

**SOĞUK PLAZMA TEKNİĞİNİN
ET ÜRÜNLERİNDEKİ BAZI PATOJENLER
ÜZERİNE ETKİSİ**

Simge AKTOP

DANIŞMAN

Doç. Dr. Veli GÖK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mayıs, 2016

Bu tez çalışması 15.FENBİL.12 numaralı proje ile AKÜ BAP tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SOĞUK PLAZMA TEKNİĞİNİN ET ÜRÜNLERİNDEKİ BAZI
PATOJENLER ÜZERİNE ETKİSİ

Simge AKTOP

DANIŞMAN

Doç. Dr. Veli GÖK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mayıs, 2016

TEZ ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Veli GÖK danışmanlığında Simge AKTOP tarafından hazırlanan “**Soğuk Plazma Tekniğinin Et Ürünlerindeki Bazı Patojenler Üzerine Etkisi**” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 25/05/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Veli GÖK

Başkan : Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR
Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İmza

Üye : Doç. Dr. Veli GÖK
Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İmza

Üye : Doç. Dr. Halil TOSUN
Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... /..... /2016 tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. Hüseyin ENGİNAR
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

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

beyan ederim.

25/05/2016

İmza
Simge AKTOP

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

SOĞUK PLAZMA TEKNİĞİNİN ET ÜRÜNLERİNDEKİ BAZI PATOJENLER
ÜZERİNE ETKİSİ

Simge AKTOP

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Veli GÖK

Bu çalışmada, soğuk plazma işleminin dilimlenmiş pastırmaya inoküle edilen *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* bakterileri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada pastırmalara 3 dak oksijen gazı (SP₁), 5 dak oksijen gazı (SP₂), 3 dak argon gazı (SP₃), 5 dak argon gazı (SP₄), 3 dak % 50-50 argon-oksijen gazı (SP₅), 5 dak % 50-50 argon-oksijen gazı (SP₆), 3 dak % 75-25 argon-oksijen gazı (SP₇) ve 5 dak % 75-25 argon-oksijen gazı (SP₈) kullanılarak üretilen soğuk plazmalar uygulanmıştır.

Soğuk plazma işlemi uygulanan örneklerin nem miktarları % 44,54-51,88 arasında değişirken, pH değerinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Soğuk plazma işlemiyle pastırma örneklerinin hem nem miktarı hem de su aktivitesi azalmıştır. a_w değerinde en fazla düşüş görülen örnekler SP₇ ve SP₈ olmuştur. Tiyobarbütirik asit (TBA) değerinin 0,99 mg malonaldehit/kg ile en fazla ölçüldüğü örnek saf oksijenle muamele edilen SP₁ örneğidir. Pastırma örneklerinin L*, a*, b* renk değerlerinde önemli değişiklikler olmuştur. Pastırmaların parlaklığı azalmış, kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) değerleri artmıştır. *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* bakterileriyle inoküle edilen pastırma örneklerine soğuk plazma işlemi uygulanması sonucunda *S. aureus* sayılarında 0,95 log kob/cm²'ye kadar, *L. monocytogenes* sayılarında ise 0,91 log kob/cm²'ye kadar azalma saptanmıştır. Bunun dışında soğuk plazma işlemi pastırma örneklerindeki TMAB sayılarını, maya-küf sayılarını ve psikrofil bakteri sayılarını sırasıyla 1,41, 1,66 ve 1,58 log kob/cm²'ye kadar azaltmıştır. Çalışmada duyuşal değerler üzerine soğuk plazmanın etkili olduğu bulunmuştur. Kontrol örneklerine göre

renk, görünüm, tat-aroma, tekstür ve genel beğeni puanları genel olarak düşüş göstermiştir. Çalışma sonunda soğuk plazma işleminde kullanılan gaz çeşidinin ve işlem süresinin patojenlerin inaktivasyonunda etkili olduğu tespit edilmiştir.

2016, xiv + 90 sayfa

Anahtar Kelimeler: Soğuk plazma, patojen, pastırma, inaktivasyon, inokülasyon, *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus*

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE EFFECT OF COLD PLASMA TECHNIQUE ON SOME PATHOGEN MICROORGANISMS FOR MEAT PRODUCTS

Simge AKTOP

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Veli GÖK

In this research, the effect of cold plasma on *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* inoculated on sliced pastirma was investigated. In the study, cold plasma which was produced using oxygen gas for 3 min (SP₁), oxygen gas for 5 min (SP₂), argon gas for 3 min (SP₃), argon gas for 5 min (SP₄), % 50-50 argon-oxygen gas for 3 min (SP₅), % 50-50 argon-oxygen gas for 5 min (SP₆), % 75-25 argon-oxygen gas for 3 min (SP₇) and % 75-25 argon-oxygen gas for 5 min (SP₈), was applied to pastirmas.

While moisture contents of samples which was applied cold plasma process were between 44,54-51,88 %, there were not any significant changes in pH values. Both moisture content and water activity values of pastirma samples decreased by the application of cold plasma process. The maximum decrease in a_w value was observed for SP₇ and SP₈ samples. SP₁ sample which was treated with pure oxygen had 0,99 malonaldehyde/kg and it was the highest TBA value after cold plasma treatment compared to the TBA values of other samples. There has been significant changes in color values L*, a*, b* of pastirma samples. While the lightness of pastirmas decreased, the redness (a*) and the yellowness (b*) of the samples increased. As a result of cold plasma process applied to pastirma samples inoculated with *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*, maximum 0,95 log cfu/cm² and 0,91 log cfu/cm² decreases were observed for *S. aureus* and *L. monocytogenes*, respectively. Moreover cold plasma

process decreased TMAB numbers, yeast-mold numbers and psychrophile bacterium numbers in pastirma samples up to 1,41, 1,66 and 1,58 log cfu/cm², respectively. In this study, it was determined that cold plasma was effective on sensory properties. Color, appearance, flavor-aroma, texture and general discrimination points showed decrease compared to Control samples. This study showed that gas type and process period being used in cold plasma process was effective in inactivation of pathogens.

2016, xiv + 90 pages

Keywords: Cold plasma, pathogen, pastirma, inactivation, inoculation, *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus*

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca ilgi ve desteklerini esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle çalışmalarına ışık tutan, değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Veli GÖK'e, soğuk plazma sisteminin temininde ve çalıştırılmasında büyük katkıları olan Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü öğretim görevlisi değerli Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZKAN'a, bakteri örneklerinin temininde yardımcı olan, mikrobiyolojik analizler boyunca yardımlarını esirgemeyen ve tez çalışmam boyunca büyük sabır gösteren değerli Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Gökhan AKARCA'ya ve Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi öğretim görevlisi değerli Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Recep KARA'ya, hayata ve mesleğe dair bilgi ve tecrübelerini paylaşarak bizleri hayata hazırlayan, kendilerinin öğrencisi olmaktan gurur duyduğum değerli Hocalarım Sayın Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR'a, Sayın Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK'e ve tüm bölüm hocalarıma, çalışmalarım boyunca daima destek olan, laboratuvar çalışmalarımızı daha faydalı ve zevkli hale getiren arkadaşlarım Arş. Gör. Teslime EKİZ'e ve Gıda Yük. Müh. Elif EKMEKÇİ'ye teşekkürü borç bilirim.

Hayatımın her döneminde sevgisi, şefkati, sabrı ve fedakarlığıyla kendisine hayran olduğum, her zaman yanımda olan biricik annem emekli Bankacı Sülbiye AKTOP'a, hayattaki en iyi arkadaşım, yol göstericim, her konuda destekçim olan biricik ablam Arş. Gör. V. Saba AKTOP'a ve manevi olarak her zaman yanımda hissettiğim rahmetli babam Elektrik Mühendisi Hayrettin AKTOP'a minnetlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Afyon Kocatepe Üniversitesi B.A.P. Fon Müdürlüğü (15.FENBİL.12) tarafından desteklenmiştir. Kuruma teşekkürü borç bilirim.

Simge AKTOP
AFYONKARAHİSAR, 2016

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
RESİMLER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	4
2.1 Plazma ve Özellikleri.....	4
2.1.1 Plazmanın Sınıflandırılması	6
2.1.1.1 Sıcak Plazma.....	6
2.1.1.2 Soğuk Plazma	7
2.1.2 Plazmanın Üretilmesi	7
2.1.3 Plazmanın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi	8
2.2 Pastırma	9
2.2.1 Pastırma Üretimi.....	11
2.2.2 Pastırmanın Kalite Özellikleri	12
2.3 Patojenler	12
2.3.1 <i>Staphylococcus aureus</i>	13
2.3.2 <i>Listeria monocytogenes</i>	14
2.4 Soğuk Plazmayla İlgili Yapılan Çalışmalar	15
3. MATERYAL ve METOT	19
3.1 Materyal	19
3.1.1 Plazma Sistemi ve Kullanılan Gazlar	19
3.1.2 Pastırma Örnekleri.....	21
3.1.3 Bakteri Kültürleri.....	21
3.2 Metot	22
3.2.1 Atmosferik Basınç Plazma Sistemi ile Gerçekleştirilen Deneyler	22
3.2.1.1 Soğuk Plazma Sisteminin Parametreleri.....	22
3.2.1.2 Örneklere Soğuk Plazmanın Uygulanması	23

3.2.2 Nem Tayini	23
3.2.3 pH Tayini	24
3.2.4 Su Aktivitesi (a_w) Tayini	24
3.2.5 Tiyobarbiturik asit (TBA) Değerinin Tayini	24
3.2.6 Renk Tayini	25
3.2.7 Mikrobiyolojik Analizler	25
3.2.7.1 Stok Kültür zeltisinin Hazırlanması	25
3.2.7.2 Pastırma Dilimlerine Patojenlerin İnoküle Edilmesi	25
3.2.7.3 Pastırma Dilimlerinin Mikrobiyolojik Analizlere Hazırlanması	26
3.2.7.4 <i>Staphylococcus aureus</i> Sayımı	26
3.2.7.5 <i>Listeria monocytogenes</i> Sayımı	27
3.2.7.6 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı	27
3.2.7.7 Maya ve Küf Sayımı	27
3.2.7.8 Psikrofil Bakteri Sayımı	28
3.2.8 Duyusal Analiz	28
3.2.9 İstatistik Analiz	28
4. BULGULAR	29
4.1 Nem Miktarı	29
4.2 pH Değeri	30
4.3 Su Aktivitesi (a_w)	31
4.4 TBA Değeri	33
4.5 Renk Değerleri	34
4.6 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	37
4.6.1 <i>Staphylococcus aureus</i> Sayımı Sonuçları	37
4.6.2 <i>Listeria monocytogenes</i> Sayımı Sonuçları	39
4.6.3 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı Sonuçları	41
4.6.4 Maya ve Küf Sayımı Sonuçları	43
4.6.5 Psikrofil Bakteri Sayımı Sonuçları	44
4.7 Duyusal Analiz Sonuçları	45
4.7.1 Renk Puanları	45
4.7.2 Görünüm Puanları	47
4.7.3 Tat ve Aroma Puanları	48
4.7.4 Tekstür Puanları	49
4.7.5 Genel Beğeni Puanları	51
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	53

5.1 Nem Miktarı.....	53
5.2 pH Değeri.....	54
5.3 Su Aktivitesi (a_w)	54
5.4 TBA Değeri.....	55
5.5 Renk Değerleri	56
5.6 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	59
5.6.1 <i>Staphylococcus aureus</i> Sayımı Sonuçları.....	59
5.6.2 <i>Listeria monocytogenes</i> Sayımı Sonuçları	62
5.6.3 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı Sonuçları	65
5.6.4 Maya ve Küf Sayımı Sonuçları	66
5.6.5 Psikrofil Bakteri Sayımı Sonuçları	67
5.7 Duyusal Analiz Sonuçları	68
5.7.1 Renk Puanları	68
5.7.2 Görünüm Puanları	69
5.7.3 Tat ve Aroma Puanları.....	70
5.7.4 Tekstür Puanları.....	71
5.7.5 Genel Beğeni Puanları	72
5.8 SONUÇ	74
6. KAYNAKLAR.....	77
ÖZGEÇMİŞ	89
EKLER	90

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Ar	Argon gazı
atm	Atmosfer
dak	Dakika
°C	Derece Santigrat
g	Gram
K	Kelvin
kHz	Kilohertz
kV	Kilovolt
L	Litre
log	Logaritma
MPa	Megapascal
µm	Mikrometre
mm	Milimetre
M	Molar
O ₂	Oksijen gazı
cm	Santimetre
a _w	Su aktivitesi
W	Watt

Kısaltmalar

BPA	Baird Parker Agar
DBB veya DBD	Dielektrik bariyer boşaltıcı
Kob	Koloni Oluşturma Birimi
K	Kontrol
<i>L. monocytogenes</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>
MD	Mikrodalga
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dextrose Agar
RF	Radyo frekansı
SP	Soğuk plazma
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
TBA	Tiyobarbütirik asit
TS	Türk Standartları
UV	Ultraviyole

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1	Pastırma üretimi akış şeması	10
Şekil 3.1	Atmosferik basınç plazma sisteminin şematik gösterimi.....	19
Şekil 4.1	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin nem miktarları (%) üzerine gaz çeşidinin etkisi	29
Şekil 4.2	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin nem miktarları (%) üzerine sürenin etkisi	30
Şekil 4.3	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin pH değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi.....	31
Şekil 4.4	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin pH değeri üzerine sürenin etkisi	31
Şekil 4.5	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin a_w değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi.....	32
Şekil 4.6	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin a_w değeri üzerine sürenin etkisi	32
Şekil 4.7	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin TBA değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi (mg malonaldehit/kg)	33
Şekil 4.8	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin TBA değeri üzerine sürenin etkisi (mg malonaldehit/kg)	34
Şekil 4.9	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin L^* değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi.....	35
Şekil 4.10	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin L^* değeri üzerine sürenin etkisi	35
Şekil 4.11	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin a^* değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi.....	35
Şekil 4.12	Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin a^* değeri üzerine sürenin etkisi	36

Şekil 4.13 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin b* değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi	36
Şekil 4.14 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin b* değeri üzerine sürenin etkisi	36
Şekil 4.15 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi, 10 ⁴ inokülasyon seviyesi için (log kob/cm ²)	38
Şekil 4.16 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısı üzerine sürenin etkisi, 10 ⁴ inokülasyon seviyesi için (log kob/cm ²)	38
Şekil 4.17 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi, 10 ⁶ inokülasyon seviyesi için (log kob/cm ²) ...	38
Şekil 4.18 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısı üzerine sürenin etkisi, 10 ⁶ inokülasyon seviyesi için (log kob/cm ²)	39
Şekil 4.19 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki <i>Listeria monocytogenes</i> sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi, 10 ⁶ inokülasyon seviyesi için (log kob/cm ²)	40
Şekil 4.20 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki <i>Listeria monocytogenes</i> sayısı üzerine sürenin etkisi, 10 ⁶ inokülasyon seviyesi için (log kob/cm ²)	40
Şekil 4.21 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki <i>Listeria monocytogenes</i> sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi, 10 ⁸ inokülasyon seviyesi için (log kob/cm ²)	41
Şekil 4.22 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki <i>Listeria monocytogenes</i> sayısı üzerine sürenin etkisi, 10 ⁸ inokülasyon seviyesi için (log kob/cm ²)	41
Şekil 4.23 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki TMAB sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi (log kob/cm ²)	42
Şekil 4.24 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki TMAB sayısı üzerine sürenin etkisi (log kob/cm ²)	42
Şekil 4.25 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki maya-küf sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi (log kob/cm ²)	43
Şekil 4.26 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki maya-küf sayısı üzerine sürenin etkisi (log kob/cm ²)	44

Şekil 4.27 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki psikrofil bakteri sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi (log kob/cm ²)	45
Şekil 4.28 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki psikrofil bakteri sayısı üzerine sürenin etkisi (log kob/cm ²)	45
Şekil 4.29 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin renk puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi	46
Şekil 4.30 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin renk puanları üzerine sürenin etkisi .	46
Şekil 4.31 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin görünüm puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi	47
Şekil 4.32 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin görünüm puanları üzerine sürenin etkisi	48
Şekil 4.33 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin tat-aroma puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi.....	49
Şekil 4.34 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin tat-aroma puanları üzerine sürenin etkisi	49
Şekil 4.35 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin tekstür puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi	50
Şekil 4.36 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin tekstür puanları üzerine sürenin etkisi	50
Şekil 4.37 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin genel beğeni puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi.....	51
Şekil 4.38 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin genel beğeni puanları üzerine sürenin etkisi	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Soğuk plazma işlemi sırasında kullanılan parametreler.....	22
Çizelge 3.2 Soğuk plazma işleminde kullanılan gazlar ve süreler	23
Çizelge 4.1 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin nem miktarları (%)	29
Çizelge 4.2 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin pH değerleri.....	30
Çizelge 4.3 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin a_w değerleri.....	32
Çizelge 4.4 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin TBA değerleri (mg malonaldehit/kg)	33
Çizelge 4.5 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerleri...	34
Çizelge 4.6 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin <i>Staphylococcus aureus</i> sayıları (log kob/cm ²)	37
Çizelge 4.7 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin <i>Listeria monocytogenes</i> sayıları (log kob/cm ²)	39
Çizelge 4.8 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin TMAB sayıları (log kob/cm ²)	42
Çizelge 4.9 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin maya-küf sayıları (log kob/cm ²)	43
Çizelge 4.10 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin psikrofil bakteri sayıları (log kob/cm ²)	44
Çizelge 4.11 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin renk puanları.....	46
Çizelge 4.12 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin görünüm puanları	47
Çizelge 4.13 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin tat-aroma puanları.....	48
Çizelge 4.14 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin tekstür puanları	50
Çizelge 4.15 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin genel beğeni puanları..	51

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 2.1 Maddenin katı, sıvı, gaz ve plazma halleri	4
Resim 3.1 Yüksek voltaj kaynağı	20
Resim 3.2 Atmosferik basınç plazma sistemi düzeneği ve kullanılan gazlar	20
Resim 3.3 Deşarj haznesi içerisindeki pastırma dilimi	21

1. GİRİŞ

Mikrobiyal tehlike, gıda endüstrisindeki en önemli konulardan biridir. Et bozulması, üç temel mekanizmadan kaynaklanmaktadır: mikrobiyal gelişme, lipid oksidasyonu ve enzimatik otoliziz (Dave and Ghaly 2011). Bunlar, rengin bozulmasına, yapışkan tabaka oluşumuna, istenilmeyen koku ve lezzetlere, tekstürün yumuşamasına ve tüketiciler için kabul edilemez bir ürün haline gelmesine neden olmaktadır (Sofos 1994, Borch *et al.* 1996). Gıda endüstrisinde haşlama, pişirme ve soğutma gibi geleneksel birçok yöntem etin bozulmasını önlemek için uygulanmaktadır. Ayrıca organik asit, potasyum sorbat, sodyum hipoklorit, trisodyum fosfat gibi kimyasallar da bu amaçla kullanılmaktadır (Loretz *et al.* 2011). Ancak bu tür uygulamalar etin renk, koku ve tekstürünü etkilemektedir. Bununla birlikte etin besin değerinde azalmaya ve duyuşal özelliklerinde değişikliklere neden olabilmektedir (Aymerich *et al.* 2008, Zhou *et al.* 2010, Stoica *et al.* 2011).

Son yıllarda iyonize radyasyon, yüksek hidrostatik basınç, darbeleri elektrik alan, salınımlı manyetik alan ve soğuk plazma gibi alternatif ısı olmayan pastörizasyon yöntemleri, geleneksel yöntemlere alternatif olarak geliştirilmiştir (Raso and Barbosa-Canovas 2003). Hem irradyasyon hem de yüksek basınç, ticari olarak elde edilebilir gıda ürünleri için etkili ısı olmayan sterilizasyon yöntemleridir. Bununla birlikte, ilk tesisin yüksek maliyetli olması, güvenlik önlemleri, özel ekipmanlar ve yetişmiş personel gerektirmesi, müşteri kabulünde ve gıdalarda bazı kalite değişikliklerine neden olması, bu işlemin dezavantajlarıdır (Yun *et al.* 2010).

Plazma işlemi, gıda ve gıda işleme yüzeylerinin dekontaminasyonu için oldukça ilgi çeken, ısı olmayan yeni nesil bir gıda teknolojisidir (Lee *et al.* 2006). Plazma, iyonlaşmış gazdır ve maddenin dördüncü hali olarak bilinmektedir (Chen 1984). Plazma hem fotonları, elektronları, pozitif ve negatif iyonları, serbest radikalleri ve nötral atomları içeren çeşitli türlerden, hem de kovalent bağları kıran ve kimyasal reaksiyonların sayısını arttıran yeterli elektrik enerjisine sahip reaktif türlerden meydana gelmektedir (Laroussi 2002, Moisan *et al.* 2002).

Plazmalar gaz sıcaklığına göre sıcak plazmalar ve soğuk plazmalar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Plazma işlemi sırasında yüksek sıcaklıklara çıkıldığından dolayı sıcak plazmalar sadece sıcaklığa dayanıklı metal, metal oksit gibi inorganik materyallerin modifikasyonunda kullanılmaktadır (Friedrich 2011, Güleç 2012). Soğuk plazmalar ise genellikle ısıya hassas tıbbi cihazların sterilizasyonunda, yaraların iyileştirilmesinde ve gıdalardaki mikroorganizmaların inaktivasyonunda kullanılmaktadır (Niemira 2012a, Jiang *et al.* 2012).

Soğuk plazma, oksijen, argon, helyum gibi gazlardan veya havadan üretilmektedir. Yüksek voltaj elektriksel boşaltıcılar, mikrodalgalar veya diğer enerji kaynakları, gıdaya uygulanan gazın iyonizasyonuna ve iyonların, serbest radikallerin ve diğer reaktif kimyasal türlerin karışımına neden olmaktadır (Niemira 2012b, Laroussi and Leipold 2004). Bunlar, mikrobiyal membranlara, DNA'ya ve/veya proteinlere zarar vermektedir (Niemira 2012b, Fernandez *et al.* 2013).

Günümüzde gıda kaynaklı patojenlerin neden olduğu birçok hastalık insan hayatını tehdit etmektedir. Listeriosis, yeni doğan, gebe ve bağışıklık sistemi baskılanmış kişiler üzerinde yüksek ölüm oranına sahiptir ve gıda kaynaklı bir patojen olan *L. monocytogenes*'in vücuda alınması sonucunda meydana gelmektedir (Koçan ve Halkman 2006). Doğada yaygın olarak bulunan *L. monocytogenes* ateş, kusma, baş ağrısı gibi belirtilerle ortaya çıkmakta ve menenjit (beyin zarı iltihaplanması), pnömoni (solunum yolu ve akciğer iltihabı), septisemi (bakterinin kanda bulunması) ve konjunktivit (göz iltihabı) gibi rahatsızlıklara neden olabilmektedir (Erkmen 2011). Başka bir gıda kaynaklı patojen olan *Staphylococcus aureus* ise ısıl işlem başta olmak üzere tüm uygulamalara karşı direnç gösteren ve insanlarda zehirlenmelere yol açan enterotoksinleri üretmektedir (Tükel ve Doğan 2000). Bu *Staphylococcus* enterotoksinlerinin gıdalarla vücuda alınması sonucu menenjit, septisemi, arterit ve endokardit gibi ciddi hastalıklar meydana gelebilmektedir (Kloos and Bannerman 2005). Bu nedenle soğuk plazma teknolojisi gıda kaynaklı patojenlerin inaktivasyonunda etkili bir şekilde kullanılabilir (Misra *et al.* 2011, Niemira 2012b).

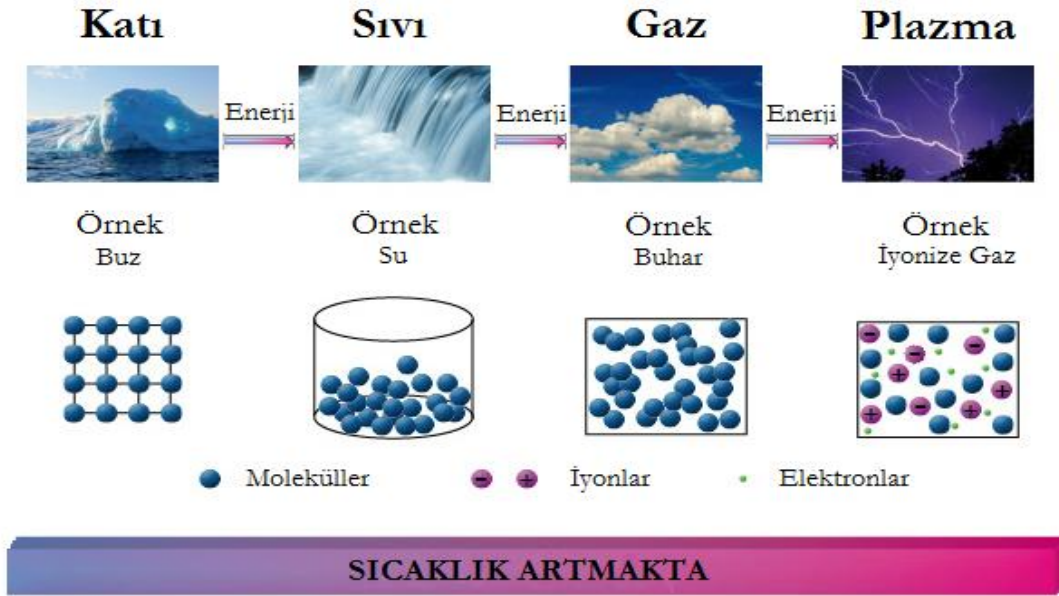
Bu çalışmada, soğuk plazma işleminin dilimlenmiş pastırmaya inoküle edilen *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* bakterileri üzerine etkisi incelenmiştir. Oksijen, argon ve oksijen-argon gaz karışımları kullanılarak üretilen soğuk plazma, pastırma örneklerine farklı srelerde uygulanmıştır. Bu işlem yapılırken radyo frekansı güç kaynağının akımı ve basıncı sabit tutulmuştur. Bununla birlikte pastırmanın fiziksel, kimyasal ve duyuusal özelliklerinde meydana gelen kalite değişiklikleri tespit edilmiştir.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Plazma ve Özellikleri

Plazma terimi hem foton, iyon ve serbest elektronlardan hem de net bir nötral yüke sahip olan temel veya uyarılmış durumdaki atomlardan oluşan kısmen veya tamamen iyonize olmuş gaz olarak tanımlanmaktadır (Misra *et al.* 2011).

Plazma terimi ilk kez 1929 yılında Nobel ödüllü bilim adamı Irving Langmuir tarafından kullanılmıştır (Özkendir 2000). Plazma maddenin katı, sıvı, gaz hallerinden oldukça farklı özelliklere sahiptir. Bu nedenle maddenin dördüncü hali olarak bilinmektedir (Akman 1993, Li *et al.* 1997). Maddenin bu dört hali arasındaki en temel fark ise sahip oldukları enerjidir. Maddenin durumu enerji artarken, katıdan sıvıya, gazdan plazmaya veya enerji azalırken plazmadan gaza, sıvıdan katıya değişebilir (Tendero *et al.* 2006, Von Keudell *et al.* 2010). Resim 2.1’de maddenin katı, sıvı, gaz ve plazma halleri örnekleriyle birlikte verilmiştir.



Resim 2.1 Maddenin katı, sıvı, gaz ve plazma halleri (İnt.Kyn.1).

Evrenin %99'dan fazlasını oluşturan plazmanın doğada birçok örneği vardır. Yıldırımın ve şimşegin parlıltısı, flüoresan tüp içerisindeki iletken gaz, güneş rüzgarlarının

atmosferin üst katmanlarında oluşturduğu ve genelde kutuplarda gözükten kutup ışıkları (aurora) evrende doğal olarak bulunan plazmalardır (Chen 1984, Goldston and Rutherford 1995). Evrenin plazma olmayan %1'lik kısmı ise yaşadığımız uzay bölgesini oluşturmaktadır (Türeci 2001).

Evrendeki her gaz az veya çok iyonize olmaktadır. Ancak her iyonize olan gaz plazma olarak tanımlanamaz (Chen 1984). Bir maddenin plazma olarak tanımlanabilmesi için, plazmayı oluşturan parçacıkların yüklü olması ve bu yüklü parçacıkların Coulomb kuvvetleri ile birbirlerine etki etmesi gerekmektedir. Plazmada bulunan her bir parçacık, çevredeki tüm parçacıklara aynı anda etki etmektedir. Sürekli birbiriyle etkileşen bu parçacıklar plazmada kolektif bir davranış sergilemektedirler (Krall and Trivelpiece 1973, Dalli 2013).

Plazma ile plazmaya en yakın görünen gaz hali arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Gazlar yayılma ve boş olan her şeyi doldurma eğilimi gösterirken, plazmalarda toplanma eğilimi vardır.
- İyonize gaz olan plazmalar elektriği iyi iletirken, gazlar elektriği iletmez. Bunun nedeni gazın nötr parçacıklardan oluşmasıdır.
- Coulomb çekim kuvveti gaz molekülleri ve atomları arasında zayıfken, plazmadaki parçacıklar arasında oldukça kuvvetlidir.
- Gaz halinde gerçekleşen kimyasal reaksiyonların hızı, plazma halinde gerçekleşenlerden daha yavaştır.
- Gazlar nötr parçacıklardan oluştuğu için elektrik ve manyetik alanlarla etkileşime girmez. Plazmalar ise elektromanyetik dalgalarla etkileşerek, elektromanyetik alan oluşturur (Thompson 1962, Terlingen 1993, Teke 2012, Dalli 2013).

