



**SOĞUK PLAZMA TEKNİĞİ UYGULAMASININ İNEK KAYMAĞININ
FİZİKOKİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Betül ÖZKAN

Danışman

Doç. Dr. Gökhan AKARCA

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2023

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SOĞUK PLAZMA TEKNİĞİ UYGULAMASININ İNEK
KAYMAĞININ FİZİKOKİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Betül ÖZKAN

Danışman

Doç. Dr. Gökhan Akarca

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2023

TEZ ONAY SAYFASI

Betül ÖZKAN tarafından hazırlanan “Soğuk Plazma Tekniği Uygulamasının İnek Kaymağının Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 16 / 06 / 2023 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. Gökhan AKARCA

Başkan : Prof. Dr. Yahya TÜLEK

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Doç. Dr. Gökhan AKARCA

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun

..... /..... /..... tarih ve

..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim EROL

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.

16 / 06 / 2023

BETÜL ÖZKAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SOĞUK PLAZMA TEKNİĞİ UYGULAMASININ İNEK KAYMAĞININ FİZİKOKİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Betül ÖZKAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Gökhan AKARCA

Bu araştırmada, soğuk plazma tekniğinin kaymak yüzeyine iki farklı gaz (O_2 ve Ar) ve bu gazların karışımlarının farklı sürelerde uygulanması sonucu fizikokimyasal ve mikrobiyal parametreleri üzerindeki etkilerinin depolama süresi (10 gün) boyunca incelenmesi amaçlanmıştır.

Soğuk plazma tekniği uygulanan kaymak numunelerinde koliform grubu bakteri sayısı, toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, maya-küf sayısı, proteolitik bakteri sayısı, toplam aerobik psikrofil bakteri sayısı ve *Staphylococcus aureus* bakteri sayısı uygulanan gaz çeşidine göre ve depolama süresince değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bunun dışında laktik asit bakteri sayısı ve lipolitik bakteri sayısında depolama zamanına göre değişimleri istatistiksel olarak anlamlı olup uygulanan gaz çeşidine göre değişimlerinin önemli olmadığı gözlemlenmiştir. Sonuçlar doğrultusunda soğuk plazma tekniğinin kaymağın mikrobiyal sayısının önemli ölçüde azaldığı görülmüştür.

Kaymak örneklerinin renk değerlerinde (L^* , a^* , b^*) depolama süresi boyunca değişimleri istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlemlenirken uygulanan gaz çeşidine göre sadece L^* değerinde anlamlı olduğu görülüp a^* ve b^* değerinde önemli değişiklikler görülmemiştir.

Soğuk plazma tekniğı kaymak numunelerinde pH değeriindeki değışimleri depolama zamanı ve gaz çeşidine göre istatıksel olarak çok anlamlı bulunmuştur. Su aktivitesi (a_w) değeri uylulanan gaz çeşidine göre istatıksel olarak anlamlı olduğı tespit edilmiştir. Tiyobarbütirik asit (TBA) değeriinin ise depolama zamanına göre değışimleri istatıksel olarak çok fazla anlamlı olduğı tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen tüm sonuçlar bir bütün olarak değeriendirildiğinde soğuk plazma tekniğinin kaymağın mikrobiyal aktivitesini düşürdüğü ama fizikokimyasal özelliklerinde iyileşme gözlemlenmemiştir.

2023, xiv + 82 sayfa

Anahtar Kelimeler: Soğuk plazma, Kaymak, Fizikokimyasal, Mikrobiyal, Kalite

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECT OF COLD PLASMA TECHNIQUE ON PHYSIOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF COW CREAM

Betül ÖZKAN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc Prof. Gökhan AKARCA

In this study, it was aimed to examine the effects of cold plasma technique on the physicochemical and microbial parameters of the cream surface during the storage period (10 days) as a result of applying two different gases (O₂ and Ar) and their mixtures at different times.

The changes in the number of coliform bacteria, total number of aerobic mesophyll bacteria, yeast-mold number, proteolytic bacteria number, total aerobic psychrophilic bacteria number and *Staphylococcus aureus* bacteria in the cream samples applied cold plasma technique were found statistically significant depending on the gas type applied and during storage. Apart from this, the changes in the number of lactic acid bacteria and lipolytic bacteria according to the storage time were statistically significant, but it was observed that the changes were not significant according to the type of gas applied. In line with the results, the cold plasma technique significantly reduced the microbial count of the cream.

While it was observed that the changes in the color values (L*, a*, b*) of the cream samples were statistically significant during the storage period, it was seen that it was only significant in the L* value according to the gas type applied, but no significant changes were observed in the a* and b* values.

The changes in pH value in cold plasma technique cream samples were found to be statistically very significant according to storage time and gas type. Water activity (a_w) values were found to be statistically significant according to the type of gas applied. The changes in the thiobarbutyric acid (TBA) value according to the storage time were found to be statistically very significant.

When all the results obtained as a result of this study were evaluated as a whole, it was observed that the cold plasma technique reduced the microbial activity of the cream, but no improvement in its physicochemical properties.

2023, xiv + 82 pages

Keywords: Cold plasma, Cream, Physicochemical, Microbial, Quality

TEŞEKKÜR

Yapmış olduğum bu çalışmada bana olan inançlarından ve desteklerinden ötürü eşim Mustafa KABAK'a ve aileme, çalışma süresince beni yönlendiren ve yol gösteren tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Gökhan AKARCA'ya ve başından sonuna kadar yanımda olan ve bana her konuda destek veren canım arkadaşım Sayın Doktorant Ayşe Janseli DENİZKARA'ya sonsuz teşekkür ederim.

Betül ÖZKAN

Afyonkarahisar, 2023

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
RESİMLER DİZİNİ	xiv
1.GİRİŞ.....	1
2.LİTERATÜR BİLGİLERİ	4
2.2 Süt Bileşenleri.....	5
2.2.1 Laktoz.....	6
2.2.2 Süt Yağı.....	6
2.2.3 Protein	7
2.2.4 Vitaminler	7
2.2.5 Mineraller.....	7
2.3 Fiziksel Özellikleri.....	7
2.4 Kimyasal Özellikleri	8
2.5 Kaymak	8
2.6 Plazma ve Özellikleri.....	10
2.7 Plazmanın Sınıflandırılması.....	12
2.7.1 Sıcak Plazma	12
2.7.2 Soğuk Plazma.....	12
2.8 Plazmanın Üretilmesi.....	13
2.9 Plazmanın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi.....	13
2.10 Soğuk Plazma Kullanım Alanları	14
3. MATERYAL VE METOD	18
3.1 Materyal	18
3.2 Metot.....	18
3.2.1 Plazma Sistemi ve Kullanılan Gazlar.....	18

