygulamaları a^* değeri kontrol grubu a^* değerinin gerisinde kalmıştır (Şekil 4.6). O2 uygulamasının a^* değerinde önemli seviyede gerileme görülürken; diğer uygulamalara göre farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Proses edilen örneklerdeki b^* değeri 10.44 ± 1.56 ile 16.74 ± 0.97 arasında değişim göstermiştir. En yüksek b^* değeri AES2+O2 (16.74 ± 0.97) uygulamasında, en düşük b^* değeri ise O2 (10.44 ± 1.56) uygulamasında görülmüştür. O2 (10.44 ± 1.56) uygulaması ile b^* değerinin önemli seviyede azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyinin L*, a* ve b* değerleri üzerine etkisi.

Renk ölçümlerinde L*, a* ve b* değerleri parlaklık-matlık ve açık-koyu tonları göstermekte; L* değeri parlaklık (0: siyah renk, 100:beyaz renk), a* değeri (+) kırmızı ve (-) yeşil rengi; b* değerleri ise (+) sarı ve (-) yeşil rengi ifade etmektedir (Özcan, 1990). Hacı (2015); ozon uygulamasının incirin kalite özelliklerine etkisini araştırmış; örneklere 0, 5, 10, ve 15 dk süre ile ozon uygulanmıştır. Çalışmada ozon uygulamasının renk değişimini yavaşlattığı ve parlaklığı daha uzun süre koruduğu görülmüştür. Satsuma mandarinine hasat sonrası suda (3, 5 ve 10 mg/Nm³ su) ve havada (25, 50, ve 75 mg/Nm³) farklı dozlarda uygulanan ozonun meyvenin kabuğunun L*, a*, b* ve a*/b* değerleri üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır (Şahan, 2011). Ozon uygulamasının renk açısından olumsuz bir etki yaratmadığı, kontrol grubu ve ozon uygulanmış meyvelerin kabuk rengi değerleri arasında önemli bir farklılık gözlenmediği rapor edilmiştir (Koyuncu vd., 2005). Farklı dozlarda suya ve havaya uygulanan ozonun nar meyvesinde tanelerin b* değerine etkisi anlamlı bulunurken; L* ve a* değerleri üzerinde istatistiksel açıdan önem arz etmediği belirtilmiştir (Billor, 2017).

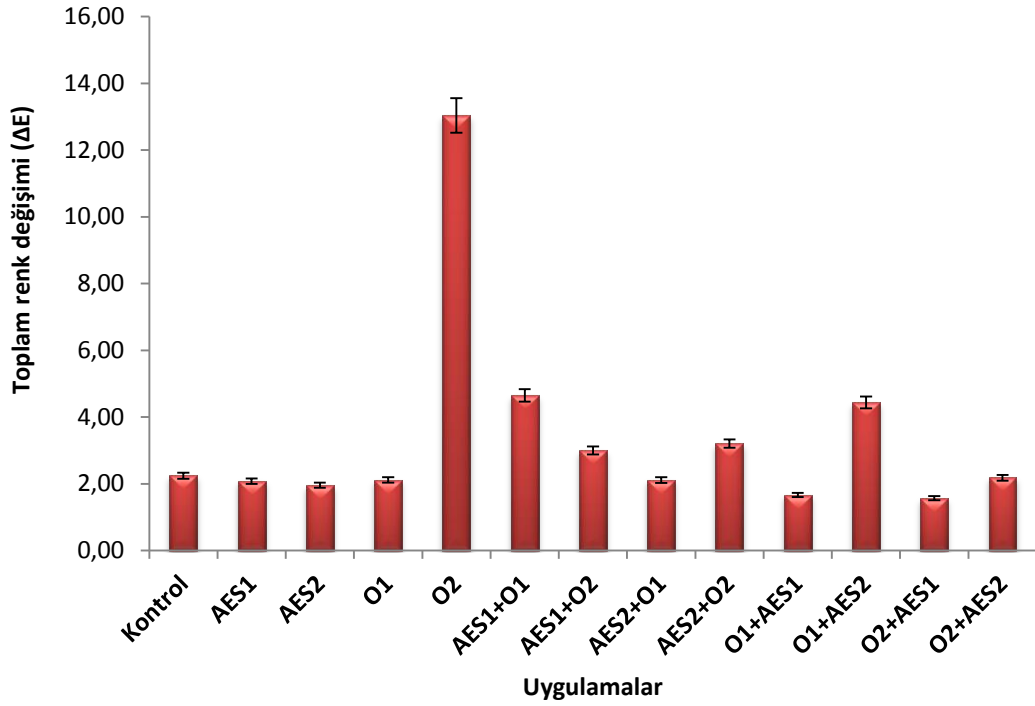
Izumi (1999) nötrale elektrolize suyun (pH 6-8 ve 20 mg/L aktif klor) taze kesilmiş sebzelerin yüzey rengi ve genel görünümü üzerinde kayda değer bir etkisinin olmadığını belirtmiştir.

Ozon uygulamasının şeftali (Badiani vd., 1996) ve havuç (Liew ve Prange, 1994) gibi ürünlerin yüzey rengini değiştirdiği rapor edilmiştir. 1 ppm ve 0.5 ppm ozon uygulanan kirazlarda 6 haftalık depolama sonunda kabuk rengi değişimi incelenmiş, doz uygulamalarındaki farklılık kirazların kabuk rengi L* ve a* değerleri için önemli arz etmez iken, b* değeri için önemli olduğu belirtilmiştir (Çağatay, 2006). 0.15 ppm, 0.25 ppm ve ppm konsantrasyonlarda uygulanan ozonun depolama süresi boyunca çilek rengindeki etkisi üzerine yapılan çalışmada L* değerinin kontrol grubunda azalma gösterirken, ozon uygulanan çileklerde arttığı rapor edilmiştir. Yapılan çalışmada istatistiksel açıdan sürenin etkisi önemsiz olduğu, konsantrasyon ve zaman intereksiyonu önemli bulunmuştur (Aday, 2011). Ozonun portakal suyuna uygulanması sonrası renk degradasyonu tespit edilmiştir (Tiwari vd., 2008).

Rapor çalışmasında sabit konsantrasyonda, farklı sürelerde uygulanan ozon domates yüzeyi L*, a* ve b* değerlerinde azalmaya sebep olurken; ozon uygulaması ile domates renginde görülen degradasyonlar literatür ile paralel sonuçlanmıştır. Daha fazla parçalanmaya sebep olan yüksek konsantrasyondaki ozonun yüksek oksidasyon potansiyeli kaynaklı polifenollerini parçaladığı, ayrıca çilekteki antosiyaninlerin yapısında parçalanmaya sebep olduğu belirtilmiştir (Aday, 2011).

Kontrol örneğinin toplam renk değişimi 2.42 ± 0.56 olup; ozon ve alkali elektrodialize su ve bunların kombinasyonlarının sonucunda domatesin dış kabuk örneklerinin ΔE değerleri 1.56 ± 0.53 ile 4.65 ± 0.69 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.2). Toplam renk değişim değeri sonuçları incelendiğinde kontrol grubunun 2.42 ± 0.56 olan ΔE değeri ile AES1 (2.83 ± 0.67), AES2 (2.95 ± 0.69), O1 (2.11 ± 0.49), AES1+O1 (4.65 ± 0.69), AES1+O2 (3.00 ± 0.44), AES2+O1 (2.11 ± 0.27), AES2+O2 (3.20 ± 0.80), O1+AES1 (1.66 ± 0.60), O1+O2 (4.44 ± 0.24), O2+AES1 (1.56 ± 0.53) ve O2+AES2 (2.18 ± 0.81) uygulamaları ΔE değerleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Ancak O2 (13.04 ± 0.79) uygulamasının kontrol örneği ΔE değerine göre anlamlı derecede yüksek görülmüştür ($p < 0.05$).

Sonuç olarak elektrolize su uygulamaları domates yüzeyinin renk kalitesi üzerinde önemli bir değişim göstermezken 17.2 g/m^3 konsantrasyon ve 12 dk ozon uygulamasının (O2) domates yüzeyindeki toplam renk değişiminde etkin rol oynadığı ve kontrol örnekleriyle kıyaslandığında renk değişiminin yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyi toplam renk değişimi (ΔE) üzerine etkisi.

Çizelge 4.3. Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyinin C^* , h° ve esmerleşme indeksi (BI) üzerine etkisi.

Uygulama	C^*	h°	Esmerleşme İndeksi (BI)
K	27.43±2.13 ^a	1.41±0.16 ^a	94.78±4.92 ^a
AES1	28.36±1.08 ^a	1.23±0.02 ^{abc}	96.23±3.28 ^a
AES2	27.40±1.45 ^a	1.24±0.06 ^{abc}	96.09±5.66 ^a
O1	25.76±0.39 ^a	1.27±0.09 ^{abc}	92.42±1.38 ^a
O2	15.74±2.73 ^b	0.80±0.19 ^d	65.80±10.04 ^b
AES1+O1	24.87±1.33 ^a	1.03±0.04 ^{cd}	87.20±2.62 ^a
AES1+O2	25.01±0.41 ^a	1.36±0.01 ^a	92.64±1.32 ^a
AES2+O1	25.88±2.37 ^a	1.33±0.05 ^{abc}	92.46±6.25 ^a

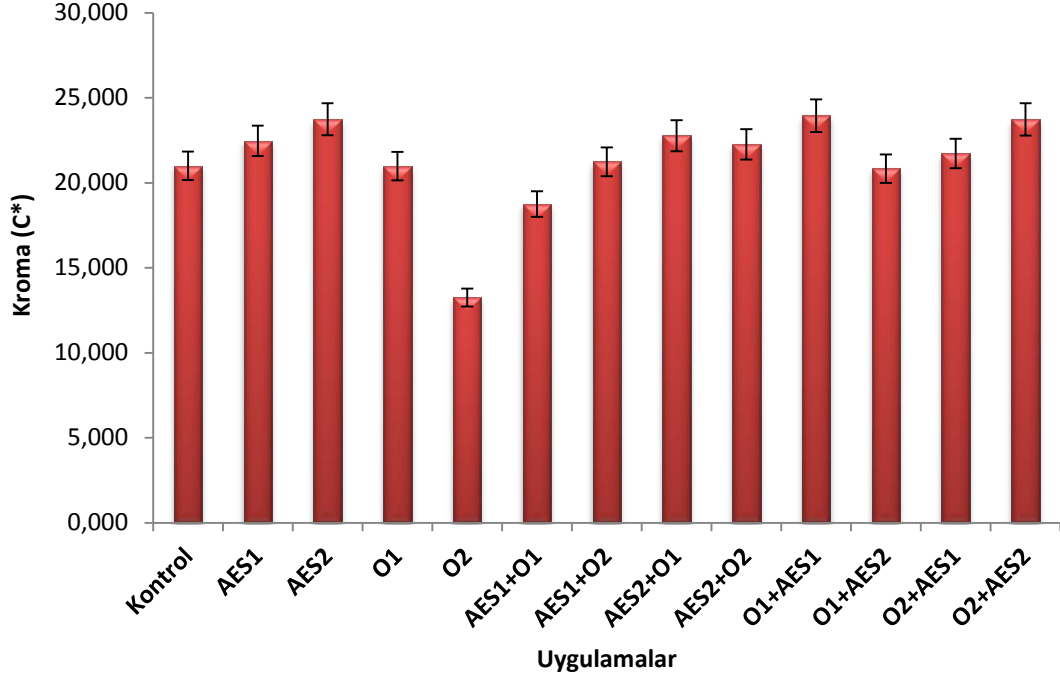
Çizelge 4.3 (devam)

Uygulama	C*	h°	Esmerleşme İndeksi (BI)
AES2+O2	27.73±0.59 ^a	1.05±0.15 ^{bcd}	99.81±3.06 ^a
O1+AES1	26.80±1.70 ^a	1.36±0.06 ^a	92.60±2.68 ^a
O1+AES2	25.71±2.39 ^a	1.21±0.08 ^{abc}	99.93±3.70 ^a
O2+AES1	26.21±0.45 ^a	1.35±0.07 ^{ab}	92.79±1.76 ^a
O2+AES2	28.37±1.03 ^a	1.25±0.07 ^{ab}	95.05±0.78 ^a

*Aynı sütunda farklı üstsel harflerle belirtilen sayımlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Domates dış kabuğu örneklerinin kroma değeri (C*) Çizelge 4.3' de gösterilmiştir. Kontrol örneğinde C* 27.43±2.13 bulunmuş olup, domates örneklerinin belirlenen prosesler altında kroma değerleri 15.74±2.73 ile 28.37±1.03 arasında değişim göstermiştir.

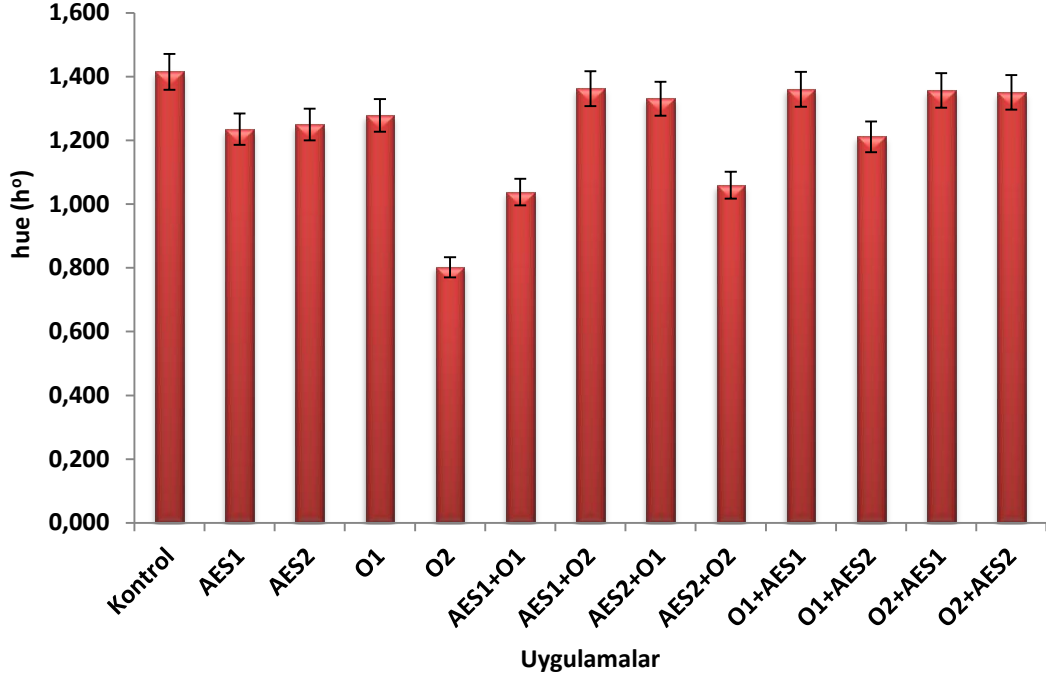
En yüksek C* değerine O2+AES2 uygulamasında ulaşılrken; 17.2 g/m³ konsantrasyon ve 12 dk ozon uygulamasının (O2) C* değeri ise anlamlı derecede en düşük olarak saptanmıştır (Şekil 4.8). C* değeri sonuçları incelendiğinde kontrol grubu 27.43±2.13 C* değeri ile AES1 (28.36±1.08), AES2 (27.40±1.45), O1 (25.76±0.39), AES1+O1 (24.87±1.33), AES1+O2 (25.01±0.41), AES2+O1 (25.88±2.37), AES2+O2 (27.73±0.59), O1+AES1 (26.80±1.70), O1+AES2 (25.71±2.39), O2+AES1 (26.21±0.45) ve O2+AES2 (28.37±1.03) uygulamaları C* değeri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p>0.05) (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyi kroma (C*) değeri üzerine etkisi.

Kontrol örneğinin h° değeri 1.41 ± 0.16 olarak hesaplanmış; belirlenen proseslerin uygulandığı domates örneklerinin h° değeri 0.80 ± 0.19 ile 1.41 ± 0.16 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.3). En yüksek h° değeri kontrol örneğinde gözlenirken; en düşük h° değerine sahip örnek ise O2 (0.80 ± 0.19) uygulaması gerçekleştirilen örnekte görülmüştür (Şekil 4.9).

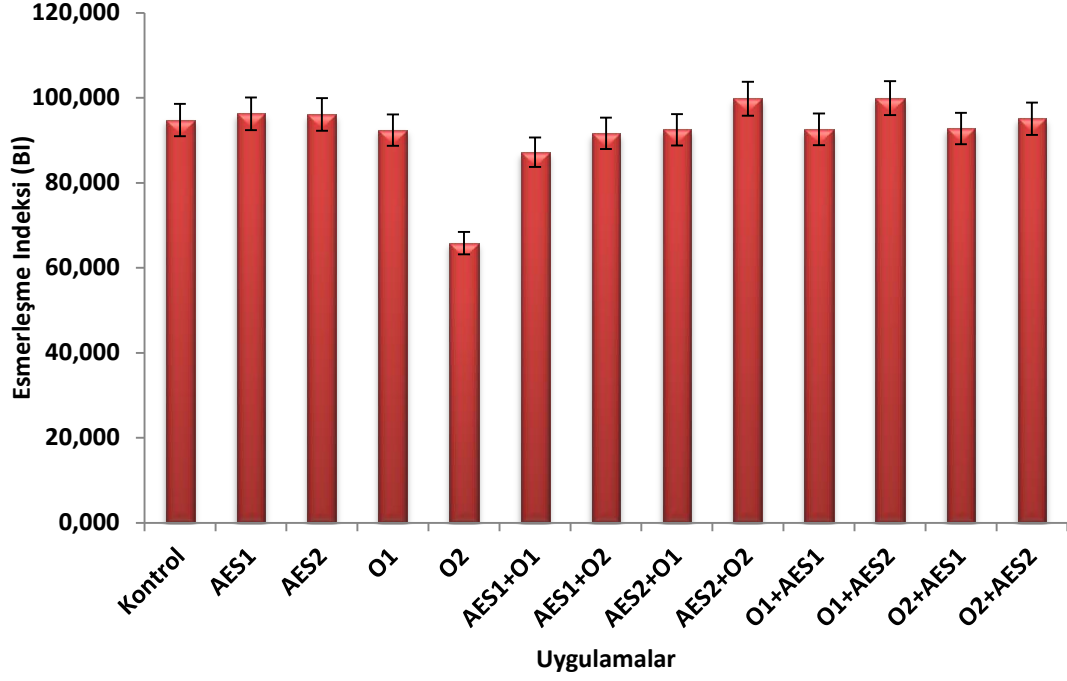
Hue değeri sonuçları incelendiğinde kontrol grubu 1.41 ± 0.16 değeri ile AES1 (1.23 ± 0.02), AES2 (1.24 ± 0.06), O1 (1.27 ± 0.09), AES1+O1 (1.03 ± 0.04), AES1+O2 (1.36 ± 0.01), AES2+O1 (1.33 ± 0.05), AES2+O2 (1.05 ± 0.15), O1+AES1 (1.36 ± 0.06), O1+AES2 (1.21 ± 0.08), O2+AES1 (1.35 ± 0.07) ve O2+AES2 (1.25 ± 0.07) uygulamaları h° değeri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Kontrol grubu 1.43 ± 0.12 h° değeri ile O2 (0.70 ± 0.20) uygulamalara göre anlamlı derecede düşük tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyi hue (h°) değeri üzerine etkisi.

Domates dış kabuğu örneklerinin esmerleşme indeksi değeri Çizelge 4.3' de gösterilmiştir. Ozon, AES uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyi esmerleşme indeksi (BI) değerleri 65.80±10.04 ile 99.81±3.06 arasında değişim göstermiştir.