Plazma teknolojisi sahip olduğu avantajlar nedeniyle son yıllarda birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Çevre açısından güvenli olması, işlem sırasında tehlikeli ve toksik maddeler kullanılmaması, gıdanın tat, görünüş ve kokusunda değişikliklere neden olmaması, prosesin son derece temiz olması, tekdüzeliğin ve tekrarlanabilirliğin sağlanabilmesi, çok ince ve homojen kalınlıkta kaplamanın sağlanabilmesi, plazma

teknolojisinin avantajlarından birkaçıdır (Mutlu ve ark 1997, Moisan *et al.* 2001, Moisan *et al.* 2002, Yang *et al.* 2009, Asık ve Seydim 2011, Kayar ve Yıldız 2011). Plazmanın kesici sistemlerde, aydınlatma ve televizyon ekranlarında kullanılmasının yanı sıra, plazma yöntemiyle malzeme yüzeyinin aşındırılması ve malzeme yüzeyinin etkinleştirilmesi sağlanmıştır. Bu uygulamalar sanayi için büyük kolaylıklar sağlamıştır (Aktan 2011). Plazmanın medikal alandaki uygulamaları ise başlıca yüzey modifikasyonu, biyolojik dezenfeksiyon ve tedavi etme amaçlarıyla yapılmaktadır (Weltman 2008, Aktan 2011).

Gaz plazmasının mikrobiyal inaktivasyondaki rolü, 1990'lardan bugüne kadar araştırılmaktadır (Perni *et al.* 2007). Yapılan çalışmalarda plazmanın, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, *Salmonella* ve *Staphylococcus aureus* gibi gıda kaynaklı patojen bakterileri, etkili bir şekilde inaktive edebildiği kanıtlanmıştır (Critzler *et al.* 2007, Niemira and Sites 2008, Sureshkumar *et al.* 2010, Yun *et al.* 2010, Dirks *et al.* 2012).

2.1.1 Plazmanın Sınıflandırılması

Plazmaların sınıflandırılması genellikle sahip oldukları termodinamik özelliklere göre yapılmaktadır. Plazmalar, termodinamik özelliklerine göre sıcak plazma ve soğuk plazma olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir (Li *et al.* 1997, Tusek *et al.* 2001, Şen 2010).

2.1.1.1 Sıcak Plazma

Sıcak plazmanın ortamında çok sayıda iyon bulunmakta ve yüksek enerji seviyelerine çıkmaktadır. Bu nedenle sıcak plazma, yüksek iyonlaşma derecelerine (% 100) sahiptir (Friedrich 2011, Güleç 2012). Sıcak plazmada gaz sıcaklığı 1000 K'den fazladır. Normal şartlar altında ise gaz sıcaklığı 10^4 K civarındadır. Sıcak plazmaya lamba ışıması, elektrik arkı ve diğer yüksek-güç boşalımları örnek olarak verilebilir (Li *et al.* 1997, Tusek *et al.* 2001, Şen 2010). Yüksek sıcaklıklarda uygulanan sıcak plazma madde yüzeyinde oluşan organik polimerik yapıya zarar verdiğinden, sıcak plazmalar

yalnızca sıcaklığa dayanıklı inorganik maddelerin (seramik, metal, paslanmaz çelik vb) yüzey özelliklerinin değiştirilmesinde kullanılmaktadır (Friedrich 2011, Güleç 2012). Sanayi için büyük kolaylıklar sağlayan plazma metallerin kesiminde, tekstil sanayisinde kumaşların boyanmasında, metalik ve metalik olmayan ince film kaplamalarda da kullanılabilir (Bozduman 2012).

2.1.1.2 Soğuk Plazma

Soğuk plazmanın ortamında önemli miktarda düşük sıcaklıklı parçacıklar ve atomlar ve bu parçacıklara göre daha yüksek sıcaklıklı elektronlar bulunmaktadır. Soğuk plazmanın iyonlaşma derecesi % 10^{-4} ile % 10^{-1} arasında değişmektedir (Friedrich 2011, Güleç 2012, Bozkurt 2014). Soğuk plazma, düşük basınçlarda elde edilmekte, elektronlar ve ağır türler arasındaki termodinamik eşitsizliği ile karakterize edilmektedir (Misra *et al.* 2011). Soğuk plazmada gaz sıcaklığı 1000 K'den düşüktür. Normal şartlar altında ise gaz sıcaklığı 10^2 K civarındadır. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen yük boşalımları soğuk plazmaya örnektir (Şen 2010).

Soğuk plazma, sahip olduğu özellikler sayesinde gıda endüstrisinde, özellikle de sıcaklık uygulanabilen (thermolabile) gıda ürünlerinin işlenmesinde kullanılabilen, potansiyel bir dekontaminasyon yöntemi olmuştur (Moreau *et al.* 2008). Soğuk plazma bakteri, maya, küf ve diğer tehlikeli mikroorganizmaları inaktive edilmekte, spor ve biyofilmleri etkili bir şekilde öldürebilmekte veya inaktive edebilmektedir (Niemira, 2012a). Bununla birlikte soğuk plazma yüzeyleri, tıbbi cihazların, su, hava, gıda ve canlı hücrelerin sterilizasyonu ve biyo-dekontaminasyonu için de kullanılmaktadır (Niemira 2012a, Jiang *et al.* 2012).

2.1.2 Plazmanın Üretilmesi

Gaz plazmalar genellikle yüzeysel bir elektrik alan aracılığıyla üretilir; uygulanan gazın voltajı belirli bir eşik değerini aştığında gaz iyonize olmaktadır. Gaz plazmalar, elektronların, iyonların, atomik türlerin, serbest radikallerin ve UV fotonların

karışımlarından oluşmakta ve mikroorganizmaları inaktive etme yeteneğine sahip olmaktadır (Perni *et al.* 2007, Noriega *et al.* 2011).

Mikrodalga, radyo frekansı, elektrik veya elektromanyetik alan, sıcaklık, optik, radyoaktivite ve X-ışınları plazma üretimi sırasında gazların iyonizasyonu için kullanılabilen enerji çeşitleridir (Stoica *et al.* 2013). İyon ve elektronlardan oluşan plazma, radyofrekansı (RF), mikrodalga (MD) veya dielektrik bariyer boşaltıcı (DBB) güç kaynakları aracılığıyla elektrotta üretilir ve güç kaynağından elde edilen enerji, plazma uygulaması sırasında oluşan iyon bombardımanını içeriğine ve diğer elektroda uygulanır (Breen *et al.* 2011, Pankaj *et al.* 2014). Üretilen plazmanın sürdürülebilmesi için enerjinin kesintisiz olarak sağlanması gerekmektedir (Denes 1997, Teke 2012).

2.1.3 Plazmanın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi

Plazma işleminin mikrobiyal inaktivasyon etkisi, UV radyasyon, ozon, yüklenmiş partiküller ve oksijen radikallerin ve diğer reaktif türlerin üretilmesini kapsayan birkaç sinerjistik mekanizmaya bağlanmaktadır (Niemira 2012a, Laroussi and Leipold 2003). Plazma, DNA'ya zarar vermekte ve hücreler, DNA ipliğinin bozulmasını, hızlı ve yeterli düzeyde tamir edememektedir. Mikrobiyal materyaldeki kimyasal bağların kırılmasından dolayı uçucu bileşikler oluşmakta (iç fotodesorpsiyon) ve oluşan serbest radikallerin asitle temas etmesinden dolayı mikroorganizma inaktive olmaktadır (Moisan *et al.* 2002).

Son yıllarda ısıya duyarlı tıbbi cihazların sterilizasyonunda kullanılan soğuk plazma, biyofilm-formları ve bakteriyel sporları içine alan mikroorganizmalara karşı çok etkilidir (Montie *et al.* 2000, Vleugels *et al.* 2005). Bununla birlikte soğuk plazma yüzey, su, hava, gıda ve canlı hücrelerin sterilizasyonu için de kullanılmaktadır (Niemira 2012a, Jiang *et al.* 2012).

2.2 Pastırma

Pastırma, sahip olduğu kendine has tat ve lezzet ile ÷lkemizde sevilerek tüketilen, tuzlanarak kurutulmuş ve ardından çemen ile kaplanmış Türklere özgü bir çiğ et ürünüdür (Gökalp vd. 1999, Öztan 2013). Bununla birlikte pastırma, orta nem içeriğine sahip olan kurutulmuş-kürlenmiş popüler bir et ürünü olarak da düşünülebilir (Gök *et al.* 2008).

Pastırma ismi öz Türkçe bir kelimedir ve kuvvetlice sıkıştırmak, bastırmak anlamlarına gelen “bastırma” kelimesinden türetilmiştir (Tekinşen ve Doğruer 2000). Bununla birlikte pastırma kelimesinin Divan-ı Lügat-it Türk'te “yazın ye” anlamına gelen “yazok et” olarak geçtiğı bilinmektedir (Doğruer 1992, Köymen 1992).

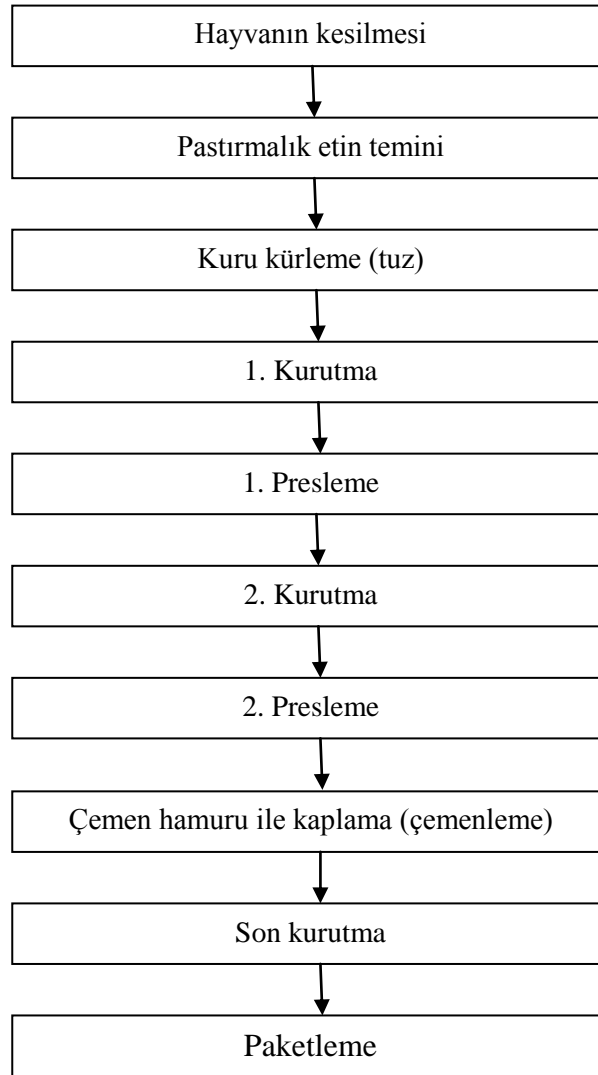
Anavatanı Orta Asya olan pastırmanın Anadolu'ya Selçuklular zamanında getirildiğı ileri sür÷lmüştür. Osmanlı İmparatorluğu zamanında pastırma, Osmanlı'nın hüküm sürdüğü ÷lkelere yayılmış ve II. Ahmet zamanında çıkarılan bir fermanla pastırmayla ilgili konulara yer verilmiştir. Pastırmanın ticari amaçla üretimine ise 17. yüzyılda başlanmıştır (Anar 1998, Gökalp vd. 1999).

Pastırma üretimi günümüzde başta Kayseri ili olmak üzere birçok ilde yapılmaktadır. Afyonkarahisar, Sakarya, Ankara, Sivas, Kars, Kastamonu, Erzurum, Kahramanmaraş, Gaziantep pastırmacılığın geliştiğı iller arasındadır (Anar 1998, Gökalp vd. 1999, Öztan 2013). Dünyanın birçok yerinde pastırmaya benzer kurutulmuş et ürünleri tüketilmektedir. Brezilya ve Güney Amerika ÷lkelerinde Charque, Doğı Afrika ÷lkelerinde Odka ve Qwanta, Güney Afrika ÷lkelerinde Biltong ve Nijerya'da Kilishi adı verilen kurutulmuş et ürünleri pastırmaya benzer özellikler göstermektedir (Gökalp vd. 1999).

Pastırma üretiminde genellikle sığır etinden elde edilen etler kullanılmaktadır (Aksu *et al.* 2005, Gök *et al.* 2008). Bununla birlikte manda, deve, koyun, hindi ve tavuk etleri de pastırma üretiminde kullanılabilir (Doğruer 2001). Pastırma üretiminde genellikle pastırma yazı olarak bilinen Ekim ayının son yarısındaki günler ile Kasım

ayının ilk yarısındaki günler tercih edilmektedir (Öztañ 2013). Pastırma yazının yaşandığı günlerde gece-gündüz sıcaklık farkının az olması, günlerin güneşli ve hafif esintili geçmesi ve gündüz sıcaklık ortalamasının 15-18°C’de olması pastırma için uygun ortam hazırlamaktadır (Öztañ 2013).

Pastırma üretiminde uygun nitelikteki pastırmalık etlere genellikle kuru kürleme (tuz) işlemi uygulanmaktadır. Belirli kurutma aşamalarında preslenen etler, çemen adı verilen özel bir hamur ile kaplanmaktadır. Çemenlenen etler yeniden kurtulmakta ve tüketime hazır hale getirilmektedir (Gökalp vd. 1999). Pastırma üretimi için akış şeması Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1 Pastırma üretimi akış şeması (Gök *et al.* 2008).

Pastırma üretiminde teknolojik imkanlardan çok ustaların yeteneklerinden yararlanılmaktadır. Bu durum pastırma üretiminin standardize edilememesine, yeterli kalitede ve hijyenik pastırmaların elde edilememesine, fiyatların aşırı şekilde yükselmesine ve pastırma üretiminin belirli çevrelerin elinde kalmasından dolayı tekelleşmeye neden olmaktadır (Anar 1998, Gökalp vd. 1999).

2.2.1 Pastırma Üretimi

Pastırma üretiminde öncelikle yapılması gereken hayvan ve karkasın iyi seçilmesidir. Çok genç hayvanların etleri çok yüksek nem içeriğine sahiptir. Bu durum kurutma aşamasında çok fazla su kaybına neden olmaktadır. Bununla birlikte çok yaşlı hayvanların eti sert ve kaba tekstüre sahiptir (Gökalp vd. 1999). Bu nedenle pastırma üretiminde genellikle 3-6 yaş arasındaki inek veya mandalar tercih edilmektedir (Anıl 1988).

Pastırma üretimi aslında sökülme, açım, tuzlama, kurutma, baskılama (denkleme) ve çemenleme işlemlerinden oluşmaktadır. Kesimden sonra kanı akıtılan ve rigor mortis evresine giren karkas, kol, but ve sırt kısımlarından sökülür. Bu işleme sökülme denilir. Sökülme işleminden sonra karkastaki pastırmalık kaslar çıkarılır (açım) ve temizlenir (Öztan 2013). Elde edilen pastırmalık kasların ucuna ip bağlanır ve kasların üzerine ince kesikler (şaklama) atılır. Bu kesiklerin içine tuz, nitrit veya nitrat karışımı sürülür (Gökalp vd. 1999). Tuzlanan etler yıkanarak kurutma işlemi için askılara alınır. Birinci kurutma işleminin ardından etler birinci baskılama (denkleme) işlemine alınır. Bu işlem soğuk baskı veya soğuk denkleme olarak anılmaktadır. Bu işlemin amacı etteki serbest suyun harekete geçirilmesidir. Birinci baskısı tamamlamış olan etler ikinci kurutmaya alınır. Ancak bu işlem ince ve küçük kaslar için değil, kalın ve ağırlığı çok olan kaslar için uygulanmaktadır. Terli kurutma da denilen bu ikinci kurutma işleminde kuruyan etler, ikinci denkleme (sıcak denkleme) işleminin ardından yeniden kurutmaya alınır. Bu kurutma işleminde pastırmalık etlerin nem içeriği pastırma mevzuatında belirtilen miktara göre ayarlanmaktadır. Son olarak pastırmalar çemen adı verilen ve pastırmaya has tat, renk, koku ve lezzet veren özel bir hamur ile kaplanır (Gökalp vd. 1999, Öztan 2013). Buy otu unu, kırmızıbiber, sarımsak, tuz ve sudan oluşan çemen hamuru

pastırmayı mikroorganizmalardan korumakta, etin havayla temasını keserek yağın okside olmasını engellemekte (Yetim vd. 2006) ve pastırmanın besleyici değerini arttırmaktadır (Kaya vd. 1996, Tekinşen ve Doğruer 2000).

2.2.2 Pastırmanın Kalite Özellikleri

Pastırmanın kalitesi belirlenirken pastırmaya gerekli fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler yapılmakta ve bu analizler sonucunda pastırmanın standarda uygunluğu ve kalitesi tespit edilmektedir (Gökalp vd. 1999). Türkiye’de pastırma için kullanılan standart TS-1071 Pastırma Standardı’dır. TS-1071’e göre iyi bir pastırmanın yağı en fazla %40, tuzu en fazla %8,5, nem içeriği en fazla %50, pH seviyesi 4,5-5,8 ve çemen seviyesi en fazla %10 olmalıdır. Bununla birlikte pastırma belirlenen düzeylerin üzerinde herhangi bir patojen mikroorganizmayı içermemelidir (Anonymous 2002, Öztan 2013).

2.3 Patojenler

Patojenler hava, su, toprak gibi doğanın her yerinde bulunabilen, hastalık yapan mikroorganizmalardır. Patojenler arasında *Staphylococcus*, *Listeria*, *Clostridium*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Streptococcus*, *Enterococcus* ve *Bacillus* cinsi mikroorganizmalar sayılabilir (Levinson and Javetz 2008). Bir gıda, üretimden tüketiciye ulaşıncaya kadarki tüm süreçlerde, patojen mikroorganizmalar ile kontamine olabilmektedir. Günümüzde gıdaların patojen mikroorganizmalardan korunması amacıyla birçok yöntem uygulanmaktadır (Akarca vd. 2014).

Patojen mikroorganizmaların gıdalarla birlikte vücuda alınması sonucu gıda kaynaklı hastalıklar ortaya çıkmaktadır (Atasever 2000). WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve FAO (Gıda Tarım Örgütü), dünyada en sık görülen sağlık sorununun gıda kaynaklı hastalıklar olduğunu bildirmektedir (Moterjemi and Kaferstein 1999, FAO/WHO 2002). Gıda kaynaklı hastalıklara yakalanma açısından en riskli grup hamile bayanlar, yaşlılar, çocuklar ve immün sistemi baskılanmış kişilerdir (Atasever 2000).

Patojenler hastalık yapma özelliklerine göre üçe ayrılır; fırsatçı patojenler, apatojenler ve zorunlu patojenler. Apatojenler konakçıda hastalık veya enfeksiyon oluşturmayan, fırsatçı patojenler, konakçı direnci azaldığında vücutta çoğalarak hastalık yapan ve zorunlu patojenler vücuda alındığında kesinlikle hastalık yapan mikroorganizmalardır (Erkmen 2011).

Gıda muhafaza sistemlerinde asıl olan patojen ve gıdalarda bozulma yapan mikroorganizmaların inhibe edilmesidir. Bu amaçla pastörizasyon, ışınlama, yüksek hidrostatik basınç, modifiye atmosferde paketlenme, sterilizasyon ve soğuk plazma işlemi gibi birçok uygulama yapılmaktadır (Gould 1996).

2.3.1 *Staphylococcus aureus*

İlk kez 1880’de Sir Alexander Ogston tarafından izole edilen *Staphylococcus aureus*, üzüm salkımını andıran bir görüntüye sahiptir. Stahylococcus kelimesi Yunanca ‘üzüm salkımı’ anlamına gelen staphyle ve ‘tane’ anlamına gelen coccus kelimelerinden, aureus kelimesi ise Latince ‘altın’ anlamına gelen aurum kelimesinden türetilmiştir (Henry 2013).

Staphylococcus cinsine ait bakteriler *Micrococcacea* familyasında yer alan, 0,5-1,5 µm çapında, Gram pozitif (+), katalaz pozitif, spor oluşturmayan, fakültatif anaerob mikroorganizmalardır. Optimum gelişme sıcaklıkları 30-37°C, optimum pH değerleri ise 7,0-7,5 arasındadır. Ancak suşlar 10-45°C sıcaklık ve 4,2-9,3 pH aralığında da faaliyet gösterebilmektedirler (Kınık vd. 1998).

İnsan ve hayvan derisinde, ağız, geniz florasında, toz ve toprak gibi ortamlarda bulunabilen *Staphylococcus aureus*, deri ve mukoza enfeksiyonlarının yanı sıra stafilokokal pnömoniye ve gıda zehirlenmelerine de neden olabilir (Bilgehan 2000).

Staphylococcus aureus suşlarının %35-50’si enterotoksin oluşturabilmektedir (Bilgehan 2000). Bu enterotoksinler intoksikasyon tipi gıda zehirlenmesine neden olmaktadır.

Kırmızı et ürünleri, tavuk eti, ızgara etler ve bu ürünlerin kullanıldığı salatalar *Staphylococcus aureus* zehirlenmeleri açısından risk oluşturmaktadır (Jay 1996).

Stafilokok cinsi bakteriler arasında en patojen tür olan *Staphylococcus aureus*, menenjit (beyin zarı iltihaplanması), septisemi (bakterilerin veya bakteri toksinlerinin kana geçmesiyle oluşan ateş, titreme ile seyreden klinik tablo), bakteriyemi (bakterilerin kana yayılması), arterit (atardamar duvarının iltihaplanması) ve endokardit (kalp iç zarının iltihaplanması) gibi ciddi hastalıklara neden olabilmektedir (Waldvogel 2000, Ünal 2004, Kloos and Bannerman 2005).

2.3.2 *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes ilk kez 1891 yılında Alman hastalardan izole edilmiştir. *L. monocytogenes*'in sebep olduğu hastalık ise 1925 yılında Almanya'daki koyunlarda tespit edilmiştir. 1926 yılında laboratuvar tavşanlarında hastalığı tespit eden Murray ve arkadaşları bakteriye *Bacterium monocytogenes* adını vermişlerdir. 1940 yılında Pirie tarafından *Listeria monocytogenes* adı verilmiştir (Beumer and Hazelger 2003).

Listeria monocytogenes; *Listeriaceae* familyasında yer alan, Gram pozitif (+), katalaz pozitif, fakültatif anaerob, kokobasil şekilli (0,5-2,0µm uzunluğunda ve 0,4-0,5µm eninde), spor ve kapsül oluşturmeyen bir patojendir. Optimum gelişme sıcaklıkları 35-37°C arasında değişirken, 1-45°C arasında da faaliyet gösterebilmektedirler (Juntilla *et al.* 1988, Norrung 2000, Erkmen 2011). *Listeria monocytogenes*'in gelişme gösterebildiği pH aralığı 4,3-9,6 arasındayken, optimum pH değeri 7,0'dır (Erkmen 2011).

L. monocytogenes, *L. innocua*, *L. seeligeri*, *L. ivanovii*, *L. welshimeri*, *L. grayi*, *L. murayi* ve *L. denitrificans* olmak üzere 8 tür *Listeria* cinsi vardır. Bunlardan yalnızca *L. monocytogenes* insan patojenidir (Rocourt *et al.* 1987).

Listeria monocytogenes toprak, su, sağlıklı ve mastitisli inek sütleri, silaj, insan ve hayvan dışkıları gibi kaynaklardan izole edilebilmesinin yanında süt ürünleri, et, deniz

ürünleri gibi gıda kaynaklarından da izole edilebilmektedir (Farber and Peterkin 1991, White *et al.* 2002, Yılmaz 2008).

Listeria monocytogenes insanlarda menenjit (beyin zarı iltihaplanması), septisemi (bakterinin kanda bulunması), konjunktivit (göz iltihabı), deri ve mukoza lokalizasyonları gibi rahatsızlara neden olan önemli bir patojendir (Goulet *et al.* 2006, Erkmen 2011). *Listeria monocytogenes*'in vücuda düşük dozlarda alınması sağlıklı bireylerde sorun oluşturmazken, hamile, yaşlı, yeni doğan ve bağışıklık sistemi baskılanmış kişilerde bu patojene karşı duyarlılık oluşur (Goulet *et al.* 2006). *Listeria monocytogenes*'in plasenta ile fetusa geçtiği durumlarda abortus (düşük yapma), ölü doğum, yeni doğanın erken ölmesi gibi anormallikler meydana gelebilmektedir. *L. monocytogenes* bebeklerde %50, diğer bireylerde %25 olmak üzere oldukça yüksek bir mortaliteye sahiptir; (Rhoades *et al.* 2009).

2.4 Soğuk Plazmayla İlgili Yapılan Çalışmalar

Ulbin-Figlewicz vd (2015) yaptıkları bir çalışmada et yüzeyindeki mikroorganizmaların inaktivasyonu, et rengi ve pH değeri üzerine soğuk plazma işleminin etkisini incelemişlerdir. Plazma, vakum odasındaki (son 0,8 MPa) yüksek voltaj boşaltıcı ile nitrojen, helyum ve argon gazları kullanılarak üretilmiştir. İşlemler 5 ve 10 dakika süreyle devam ettirilmiştir. Helyum ve argon plazmaları ile 10 dakika süreyle muamele edilen örneklerdeki psikrotrofik bakteri sayısı ve toplam mikroorganizma sayısı sırasıyla, 3 log kob/cm² ve 2 log kob/cm² azalmıştır. Maya-küf sayısı ise helyum plazması ile 3 log kob/cm², argon plazması ile 2,6 log kob/cm² azalmıştır. Nitrojen plazması maya-küf sayısını 10 dakikalık işlem sonrasında 1 log kob/cm² azaltırken, toplam mikroorganizma sayısını ve psikrotrof sayısını önemli düzeyde azaltmamıştır. Soğuk plazma işlemi sonrasında örneklerin renk parametrelerinde ve pH değerinde önemli bir değişiklik tespit edilmemiştir.

Jayasena vd (2015), esnek ince-tabaka dielektrik bariyer boşaltıcı (DBD) plazma sistemiyle yaptıkları bir çalışmada sığır filetosu ve domuz budundaki mikroorganizmaları inaktive etmeye çalışmışlardır. Domuz budu örneklerinin 10

dakikalık süreyle muamele edilmesi sonucunda *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella Typhimurium* sayılarında sırasıyla 2,04, 2,54 ve 2,68 log kob/g azalma olduğu tespit edilirken, sığır filetosu örneklerinde ise sırasıyla 1,90, 2,57 ve 2,58 log kob/g azalma olduğu tespit edilmiştir. DBD-plazma işleminin örneklerin L* değeri (parlaklık) üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, ancak a* değeri (kırmızılık) üzerinde azaltıcı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Ulbin-Figlewicz vd (2014), helyum ve argon gazları kullanılarak yapılan plazma uygulamasının agar yüzeyine inoküle edilen saf bakteri kültürlerinin ve etin yüzey mikrobiyotasının inaktive edilmesinde etkisini araştırmışlardır. Düşük basınçta (20 kPa) ve yüksek voltaj boşaltıcı ile üretilen soğuk plazma uygulamaları 2, 5 ve 10 dakika sürelerle örneklere uygulanmıştır. Helyum plazma kullanılarak 10 dakika süreyle yapılan plazma işlemi ile toplam mikroorganizma sayısı, maya-küf sayısı ve psikrotrofik mikroorganizma sayısı domuzda 0,98-2,09 log kob/cm² arasında azalırken; sığırdaki 1,14-1,48 log kob/cm² arasında azalmıştır. Helyum plazma kullanılarak yapılan 2 dakikalık uygulama ise *Bacillus subtilis* ve *Yersinia enterocolitica* sayısını 2 log kob/cm² azaltmıştır.

Kim vd (2013) yaptıkları bir çalışmada, argon gazı kullanılarak çalıştırılan atmosferik basınç plazmasının tavuk jambonlarında bulunan *Campylobacter jejuni*'nin inaktivasyonu için uygunluğunu araştırmışlardır. 10⁶ kob/ml inokülasyon seviyesindeki *Campylobacter jejuni* NCT11168 ve ATCC49943 ile kontamine edilen tavuk-göğsü jambonuna sırasıyla 6 dakikalık ve 10 dakikalık plazma işlemi uygulanmıştır. Bunun sonucunda *C. jejuni* NCT11168'de 3 log kob/örnek'e kadar, *C. jejuni* ATCC49943'te ise 1,5 log kob/örnek'e kadar azalma olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar örnek sıcaklığının işlemler sırasında 43°C'nin üzerine çıkmadığını ve bu nedenle inaktivasyon üzerine sıcaklığın bir etkisinin olmadığını ileri sürmüşlerdir. Bununla birlikte araştırmacılar a_w (su aktivitesi) değerinin 10 dakikalık işlemle birlikte önemli oranda azaldığını fark etmişlerdir (p<0,05).

Rød vd (2012), soğuk atmosferik basınç plazma uygulamasının etkisini *Listeria innocua* ile kontamine edilen tüketime hazır et ürünleri (bresaola) üzerinde araştırmışlardır. %30

oksijen ve %70 argon içeren düşük yoğunluklu polietilen torbalar içerisindeki örnekler 15,5, 31 ve 62 W, 2-60 saniye süreyle uygulanmıştır. İşlemler sonucunda *L. innocua* sayısında $0,8 \pm 0,4$ log kob/g'dan $1,6 \pm 0,5$ log kob/g'a kadar değişen azalma olduğu tespit edilmiştir. İşlemlerin ardından 5°C'de 1-14 gün boyunca depolanan örneklerde TBA (tiyobarbitürik asit) reaktif maddelerin konsantrasyonları artış göstermiştir. 1-14 gün depolamanın ardından yüzeyde ~%40 ve %70 oranlarında kırmızılık kaybı meydana gelmiştir.