3.2.2 Soğuk Plazma Sisteminin Parametreleri.....	20
3.3 Kaymak Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizleri	20
3.3.1 Kaymak Numunelerinin Mikrobiyolojik Analizler İçin Ön Hazırlığı	20
3.3.2 Koliform Grubu Bakterilerin Sayımı	21
3.3.3 Toplam Aerobik Mezofil Bakteri Sayısı.....	21
3.3.4 Toplam Maya ve Küf Sayısı.....	22
3.3.5 Lipolitik Bakteri Sayısı	22
3.3.6 Proteolitik Bakteri Sayısı	23
3.3.7 Laktik Asit Bakterilerin Sayımı	24
3.3.8 Toplam Aerobik Psikrofil Bakteri Sayısı	25
3.3.9 <i>Staphylococcus aureus</i> Türü Bakterilerin Sayımı	26
3.4 Kaymak Örneklerinin Fizikokimyasal Analizleri	27
3.4.1 Renk Tayini	27
3.4.2 pH Analizi.....	28
3.4.3 Su Aktivitesi (a_w)	28
3.4.4 TBA (2-Tiyobarbitürik asit) Analizi	28
İstatistiksel Analizler.....	29
4. BULGULAR	30
4.1 Kaymak Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	30
4.1.1 Koliform Grubu Bakterileri Sayısı	30
4.1.2 Toplam Aerobik Mezofil Bakterileri Sayısı.....	31
4.1.3 Toplam Maya-Küf Sayısı	33
4.1.4 Lipolitik Bakterileri Sayısı	34
4.1.5 Proteolitik Bakterileri Sayısı	35
4.1.6 Laktik Asit Bakterileri Sayısı	37
4.1.7 Toplam Aerobik Psikrofil Bakterileri Sayısı.....	38
4.1.8 <i>Staphylococcus aureus</i> türü Bakterileri Sayısı	40
4.2 Kaymak Örneklerinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları.....	42
4.2.1 Renk Değerleri	42
4.2.2 pH Değeri.....	46
4.2.3 a_w Değeri	47
4.2.4 TBA Değeri	48

5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	50
5.1 Kaymak Örneklerinin Mikrobiyolojik Değerleri	50
5.1.1 Kaymak Örneklerinin Koliform Grubu Bakteri Sayıları	50
5.1.2 Kaymak Örneklerinin Toplam Aerobik Mezofil Bakteri Sayıları.....	51
5.1.3 Kaymak Örneklerinin Toplam Maya-Küf Sayıları	52
5.1.4 Kaymak Örneklerinin Lipolitik Bakteri Sayısı	54
5.1.5 Kaymak Örneklerinin Proteolitik Bakteri Sayısı	55
5.1.6 Kaymak Örneklerinin Laktik Asit Bakteri Sayısı.....	56
5.1.7 Kaymak Örneklerinin Toplam Aerobik Psikrofil Bakteri Sayısı	56
5.1.8 Kaymak Örneklerinin <i>Staphylococcus aureus</i> türü Bakteri Sayısı	57
5.2. Kaymak Örneklerinin Fizikokimyasal Analiz Değerleri	59
5.2.1 Kaymak Örneklerinin Renk Değerleri	59
5.2.2 Kaymak Örneklerinin pH Değerleri	62
5.2.3 Kaymak Örneklerinin a_w Değerleri	63
5.2.4 Kaymak Örneklerinin TBA Değerleri.....	64
5.3 Sonuç	65
6. KAYNAKLAR.....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	82

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrat
g	Gram
mL	Mililitre
cm	Santimetre
kPA	Kilo Paskal
W	Watt
Ar	Argon
O ₂	Oksijen
kW	Kilovat
nm	Nanometre
mm	Milimetre
L	Litre

Kısaltmalar

ACP	Atmosferik Soğuk Plazma
APP	Atmosferik Basınç Plazma
atm	Atmosferik basınç
DBB	Dielektrik bariyer boşaltıcı
Dk	Dakika
DNA	Deoksiribo nükleik asit
Kob	Koloni oluştan birim
Log	Logaritma
MD	Mikrodalga
ppm	Parça/Milyon
RF	Radyo frekansı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TBA	Tiyobarbitürik asit
UV	Ultraviyole

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1 Atmosferik Basınç Plazma Sistemi (Aktop, 2016)	20
Şekil 4.1 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra koliform grup bakteri sayısının dağılımları	33
Şekil 4.2 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra toplam aerobik mezofil bakteri sayısının dağılımları	34
Şekil 4.3 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra maya-küf sayısının dağılımları	35
Şekil 4.4 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra lipolitik bakteri sayısının dağılımları	37
Şekil 4.5 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra proteolitik bakteri sayısının dağılımları	38
Şekil 4.6 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra laktik asit bakteri sayısının dağılımları	40
Şekil 4.7 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra toplam aerobik psikrofil bakteri sayısının dağılımları.....	41
Şekil 4.8 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra Staphylococcus aureus türü bakteri sayısının dağılımları	43
Şekil 4.9 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra L* değerindeki dağılımları	44
Şekil 4.10 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra a* değerindeki dağılımları	46
Şekil 4.11 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra b* değerindeki dağılımları	47
Şekil 4.12 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra pH değerindeki dağılımları	48
Şekil 4.13 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra a _w değerindeki dağılımları	50
Şekil 4.14 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra TBA değerindeki dağılımları	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3. 1 Soğuk plazma uygulamasında kullanılan özellikler.....	20
Çizelge 4. 1 Kaymak örneklerinde depolama süresince koliform grubu bakteri sayılarındaki değişimler (log kob/g).....	30
Çizelge 4. 2 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda koliform grubu bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri	30
Çizelge 4. 3 Kaymak örneklerinde depolama süresince toplam aerobik mezofil bakteri sayılarında ki değişimler (log kob/g).....	31
Çizelge 4. 4 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda toplam aerobik mezofil bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri	32
Çizelge 4. 5 Kaymak örneklerinde depolama süresince maya-küf sayılarındaki değişimler (log kob/g)	33
Çizelge 4. 6 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda maya-küf sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.....	33
Çizelge 4. 7 Kaymak örneklerinde depolama süresince lipolitik bakteri sayılarındaki değişimler (log kob/g)	34
Çizelge 4. 8 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda lipolitik bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri	35
Çizelge 4. 9 Kaymak örneklerinde depolama süresince proteolitik bakteri sayılarındaki değişimler (log kob/g)	36
Çizelge 4. 10 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda proteolitik bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri	36
Çizelge 4. 11 Kaymak örneklerinde depolama süresince laktik asit bakteri sayılarındaki değişimler (log kob/g)	37

Çizelge 4. 12 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda laktik asit bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri	38
Çizelge 4. 13 Kaymak örneklerinde depolama süresince toplam aerobik psikrofil bakteri sayısındaki değişimler (log kob/g)	39
Çizelge 4. 14 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda toplam aerobik psikrofil bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.....	39
Çizelge 4. 15 Kaymak örneklerinde depolama süresince <i>Staphylococcus aureus</i> türü bakteri sayılarındaki değişimler (log kob/g).....	40
Çizelge 4. 16 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda <i>Staphylococcus aureus</i> türü bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.....	41
Çizelge 4. 17 Kaymak örneklerinde depolama süresince L* Değeri değişimleri	42
Çizelge 4. 18 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda L* değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri	42
Çizelge 4. 19 Kaymak örneklerinde depolama süresince a* Değerindeki değişim	43
Çizelge 4. 20 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda a* değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri	44
Çizelge 4. 21 Kaymak örneklerinde depolama süresince b* Değerindeki değişim	45
Çizelge 4. 22 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda b* değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri	45
Çizelge 4. 23 Kaymak örneklerinde depolama süresince pH Değerindeki değişim	46
Çizelge 4. 24 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda pH değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri	46
Çizelge 4. 25 Kaymak örneklerinde depolama süresince a _w Değerindeki değişim	47
Çizelge 4. 26 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda a _w değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri	48
Çizelge 4. 27 Kaymak örneklerinde depolama süresince TBA Değerindeki değişim ...	49
Çizelge 4. 28 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda TBA değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri	49

Çizelge 5. 1	Kaymak yüzeyine uygulanan soğuk plazma işlemleri.....	52
---------------------	--	-----------



RESİMLER DİZİNİ

Sayfa

Resim 3. 1 Çalışmada Kullanılan Yüksek Voltaj Kaynağı	19
--	----



1.GİRİŞ

İnsanların dengeli beslemesi ve sağlıklı bir yaşam sürmesinde önemli bir rolü olan süt ve ürünleri, ülke ekonomisinde de önemli yere sahip bir gıda ürünüdür. Ülkemizde çeşitli niteliklerde süt ürünleri imal edilmektedir. Sağlıklı, yeterli ve dengeli besin alma bilincine sahip topluluklarda gıda ile karşılanan günlük enerji miktarları besin grupları içerisinde dengeli bir şekilde dağılım göstermektedir (Akalın vd. 1998).