Kontrol örneği (94.78±4.92) ile AES1 (96.23±3.28), AES2 (96.09±5.66), O1 (92.42±1.38), AES1+O1 (87.20±2.62), AES1+O2 (92.64±1.32), AES2+O1 (92.46±6.25), AES2+O2 (99.81±3.06), O1+AES1 (92.60±2.68), O1+AES2 (99.93±3.70), O2+AES1 (92.79±1.76) ve O2+AES2 (95.05±0.78) örnekleri karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Esmerleşme indeksi değeri sonuçları incelendiğinde kontrol grubu 94.78±4.92 esmerleşme indeksi değeri ile O2 (65.80±10.04) uygulamalara göre farklılığın anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Kontrol grubunun esmerleşme indeksi değeri O2 değerine göre daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates yüzeyi esmerleşme indeksi (BI) üzerine etkisi.

Ozon, AES ve bu iki uygulamanın kombinasyonunun domatesin pulpu renk kalitesine etkileri incelenmiştir. Uygulamaların domates pulpunun L^* , a^* ve b^* değerleri Çizelge 4.4' de belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpunun L^* , a^* , b^* ve ΔE (toplam renk değişimi) üzerine etkisi.

Uygulama	L^*	a^*	b^*	ΔE (toplam renk değişimi)
K	32.37±0.5 ^j	37.66±0.02 ^{bcd}	26.61±0.19 ^g	0.00±0.00 ^e
AES1	36.26±0.2 ^b	39.08±0.05 ^a	28.84±0.07 ^c	4.70±0.08 ^b
AES2	33.20±0.3 ^h	35.13±1.69 ^{fg}	27.25±0.06 ^f	2.84±1.43 ^c
O1	31.89±0.2 ^k	36.51±0.06 ^{def}	31.44±0.17 ^a	4.99±0.18 ^{ab}
O2	32.81±0.3 ⁱ	36.62±0.03 ^{de}	28.36±0.14 ^d	2.08±0.09 ^{cd}
AES1+O1	34.11±0.5 ^d	36.57±0.04 ^{de}	26.01±0.08 ^h	2.14±0.03 ^{cd}
AES1+O2	30.59±0.1 ^l	38.98±0.04 ^{ab}	30.91±0.14 ^b	4.84±0.12 ^{ab}
AES2+O1	33.88±0.1 ^e	33.92±0.03 ^g	27.84±0.18 ^c	4.21±0.08 ^b
AES2+O2	33.71±0.1 ^f	35.31±0.03 ^{efg}	30.71±0.15 ^b	4.91±0.14 ^{ab}
O1+AES1	33.37±0.2 ^g	38.10±0.04 ^{abc}	27.38±0.07 ^f	1.34±0.05 ^d

Çizelge 4.4. (devam)

Uygulama	L*	a*	b*	ΔE (toplam renk değişimi)
O1+AES2	33.80±0.2 ^{ef}	36.73±0.03 ^{cd}	25.10±0.06 ⁱ	2.27±0.06 ^{cd}
O2+AES1	34.36±0.1 ^c	34.27±0.05 ^g	25.57±0.6 ⁱ	4.06±0.05 ^b
O2+AES2	37.62±0.3 ^a	34.87±0.02 ^g	24.44±0.14 ^f	6.00±0.04 ^a

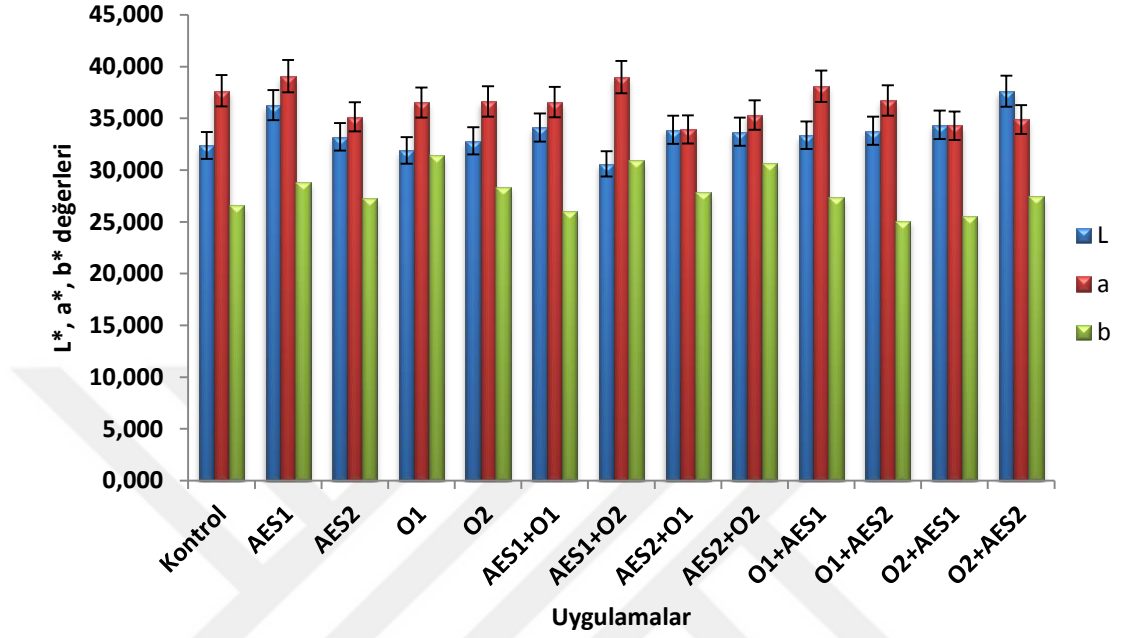
*Aynı sütunda farklı üstsel harflerle belirtilen sayımlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Uygulanan proseslerin ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpunun rengi üzerindeki etkisini incelemek için L*, a* ve b* ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kontrol örneklerinin L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 32.37±0.5, 37.66±0.02 ve 26.61±0.19 bulunmuştur (Çizelge 4.4). Proses edilen örneklerdeki L* değeri 30.59±0.1 ile 37.62±0.3 arasında değişim göstermiştir. L* değeri sonuçları incelendiğinde AES1 (36.26±0.2), AES2 (33.20±0.3), O2 (32.81±0.3), AES1+O1 (34.11±0.5), AES2+O1 (33.88±0.1), AES2+O2 (33.71±0.1), O1+AES1 (33.37±0.2), O1+AES2 (33.80±0.2), O2+AES1 (34.36±0.1) ve O2+AES2 (37.62±0.3) uygulamaları L* değerlerinin kontrol grubu (32.37±0.5) L* değerine kıyasla yüksek belirlenirken; O1 (31.89±0.2) ve AES1+O2 (30.59±0.1) uygulamaları L* değeri düşük tespit edilmiştir (p<0.05) (Şekil 4.11).

Proses edilen örneklerdeki a* değeri 24.27±0.05 ile 39.08±0.05 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.4). AES1 uygulaması sonrası a* değeri (39.08±0.05) kontrol örneğinin (37.66±0.02) üzerinde belirlenirken; diğer tüm uygulamalar sonrası gerileme kaydetmiştir (p<0.05) (Şekil 4.11). O1 (36.51±0.06), O2 (36.62±0.03), AES2 (35.13±1.69) ve uygulamaların sıralı kombinasyonları AES1+O1 (36.57±0.04), AES1+O2 (38.98±0.04), AES2+O1 (33.92±0.03), AES2+O2 (35.31±0.03), O1+AES1 (38.10±0.04), O1+AES2 (36.73±0.03), O2+AES1 (34.27±0.05) ve O2+AES2 (34.87±0.02) a* değeri kontrol grubu a* değerine kıyasla anlamlı derecede düşük tespit edilmiştir (p<0.05) (Şekil 4.11).

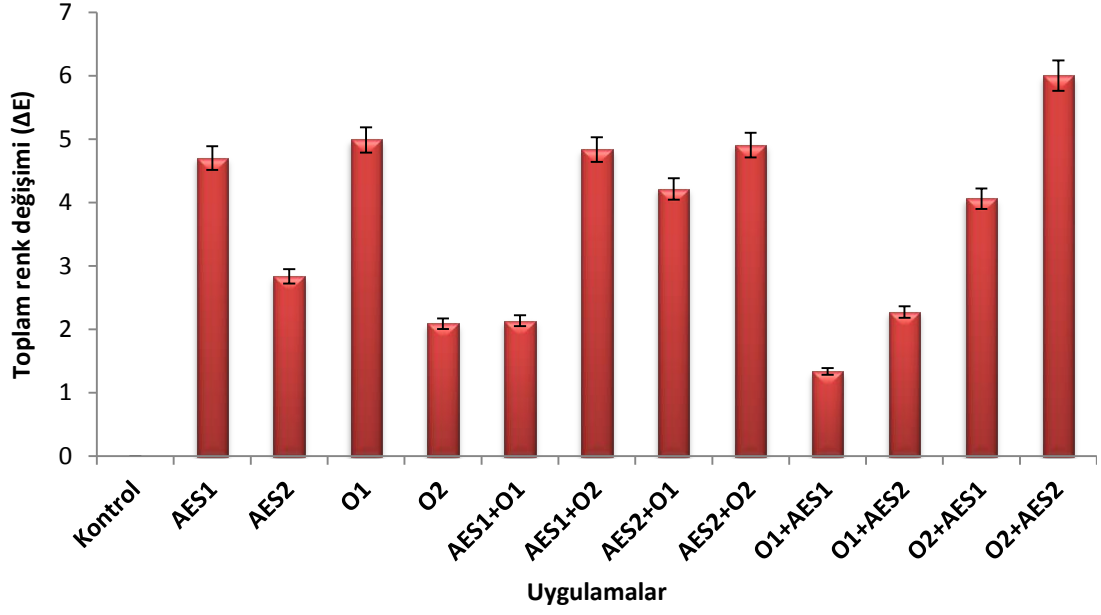
Proses edilen örneklerdeki b* değeri 24.44±0.14 ile 31.44±0.17 arasında değişim göstermiştir. AES1+O1 (26.01±0.08), O1+AES2 (25.10±0.06), O2+AES1 (25.57±0.6) ve O2+AES2 (24.44±0.14) uygulamaları kontrol örneğine (26.61±0.19) kıyasla anlamlı derecede düşük iken; AES1 (28.84±0.07), AES2 (27.25±0.06) O1 (31.44±0.17), O2 (28.36±0.14) uygulamaları ile AES1+O2 (30.91±0.14), AES2+O1

(27.84±0.18), AES2+O2 (30.71±0.15), ve O1+AES1 (27.38±0.07) kombinasyon uygulamaları ise anlamlı derecede yüksek tespit edilmiştir (p<0.05) (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpu L*, a*, b* değeri üzerine etkisi.

Kontrol örneğinin ΔE değeri 0.00 ± 0.00 olup ozon ve alkali elektrodiyalize su ve bunların kombinasyonlarının sonucunda domates pulpu örneklerinin toplam renk değişimi değerleri 1.34 ± 0.05 ile 6.00 ± 0.04 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.4). Toplam renk değişimi değeri sonuçları incelendiğinde kontrol grubuna (0.00 ± 0.00) kıyasla AES1 (4.70 ± 0.08), AES2 (2.84 ± 1.43), O1 (4.99 ± 0.18), O2 (2.08 ± 0.09), AES1+O1 (2.14 ± 0.0), AES1+O2 (4.84 ± 0.12), AES2+O1 (4.21 ± 0.08), AES2+O2 (4.91 ± 0.14), O1+AES1 (1.34 ± 0.05), O1+AES2 (2.27 ± 0.06), O2+AES1 (4.06 ± 0.05) ve O2+AES2 (6.00 ± 0.04) uygulamaları sonrası anlamlı bir artış gözlenmemiştir (p<0.05).



Şekil 4.12 Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpunun toplam renk değişimi (ΔE) üzerine etkisi.

Keskin (2015) çalışmasında ozon uygulamasının vişne suyu L^* ve b^* değerinin yükselmesine sebep olduğu; vişne suyunun toplam renk değişiminde ozon uygulamalarının önem arz ettiği ve kontrol örneğine kıyasla toplam renk değişimini düşürdüğü sonucuna ulaşmıştır. Arı (2015) elma suları kontrol örneklerinde L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 20.21, 0.25, ve 2.40 ölçülürken; 2 ve 5 dk ozon uygulaması sonrası değerler 41.56, 15.57, ve 43.84 olarak bulunmuştur. Ozonlama ile L^* , a^* ve b^* değerleri artış göstermiş, elma sularının kontrol örneğine kıyasla daha açık renkli olduğu rapor edilmiştir.

Çizelge 4.5. Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpunun C^* , h° ve esmerleşme indeksi (BI) üzerine etkisi.

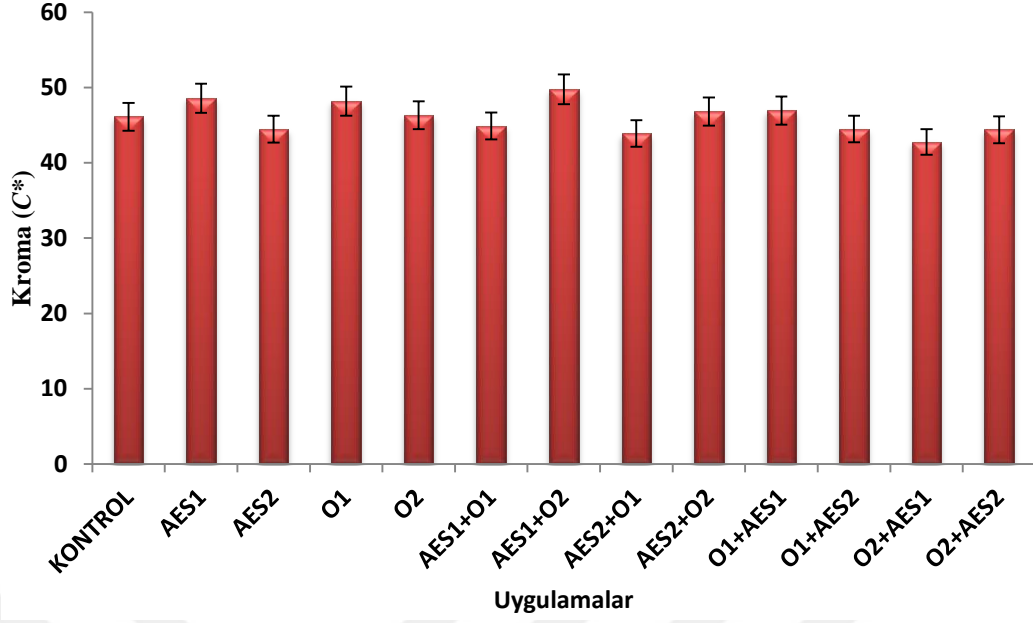
Uygulama	C^*	h°	Esmerleşme İndeksi (BI)
K	46.11±0.13 ^c	1.71±0.01 ^a	210.70±1.69 ^e
AES1	48.57±0.08 ^b	1.09±0.02 ^d	199.74±1.34 ^h
AES2	44.47±1.32 ^d	1.01±0.08 ^{edf}	205.69±1.84 ^{fg}
O1	48.18±0.08 ^b	0.86±0.01 ^h	260.29±1.75 ^b
O2	46.32±0.11 ^c	1.02±0.01 ^e	220.59±1.55 ^d

Çizelge 4.5 (devam)

Uygulama	C*	h°	Esmerleşme İndeksi (BI)
AES1+O1	44.88±0.06 ^d	1.22±0.01 ^b	190.96±0.59 ⁱ
AES1+O2	49.75±0.08 ^a	0.98±0.01 ^f	273.36±1.73 ^a
AES2+O1	43.88±0.09 ^d	0.93±0.01 ^g	203.22±1.28 ^{gh}
AES2+O2	46.79±0.08 ^c	0.84±0.02 ^h	231.66±1.48 ^c
O1+AES1	46.92±0.03 ^c	1.14±0.01 ^c	209.39±0.50 ^{ef}
O1+AES2	44.48±0.05 ^d	1.23±0.01 ^b	186.68±0.58 ^j
O2+AES1	42.76±0.06 ^e	1.08±0.01 ^d	182.75±0.53 ^k
O2+AES2	44.37±0.08 ^d	0.99±0.01 ^f	175.51±0.87 ^l

*Aynı sütunda farklı üstsel harflerle belirtilen sayımlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

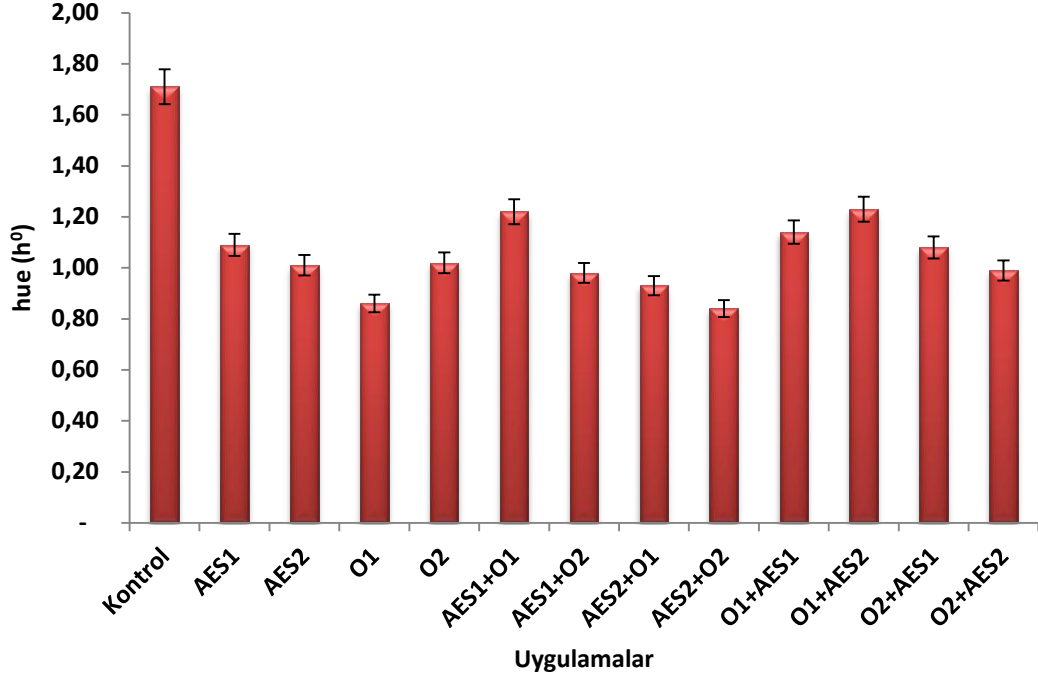
Domates dış kabuğu örneklerinin C* değeri Çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Kontrol örneği C* değeri 46.11±0.13 bulunmuştur. Domates örneklerinin belirlenen prosesler altında C* değerleri 42.76±0.06 ile 49.75±0.08 arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.13). C* değeri sonuçları incelendiğinde AES2 (44.47±1.32), AES1+O1 (44.88±0.06), AES2+O1 (43.88±0.09), O1+AES2(44.48±0.05), O1+AES2 (44.49±0.05), O2+AES1 (42.76±0.06) ve O2+AES2 (44.37±0.08) uygulamaları C* değeri kontrol grubu 46.11±0.13 C* değerinden anlamlı derecede düşük gözlenmemiştir (p<0.05). O2 (46.32±0.11), AES2+O2 (46.79±0.08) ve O1+AES1 (46.92±0.03) uygulamalarında ise istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür (p>0.05).



Şekil 4.13 Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpu C* değeri üzerine etkisi.

Kontrol örneğinin h° değeri 1.71 ± 0.01 olarak hesaplanmış; proses edilen domates örneklerinin hue değeri ise 0.84 ± 0.02 ile 1.23 ± 0.01 arasında bulunmuştur. En yüksek h° değeri 1.71 ± 0.01 ile kontrol örneğinde gözlenirken; en düşük h° değerine sahip örnek ise AES2+O2 uygulaması gerçekleştirilen örnekte görülmüştür.