Kim vd (2011), atmosferik basınç plazmasının patojenleri inaktive etme kabiliyetini domuz pastırması (Bacon) üzerinde incelemiştir. Bu amaçla domuz pastırmasına *Listeria monocytogenes* (KCTC 3596), *Escherichia coli* (KCTC 1682) ve *Salmonella Typhimurium* (KCTC 1925) inoküle edilmiştir. Çalışma sırasında helyum ve helyum/oksijen karışımı kullanılarak 60 ve 90 saniyelik uygulamalar yapılmıştır. Ayrıca örnek baconlar 75, 100 ve 125 W ile muamele edilmiştir. Plazma işlemi sonucunda helyum plazmasının patojen sayısını 1-2 log/g'a kadar azaltabildiği, helyum/oksijen gaz karışımının ise 2-3 log/g'a kadar azaltabildiği tespit edilmiştir. Toplam aerobik bakteri sayısı, helyum gazı ile yapılan uygulamada 1,89 desimal ve helyum/oksijen gazı ile yapılan çalışmada ise 4,58 desimal azalma göstermiştir.

Noriega vd (2011), soğuk atmosferik gaz plazmasının etkisini *Listeria innocua* ile kontamine olan tavuk kası ve derisi üzerinde incelemiştir. Taşıyıcı gazdaki oksijen varlığı, voltajın yüksek değerleri, uyarım frekansı inaktivasyon verimini arttırmaktadır. Bu durum tavuk eti ve derisi üzerinde yapılan çalışmayla kanıtlanmıştır. Optimum koşullarda gerçekleştirilen çalışmada 8 dakikalık işlem süresiyle tavuk derisinde 1 log kob/cm²'lik bir azalma olduğu ve 4 dakikalık işlem süresiyle tavuk kasında >3 log kob/cm² azalma olduğu tespit edilmiştir.

Dirks (2010) çiğ kanatlı etleri üzerinde yaptığı bir çalışmada, ısıl-olmayan yalıtkan bariyer boşaltıcı plazmanın *Salmonella enterica* ve *Campylobacter jejuni* bakterileri üzerine etkisini incelemiştir. Her iki bakteri sayısı da 5 dakikalık plazma uygulamasıyla 4 log kob/ml, 10 dakikalık plazma uygulamasıyla 6 log kob/ml azalmıştır. Bu çalışmanın dışında kemiksiz, derisiz tavuk-göğsü ve derili tavuk buduna da plazma

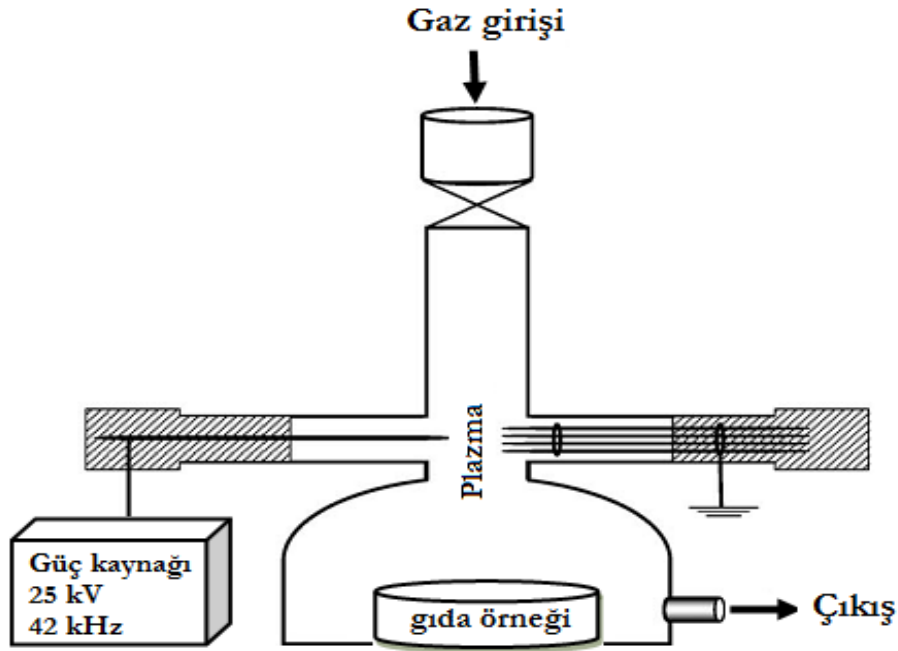
uygulanmıştır. 10^1 , 10^2 , 10^3 ve 10^4 kob/ml *Salmonella enterica* ve *Campylobacter jejuni* ile kontamine edilen tavuk-göğsü ve tavuk derisindeki *Salmonella enterica*, 3 dakikalık işlemin ardından sırasıyla 2,54 ve 1,31 log kob/ml azalırken; *Campylobacter jejuni*, 3 dakikalık işlemin ardından sırasıyla 2,45 ve 3,11 log kob/ml azalmıştır. Bununla birlikte araştırmacı tavuk-göğsü ve tavuk derisinde kalan yüzey mikroflorasının inaktive edilmesinde plazmanın etkisini incelemiştir. 30 dakika süreyle örneklerle uygulanan plazma işlemi sonrasında geriye kalan mikroflora sırasıyla 0,91 log kob/ml ve 0,38 log kob/ml'ye kadar azalmıştır. Ayrıca 15 dakikalık uygulama sonrasında hem tavuk-göğsündeki hem de tavuk derisindeki her iki patojen de önemli düzeyde azalmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Plazma Sistemi ve Kullanılan Gazlar

Yapılan çalışmalarda kullanılan atmosferik basınç plazma sistemi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fizik Bölümü'nden temin edilmiştir. Tez kapsamında kullanılan atmosferik basınç plazma sisteminin şematik gösterimi Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Atmosferik basınç plazma sisteminin şematik gösterimi (Ekem *et al.* 2006).

Atmosferik basınçta plazma üretmek için sürekli modlu 25 kV gücünde ve 42 kHz frekansında olan güç kaynağı kullanılmıştır. Resim 3.1'de çalışmada kullanılan yüksek voltaj kaynağı gösterilmiştir.

Çalışmada 7 adet 1 mm'lik tungsten çelik elektrot kullanılmıştır. Elektrotlardan bir tanesi diğer 6 elektrodun karşısına yatay biçimde yerleştirilerek anot katot uçlar arasında plazma oluşması sağlanmıştır.

Çalışmalarda argon ve oksijen olmak üzere iki farklı gaz kullanılmıştır. Ayrıca argon ve oksijen gazları belirli oranlarda karıştırılarak patojenler üzerine etkisi incelenmiştir. Gazlar, Afyonkarahisar ilinden (Kocaşaban A.Ş., Afyonkarahisar) temin edilmiştir. Atmosferik basınç plazma sistemi düzeneği ve kullanılan gazlar Resim 3.2’de gösterilmiştir.



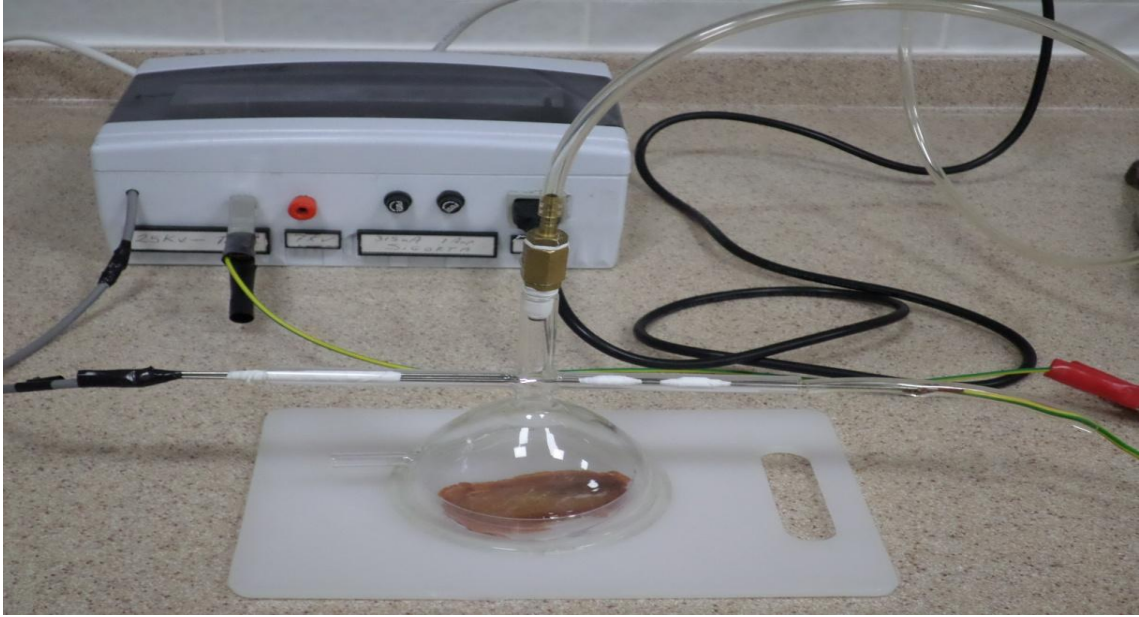
Resim 3.1 Yüksek voltaj kaynağı.



Resim 3.2 Atmosferik basınç plazma sistemi düzeneği ve kullanılan gazlar.

3.1.2 Pastırma Örnekleri

Mevcut çalışmada kullanılan pastırmalar, Afyonkarahisar piyasasından (Nurettin Mazlumoğlu Ltd. Şti, Afyonkarahisar) temin edilmiştir. Sığır karkasının Longissimus dorsi kaslarından üretilen pastırmalar dilimlenerek (2-4 mm) kullanılmıştır. Pastırma dilimleri steril bir petri içerisinde plazma sisteminin örnek haznesine yerleştirilmiştir. Resim 3.3'te pastırma dilimi plazma sisteminin deşarj haznesi içerisinde gösterilmiştir.



Resim 3.3 Deşarj haznesi içerisindeki pastırma dilimi.

3.1.3 Bakteri Kültürleri

Çalışma sırasında pastırma dilimlerine patojen bakteriler inoküle edilmiştir. İnokülasyon işlemi için, *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) ve *Listeria monocytogenes* (ATCC 51774) suşları tercih edilmiştir. Suşlar çalışma süresince stok olarak -20°C'de saklanmıştır. Bununla birlikte saf koloniler belirli periyotlarla saklama besiyerlerine pasajlanmış ve mikroorganizma için uygun sıcaklıktaki (*Staphylococcus aureus* için 35-37°C, *Listeria monocytogenes* için 30-35°C) inkübatörde bir gün boyunca inkübe edilmiştir. Bu işlemler suşlar canlandırılıncaya kadar devam ettirilmiştir. Son olarak inkübatörden çıkarılan suşlar +4°C'ye alınarak çalışmaya hazır hale getirilmiştir.

3.2 Metot

Tez kapsamında atmosferik basınç plazma sistemi kullanılmış olup, çalışmaların tamamı Afyon Kocatepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir. Farklı iki gaz (Ar ve O₂) ve bu gazların karışımı kullanılarak yapılan deneylerde, soğuk plazmanın pastırmadaki patojenler üzerine etkileri araştırılmıştır. Bununla birlikte soğuk plazmanın pastırmanın fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinde meydana getirdiği değişiklikler incelenmiştir.

3.2.1 Atmosferik Basınç Plazma Sistemi ile Gerçekleştirilen Deneyler

Dilimlenmiş pastırma örneklerine inoküle edilen *Listeria monocytogenes* (ATTC 51774) ve *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) suşlarına, atmosferik basınç plazma sistemi ile soğuk plazma işlemleri uygulanmıştır.

3.2.1.1 Soğuk Plazma Sisteminin Parametreleri

Dilimlenmiş pastırma örnekleri için kullanılan soğuk plazma sisteminin parametreleri Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Soğuk plazma işlemleri sırasında kullanılan parametreler.

Plazmanın Gücü (kV)	25 kV
Plazmanın frekansı (kHz)	42 kHz
Gaz akış hızı (L/dak)	1 L/dak
Süre (dak)	3 ve 5 dak
İyonlaştırma gazları	Argon ve oksijen
Elektrotlar arasındaki uzaklık (mm)	13 mm
Basınç (atm)	1 atm (atmosferik basınç)

Çalışmalar sırasında plazma sisteminin basıncı, voltajı, frekansı ve elektrotlar arasındaki uzaklığı sabit tutulurken, gönderilen gazın türü, akış hızı ve uygulama yapılan süre farklılık göstermiştir.

3.2.1.2 Örneklere Soğuk Plazmanın Uygulanması

Steril petriler içerisine konulan pastırma dilimleri, atmosferik basınç plazma sisteminin örnek haznesine yerleştirilmiştir. Plazma sisteminin gerilim, frekans ve gaz akış hızı ayarları kontrol edilmiş ve sistem çalıştırılmıştır. Yalnızca argon veya yalnızca oksijen gazı kullanıldığında gaz akış hızınının 1L/dak, argon/oksijen gaz karışımı kullanıldığında ise gaz akış hızınının toplamda 1L/dak olmasına dikkat edilmelidir. Çalışmada kullanılan gaz karışımları şu şekildedir; %50 argon (0,5 L/dak) ve %50 oksijen (0,5 L/dak) karışımı ve %75 argon (0,75 L/dak) ve %25 oksijen (0,25 L/dak). Çalışmada kullanılan her gaz pastırma dilimlerine 3 ve 5 dakika süreyle uygulanmıştır. Çizelge 3.2’de soğuk plazma işleminde kullanılan gazlar, süreler ve örnek kodları verilmiştir.

Çizelge 3.2 Soğuk plazma işleminde kullanılan gazlar ve süreler.

Örnek Kodu	Gaz çeşidi	Süre
K	Plazma uygulaması yok	0 dak
SP ₁	Oksijen (1L/dak)	3 dak
SP ₂	Oksijen (1L/dak)	5 dak
SP ₃	Argon (1L/dak)	3 dak
SP ₄	Argon (1L/dak)	5 dak
SP ₅	Argon/oksijen (0,5/0,5 L/dak)	3 dak
SP ₆	Argon/oksijen (0,5/0,5 L/dak)	5 dak
SP ₇	Argon/oksijen (0,75/0,25 L/dak)	3 dak
SP ₈	Argon/oksijen (0,75/0,25 L/dak)	5 dak

K: Kontrol, SP: Soğuk plazma

3.2.2 Nem Tayini

Nem tayini AOAC (Anonymous 1990)’a göre, etüvde daha önceden kurutularak sabit tartıma getirilen ve ağırlıkları kayıt altına alınan kurutma kaplarına 10 g örnek (pastırma) tartılmıştır. 105°C’deki etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulan örnekler, işlem sonunda desikatöre alınarak soğutulmuştur. Desikatörden çıkarılan örnekler hassas tartım yapılarak % nem içerikleri hesaplanmıştır.

% Nem içeriği aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Nem} = \frac{M - M_1}{M} \times 100 \quad (1.1)$$

Burada;

M = Kurutmada n önceki paştırma örneği miktarı, g

M₁ = Kurutmada n sonraki paştırma örneği miktarı, g

3.2.3 pH Tayini

Örnekle r (paştırma) distile su ile 1/10 oranında karıştırılıp homojenize hale getirilmiştir. Örnekle rin pH değerı, pH 4 ve 7 tampon çözeltileriyle kalibre edilen pH metre (HANNA, HI 2215 pH/ORP Meter) ile belirlenmiştir (Vural ve Öztan 1996).

3.2.4 Su Aktivitesi (a_w) Tayini

Örnekle rin a_w değerleri su aktivitesi cihazı (Novasina TH-500, Switzerland) kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.5 Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değerinin Tayini

Lipit oksidasyonunu tespit etmek için yapılan tiyobarbiturik asit tayini için 10 g örnekle r (paştırma), 50 mL saf su ilave edilerek homojenize hale getirilmiştir. Homojenize örnekle r içerisinde 47,5 mL saf su bulunan kjeldahl balonuna alınmıştır. Üzerine 2,5 mL 4 M HCl konulmuştur. Kjeldahl balonuna kaynama taşı konulmuş ve destilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Destilattan 50 mL alınmış ve iyice çalkalandıktan sonra 5 mL'si bir tüpe alınmıştır. Destilatın üzerine 5 ml 2-tiyobarbiturik asit (TBA) eklenmiş ve kaynamakta olan su banyosunda 35 dak bekletilmiştir. Kaynatma işlemi sonrasında tüpler soğutulmuştur. Saf su ve TBA çözeltilisinden hazırlanan kör örnekle r için de örnekle r aynı işlemler uygulanmıştır. Soğutulan örnekle rin 538 nm dalga boyundaki absorbans değerleri UV spektrofotometre'de (UV-1601, Shimadzu, Japan) okunmuştur.

Absorbans değerleri 7,8 ile çarpılarak, malonaldehit miktarı hesaplanmıştır (Vural ve ztan 1996).

$$\text{TBA değeri} \left(\frac{\text{mg malonaldehit}}{\text{kg örnek}} \right) = 7,8 \times \text{absorbans değeri} \quad (1.2)$$

3.2.6 Renk Tayini

Pastırma rneklerinin renk analizi Minolta (Model CR 400, Osaka, Japan) renk lim cihazı ile yapılmıştır. Pastırma dilimleri iki petri arasına konulmuş ve her örnek için 5 ayrı bölgeden okuma yapılmıştır. Okuma sonunda örneklerin CIE L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) renk değerleri belirlenmiştir (Kayaardı and Gök 2003).

3.2.7 Mikrobiyolojik Analizler

3.2.7.1 Stok Kültür zeltisinin Hazırlanması

Çalışma boyunca -20°C’de saklanan suşlar, belirli aralıklarla pasajlanmış ve suşların saklama besiyerlerinde canlı kalması sağlanmıştırd. Optimum gelişme sıcaklığında (*S. aureus* için 35-37°C ve *L. monocytogenes* için 30-35°C) bir gün boyunca inkübe edilen saf kolonilerden bir tanesi seçilmiş ve 10 mL’lik zenginleştirme sıvısına (broth) alınmıştır. Zenginleştirme işlemi için Nutrient Broth (Merck 1.05443) ve Fraser Listeria Selective Enrichment Broth (Merck 1.10398) kullanılmıştır. Hazırlanan stok kültür zeltisi 24 saat süreyle inkübatörde bekletilmiş ve analizlere hazır hale getirilmiştir.

3.2.7.2 Pastırma Dilimlerine Patojenlerin İnoküle Edilmesi

İnokülasyon işleminde, 24 saat önceden hazırlanan ve inkübasyona bırakılan stok kültür zeltileri kullanılmıştır. Stok kültür zeltisinden 1 mL alınarak, ringer zeltisinde (9 mL) istenen inokülasyon seviyesine kadar seyreltilmiştir. Dilimlenmiş pastırma yüzeyine *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) ve *Listeria monocytogenes* (ATCC 51774) suşları ayrı ayrı inoküle edilmiştir. İnokülasyon işlemi sırasında stok kültür

çözeltisinden 1 mL alınarak, steril pipet yardımıyla pastırma diliminin yüzeyine yayılmıştır. Çift doz kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada, *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) için 10^4 ile 10^6 kob/cm² dozları ve *Listeria monocytogenes* (ATCC 51774) için 10^6 ile 10^8 kob/cm² dozları, inokülasyon seviyesi olarak kullanılmıştır. Kontamine edilen pastırma dilimlerine kontrol grubu hariç soğuk plazma işlemi uygulanmıştır.

3.2.7.3 Pastırma Dilimlerinin Mikrobiyolojik Analizlere Hazırlanması

Patojen inoküle edilen ve plazma uygulanan pastırma dilimleri mikrobiyolojik analizler için steril stomacher (Stomacher Lab Blender 400) torbalarına konulmuştur. 100 mL steril ringerli su, stomacher torbasındaki pastırma örneğine ilave edilmiş ve karışım stomacher (Bagmixer, Interscience)'da 200 dev/dak'da homojenize edilmiştir. Karışım ringer çözeltisiyle istenilen oranlarda seyreltilerek dilüsyonlar hazırlanmıştır. Aynı işlemler plazma uygulamasının yapılmadığı kontrol grubu örnekler için de yapılmıştır. Bununla birlikte toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, maya-küf sayısı ve psikrofil bakteri sayısı belirlenirken herhangi bir inokülasyon işlemi yapılmadan örnekler yukarıdaki işlemler uygulanmıştır.

3.2.7.4 *Staphylococcus aureus* Sayımı

Soğuk plazma işlemi uygulanmış kontamine pastırma dilimlerindeki *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) sayısını belirlemek amacıyla Baird Parker Agar (Merck 1.05406) ve Egg Yolk Tellurite Emulsion (Merck 1.03785) kullanılmıştır. Hazırlanan her bir dilüsyondan 0,1'er mL alınarak ekim yapılmıştır. Ekim işlemi yayma plak yöntemine göre çift paralel olacak şekilde yapılmıştır. Ekim yapılan besiyerleri ters çevrilerek 37°C'deki inkübatöre yerleştirilmiş ve aerob koşullarda 24-48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Aynı işlemler soğuk plazma uygulanmamış kontrol örnekleri için de yapılmıştır. İnkübasyon sonunda petrilere oluşan siyah, parlak, konveks ve etrafında beyaz zon oluşturulan tipik koloniler sayılmıştır.

3.2.7.5 *Listeria monocytogenes* Sayımı

Listeria monocytogenes (ATCC 51774) sayısını belirlemek için çalışmalarda Oxford Agar (Merck 1.07004) ve Oxford Listeria Selective Supplement (Merck 1.07006) kullanılmıştır. Ekim işlemi yayma plak yöntemine göre yapılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 mL alınarak petrilere aktarılmış ve yayma işlemi drigalski ile yapılmıştır. İşlemler çift paralel olacak şekilde tekrarlanmıştır. 30°C'deki inkübatöre ters çevrilerek konulan petrilere, 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonrasında inkübatörden çıkarılan petrilere oluşan siyahımsı-yeşil renkli, çökük merkezli ve siyah-kahverengi zonlu koloniler tipik koloni olarak sayılmıştır.

3.2.7.6 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı

Toplam mezofil aerobik bakteri sayısını yayma plak yöntemiyle belirlemek için Plate Count Agar (PCA-Merck 1.05463) kullanılmıştır. Yayma plak yöntemine göre hazırlanan dilüsyonlardan 0,1'er mL alınarak PCA besiyerine ekim yapılmıştır. Drigalski ile dilüsyon yayılmış ve petrilere ters çevrilerek 37°C'deki inkübatöre yerleştirilmiştir. 48 saatlik inkübasyondan sonra petrilere oluşan koloniler sayılarak değerlendirme yapılmıştır.

3.2.7.7 Maya ve Küf Sayımı

Maya ve küf sayımı, yayma plak yöntemiyle Potato Dextrose Agar (PDA-Merck 1.10130) kullanılarak yapılmıştır. Hazırlanan dilüsyonların her birinden 0,1'er mL alınarak PDA besiyerlerine ekim yapılmıştır. Ekim işlemi çift paralel olarak gerçekleştirilmiş ve petrilere ters çevrilerek 25°C'deki inkübatöre yerleştirilmiştir. 3-5 gün süren inkübasyon sonrasında petrilere oluşan koloniler sayılmış ve değerlendirme yapılmıştır.

3.2.7.8 Psikrofil Bakteri Sayımı

Düşük sıcaklık derecelerinde gelişen psikrofil bakterilerin sayımı Plate Count Agar (PCA-Merck 1.05463) kullanılarak yapılmıştır. Ekim işlemi için PCA besiyerlerine her dilüsyondan 0,1'er mL aktarılmış ve yayma işlemi yapılmıştır. Çift paralelli yapılan işlemler sonrasında petriler 4°C'deki buzdolabında 14 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda petrilerde oluşan koloniler sayılmış ve değerlendirme yapılmıştır.

3.2.8 Duyusal Analiz

Örneklerin duyusal analizlerinde 6 panelist görev almıştır. Analizler yapılmadan önce panelistler eğitime alınarak pastırmaların kalite özellikleri üzerine bilgilendirilmişlerdir. Duyusal analizlerin floresan ışık altında yapılması sağlanmıştır. Panelistler soğuk plazma uygulanmış ve uygulanmamış pastırma örneklerinde, kesit yüzey rengi, kesit yüzey görünüşü, tat ve aroma, tekstür ve genel beğeni açısından değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Panelistlere su ve ekmek verilerek, örnekler arasında bir etkileşme olmaması sağlanmıştır. Panelistler değerlendirmeleri 1–3 (çok kötü- kabul edilemez), 4-5 (orta), 6-7 (iyi), 8-9 (çok iyi) puan aralığındaki hedonik skala kullanarak yapmışlardır (Altuğ 1993, Soyer 1995). Panellerde kullanılan duyusal analiz formu Ek 1'de sunulmuştur.

3.2.9 İstatistik Analiz

Tez kapsamında örneklere soğuk plazma uygulanmış ve bu aşamada yapılan analizlerin sonuçları SPSS 16.0 (SPSS Inc, USA) istatistik paket programıyla yapılmıştır. Farklı süre ve gazların kullanıldığı soğuk plazma uygulaması sırasında yapılan analizlerden elde edilen veriler tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniğiyle değerlendirilmiştir. Süre ve gaz çeşidi arasındaki ilişki ayrıca iki faktörlü varyans analiz tekniği ile değerlendirilmiştir. Duncan testi ile farklılık görülen gruplarda farklılığın hangi seviyede olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizlerin birbiriyle ilişkili olup olmadığını bulmak için ise Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

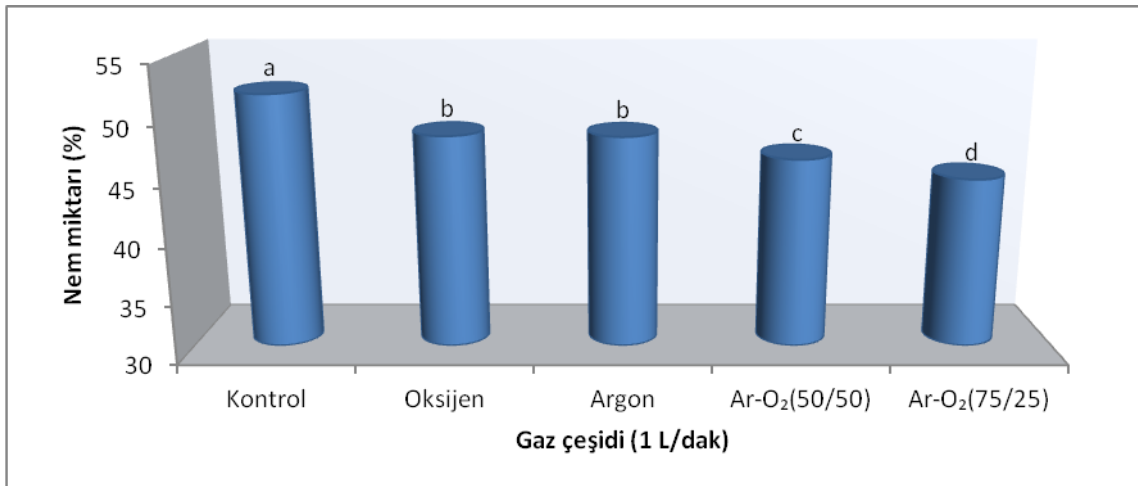
4.1 Nem Miktarı

Pastırma örneklerinin soğuk plazma işlemi sonrasında belirlenen nem miktarları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerin nem miktarı üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.1’de, sürenin etkisi ise Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

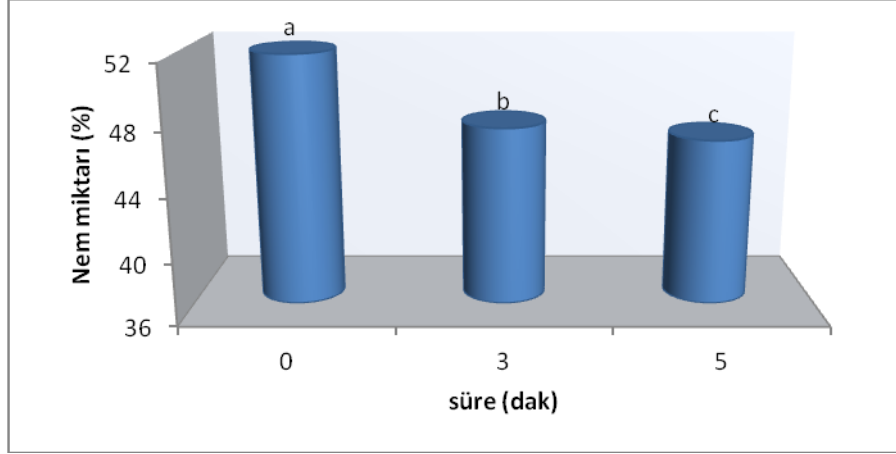
Çizelge 4.1 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin nem miktarları (%)*.

Örnekler	Nem miktarları	Örnekler	Nem miktarları
K	51,88a	SP ₅	46,49f
SP ₁	49,23b	SP ₆	46,29f
SP ₂	47,52e	SP ₇	44,84g
SP ₃	48,75c	SP ₈	44,54h
SP ₄	47,87d		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)
a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.1 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin nem miktarları (%) üzerine gaz çeşidinin etkisi.



Şekil 4.2 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin nem miktarları (%) üzerine sürenin etkisi.