Süt ürünlerinin besin değerleri, hayvanın cinsine, ırkına, yaşına ve buna benzer birçok sebepten farklılık gösterebilmektedir. İnek sütü yapısında %88 su ve 100'den fazla bileşen bulunduran bir gıdadır. Besleyici değeri yüksek olan süt ürünleri başta; protein, kalsiyum, fosfor, A, B12 ve riboflavin içermektedir (Miller vd. 2000).

Süt ürünlerinin besleyici ve koruyucu olmasının yanında başka besinlere kıyasla birden fazla sağlıklı besin bileşenlerinden oluşmaktadır. Bu besin bileşenleri daha basit bir şekilde vücuda alınıp kolay sindirim olacak şekilde, canlının gelişimine katkı sağlayacak olan elzem organik ve inorganik maddelerden meydana gelmektedir (Metin 2008). Her insanın zevkle içtiği süt direkt olarak içilebildiği gibi bunun yanı sıra birden fazla mamul maddenin de hammaddesi şeklinde de değerlendirilmekte olup her geçen gün daha fazla insanın tükettiği bir gıda haline gelmiştir (Oysun 1987).

İnsan hayatının, yaşamın her safhasında süt gerekli bir gıda maddesidir. Öncelikle çocukluk dönemi, hamilelik ve yaş almış insanlar için kemik sağlığında gerekli gıda ürünüdür. Bundan farklı olarak obezite, kanser, hipertansiyon şeklinde ve bu hastalıklarla bağlantılı çalışmaların varlığı ve her geçen gün bu çalışmaların daha da arttığını görmekteyiz (Jain 1998, Miller vd. 2000). Süt ile ilgili gerçekleşmiş araştırmalar sonucunda bir litre sütün ergin insanların günlük kalsiyum ve fosfor ihtiyaçlarının hepsini, 10-12 yaş aralığındaki çocukların tümüne yakınına karşılamaktadır. Aynı zamanda ergin ve çocukların günlük riboflavin miktarının ve kobalamin miktarının tamamını ve günlük protein miktarının da yarısını karşılamaktadır. (Özcan ve Erbil 1998).

Sütün insan yaşamında ki önemli gıda ürünü olmasının yanında bununla beraber bozulmaya sebep olacak mikroorganizmaların büyümesi içinde uygun ortamlar

oluşturabilmektedir. Bu sebeple sütün rafta kalma süresi; içerisinde ki katkı ürünleri, üretimdeki hijyen kuralları ve daha sonrasında muhafaza edildiği ortam şartlarına göre 7-21 gün arasında değişmektedir (Labuza 1982, Salvador ve Fiszman 2004).

Günümüzde gıda mamullerinde rafta kalma süresini uzatma ile ilgili güncel ilerlemeler mevcuttur. Tüketiciler gıdaların normal şartlarla saklanması kimyasal ürün ya da katkı maddesin maruz kalmadan daha çok besin anlamında karşılığını fazlası ile almak istemektedirler (Bağdatlı 2008).

Süt ürünleri yapımında en vazgeçilmez olanı kaymak geçmişten günümüze süre gelen zaman içerisinde en çok kahvaltıda tercih edilen bir gıda olmuştur. Ülkemizde daha çok Ege civarında (Afyonkarahisar ve çevresi) üretilmektedir. Üretim şekline göre az asidik ve pürüzsüz olarak üretilir (Çakmakçı ve Hayaloglu 2011).

Türk Gıda Kodeksi (2003) Yönetmeliğinin Krema ve Kaymak Tebliği'ne göre kaymak; en az %60 süt yağı bulunduran krema şeklinde tanımı bulunmaktadır. Süt mamulü olan kaymak kürecikler şeklinde olan süt yağı, sütün plazması ile olan yoğunluk ayrımından meydana gelmektedir. Yoğunluğu daha az olan yağ tarafının yavaşça süt yüzeyine doğru hareket etmesi sonucunda üstte birikmesi ile oluşur. Sütün üst kısmında biriken yağ kürecikleri katman şeklinde kaymağı oluşturur (İnal 1990).

Kaymağın duysal nitelikleri, kullanılan sütün kalitesi ve üretim aşaması gibi durumlar direkt son mamule etki edeceği bilinmektedir (Pamuk 2017). Kaymak üretiminde çeşitli sütler kullanılmaktadır. Sütler içerisinde yağ miktarı en fazla olan manda sütü de tercih sebebidir. Manda sütünden meydana gelen kaymak daha beyaz ve yoğunluğu diğer kaymaklara göre daha fazladır. Bununla beraber inek sütü ile meydana gelen kaymaklar ise yoğunluğu daha az ve sarı renge dönüktür (Çon vd. 2000).

Gıda ürünlerinde kalite kriterlerinin ve tüketici güveninin korunabilmesi amacı ile uygun periyotlarda ve depolama şartlarında saklanması önem taşımaktadır. Raf ömrü geçen çeşitli gıda ürünlerinde (Süt ve süt ürünleri vb.) istenmeyen duysal, tekstürel ve mikrobiyal bozulmalar gözlemlenebilir (Özkaya ve Cömert 2008).

Son yıllarda mevcut yöntemlere alternatif olarak gıdaların raf ömrünü arttırmak için soğuk plazma tekniği, iyonize radyasyon, yüksek hidrostatik basınç, darbeli elektrik alan, salınımlı manyetik alan gibi teknolojik yöntemler uygulanmaya başlanmıştır (Raso ve Barbosa 2003).

Soğuk plazma tekniği, gıda ürünlerinde yüzey sterilizasyonu için önem arz eden, kullanışlı ve teknolojik bir yöntem haline gelmiştir (Lee vd. 2006). Plazma kelimesi, iyonlaşmış gaz ve maddenin dördüncü hali olarak tanımlanmaktadır (Chen 1984). Plazma foton, elektron, pozitif-negatif iyon, serbest radikal ve nötral atomlara sahip farklı çeşitlerde kovalent bağ yıkan kimyasal tepkimeleri çoğaltan yeteri miktarda elektrik enerjisi barındıran reaktiflerden oluşmaktadır (Laroussi 2002, Moisan vd. 2002).