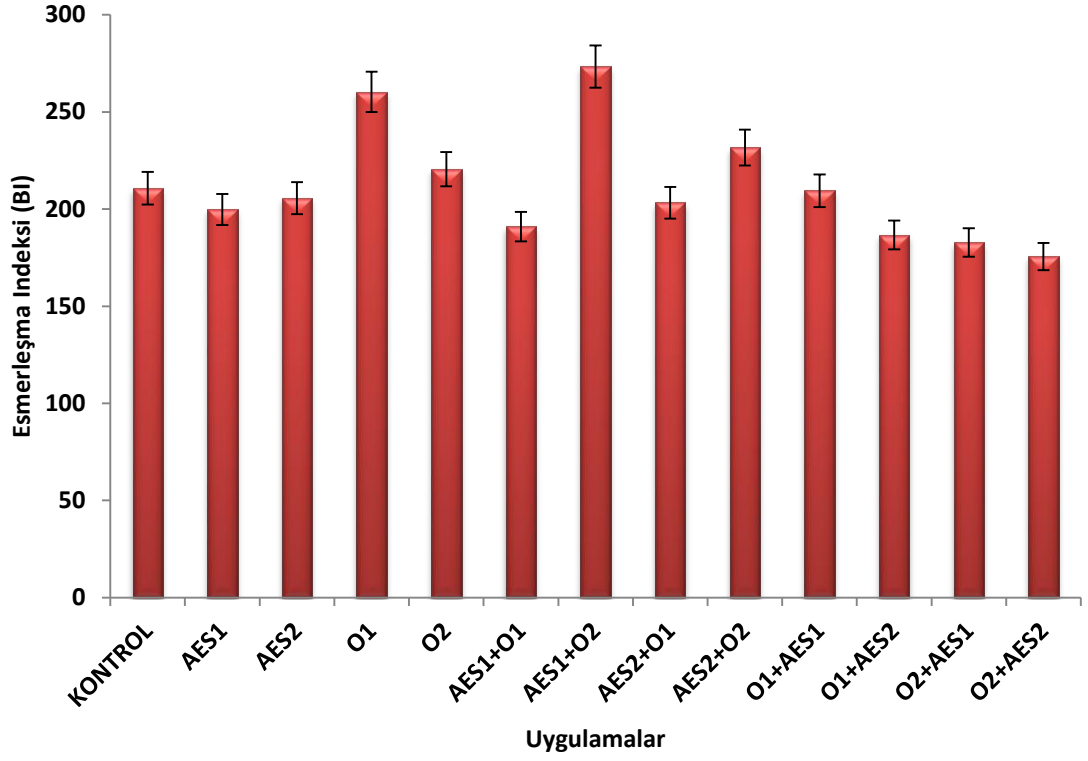
Hue değeri sonuçları incelendiğinde AES1 (1.09 ± 0.02), AES2 (1.01 ± 0.08), O1 (0.86 ± 0.01), O2 (1.02 ± 0.01), AES1+O1 (1.22 ± 0.01), AES1+O2 (0.98 ± 0.01), AES2+O1 (0.93 ± 0.01), AES2+O2 (0.84 ± 0.02), O1+AES1 (1.14 ± 0.01), O1+AES2 (1.23 ± 0.01), O2+AES1 (1.08 ± 0.01) ve O2+AES2 (0.99 ± 0.01) uygulamalarının kontrol değeri h° değerinde anlamlı bir düşüşe neden olmuştur ($p < 0.05$) (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpu h° değeri üzerine etkisi.

Domates pulpu örneklerinin esmerleşme indeksi değeri Çizelge 4.5' de gösterilmiştir. Ozon, elektrolize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpu esmerleşme indeksi (BI) değerleri 175.51 ± 0.87 ile 273.36 ± 1.73 arasında değişim göstermiştir.

Kontrol örneğine (210.70 ± 1.69) kıyasla ile AES1(199.74 ± 1.34), AES2(205.69 ± 1.84), AES1+O1 (190.96 ± 0.59), AES2+O1 (203.22 ± 1.28), O1+AES1 (209.39 ± 0.50), O1+AES2 (186.68 ± 0.58), O2+AES1 (182.75 ± 0.53) ve O2+AES2 (175.51 ± 0.87) uygulamalarında BI değeri anlamlı derecede düşük izlenirken; O1 (260.29 ± 1.75), O2 (220.59 ± 1.55), AES1+O2 (273.36 ± 1.73), AES2+O2 (231.66 ± 1.48) uygulamalarında ise anlamlı derecede artış göstermiştir ($p < 0.05$) (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates pulpu esmerleşme indeksi (BI) değeri üzerine etkisi.

4.1.3 Toplam Antioksidan Madde Miktarı, Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Toplam Likopen Miktarı

Ozon, AES uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamaları ile proses edilen domateslerin uygulamalar sonrasında toplam antioksidan madde miktarı, toplam fenolik madde miktarı ve toplam likopen madde miktarı değerleri ölçülmüş ve sonuçlar Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Ozon, alkali elektrodiyalize su ve bu iki prosesin kombinasyonlarının domatesin kalite özelliklerinin üzerinde etkisi.

Uygulama	Toplam antioksidan madde miktarı (%)	Toplam fenolik madde miktarı (mg/mL)	Toplam likopen madde miktarı (mg/g)
K	39.08±5.34 ^a	0.87±0.02 ^a	11.54±0.09 ^a
AES1	34.74±0.10 ^{ab}	0.85±0.02 ^a	9.23±0.00 ^e
AES2	28.13±10.36 ^{ab}	0.59±0.20 ^a	7.39±0.00 ^j

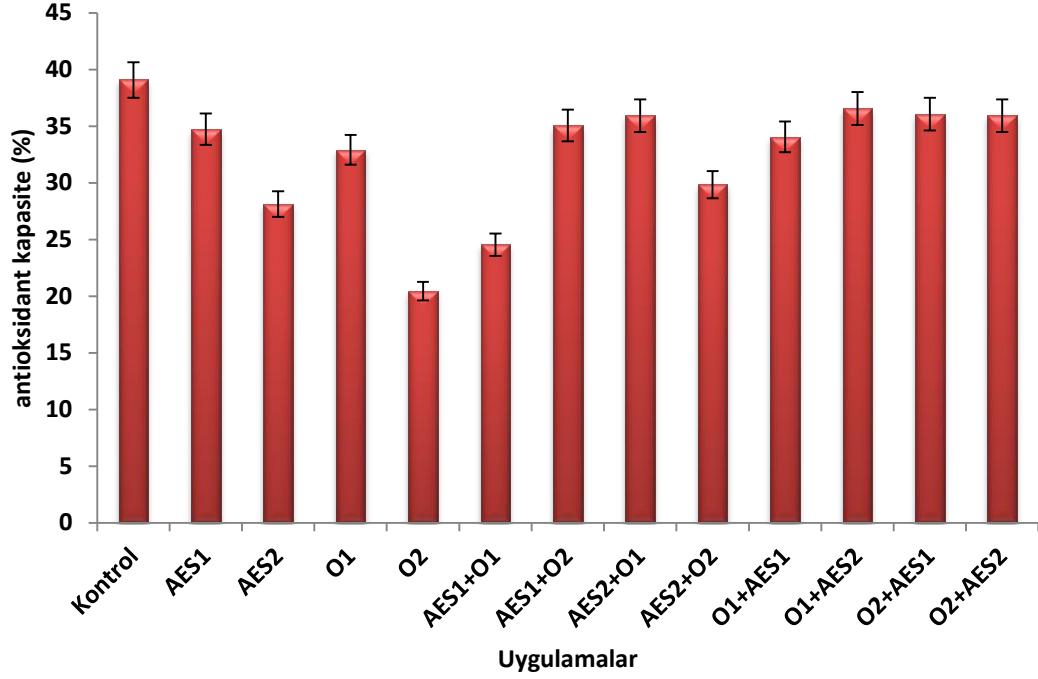
Çizelge 4.6. (devam)

Uygulama	Toplam antioksidan madde miktarı (%)	Toplam fenolik madde miktarı (mg/mL)	Toplam likopen madde miktarı (mg/g)
O1	32.91±0.76 ^{ab}	0.65±0.22 ^a	11.20±0.00 ^b
O2	20.45±13.88 ^b	0.59±0.25 ^a	8.82±0.08 ^{fg}
AES1+O1	24.54±8.04 ^{ab}	0.55±0.26 ^a	8.08±0.09 ^h
AES1+O2	35.05±0.33 ^{ab}	0.57±0.25 ^a	8.72±0.09 ^g
AES2+O1	35.93±0.61 ^{ab}	0.55±0.23 ^a	10.56±0.00 ^c
AES2+O2	29.83±5.00 ^{ab}	0.59±0.28 ^a	8.81±0.00 ^{fg}
O1+AES1	34.05±1.57 ^{ab}	0.60±0.29 ^a	9.66±0.00 ^d
O1+AES2	36.56±0.65 ^{ab}	0.25±0.02 ^a	8.98±0.00 ^f
O2+AES1	36.06±0.44 ^{ab}	0.52±0.20 ^a	11.68±0.17 ^a
O2+AES2	35.93±0.79 ^{ab}	0.61±0.31 ^a	7.82±0.09 ⁱ

*Aynı sütunda farklı üstsel harflerle belirtilen sayımlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Belirlenen proseslerin domates örneğinin toplam antioksidan kapasitesi (%) üzerindeki etkisinin değerlendirildiği analizlerde kontrol örneğinin toplam antioksidan kapasitesi % 39.08±5.34 olarak ölçülmüştür. Uygulanan prosesler sonucunda örneklerin toplam antioksidan kapasitesi % 20.45±13.88 ile % 36.56±0.65 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.6).

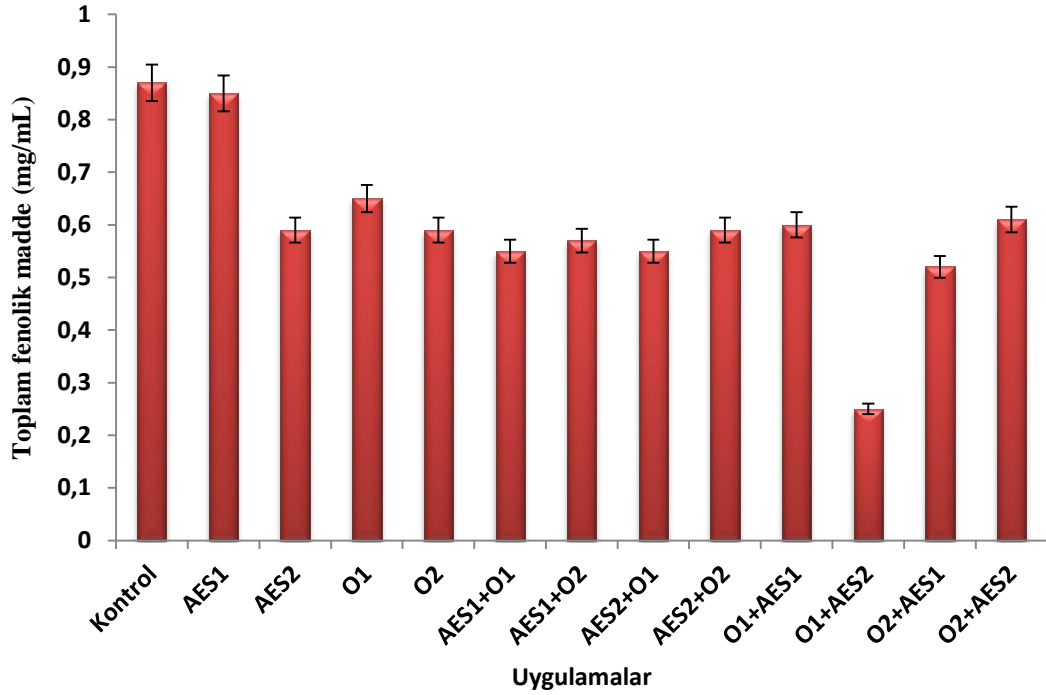
Toplam antioksidan kapasitesi sonuçları incelendiğinde; kontrol grubunun % antioksidan kapasitesine (39.08±5.34) kıyasla AES1 (34.74±0.10), AES2 (28.13±10.36), O1 (32.91±0.76), O2 (20.45±13.88) ve bu uygulamaların sıralı kombinasyonları AES1+O1 (24.54±8.04), AES1+O2 (35.05±0.33), AES2+O1 (35.93±0.61) AES2+O2 (29.83±5.00), O1+AES1 (34.05±1.57), O1+AES2 (36.56±0.65), O2+AES1 (36.06±0.44) ve O2+AES2 (35.93±0.79) örnekleri karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p>0.05). Kontrol grubunun toplam antioksidan kapasitesinde tüm uygulamalarda kısmen azalma tespit edilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates toplam antioksidan kapasitesi (%) üzerine etkisi.

Güçlü oksitleyici etkiye sahip olan ozonun antioksidan bileşenlerinde kayıplara yol açarken (Karaca ve Velioglu, 2007); meyvelerin C vitamini içeriğini azaltmaktadır (Alothman vd, 2010). Yapılan bir çalışmada 0.005 ve 1 µmol/mol konsantrasyonlarda ozon ile muamele edilen domateslerde antioksidan özelliği, organik asit, toplam fenolik madde, Vitamin C ve toplam ağırlığında önemli bir değişim görülmemiştir (Tzortzakidis vd., 2007).

Kontrol örneğinin toplam fenolik madde miktarı 0.87 ± 0.02 mg/mL olarak tespit edilmiş, uygulanan proses sonucunda domates örneklerinin toplam fenolik madde miktarı 0.25 ± 0.02 ile 0.85 ± 0.02 mg/mL aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.6). En düşük fenolik madde içeriği O1+AES2 uygulaması gerçekleştirilen örnekte gözlenirken, AES1 prosesi uygulanan örneğin fenolik madde içeriği en yüksek değerde bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarı sonuçları incelendiğinde kontrol grubu ile tüm uygulamalar karşılaştırıldığında toplam fenolik madde miktarının istatistiksel açıdan farklılığın anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$) (Şekil 4.17).



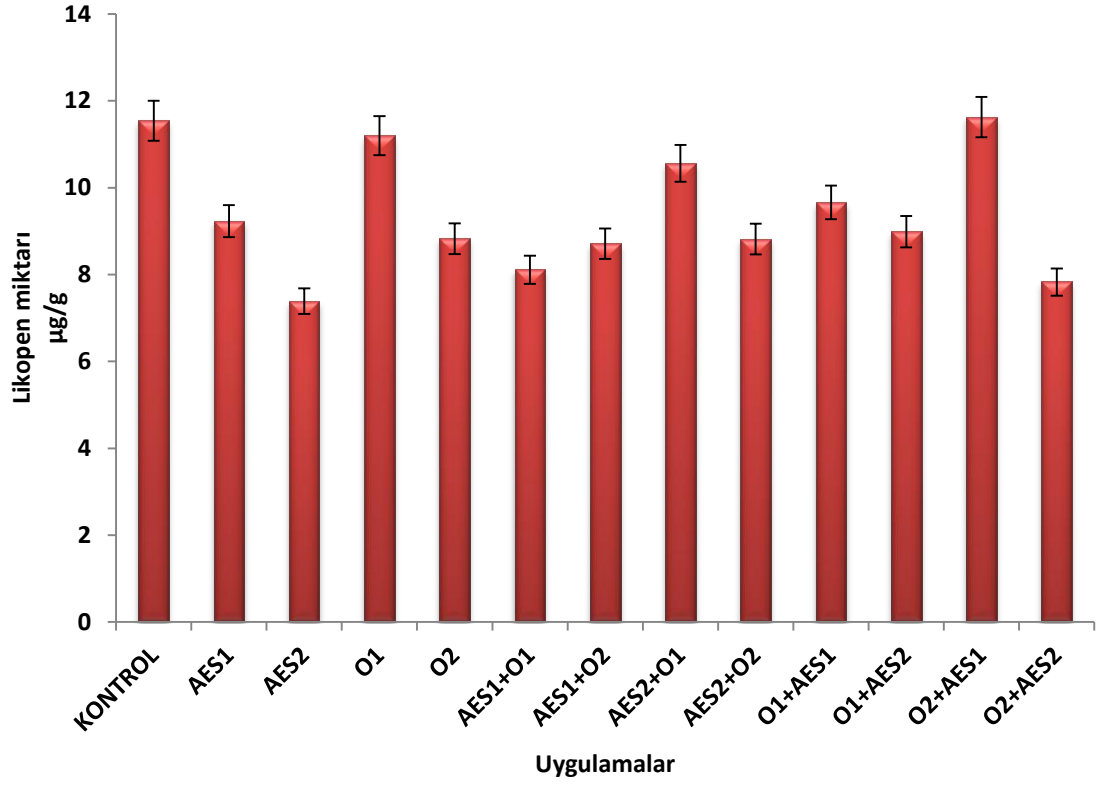
Şekil 4.17 Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates toplam fenolik madde içeriği (mg/mL) üzerine etkisi.

Meyvelerde tat ve renk gelişiminde etkili fenolik bileşikler bitkilerin ikincil metabolit ürünleridir (Aguilar-Rosas vd., 2007). Potansiyel zarar göstergesi olarak belirtilen fenoller meyve suyu kalitesinde önem arz etmektedir (Blanco vd., 2001). Fenolik bileşik kayıplarında meyve kalitesi ciddi oranda bozulmaktadır. Yapılan çalışmada uygulamaların toplam fenolik madde miktarı üzerine önemli bir etki göstermediği, bu bağlamda meyve kalitesinde olumsuz etki yaratmadığı ifade edilebilir.

Kontrol örneğinin likopen miktarı 11.54 ± 0.09 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilmiş, uygulanan proses sonucunda domates örneklerinin likopen miktarı 7.39 ± 0.0 ile 11.68 ± 0.17 $\mu\text{g/g}$ aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.6). En düşük likopen miktarı AES2 uygulaması gerçekleştirilen örnekte gözlenirken, O2+AES1 prosesi uygulanan örneğin likopen miktarı en yüksek değerde bulunmuştur.

Likopen miktarı (domates suyu) sonuçları incelendiğinde kontrol grubu 11.54 ± 0.07 likopen miktarı (domates suyu) değeri O2+AES1 (11.68 ± 0.17) uygulaması haricinde tüm uygulamalarda anlamlı derecede yüksek tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

AES1 (9.23±0.00), AES2 (7.39±0.00), O1 (11.20±0.00), O2 (8.82±0.08), AES1+O1 (8.08±0.09), AES1+O2 (8.72±0.09), AES2+O1 (10.56±0.00) AES2+O2 (8.81±0.00), O1+AES1 (9.66±0.00), O1+AES2 (8.98±0.00), O2+AES1 (11.68±0.17) ve O2+AES2 (7.82±0.09) uygulamaları sonrası toplam likopen miktarı (domates suyu) kısmen azalma göstermiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyon uygulamalarının domates örneğindeki likopen miktarı (µg/g) üzerine etkisi.

4.2 Ozon, Alkali Elektrodiyalize Su ve Bunların Kombinasyon Uygulamalarının Domateslerin Mikrobiyel Yükü Üzerine Etkisi

Çizelge 4.7. Ozon, alkali elektrodiyalize su ve kombinasyonlarının mikrobiyel inaktivasyon üzerine etkisi (log kob/mL).