4.2 pH Değeri

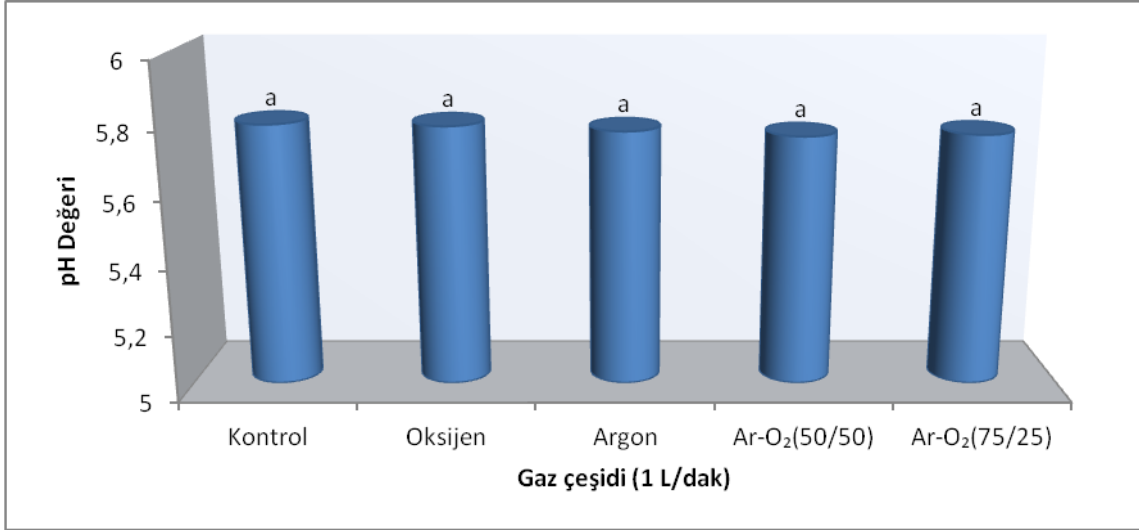
Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen pH değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerin pH değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.3’te, sürenin etkisi ise Şekil 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.2 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin pH değerleri*.

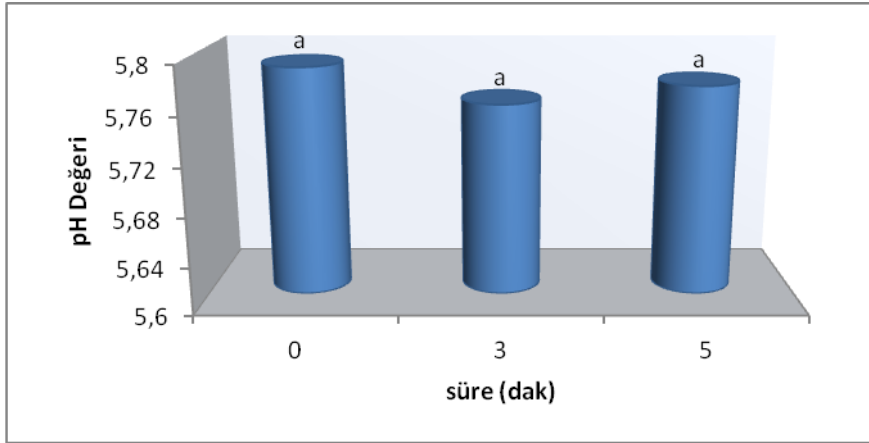
Örnekler	pH değerleri	Örnekler	pH değerleri
K	5,79ab	SP₅	5,76b
SP₁	5,76b	SP₆	5,75b
SP₂	5,81a	SP₇	5,77ab
SP₃	5,75b	SP₈	5,75b
SP₄	5,79ab		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)

a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.3 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin pH değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi.



Şekil 4.4 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin pH değeri üzerine sürenin etkisi.

4.3 Su Aktivitesi (a_w)

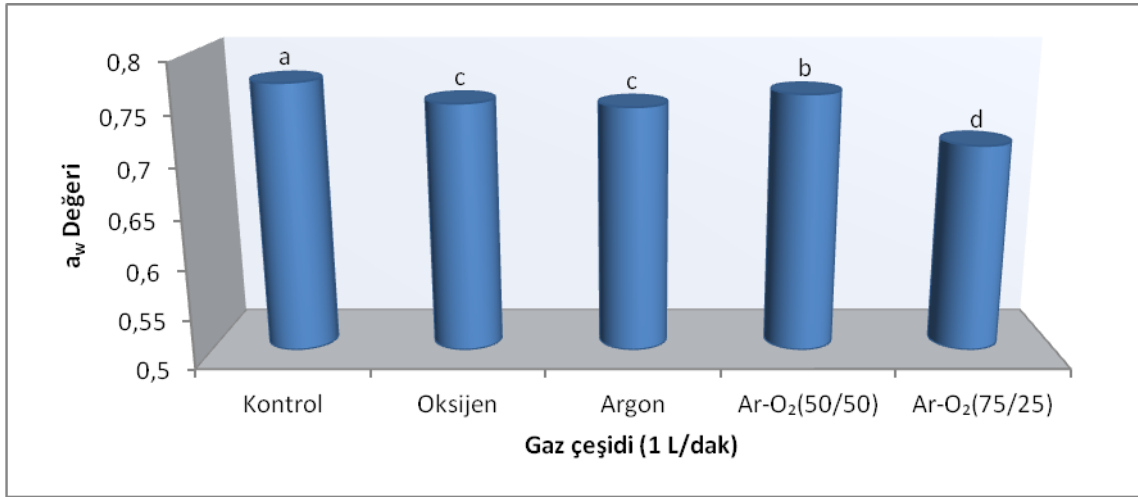
Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen su aktivitesi (a_w) değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerin a_w değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.5'te, sürenin etkisi ise Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.3 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin a_w değerleri*.

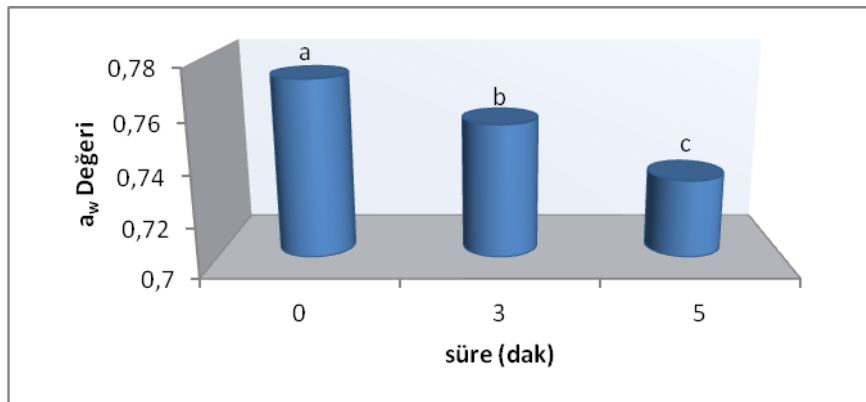
Örnekler	a_w değerleri	Örnekler	a_w değerleri
K	0,77a	SP ₅	0,77a
SP ₁	0,77a	SP ₆	0,76b
SP ₂	0,73c	SP ₇	0,72d
SP ₃	0,76b	SP ₈	0,71e
SP ₄	0,73c		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)

a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.5 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin a_w değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi.



Şekil 4.6 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin a_w değeri üzerine sürenin etkisi.

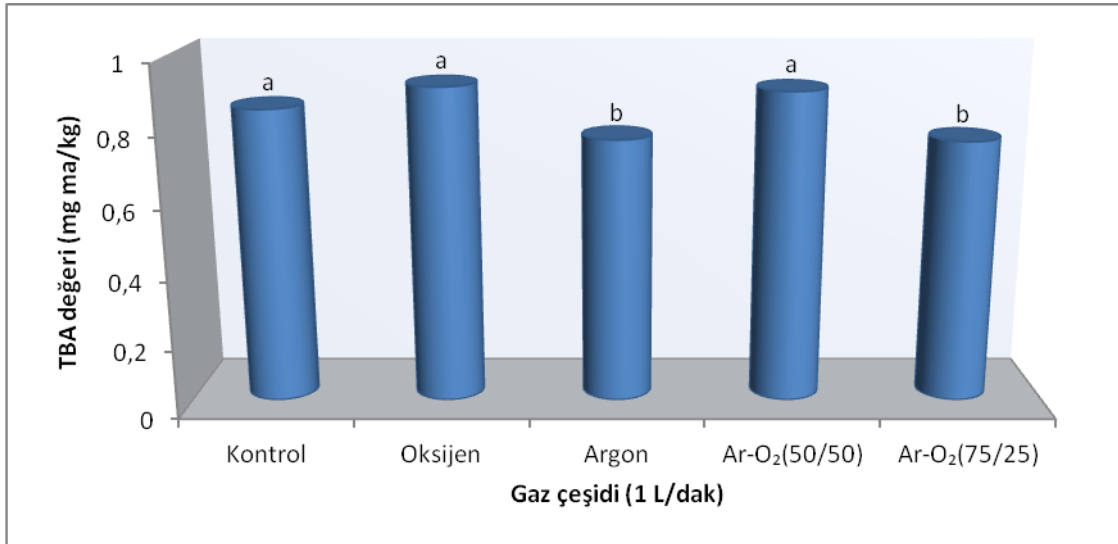
4.4 TBA Değeri

Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminde sonra belirlenen TBA (tiyobarbiturik asit) değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerin TBA değerleri üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.7’de, sürenin etkisi ise Şekil 4.8’de verilmiştir.

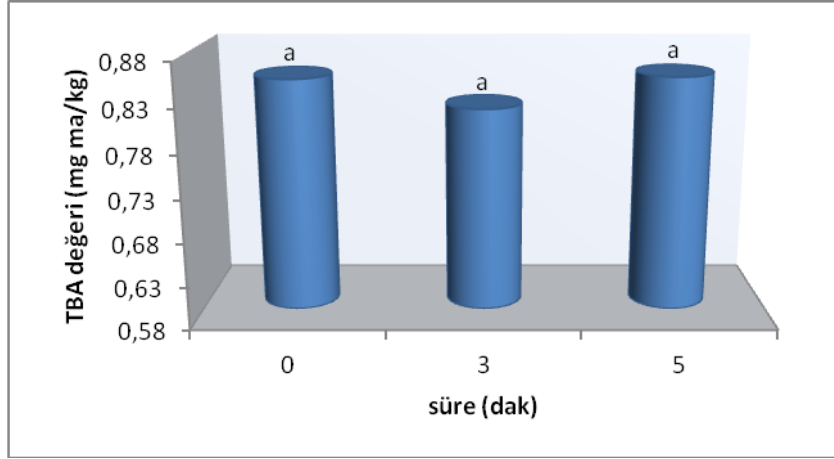
Çizelge 4.4 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin TBA değerleri (mg malonaldehit/kg)*.

Örnekler	TBA değerleri	Örnekler	TBA değerleri
K	0,85b	SP₅	0,83bc
SP₁	0,99a	SP₆	0,97a
SP₂	0,84b	SP₇	0,72d
SP₃	0,73cd	SP₈	0,80bcd
SP₄	0,80bcd		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)
a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.7 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin TBA değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi (mg malonaldehit/kg).



Şekil 4.8 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin TBA değeri üzerine sürenin etkisi (mg malonaldehit/kg).

4.5 Renk Değerleri

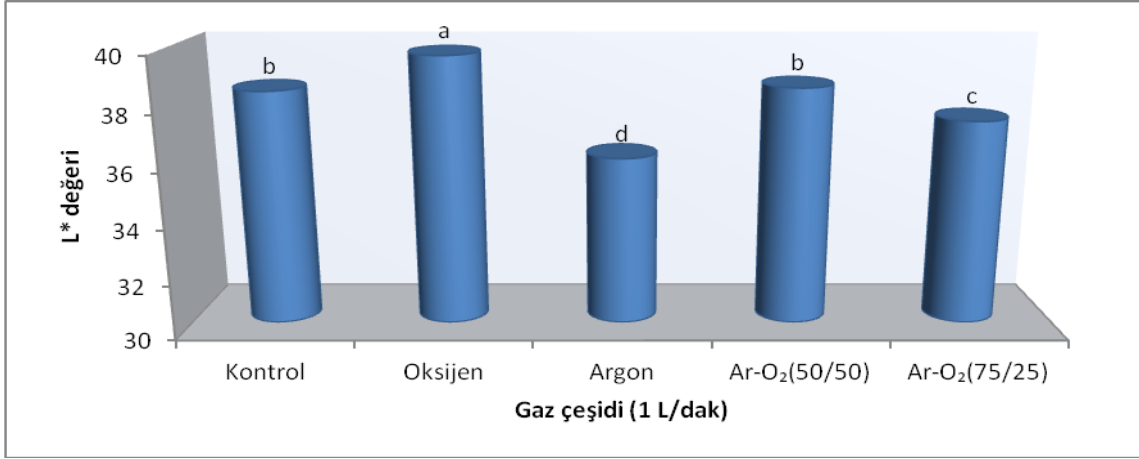
Soğuk plazma işlemi uygulanan pastırma örneklerinin CIE L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri ölçülerek saptanmıştır. Örneklerin L*, a* ve b* değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerin L*, a* ve b* değerleri üzerine gaz çeşidinin etkisi sırasıyla Şekil 4.9, Şekil 4.11 ve Şekil 4.13'te, sürenin etkisi ise sırasıyla Şekil 4.10, Şekil 4.12 ve Şekil 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin L*, a* ve b* değerleri**.

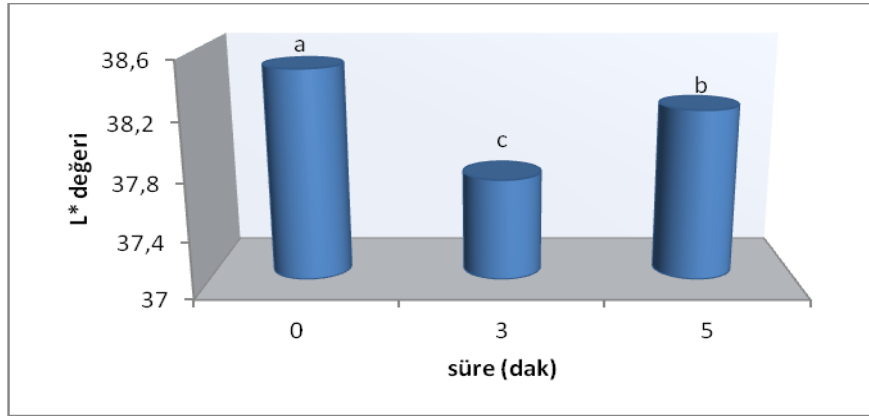
Örnekler	L*	a*	b*
K	38,48d	13,98f	17,46g
SP ₁	38,91c	14,53e	20,17b
SP ₂	40,54a	16,38b	18,90e
SP ₃	36,47f	14,61e	19,54c
SP ₄	35,72g	16,45b	18,17f
SP ₅	39,27b	16,29b	20,62a
SP ₆	37,92e	16,88a	19,27d
SP ₇	36,22f	15,24d	17,70g
SP ₈	38,62d	15,90c	18,21f

** : Çizelgedeki değerler 2 tekrerrün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)

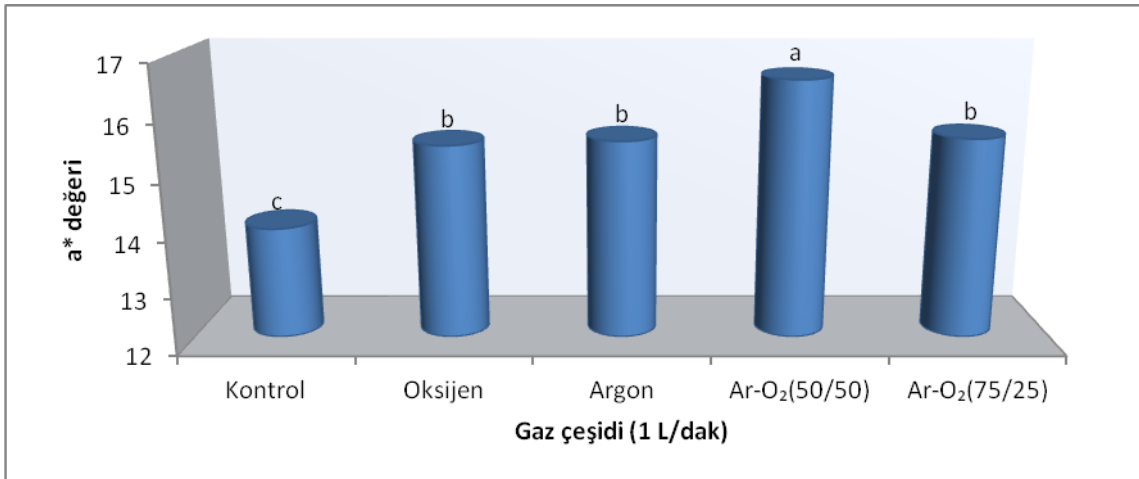
a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



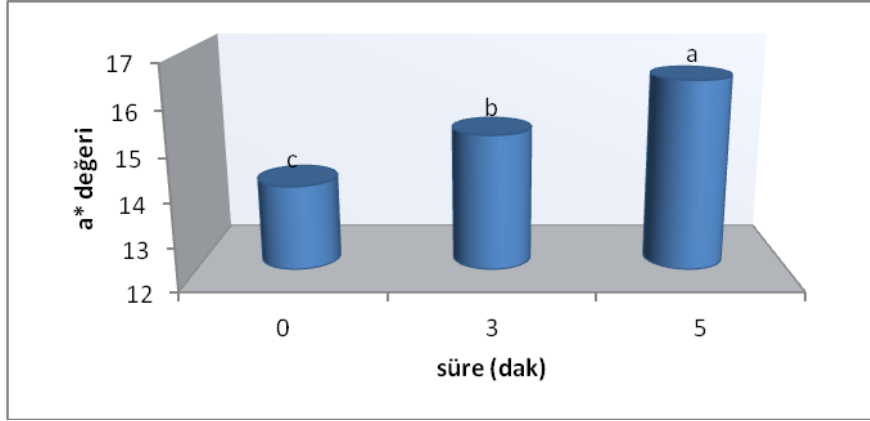
Şekil 4.9 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin L* değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi.



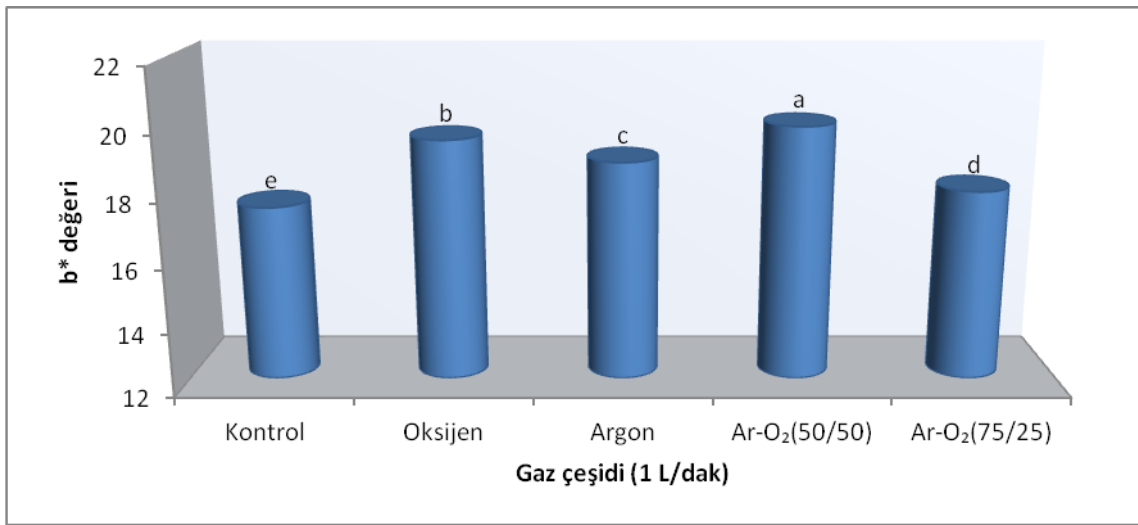
Şekil 4.10 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin L* değeri üzerine sürenin etkisi.



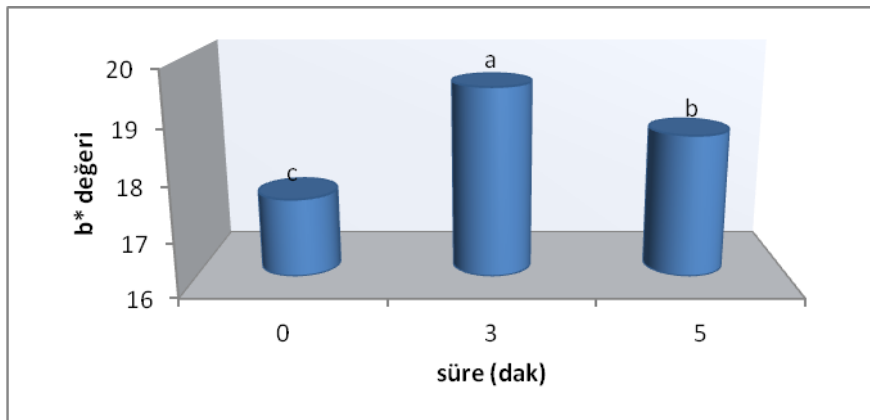
Şekil 4.11 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin a* değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi.



Şekil 4.12 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin a* değeri üzerine sürenin etkisi.



Şekil 4.13 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin b* değeri üzerine gaz çeşidinin etkisi.



Şekil 4.14 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin b* değeri üzerine sürenin etkisi.

4.6 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

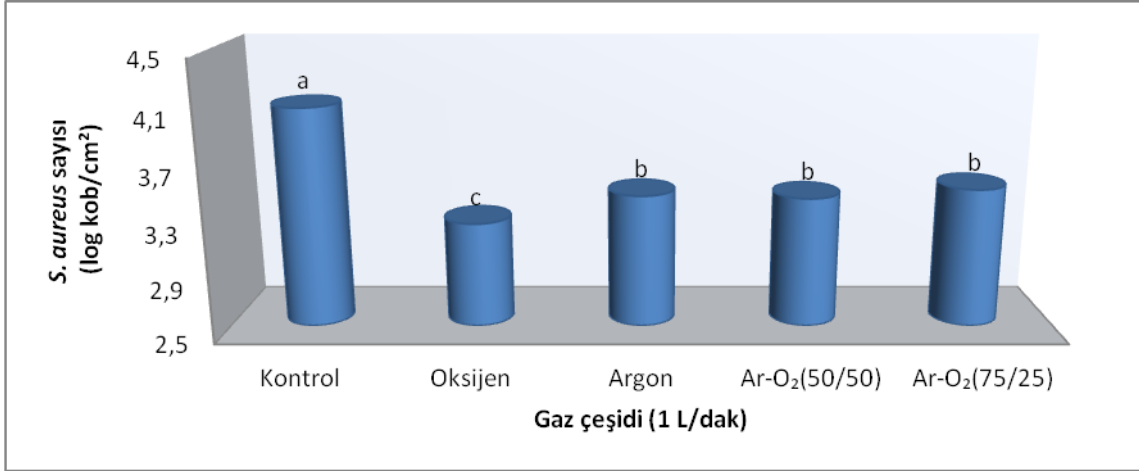
4.6.1 *Staphylococcus aureus* Sayımı Sonuçları

Pastırma örneklerine 10^4 ve 10^6 kob/cm² inokülasyon seviyelerinde *Staphylococcus aureus* inoküle edilmiştir. Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen *Staphylococcus aureus* sayıları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi, 10^4 kob/cm² inokülasyon seviyesi için Şekil 4.15'te, 10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesi için Şekil 4.17'de verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerin *Staphylococcus aureus* sayısı üzerine sürenin etkisi ise 10^4 kob/cm² inokülasyon seviyesi için Şekil 4.16'da, 10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesi için Şekil 4.18'de verilmiştir.

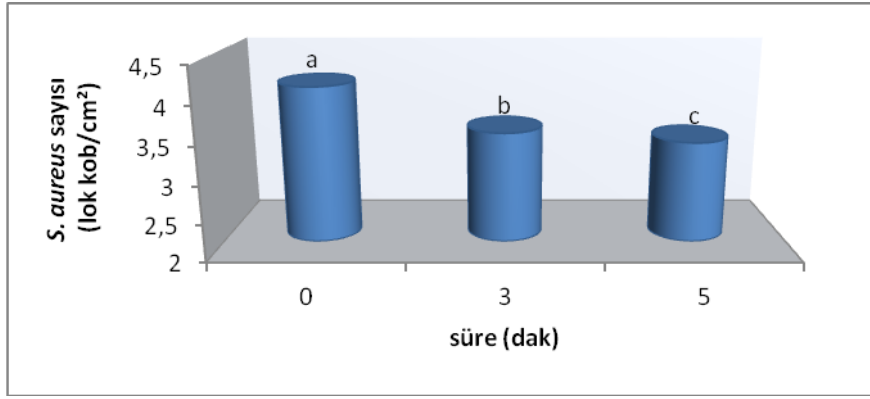
Çizelge 4.6 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin *Staphylococcus aureus* sayıları (log kob/cm²)*.

Örnekler	10 ⁴ kob/cm ² inokülasyon	10 ⁶ kob/cm ² inokülasyon
	seviyesi	seviyesi
K	4,10a	5,78a
SP ₁	3,38c	5,10bc
SP ₂	3,15d	4,93d
SP ₃	3,52bc	5,21b
SP ₄	3,42bc	5,06bc
SP ₅	3,49bc	5,18b
SP ₆	3,41bc	5,09bc
SP ₇	3,57b	5,23b
SP ₈	3,46bc	5,16b

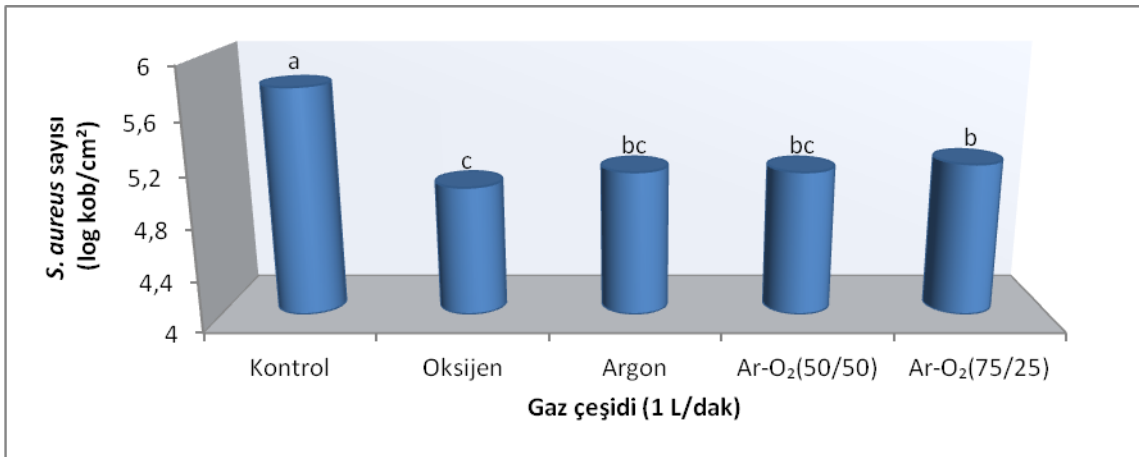
*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)
a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



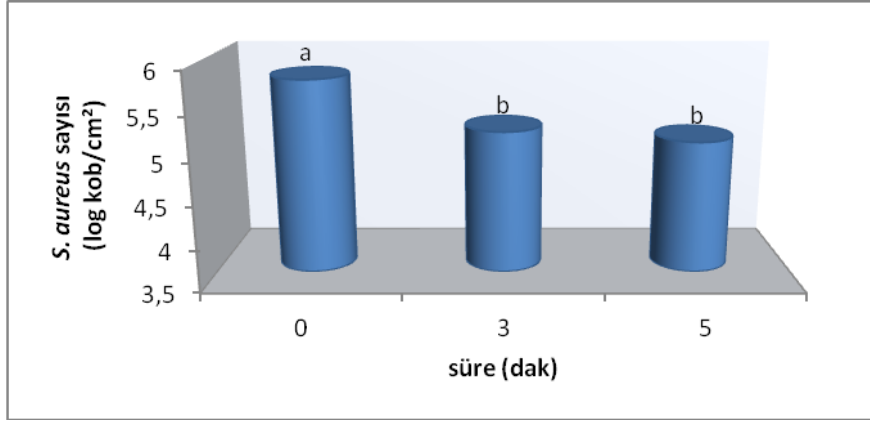
Şekil 4.15 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi, 10^4 kob/cm² inokülasyon seviyesi için (log kob/cm²).



Şekil 4.16 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısı üzerine sürenin etkisi, 10^4 kob/cm² inokülasyon seviyesi için (log kob/cm²).



Şekil 4.17 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi, 10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesi için (log kob/cm²).



Şekil 4.18 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısı üzerine sürenin etkisi, 10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesi için (log kob/cm²).

4.6.2 *Listeria monocytogenes* Sayımı Sonuçları

Pastırma örneklerine 10^6 ve 10^8 kob/cm² inokülasyon seviyelerinde *Listeria monocytogenes* inoküle edilmiştir. Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen *Listeria monocytogenes* sayıları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi, 10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesi için Şekil 4.19’da, 10^8 kob/cm² inokülasyon seviyesi için Şekil 4.21’de verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerindeki *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine sürenin etkisi ise 10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesi için Şekil 4.20’de, 10^8 kob/cm² inokülasyon seviyesi için Şekil 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin *Listeria monocytogenes* sayıları (log kob/cm²)*.