Plazma, gaz sıcaklığı değişikliğine bakılarak sıcak, soğuk olacak şekilde ikiye ayrılır. Plazma işlem anında yüksek sıcaklık seviyelerinde olduğunda yalnız sıcaklığa duyarlı metal, metal oksit gibi inorganik maddelerin modifikasyonunda tercih edilir (Friedrich 2011, Güleç 2012). Soğuk plazma tekniği çoğunlukla sıcaklığa hassasiyeti olan tıbbi makinaların hijyenini sağlamak, yaralanma durumlarında yarayı onarma ve gıda ürünlerindeki bakterilerin etkisizleştirmekte kullanılan bir yöntemdir (Niemira 2012a, Jiang vd. 2012).

Soğuk plazma, oksijen, argon, helyum gibi çeşitli gazlardan yararlanılarak üretilmektedir. Yüksek elektrik alan, mikrodalga ve bundan farklı enerji kaynağı, gıda ürününe uygulanmış gazların ve iyonların, serbest radikal ve farklı kimyasal türlerde kaynaşma ve karışmaya sebep olur (Niemira 2012b, Laroussi ve Leipold 2004). Bu durum doku, DNA gibi bazı durumlarda zararlı olabilir (Niemira 2012b, Fernandez vd. 2013).

2.LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Süt ve Sütün Önemi

Birçok canlı hayatının her aşamasında elzem olarak görülen süt, besin değeri diğer gıda ürünlerine kıyasla daha yüksek ve değerli olduğu bilinmektedir. Hayatımızda günlük rutinlerimiz için ihtiyacımız olan elzem besin elementlerini birçoğunu bünyesinde bulundurmaktadır. Süt içerisindeki besinler insan metabolizmasına basit bir şekilde dahil olup sindirimi gerçekleşmektedir (Polat 2015).

Türk Gıda Kodeksine bakıldığında çiğ sütün tanımı inek, koyun, keçi veya mandadan sağım işlemi yapılarak elde edilmiş olan gıda ürününe çiğ süt olarak tanımlanır. Sağım işleminin ardından 40 °C'nin üzerinde ısı işlem uygulanmamış olması gereklidir (Megep 2012).

Sütün tedarik olduğu hayvana bakılarak isimlendirilir. Günümüzde süt kelimesi genel olarak inek sütünü ifade etmektedir. Süt insan için gerekli karbonhidrat, yağ, protein ve vitaminleri bünyesinde bulundurmaktadır (Altun vd. 2002).

Sütün bileşimi süt hayvanının beslenme şekli, ırkı, cinsi, çevre şartları ve hayvanın sağlık durumundan etkilenebilmektedir. Hasta hayvan ve yeni doğum yapmış hayvanlardan tedarik edilmiş sütün bileşimi normal şartlara göre oldukça farklılık göstermektedir (Nicholas vd. 2002, Hickey vd. 2006).

Süt içerisindeki protein, lipit, karbonhidrat, vitamin ve mineraller insan yaşamının her evresinde önemlidir. Yapılan çalışmalar sağlıklı bir insanın ihtiyacı olan protein miktarının yarısını hayvansal kaynaklı proteinlerden karşılanması gerektiği ifade edilmektedir Normal bir diyetle bu proteinlerin %51'ini süt ve mamullerinde oluşturmaktadır (Şahin ve Yıldırım 2012).

Süt proteini kazein ve peynir altı suyu proteinleri ile beraber insan sağlığına pozitif etkileri olan aktif bileşiklerde barındırmaktadır (Park ve Haenlein 2013).

Süt proteinleri insan vücudunda büyüme ve gelişim için etkisinin yanında vücutta kalsiyum emilimi, kan basıncını düzenlediği, kanser hastalıklarına iyi geldiği, kemik gelişiminde ve diş hastalıklarına iyi geldiği düşünülmektedir (Miller vd. 2000, Black vd. 2002).

Hayvansal kaynaklı besinler içinde süt ve mamulleri canlı yaşamı için önemli besin kaynaklarıdır. Süt içinde esansiyel amino asit ve yüksek değere sahip proteinler barındırdığı için tüm canlılar için elzem bir gıda maddesidir. Bunu yanı sıra kalsiyum, fosfor ve riboflavin gibi önemli vitamin ve mineralleri de içerisinde barındırmaktadır (Metin 2001, Tekinşen 2000).

Süt ve ürünlerinin kullanımları insanların beslenme şekillerine, mamul niteliğine, ücretine, beğeni ve tercihlerine göre değişiklik göstermektedir. Aynı zamanda insanların ekonomik durumları süt kullanım miktarlarına ileri seviyede tesir etmektedir. Özellikle hane halkının kazancı, öğrenim durumu, yaşı, cinsiyeti, aile genişliği, ebeveyn çalışır olması durumu hanedeki çocukların süt ve ürünlerini kullanımlarını etki ettiği düşünülmektedir (Vural 2001, Akbay ve Tiryaki 2007).

2.2 Süt Bileşenleri

Sütün bileşenleri aşağıdaki gibi gruplandırabiliriz.

- Laktoz
- Süt yağı
- Protein
- Vitaminler
- Mineraller

2.2.1 Laktoz

Meme hücrelerinde oluşan laktoz, süt ürününün başlıca karbonhidratıdır. Aynı zamanda doğada fazla oranda yalnız sütte rastlanır. Bu sebeple laktoz süt şekeri ismi ile de bilinir. Saf inek sütünde %4,7 laktoz bulunmaktadır. Süt bileşenleri arasında su dışındaki bileşenlerden %37,3 ile en yüksek orana sahip olan süt şekeri oluşturmaktadır. Sütteki laktoz seviyesi sütün kaynama, donma ve özgül ağırlığını etki ettiği bilinmektedir. Olağan şartlar altında laktoz miktarı fazla farklılık göstermediğinden sütün donma ve kaynama noktaları da farklılık göstermez. Laktoz bileşeni süt ve süt ürünlerinde lezzetinde, yapısında ve daha birçok faktörde etkiye sahiptir. Bu etkilere örnek olarak yoğurt, tereyağı ve peynir verilebilir. Bununla beraber sür rengini de etkilediği bilinmektedir. Laktoz taze süte tatlı bir tat kazandırır. Tüm bunların yanı sıra laktoz bileşeni beslenme fizyolojisi bakımından değerli bir bileşendir. Enerji kaynağı olmasının yanı sıra, beyin ve sinir dokularının gelişimini artırır ve karaciğerde yağlanmayı önleyici etkisinin olduğu ifade edilmektedir (Walstra ve Jennes 1984, Metin 2001).

2.2.2 Süt Yağı

Süt bileşenleri arasında önemli bir diğer bileşende süt yağı yani süt lipidleridir. Süt içerisinde ortalama %3,2 oranında bulunan süt yağı süt mamullerinde fiziksel özellikleri, lezzetinde ve besleyici niteliklerinde elzem olan bir bileşendir. Süt lipidleri diğer ürünlerin lipidlerine kıyasla daha az kolesterol içerir. Süt lipidleri aynı zamanda raf ömrü ve dayanıklılığını arttırmaktadır. Bununla birlikte esansiyel yağ asitleri A, D, E ve K vitaminleri ile güç sağlamaktadır (Yetişmeyen 1997, Üçüncü 2008).

Süt yağı fiziksel ve kimyasal nitelikleri göz önünde bulundurulduğunda tüketilebilen yağlar arasında yapı bakımından en karışık olandır. Asıl olarak süt içerisindeki yağ globülleri trigliseritler (%98), diasilgliserol (%2), kolesterol (%0,5), fosfolipidler (% 1) ve serbest yağ asitleri (% 0.1) bulundurur (Lindmark-Mansson vd. 2000). Yağ globülleri içerisinde 400'den yüksek yağ asidi içermektedir Bunlar doymuş yağ asitleri (%66), tekli doymamış yağ asitleri (%30) ve çoklu doymamış yağ asitleri (%4) (Aigster vd. 2000).