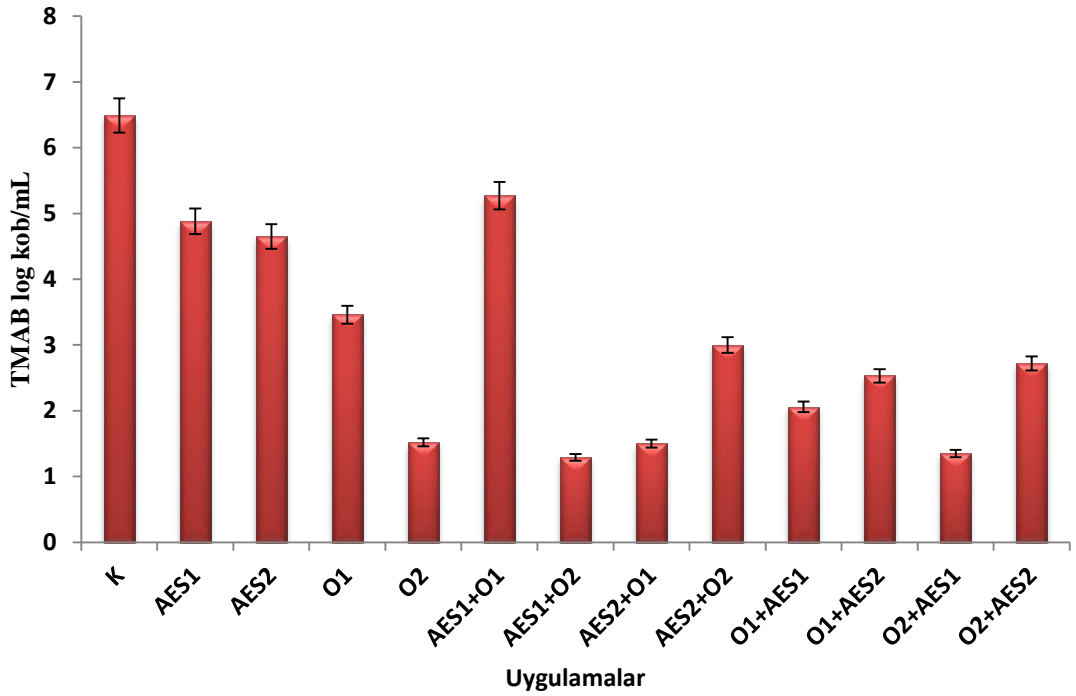
Uygulama	TMAB (log kob/mL)	TMK (log kob/mL)	<i>S. Enteritidis</i> (log kob/mL)	<i>L. monocytogenes</i> (log kob/mL)	<i>B. cinerea</i> (log kob/mL)
K	6.49±0.41 ^a	6.69±0.2 ^a	6.21±0.73 ^a	1.84±0.01 ^a	5.04±0.58 ^a
AES1	4.88±0.22 ^b	4.76±0.86 ^b	3.21±0.84 ^b	1.18±0.24 ^b	3.89±0.12 ^b
AES2	4.65±0.30 ^b	4.73±0.35 ^b	5.83±0.72 ^a	1.27±0.12 ^b	3.32±0.20 ^a
O1	3.46±0.48 ^c	0.00±0.00 ^c	1.05±0.82 ^c	0.44±0.36 ^c	0.67±0.12 ^c
O2	1.52±0.46 ^d	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d
AES1+O1	5.27±0.54 ^a	4.95±0.59 ^b	0.67±0.36 ^c	0.71±0.14 ^c	0.00±0.00 ^d
AES1+O2	1.29±0.23 ^d	1.01±0.76 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d
AES2+O1	1.50±0.74 ^d	2.21±0.94 ^d	1.21±0.43 ^c	0.87±0.12 ^c	0.00±0.00 ^d
AES2+O2	3.00±0.56 ^c	2.14±0.86 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d
O1+AES1	2.06±0.79 ^c	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d
O1+AES2	2.53±0.86 ^c	2.82±0.47 ^d	1.00±0.10 ^c	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d
O2+AES1	1.35±0.34 ^d	2.57±0.48 ^d	1.17±0.38 ^c	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d
O2+AES2	2.72±0.39 ^{cd}	2.81±0.44 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d

*Aynı sütunda farklı üstsel harflerle belirtilen sayımlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

4.2.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri İnaktivasyonu

Domates örneklerinin doğal mikroflorası incelendiğinde (Çizelge 4.7), kontrol örneğindeki toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı 6.49±0.41 log kob/mL olarak sayılırken; uygulamalar sonrası mikrobiyel yükün 1.35±0.34 log kob/mL'ye kadar düştüğü tespit edilmiştir. Alkali elektrodiyalize su uygulaması gerçekleştirilen domates örneklerindeki inhibisyon oranları incelendiğinde AES1 uygulamasında 4.88±0.22 log kob/mL, AES2 uygulamasındaki mikrobiyel yükün 2.79±2.56 log kob/mL'ye düştüğü tespit edilmiştir. Ozon uygulamalarının domates örneklerindeki inhibisyonu incelendiğinde ise 4 dk olan O1 uygulamasında 3.46±0.48 log kob/mL azalma gözlenirken; 12 dk olan O2 uygulamasındaki mikrobiyel azalma 1.52±0.46 log kob/mL olarak görülmüştür.

Kombinasyon uygulamaları incelendiğinde AES1+O2 uygulamasının TMAB inaktivasyonunda diğer kombinasyon uygulamalarına göre önemli oranda azalma göstermiştir. TMAB yükündeki en etkili inaktivasyonlar AES1+O2, O2+AES1, AES2+O1 ve O2 uygulamalarında görülürken elde edilen sonuçlar sırasıyla 1.29 ± 0.23 log kob/mL (5.20 log azalma), 1.35 ± 0.34 log kob/mL (5.14 log azalma), 1.50 ± 0.74 log kob/mL (4.99 log azalma), ve 1.52 ± 0.46 log kob/mL (4.97 log azalma) şeklindedir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyonlarının domateslerde TMAB sayısına etkisi (log kob/mL).

Kırmızı biber örneklerinde ozon uygulamasının TMAB sayısına etkisi üzerine yapılan bir çalışmada; örneklere sayısı 40 mg/L konsantrasyonda 20 dk; 80 mg/L konsantrasyonda ise 40 dk ozon uygulanmıştır. Başlangıçta 6.47 ± 0.28 log kob/g olan TMAB sayısı 40 dk ozon uygulaması sonrası 1.43 log kob/g azalma göstermiştir (Kamber vd., 2016). Deza vd. (2003) domateslerde nötralelektrolize suyun yüzey mikroflorası üzerine yaptıkları çalışmada; domateslerin duyu kalitesine zarar vermeden yüzey mikroflorasının inaktivasyonunda etkili olduğu sonucuna varmıştır.

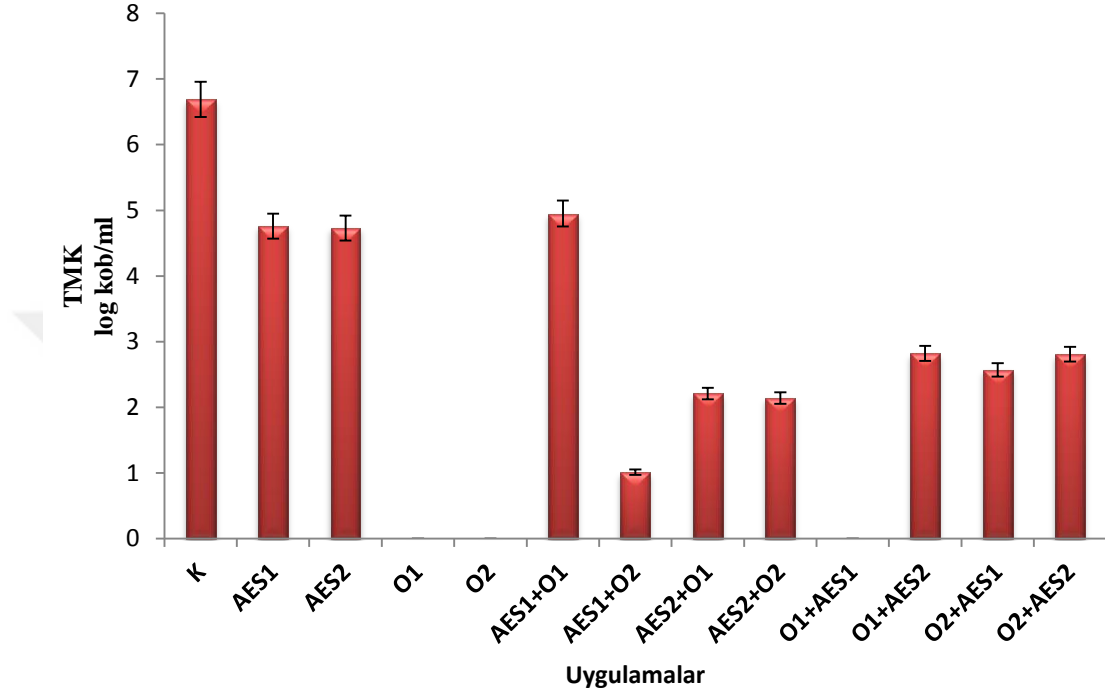
Elektrolize suyun ıspanak, yeşil biber, lahana, salatalık gibi sebzelerdeki mikroorganizmaların azaltılmasına yönelik bir çalışmada çeşme suyu ve elektrolize alkali suda 9 ve 15 dk yıkanan sebzelerdeki TMAB sayısı çeşme suyunda 0.5 log kob/g azalma ile sınırlı etki göstermiştir. Elektrolize suda 1-1.5 log kob/g azalma ile etkili olmuştur (Lin vd., 2005). Koseki vd. (2004) elektrolize yükseltgen su, ozonlu su ve sodyum hipoklorit çözeltilerinin sebze (salatalık) ve meyve (çilek) mikroflorası üzerine etkilerini karşılaştırmış; ozon uygulanan salatalık örneklerindeki toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında 0.7 log kob/g azalma görülürken elektrolize yükseltgen su ve NaOCl uygulanan salatalıkta sırasıyla 1.4 ve 1.2 log azalma sağlanmıştır. Çileklerde ise tüm uygulamalarda inaktivasyonun 1 log kob/g'dan daha az olduğu belirtilmiştir (Koseki vd., 2004). İncelenen çalışmalar ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların literatür ile paralellik gösterdiği ancak çalışmalarda ozon konsantrasyonu, süresi ve AES pH değerlerinin farklı uygulanmasına bağlı olarak inaktivasyon etkisi değişkenlik göstermiştir.

4.2.2 Toplam Maya Küf İnaktivasyonu

Sayım sonuçlarına bakıldığında kontrol örneğindeki başlangıç sayısı 6.69 ± 0.2 log kob/mL AES'yun pH 10'daki uygulanması sonucu aynı kontrol örneklerindeki TMK sayısı 4.76 ± 0.86 log kob/mL, pH 8.5' daki uygulanması sonucunda ise 4.73 ± 0.35 log kob/mL olarak sayılmıştır. Başlangıç TMK sayısı 6.69 ± 0.2 log kob/mL olan kontrol örneğinin O1 ve O2 uygulaması sonrası TMK' nın tamamen inaktive edildiği görülmüştür. AES'yun ve ozon uygulamalarının sıralı kombinasyonları değerlendirildiğinde; AES1+O1 uygulamasında TMK sayısı 4.95 ± 0.59 log kob/mL iken O1+AES1 uygulamasında tamamen inaktive edilmiştir. Söz konusu durum değerlendirildiğinde uygulama sırasının önem arz ettiği görülmektedir. AES1+O2 uygulamasında TMK sayısı 1.01 ± 0.76 log kob/mL, O2+AES1 uygulamasında 2.57 ± 0.48 log kob/mL azalma göstermiştir.

AES2 uygulamaları ile yapılan kombine uygulamalardaki TMK sayısı AES2+O1 uygulaması sonrası 2.21 ± 0.94 log kob/mL, AES2+O2 uygulaması sonrasında 2.14 ± 0.86 log kob/mL sayılırken; O1+AES2 uygulamasında 2.82 ± 0.47 log kob/mL, O2+AES2 uygulamasında 2.81 ± 0.44 log kob/mL olarak belirlenmiştir.

Domates örneklerinde uygulamalar sonrası yapılan sayımlarda ozon ve AES uygulamalarına karşı hassas olduğu belirlenirken; ozonun 4 dk (O1) ve 12 dk (O2) olan uygulamaları ile O1+AES1 uygulaması sonrasında başlangıçtaki bakteri yükünün tamamen inaktive edildiği görülmüştür (Şekil 20).



Şekil 4.20 Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyonlarının domateslerde TMK sayısına etkisi (log kob/mL).

Lahana tohumları üzerine yapılan bir çalışmada 15 farklı ozon uygulaması gerçekleştirilmiş; uygulamalar sonrası yapılan ölçümlerde 6.56 ± 0.51 (log kob/g) olan başlangıç TMK sayısı 8.5 g/m^3 ozon konsantrasyonunda etkili sonuç alınmıştır (Karataş, 2019). Ozonun soğuk depolama koşullarında muhafaza edilen kirazlardaki TMK inaktivasyonu üzerine yapılan bir çalışmada ise başlangıçta kontrol numunesinde 3.80 log kob/g; 1 ppm ozonla muamele edilen meyvelerde 3.29 log kob/g ve 0.5 ppm ozon uygulanan meyvelerde ise 3.68 log kob/g olarak sayılmıştır. Depolama sonrası en az maya ve küf yükü 1 ppm ozon uygulanan meyvelerde bulunmuştur (Çağatay, 2006).

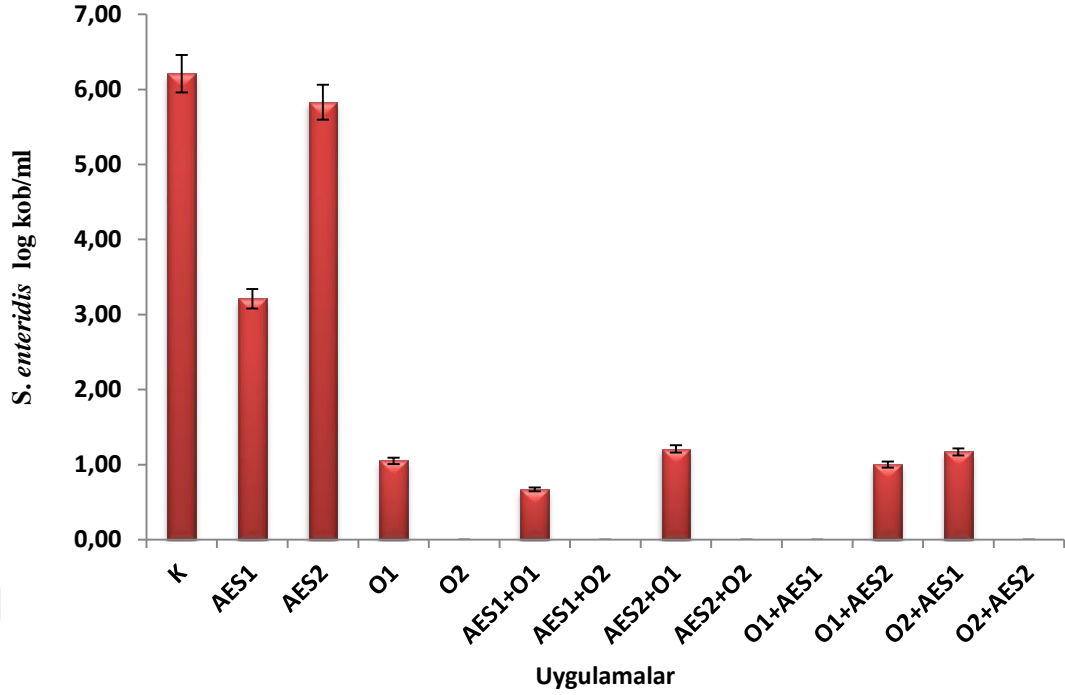
Cherry domates ve çilek üzerinde elektrolize su, ultrasonikasyon ve iki uygulamanın kombinasyonunun meyve kalitesi ve mikrobiyel yükü üzerine etkisi

araştırılmış; ultrasonikasyonun hafif asidik elektrolize suyun bakterisid aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. Kombinasyon uygulamasının toplam aerobik bakterilerde sırasıyla cherry domates ve çileklerde 1.77 ve 1.29 log azalma, maya ve küflerde ise 1.50 ve 1.29 log azalma sağladığı tespit edilmiştir (Ding, 2015). Ozon, ultrasonikasyon ve klordioksit ile muamele edilen çileklerin depolama koşullarındaki küf gelişimi incelenmiş sadece kontrol grubunda üçüncü hafta % 21, dördüncü hafta ise % 35'lik bir bozulma gözlenmiştir. Antimikrobiyel özelliği ile ozon ve klordioksitin küf gelişimini engellediği, ultrasonikasyonun ise kavitasyon sebebiyle antimikrobiyel etki gösterdiği belirtilmiştir (Aday, 2011).

4.2.3 *Salmonella Enteritidis* İnaktivasyonu

Domates örneklerine uygulanan ozon, AES ve bu iki uygulamanın sıralı kombinasyonları sonrası *S. Enteritidis* sayısındaki azalmalar Çizelge 4.7' de gösterilmiştir. Ortalama sayım sonuçlarına bakıldığında kontrol örneğindeki *S. Enteritidis* sayısının (6.21 ± 0.73 log kob/mL), ozon uygulamaları ve kombinasyonlarında neredeyse tamamen inaktive edildiği görülmüştür. Başlangıçta 6.21 ± 0.73 log kob/mL olan *S. Enteritidis* sayısı O2, AES2+O2, O1+AES1 ve O2+AES2 prosesleri sonrasında tamamen inaktive (0.00 ± 0.00 log kob/mL) edilmiştir.

Dört dk ozon uygulamasında (O1) *S. Enteritidis* sayısı 1.05 ± 0.82 log kob/mL, AES1+O1 uygulamasında 0.67 ± 0.36 log kob/mL, AES2+O1 uygulamasında 1.21 ± 0.43 log kob/mL, O1+AES2 uygulamasında 1.00 ± 0.10 log kob/mL, ve O2+AES1 uygulamasında ise 1.17 ± 0.38 log kob/mL olarak belirlenmiştir. *S. Enteritidis* sayısı AES1 uygulamasında 3.21 ± 0.84 log kob/mL, AES2 uygulamasında 5.83 ± 0.72 log kob/mL olup; elektrolize su uygulamaları (AES1 ve AES2) *S. Enteritidis* inaktivasyonunda ozon uygulamaları ve kombinasyonları kadar etki göstermemiştir (Şekil 4.21).



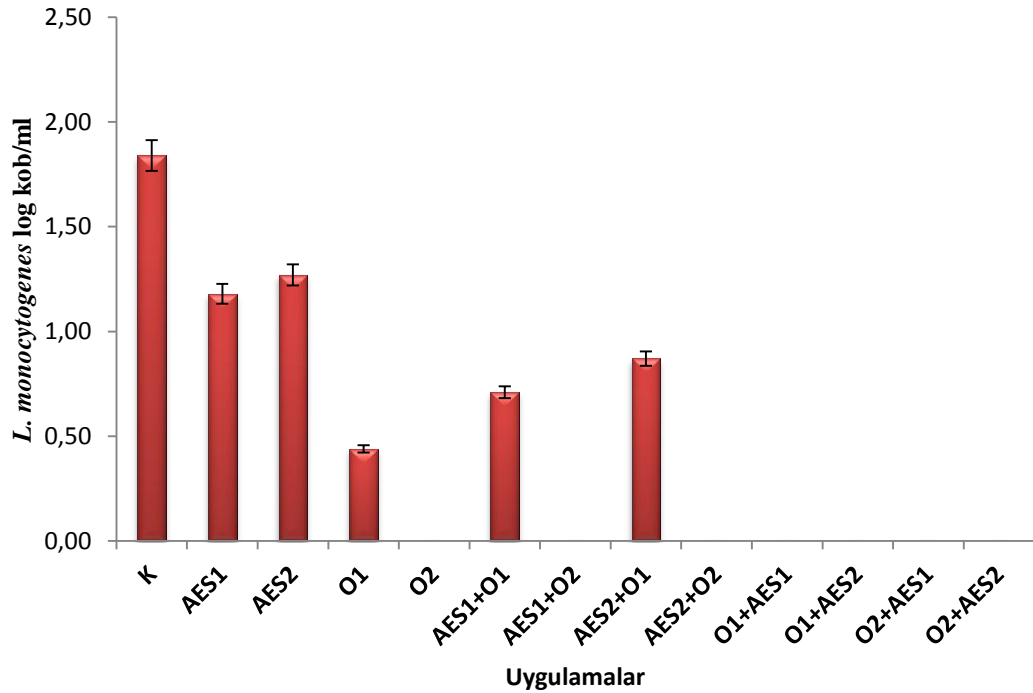
Şekil 4.21 Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyonlarının domateslerde *Salmonella* Enteritidis sayısına etkisi (log kob/mL).