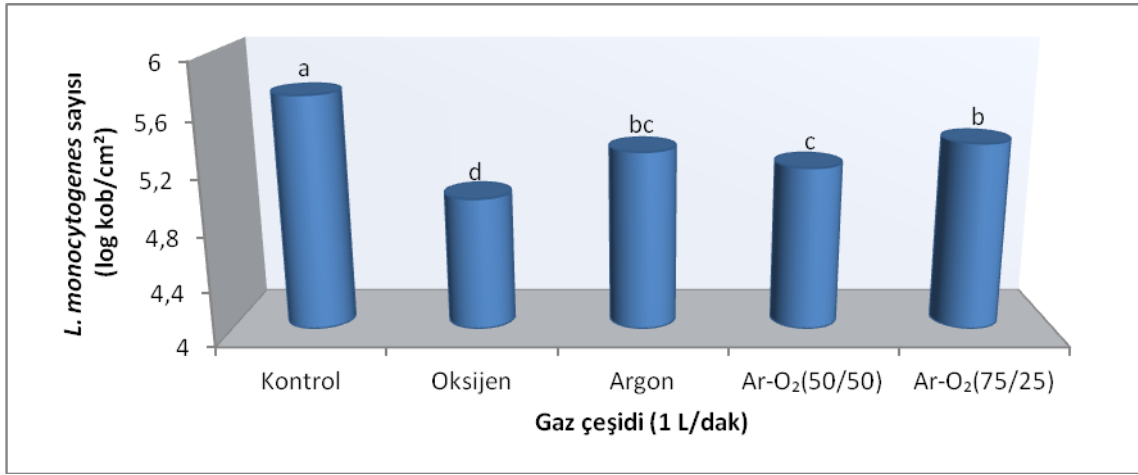
Örnekler	10 ⁶ kob/cm ² inokülasyon	10 ⁸ kob/cm ² inokülasyon
	seviyesi	seviyesi
K	5,71a	8,27a
SP₁	5,06d	7,59de
SP₂	4,88e	7,36f
SP₃	5,39b	7,85b
SP₄	5,23bc	7,72bcd

Çizelge 4.7 Devam Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin *Listeria monocytogenes* sayıları (log kob/cm²)*.

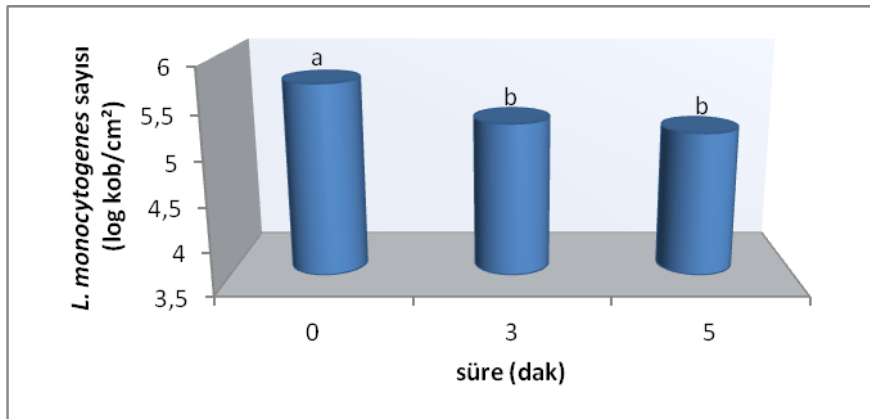
Örnekler	10 ⁶ kob/cm ² inokülasyon	10 ⁸ kob/cm ² inokülasyon
	seviyesi	seviyesi
SP ₅	5,23bc	7,68cde
SP ₆	5,16cd	7,55e
SP ₇	5,38b	7,85b
SP ₈	5,36b	7,79bc

*: Çizelgedeki değerler 2 tekrerrün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)

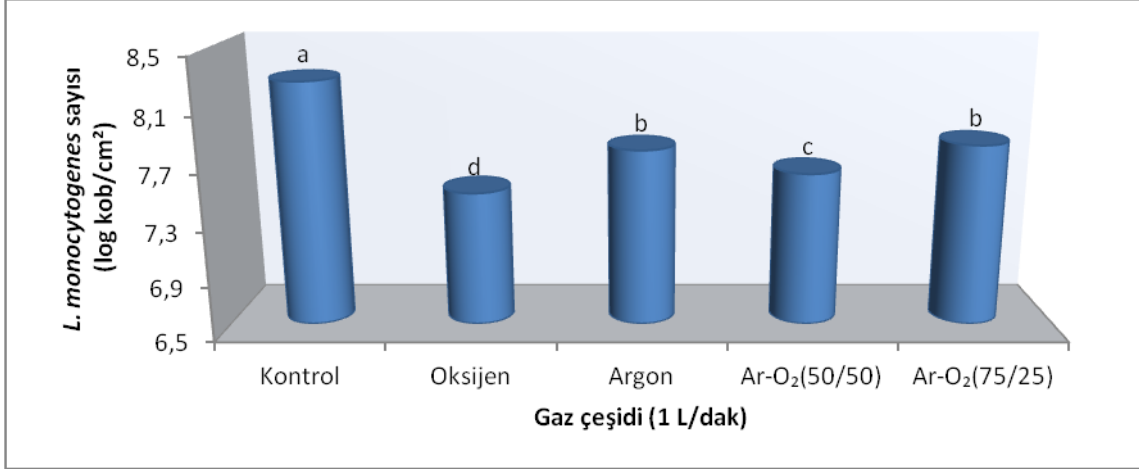
a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



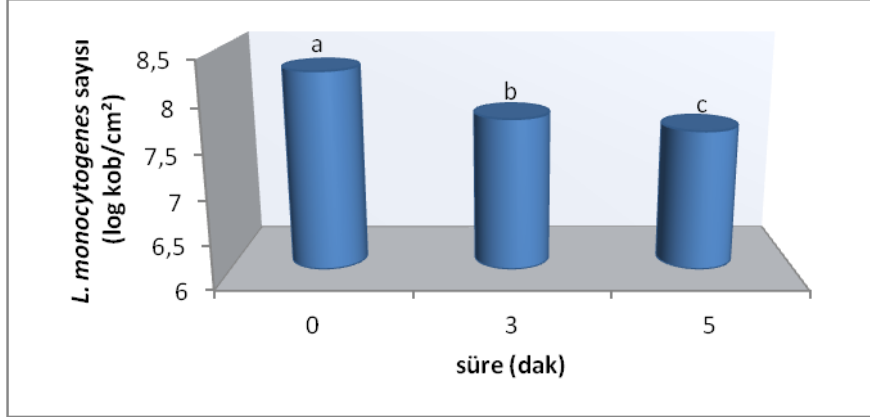
Şekil 4.19 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi, 10⁶ kob/cm² inokülasyon seviyesi için (log kob/cm²).



Şekil 4.20 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine sürenin etkisi, 10⁶ kob/cm² inokülasyon seviyesi için (log kob/cm²).



Şekil 4.21 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi, 10^8 kob/cm² inokülasyon seviyesi için (log kob/cm²).



Şekil 4.22 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine sürenin etkisi, 10^8 kob/cm² inokülasyon seviyesi için (log kob/cm²).

4.6.3 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı Sonuçları

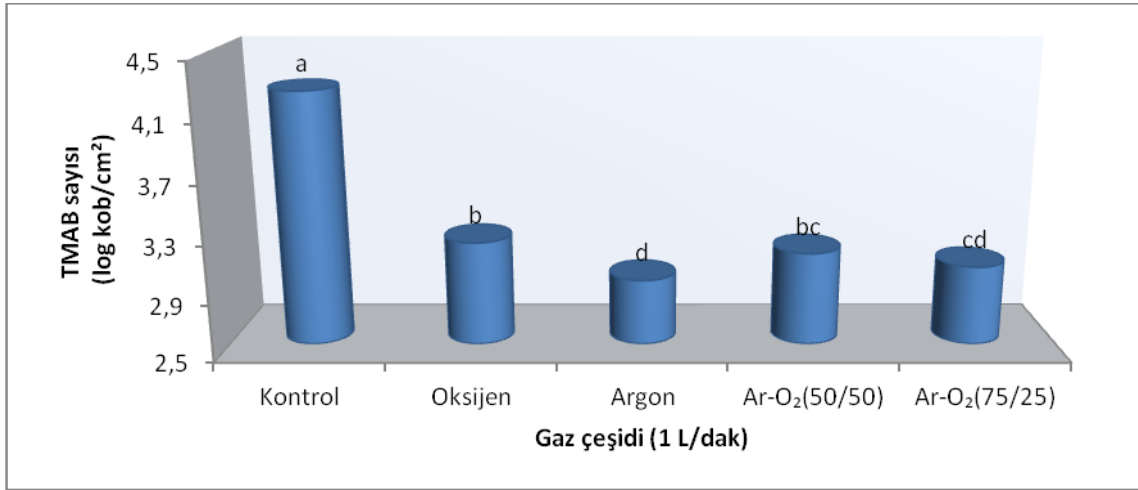
Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen TMAB (toplam mezofil aerobik bakteri) sayıları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerindeki TMAB sayıları üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.23’te, sürenin etkisi ise Şekil 4.24’te verilmiştir.

Çizelge 4.8 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin TMAB sayıları (log kob/cm²)*.

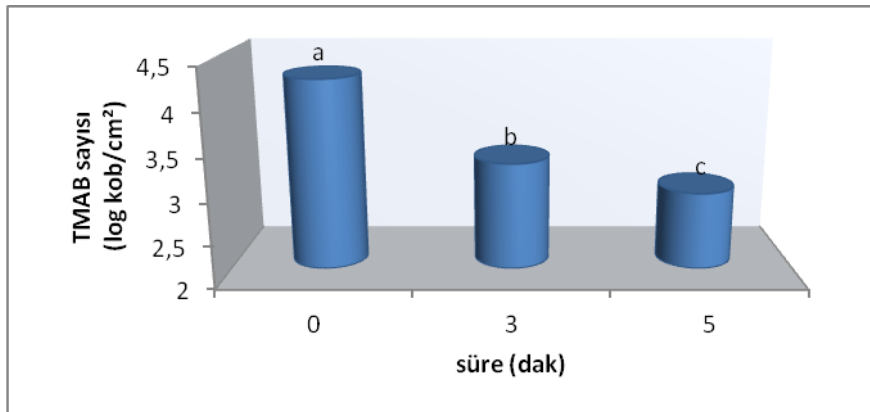
Örnekler	TMAB sayıları	Örnekler	TMAB sayıları
K	4,25a	SP ₅	3,31c
SP ₁	3,48b	SP ₆	2,98de
SP ₂	2,96de	SP ₇	3,22c
SP ₃	3,07d	SP ₈	2,88e
SP ₄	2,84e		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)

a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.23 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki TMAB sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi (log kob/cm²).



Şekil 4.24 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki TMAB sayısı üzerine sürenin etkisi (log kob/cm²).

4.6.4 Maya ve Küf Sayımı Sonuçları

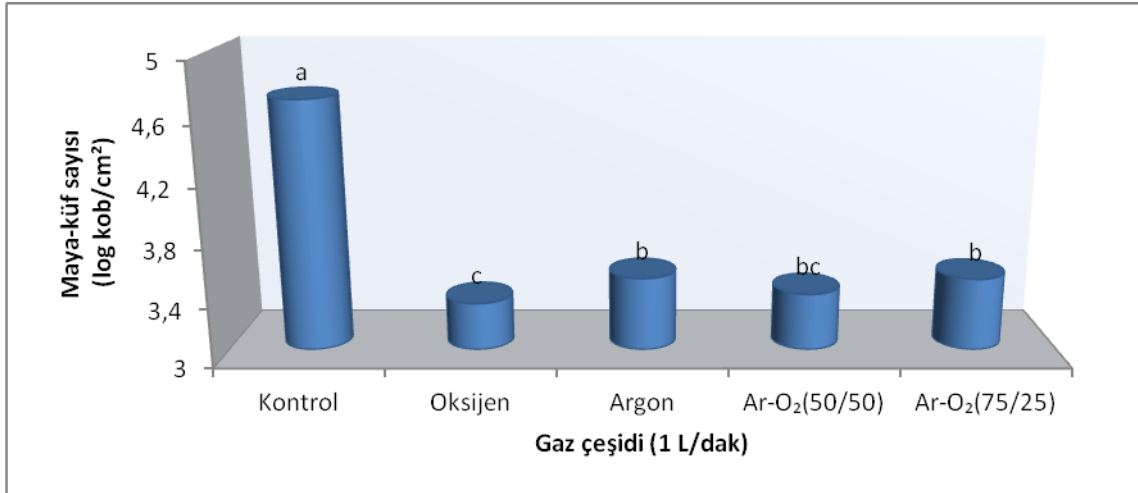
Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen maya ve küf sayıları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki maya-küf sayıları üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.25’te, sürenin etkisi ise Şekil 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin maya-küf sayıları (log kob/cm²)*.

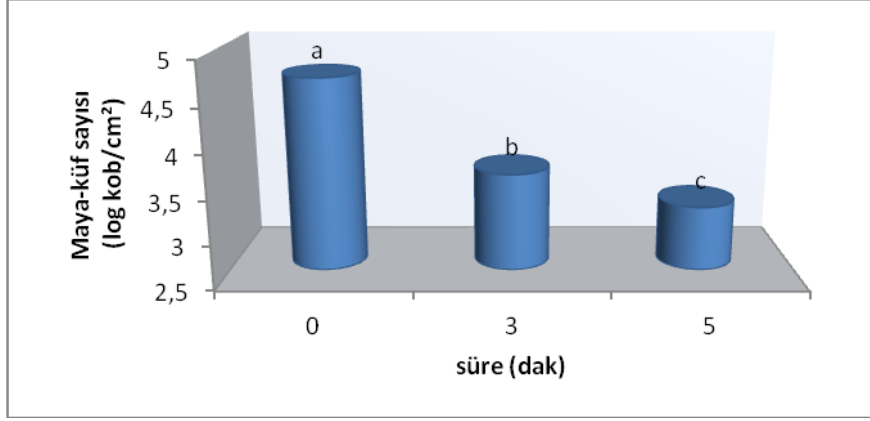
Örnekler	Maya-küf sayıları	Örnekler	Maya-küf sayıları
K	4,70a	SP₅	3,48cd
SP₁	3,61bc	SP₆	3,30e
SP₂	3,04f	SP₇	3,65bc
SP₃	3,73b	SP₈	3,34de
SP₄	3,27e		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)

a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.25 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki maya-küf sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi (log kob/cm²).



Şekil 4.26 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki maya-küf sayısı üzerine sürenin etkisi (log kob/cm²).

4.6.5 Psikrofil Bakteri Sayımı Sonuçları

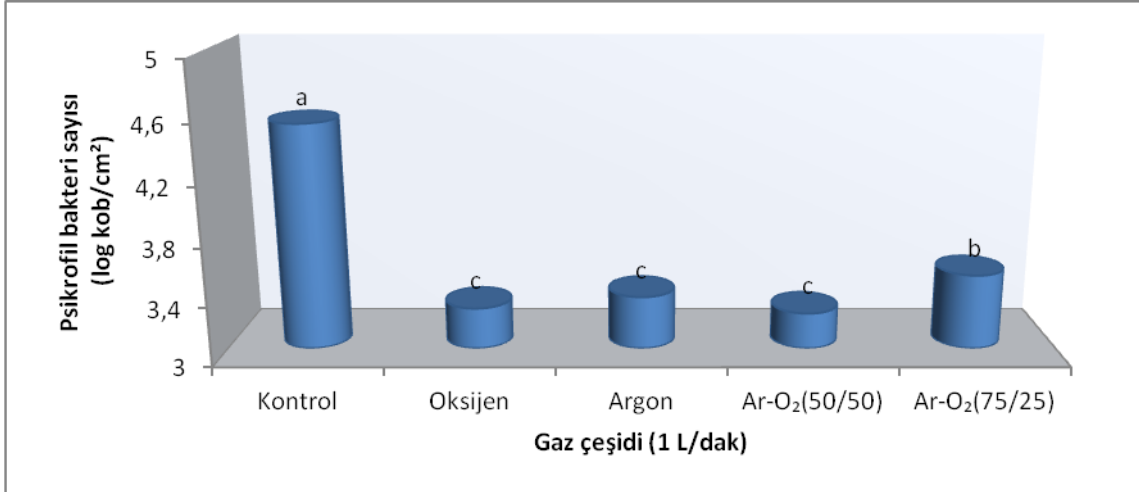
Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen psikrofil bakteri sayıları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki psikrofil bakteri sayıları üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.27'de, sürenin etkisi ise Şekil 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.10 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin psikrofil bakteri sayıları (log kob/cm²)*.

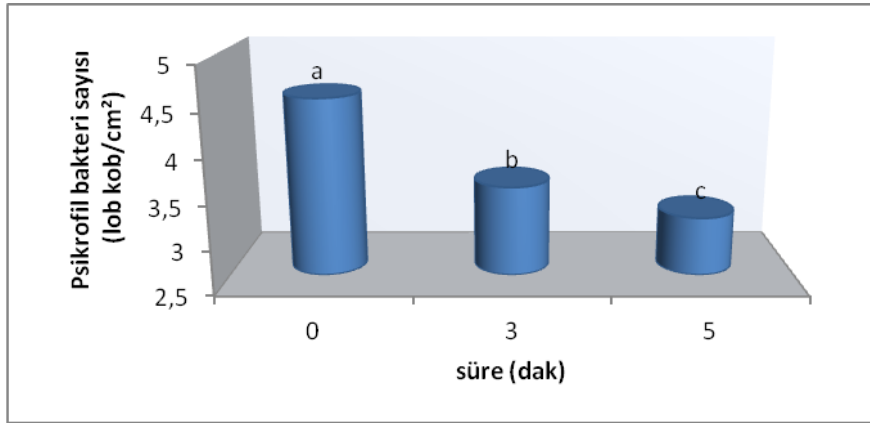
Örnekler	Psikrofil bakteri sayıları	Örnekler	Psikrofil bakteri sayıları
K	4,53a	SP₅	3,38cd
SP₁	3,61b	SP₆	3,11e
SP₂	2,95f	SP₇	3,67b
SP₃	3,45c	SP₈	3,35cd
SP₄	3,27d		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)

a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.27 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki psikrofil bakteri sayısı üzerine gaz çeşidinin etkisi (log kob/cm²).



Şekil 4.28 Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki psikrofil bakteri sayısı üzerine sürenin etkisi (log kob/cm²).

4.7 Duyusal Analiz Sonuçları

4.7.1 Renk Puanları

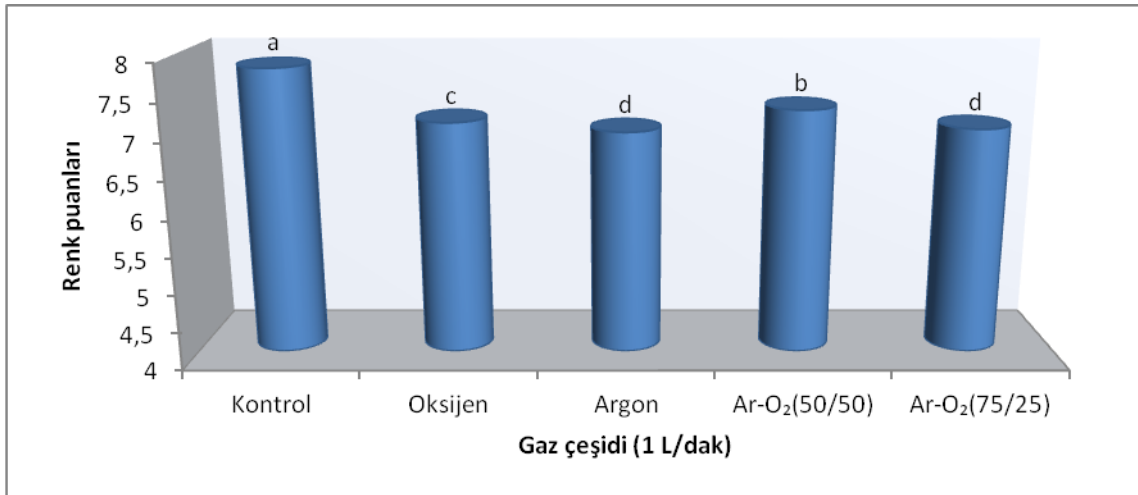
Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen renk puanları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerin renk puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.29’da, sürenin etkisi ise Şekil 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.11 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin renk puanları*.

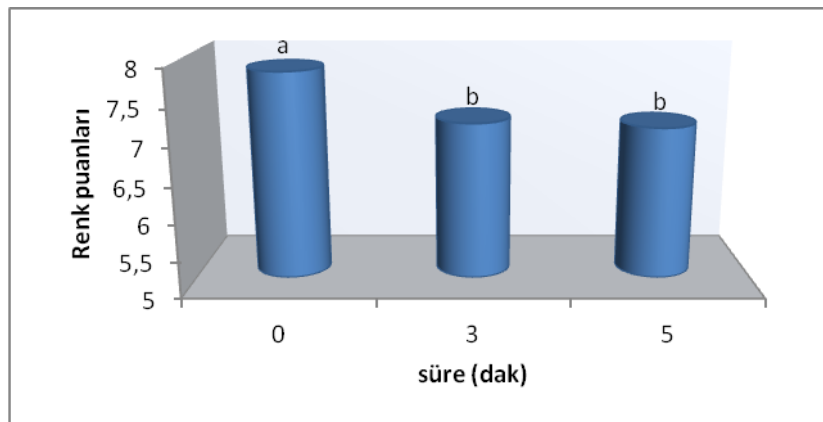
Örnekler	Renk puanları	Örnekler	Renk puanları
K	7,83a	SP ₅	7,25bc
SP ₁	7,17cd	SP ₆	7,33b
SP ₂	7,08de	SP ₇	7,08de
SP ₃	7,08de	SP ₈	7,00ef
SP ₄	6,92f		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekrerrün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)

a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.29 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin renk puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi.



Şekil 4.30 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin renk puanları üzerine sürenin etkisi.

4.7.2 Görünüm Puanları

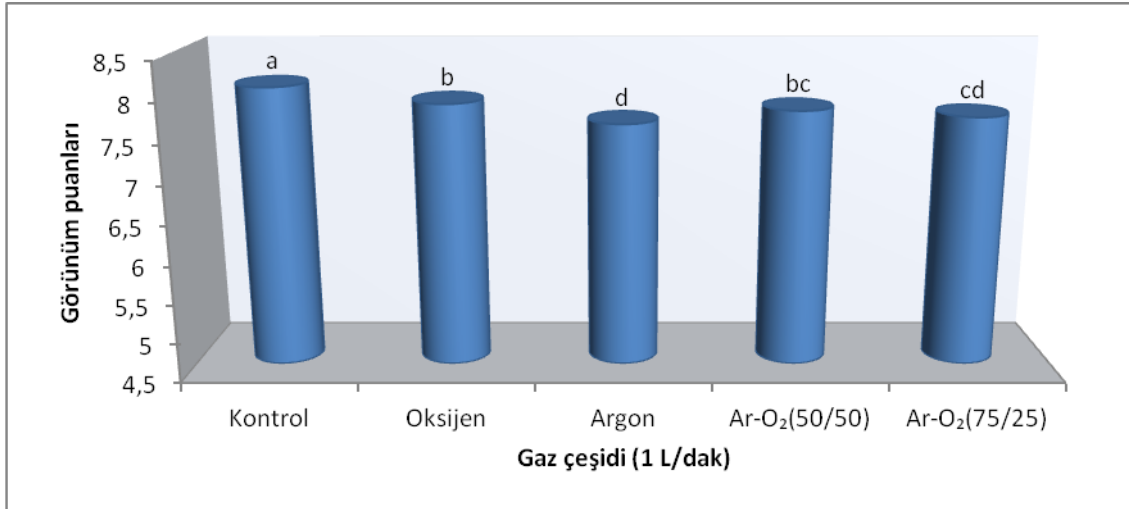
Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen görünüm puanları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerin renk puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.31’de, sürenin etkisi ise Şekil 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin görünüm puanları*.

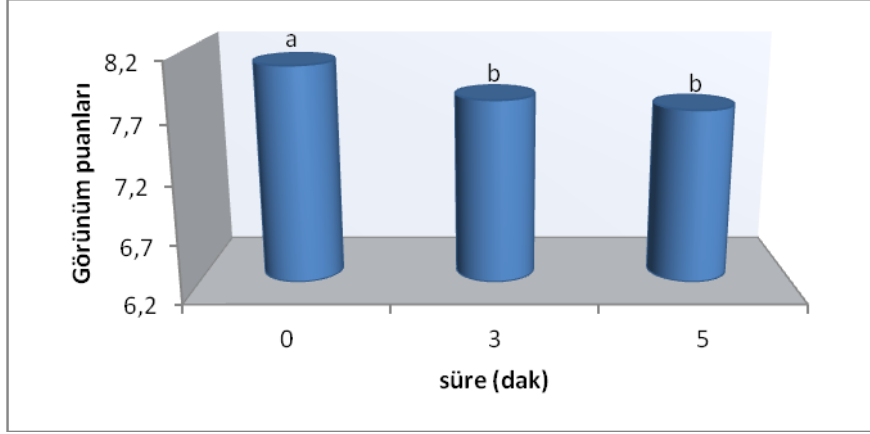
Örnekler	Görünüm puanları	Örnekler	Görünüm puanları
K	8,08a	SP₅	7,83bc
SP₁	7,92b	SP₆	7,75cd
SP₂	7,83bc	SP₇	7,75cd
SP₃	7,67de	SP₈	7,67de
SP₄	7,58e		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)

a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.31 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin görünüm puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi.



Şekil 4.32 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin görünüm puanları üzerine sürenin etkisi.

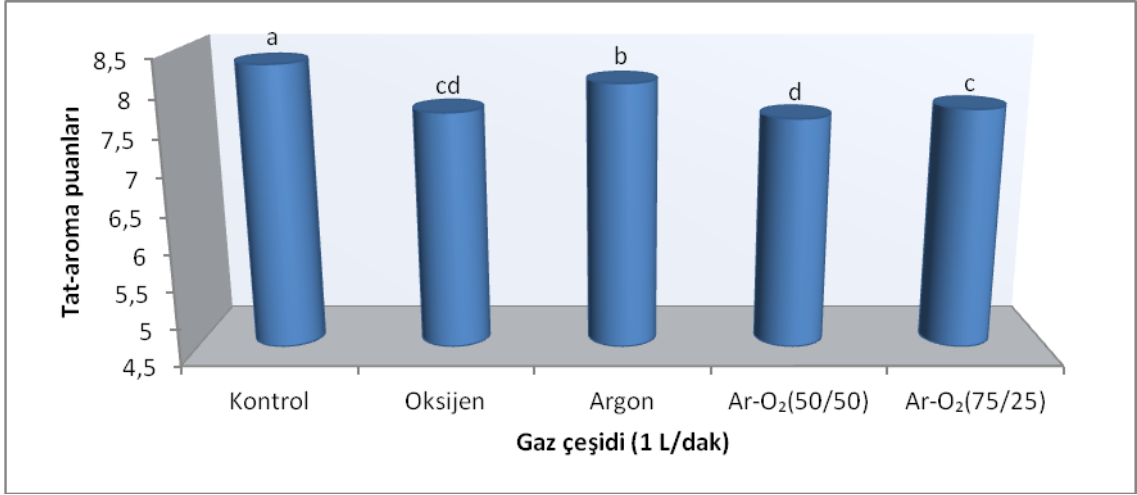
4.7.3 Tat ve Aroma Puanları

Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen tat ve aroma puanları Çizelge 4.13’te verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerin renk puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.33’te, sürenin etkisi ise Şekil 4.34’te verilmiştir.

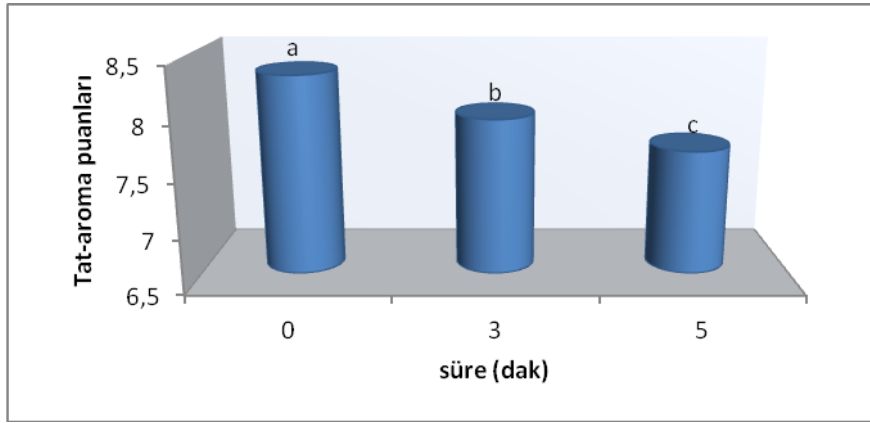
Çizelge 4.13 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin tat-aroma puanları*.

Örnekler	Tat-aroma puanları	Örnekler	Tat-aroma puanları
K	8,33b	SP₅	7,75cd
SP₁	7,83c	SP₆	7,50f
SP₂	7,58ef	SP₇	7,67de
SP₃	8,50a	SP₈	7,83c
SP₄	7,67de		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)
a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.33 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin tat-aroma puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi.



Şekil 4.34 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin tat-aroma puanları üzerine sürenin etkisi.