2.2.3 Protein

İnek sütünün protein oranı %3-3,5 arasındadır. İnek sütü proteini kazein, serum proteini başta olmakla birlikte bünyesinde bulunan enzimlerle birlikte meydana gelen bir bileşim olarak değerlendirilir. Süt proteinlerinin sindirimi kolaydır. Esansiyel amino asit içeriği yüksek ve biyolojik değeri fazladır. Süt mamullerinin tercih edilmesinde etkisi olan en önemli maddedir (Fox ve McWeeney 2003).

2.2.4 Vitaminler

İnsanoğlu için en gerekli vitaminlerin tamamına yakını sütte bulunmaktadır. A, D, E ve K vitaminleri süt lipitleri içerisinde bulunmaktadır. Aynı zamanda diğer vitaminleri de içermektedir. İçeriğinde mevcut folat bakımından önemli bir güç sağlamaktadır (Walstra ve Jenness 1984, Metin 2001, Fox ve McWeeney 2003).

2.2.5 Mineraller

İnek sütü içerisinde yaklaşık %0,75-0,80 mineral barındırır. Mineraller kalsiyum % 0,112, fosfor % 0,095, potasyum % 0,138, magnezyum % 0,013, sodyum % 0,059, klor % 0,109 ve kükürt % 0,01, daha az oranlarda ise 3,0 ppm demir, 3,0 ppm çinko, 2,0 ppm silikon, 0,3 ppm bakır ve 0,15 ppm florudur. Fakat demir içeriği bakımında düşük olduğu bilinmektedir. Sütteki mineral oranı hayvanın fiziksel, dış etkenler, genetik, süte uygulanmış işlemler gibi farklı çok fazla durumdan değişkenlik göstermektedir (Yetişmeyen 1997, Miller vd. 2000, Baysal 2004).

2.3 Fiziksel Özellikleri

Sütün fiziksel nitelikleri içerisinde çözünmüş bileşenlerine göre farklılık gösterir (Fox vd. 2015). Süt yoğunluğu, pH, donma noktası, kaynama noktası, yüzey gerilimi, rengi ve iletkenliği sütün fiziksel özelliklerini oluşturur. Emülsiyon halindeki süt sürekli fazın bir çözelti olduğu koloidal dağılım ile birleştirilmiş oldukça seyreltik bir sıvıdır. Suya benzerlik gösterir ama çözünmüş maddeler ile birlikte modifiye olmuştur (Sherbon 1988). Sütün özgül ağırlığı içeriğine çeşidine bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Metin 2012).

Donma noktası özellikle süte su katılarak yapılan hilelerin saptanmasında ve katılan su miktarı hakkında gerçeğe yakın bilgi vermesi nedeniyle önemlidir (Konar 1982, Kırdar 2001). Mastitis durumunda elektrik iletkenliğine bakarak hastalığın teşhisinde yararlanılır bu değer bu hastalık durumunda artış gösterir. Sütün bileşiminde iyon miktarına bağlı olarak bulunan sodyum ve klor iyonları sebebi ile elektrik akımını iletir (Hillerton ve Walton 1991). Normal taze inek sütü pH değeri 6,5-6,7 aralığındadır. Yüksek pH mastitisli hayvanın sütü olduğu şüphesini uyandırır. Sütün pH değeri ürünlere işlenmesinde önemli bir parametredir. Sütün pıhtılaşması, enzim aktivitesi ve renk gibi özellikleri etkiler (Tekinşen vd. 2002).

2.4 Kimyasal Özellikleri

Süt memeli hayvan türlerinin dişileri aracılığı ile yeni doğan yavrularının besin ihtiyaçlarını karşılama, sağlıklı büyüme sağlama ve çeşitli fizyolojik durumlar için salgılanan bir sıvıdır. Besin değeri ve ekonomik açıdan yüksek fiyata sahip olması, içinde barındırdığı önemli kimyasal bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Süt karışık bir yapıya sahiptir. Süt içeriği çeşitli dış etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Sütün elde edildiği hayvanın cinsi, türü, yaşı, beslenme şekli gibi farklı durumlar sütün kimyasal bileşimini etkilemektedir (Patton vd. 1970, Fox vd. 1998, Özkan 2002).

Ayrıca mevsimsel farklılıklar, bakım, laktasyon, kullanılan ilaç gibi durumlarda sütün kimyasal bileşimi üzerinde etki etkilemektedir (Raynal vd. 2008, Mestawet vd. 2012, Goetsch vd. 2011, Özkan 2002).

2.5 Kaymak

Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği'nde (2009/5), %60 süt yağı barındıran kremalara kaymak adı verilmektedir. Kaymak üretiminde kullanılacak sütün ısıtma işlem görmesi gerekmektedir (Anonim 2003). Kaymağın meydana gelme süreci özgül ağırlığı daha az olan yağ tabakasının sütün yüzeye toplanması ile meydana gelmektedir. Kürecikler halinde bulunan süt yağının özgül ağırlığı 0,931 g/mL iken, sütün plazma

kısının özgül ağırlığı ise 1,034 g/ml olarak bilinmektedir. Süt yağından temel olarak üretilen ürünler tereyağı ve kaymaktır. (Pamuk 2017).

Geleneksel olarak kaymak üretimi şu şekilde gerçekleştirilmektedir; süt sağımı takiben çift katlı tülbent bezinden süzildikten sonra, alüminyum veya kalaylı bakırdan yapılmış kaymak tavalara alınır. Burada süt 95 °C’ de 30 dakika boyunca ısıtılma tabi tutulur. Bu aşamada köpürtme işlemi ile ‘göbek bağlama’ yapılır sonrasında oda koşullarında 1-2 saat ön soğutma işlemine bırakılır. Ön soğutma işleminin tamamlanmasının ardından +4 °C’de 12-14 saat dinlenmeye bırakılır. Oluşan kaymak kitlesi eşit ölçülerde kesilir (Hamzaçebi 1973, Korkmaz 1990). Kaliteli olarak nitelendirilen kaymakta kuru madde ve yağ oranı yüksek olması istenir. Kaymak türleri arasında yağ oranı %9,3 olan manda kaymağı kaliteli mamul olarak değerlendirilmektedir (Çon vd. 2000). Geleneksel kaymak ürününde nem içeriği yüksek olduğu için raf ömrü kısa (3-5 gün) olmaktadır (Tosun 2016). Ayrıca kaymağın prosesinde fermentasyon işlemin olmaması, diğer fermente süt ürünlerine göre kaymağın raf ömrünün daha kısa olmasına sebep olmaktadır (Robinson 1983).