Torlak vd. (2013) ozon uygulamasının kurutulmuş kekiklerdeki mikrofloralara etkisini araştırmış ve 5.8 log kob/g olarak aşılana *Salmonellae*'da 2.8 mg/L dozda 30 dk ozon uygulamasında 0.2 log, 5.3 mg/L dozda 30 dk ozon uygulamasında ise 0.6 log azalma sağlamıştır. 90 ve 120 dk sonra 5.3 mg/L'deki ozon uygulamasının *Salmonellae* seviyelerindeki azalmanın 2.8 mg/L'deki 90 ve 120 dk ozon uygulama seviyelerinden yüksek derecede anlamlı olduğu sonucuna varmıştır.

Das vd. (2006) çalışmasında kiraz domateslerinde 5 mg/L'de 20 dk uygulanan ozonun *Salmonellae* sayısında 3 log azalma sağladığı sonucuna varmıştır. Abdias vd. (2008) taze meyve ve sebzelerde bozulmaya yol açan *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria innocua* ve *Salmonellae* yükünün azaltılmasına yönelik nötralelektrolize suyun etkisini araştırmıştır. 50 ppm serbest klor ve pH 8.60 olan elektrolize suyun *E. coli* O157:H7, *L. innocua*, *E. carotovora* ve *Salmonellae* inaktivasyonunda 1-2 log kob/g azalma sağlayarak 120 ppm serbest klorlu su ile aynı inaktivasyon etkisine sahip olduğu belirtilmiştir.

4.2.4 *Listeria monocytogenes* İnaktivasyonu

Uygulanan proseslerden sonra *L. monocytogenes* sayısındaki değişimler Çizelge 4.7’de görülmektedir. *L. monocytogenes* sayısındaki azalmalara bakıldığında; kontrol örneğindeki sayının (1.84 ± 0.01 log kob/mL) pH 10 ve 8.5 olan AES 1 ve AES2 uygulamaları haricinde diğer tüm uygulamalarda azaltıcı etki gösterirken; özellikle O2, AES1+O2, AES2+O2, O1+AES1, O1+AES2, O2+AES1 ve O2+AES2 uygulamalarında tamamen inaktive edildiği belirlenmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 Ozon, alkali elektrodiyalize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyonlarının domateslerde *L. monocytogenes* sayısına etkisi (log kob/mL).

Sung vd. (2013) elma suyundaki *E. coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium ve *L. monocytogenes*' in ozon ve ısıtma işlem kombinasyonunun etkisi etkisiz hale getirilmesini araştırmıştır. Yapılan çalışmada; üç patojenle aşılanan elma suları, gazlı ozon ile muamele edilmiş ve aynı anda 1 dk kadar ısıtılmıştır. Gaz halindeki ozon muamelesi, $3.0-3.0$ g/m³ bir konsantrasyonda 3.0 L/dk bir akış hızında ve 25, 45, 50 ve 55 °C' lik sıcaklıklarda ısıtma işlemi yapılmıştır. Tek başına ısıtma işlemi (25, 45, 50 ve

55 °C), elma suyunda sırasıyla 0.20, 0.37, 2.16 ve 2.54 log kob/mL *E. coli* O157:H7 azalmasıyla sonuçlanmıştır.

Ozon ve ısının 1 dk boyunca birlikte muamelesi, bu patojeni sırasıyla 25 ve 45 °C'de ve 50 ve 55 °C'de tespit limitinin (1 log kob/mL) altında ve 1.50 ve 1.60 log kob/mL azaltmıştır. Ozonun tütsülenmiş jambona inoküle edilen *L. monocytogenes* popülasyonunda yaklaşık % 90 oranında azalma gözlenmiş olup istatistiksel açıdan önemli ($p>0.05$) bulunmuştur (Kaothien vd, 2001).

Bari vd. (2003) elektrolize su, klorlu suyu ve distile suyun domates yüzeyine inoküle edilen *E. coli*, O157:H7, *Salmonellae* ve *L. monocytogenes* inaktivasyonundaki etkisini araştırmıştır. *E. coli* O157:H7, *Salmonellae* ve *L. monocytogenes* için başlangıç mikroorganizma sayısı sırası ile 7.85 log kob/domates, 7.46 log kob/domates ve 7.59 log kob/domates olarak belirlenirken; uygulamalar sonrası *E. coli* O157:H7 sayısında en etkili inaktivasyon 7.63 log kob/domates azalma ile elektrolize suda görülmüştür. Aynı zamanda elektrolize su uygulanan örneklerde *Salmonellae* ve *L. monocytogenes* inaktivasyonlarında sırası ile 7.36 log kob/domates ve 7.54 log kob/domates azalma tespit edilmiştir.

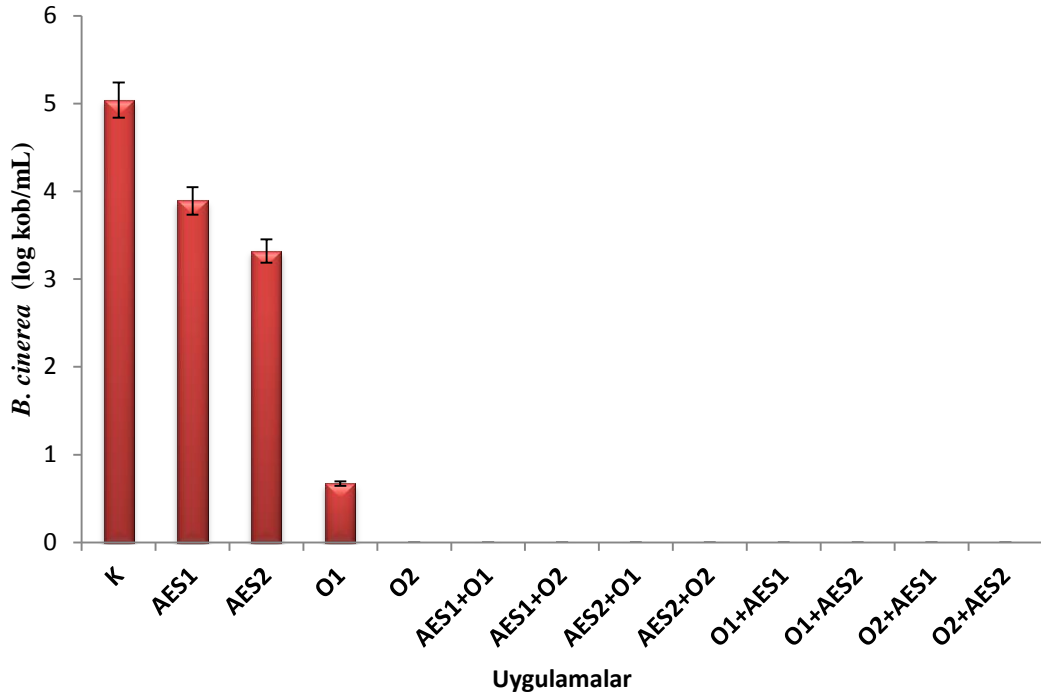
Literatür incelemeleri ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların çalışmalara paralellik göstermesi ile birlikte ozon uygulaması ve kombinasyonlarında daha etkili sonuç alındığı, elektrolize su uygulamalarının da meyve ve sebzelerde bozulmaya yol açan bakterilerin inaktivasyonunda kısmen etkili olabileceği görülmüştür.

4.2.5 *Botrytis cinerea* İnaktivasyonu

B. cinerea sayısındaki azalmalar Çizelge 4.7' de gösterilmiştir. Ortalama sayım sonuçlarına bakıldığında kontrol örneğindeki *B. cinerea* sayısının (5.04 ± 0.58 log kob/mL), ozon uygulamaları ve kombinasyon uygulamalarında neredeyse tamamen inaktive edildiği görülmüştür (Şekil 4.23).

Başlangıçta 5.04 ± 0.58 log kob/mL olan *B. cinerea* sayısı AES1 (3.89 ± 0.12), AES2 (3.32 ± 0.20) ve O1 (0.67 ± 0.12) uygulamaları haricindeki uygulamalar sonrası tamamen inaktive edilmiştir. Uygulamalar arasındaki etki değişimi incelendiğinde;

solo uygulanan elektrolize su örnekleri (AES1 ve AES2) inaktivasyonda ozon uygulamaları ve kombinasyonları kadar etki göstermemiştir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23 Ozon, alkali elektrodialize su uygulamaları ve bunların çeşitli kombinasyonlarının domateslerde *B. cinerea* sayısına etkisi (log kob/mL).

Ozonun *B. cinerea* inaktivasyonundaki etkisi üzerine yapılan bir çalışmada *B. cinerea* ile inoküle edilen meyvelere (domates, çilek, üzüm ve erik) 0.1 ppm konsantrasyonda ozon uygulanmış ve 13 °C'de depolanmıştır. Ozon uygulanan meyvelerde lezyon oluşumu ve spor üretiminde azalmalar görülmüş, mikrobiyel yük azalmıştır (Tzortzakakis vd., 2007). Depolama süresince ozonun nar meyvesinde çürümeye yol açan *B. cinerea* üzerine etkisinin araştırılması kapsamındaki bir çalışmada nar meyvesine *B. cinerea* ile inoküle edildikten sonra, örnekler ozon uygulanmış hava ve su ile muamele edilmiştir. 5 g O₃/Nm³ konsantrasyonunda ozon suya uygulanırken havaya 100 mg O₃/Nm³ konsantrasyonunda uygulanmış ve kontrol örneği ile kıyaslandığında çürüklük gelişimi ozon uygulanan örneklerde düşük seviyelerde gerçekleşmiştir (Billor, 2017). Ozon uygulanan meyvelerde, çürüklük gelişimi kontrole göre düşük oranda bulunmuş ve sırasıyla; % 75.55 ve % 89.48 oranında etki sağlanmıştır.

4.3 Ozon, Alkali Elektrodialize Su ve Bunların Kombinasyon Uygulamalarının Domateslerin Raf Ömrü Üzerine Etkisi

İşlem uygulanmamış kontrol örneği ile ozon, AES ve bu iki uygulamanın sıralı kombinasyonu uygulanan domates örneklerinin 4 °C'deki muhafazasında pH değeri, titrasyon asitliği (TA), °Briks, TMAB ve TMK sayısındaki değişim incelenmiştir. Altı hafta süresinde incelenen örneklerin bazılarında yoğun küflenmeler görülmüş ve sağlıklı ölçümler yapılamamıştır. Bu nedenle kontrol numunelerindeki çalışmalar 3. hafta sonunda durdurulurken; AES1+O2 uygulaması ile muamele edilen domateslerde 6 hafta boyunca çalışılmıştır.

4.3.1 Raf Ömrü Süresince Domatesin İletkenlik Değerindeki Değişimler

Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü boyunca iletkenlik değerleri Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin iletkenlik değeri üzerine etkisi.

	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
K	3.51±0.11	3.51±0.30	3.24±0.22	4.91±0.19			
AES1	3.34±0.10	3.86±0.21	3.39±0.20	4.74±0.12	3.53±0.21		
AES2	3.90±0.11	3.97±0.23	2.60±0.10	4.45±0.06	3.25±0.22		
O1	4.55±0.09	3.81±0.19	3.99±0.22	4.44±0.06	3.61±0.20		
O2	3.94±0.06	3.71±0.20	3.14±0.22	5.12±0.32	3.41±0.19		
AES1+O1	3.28±0.06	3.58±0.20	3.13±0.21	4.73±0.20	3.04±0.16		
AES1+O2	3.80±0.11	4.10±0.27	2.91±0.21	4.55±0.19	3.100±0.10	3.40±0.20	4.62±0.20
AES2+O1	3.25±0.16	3.40±0.22	3.23±0.24	5.41±0.18	3.53±0.23		
AES2+O2	4.17±0.40	3.63±0.17	3.65±0.17	4.91±0.20	3.57±0.25		
O1+AES1	3.74±0.19	3.99±0.22	3.50±0.10	5.11±0.21	3.51±0.19		
O1+AES2	3.75±0.21	3.81±0.21	3.23±0.19	5.52±0.20	5.92±0.04		
O2+AES1	3.66±0.20	3.44±0.24	3.81±0.20	5.14±0.17	3.03±0.11		
O2+AES2	3.55±0.24	3.43±0.07	2.95±0.18	5.10±0.20	3.20±0.10		

*Çizelgedeki sonuçlar "ortalama ±standart hata" olarak verilmiştir.

** AES1+O2 uygulaması ile muamele edilen domateslerde 6 hafta boyunca çalışılırken; kontrol numunesi ile 3 hafta diğer uygulamalarda ise 4 hafta boyunca çalışılmıştır.

Çalışmada kullanılan domateslerin uygulamalara göre tüm haftalardaki iletkenlik ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$). 0. hafta ölçümlerinde AES2+O1 uygulamasında domateslerin iletkenlik değeri, diğer uygulamalara göre anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p<0.05$). Kontrol grubu domateslerin iletkenlik değeri, O1 ve AES2+O2 grubu domateslere göre anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p<0.05$). 1. haftadaki iletkenlik ölçümleri arasında AES1+O2 grubu domateslerin iletkenlik değeri, AES2+O1, AES2+O2, O2+AES1 ve O2+AES2 grubu domateslere göre anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p<0.05$). 2. haftadaki iletkenlik ölçümleri incelendiğinde kontrol grubu domateslerin iletkenlik değeri, AES2 grubu domateslere göre yüksek saptanırken; O1 ve O2+AES1 grubu domateslere göre anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p<0.05$). Çalışmada kullanılan domateslerin gruplara göre 3. haftadaki iletkenlik ölçümlerinde O1+AES2 grubu domateslerin iletkenlik değeri, kontrol grubu domateslere göre anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p<0.05$). 4. haftadaki iletkenlik ölçümleri arasında ise O1 grubu domateslerin iletkenlik değeri, AES1+O1 ve O2+AES1 grubu domateslere göre; O1+AES2 grubu domateslerin iletkenlik değeri ise AES1, AES2, O1, O2, AES1+O1, AES1+O2, AES2+O1, AES2+O2, O1+AES1 ve O2+AES1 grubu domateslere göre anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p<0.5$). Çalışmada kullanılan kontrol grubu ve uygulamaların haftalara göre ölçülen iletkenlik değerleri arasındaki değişimler incelendiğinde özellikle 3. hafta iletkenlik değerlerindeki artışlar tüm uygulamalarda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

4.3.2 Raf Ömrü Süresince Domatesin pH Değerindeki Değişimler

Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü boyunca pH değerindeki değişimler Çizelge 4.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin pH değeri üzerine etkisi.

Uygulama	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
K	4.13±0.04	4.12±0.29	4.04±0.15	4.52±0.19			
AES1	4.143±0.12	4.27±0.17	3.93±0.22	4.25±0.23	4.04±0.15		
AES2	4.25±0.17	4.24±0.22	4.14±0.17	4.32±0.22	3.93±0.21		

Çizelge 4.9 (devam)

Uygulama	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
O1	4.30±0.10	4.24±0.21	4.07±0.16	4.54±0.22	4.10±0.20		
O2	4.11±0.09	4.34±0.20	4.16±0.17	4.40±0.23	4.11±0.22		
AES1+O1	4.21±0.11	4.38±0.12	4.00±0.18	4.23±0.21	3.07±0.15		
AES1+O2	4.28±0.05	4.17±0.26	3.70±0.20	4.24±0.21	3.30±0.10	3.94±0.12	3.76±0.12
AES2+O1	4.29±0.14	4.12±0.20	3.90±0.22	4.42±0.16	3.95±0.17		
AES2+O2	4.28±0.14	4.28±0.19	4.00±0.20	4.21±0.21	4.00±0.20		
O1+AES1	4.27±0.17	4.13±0.16	3.85±0.17	4.42±0.17	3.06±0.28		
O1+AES2	4.13±0.22	4.17±0.19	3.95±0.16	4.50±0.15	4.92±0.16		
O2+AES1	3.93±0.77	4.08±0.17	3.95±0.18	4.55±0.17	3.82±0.21		
O2+AES2	4.08±0.38	4.12±0.24	4.08±0.20	4.43±0.20	4.03±0.25		

*Çizelgedeki sonuçlar “ortalama ±standart hata” olarak verilmiştir.

** AES1+O2 uygulaması ile muamele edilen domateslerde 6 hafta boyunca çalışırken; kontrol numunesi ile 3 hafta diğer uygulamalarda ise 4 hafta boyunca çalışılmıştır.

Çalışmada kullanılan domateslerin gruplara göre 0. hafta, 1.hafta, 2.hafta ve 3.haftadaki pH ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmaz iken ($p>0.05$), 4. haftadaki pH ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$). 4. haftadaki pH ölçümlerinde AES1 grubu domateslerin pH değeri, AES1+O1; AES2+O2 ve O1+AES1 grubu domateslere göre yüksek; O1+AES2 grubundan ise düşük olarak bulunmuştur. AES1+O1 grubu domateslerin pH değeri AES1+O1, AES2+O2, O1+AES2, O2+AES1 ve O2+AES2 grubu domateslere göre anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p<0.05$).

Çalışmada pH ölçümlerinin grup içi değerlendirmeleri incelendiğinde, kontrol grubu, AES1, AES2, AES1+O2; AES2+O1; AES2+O2; O1+AES1; O2+AES1 ve O2+AES2 gruplarının takiplere göre değerlendirmeleri arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). O1, O2, AES1+O2, ve O1+AES1 uygulamalarında 3. hafta pH değerlerindeki artış anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

4.3.3 Raf Ömrü Süresince Titrasyon Asitliği Değerindeki Değişimler

Çizelge 4.10. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin titrasyon asitliği (% TA) değeri üzerine etkisi.

Uygulamalar	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
K	0.81±0.08	0.83±0.05	0.90±0.10	0.53±0.02	0.90±0.20		
AES1	0.74±0.02	0.77±0.03	0.71±0.06	0.70±0.20	0.80±0.10		
AES2	0.73±0.48	0.86±0.05	0.76±0.02	0.64±0.03	0.70±0.10		
O1	0.88±0.17	0.73±0.02	0.92±0.16	0.66±0.04	0.60±0.10		
O2	0.86±0.02	0.86±0.03	0.71±0.06	0.63±0.02	0.60±0.10		
AES1+O1	0.66±0.04	0.52±0.11	0.57±0.02	0.80±0.09	0.61±0.09		
AES1+O2	0.90±0.10	0.95±0.05	0.57±0.01	0.76±0.02	0.60±0.10	0.63±0.02	0.73±0.02
AES2+O1	0.81±0.08	0.76±0.11	0.93±0.16	0.92±0.05	0.73±0.02		
AES2+O2	0.88±0.08	0.66±0.06	0.83±0.02	0.84±0.07	0.70±0.10		
O1+AES1	0.70±0.10	0.80±0.10	0.73±0.70	0.76±0.05	0.75±0.32		
O1+AES2	0.73±0.16	0.86±0.03	0.66±0.08	0.60±0.10	0.60±0.40		
O2+AES1	0.75±0.08	0.93±0.15	0.70±0.10	0.70±0.03	0.56±0.05		
O2+AES2	0.73±0.06	0.81±0.03	0.64±0.02	0.66±0.05	0.76±0.01		

*Çizelgedeki sonuçlar "ortalama ±standart hata" olarak verilmiştir.

** AES1+O2 uygulaması ile muamele edilen domateslerde 6 hafta boyunca çalışılırken; kontrol numunesi ile 3 hafta diğer uygulamalarda ise 4 hafta boyunca çalışılmıştır.