4.7.4 Tekstür Puanları

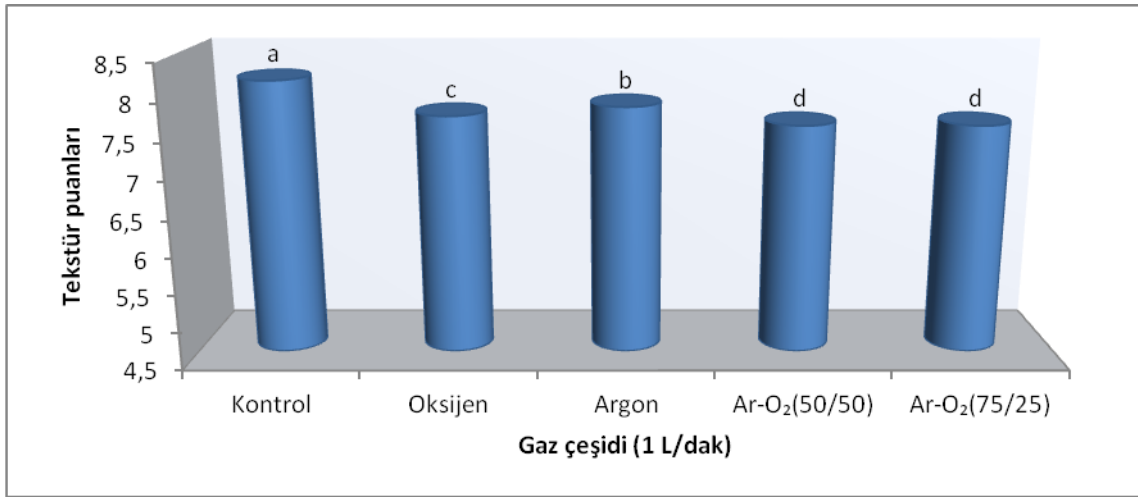
Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen tekstür puanları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerin tekstür puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.35'te, sürenin etkisi ise Şekil 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.14 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin tekstür puanları*

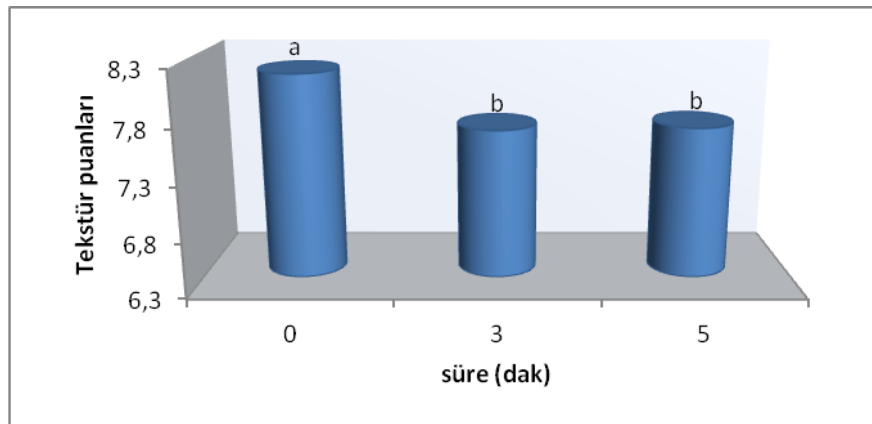
Örnekler	Tekstür puanları	Örnekler	Tekstür puanları
K	8,17a	SP ₅	7,67c
SP ₁	7,75bc	SP ₆	7,50d
SP ₂	7,67c	SP ₇	7,42d
SP ₃	7,83b	SP ₈	7,75bc
SP ₄	7,83b		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)

a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.35 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin tekstür puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi.



Şekil 4.36 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin tekstür puanları üzerine sürenin etkisi.

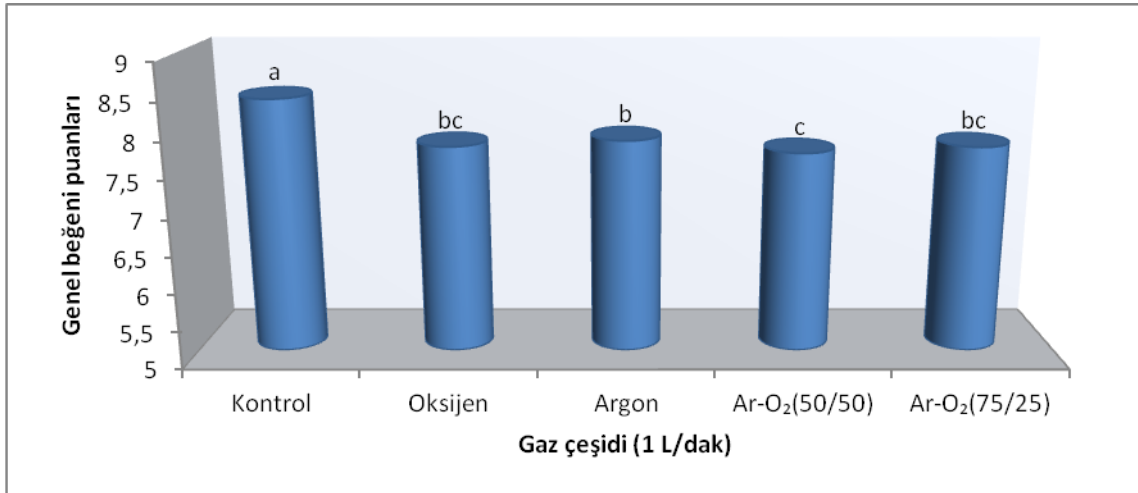
4.7.5 Genel Beğeni Puanları

Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra belirlenen genel beğeni puanları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerin genel beğeni puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi Şekil 4.37'de, sürenin etkisi ise Şekil 4.38'de verilmiştir.

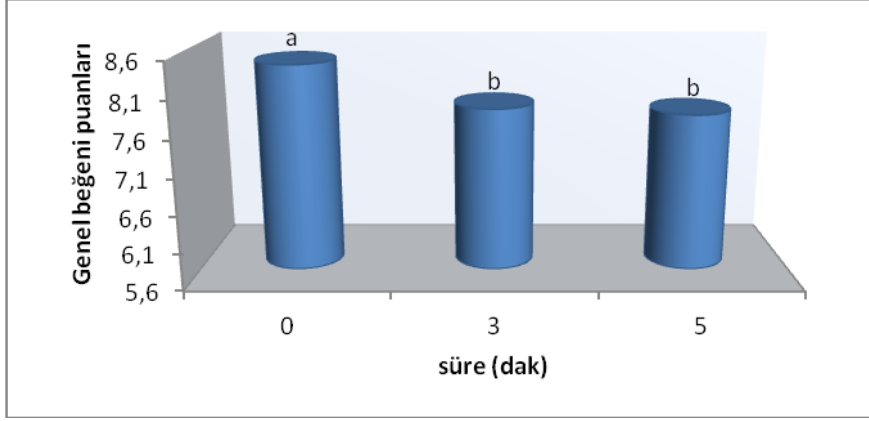
Çizelge 4.15 Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin genel beğeni puanları*.

Örnekler	Genel beğeni puanları	Örnekler	Genel beğeni puanları
K	8,42a	SP₅	7,75cd
SP₁	7,92b	SP₆	7,67d
SP₂	7,67d	SP₇	7,83bc
SP₃	7,83bc	SP₈	7,75cd
SP₄	7,92b		

*: Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. K: Kontrol; SP₁: 3 dak oksijen; SP₂: 5 dak oksijen; SP₃: 3 dak argon; SP₄: 5 dak argon; SP₅: 3 dak argon/oksijen (%50-50); SP₆: 5 dak argon/oksijen (%50-50); SP₇: 3 dak argon/oksijen (%75-25); SP₈: 5 dak argon/oksijen (%75-25)
a, b, c, d (→) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.37 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin genel beğeni puanları üzerine gaz çeşidinin etkisi.



Şekil 4.38 Soğuk plazma uygulanmış örneklerin genel beğeni puanları üzerine sürenin etkisi.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1 Nem Miktarı

Soğuk plazma işlemi uygulanmış pastırma örneklerinin nem miktarları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Örneklerin nem miktarları % 44,54-51,88 arasında değişmektedir ($p < 0.05$).

Örneklerin nem değerleri soğuk plazma işlemiyle azalmış ve azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 3 dakika boyunca soğuk plazma uygulanan örnekler arasında en yüksek nem miktarı % 49,23 ile SP₁ örneğinde görülürken, en düşük nem miktarı % 44,84 ile SP₇ örneğinde görülmüştür. 5 dakika boyunca soğuk plazma uygulanan örnekler arasında en yüksek nem miktarı ise % 47,87 ile SP₄ örneğinde görülürken, en düşük nem miktarı % 44,54 ile SP₈ örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.1). Örneklerin nem miktarları arasındaki farklılığa, soğuk plazma işlem süresinin etki ettiği söylenebilir (Şekil 4.2). Bunun aksine, Misra vd. (2015) yaptıkları plazma çalışmasının, un örneklerinin nem miktarları üzerinde bir değişikliğe neden olmadığını rapor etmişlerdir. Bu doğrultuda yüksek nem içerikli gıdalarla düşük nem içerikli gıdalar karşılaştırıldığında, düşük nem içerikli gıdaların nem miktarının plazma işleminden daha az etkilendiği söylenebilir.

Yapılan bu çalışmada sadece oksijen gazı kullanıldığında, örneklerin nem miktarı kontrol örneklerine göre % 2,65-4,36 oranında azalırken, saf argon gazı kullanıldığında % 3,13-4,01 oranında azalmıştır. Tek bir gaz kullanılarak yapılan bu çalışmalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.1) ($p < 0,05$). Benzer olarak Lee vd. (1998) yaptıkları çalışmada argon gazı ile üretilen soğuk düşük-basınç plazmasının, yüzeyden kontaminantların ve nemin uzaklaştırılmasına bağlı olarak pamuk kumaşının ağırlığını azalttığını rapor etmiştir. Bununla birlikte Kim vd. (2011)’de APP (atmosferik basınç plazması) işlemi yapılan bacon örneklerinin yüzeyinden nemin buharlaştığını tespit etmişlerdir. Argon ve oksijen gazlarının karışımı ile yapılan çalışmalarda ise nem miktarı kontrol örneklerine göre % 5,39-7,34 oranında azalmıştır. Farklı oranlar kullanılarak yapılan gaz karışımları örneklerin nem miktarı

üzerine saf gazlardan daha fazla etkili olduğu görülmüştür. Soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidinin örneklerin nem miktarı üzerine etkisi olduğu söylenebilir (Şekil 4.1). Bununla birlikte Sanabria vd. (2004) yaptıkları çalışmada L* parlaklık değeri ile nem içeriği arasında yüksek bir korelasyon olduğunu bulmuşlardır. Az miktarda nemin bacon yüzeyinden uzaklaştırılması, APP (atmosferik basınç plazması) işleminden sonra L* değerinin azalmasına neden olabilmektedir.

5.2 pH Değeri

Soğuk plazma işlemi uygulanmış pastırma örneklerinin pH değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Örneklerin pH değerlerinin 5,75-5,81 arasında olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin pH değerleri arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Benzer şekilde Ulbin-Figlewicz vd. (2015) yaptıkları çalışmada, etin pH değerleri üzerine plazma işleminin önemli bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir. Yong vd. (2015) ise pH değeri başlangıçta 6,42 olan dilimlenmiş çedar peynirine 10 dakikalık esnek ince-tabaka DBD (dielektrik bariyer boşaltıcı) plazma uygulanması sonucunda pH değerinin 6,29’a düştüğünü tespit etmişlerdir.

Soğuk plazma işleminde kullanılan gaz çeşidinin ve uygulama süresinin istatistiksel olarak örneklerin pH değeri üzerine etkisi olmadığı Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’te görülmüştür.

5.3 Su Aktivitesi (a_w)

Soğuk plazma işlemi uygulanmış pastırma örneklerinin a_w değerleri Çizelge 4.3’te gösterilmiştir. Örneklerin a_w değerleri 0,71-0,77 arasında değişmektedir.

Örneklerin a_w değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek a_w değerleri kontrol örneklerinde görülürken, en düşük a_w değerleri argon/oksijen (%75-25) karışım gazıyla muamele edilen SP₇ ve SP₈ örneklerinde görülmüştür. Örneklerin a_w değerinin soğuk plazma işleminde kullanılan gaz çeşidinden etkilendiği görülmüştür (Şekil 4.3). Benzer şekilde Lee vd (2015), kurutulmuş incirlerin

su aktivitesi (a_w) üzerinde soğuk plazma işleminin azaltıcı etkisi olduğunu tespit etmiştir. Lee vd (2015), N_2 gazı kullanılarak kurutulmuş incirlere uygulanan plazma işleminin a_w değerini 0,70'te sabit tuttuğunu, He- O_2 gaz karışımının ise a_w değerini 0,70'ten 0,66'ya kadar düşürdüğünü rapor etmiştir. Yapılan çalışmada soğuk plazma işlem süresinin örneklerin a_w değerine etkisi de incelenmiştir. Bu doğrultuda Şekil 4.6 incelendiğinde, uygulama süresi arttığında örneklerin a_w değerinin azaldığı tespit edilmiştir.

5.4 TBA Değeri

Soğuk plazma işlemi uygulanmış pastırma örneklerinin TBA değerleri Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. En yüksek TBA değerinin 0,99 mg malonaldehit/kg ile SP₁ örneğinde olduğu, en düşük TBA değerinin ise 0,72 mg malonaldehit/kg ile SP₇ örneğinde olduğu tespit edilmiştir.

Soğuk plazmada kullanılan gaz çeşidinin örneklerin TBA değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.7). Kontrol örnekleri, saf oksijen gazının kullanıldığı örnekler ve argon/oksijen (%50-50) gaz karışımının kullanıldığı örnekler birbiriyle karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak bir fark olmadığı görülmüştür. Saf argon gazının kullanıldığı örnekler ve argon/oksijen (%75-25) gaz karışımının kullanıldığı örneklerin TBA değerleri diğer örneklerin TBA değerlerine göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.7). Benzer şekilde Kim vd. (2011), 0. günde 125 W'da helyum/oksijen gaz karışımıyla ve 75 W'da yalnızca helyum gazı ile uygulama yapılmasının, işlem yapılmamış kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında TBA değerini daha fazla düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Bu durumda örneklerin TBA değeri üzerinde plazma işleminin ve işlemde kullanılan gaz çeşidinin etkisi olduğu söylenebilir.

Örneklerin TBA değerleri ile soğuk plazma işleminin süresi arasında istatistiksel olarak bir bağlantı bulunamamıştır ($p < 0,05$) (Şekil 4.8). Bunun aksine Yong vd. (2015), cheddar peyniri üzerinde yaptıkları plazma çalışmasında, başlangıçta 0,132 mg malonaldehit/kg olan TBA değerinin, 2,5, 5 ve 10 dakikalık plazma işlemleri sonucunda

sırasıyla 0,141, 0,161 ve 0,183 mg malonaldehit/kg seviyelerine yükseldiğini tespit etmişlerdir. Aynı şekilde Jayasena vd. (2015) sığır filetosu üzerinde yaptıkları 10 dakikalık plazma çalışmasında, TBA değerinin işlem süresiyle artış gösterdiğini rapor etmişlerdir.

5.5 Renk Değerleri

Soğuk plazma işlemi uygulanmış örneklerin L*, a* ve b* renk değerlerindeki değişimler Çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Hunter renk sistemine göre L* değeri parlaklığı, a* değeri kırmızılığı ve b* değeri sarılığını göstermektedir (Kayaardı and Gök 2003).

Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra ölçülen L* değeri 35,72-40,54 arasında değişmektedir (Çizelge 4.5). Hunter renk sistemine göre L* değeri 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişmektedir (Yetim ve Çam 2009). Pastırma örnekleri arasında en yüksek L* değeri SP₂ örneğinde, en düşük L* değeri ise SP₄ örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Şekil 4.9'da soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidiyle örneklerin L* değeri arasında istatistiksel olarak bir ilişki olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Soğuk plazma işleminde saf oksijen gazı kullanıldığında örneklerin L* değeri artarken, saf argon gazı kullanıldığında örneklerin L* değeri azalmıştır. Ayrıca argon ve oksijen gaz karışımının kullanıldığı uygulamalarda %75-25 argon-oksijen gaz karışımının, %50-50 argon-oksijen gaz karışımından daha fazla L* değerini düşürdüğü görülmüştür (Şekil 4.9). Bu durumda argon gazının pastırma örneklerinin parlaklığını azaltıcı etkisi olduğu söylenebilir. Ulbin-Figlewicz vd. (2015) yaptıkları çalışmada argon, nitrojen ve helyum gaz çeşitlerinin taze etin parlaklığını (L* değerini) benzer şekillerde etkilediğini tespit etmişlerdir. Kim vd. (2011), ise helyum-oksijen gaz karışımının bacon yüzeyinin L* renk değerini (parlaklığı) helyum gazından daha fazla azalttığını tespit etmişlerdir.

Soğuk plazma işlem süresinin, örneklerin L* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4.10). Soğuk plazma uygulanmış pastırma

örneklerinin L* değerleri kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında, 3 ve 5 dakikalık işlem sürelerinin L* (parlaklık) değerini azalttığı görülmüştür (Şekil 4.10). Benzer şekilde Kim vd. (2011), yaptıkları bir çalışmada bacon yüzeyine helyum ve helyum-oksijen gaz karışımı kullanarak atmosferik basınç plazması uygulamışlar, giriş gücü ve işlem süresi parametrelerinin artırılmasıyla L* renk değerinin (parlaklığın) azaldığını tespit etmişlerdir. Yong vd. (2015), dilimlenmiş çedar peynirinin parlaklığının (L* değerinin) plazma işlem süresinin artmasıyla bağlantılı olarak azaldığını belirlemişlerdir. Lacombe vd. (2015)'da yapılan çalışmalara benzer şekilde, 120 saniyelik plazma işleminin çay üzümlerinin parlaklığını 39,76'dan 31,04'e kadar azalttığını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmaların ışığında gıdaların L* renk değeri (parlaklığı) üzerine plazma işlem süresinin etkisi olduğu söylenebilir.

Soğuk plazma ile muamele edilen pastırma örnekleri arasında en yüksek a* değeri 16,88 ile SP₆ örneğinde, en düşük a* değeri ise 13,98 ile Kontrol örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Hunter renk sistemine göre a* değeri pozitif yönde artarsa kırmızılık artmakta, negatif yönde artarsa yeşillik artmaktadır (Yetim ve Çam 2009).

Soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidiyle örneklerin a* değeri arasında istatistiksel olarak bir ilişki olduğu Şekil 4.11'de görülmektedir (p<0,05). Soğuk plazma uygulamasının, örneklerin a* değerini arttırdığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde Kim vd. (2011), plazma işlemi yapılırken helyum ve helyum-oksijen gaz karışımı kullanılmasının, bacon yüzeyinin a* değerini (kırmızılık) arttırdığını belirtmişlerdir. Saf oksijen, saf argon ve %75-25 argon-oksijen gaz karışımının kullanıldığı soğuk plazma uygulamalarında örneklerin a* değeri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur (Şekil 4.11). %50-50 argon-oksijen gaz karışımının kullanıldığı uygulamalarda ise örneklerin a* değerini diğer gazlara oranla daha fazla arttırdığı tespit edilmiştir. Bu durumda çalışmada kullanılan tüm gaz çeşitlerinin pastırma örneklerinin kırmızılığını arttırdığı söylenebilir.

Örneklerin a* değerleri soğuk plazma işleminin süresiyle artmış ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin a* değerleri kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında, 3 ve 5 dakikalık işlem sürelerinin

a* değerini arttırdığı görülmüştür (Şekil 4.12). Aynı şekilde Yong vd. (2015), çedar peynirinin 0. dakikada 18,69 olan a* değerinin 10 dakikalık plazma işlemi sonunda 19,36'ya yükseldiğini tespit etmişlerdir. Aksine Jayasena vd. (2015), sığır filetosunun a* değerinin (kırmızılığının) 10 dakikalık uygulama sonrasında 13,86'dan 6,79'a kadar düştüğünü saptamıştır. Bununla birlikte soğuk plazma işleminin süresi arttıkça pastırma örneklerinin kırmızılığı artma eğilimi göstermektedir. Bu durumda örneklerin a* değeri üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir (Şekil 4.12).

Pastırma örneklerinin soğuk plazma işleminden sonra ölçülen b* değeri 17,46-20,62 arasında değişmektedir (Çizelge 4.5). Hunter renk sistemine göre b* değeri pozitif yönde artarsa sarılık artmakta, negatif yönde artarsa mavilik artmaktadır (Yetim ve Çam 2009). Pastırma örnekleri arasında en yüksek b* değeri SP₅ örneğinde, en düşük b* değeri ise Kontrol örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Şekil 4.13'te soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidiyle örneklerin b* değeri arasında istatistiksel olarak bir ilişki olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Soğuk plazma uygulamasının, örneklerin b* değerini arttırdığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde Kim vd. (2011), 125 W giriş gücüyle ve 60 sn süreyle gerçekleştirilen plazma işleminde helyum gazı kullanılmasının bacon yüzeyinin b* değerini (sarılık) artırdığını rapor etmişlerdir. Ancak Kim vd. (2011), helyum gazıyla gerçekleştirilen aynı çalışmada 75 W ve 100 W giriş gücü ve 60 ile 90 sn işlem süreleri için b* değerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Şekil 4.13 incelendiğinde, sadece oksijen veya %50-50 argon-oksijen gaz karışımının kullanıldığı uygulamalarda b* değerinin daha fazla artış gösterdiği tespit edilmiştir. Sadece argon veya %75-25 argon-oksijen gaz karışımının kullanıldığı uygulamalarda ise b* değeri, oksijen gazının ağırlıklı olarak kullanıldığı uygulamalara kıyasla daha az artış göstermiştir (Şekil 4.13). Bununla birlikte çalışmada kullanılan tüm gazlar özellikle de oksijen gazı, pastırma örneğinin sarılığını arttırmıştır. Bu durumda örneklerin b* değeri üzerine soğuk plazmada kullanılan gaz çeşidinin etkisi olduğu söylenebilir.

Soğuk plazma işlem süresinin örneklerin b* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Kontrol örnekleri ile soğuk plazma uygulanmış pastırma

örnekleri karşılaştırıldığında, 3 ve 5 dakikalık işlem süresinin b* değerini arttırdığı tespit edilmiştir (Şekil 4.14). Yong vd. (2015), çedar peynirinin b* değerinin, esnek ince-tabaka DBD (dielektrik bariyer boşaltıcı) plazma uygulamasının süresi ile artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte Lacombe vd. (2015), 15 sn aralıklarla yapılan plazma işlemlerinin çay üzümü bitkisinin mavilik değerini arttırdığını, sarılık değerini ise düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Pastırma örneklerinin b* değerini 3 dakikalık işlem, 5 dakikalık işleme göre daha fazla etkilemiştir. Jayasena vd. (2015) ise sığır filetosunun b* değerinin 10 dakikalık işlem sonrasında 13,00'ten 16,28'e kadar yükseldiğini tespit etmişlerdir. Bununla bağlantılı olarak örneklerin b* değeri üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir.

5.6 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

5.6.1 *Staphylococcus aureus* Sayımı Sonuçları

Mevcut çalışmada çift inokülasyon seviyesiyle çalışılmış ve soğuk plazma işleminin farklı dozlardaki patojenlere etkisi incelenmiştir. Soğuk plazma işlemi uygulanmış pastırma örneklerinde bulunan *Staphylococcus aureus* sayıları Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

10^4 kob/cm² seviyesindeki *Staphylococcus aureus* ile kontamine edilen pastırma örneklerinin soğuk plazma ile muamele edilmesi sonucu elde edilen *Staphylococcus aureus* sayıları 3,15-4,10 log kob/cm² arasında değişmektedir (Çizelge 4.6). Örneklerin *Staphylococcus aureus* sayıları soğuk plazma işlemiyle azalmış ve azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Kvam vd. (2012)'nin yaptığı çalışmada ise 20 saniyelik soğuk oksijen plazma işleminden sonra *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans*'ın planktonik hücrelerinde >5,0 log kob/ml'ye kadar azalma olduğu tespit edilmiştir. 10^4 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerine soğuk plazma uygulanması sonucu elde edilen en yüksek *Staphylococcus aureus* sayısı Kontrol örneğinde, en düşük SP₂ örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

10^4 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerinin *Staphylococcus aureus* sayıları üzerine soğuk plazmada kullanılan gaz çeşidinin etkili olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir (p<0,05). Şekil 4.15 incelendiğinde saf oksijen gazı kullanılarak yapılan soğuk plazma işleminin örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısını belirgin bir şekilde azalttığı görülmüştür. Benzer olarak Ulbin-Figlewicz vd. (2014), helyum ve argon gazlarını kullanarak yaptıkları 10 dakikalık plazma çalışmasında agar ortamına inoküle edilen *Staphylococcus aureus* sayısının, sırasıyla maksimum 2,02 ve 0,96 log kob/g'a kadar azaldığını tespit etmiştir. Bununla birlikte saf argon gazı, %50-50 argon-oksijen gazı karışımı ve %75-25 argon-oksijen gazı karışımı ile yapılan soğuk plazma uygulamaları, pastırma örneklerindeki *Staphylococcus aureus* sayısını istatistiksel olarak benzer oranda azaltmıştır. Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısı kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında 0,53-0,95 log kob/cm² azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Bununla bağlantılı olarak soğuk plazma işleminde kullanılan gaz çeşidinin örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısı üzerine etkili olduğu söylenebilir (Şekil 4.15).

10^4 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerinin *Staphylococcus aureus* sayıları üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir (p<0,05). Şekil 4.16 incelendiğinde 3 dakikalık ve 5 dakikalık soğuk plazma uygulamalarının pastırma örneklerindeki *Staphylococcus aureus* sayısını azalttığı görülmektedir (p<0,05). Pastırma örneklerindeki *Staphylococcus aureus* sayısı üzerine 5 dakikalık soğuk plazma işleminin, 3 dakikalık soğuk plazma işlemine göre daha azaltıcı etkisi olduğu görülmektedir (Şekil 4.16). Bu durumda örneklerin *Staphylococcus aureus* sayısı üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir.

10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerine soğuk plazma uygulanması ile elde edilen *Staphylococcus aureus* sayıları en yüksek 5,78 log kob/cm² ile Kontrol örneğinde, en düşük 4,93 log kob/cm² ile SP₂ örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Lee vd. (2006) yaptıkları çalışmada ise, nitroselüloz membran üzerinde helyum ve oksijen gazı kullanarak APCP (atmosferik basınç soğuk plazma)

üretmişler ve *Staphylococcus aureus* sayısının $>5,0$ log kob/cm² kadar azaldığını tespit etmişlerdir.

Örneklerin *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213) sayıları soğuk plazma işlemiyle azalmış ve azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerinin *Staphylococcus aureus* sayıları üzerine soğuk plazmada kullanılan gaz çeşidinin etkili olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$). Örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısını çalışmada kullanılan tüm gaz çeşitleri azaltmıştır, ancak saf oksijen gazının kullanıldığı soğuk plazma işlemi *Staphylococcus aureus* sayısını daha fazla azaltmıştır (Şekil 4.17). Saf argon gazı ve %50-50 argon-oksijen gaz karışımı örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısını istatistiksel olarak benzer şekilde azaltırken, %75-25 argon-oksijen gaz karışımı bu iki gaz çeşidine göre daha az etkili olmuştur ($p<0,05$) (Şekil 4.17). Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısı kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında 0,55-0,85 log kob/cm² azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Bununla bağlantılı olarak soğuk plazma işleminde kullanılan gaz çeşidinin örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısı üzerine etkili olduğu söylenebilir (Şekil 4.17).

10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerinin *Staphylococcus aureus* sayıları üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$). Şekil 4.18 incelendiğinde 3 ve 5 dakikalık soğuk plazma uygulamalarının pastırma örneklerindeki *Staphylococcus aureus* sayısını istatistiksel olarak benzer oranda azalttığı görülmektedir ($p<0,05$). Bu durumda örneklerin *Staphylococcus aureus* sayısı üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir.

İki farklı inokülasyon seviyesiyle çalışılan bu çalışmada *Staphylococcus aureus* inoküle edilen pastırma örneklerine soğuk plazma işlemi uygulanmış ve bunun sonucunda her iki inokülasyon seviyesinde de benzer azalmalar görülmüştür (Çizelge 4.6). 10^4 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle çalışıldığında *Staphylococcus aureus* sayısı kontrol örneğine göre %11,2'ye kadar azalırken, 10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle çalışıldığında %14,1'e kadar azalmıştır (Çizelge 4.6). Bununla birlikte inokülasyon seviyesinin

artmasıyla soğuk plazma işleminin inaktive ettiği *Staphylococcus aureus* oranının da belirli oranda arttığı söylenebilir.

5.6.2 *Listeria monocytogenes* Sayımı Sonuçları

Mevcut çalışmada çift inokülasyon seviyesiyle çalışılmış ve soğuk plazma işleminin farklı dozlardaki patojenlere etkisi incelenmiştir. Soğuk plazma işlemi uygulanmış pastırma örneklerinde bulunan *Listeria monocytogenes* sayıları Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesindeki *Listeria monocytogenes* ile kontamine edilen pastırma örneklerinin soğuk plazma ile muamele edilmesi sonucu elde edilen *Listeria monocytogenes* sayıları 4,88-5,71 log kob/cm² arasında değişmektedir (Çizelge 4.7). Örneklerin *Listeria monocytogenes* sayıları soğuk plazma işlemiyle azalmış ve azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). 10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerine soğuk plazma uygulanması sonucu elde edilen en yüksek *Listeria monocytogenes* sayısı Kontrol örneğinde, en düşük SP₂ örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerinin *Listeria monocytogenes* sayıları üzerine soğuk plazmada kullanılan gaz çeşidinin etkili olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir (p<0,05). Şekil 4.19 incelendiğinde kullanılan gazlar arasında en fazla saf oksijen gazının örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayısını azalttığı tespit edilmiştir. Saf oksijen gazından sonra *Listeria monocytogenes* üzerine en çok etkili olan gaz çeşitleri sırasıyla %50-50 argon-oksijen gaz karışımı, saf argon gazı ve %75-25 argon-oksijen gaz karışımı olarak bulunmuştur (Şekil 4.19). Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayısı kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında 0,32-0,83 log kob/cm² azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Bununla bağlantılı olarak *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine oksijen gazının argon gazından daha etkili olduğu söylenebilir.