Gelişmiş teknoloji ile daha modern teknikler kullanılarak üretilen kaymak ise; fabrikaya gelen çiğ süt girdi kontrol analizlerine tabi tutularak kontrolleri gerçekleştirilir. İstenilen nitelikleri taşıyan süt daha sonra fiziksel kirliliklerden arınmak için bazı filtrelerden ve sonrasında daha küçük safsızlıklardan temizlenmesi için klarifikatörlerden geçirilir. Fiziksel olarak safsızlıklardan arınmış olan süt 60 °C’ye kadar ısıtılarak sütün yağ kısmı separatör desteği ile ayrıştırılır. Bu şekilde elde edilmiş yağ 100 gramda 60 gram yağ barındıracak şekilde standardize edilir. Ardından 90-95 °C’de 3-5 dakika ısıtılma işlemi sonrasında 25-30 °C’ ye kadar soğutulur ve pastörize işlemi tamamlanmış olur. Bu işlem tamamlandıktan sonra uygun kaplara alınarak 4-6 °C’ ye kadar soğutma işlemine devam edilir ve 2 saat aynı ısıda muhafaza edilip satış için hazır hale getirilir (Anlı ve Gürsel 2013).

Kaymak üretildikten sonra ortam ısısı düşük ve serin yerlerde tutulması raf ömrünü uzatmaktadır. Saklama koşulları 6 °C’ den yüksek olan ortamda muhafaza edilmesi ürünün bozulmasına sebep olmaktadır. Bu bozulmaların başında kaymak içinde bulunan

yüksek yağ oranından kaynaklı oksidatif bozulmalar görülmektedir. Oksidasyonu başlatan temel etmenler oksijen ve ışık olarak bilinmektedir. Bununla birlikte ortamdaki bakır ve demir iyonları tepkimeyi hızlandıran unsurlardandır. Oksidasyonu engellemek için işlenen süt oksijen ve ışık varlığından korunması gerekmektedir. Bunun için Oksijen ve ışık korumalı ambalajlar tercih edilip soğuk ortam koşullarında saklanmalıdır. Böylece oksidatif bozulmaların önüne geçilebilmektedir (Anlı ve Gürsel 2013).

Kremaların ve kaymakların fizikokimyasal özellikleri gereği uygun pH ve su aktivitesi (a_w) değerlerine sahip olması da mikroorganizmalar için ideal bir besi ortamı oluşturmaktadır. Dolayısıyla krema ve kremadan hazırlanan gıdalar mikrobiyal bozulmaya karşı daha duyarlıdır (Erol vd. 1996, Akkaya vd. 2006).

2.6 Plazma ve Özellikleri

Plazma kelimesi gaz durumundaki maddenin manyetik kutuplaşmaya bağlı olarak doğrusal noktalarda oluşan fiziksel ve kimyasal tepkimenin kontrollü etkileşim sürecine verilen genel isimdir. Daha basit tanımla ile atomun elektronlardan arındırılmış halidir (Misra vd. 2011).

Plazma kelimesi ilk defa 1929 senesinde Nobel ödüllü bilim insanı Irving Langmuir dile getirmiştir (Özkendir 2000). Plazma maddenin katı, sıvı ve gaz halinden farklı nitelikleri barındıran halidir. Bu sebeple maddenin dördüncü hali ismi ile adlandırılmıştır (Akman 1993, Li vd. 1997). Maddenin dört hali arasındaki farklılık içerisinde barındırdıkları enerjidir. Maddenin halleri enerji artıyorken, katıdan sıvıya, gazdan plazmaya ya da tam tersi durumda enerji düşerken plazmadan gaza, sıvıdan katıya geçişlerinde meydana gelir (Tendero vd. 2006, Von Keudell vd. 2010).

Evrenin %99'dan daha büyük kısmını meydana getiren plazmanın tabiatta fazlaca örneği mevcuttur. Yıldırım ve şimşek olaylarının ısıltısı, flüoresan tüp içinde iletilen gaz gibi olaylar evrende doğal bir şekilde var olan plazmalarıdır (Chen 1984, Goldston ve Rutherford 1995).

Evrende tüm gazlar az ya da çok iyonize olabilmektedir. Fakat tüm iyonize olabilen gazlar plazma ismi ile adlandırılmaz (Chen 1984). Maddenin plazma kelimesi ile adlandırılabilmesi plazmayı var eden parçaların yük taşıyor olması ve yüklü parçaların Coulomb kuvvetleri birbirleri ile etkileşimi gerekmektedir. Plazma içerisinde olan her parçacık, etrafındaki tüm parçacıklara eş zamanlı etkisini göstermektedir. Her zaman birbiri ile etkileşim içerisinde bulunan bu parçacıklar plazma içerisinde ortaklaşa bir hareket gerçekleştirmektedirler (Krall ve Trivelpiece 1973, Dallı 2013).

Maddenin 4. hali olarak adlandırılan plazma ile gaz hali arasında oldukça değişiklikler vardır. Bu farklı durumlar şu şekilde ifade edilebilir:

- Gazların bulunduğu ortamda yayılarak her şeyi doldurma özelliği var iken plazmalarda bu durumun tam tersi toplanma özelliği göstermektedir.
- İyonize olan plazmalar elektrik iletkenliği sağlayabilirken gazlar elektriği iletemez. Bunu sebebi ise gazın nötr parçacıklardan meydana gelmesidir.
- Kimyasal tepkimeler madde gaz halinde iken daha yavaş olmakla beraber plazma halinde bu durum daha hızlı gerçekleşir.
- Gazlar nötr parçacıklardan meydana geldiği için manyetik alanlar ile etki oluşturmazlar. Plazmalar ise elektromanyetik dalgalar ile etkileşim sağlayarak manyetik alan oluşturma becerileri vardır (Thompson 1962, Terlingen 1993, Teke 2012, Dallı 2013).

Soğuk plazma tekniği, ısıl olmayan teknolojiler içerisinde en yeni tekniklerden biri olarak yer alır. Plazma teknolojinin avantajları oldukça fazla olması ile birlikte son zamanlarda farklı birçok sektörde tercih edilme sebebi olmuştur. Çevre yönünden güvenli oluşu, uygulama sırasında tehlike arz edecek madde ve malzemeler kullanılmaması, işlemin temiz olması, gıda üzerine uygulandığında gıda da fiziksel ya da kimyasal olumsuz değişikliklere sebep olmaması bu teknolojinin tercih edilme sebeplerinden bir kaçıdır (Mutlu vd. 1997, Moisan vd. 2001, 2002, Yang vd. 2009, Asık ve Seydim 2011, Kayar ve Yıldız 2011). Plazma televizyon ve aydınlatmada tercih edilmesi dışında malzeme

yüzeyinin aşındırılması içinde kullanılarak sanayide büyük avantaj sağladığı bilinmektedir (Aktan 2011). Medikal taraftaki etkisi ise yüzey modifikasyonu, biyolojik dezenfeksiyon ve tedavi edici amacı ile uygulanmaktadır (Weltman 2008, Aktan 2011).

2.7 Plazmanın Sınıflandırılması

Plazmaların sınıflandırılması genel olarak barındırdıkları termodinamik niteliklerine göre yapılır. Bu sınıflandırmaya göre soğuk plazma ve sıcak plazma olacak şekilde adlandırılmaktadır (Li vd. 1997, Tusek vd. 2001, Şen 2010).