Çalışmada kullanılan domateslerin gruplara göre tüm haftalardaki %TA değerleri genel olarak değerlendirildiğinde birbirlerinden farklı bulunmamıştır ($p>0.05$). %TA ölçümlerinin grup içi değerlendirmeleri incelendiğinde, kontrol grubu, AES1, AES2, O1, AES1+O1, AES2+O1, O1+AES1, O1+AES2, O2+AES1, ve O2+AES2 gruplarının takiplere göre değerlendirmeleri arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubu 1. hafta % TA değerine göre 3. hafta % TA değerindeki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). O2 grubundaki domates örneklerinin 0. hafta % TA değerine göre 3. hafta % TA değerindeki düşüş ile AES1+O2 grubundaki domateslerin 1. hafta % TA değerine göre 3. hafta % TA değerindeki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). AES2+O2 grubundaki domateslerin 0. hafta % TA değerine göre 3. ve 4. hafta %TA değerinde azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Ozon uygulamasının kirazın soğukta depolanmasına etkisi üzerine yapılan çalışmada kirazların % titrasyon asitliği depolamanın 1. ve 2. haftasında kısmen yükselme gösterirken; ikinci haftadan itibaren gerileme göstermiştir.

Kontrol örneği ile birlikte 0.5 ppm ve 1 ppm ozon uygulanan kiraz numuneleri titrasyon asitliği depolama başlangıcında sırası ile % 0.52, % 0.51 ve % 0.51 iken depolama sonunda % 0.46, % 0.45 ve % 0.45 olarak ölçülmüştür.

Çalışmada farklı konsantrasyonlardaki ozon uygulamasının kirazın titrasyon asitliği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmaz iken muhafaza süresinin titrasyon asitliği üzerine etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Çağatay, 2006). Depolama süresince ozonun nar meyvesinin kalite özellikleri ve küf çürüklüğü üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada depolama başlangıcında 1.31 g sitrik asit/100 mL olan TA değeri depolama sonunda gerileme göstererek 1.18 g sitrik asit/100 mL olarak gerçekleşmiştir (Billor, 2017).

Domateslerin raf ömrü süresince alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının % TA üzerine etkisi incelendiğinde dördüncü hafta sonunda en yüksek % TA değeri kontrol örneğinde görülürken; ozon ve kombinasyon uygulamaları sonrası 3. haftadan itibaren % TA değeri azalma eğiliminde olması literatür çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

4.3.4 Raf Ömrü Süresince °Briks Değerindeki Değişimler

Çizelge 4.11. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin °Briks değeri üzerine etkisi.

Uygulamalar	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
K	3.10±0.10	2.97±0.21	3.10±0.10	3.91±0.4			
AES1	2.40±0.20	2.87±0.31	3.00±0.20	3.10±0.23	4.13±0.11		
AES2	2.90±0.10	2.20±0.20	3.23±0.16	4.00±0.40	3.95±0.17		
O1	2.96±0.15	2.80±0.21	3.17±0.11	3.00±0.20	4.14±0.18		
O2	3.00±0.20	3.10±0.21	3.10±0.19	3.80±0.20	4.10±0.20		
AES1+O1	2.80±0.20	2.67±0.21	3.80±0.19	4.03±0.16	3.20±0.10		
AES1+O2	3.03±0.15	2.50±0.20	2.20±0.10	4.00±0.14	3.30±0.10	4.13±0.23	4.10±0.20
AES2+O2	3.00±0.40	2.20±0.10	2.92±0.18	4.03±0.16	3.95±0.15		
O1+AES1	2.93±0.11	2.60±0.20	3.00±0.20	3.10±0.20	4.00±0.20		
O1+AES2	2.70±0.10	2.53±0.06	2.50±0.10	4.51±0.10	3.11±0.26		

Çizelge 4.11 (devam)

Uygulamalar	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
O2+AES1	3.06±0.31	2.90±0.20	2.53±0.16	3.80±0.10	4.67±0.20		
O2+AES2	2.98±0.15	2.57±0.06	2.83±0.17	3.42±0.16	3.81±0.11		
AES2+O2	2.78±0.16	2.10±0.20	2.10±0.20	3.39±0.20	4.00±0.20		

*Çizelgedeki sonuçlar ‘ortalama ±standart hata’ olarak verilmiştir.

** AES1+O2 uygulaması ile muamele edilen domateslerde 6 hafta boyunca çalışılırken; kontrol numunesi ile 3 hafta diğer uygulamalarda ise 4 hafta boyunca çalışılmıştır.

Çalışmada kullanılan domateslerin gruplara göre tüm haftadaki °Briks ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. 0. haftada kontrol grubu domateslerin °Briks değeri, AES1, AES2+O2, O1+AES2, ve O2+AES2 grubu domateslere göre anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p<0.05$). 1. hafta ve 2. hafta ölçümlerinde O2+AES2 grubu domateslerin °Briks değeri, tüm uygulamalara göre anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p<0.05$). Çalışmada kullanılan domateslerin 3. haftadaki ölçümlerinde O1+AES1 grubu domateslerin °Briks değeri, 4. hafta sonunda yapılan ölçümlerde ise O1+AES2 grubu domateslerin °Briks değeri anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Çalışmada kullanılan AES uygulamalarının raf ömrü boyunca °Briks değeri incelendiğinde AES1 grubundaki domateslerin 0. hafta °Briks değerine göre 3. hafta °Briks değerindeki artış, AES2 grubundaki domateslerin ise 1. hafta °Briks değerine göre 2. hafta ve 4. hafta °Briks değerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). O1 grubundaki domateslerin haftalara göre ölçülen °Briks değerleri arasındaki değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Domateslerin 1. hafta °Briks değerine göre 4. hafta °Briks değerindeki artış, O2 grubundaki domateslerin ise 2. hafta °Briks değerine göre 4. hafta °Briks değerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulamaların sıralı kombinasyonları incelendiğinde; AES1+O1 grubundaki domateslerin 0. hafta °Briks değerine göre 2. hafta °Briks değerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunurken; uygulama sırası değiştirildiğinde O1+AES1 grubundaki domateslerin 2. hafta °Briks değerine göre 3. hafta °Briks değerinde artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

AES1+O2 grubundaki domateslerin 2. hafta °Briks değerine göre 3. hafta °Briks değerindeki ortalama artış; O2+AES1 grubundaki domateslerin ise 1. hafta °Briks değerine göre 4. hafta °Briks değerindeki ortalama 1.27 ± 0.32 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.045$; $p<0.05$). AES2+O1 ve O1+AES2 grubundaki domateslerin 1. hafta °Briks değerine göre 4. hafta °Briks değerinde artışlar anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Çalışmada kullanılan AES2+O2 grubundaki domateslerin 0. hafta °Briks değerine göre 4. hafta °Briks değerinde artış; O2+AES2 grubundaki domateslerde ise 2. hafta °Briks değerine göre 3. hafta °Briks değerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

25 ppm ve 400 ppm arasındaki konsantrasyonlarda elektrolize su kirazlara uygulanmış ve raf ömrü süresince °Briks değerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir (Hayta, 2014). Kirazın raf ömrü üzerinde ozonun etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada da başlangıç suda çözünür kuru madde miktarının depolama boyunca artış gösterdiği, başlangıçta kontrol örneği % 15.80, 0.5 ppm ozon uygulanan örnekte %15.90 ve 1 ppm ozon uygulanan örnekte ise % 15.80 olan suda çözünür kuru madde miktarı depolama sonunda sırası ile % 19.03, % 19.20, ve % 19.00'a yükselmiştir. Yapılan çalışma ile dozun önemli olmadığı ancak dönemlerin suda çözünür kuru madde miktarı değişiminde etkili olduğu tespit edilmiştir (Çağatay, 2006).

Çalışma kapsamında ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalar ile muamele edilen domateslerde depolama süresi boyunca °Briks değeri artış eğiliminde olup elde edilen sonuçlar literatür araştırmaları ile paralellik göstermiştir.

4.3.5 Raf Ömrü Süresince Domatesin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Yükündeki Değişimler

Çalışmada ozon, AES ve bu iki uygulamanın kombinasyonlarının domatesin mikrobiyel yükü üzerine etkisi araştırılmıştır. Raf ömrü süresinde domatesin TMAB yükü ölçümlerine Çizelge 4.12'de yer verilmiştir (Ek A.5).

Çizelge 4.12. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin TMAB yükü üzerine etkisi.

Uygulamalar	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
K	4.73±0.06	4.83±0.11	6.13±0.15	7.83±0.17			
AES1	0.00±0.00	4.41±0.20	1.93±0.17	1.27±0.16	3.92±0.21		
AES2	2.14±0.10	4.22±0.22	5.78±0.21	2.83±0.21	6.83±0.21		
O1	0.00±0.00	1.05±0.16	0.89±0.16	1.32±0.08	6.53±0.20		
O2	0.46±0.03	0.52±0.00	0.76±0.03	2.96±0.16	7.35±0.20		
AES1+O1	4.50±0.10	1.46±0.06	3.58±0.29	3.52±0.17	7.33±0.12		
AES1+O2	2.52±0.11	0.87±0.02	4.79±0.20	1.55±0.08	5.31±0.10	5.33±0.16	6.40±0.20
AES2+O1	2.52±0.11	4.76±0.33	2.35±0.12	1.61±0.19	6.85±0.16		
AES2+O2	2.04±0.20	4.33±0.12	6.73±0.17	3.03±0.11	7.12±0.20		
O1+AES1	2.17±0.20	1.13±0.12	3.52±0.13	3.41±0.20	7.13±0.24		
O1+AES2	4.04±0.36	4.83±0.21	5.72±0.17	3.48±0.08	4.62±0.13		
O2+AES1	1.95±0.39	5.42±0.39	5.66±0.70	2.42±0.18	4.66±0.31		
O2+AES2	2.04±0.17	2.46±0.84	3.55±0.14	1.56±0.15	4.69±0.16		
*Çizelgedeki sonuçlar ‘ortalama ±standart hata’ olarak verilmiştir.							
** AES1+O2 uygulaması ile muamele edilen domateslerde 6 hafta boyunca çalışılırken; kontrol numunesi ile 3 hafta diğer uygulamalarda ise 4 hafta boyunca çalışılmıştır.							

Çalışmada kullanılan domateslerin gruplara göre 0. haftadaki TMAB ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$). Kontrol grubu domateslerin TMAB değeri, AES1+O1 grubu domateslere göre anlamlı düzeyde farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$). 1. haftadaki TMAB ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. Kontrol grubu domateslerin TMAB değeri, O2 ve AES1+O2 grubu domateslere göre anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p < 0.05$). Domateslerin gruplara göre 2. haftadaki TMAB ölçümleri arasında ise AES2 ve O1+AES2 grubu domatesleri TMAB ölçümlerinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı farklılık tespit edilememiştir ($p > 0.05$). 3. haftadaki TMAB ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$). Çalışmada kullanılan domateslerin gruplara göre 4. haftadaki TMAB ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup O2 grubu domateslerin TMAB değeri, O2+AES1 grubu domateslere göre anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p < 0.05$).

Çağatay (2006) kirazların soğukta depolanması çalışmasında kontrol örneğinde 4.01 log kob/g, 1 ppm ozon uygulanan kirazlarda 3.54 log kob/g ve 0.5 ppm ozon uygulanan kirazlarda ise 3.64 log kob/g bulunan başlangıç toplam bakterisi

sayısı, 6 hafta sonunda kontrol örneğinde 4.22 log kob/g, 1 ppm ozon uygulanan kirazlarda 3.83 log kob/g ve 0.5 ppm ozon uygulanan kirazlarda ise 4.01 log kob/g olarak hesaplanmıştır. Çalışmada ozon uygulamasının raf ömrü süresince kiraz meyvesinin toplam bakteri yükü üzerine etkisi uygulama dozuna ve dönemine bağlı olarak önemli bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan O2 grubundaki domateslerin haftalara göre ölçülen TMAB ölçümleri arasındaki değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Domateslerin 1. hafta TMAB ölçümlerine göre 4. hafta TMAB ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.014$; $p<0.05$). Çalışmada kullanılan AES1+O2 grubundaki domateslerin haftalara göre ölçülen TMAB ölçümleri arasındaki değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Domateslerin 0. hafta TMAB ölçümlerine göre 4. hafta TMAB ölçümlerindeki ortalama 7.10 ± 0.37 log kob/mL artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

4.3.6 Raf Ömrü Süresince Domatesin Toplam Maya Küf Yükündeki Değişimler

Çalışmada ozon, alkali elektrodialize su ve bu iki uygulamanın kombinasyonlarının domatesin mikrobiyel yükü üzerine etkisi araştırılmıştır. Raf ömrü süresince domatesin TMK yükü ölçümlerine Çizelge 4.13’de yer verilmiştir.

Çizelge 4.13. Ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyon uygulamalarının raf ömrü süresince domatesin TMK yükü üzerine etkisi.

Uygulamalar	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
K	5.14±0.07	5.56±0.18	6.35±0.14	7.83±0.17			
AES1	4.14±0.11	4.52±0.17	2.34±0.22	1.28±0.17	6.22±0.21		
AES2	3.90±0.28	4.06±0.11	6.37±0.11	2.83±0.21	6.90±0.21		
O1	2.21±0.09	2.31±0.10	1.86±0.06	1.92±0.08	6.73±0.12		
O2	1.09±0.21	1.11±0.20	1.93±0.46	2.96±0.16	7.31±0.19		
AES1+O1	2.08±0.10	2.78±0.17	5.48±0.18	3.52±0.17	7.35±0.12		
AES1+O2	2.56±0.06	2.05±0.18	3.98±0.23	3.55±0.08	4.70±0.10	4.85±0.14	6.77±0.32
AES2+O1	2.40±0.40	2.51±0.31	2.91±0.06	1.61±0.19	6.71±0.20		

Çizelge 4.13 (devam)

Uygulamalar	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta
AES2+O2	2.35±0.32	4.43±0.20	5.95±0.18	3.03±0.11	3.68±0.16		
O1+AES1	2.52±0.29	3.35±0.15	5.44±0.22	3.41±0.20	7.08±0.30		
O1+AES2	2.35±0.14	3.15±0.17	5.96±0.17	3.47±0.08	4.93±0.13		
O2+AES1	2.62±0.37	3.66±0.22	3.73±0.03	2.42±0.17	5.14±0.07		
O2+AES2	2.12±0.17	2.23±0.25	3.67±0.13	3.56±0.15	1.75±0.06		

*Çizelgedeki sonuçlar "ortalama ±standart hata" olarak verilmiştir.

** **AES1+O2** uygulaması ile muamele edilen domateslerde 6 hafta boyunca çalışılırken; kontrol numunesi ile 3 hafta diğer uygulamalarda ise 4 hafta boyunca çalışılmıştır.

Çalışmada kullanılan domateslerin gruplara göre 0. haftadaki TMK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$). 1. haftadaki TMK ölçümleri göre; O2 grubu domateslerin TMK değeri, AES1+O1, AES1+O2, AES2+O1, AES2+O2, O1+AES1, O1+AES2, O2+AES1, ve O2+AES2 grubu domateslere göre anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p<0.05$). 2. haftadaki TMK ölçümleri incelendiğinde O2 grubu domateslerin TMK değeri, kontrol ve AES1+O1, AES1+O2, AES2+O2, O1+AES1, O1+AES2, ve O2+AES2 grubu domateslere göre anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p<0.05$). Çalışmada kullanılan domateslerin gruplara göre 3. haftadaki TMK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmaz iken ($p>0.05$); 4. haftadaki TMK ölçümleri arasında AES1+O1 ve O1+AES1 grubu domateslerin TMK değeri, anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p<0.05$).

Kim vd (1999) çalışmasında ozonun marulun doğal mikro flora sayısını 2-3 log kob/g düşürdüğünü açıklamışlardır. Çağatay (2006) çalışmasında, muhafaza öncesinde 0.5 ppm ve 1 ppm dozlarında ozon uygulanmış kirazlarda en yüksek maya ve küf yükü kontrol grubunda bulunurken; en düşük maya ve küf yükü 1 ppm ozon uygulanan meyveler üzerinde görülmüştür. Dozlara ve döneme bağlı olarak ozonun depolama süresince maya ve küf üremesi üzerinde etkili olduğu, meydana gelen mikrobiyolojik bozulmaları belirli seviyede önlediği sonucuna varılmıştır.

4.3.7 Raf Ömrü Boyunca Kalite Kriterleri Korelasyon Testleri

Çalışma kapsamında raf ömrü süresinde pH, iletkenlik, titrasyon asitliği, °Briks, TMY ve TMAB ölçümleri arasında korelasyon testleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.14’te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Raf ömrü süresinde pH, iletkenlik, titrasyon asitliği, °Briks, TMY ve TMAB ölçümleri arasında korelasyon testleri

		pH	İletkenlik	%TA	°Briks	TMY	TAMB
Ph	r	-	0.472 ^a	0.080 ^b	0.073 ^a	-0.327 ^a	-0.372 ^a
	p	-	0.001**	0.266	0.308	0.001**	0.001**
İletkenlik	r	-	-	0.215 ^b	0.343 ^a	-0.136 ^a	-0.236 ^a
	p	-	-	0.002**	0.001**	0.057	0.001**
Titrasyon	r	-	-	-	0.064 ^b	-0.195 ^b	-0.188 ^b
	p	-	-	-	0.373	0.006**	0.008**
Brix	r	-	-	-	-	0.219 ^a	0.093 ^a
	p	-	-	-	-	0.002**	0.195
TMY	r	-	-	-	-	-	0.784 ^a
	p	-	-	-	-	-	0.001**

^ar=Pearson Korelasyon Katsayısı
r: 0.00 — 0.19 (Çok Zayıf)
r: 0.20 — 0.39 (Zayıf)
r: 0.40 — 0.59 (Orta)
r: 0.60 — 0.79 (Güçlü)
r: 0.80 — 1.00 (Çok Güçlü)

^br=Spearman’s Korelasyon Katsayısı **p<0.01

Çalışmada kullanılan domateslerin pH ölçümleri ile iletkenlik ölçümleri arasında pozitif yönlü (pH arttıkça iletkenlik artan) 0.427’lik orta düzeydeki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (r=0.472; p=0.001; p<0.01). pH ölçümleri ile TMY ölçümleri arasında negatif yönlü (pH arttıkça TMY azalan) 0.327 düzeyindeki zayıf ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (r=-0.327; p=0.001; p<0.01). Çalışma kapsamındaki domateslerin pH ölçümleri ile TAMB ölçümleri arasında negatif yönlü (pH arttıkça TAMB azalan) 0.372 düzeyindeki zayıf ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (r=-0.372; p=0.001; p<0.01).

Çalışma kapsamında pH ölçümleri ile %TA değeri ve °Briks değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır (p>0.05).

İletkenlik değeri karşılaştırıldığında ile %TA değeri arasında pozitif yönlü (iletkenlik arttıkça titrasyon artan) 0.215 düzeydeki zayıf ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($r=0.215$; $p=0.002$; $p<0.01$); °Briks ölçümleri arasında pozitif yönlü (iletkenlik arttıkça birx artan) 0.343 düzeydeki zayıf ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($r=0.343$; $p=0.002$; $p<0.01$). Domateslerin iletkenlik ölçümleri ile TMY ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmaz iken ($p>0.05$); TAMB ölçümleri arasında negatif yönlü (iletkenlik arttıkça TAMB azalan) 0.236 düzeydeki zayıf ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($r=-0.236$; $p=0.001$; $p<0.01$).

Çalışma kapsamında kullanılan domateslerin %TA değeri ile °Briks ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$). %TA ile TMY ölçümleri arasında negatif yönlü (titrasyon arttıkça TMY azalan) 0.195 düzeydeki çok zayıf ilişki ($r=-0.195$; $p=0.006$; $p<0.01$); TAMB ölçümleri arasında negatif yönlü (titrasyon arttıkça TAMB azalan) 0.188 düzeydeki çok zayıf ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($r=-0.188$; $p=0.008$; $p<0.01$).