10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerinin *Listeria monocytogenes* sayıları üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$). Şekil 4.20 incelendiğinde 3 dakikalık ve 5 dakikalık soğuk plazma uygulamalarının pastırma örneklerindeki *Listeria monocytogenes* sayısını istatistiksel olarak aynı oranda azalttığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte Ziuzina vd. (2014), cherry domatese $6,7 \pm 0,6$ log kob/örnek düzeyinde inoküle edilen *L. monocytogenes*'in, 45 saniyelik ACP (atmosferik soğuk plazma) işlemi sonunda $4,5 \pm 0,2$ log kob/örnek'e kadar azaldığını tespit etmiştir. Ayrıca Ziuzina vd. (2014) *L. monocytogenes* popülasyonunun 120 sn sonunda tamamen inaktive edildiğini rapor etmiştir. Benzer şekilde Jayasena vd. (2015), sığır filetosuna inoküle ettikleri *L. monocytogenes* sayısının 10 dakikalık plazma işleminden sonra maksimum 1,80 log kob/g kadar azaldığını tespit etmiştir. Bu durumda örneklerin *Listeria monocytogenes* sayısı üzerinde soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir (Şekil 4.20).

10^8 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerine soğuk plazma uygulanması sonucu elde edilen *Listeria monocytogenes* sayıları 7,36-8,27 log kob/cm² arasında değişmektedir (Çizelge 4.7). Örneklerin *Listeria monocytogenes* sayıları soğuk plazma işlemiyle azalmış ve azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). *Listeria monocytogenes* sayısı 10^8 kob/cm² olan pastırma örneklerine soğuk plazma uygulanması sonucu elde edilen en yüksek *Listeria monocytogenes* sayısı Kontrol örneğinde, en düşük SP₂ örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

10^8 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerinin *Listeria monocytogenes* sayıları ile soğuk plazmada kullanılan gaz çeşidinin arasında istatistiksel olarak bir bağlantı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Çalışmada kullanılan tüm gaz çeşitlerinin örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayısını azalttığı belirlenmiştir. Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayısı kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında 0,42-0,91 log kob/cm² azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Saf argon ve %75-25 argon-oksijen gaz karışımı, pastırma örneklerindeki *Listeria monocytogenes* sayısını azaltma açısından benzer etki göstermektedir (Şekil 4.21). Bununla birlikte saf oksijen gazının kullanıldığı soğuk plazma işlemi *Listeria*

monocytogenes sayısını daha fazla azaltmıştır (Şekil 4.21). Kim vd. (2011)'de benzer şekilde gaz çeşidinin *Listeria monocytogenes* üzerinde etkisi olduğunu rapor etmiştir. Kim vd. (2011) yaptıkları çalışmada hava kullanılarak üretilen plazmanın *L. monocytogenes* sayısını maksimum 1,43 log kob/g'a kadar düşürdüğünü rapor ederken, oksijen gazı eklenerek üretilen plazmanın maksimum 2,40 log kob/g'a kadar düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine oksijen gazının argon gazından daha etkili olduğu söylenebilir.

10^8 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle kontamine edilen pastırma örneklerinin *Listeria monocytogenes* sayıları üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Pastırma örneklerindeki *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine 5 dakikalık soğuk plazma işleminin, 3 dakikalık soğuk plazma işlemine göre daha azaltıcı etkisi olduğu görülmektedir (Şekil 4.22). Aynı şekilde Ziuzina vd. (2014), çileğe $7,3 \pm 0,3$ log kob/örnek düzeyinde inoküle edilen *L. monocytogenes*'in, 120 ve 300 saniyelik ACP (atmosferik soğuk plazma) işlemlerin sonunda $4,2 \pm 0,5$ log kob/örnek'e kadar azaldığını tespit etmiştir. Kim vd. (2011) ise yaptıkları çalışmada $8,39$ log kob/g düzeyindeki *Listeria monocytogenes* ile inoküle edilen bacon yüzeyine 60 ve 90 saniyelik sürelerle ve 75, 100 ve 125 W giriş güçleriyle plazma uygulamışlar ve *L. monocytogenes* sayısının 125 W giriş gücünde ve 90 sn işlem süresinde $6,33$ 'e kadar azaldığını tespit etmişlerdir. Yong vd. (2015) ise agar ortamına $10,3$ log kob/ml düzeyinde inoküle edilen *L. monocytogenes* sayısının 7 dakikalık esnek ince-tabaka DBD (dielektrik bariyer boşaltıcı) plazma işlemi ile $7,6$ log kob/ml'ye kadar azaldığını rapor etmişlerdir. Bu durumda örneklerin *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir (Şekil 4.22).

İki farklı inokülasyon seviyesiyle çalışılan bu çalışmada *Listeria monocytogenes* inoküle edilen pastırma örneklerine soğuk plazma işlemi uygulanmış ve bunun sonucunda her iki inokülasyon seviyesinde de benzer azalmalar görülmüştür (Çizelge 4.7). 10^6 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle çalışıldığında *Listeria monocytogenes* sayısı kontrol örneğine göre %14,8'e kadar azalırken, 10^8 kob/cm² inokülasyon seviyesiyle çalışıldığında %12,3'e kadar azalmıştır (Çizelge 4.7). Bununla birlikte inokülasyon

seviyesinin artmasıyla soğuk plazma işleminin *Listeria monocytogenes*'i inaktive etme oranının belirli oranda düştüğü söylenebilir.

5.6.3 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı Sonuçları

Soğuk plazma işlemi uygulanmış pastırma örneklerinde bulunan TMAB sayıları Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Pastırma örnekleri arasında en yüksek TMAB sayısı 4,25 log kob/cm² ile Kontrol örneğinde, en düşük TMAB sayısı ise 2,84 ile SP₄ örneğinde tespit edilmiştir.

Soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidiyle örneklerdeki TMAB sayısı arasında istatistiksel olarak bir ilişki olduğu Şekil 4.23'te görülmektedir (p<0,05). Çalışmada kullanılan tüm gaz çeşitlerinin örneklerdeki TMAB sayısını azalttığı belirlenmiştir. Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerindeki TMAB sayısı kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında 0,77-1,41 log kob/cm² azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Benzer şekilde Ziuzina vd. (2014), cherry domateste başlangıçta 5,0 ± 0,1 log kob/örnek olan TMAB (Toplam Mezofil Aerobik Bakteri) sayısının, 60 saniyelik ACP (atmosferik soğuk plazma) işlemi sonunda 3,0 ± 0,7 log kob/örnek'e kadar düştüğünü rapor etmiştir. Kim vd. (2011)'un yaptığı benzer çalışmada, 75, 100 ve 125 W giriş gücü ve helyum-oksijen karışım gazı kullanılarak APP (atmosferik basınç plazması) üretilmiş ve TAB (toplam aerobik bakteri) sayısının 7,08 log kob/g'dan sırasıyla 4,65, 4,02 ve 2,55 log kob/g'a düştüğü tespit edilmiştir. Bununla birlikte Ulbin-Figlewicz vd. (2015), 10 dakikalık plazma işleminde argon gazı kullanıldığında başlangıçta 5,45 log kob/cm² olan toplam mikroorganizma sayısının 3,13 log kob/cm²'ye kadar azaldığını, helyum gazı kullanıldığında ise 2,49 log kob/cm²'ye kadar azaldığını rapor etmiştir. Soğuk plazmada kullanılan gaz çeşitlerinin TMAB sayısı üzerinde azaltıcı etkileri büyükten küçüğe şu şekilde sıralanabilir; saf argon gazı, %75-25 argon-oksijen gaz karışımı, %50-50 argon-oksijen gaz karışımı ve saf oksijen gazı (Şekil 4.23). Bu durumda pastırma örneklerindeki TMAB sayısı üzerine argon gazının oksijen gazından daha etkili olduğu söylenebilir.

Örneklerdeki TMAB sayısı üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$). 5 dakikalık soğuk plazma işleminin pastırma örneklerindeki TMAB sayısı üzerine, 3 dakikalık soğuk plazma işleminden daha azaltıcı etkisi olduğu görülmektedir (Şekil 4.24). Benzer şekilde Ulbin-Figlewicz vd. (2015), et yüzeyinde başlangıçta 5,45 log kob/cm² olan toplam mikroorganizma sayısının 5 dakikalık nitrojen plazma işlemiyle 5,19 log kob/ cm²'ye, 10 dakikalık işlemle ise 5,09 log kob/ cm²'ye düştüğünü tespit etmiştir. Bu durumda örneklerin TMAB sayısı üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir (Şekil 4.24).

5.6.4 Maya ve Küf Sayımı Sonuçları

Soğuk plazma işlemi uygulanmış pastırma örneklerinde bulunan maya-küf sayıları Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Örneklerdeki maya-küf sayılarının soğuk plazma uygulaması sonunda 3,04-4,70 log kob/cm² arasında değiştiği belirlenmiştir.

Pastırma örneklerindeki maya-küf sayısı ile soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidi arasında istatistiksel olarak bir ilişki olduğu Şekil 4.25'te görülmektedir ($p<0,05$). Mevcut çalışmada kullanılan tüm gaz çeşitlerinin örneklerdeki maya-küf sayısını azalttığı tespit edilmiştir. Şekil 4.25 incelendiğinde kontrol örneklerindeki maya-küf sayılarının soğuk plazma uygulaması sonucunda 0,97-1,66 log kob/cm² azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Benzer şekilde Ziuzina vd. (2014), cherry domateste başlangıçta 5,0 ± 0,1 log kob/örnek olan maya-küf sayısının, 60 saniyelik ACP (atmosferik soğuk plazma) işlemi sonunda 2,5 ± 0,6 log kob/örnek'e kadar düştüğünü rapor etmiştir. Benzer bir çalışmada Ulbin-Figlewicz vd. (2015), başlangıçta et yüzeyinde 4,43 log kob/cm² düzeyinde bulunan maya-küf sayılarının, 10 dakikalık plazma işleminde kullanılan argon, helyum ve nitrojen gazlarının çeşidine göre sırasıyla 3,28, 2,31 ve 3,37 log kob/cm²'ye kadar düştüğünü tespit etmiştir. Örneklerdeki maya-küf sayısı üzerine en fazla azaltıcı etkiyi saf oksijen gazı gösterirken, saf argon gazı ve %75-25 argon-oksijen gazı istatistiksel olarak benzer etkiler göstermiştir (Şekil 4.25). Bununla bağlantılı olarak oksijen gazının pastırma örneklerindeki maya ve küfleri argon gazından daha etkili inaktive ettiği söylenebilir.

Örneklerdeki maya-küf sayısı üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$). Soğuk plazma işlem süresinin artmasıyla pastırma örneklerindeki maya-küf sayısı azalmıştır (Şekil 4.26). Benzer şekilde Lacombe vd. (2015), çay üzümünde başlangıçta 3,27 log kob/örnek olan maya-küf sayısının 120 saniyelik plazma uygulamasıyla 2,10 log kob/örnek'e kadar düştüğünü tespit etmişlerdir. Bu durumda örneklerin maya-küf sayısı üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir.

5.6.5 Psikrofil Bakteri Sayımı Sonuçları

Soğuk plazma işlemi uygulanmış örneklerde bulunan psikrofil bakteri sayıları Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Pastırma örnekleri arasında en yüksek psikrofil bakteri sayısı 4,53 log kob/cm² ile Kontrol örneğinde, en düşük psikrofil bakteri sayısı ise 2,95 ile SP₂ örneğinde tespit edilmiştir.

Örneklerdeki psikrofil bakteri sayıları ile soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidi arasında istatistiksel olarak bir ilişki olduğu Şekil 4.27'de görülmektedir ($p<0,05$). Çalışmada kullanılan tüm gaz çeşitlerinin örneklerdeki psikrofil bakteri sayısını azalttığı belirlenmiştir. Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerindeki psikrofil bakteri sayısı kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında 0,86-1,58 log kob/cm² azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Benzer şekilde Ulbin-Figlewicz vd. (2015), başlangıçta et yüzeyinde 5,26 log kob/cm² düzeyinde bulunan psikrotrofların, 10 dakikalık plazma işleminde kullanılan argon, helyum ve nitrojen gazlarının çeşidine göre sırasıyla 1,13, 2,70 ve 0,24 log kob/cm² azaldığını tespit etmiştir. Mevcut çalışmada kullanılan saf oksijen, saf argon ve %50-50 argon-oksijen gaz karışımının, örneklerdeki psikrofil bakteriler üzerinde benzer inaktivasyon yeteneğine sahip olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla birlikte %75-25 argon-oksijen gaz karışımının psikrofil bakteriler üzerinde daha az etkili olduğu bulunmuştur (Şekil 4.27). Bu durumda pastırma örneklerindeki psikrofil bakteri sayısı üzerine oksijen gazının argon gazından daha etkili olduğu söylenebilir.

Örneklerdeki psikrofil bakteri sayısı soğuk plazma işlemiyle azalmış ve azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Soğuk plazma işlem süresinin artmasıyla pastırma örneklerindeki psikrofil bakteri sayısı azalmıştır (Şekil 4.28). Aynı şekilde Ulbin-Figlewicz vd. (2015), yaptıkları çalışmada argon gazı kullanarak plazma üretmişler ve psikrotrofların başlangıçta $5,26 \log \text{ kob/cm}^2$ olan sayısının 5 dakikalık uygulamayla $4,16 \log \text{ kob/cm}^2$ 'ye, 10 dakikalık uygulamayla ise $3,13 \log \text{ kob/cm}^2$ 'ye kadar azaldığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte Ulbin-Figlewicz vd. (2014), sığır etinde bulunan psikrotrofik mikroorganizmaların inaktive edilmesinde 2, 5 ve 10 dakika sürelerle helyum ve argon gaz plazması kullanmışlar ve psikrotrofik mikroorganizma sayısında maksimum $1,48 \log \text{ kob/cm}^2$ azalma tespit etmişlerdir (He gazı ve 10 dak). Bu durumda örneklerin psikrofil bakteri sayısı üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir.

5.7 Duyusal Analiz Sonuçları

Pastırma örneklerinin duyusal özelliklerini panelistler renk, görünüm, tat ve aroma, tekstür ve genel beğeni açısından değerlendirmişlerdir.

5.7.1 Renk Puanları

Soğuk plazma ile muamele edilen pastırma örneklerinin renk puanları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Panelistler pastırma örnekleri arasında en yüksek renk puanını 7,83 ile Kontrol örneğine, en düşük renk puanını 6,92 ile SP₄ örneğine vermişlerdir.

Örneklere verilen renk puanları ile soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidi arasında istatistiksel olarak bir ilişki olduğu Şekil 4.29'da görülmektedir ($p<0,05$). Çalışmada kullanılan tüm gaz çeşitleri örneklerin renk puanı üzerinde azaltıcı etki göstermiştir. Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin renk puanları kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında 0,50-0,91 değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Benzer şekilde Jahid vd. (2015), 5 dak süreyle soğuk oksijen plazması uyguladığı kıvrıcık salatanın renk puanlarının 5,66'dan 5,16'ya düştüğünü tespit etmiştir. Şekil 4.29 incelendiğinde örneklerin renk puanları üzerine saf argon ve %75-25

argon-oksijen gaz karışımının benzer etki gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte renk puanlarını en az düşüren uygulamaların %50-50 argon-oksijen gaz karışımı ile yapılan uygulamalar olduğu bulunmuştur (Şekil 4.29). Bu durumda örneklerin renk puanlarını, argon gazının oksijen gazından daha fazla etkilediği söylenebilir.

Soğuk plazma işlem süresiyle pastırma örneklerinin renk puanları azalmış ve azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Çalışmada kullanılan 3 ve 5 dakikalık uygulama sürelerinin pastırma örneklerinin renk puanları üzerine benzer etki gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.30). Yong vd. (2015), 0 dak, 2,5 dak, 5 dak ve 10 dak plazma uygulamalarının çedar peynirinin yüzey rengini benzer şekilde etkilediğini ve çedar peynirinin renk puanlarının, işlem süresinin artmasıyla birlikte arttığını tespit etmişlerdir. Sığır filetosuna 2,5'er dak arayla toplam 10 dak plazma uygulayan Jayasena vd. (2015), sığır filetosunun renk puanlarının 7,5 dakikalık plazma uygulaması dışında düşüş gösterdiğini, 7,5 dakikalık plazma uygulamasının ise en fazla renk puanını aldığını belirtmişlerdir. Bu durumda örneklerin renk puanları üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir.

5.7.2 Görünüm Puanları

Soğuk plazma işlemi uygulanan pastırma örneklerinin görünüm puanları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Panelistler pastırma örnekleri arasında en yüksek görünüm puanını 8,08 ile Kontrol örneğine, en düşük görünüm puanını 7,58 ile SP₄ örneğine vermişlerdir.

Panelistler tarafından pastırma örneklerine verilen görünüm puanları ile soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidi arasında istatistiksel olarak bir ilişki olduğu Şekil 4.31'de görülmektedir ($p<0,05$). Örneklerin görünüm puanı üzerine çalışmada kullanılan dört gaz çeşidi de azaltıcı etki göstermiştir. Aynı şekilde Jahid vd. (2015), soğuk oksijen plazması ile 5 dak boyunca muamele edilen kıvırcık salatının görünüm puanlarının 5,2'den 5,08'e kadar azaldığını rapor etmişlerdir. Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin görünüm puanları kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında 0,16-0,50 değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Soğuk plazmada kullanılan gaz çeşitlerinin görünüm puanları üzerine azaltıcı etkileri büyükten küçüğe şu

şekilde sıralanabilir; saf argon gazı, %75-25 argon-oksijen gaz karışımı, %50-50 argon-oksijen gaz karışımı ve saf oksijen gazı (Şekil 4.31). Bu durumda pastırma örneklerinin görünüm puanları üzerine argon gazının oksijen gazından daha etkili olduğu söylenebilir.

Soğuk plazma işlem süresiyle pastırma örneklerinin renk puanları azalmış ve azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 3 ve 5 dakikalık soğuk plazma uygulamalarının pastırma örneklerinin görünüm puanını benzer şekilde azalttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.32). Bununla birlikte Jayasena vd. (2015), sığır filetosunun görünüm puanlarının plazma uygulamasında kullanılan işlem süreleriyle birlikte azaldığını, ancak 2,5 dakikalık plazma uygulamasının sığır filetosunun görünümünü olumlu yönde etkilediğini rapor etmiştir. Benzer şekilde Yong vd. (2015), çedar peynirinin görünüm puanlarının 2,5 ve 5 dakikalık uygulamalarda artış, 10 dakikalık uygulamalarda ise azalma gösterdiğini tespit etmiştir. Örneklerin görünüm puanları üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir.

5.7.3 Tat ve Aroma Puanları

Soğuk plazma ile muamele edilen pastırma örneklerinin tat ve aroma puanlarındaki değişiklikler Çizelge 4.13'te verilmiştir. Panelistlerin pastırma örneklerine verdiği tat-aroma puanlarının en yüksek 8,50 ile SP₃ örneğinde, en düşük 7,50 ile SP₆ örneğinde olduğu saptanmıştır.

Soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidi ile pastırma örneklerine verilen tat-aroma puanları arasında istatistiksel olarak bir ilişki olduğu Şekil 4.33'te gösterilmiştir ($p<0,05$). Tat-aroma puanı soğuk plazma işleminde kullanılan gaz çeşidine göre belirli miktarlarda azalmıştır (Şekil 4.33). Soğuk plazma uygulanmasının örneklerin tat-aroma puanlarını, 0,50-0,83 değerinde azalttığı tespit edilmiştir. Ancak SP₆ örneğinde tat-aroma puanı 0,17 değerinde artış göstermiştir (Çizelge 4.13). Şekil 4.33 incelendiğinde örneklerin tat-aroma puanları üzerine %50-50 argon-oksijen gaz karışımının daha azaltıcı etkisi olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Şekil 4.33'e bakılarak oksijen gazının argon gazından daha fazla tat ve aromayı etkilediği söylenebilir.

Soğuk plazma işlem süresinin artmasıyla pastırma örneklerinin tat-aroma puanlarının azalması arasında istatistiksel olarak bir bağlantı bulunmuştur ($p<0,05$). 5 dakikalık işlem süresi sonucunda örneklerde meydana gelen tat-aroma farklılığı, 3 dakikalık işlemle kıyaslandığında daha fazladır (Şekil 4.34). Yong vd. (2015) ise yaptıkları çalışmada çedar peynirine ait tat ve aroma puanlarının düşüş gösterdiğini rapor etmişlerdir. Dilimlenmiş çedar peynirine 10 dak boyunca plazma uygulayan Yong vd. (2015), tat ve aromanın 5,18'den 4,65'e kadar düştüğünü tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Jayasena vd. (2015), sığır filetosunun tat-aroma puanlarının 10 dakikalık plazma uygulamasından sonra 5,22'den 4,62'ye kadar düştüğünü belirtmişlerdir. Soğuk plazma işlem süresinin pastırma örneklerinin tat ve aromasını değiştirdiği söylenebilir.

5.7.4 Tekstür Puanları

Pastırma örneklerine soğuk plazma uygulanması sonucu elde edilen tekstür puanları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Pastırma örneklerinin tekstürüne verilen puanlar arasında en yüksek puan 8,17 ile Kontrol örneğine aitken, en düşük puan 7,42 ile SP₇ örneğine aittir.

Soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidi ile pastırma örneklerine verilen tekstür puanları arasında istatistiksel olarak bir ilişki olduğu Şekil 4.35'te gösterilmiştir ($p<0,05$). Çalışmada kullanılan tüm gaz çeşitleri örneklerin tekstür puanı üzerine azaltıcı etki göstermiştir. Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin tekstür puanları kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında 0,34-0,75 değerinde azalma olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.14). %50-50 argon-oksijen gaz karışımı ile %75-25 argon-oksijen gaz karışımının, pastırma örneğinin tekstürü üzerinde istatistiksel olarak benzer etkilere sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$) (Şekil 4.35). Bununla bağlantılı olarak karışım gazların pastırma örneklerinin tekstürünü saf gazlardan daha fazla etkilediği görülmüştür.

Örneklerinin tekstür puanları ile soğuk plazma işlem süresi arasında istatistiksel olarak bir bağlantı olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Soğuk plazma işleminin 3 ve 5 dakika süreyle örneklere uygulanması tekstür üzerine benzer şekilde etki etmiştir (Şekil 4.36).

Jahid vd. (2015), 5 dak süreyle kıvırcık salataya uyguladıkları plazmanın, örneklerin tekstürü üzerinde etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Örneklerin tekstür puanları üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğu söylenebilir.

5.7.5 Genel Beğeni Puanları

Soğuk plazma işlemi uygulanan pastırma örneklerinin genel beğeni puanları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Panelistlerin pastırma örnekleri arasında en çok beğendikleri örneğin 8,42 ile Kontrol örneği, en az beğendikleri örneklerin ise 7,67 ile SP₂ ve SP₆ örnekleri olduğu belirlenmiştir.

Panelistler tarafından pastırma örneklerine verilen genel beğeni puanları ile soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşidi arasında istatistiksel olarak bir ilişki olduğu Şekil 4.37'de görülmektedir ($p<0,05$). Soğuk plazma uygulamasında kullanılan gaz çeşitlerinin tamamı örneklerin genel beğeni puanını azaltmıştır. Benzer şekilde Jahid vd. (2015), kıvırcık salataların 5,66 olan genel beğeni puanının 5 dakikalık soğuk oksijen plazması ile 5,16'ya kadar düştüğünü tespit etmiştir. Soğuk plazma uygulanmış pastırma örneklerinin genel beğeni puanları kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında 0,50-0,75 değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Panelistler tarafından en az beğenilen örnekler %50-50 argon-oksijen gaz karışımı ile soğuk plazma uygulanmış örneklerdir (Şekil 4.37). Pastırma örneklerinin genel beğeni puanları üzerine soğuk plazma işleminde kullanılan gaz çeşidinin etki ettiği söylenebilir.

Pastırma örneklerinin genel beğeni puanları soğuk plazma işlem süresiyle azalmış ve azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 3 ve 5 dakikalık soğuk plazma uygulamalarının pastırma örneklerinin genel beğeni puanını benzer şekilde azalttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.38). Aynı şekilde Yong vd. (2015), 10 dakikalık plazma işlemi sonunda çedar peynirlerinin genel beğeni puanlarının düştüğünü rapor etmişlerdir. Yong vd. (2015)'a göre başlangıçta 5,23 olan genel beğeni puanı 4,60'a kadar azalmıştır. Jayasena vd. (2015) ise, başlangıçta genel beğeni puanı 5,25 olan sığır filetosunun 2,5 dakikalık plazma işleminden sonra 4,78'e kadar düştüğünü tespit etmişlerdir. Bununla birlikte Jayasena vd. (2015), 5, 7,5 ve 10 dakikalık plazma işlemlerinin sığır filetosunun

genel beğeni puanlarının 5,25'ten sırasıyla, 5,12, 4,81 ve 4,91'e düştüğünü rapor etmişlerdir. Bu durum örneklerin genel beğeni puanları üzerine soğuk plazma işlem süresinin etkili olduğunu göstermektedir.

5.8 SONUÇ

Bu çalışmada, farklı gaz ve süre kombinasyonları kullanılarak üretilen soğuk plazmanın, pastırmaya inoküle edilen *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* bakterileri üzerine etkisi ve pastırma kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Soğuk plazma işlemi ile muamele edilen pastırma örneklerinin nem miktarlarının % 44,54-51,88 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Örneklerin nem miktarının soğuk plazma işlemiyle azaldığı ve bu azalmanın soğuk plazma işleminin süresiyle ve kullanılan gazla bağlantılı olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte gaz karışımlarının örneklerin nem miktarı üzerine etkisi saf gazlardan daha fazla bulunmuştur.

Örneklerin pH değerlerinin 5,75-5,81 arasında değiştiği ve soğuk plazma işleminin pastırma örneklerinin pH değeri üzerine önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Pastırma örneklerinin a_w değerleri üzerine soğuk plazma işleminin etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek a_w değeri Kontrol, SP₁ ve SP₅ örneklerinde, en düşük a_w değeri ise SP₈ örneğinde görülmüştür. Örneklerin 0,71-0,77 arasında değişen a_w değerleri üzerinde, kullanılan gaz çeşidinin ve işlem süresinin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Pastırma örneklerine soğuk plazma uygulanması sonucu elde edilen TBA değerlerinin en yüksek SP₁ örneğinde, en düşük SP₇ örneğinde olduğu bulunmuştur. Örneklerin TBA değerinin soğuk plazma işleminde kullanılan oksijen gazı oranının artmasına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte TBA değeri üzerine işlem süresinin bir etkisi olmadığı bulunmuştur.

Soğuk plazma işleminden sonra belirlenen renk değerleri Hunter renk sistemine göre değerlendirilmiştir. Örneklerin L* değerleri (parlaklık) arasında en yüksek değer SP₂ örneğinde, en düşük değer ise SP₄ örneğinde olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılan argon gazının pastırmaların parlaklığını azaltıcı etki gösterdiği saptanmıştır. Örnekler arasında en yüksek a* değerine (kırmızılık) SP₆ örneğinde, en düşük a*

değerine ise Kontrol örneğinde rastlanmıştır. Pastırmanın kırmızılığı üzerine soğuk plazma işlemi etkili olmuştur. Örneklerin b* değerinin (sarılık) en yüksek SP₅ örneğinde, en düşük Kontrol örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm gaz çeşitlerinin özellikle de oksijen gazının pastırma örneklerinin sarılığını arttırdığı görülmüştür. Soğuk plazma işleminde kullanılan gaz çeşidi ve işlem süresi, örneklerin tüm renk değerleri üzerinde etkili olmuştur.

Yapılan çalışmada, soğuk plazma işleminin farklı dozlardaki patojenleri inaktive edebilme yeteneği çift inokülasyon seviyesi kullanılarak incelenmiştir. Pastırma örneklerine 10⁴ kob/cm² seviyesinde inoküle edilen *Staphylococcus aureus* sayısının soğuk plazma işleminden sonra 3,15-4,10 log kob/cm² arasında olduğu ve 10⁶ kob/cm² seviyesinde inoküle edilen *Staphylococcus aureus* sayısının soğuk plazma işleminden sonra 4,93-5,78 log kob/cm² arasında olduğu saptanmıştır. Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki *Staphylococcus aureus* sayısı kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında 0,55-0,85 log kob/cm² azalma olduğu tespit edilmiştir.

Listeria monocytogenes ile kontamine edilen pastırma örneklerinin soğuk plazma ile muamele edilmesi sonucu elde edilen *Listeria monocytogenes* sayılarının 10⁶ kob/cm² inokülasyon seviyesinde çalışıldığında 4,88-5,71 log kob/cm² arasında olduğu; 10⁸ kob/cm² inokülasyon seviyesinde çalışıldığında 7,36-8,27 log kob/cm² arasında olduğu bulunmuştur. Örneklerdeki *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine oksijen gazının argon gazından daha etkili olduğu gözlenmiştir.

Soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki TMAB sayıları kontrol örneği ile karşılaştırıldığında 0,77-1,41 log kob/cm² azalırken, örneklerdeki maya-küf sayıları 0,97-1,66 log kob/cm² azalmıştır. Bununla birlikte psikrofil bakteri sayısında 4,53 log kob/cm²'den 2,95 log kob/cm²'ye kadar azalma gözlenmiştir. Bakteri, maya ve küf sayıları üzerine soğuk plazma işlem süresinin ve kullanılan gaz çeşidinin etki ettiği tespit edilmiştir.

Kontrol örneği duyusal analizler sonucunda en yüksek renk, görünüm, tekstür ve genel beğeni puanını alan örnek olmuştur. En yüksek tat ve aroma puanını alan örnek ise SP₃

örneği olmuştur. Örneklerin renk ve görünüm puanları üzerine argon gazının oksijen gazından daha fazla etkisi olduğu; karışım gazların, pastırma örneklerinin tekstürünü saf gazlardan daha fazla etkilediği görülmüştür. Pastırma örnekleri arasında en beğenilen örnekler kontrol örnekleri olurken, en az beğeni alan örnekler %50-50 argon/oksijen gaz karışımının kullanıldığı örnekler olmuştur.