2.7.1 Sıcak Plazma

Sıcak plazma içerisinde oldukça fazla iyon taşımaktadır ve yüksek enerjiye sahiptir. Bu sebeple sıcak plazma yüksek iyonlaşma becerisine sahip olan bir yapıdır (Friedrich 2011, Güleç 2012). Sıcak plazmayı lamba ışıması, elektrik arkı ve yüksek güç boşalımları gibi durumlar ile örneklendirebiliriz (Li vd. 1997, Tusek vd. 2001, Şen 2010). Yüksek derecelerde uygulama işlemi yapılan sıcak plazma madde üzerinde meydana gelen organik polimerik yapıya olumsuz etkisi olduğundan sadece sıcaklığa karşı dayanımı olan organik olmayan maddelerin bu duruma örnek seramik, metal, paslanmaz çelik gibi maddelerin yüzey özelliklerinin farklılaştırılmasında tercih edilip kullanıldığı bilinmektedir (Friedrich 2011, Güleç 2012). Sanayide oldukça büyük olan metallerin parçalanmasında, tekstil sektöründe kumaş renklendirme işlemi gibi durumlarda tercih edilmektedir (Bozduman 2012).

2.7.2 Soğuk Plazma

Soğuk plazma için ortamda fazla miktarda düşük sıcaklığa sahip parçacıklar, atomlar ve bu parçacıklara göre yüksek sıcaklıkta elektronlar gerekmektedir. Soğuk plazma iyonlaşma oranı %6-9 aralığında farklılık göstermektedir (Friedrich 2011, Güleç 2012, Bozkurt 2014).

Soğuk plazma teknolojisi sahip olduğu özellikleri sayesinde gıda sektöründe ve daha çokta ısıl işlem uygulanamayan gıda mamulleri üretiminde uygulanabilen bir yöntem haline gelmiştir (Moreau vd. 2008). Bu yöntem bakteri, maya, küf ve tehlikeli

mikroorganizmaları pasif ve etkisiz hale getirebilmektedir (Niemira 2012a). Bunun yanı sıra soğuk plazma işlemi yüzeylerin, medikal cihaz ürünlerinin, su, hava, gıda ve canlı hücrelerin sterilizasyon amacıyla da tercih edilmektedir (Niemira 2012a, Jiang vd. 2012).

2.8 Plazmanın Üretilmesi

Gaz plazması genel olarak yüzeysel bir elektrik alan kullanılarak üretilimi gerçekleştirilir. İşlemde kullanılan gazın voltajı belirli bir seviyeyi aştığında gaz iyonize hale gelmektedir. Gaz plazması elektronların, iyonların, serbest radikallerin ve UV fotonların birleşiminden meydana gelmekte ve mikroorganizmaları inaktive etme yeteneğini barındırır (Perni vd. 2007, Noriega vd. 2011).

Mikrodalga, radyo frekansı, elektromanyetik alan, sıcaklık, optik, radyoaktivite ve X-ışınları plazma üretiminde gazların iyonizasyonu için kullanılmakta olan enerjilerdir (Stoica vd. 2013). İyon ve elektronlardan meydana gelen plazma radyofrekansı (RF), mikrodalga (MD) veya dielektrik bariyer boşaltıcı (DBB) güç kaynaklarını kullanarak elektrotta üretilir ve güç kaynağından meydana gelen enerji, plazma işleminde meydana gelen iyon bombardımanı içeriğine ve diğer elektroda uygulanır (Breen vd. 2011, Pankaj vd. 2014). Sürekli bir plazma olması için kesinti engellenmelidir (Denes 1997, Teke 2012).

2.9 Plazmanın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi

Bu tekniğin bakterileri etkisiz hale getirmede kullanılabileceği ilk kez 1996 yılında Laroussi tarafından ifade edilmiştir (Driks vd. 2012; Patil vd. 2014). Plazma işlemlerinin mikroorganizmalar üzerine etkisi UV, ozon, reaktif türlerin üretilmesini içeren sinerjistik mekanizmaların bütünüdür (Niemira 2012a, Laroussi ve Leipold 2003). Oluşan plazma DNA'ya hasar verir ve dokular, DNA sarmalının olumsuz etkilenmesini süratli seviyede tedavi yapamamaktadır. Mikrobiyolojik metottaki kimyasal bağın kırılması ile birlikte uçucu bileşikler meydana gelerek ve yine oluşmakta olan serbest radikallerin asitle etkileşimini üzerine mikroorganizma aktivitesi düşmektedir (Moisan vd. 2002).

Son zamanlarda sıcaklığa hassasiyeti olan tıbbi makinelerin sterilizasyon işleminde tercih edilen soğuk plazma, biyofilm-formları ve bakteri sporları bünyesine giren mikroorganizmalara karşı etkileri çok yüksektir (Montie vd. 2000, Vleugels vd. 2005). Bunun yanı sıra soğuk plazma, yüzey, hava, gıda ve canlı mikroorganizmaların sterilizasyon işleminde tercih edilmektedir (Niemira 2012a, Jiang vd. 2012).

Gaz plazmasının mikrobiyolojik inaktive işlemine etkisi çok eski zamanlardan günümüze kadar araştırılmıştır (Perni vd. 2007). Bu zamana kadar yapılmış çalışmalar plazmanın *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, *Salmonella* ve *Staphylococcus aureus* gibi gıda kaynaklı patojen bakterilerin, etkisi yüksek inaktive sağladığı görülmüştür (Critzler vd. 2007, Niemira ve Sites 2008, Sureshkumar vd. 2010, Yun vd. 2010, Dirks vd. 2012).

2.10 Soğuk Plazma Kullanım Alanları

Soğuk plazmanın sıcaklığı ortalama 30–60°C aralığındadır. Bu sıcaklık aralığı maliyet yönünden bakıldığında avantaj sağladığından gıda sektöründe tercih sebebi olmuştur. Bu yöntem 2 ayrı şekilde uygulanabilmektedir. Direkt uygulamalı sistemde plazma ile temas halindedir. “Afterglow” adında bilinen indirekt uygulamalı sistemde ise işlem uygulanacak örneğe mesafeli şekilde konumlandırılır ve yalnız reaktif türlerle maruz bırakılır. Bu teknik gıdanın, su, yağ, protein gibi temel bileşenleri ile etkileşim sağlamasına rağmen gıda içerisine etki etmemesi ve değişikliğin yalnız yüzeyinde olduğu bilinmektedir (Misra vd. 2011).

Soğuk Plazma Tekniğinin Avantajları

- Düşük sıcaklık aralığında yüksek sterilizasyon sağlama
- Polimer yüzeye etki eden mikroorganizmaları hemen inaktive edebilme
- Uygulama yönteminde maliyet az olması,
- Ücreti yüksek cihazlara ihtiyaç olmaması
- Enerji tasarrufu sağlama
- Gıda üzerine uygulandığında fiziksel ya da duyuşsal niteliklerinin değişikliğe uğramaması

- Ambalaj yapısında değişiklik sağlamaması
- Yüzey kaplamanın ince ve homojen şekilde olması
- Ambalajlar için kalıntı bırakmadan sterilizasyon işlemi sağlaması (Niemira 2012, Pankaj vd. 2014, Yasuda 1984)

Diğer kimyasal işlemlerle karşılaştırıldığında teknik için uzun bir ön hazırlık gerektirmemesi ve atık oluşumuna sebep olmadığından çevre dostu bir teknik olarak değerlendirilmektedir (Yangılar ve Oğuzhan 2013).