Çalışmada kullanılan domateslerin °Briks ölçümleri ile TMY ölçümleri arasında pozitif yönlü (°Briks arttıkça TMY artan) 0.219 düzeydeki zayıf ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($r=0.219$; $p=0.002$; $p<0.01$). Domateslerin °Briks ölçümleri ile TAMB ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$). TMY ölçümleri ile TAMB ölçümleri arasında pozitif yönlü (TMY arttıkça TAMB artan) 0.784'lük güçlü düzeydeki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($r=0.784$; $p=0.001$; $p<0.01$).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda ozon ve alkali elektrodialize su uygulamaları üzerine yapılan çalışmalar yüksek kalitede gıda üretimlerinde kullanılan muhafaza teknikleri arasında olabileceği sonucuna ulaşmıştır. Özellikle her iki teknolojinin kombinasyonunun gıda kalitesi ve mikrobiyel inaktivasyonu etkisine yönelik araştırmalar oldukça sınırlı düzeydedir. Bu bağlamda çalışma kapsamında ozon, alkali elektrodialize ve bu iki uygulamanın sıralı kombinasyonları kullanılarak domates örneklerine inoküle edilen mikroorganizmaların inaktivasyonu ve kalite özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında domates örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla pH, °Briks, titrasyon asitliği, kondaktivite, renk, toplam antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde miktarı, toplam likopen miktarı analizleri ile mikrobiyel inaktivasyon çalışmalarına yer verilmiştir. Mikrobiyel inaktivasyonda toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam maya küf (TMK) ile inoküle edilen *S. enteritidis*, *L. monocytogenes* ve *B. cinerea* inaktivasyonu incelenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında ozon, AES ve bu iki uygulamanın kombinasyonu ile muamele edilen domates örneklerinin 4°C'deki muhafazasında iletkenlik, pH değeri, titrasyon asitliği (TA), °Briks, TMAB ve TMK sayısındaki değişim incelenmiştir.

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında O2, AES1+O2, AES2+O1 uygulamaları pH değerinde (domates suyu) anlamlı düzeyde artış gösterirken; diğer uygulamalarda azalma tespit edilmiştir. İletkenlik değerlerinde ise AES2 ve O2+AES2 uygulamalarında kontrol örneğine kıyasla önemli bir değişim görülmemiştir °Briks değeri incelendiğinde AES1, AES2, O1, AES1+O1, O1+AES1, AES2+O1 ve O2+AES2 uygulamalarında kontrol örneğine kıyasla anlamlı düzeyde artışa neden olurken O2, AES1+O2, AES2+O1 ve O1+AES2 uygulamalarında ise azalma tespit edilmiştir. TA sonuçları incelendiğinde ise O2 uygulamasında düşük tespit edilmiştir.

Çalışma ozon, alkali elektrodialize su ve kombinasyonlarının belirlenen parametrelerde domateslerin fiziksel özellikleri üzerinde farklı etkileri olduğunu ortaya koymuştur.

Kombinasyon uygulamaları ile ozon ve alkali elektrodialize suyun uygulama sırasının bazı ölçülen özellikler üzerindeki etkisi araştırılmış ve nitekim kombinasyon uygulamalarında sıralamanın önem arz ettiği sonucuna varılmıştır. Uygulamaların sırası, ölçülen özellikler üzerinde de önemli bir farkı yaratmıştır.

Uygulamaların domates örneğinin dış kabuğu ve pulpundaki renk değişimleri incelendiğinde; özellikle O2 uygulamasının dış kabuk L, a, b değerleri, C*, h° ve toplam renk değişim (ΔE) değerinde önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir. Uygulamaların domates örneği fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesi üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığı gözlemlenirken; likopen miktarı O2+AES1 uygulaması haricinde tüm uygulamalarda anlamlı derecede yüksek tespit edilmiştir.

Domatesin TMAB ve TMK ile inoküle edilmiş *S. Enteritidis*, *L. monocytogenes* ve *B. cinerea* kültürlerinin inaktive edilmesinde uygulamaların etkisi araştırılmış ve her işlemten sonra sayım yapılmıştır. Uygulama türüne ve dozuna bağlı olarak inaktivasyon değişiklik göstermiştir. TMAB yükündeki en etkili inaktivasyonlar AES1+O2, O2+AES1, ve AES2+O1 ve O2 uygulamalarında görülürken; TMK sayısının ozonun 4 dak (O1) ve 12 dak (O2) olan uygulamaları ile O1+E1 uygulaması sonrasında başlangıçtaki bakteri yükünün tamamen inaktive edildiği görülmüştür. Bu bağlamda domatesin doğal mikroflorasında bulunan TMK ve TMAB' nin özellikle O2 uygulaması sonrası sayısında önemli oranda azalmaya sebep olduğu ve söz konusu teknolojilerin mikrobiyel inhibisyonda da olumlu yönde etkisinin olduğu gözlenmiştir.

L. monocytogenes inaktivasyonunda pH 8.5 olan AES2 uygulaması hariç diğer tüm uygulamalar azaltıcı etki gösterirken; özellikle ozon uygulaması ve kombinasyonlarında tamamen inaktive edildiği belirlenmiştir. *S. enteritidis* O2, AES1+O2, AES2+O2, O1+AES1, ve O2+AES2 prosesleri sonrasında tamamen inaktive edilmiştir. Aynı şekilde ozon uygulamaları ve kombinasyon uygulamalarında *B. cinerea*' nin neredeyse tamamen inaktive edildiği görülmüştür.

Genel olarak değerlendirildiğinde tüm uygulamalar inoküle edilmiş *S. enteritidis*, *L. monocytogenes* ve *B. cinerea* kültürlerinin yanı sıra TAMB ve TMK mikroflorasını azaltmak için etkili olurken; özellikle ozon uygulamalarında tamamen inaktivasyon sağlanmıştır.

Araştırma kapsamındaki prosesler mikrobiyel inaktivasyonda başarılı olurken; domateste önem arz eden toplam fenolik madde, toplam antioksidan kapasitesi, toplam likopen miktarı ve renk gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli değişiklik göstermemesi hedeflenmiş; bu bağlamda domateste O₂+AES1 uygulaması, domates pulpunda O₁+AES1 ve O₂+AES2 uygulamalarında olumlu sonuçlar gözlenmiştir.

Belirlenen uygulamalar domatesin 4°C'deki raf ömrünün uzatılması yönünde etkili olmuştur. O₁+AES2 uygulaması hariç diğer uygulamalar raf ömrünü 4 haftaya çıkarmış, AES1+O₂ uygulamasında ise 6 haftaya kadar olumlu sonuç alınmıştır. Uygulamaların dozu, süresi ve sıralaması ölçülen özellikler ve raf ömrü çalışmasında farklılıklar yaratmıştır. Çalışma kapsamında ozon ve elektrolize suyu uygulamalarının domatesin kalite kriterlerinin olumsuz etkilenmeden mikrobiyel inaktivasyonunda etkili olabileceği sonucuna ulaşılırken; uygulamalar sonrası duyu testleri ile kalite özelliklerinin desteklenmesi ve uygulamaların getireceği maliyet yükünün de araştırılması gerekmektedir. Bu bağlamda olumlu sonuçlar alınan uygulamaların işletmeci veya tüketiciler tarafından tercih edilebilirliği önem arz etmektedir.

Yapılan çalışma kapsamında alternatif yöntemler ve kombinasyon uygulamalarının sırası çalışmada belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiş, yöntemlerin uygulama sırası değiştirildiğinde ne tür etkiye sebep olabileceği belirlenmiştir. Çalışmaya konu olan proseslerin domateste önem arz eden mineral maddeler ve enzimler üzerine ne tür etkilerinin araştırılması da yararlı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abadias M, Usall J, Oliveira M, Alegre I, Virias I (2008) "Efficacy of Neutral Electrolyzed Water (NEW) for Reducing Microbial Contamination on Minimally-Processed Vegetables", *International Journal of Food Microbiology*, 123: 151-158.
- Aday S (2011) Aktif Ambalajlama ve Yeni Muhafaza Yöntemleri İle Çileğin Raf Ömrünün Artırılması, Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Ak R (2014) Saf Hatlardan Elde Edilen Domates Çeşitlerinde Biyoaktif Bileşenlerin Belirlenmesi ve Ön Isıl İşlem Sırasındaki Değişim, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin.
- Al-Haq MI, Sugiyama J, Isobe S (2005) "Applications Of Electrolyzed Water In Agriculture & Food Industries", *Food Science and Technology Research*, 11 (2): 135-150.
- Altun A, Şen F, Şimşek D, Düzyaman E (2012) "Farklı Beef Tipi Domates Genotiplerinin Depolanabilirliğinin Araştırılması", *Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 125-135.
- Anonim (2000) Sample Prep. CR&D Davis, Lycopene by Spectrophotometry.
- Anonim (2010) <http://www.turkcebilgi.com/elektroliz/ansiklopedi>.
- Arı B (2015) Ozonlama Uygulamasının Elma Suyunun Biyoaktif Bileşenlerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Aslansoy Z (2012) Ozonlama İşleminin Limondaki Pestisit Kalıntıları Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Bari ML, Sabina Y, Isobe S, Umera T, Isshiki K (2003) "Effectiveness of Electrolyzed Acidic Water in Killing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, and *Listeria monocytogenes* on the Surfaces of Tomatoes", *Journal of Food Protection*, 66 (4): 542-548.
- Billor A (2017) Narda Ozon Uygulamalarının Hasat Sonrası Kurşuni Küf Çürüklüğüne Etkileri, Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Bocci VA (2006) "Scientific And Medical Aspects of Ozone Therapy", *Archives of Medical Research*, 37 (4) : 425-435.
- Cemeroğlu B, Yemenicioğlu A ve Özkan M (2001) "Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları", *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 24: 88-95.

- Çağatay Ö (2006) Ozon Uygulamasının Kirazın Soğukta Depolanma Süresi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Çatal H ve İbanoğlu Ş (2010) “Gıdaların Ozonlanması”, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi 5 (3): 47-55.
- Das E, Gurakan G C, Bay A (2006) “Effect of Controlled Atmosphere Storage, Modified Atmosphere Packaging and Gaseous Ozone Treatment on The Survival of *Salmonella Enteritidis* on Cherry Tomatoes”, Food Microbiology, 23 (2006): 430-438.
- Deza MA, Araujo M, Garrido MJ (2003) “Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes* on The Surface of Tomatoes by Neutral Electrolyzed Water”, Letters in Applied Microbiology, 37: 482–487.
- Ding T, Ge Z, Shi J, Xu YT, Jones CL, Liu DH (2015) “Impact of Slightlyacidic Electrolyzed Water (SAEW) and Ultrasound on Microbial Loads and Quality Of Fresh Fruits”, LWT-Food Science and Technology, 60 (2): 1195-1199.
- Guerreiro D (2016) “Post-Harvest Treatment of Cherry Tomatoes by Gamma Radiation: Microbial and Physicochemical Parameters Evaluation”, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 36 (2016): 1–9.
- Guzel-Seydim ZB, Greene AK ve Seydim AC (2004) “Use of Ozone in the Food Industry”, Lebensm Wiss u Technology Journal, 37: 453-460.
- Hacı D (2015) Sofralik İncirlerde Ambalaj Ve Ozon Uygulamalarının Kalite Korunumu Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Hayta E (2014) Elektrolize Suyun Kiraz Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Hsu SY (2005) “Effects of Flow Rate, Temperature and Salt Concentration on Chemical and Physical Properties of Electrolyzed Oxidizing Water”, Journal of Food Engineering, 66: 171-176.
- Huang YR, Hung YC, Hsu SY, Huang YW, Hwang DF (2008) “Application of Electrolyzed Water In The Food Industry”, Food Control, 19 (2008): 329–345.
- Kader AA (2003) “A Perspective on Postharvest Horticulture (1978–2003)”, Hort Science 38 (5): 1004–1008.
- Kader AA (2008) “Perspective Flavor Quality of Fruits and Vegetables”, Journal of the Science of Food Agriculture, 88: 1863–1868.

- Kamber U, Gülbaz G, Aksu A, Doğan A (2016) “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 (5): 13102.
- Karaca H (2006) *Meyve ve Sebze İşlemede Ozon Uygulamaları*, Ankara Üniversitesi, Doktora semineri, Ankara.
- Karaca H (2010) *Ozonlamanın Marul, Ispanak ve Maydanozlarda Mikrobiyel İnaktivasyon ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi*, Ankara Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara.
- Karaçalı İ (2009) “Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlaması”, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 494.
- Karataş B (2019) *Atılımlı Elektrik Alanı ve Ozon Uygulamalarının Lahana Tohumlarının Kalite Özellikleri ve Yüzey Dezenfeksiyonu Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Keskin E (2015) *Vişne Sularına Kontamine Olan Mikroorganizmaların İnaktivasyonu ve Pestisit Dekompozisyonunda Alternatif Teknolojilerin Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Khan I, Tango CN, Miskeen S, Lee BH, Oh D-H (2017) “Hurdle Technology: A Novel Approach for Enhanced Food Quality and Safety”, *Food Control*, 73 (2017): 1426-1444.
- Kim JG and Yousef AE (2000) “Ozone Treatment to Inactivate Bacterial and Fungal Spores”, *Institute of Food Technology*, 187.
- Kim JG, Yousef AE and Dave S (1999) “Application of Ozone for Enhancing the Microbiological Safety and Quality of Foods”, *Journal of Food Protection*, 62 (9): 1071-1087.
- Kim JG, Yousef AE and Khadre MA (2003) “Ozone and Its Current and Future Application in the Food Industry”, *Advances in Food and Nutrition Research*, 45: 167-218.
- Kim JH ve Min SC (2017) “Microwave-Powered Cold Plasma Treatment for Improving Microbiological Safety of Cherry Tomato Against Salmonella”, *Postharvest Biology and Technology*, 127 (2017): 21–26.
- Koseki S, Yoshida K, Kamitani Y, Isobe S and Itoh K (2004) “Effect of Mild Heat Treatment pre-treatment with Alkaline Electrolyzed Water on the Efficacy of Acidic Electrolyzed Water Against *Escherichia coli* O157:H7 and Salmonella on Lettuce”, *Food Microbiology*, 21 (5): 559-566.
- Kuşçu A ve Pazır F (2004) “Gıda Endüstrisinde Ozon Uygulamaları”, *Gıda*, 29 (2): 123-129.

- Liew CL ve Prange RK (1994) "Effect of Ozone and Storage Temperature on Postharvest Diseases and Physiology of Carrots (*Caucus carota* L.)", Journal of the American Society for Horticultural Science, 119 (3): 563–567.
- Lin CS, Wu C, Yeh JY, Saalia FK (2005) "The Evaluation of Electrolyzed Water as an Agent for Reducing Microorganisms on Vegetables", International Journal Food Science Technology, 40: 495-500.
- Lu YJ ve Wu CQ (2010) "Reduction of Salmonella Enterica Contamination on Grape Tomatoes by Washing with Thyme Oil, Thymol, and Carvacrol as Compared with Chlorine Treatment", Journal of Food Protection, 73 (12): 2270-2275.
- Mahapatra AK, Muthukumarappan K and Julson JL (2005) "Applications of Ozone, Bacteriocins and Irradiation in Food Processing", Food Science and Nutrition, 45 (6): 447– 461.
- Moon JH and Terao J (1998) "Antioxidant Activity of Caffeic Acid and Dihydro Caffeic Acid in Lard and Human Low-density Lipoprotein", Journal of Agriculture and Food Chemistry, 46: 5062-5065.
- Oliver J and Palou A (2000) "Chromatographic determination of carotenoids in foods", Journal of Chromatography A, 881 (1-2): 543-555.
- Özcan, M (1990) Pozantı- Kamlı Vadisinde YetiŖen Amasya Starking ve Golden Delicious Elmalarının Muhafazası Üzerine AraŖtırmalar, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Özler M, Öter Ŗ ve Korkmaz A (2009) "Ozon Gazının Tıbbi Amaçlı Kullanılması", TAF Preventive Medicine Bulletin, 8(1): 59-64.
- Park EJ, Alexander E, Taylor GA, Costa R, Kang DH (2009) "The Decontaminative Effects of Acidic Electrolyzed Water for *Escherichia coli* O157:H7, Salmonella Typhimurium, and Listeria Monocytogenes on Green Onions and Tomatoes with Differing Organic Demands", Food Microbiology, 26: 386–390.
- Park H, Hung YC ve Chung D(2004) "Effects of Chlorine and pH on Efficacy of Electrolyzed Water for Inactivating *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes*", International Journal of Food Microbiology, 91 (1): 13-18.
- Petro-TurzaM (1987) "Flavor of Tomato and Tomato Products", Food Reviews International, 2 (3): 309-351.
- Poçan HB, Karakaya M, Ulusoy K (2011) "Elektrolize Suyun Gıda Endüstrisinde Kullanımı", Gıda, 36 (3): 169-176.
- Rahman SME, Jin YG ve Oh DH (2011) "Combination Treatment of Alkaline Electrolyzed Water and Citric Acid with Mild Heat to Ensure Microbial Safety, Shelf-Life and Sensory Quality of Shredded Carrots", Food Mikrobiology, 28: 484-491.

- Remon S, Eugenia Venturini MA, Lopez-Buesa P, Oria R (2003) "Burlat Cherry Quality After Long Range Transport: Optimisation of Packaging Conditions", *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 4: 425-434.
- Restaino L, Frampton EW, Hemphill JB and Palnikar P (1995) "Efficacy of Ozonated Water Against Various Food-Related Microorganisms", *Applied and Environmental Microbiology*, 61(9): 3471-3475.
- Rowland FS (2006) "Stratospheric Ozone Depletion", *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 361: 769-790.
- Sabır FK, Şenel BS, Ağar İT (2010) "Sıcak Su Uygulaması ve Modifiye Atmosferde Paketlemenin Mirella F1 Domates Çeşidinin Muhafaza Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkileri", *Alatarım*, 9 (2): 22-29.
- Şahan S (2011) Satsuma Mandarininde Yeşil Küf Çürüklüğü Etmenine (*Penicillium Digitatum* (Pers.) Sacc) Karşı Ozon Uygulamalarının Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisan Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Sevilgen Ö (2009) Ozon, Klor ve Hidrojen Peroksit Uygulamalarının Pazıda Klorofil Miktarı Üzerine Etkileri, Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Sönmez K ve Ellialtıoğlu ŞŞ (2014) "Domates, Karotenoidler ve Bunları Etkileyen Faktörler Üzerine Bir İnceleme", *Derim*, 31 (2): 107-130.
- Spanos GA and Wrolstad RE (1990) "Influence of Processing and Storage on the Phenolic Composition of Thompson Seedless Grape Juice", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38: 1565-1571.
- Stajcic S, Cetkovic G, Canadanovic-Brunet J, Djilas S, Mandic A, Cetojevic-Simin D (2015) "Tomato Waste: Carotenoids Content, Antioxidant and Cell Growth Activities", *Food Chemistry*, 172: 225-232.
- Tagawa M, Yamaguchi T, Yokosuka O, Matsutani S, Maeda T, Saisho H. (2000) "Inactivation of Hepadnavirus by Electrolyzed Acid Water", *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 46: 363-368.
- Tetik N, Topuz A, Turhan İ, Karhan M (2006) "Meyve ve Sebzelerin İşlenmesi ve Muhafazasında Ozon Uygulamaları", *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Torlak E, Akata I, Erci F, Uncut AT (2016) "Use Of Gaseous Ozone To Reduce Aflatoxin B1 And Microorganisms In Poultry Feed", *Journal of Stored Products Research*, 68 (2016): 44-49.
- Torlak E, Sert D, Ulca P (2013) "Efficacy Of Gaseous Ozone Against *Salmonella* And Microbial Population On Dried Oregano", *International Journal of Food Microbiology*, 165 (3): 276-280.

Tosa N, Yamasaki Y (2000) "Effect Of Organicsubstances on the Residual Chlorine Contained İnthe Strong Acidic Electrolyzed Water" The Japanese Society for Food Science and Technology, 47 (4): 287-295.

Tzortzakis N, Borland A, Singleton I ve Barnes J (2007) "Impact of Atmospheric Ozone-Enrichment on Quality-Related Attributes of Tomato Fruit", Postharvest Biology and Technology, 45 (3): 317-325.