Tüm bu veriler ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Soğuk plazma işleminde farklı gaz çeşitleri kullanılmasının, pastırmaya inoküle edilen *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Saf oksijen gazının kullanıldığı uygulamaların, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* sayılarının azaltılmasında daha etkili olduğu belirlenmiştir.
2. *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* sayısı, soğuk plazma işlem süresinin artmasıyla genel olarak düşme eğilimi göstermiştir.
3. Soğuk plazma işleminin, nem miktarı ve a_w değerleri üzerinde azaltıcı etki gösterdiği, pH değeri üzerinde ise önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca işlemde kullanılan oksijen gazının pastırmaların TBA değerini arttırdığı belirlenmiştir.
4. Soğuk plazma işleminin pastırmanın duyuşal özelliklerini olumsuz olarak etkilediği, ancak bu etkinin duyuşal olarak kabul edilebilir düzeylerde olduğu görülmüştür.
5. Soğuk plazma işlemi TMAB sayısı, maya-küf sayısı ve psikrofil bakteri sayısının azaltılmasında etkili olmuştur.
6. Mevcut çalışmada soğuk plazma işleminin *S. aureus* ve *L. monocytogenes* sayılarını istenilen düzeylerde azaltmadığı gözlenmiştir. Ancak soğuk plazma işleminde kullanılan parametrelerin değiştirilmesiyle veya yöntemin başka yöntemlerle birleştirilerek uygulanmasıyla daha etkili inaktivasyonların sağlanabileceği tahmin edilmektedir.
7. Soğuk plazma işlemi ile muamele edilmiş gıdaların vücuda alınmasının sağlık üzerine etkileri tam olarak bilinmemektedir. Ancak soğuk plazma işleminin gıdalarda çok büyük değişikliklere neden olmadan mikroorganizmaları inaktive edebilme yetenekleri sayesinde, ısıl işlemlere alternatif olabileceği düşünölmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Akarca, G., Gök, V. ve Tomar, O. (2014). Gıda Muhafazasında Kullanılan Bazı Doğal Antimikrobiyaller. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, **7(1)**: 59-68.
- Akman, M. A. (1993). Mechanical properties of plazma surface modified Calcium Carbonat/PP Composite, MS thesis, The graduate school of natural and applied science, Middle East Technical University, Ankara.
- Aksu, M.I., Kaya, M., Ockerman, H.W. (2005). Effect of modified atmosphere packaging and temperature on the shelf life of sliced pastırma produced from frozen/thawed meat. *J Muscle Foods* **16**: 192–206.
- Aktan, T. (2011). Atmosferik Basınç Soğuk Plazma İle Yüzey Sterilizasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Aktop, S., Gök, V., Özkan, M. ve Kara, R. (2015). Et ve Et Ürünlerinde Soğuk Plazma Uygulamaları. *Kocatepe Veterinary Journal*, **8(2)**: 73-80.
- Altuğ, T. (1993). Duyusal test teknikleri. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ders Kitapları Yayın No.28, 56 s., İzmir.
- Anar, Ş. (1998). Geleneksel Fermente Et Ürünlerimizden Pastırma. *Gıda*, 51-53.
- Anıl, A. (1988). Türk pastırması; modern yapım tekniğinin geliştirilmesi ve vakumla paketlenerek saklanması. *S.Ü. Vet. Fak. Derg.* **4**: 363–73 (in Turkish).
- Anonymous, (1990). Method 926.08, 925.09. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC, Arlington, USA.
- Anonymous, (2002). Pastırma, TS-1071. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Asık, E. ve Seydim, A.C. (2011). Gıda ambalajlarının sterilizasyonunda soğuk plazma yöntemi. 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, 24-26 Kasım, Ankara, 270 s.
- Atasever, M. (2000). Besin işyerlerinde: Hijyen, besinlerin hazırlanması ve muhafazası. *YY Ü. Vet. Fak. Derg.* **11(2)**, 117-122.
- Aymerich, T., Picouet, P.A., Monfort, J.M. (2008). Decontamination technologies for meat products. *Meat Science*, **78**: 114–129

- Beumer, R.R. and Hazelger, W.C. (2003). *Listeria monocytogenes*: diagnostic problems. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*. **35**: 191-197.
- Bilgehan, H. (2000). Klinik Mikrobiyoloji Özel Bakteriyoloji ve Bakteri Enfeksiyonları. Barış Yayınları, 10. Basım, İzmir, s.240-266.
- Borch, E., Nesbakken, T. and Christensen, H. (1996). Hazard identificationin swine slaughter with respect to foodborne bacteria. *Int J Food Microbiol*, **30**: 9–25.
- Bozduman, F. (2012). Atmosferik basınç mikrodalga plazmasının karakteristiği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Bozkurt, D. (2014). Soğuk Plazma Uygulamasının Vitaminler Ve Polifenol Oksidaz (PFO) Enzimi Aktivitesi Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Breen, A., Milosavljević, V. and Dowling, D. (2011). Influence of Gas Type on the Thermal Efficiency of Microwave Plasmas for the Sintering of Metal Powders. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, **31**, 771-785.
- Chen, F.F. (1984). Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, Volume 1: Plasma Physics. Plenum Press, ISBN 0-306-41332-9, 421p. USA.
- Chen, J., Yang, L., Gao, J. and Guo, Y. (2009). Plasma Sterilization Using The RF Glow Discharge. *Applied Surface Science*, **255**, 8960-8964.
- Critzer, F.J., Kelly-Wintenber, K., South, S.L. and Golden, D.A. (2007). Atmospheric plasma inactivation of foodborne pathogens on fresh produce surfaces. *Journal of Food Protection*, **70(10)**, 2290-2296.
- Dallı, E. (2013). Atmosferik Basınç Soğuk Plazma Jetler. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Dave, D., Ghaly, A.E. (2011). Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: a critical review. *Am J Agric Biol Sci*, **6**: 486–510.
- Denes, F. (1997). Synthesis and Surface Modification by Macromolecular Plasma Chemistry. *TRIP* **5, 1**, 23-31.

- Dirks, B.P. (2010). The Effect of Nonthermal Dielectric Barrier Discharge Plasma on *Salmonella enterica* and *Campylobacter jejuni* on Raw Poultry. A Thesis Submitted to the Faculty of Drexel University. Master of Science in Biology.
- Dirks, B.P., Dobrynin, D., Fridman, G., Mukhin, Y., Fridman, A. and Quinlan, J. J. (2012). Treatment of raw poultry with nonthermal dielectric barrier discharge plasma to reduce *Campylobacter jejuni* and *Salmonella enterica*. *Journal of Food Protection*, **75(1)**, 22-28.
- Doğruer, Y. (1992). Pastırmanın Tarihiçesi. *Türk Vet. Hek. Derg.* **4(2)**:10.
- Doğruer, Y. (2001). Usage possibility of turkey and chicken meat in manufacture of traditional pastırma. *J Vet Sci (Veteriner Bilim Dergisi)*, **17**: 37–42.
- Ekem N., Akan T., Akgun Y., Kiremitci A., Pat S., Musa G. (2006). Sterilization of *Staphylococcus aureus* by atmospheric pressure pulsed plasma. *Surface & Coatings Technology* **201**, 993–997.
- Erkmen, O. (2011). Gıda Mikrobiyolojisi. 3. Basım, Efil Yayınevi, Ankara.
- FAO/WHO, (2002). Evaluation of certain mycotoxins in food: fifty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, World Health Organization.
- Farber, J.M. and Peterkin, P.I. (1991). *Listeria monocytogenes* a food borne pathogen. *Microbiology Review*, **55**: 476-511.
- Fernández, A., Noriega, E. and Thompson, A. (2013). Inactivation of *Salmonella enterica* serovar typhimurium on fresh produce by cold atmospheric gas plasma technology. *Food Microbiol*, **33 (1)**, 24-29.
- Friedrich, J. (2011). Mechanisms of Plasma Polymerization – Reviewed from a Chemical Point of View. *Plasma Processes and Polymers*, Volume 8, Issue 9, pages 783–802.
- Goldston R.J. and Rutherford P.H. (1995). Introduction to Plasma Physics. CRC Press.
- Gould, G. W. (1996). Methods for preservation and extension of shelf life. *International journal of food microbiology*, **33(1)**, 51-64.

- Goulet, V., Jacquet, C., Martin, P., Vaillant, V, Laurent, E. and Valk, H. (2006). Surveillance of human listeriosis in France, 2001–2003. *Euro Surveillance*, **11(6)**: 79-81.
- Gök, V., Obuz, E., Akkaya, L. (2008). Effects of packaging method and storage time on the chemical, Microbiological, and sensory properties of Turkish pastirma-A dry cured beef product. *Meat Sci* **80**: 335–44.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö. (1999). Pastırma ve Diğer Bazı Kurutma Ürünleri Teknolojisi. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği (3. Baskı). Atatürk Üniv. Yay. No: 786. Ziraat Fak. Yay. No: 320. Ders Kitapları Serisi No: 70. Erzurum, 1999.
- Güleç, H.A. (2012). Gıda Endüstrisinde Isıl Olmayan Plazma Teknolojileri. *Gıda*, **37(5)**: 295-302.
- Henry, R. (2013). Staphylococcus. *Emerging Infectious Diseases*, **19(9)**: 1553.
- Jahid, I.K., Han, N., Zhang, C.Y. and Ha, S.D. (2015). Mixed culture biofilms of *Salmonella Typhimurium* and cultivable indigenous microorganisms on lettuce show enhanced resistance of their sessile cells to cold oxygen plasma. *Food Microbiology*, **46**, 383-394.
- Jay, J. M. (1996). Microorganisms in fresh ground meats: the relative safety of products with low versus high numbers. *Meat Science*, **43**, 59-66.
- Jayasena, D.D., Kim, H.J., Yong, H.I., Park, S., Kim, K., Choe, W. and Jo, C. (2015). Flexible thin-layer dielectric barrier discharge plasma treatment of pork butt and beef loin: Effects on pathogen inactivation and meat-quality attributes. *Food Microbiology*, **46**, 51-57.
- Jiang, C., Schaudinn, C., Jaramillo, D.E., Webster, P. and Costerton, J.W. (2012). In vitro antimicrobial effect of a cold plasma jet against *Enterococcus faecalis* biofilms. *ISRN dentistry*.
- Jo, C., Yong, H.I., Kim, H.J., Park, S., Alahakoon, A.U., Kim, K. and Choe, W. (2015). Evaluation of pathogen inactivation on sliced cheese induced by encapsulated atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma. *Food Microbiology*, **46**, 46-50.

- Juntilla, J.R., Niemela, S.I. and Hirn, J. (1988). Minimum growth temperatures of *Listeria monocytogenes* and non-haemolytic *Listeria*. *Journal of Applied Bacteriology*, **65**, 321-327.
- Kaya, M., Aksu, M.İ. ve Gökalp, H.Y. (1996). Parça Halinde İşlenen Kür Edilmiş Çiğ Et Ürünleri. Et Ürünleri 96 Sempozyumu, İstanbul Üniv., Veteriner Fak., 26-34.
- Kayaardı, S. and Gök, V. (2003). Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). *Meat Science*, **66**; 249-257.
- Kayar, G. ve Yıldız, H. (2011). Gıda sanayinde soğuk plazma tekniği uygulamaları. 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, 24-26 Kasım, Ankara, 44 s.
- Kınık, Ö., Gönç, S., Akalın, S. (1998). Çiğ Sütte Patojen Mikroorganizmalar, 1.Basım, Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) Yayını, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Kim, B., Yun, H., Jung, S., Jung, Y., Jung, H., Choe, W. and Jo, C. (2011). Effect of atmospheric pressure plasma on inactivation of pathogens inoculated onto bacon using two different gas compositions. *Food Microbiology*, **28**, 9-13.
- Kim, Y., Kim, J., Lee, E. and Cho, E. (2013). Inactivation of *Campylobacter jejuni* using Radio-frequency Atmospheric Pressure Plasma on Agar Plates and Chicken Hams. *Korean J. Food Sci. An.*, Vol.33, No.3, pp. 327-324.
- Kloos, W.E., Bannerman, T.L. (2005). Update on clinical significance of coagulase negative *Staphylococcus*. *Clin Microb Rev*, **7**: 117-40.
- Koçan, D. ve Halkman, A.K. (2006). *Listeria Monocytogenes* ve *Listeriozis*. *Gıda*, **31** (3): 133-140.
- Korachi, M. and Aslan, N. (2013). Low temperature atmospheric plasma for microbial decontamination. Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education, 453-459.
- Köymen, M.A. (1992). Büyük Selçuklu İmparatorluğu Tarihi, Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu. Türk Tarih Kurumu Yayınları, VII. Dizi Sa23^b, Cilt II, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.

- Krall N.A., Trivelpiece A.W. and Gross R.A. (1973). Principles of Plasma Physics. *American Journal of Physics*, **41**, 1380.
- Kvam, E., Davis, B., Mondello, F., and Garner, A.L. (2012). Nonthermal atmospheric plasma rapidly disinfects multidrug-resistant microbes by inducing cell surface damage. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, **56(4)**, 2028-2036.
- Lacombe, A., Niemira, B.A., Gurtler, J.B., Fan, X., Sites, J., Boyd, G. and Chen, H. (2015). Atmospheric cold plasma inactivation of aerobic microorganisms on blueberries and effects on quality attributes. *Food Microbiology*, **46**, 479.
- Laroussi, M. (2002). Nonthermal decontamination of biological media by atmospheric-pressure plasmas: review, analysis, and prospects. *IEEE Transactions On Plasma Science*, Vol. 30, No. 4, pages: 1409-1415.
- Laroussi, M. and Leipold, F. (2004). Evaluation of the roles of reactive species, heat, and UV radiation in the inactivation of bacterial cells by air plasmas at atmospheric pressure. *International Journal of Mass Spectrometry*, **233**, 81-86.
- Lee, K., Pack, K., Ju, W. and Lee, Y. (2006). Sterilization of bacteria, yeast, and bacterial endospores by atmospheric-pressure cold plasma using Helium and Oxygen. *The Journal of Microbiology*, **44**, 269-275.
- Lee, W.S., Rew, D.S., Bae, S.Y. and Kumazawa, H. (1998). Surface modification of cotton by cold plasma. *Theor. Applicat. Chem. Engineer* 4, 1001.
- Levinson, W. and Jawetz, E. (2008). Normal flora. *Review of Medical Microbiology and Immunology*, 10th Ed. New York: McGraw-Hill.
- Li, R., Ye, L. and Mai, Y.W. (1997). Application of plasma technologies in fibre-reinforced polymer composites: a review of recent developments. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Volume 28, Issue 1, Pages 73–86.
- Loretz, M., Stephan, R., Zweifel, C. (2011). Antibacterial activity of decontamination treatments for pig carcasses. *Food Control* **22**: 1121–1125.
- Miao, H., Yun, G. (2011). The sterilization of *Escherichia coli* by dielectric-barrier discharge plasma at atmospheric pressure. *Applied Surface Science*, **257**, 7065–7070.

- Mihalcea, L., Alexe, P. and Stoica, M. (2014). Atmospheric Cold Plasma As New Strategy For Foods processing - An Overview. *Innovative Romanian Food Biotechnology*, Vol.15.
- Misra, N.N., Kaur, S., Tiwari, B.K., Kaur, A., Singh, N. and Cullen, P.J. (2015). Atmospheric pressure cold plasma (ACP) treatment of wheat flour. *Food Hydrocolloids* **44**: 115-121.
- Misra, N.N., Patil, S., Moiseev, T., Bourke, P., Mosnier, J.P., Keener, K.M., and Cullen, P.J. (2014). In-package atmospheric pressure cold plasma treatment of strawberries. *Journal of Food Engineering*, **125**, 131-138.
- Misra, N. N., Tiwari, B. K., Raghavarao, K.S.M.S. and Cullen, P. J. (2011). Nonthermal plasma inactivation of food-borne pathogens. *Food Engineering Reviews*, **3(3-4)**, 159-170.
- Moisan, M., Barbeau, J., Moreau, S., Pelletier, J., Tabrizian, M. and Yahia, L. H. (2001). Low-temperature sterilization using gas plasmas: a review of the experiments and an analysis of the inactivation mechanisms. *International journal of Pharmaceutics*, **226(1)**, 1-21.
- Moisan, M., Barbeau, J., Crevier, M.C., Pelletier, J., Philip, N. and Saoudi, B. (2002). Plasma sterilization. Methods and mechanisms. *Pure and Applied Chemistry*, Volume 74, Issue 3, Pages 349–358.
- Montie, T.C., Kelly-Wintenberg, K. and Roth, J.R. (2000). An overview of research using the one atmosphere uniform glow discharge plasma (OAUGDP) for sterilization of surfaces and materials. *Plasma Science, IEEE Transactions on*, **28(1)**, 41-50.
- Motarjemi, Y. and Käferstein, F. (1999). Food safety, Hazard Analysis and Critical Control Point and the increase in foodborne diseases: a paradox? *Food Control*, **10(4)**, 325-333.
- Moreau, M., Orange, N. and Feuilleley, M.G.J. (2008). Non-thermal plasma technologies: New tools for bio-decontamination. *Biotechnology Advances*, **26**, 610-617.

- Mutlu, M., Mutlu, S., Alp, B., Boyacı, İ.H., Pişkin, E., (1997). Preparation of a single layer enzyme electrode by plasma polymerization technique, *Plasma Processing of Polymers*, NATO ASI Series, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 477-485.
- Niemira, B. A. and Sites, J. (2008). Cold plasma inactivates *Salmonella Stanley* and *Escherichia coli* O157: H7 inoculated on golden delicious apples. *Journal of Food Protection*, **71(7)**, 1357-1365.
- Niemira, B.A. (2012a). Cold Plasma Decontamination of Foods. *Annual Review of Food Science and Technology*, Vol. 3: 125-142.
- Niemira, B.A. (2012b). Cold Plasma Reduction of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 on Almonds Using Ambient Pressure Gases. *Journal of Food Science*, Volume 77, Issue 3, pages M171–M175.
- Noriega, E., Shama, G., Adriana Laca, A., Díaz, M. and Kong, M.G (2011). Cold atmospheric gas plasma disinfection of chicken meat and chicken skin contaminated with *Listeria innocua*. *Food Microbiology*, **28 (7)**, pp. 1293-1300.
- Norrung, B. (2000). Microbiological criteria for *Listeria monocytogenes* in foods under special consideration of risk assessment approaches. *International Journal of Food Microbiology*, **62**, 217–221.
- Öner, Z. (2012). *Listeria monocytogenes*'in İnaktivasyonu Üzerine Isıl Olmayan İşlemlerin Etkisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, **7(2)**: 12-20.
- Özkendir, O.M. ve Ufuktepe Y. (2000). Lazer-Plazma Etkileşme Mekanizmalarının İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **11**, No.1, 102-112.
- Öztan, A. (2013). Et Bilimi ve Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Kitaplar Serisi, Yayın No:1, 9. Baskı, Ankara.
- Pankaj, S.K., Bueno-Ferrer, C., Misra, N.N., Milosavljević, V., O'Donnell, C.P., Bourke, P., ... and Cullen, P.J. (2014). Applications of cold plasma technology in food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, **35(1)**, 5-17.

- Perni, S., Shama, G., Hobman, J.L., Lund, P.A., Kershaw, C.J., Hidalgo-Arroyo, G.A., ... and Kong, M.G. (2007). Probing bactericidal mechanisms induced by cold atmospheric plasmas with *Escherichia coli* mutants. *Applied Physics Letters*, **90(7)**, 073902.
- Raso, J. and Barbosa-Cánovas, G.V. (2003). Nonthermal Preservation of Foods Using Combined Processing Techniques, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **43:3**, 265-285.
- Rhoades, J.R., Duffy, G. and Koutsoumanis, K. (2009). Prevalence and concentration of verocytotoxigenic *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* in the beef production chain: A review. *Food Microbiology*, **26**: 357–376.
- Rocourt, J., Weymeyer, U., Stackebrandt, E. (1987). Transfer of *Listeria denitrificans* to a new genus, *Jonesia* gen. nov. as *Jonesia denitrificans* comb. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **37, 3**, 266-70.
- Rød, S.K., Hansen, F., Leipold and Knøchel, S. (2012). Cold atmospheric pressure plasma treatment of ready-to-eat meat: Inactivation of *Listeria innocua* and changes in product quality. *Food Microbiology*, **30**, 233-238.
- Sanabria, C., Martín-Álvarez, P.J., Carrascosa, A.V. (2004). Colour and moisture changes during the manufacture of Iberian dry-cured ham caused by some biotics and abiotic factors. *Food Sci. Technol. Intl.* **10**, 269-275.
- Sofos, J.N., (1994). Microbial growth and its control in meat poultry and fish. In: Pearson AM, Dutson TR (eds) *Quality attributes and their measurement in meat poultry and fish products*, 1st edn. Blackie, London, pp 359–391.
- Soyer, A. (1995). Dondurulmuş kolyoz (*Scomber japonicus*) balıklarında lipid oksidasyonu üzerine bazı antioksidanların ve vakum paketlemenin etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 90s.
- Stoica, M., Bahrim, G. and Cârâc, G. (2011). Factors that Influence the Electric Field Effects on Fungal Cells. In: *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances*, Formatex Research Center, Badajoz, pp. 291-302.

- Stoica, M., Mihalcea, L., Borda, D. and Alexe, P. (2013). Non-thermal novel food processing technologies. *Journal of Agroalimentary Process and Technologies*, **19(2)**, 212-217.
- Sureshkumar, A., Sankar, R., Mandal, M., Neogi, S. (2010). Effective bacterial inactivation using low temperature radio frequency plasma. *Int J Pharmac*, **396**, 17-22.
- Şen, Y. (2010). Polimerik ve Metalik Malzemelerin Isıl Olmayan Plazma Yöntemiyle Farklı Gaz Kompozisyonları Kullanılarak Sterilizasyonunun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Teke, E. (2012). Vakum ortamında plazma kaplama ve plazma parametrelerinin incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Tekinşen, O.C. ve Doğruer, Y. (2000). Her yönüyle pastırma. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Tendero C., Tixier C., Tristant P., Desmaison J. and Leprince P. (2006). Atmospheric pressure plasmas: A review. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, Volume 61, Issue 1, Pages 2–30.
- Terlingen, J.G.A. (1993). Introduction of functional groups at polymer surfaces by Glow discharge techniques. University of Twente, ISBN 90-9005620-3, 159, Holland.
- Thompson, W.B. (1962). An Introduction to Plasma Physics. California University, Pergamon press, QC718.T5, 256, USA.
- Tušek, L., Nitschke, M., Werner, C., Stana-Kleinschek, K., and Ribitsch, V. (2001). Surface characterisation of NH₃ plasma treated polyamide 6 foils. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, **195(1)**, 81-95.
- Tükel, Ç. ve Doğan, H.B. (2000). *Staphylococcus aureus*. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, ss. 357-366, Sim Matbaacılık, Ankara.
- Türeci, R.G. (2001). Plazma Fiziğinde Magnetik Ayna Problemi ve Nötr Parçacık Transportu. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

- Ulbin-Figlewicz, N., Brychey, E. and Jarmoluk, A. (2015). Effect of low-pressure cold plasma on surface microflora of meat and quality attributes. *J Food Sci Technol*, **52(2)**: 1228–1232.
- Ulbin-Figlewicz, N., Jarmoluk, A. and Marycz, K. (2014). Antimicrobial activity of low-pressure plasma treatment against selected foodborne bacteria and meat microbiota. *Ann Mikrobiol*, DOI 10.1007/s13213-014-0992-y.
- Ünal, S. (2004). *Staphylococcus aureus*: Direnç mekanizmaları. In: Ulusoy S, Usluer G, Ünal S. Gram-pozitif bakteri infeksiyonları. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, 23-38.
- Waldvogel, F.A. (2000). *Staphylococcus aureus* (including staphylococcal toxic shock). In Principles and practice of infectious diseases. Mandell GL, Bennett JE, and Dolin R, editors. Churchill Livingstone. Philadelphia, Pennsylvania, USA, s.2069–2092.
- Weltmann, K.D., Von Woedtke, Th., Brandenburg, R., Ehlbeck, J., (2008). Biomedical Applications Of Atmospheric Pressure Plasma. II. Central European Symposium on Plasma Chemistry, Chem. Listy 102, 1450–1451.
- White, D.G., Zhao, S., Simjee, S., Wagner, D.D. and McDermott, P.F. (2002). Antimicrobial resistance of foodborne pathogens. *Microbes and Infection*, **4**: 405-412.
- Vleugels, M., Shama, G., Deng, X. T., Greenacre, E., Brocklehurst, T. and Kong, M. G. (2005). Atmospheric plasma inactivation of biofilm-forming bacteria for food safety control. *Plasma Science, IEEE Transactions on*, **33(2)**, 824-828.
- Von Keudell, A., Awakowicz, P., Benedikt, J., Raballand, V., Yanguas-Gil, A., Opretzka, J., ... and Stapelmann, K. (2010). Inactivation of Bacteria and Biomolecules by Low-Pressure Plasma Discharges. *Plasma Processes and Polymers*, **7(3-4)**, 327-352.
- Vural, H. ve Öztan A. (1996). Et ve Et Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu. Hacettepe Üniv. Müh. Fak. Yayınları No: 36. Ankara, 236s.
- Yang, L., Chen, J. and Gao, J. (2009). Low temperature argon plasma sterilization effect on *Pseudomonas aeruginosa* and its mechanisms. *J Electrostatics*, **67**, 646-651.

- Yangılar, F. ve Oğuzhan, P. (2013). Plazma Teknolojilerinin Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Gıda*, **38 (3)**: 183-189.
- Yetim, H. ve Çam, M. (2009). Enstrümental gıda analizleri, Erciyes Üniversitesi Yayınları, s: 286, Kayseri.
- Yetim, H., Sagdic, O., Dogan, M. and Ockerman, H.W. (2006). Sensitivity of three pathogenic bacteria to Turkish cemen paste and its ingredients. *Meat Science*, **74**, 354–358.
- Yılmaz, N. (2008). Modifiye Atmosferde Paketleme ve Işınlamanın Pişirmeye Hazır Köftelerin Mikrobiyal Kalitesi ve Güvenliği Üzerine Etkileri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Yong, H.I., Kim, H.J., Park, S., Kim, K., Choe, W., Yoo, S.J. and Jo, C. (2015). Pathogen inactivation and quality changes in sliced cheddar cheese treated using flexible thin-layer dielectric barrier discharge plasma. *Food Research International*, **69**, 57–63.
- Yun, H., Kim, B., Jung, S., Kruk, Z.A., Kim, D.B., Choe, W. and Jo, C. (2010). Inactivation of *Listeria monocytogenes* inoculated on disposable plastic tray, aluminum foil, and paper cup by atmospheric pressure plasma. *Food Control*, Volume 21, Issue 8, Pages 1182-1186.
- Zhou, G.H., Xu, X.L., Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat-a review. *Meat Sci* **86**: 119–128.
- Ziuzina, D., Patil, S., Cullen, P. J., Keener, K. M. and Bourke, P. (2014). Atmospheric cold plasma inactivation of *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* serovar Typhimurium and *Listeria monocytogenes* inoculated on fresh produce. *Food microbiology*, **42**, 109-116.

6.1 İnternet Kaynakları

1. <http://www.balticnet-plasmatec.org>, (29.10.2015).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Simge AKTOP
Doğum Yeri ve Tarihi : Üsküdar, 13.03.1992
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : simgeaktop@hotmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : İzmir Karabağlar Nevvar Salih İşgören Anadolu Lisesi 2006-2010
Lisans : Afyon Kocatepe Üniv., Mühendislik Fak., Gıda Mühendisliği Böl. 2010-2014
Yüksek Lisans:
Afyon Kocatepe Üniv., Fen Bilimleri Ens., Gıda Müh. Anabilim Dalı 2014-2016

Yayımları (SCI ve diğer) :

SCI Dışındaki Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

Aktop S, Gök V, Özkan M ve Kara R, (2015). Et ve Et Ürünlerinde Soğuk Plazma Uygulamaları, *Kocatepe Veterinary Journal*, 8(2):73-80.

Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler:

Aktop S ve Gök V, 2015. Gıda Muhafazasında Soğuk Plazma Teknolojisi. 9. Gıda Mühendisliği Kongresi, Bildiri Özeti, Kitaplar Serisi:32, s:70.

Görev Aldığı Projeler :

Gök V, Kara R, Özkan M ve Aktop S. Soğuk Plazma Tekniğinin Et Ürünlerindeki Bazı Patojenler Üzerine Etkisi (2015-...)

EKLER

EK 1 Pastirmaların Değerlendirme Formu

Adı Soyadı:

Tarih:

ÖRNEK KODU	ÖZELLİKLER				
	Kesit yüzey rengi	Kesit yüzey görünüşü	Tat ve aroma	Tekstür	Genel beğeni

Değerlendirme

1-3 (çok kötü-kabul edilemez), 4-5(orta), 6-7 (iyi), 8-9 (çok iyi)

Kesit yüzey rengi: 9: Parlak tipik pastırma rengi (çevre koyu kırmızı, iç parlak, 1:koyu kahverengi)

Kesit yüzey görünüşü: 9: Mozaik görüntü belirgin, 1: mozaikleşme yok, et yağ karışık

Tat ve aroma: 9: Tipik pastırma tat ve aroması, yabancı tat ve ransidite yok, 1: tipik pastırma tat ve aroması yok, acılaşma var

Tekstür: 9: Kolay çiğnenebilir, kolay koparılabilir, 1: çok sert

Genel Beğeni: 9: Çok iyi, 3: puan altı çok kötü kabul edilemez