Türkiye İstatistik Kurumu, Sebzelelerin Üretim Miktarları, www.tuik.gov.tr, 21 Nisan 2019.

Uysal EE (2008) "Ozon Üretimi ve Gıda Endüstrisinde Uygulamaları", Dünya Gıda Dergisi, 2: 62-63.

Wojtowicz JA (1996) Ozone, In Encyclopedia of Chemical Technology, Fourth Edition, 953-944, Wiley-Interscience, New York.

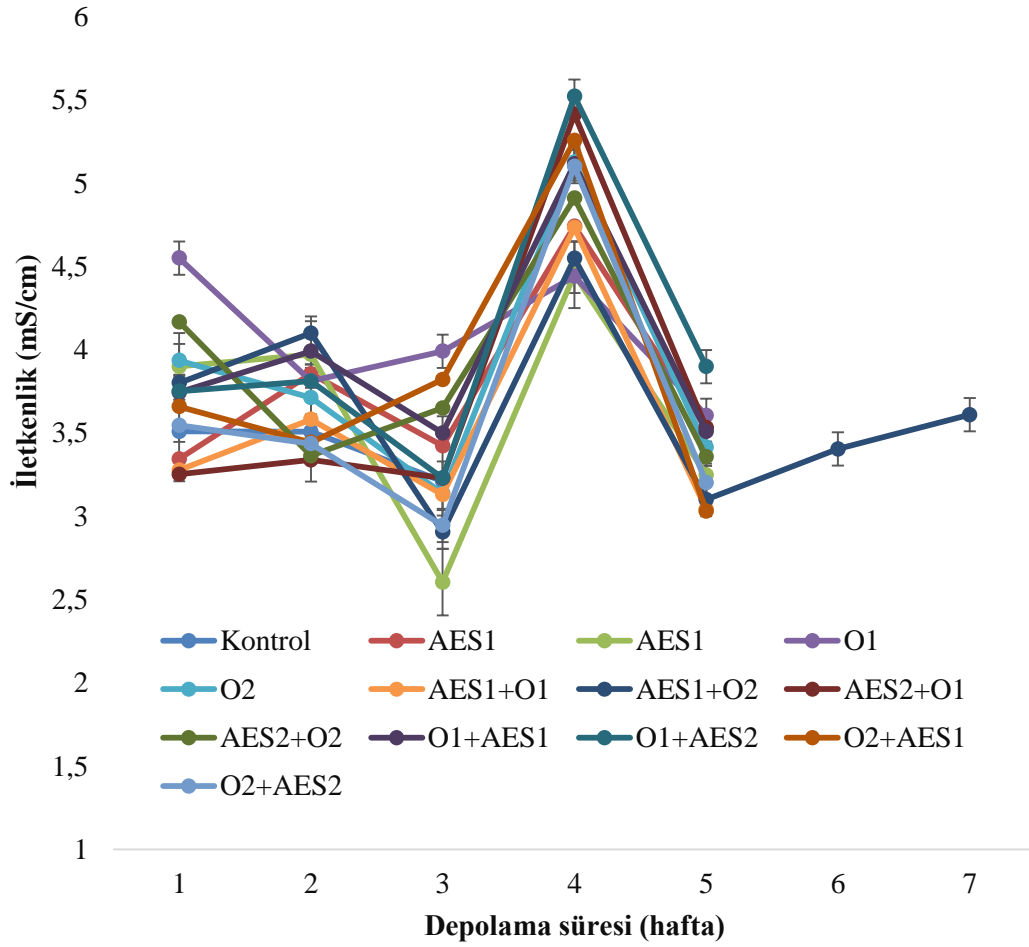
Yıldız PO ve Yangınlar F (2014) "Ozon ve Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları", BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 3(1): 94-101.



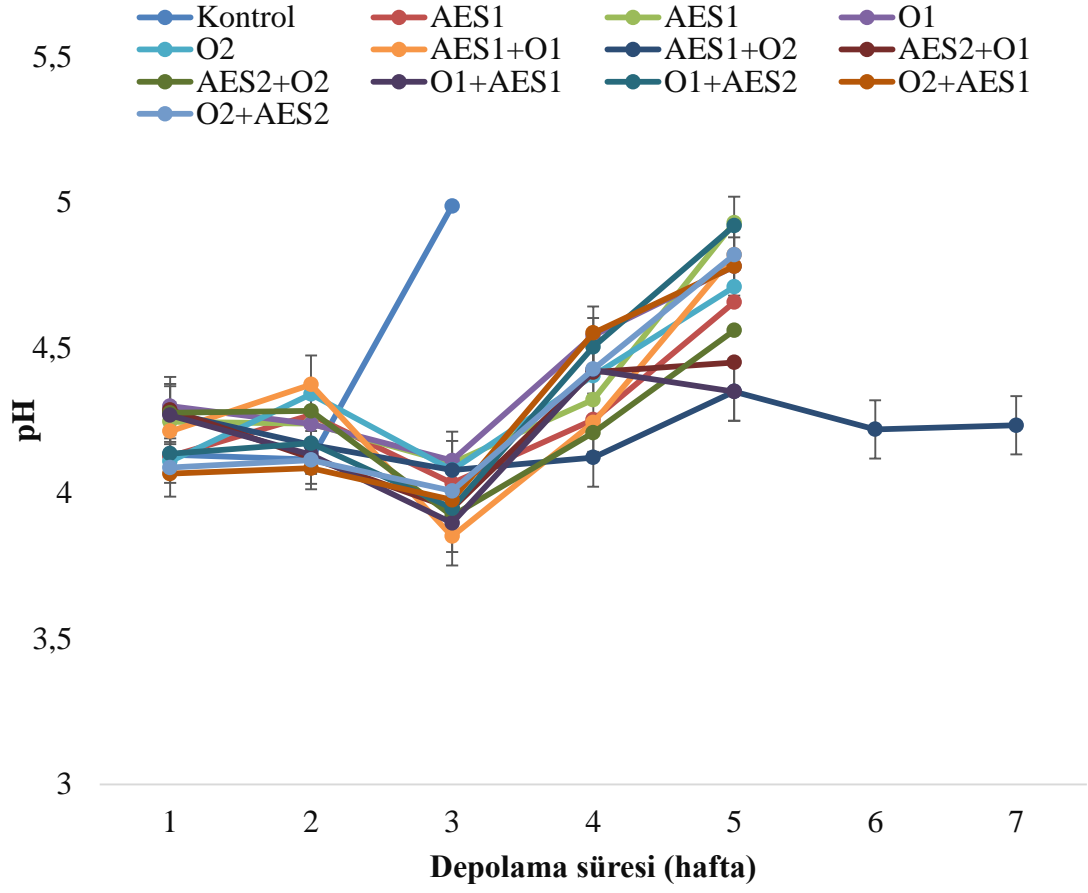
EKLER

7. EKLER

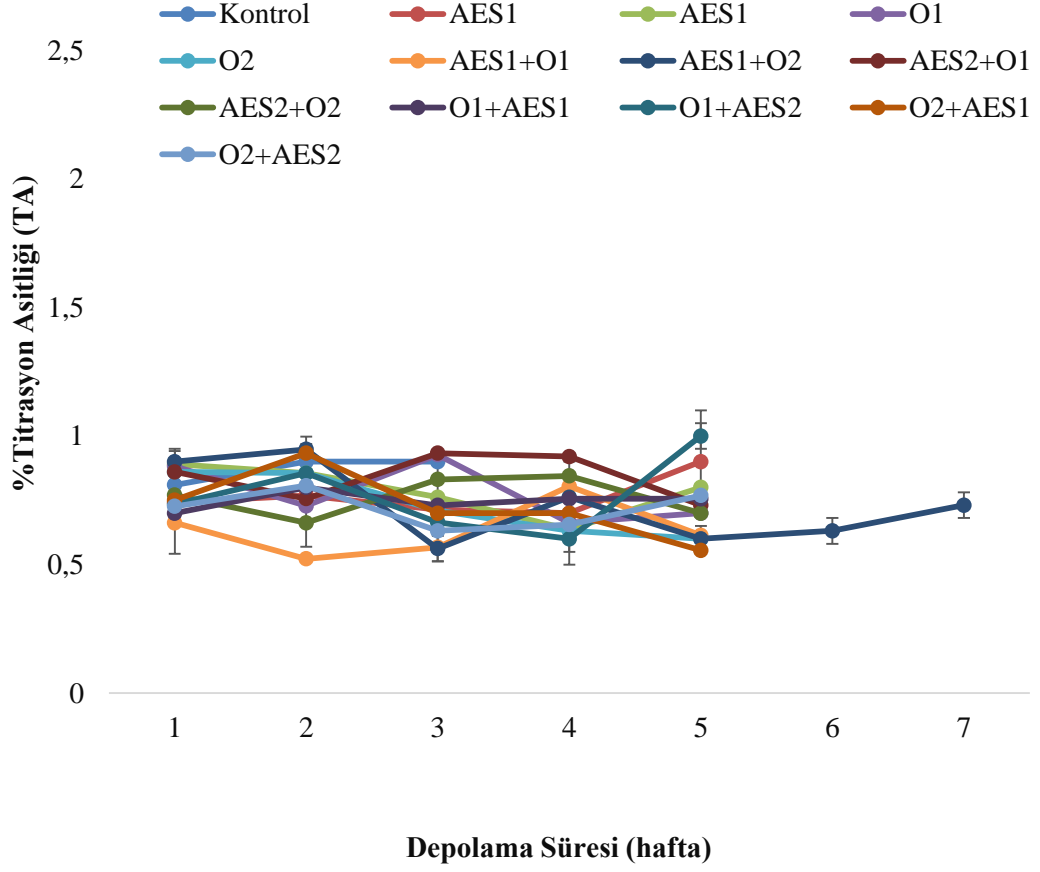
EK A.1 Ozon, Alkali Elektrodialize Su Uygulamaları ve Bunların Çeşitli Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince Kondaktivite (mS/cm) Üzerine Etkisi



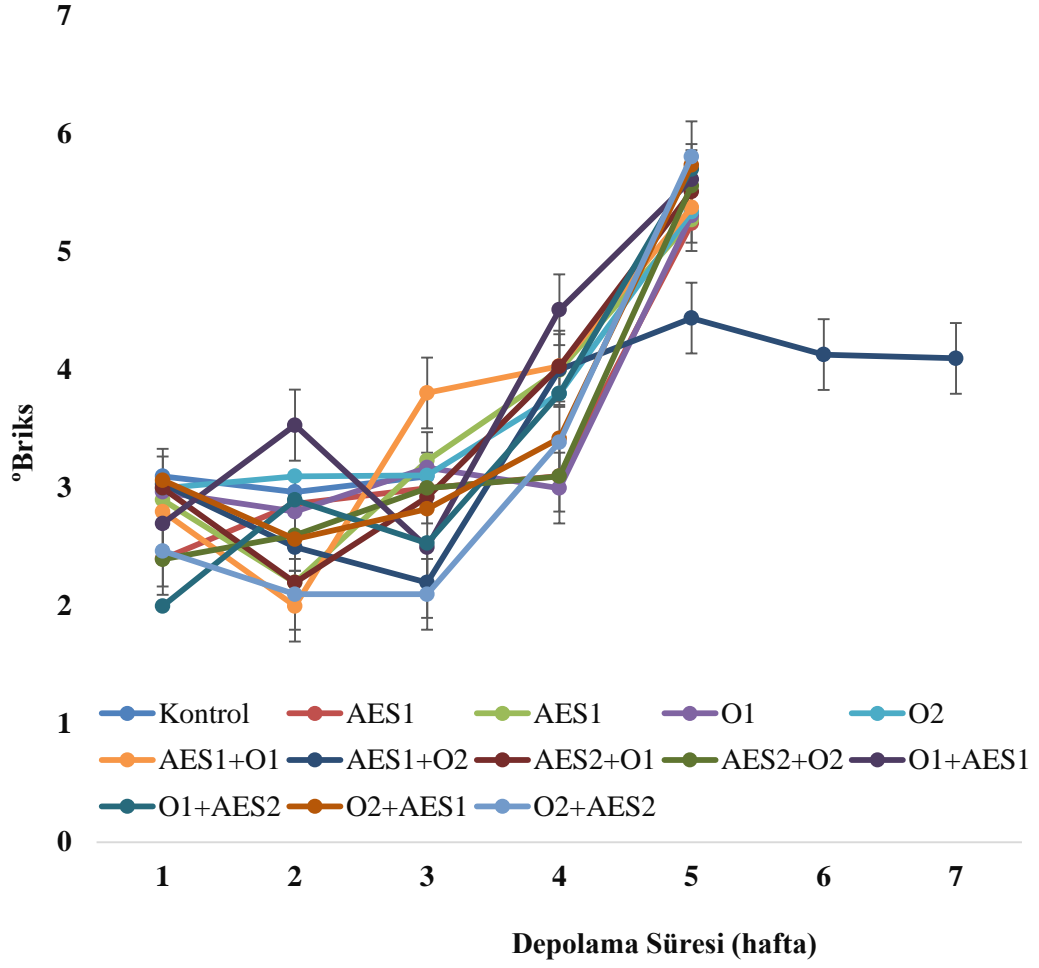
EK A.2 Ozon, Alkali Elektrodialize Su Uygulamaları ve Bunların Çeşitli Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince pH Değeri Üzerine Etkisi



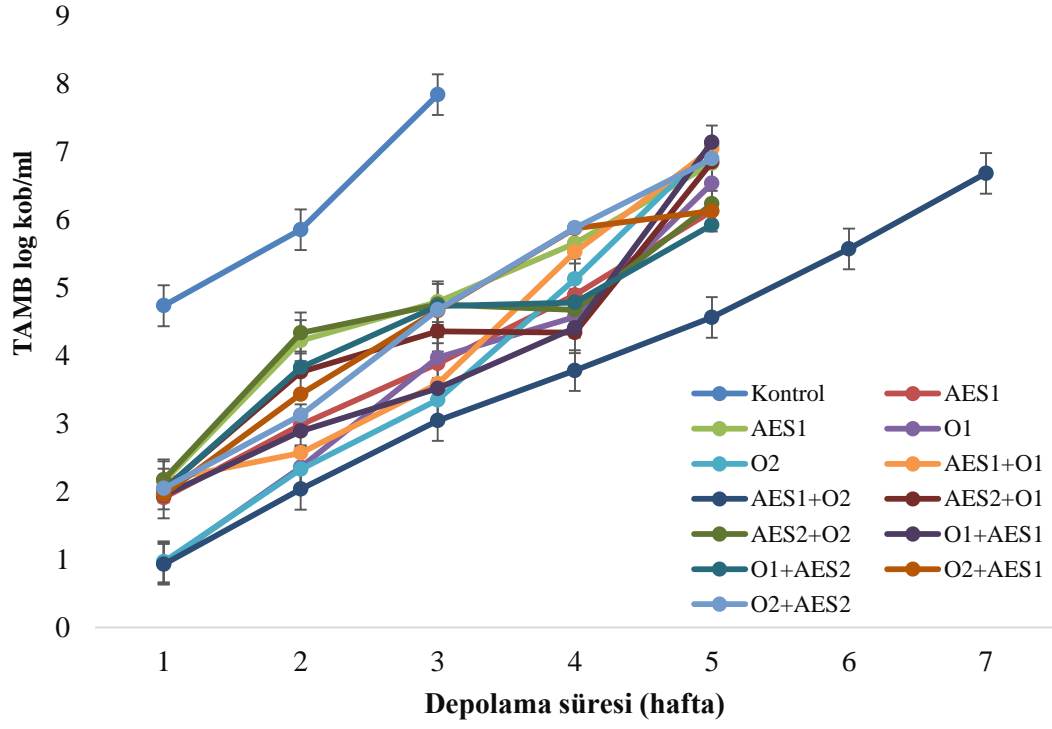
EK A.3 Ozon, Alkali Elektrodialize Su Uygulamaları ve Bunların Çeşitli Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince % Titrasyon Asitliği (TA) Değeri Üzerine Etkisi



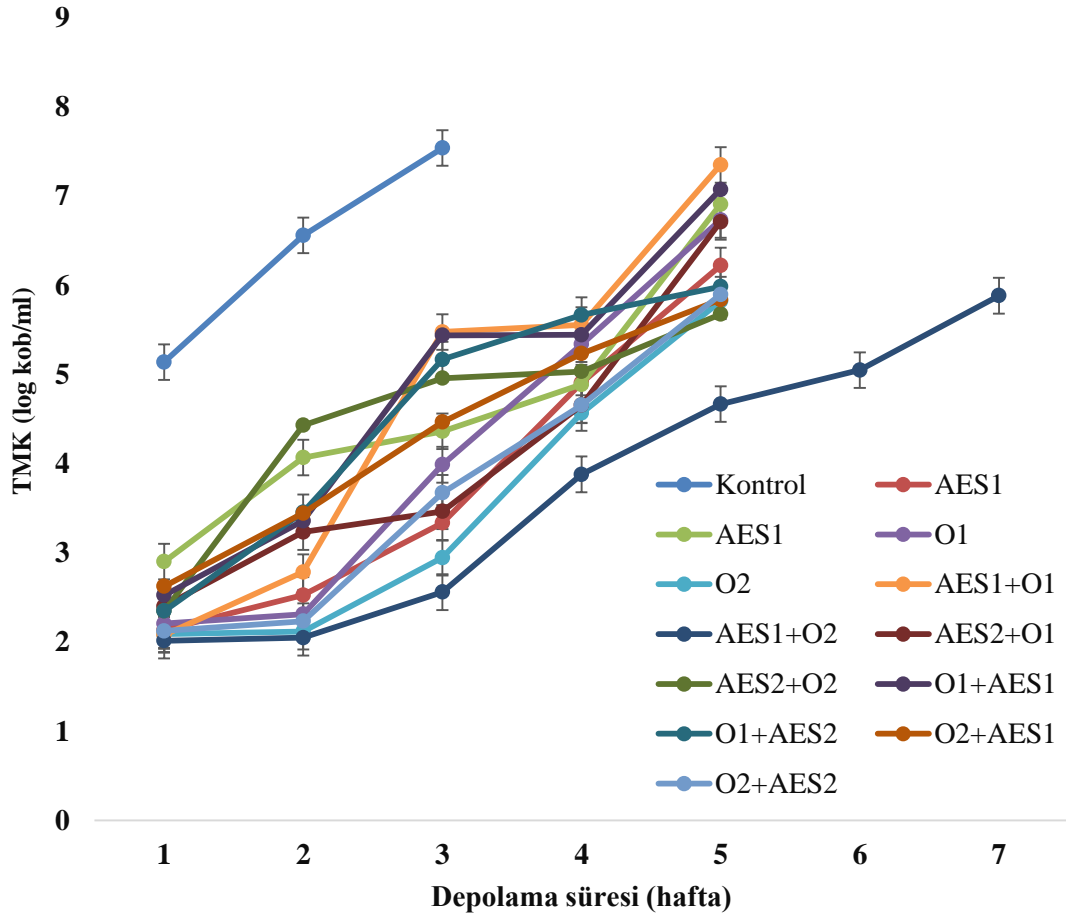
EK A.4 Ozon, Alkali Elektrodialize Su Uygulamaları ve Bunların Çeşitli Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince °Briks Değeri Üzerine Etkisi



EK A.5 Ozon, Alkali Elektrodiyalize ve Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince domatesin TMAB Yükü Üzerine Etkisi



EK A.6 Ozon, Alkali Elektrodiyalize ve Kombinasyon Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince domatesin TMK Yükü Üzerine Etkisi



8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : **Kübra UZUN**

Doğum Yeri ve Tarihi : Karabük / 16.08.1990

Lisans Üniversitesi : Süleyman Demirel Üniversitesi

Elektronik posta : kubra_kanar@hotmail.com

İletişim Adresi : Dumlupınar Mahallesi Sakıp Sabancı Caddesi
Casaba Residence K-2 Daire 4 Kartepe / Kocaeli