Ulbin-Figlewicz vd. (2015) yapmış oldukları çalışmada et yüzeyindeki mikroorganizmaların aktivitesini düşürme, etin rengi ve pH değeri üzerindeki soğuk plazma tekniğinin etkilerini araştırmışlardır. Plazma, vakum odasındaki (son 0,8 MPa) yüksek voltaj boşaltıcı ile nitrojen, helyum ve argon gazlarından yararlanılarak uygulanmıştır. Uygulama için iki farklı süre 5 ve 10 dk olarak karar verilmiştir. Helyum gazı ve argon gazı ile 10 dk süre işleme tabi tutulan numunelerdeki psikrotrofik bakteri sayıları ve toplam mikroorganizma sayılarında sıra ile, 3 log kob/cm² ve 2 log kob/cm² azalma görülmüştür. Maya-küf sayıları ise helyum gazı ile 3 log kob/cm², argon gazı ile 2,6 log kob/cm² düştüğü bildirilmiştir. Nitrojen plazması toplam maya-küf sayısını 10 dakikalık işlem ardından 1 log kob/cm² düşürürken, toplam mikroorganizma sayıları ve psikrotrof sayıları ciddi derecede düşürmüştür. Soğuk plazma işleminin ardından örneklerin renk değerlerinde ve pH değerlerinde önemli farklılıklar meydana geldiği tespit edilmiştir.

Jayasena vd. (2015), esnek ince-tabaka dielektrik bariyer boşaltıcı (DBD) plazma tekniği ile sığır filetosu ve domuz budundaki mikrobiyal aktiviteyi düşürmek için araştırma yapmışlardır. Domuz budu örneklerinin 10 ve 16 dk maruz bırakılması ardından *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella Typhimurium* türü bakteri sayılarında sıra ile 2,04, 2,54 ve 2,68 log kob/g düşmüş olduğu görülürken, sığır filetosu örneklerinde sıra ile 1,90, 2,57 ve 2,58 log kob/g düştüğü gözlemlenmiştir. Bu tekniğin numunelerin L* değeri üstünde ciddi etki yaratmadığı, ama a* değeri üstünde düşürücü etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Ulbin-Figlewicz vd. (2014), helyum gazı ve argon gazlarının kullanımı ile üretilen plazma işlemini yüzeyine inoküle edilmiş saf bakteri kültürlerinin ve etin yüzey mikrobiyotası hareketliliğine etkisini araştırmışlardır. Düşük basınçta (20 kPa) ve fazla voltaj boşaltıcı ile üretilmiş soğuk plazma işlemleri 120 saniye, 300 saniye ve 600 saniye süre ile örnekler üzerine uygulama yapılmıştır. Helyum plazma kullanımı ile 600 saniye boyunca uygulanan soğuk plazma tekniği ile toplam mikroorganizma sayıları, maya-küf sayıları ve psikrotrofik mikroorganizma sayıları domuz etinde 0,98-2,09 log kob/cm² aralığında düşerken; sığır etinde 1,14-1,48 log kob/cm² aralığında azaldığı görülmüştür. Helyum gazı ile üretilen plazma işlemini 120 saniye uygulanması ile *Bacillus subtilis* ve *Yersinia enterocolitica* sayılarının 2 log kob/cm² düşürdüğü tespit edilmiştir.

Kim vd. (2013) yapmış oldukları çalışmada, argon ile üretilen atmosferik basınç plazmasının tavuk jambonlarında görülen *Campylobacter jejuni*'nin inaktive edebilme etkinliğini araştırmışlardır. 10⁶ kob/mL inoküle düzeyindeki *Campylobacter jejuni* NCT11168 ve ATCC49943 kullanımı ile kontamine olmuş tavuk göğsü jambonuna sıra ile 6 dk-10 dk bu tekniğe maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda *C. jejuni* NCT11168'de 3 log kob/mL kadar, *C. jejuni* ATCC49943'te ise 1,5 log kob/mL kadar düştüğü ifade edilmiştir. Araştırmacılar numune sıcaklığının çalışma boyunca 43°C'yi geçmediği ve inaktivasyon işleminin sıcaklık ile alakalı bir durum olmadığı görülmüştür. Bununla beraber araştırmacılar a_w (su aktivitesi) değerinin 10 dk işlemlerle beraber ciddi düzeyde düştüğü tespit etmişlerdir (p<0,05).

Rød vd. (2012), soğuk atmosferik basınç plazma tekniğinin etkilerini *Listeria innocua* ile kontamine olmuş tüketim için hazır olan et mamulleri (bresaola) üstünde araştırdığı çalışmada %30 oksijen gazı ve %70 argon gazı barındıran yoğunluğu düşük polietilen keseler içindeki numunelere 15 ,5 ,31 ve 62 W, 2-60 saniye ile uygulamaya tabi tutulmuşlardır. İşlem ardından *L. innocua* sayısında 0,8 ± 0,4 log kob/g'dan 1,6 ± 0,5 log kob/g'a kadar düşme olduğu gözlemlenmiştir. Uygulamanın sonrasında 5°C'de 1-14 gün süre ile depolanan numunelerde TBA reaktif maddelerin konsantrasyonları artmış olduğu görülmüştür. 14 gün depolama işleminin sonrasında yüzeyinde %40 ve %70 seviyesinde kırmızı renk kaybı gözlemlendiği bildirilmiştir.

Kim vd. (2011), atmosferik basınç plazmasının patojenleri inaktivasyon kabiliyetini domuz pastırması üstünde araştırmışlardır. Araştırmacılar domuz pastırmasına *Listeria monocytogenes* (KCTC 3596), *Escherichia coli* (KCTC 1682) ve *Salmonella Typhimurium* (KCTC 1925) inokülasyonu gerçekleştirmişlerdir ve araştırma boyunca helyum gazı ve helyum/oksijen gazları karıştırılarak 1-1,5 dk süre ile etkilerine bakmışlardır. Bu uygulama sonrasında helyum gazı ile üretilen plazmanın patojen sayılarını 1-2 log/g'a azalttığı, helyum/oksijen gazı karıştırılarak üretilen plazmanın ise 2-3 log/g'a düştüğü görülmüştür. Toplam aerobik bakteri miktarının, helyum ile üretilen plazma işleminde 1,89 desimal ve helyum/oksijen gazı ile üretilen plazma işleminde ise 4,58 desimal azaldığı bildirilmiştir.

Noriega vd. (2011), soğuk atmosferik gaz plazmasının etkisini *Listeria innocua* ile kontaminasyonu sağlanmış tavuk kası ve derisi üstüne araştırma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada oksijen gazının kullanımı, yüksek voltaj uygulamaları, uyarım frekansı inaktivasyon verimliliğini arttırmıştır. Uygun koşullarda gerçekleştirilmiş olan uygulamada 8 dk boyunca tavuk derisinde 1 log kob/cm² 'lik düşme yaşandığı ve 4 dk uygulama süresi ile tavuk kasında >3 log kob/cm² düşme tespit edildiği bildirilmiştir.

Dirks (2010) çiğ kanatlı etleri üstünde yapılan araştırmada, ısı olmayan yalıtkan bariyer boşaltıcı plazmanın *Salmonella enterica* ve *Campylobacter jejuni* bakterileri üstündeki etkisini araştırmıştır. Her iki bakteri sayısında 5 dk plazma işlemi 4 log kob/mL, 10 dk plazma uygulaması ile 6 log kob/mL azalmıştır. Ayrıca kemiksiz, derisiz tavuk-göğsü ve derili tavuk buduna da plazma uygulaması yapılmıştır. 10¹, 10², 10³ ve 10⁴ kob/mL *Salmonella enterica* ve *Campylobacter jejuni* ile kontaminasyonu sağlanmış tavuk göğsü ve tavuk derisindeki *Salmonella enterica*, 3 dk uygulama sonrasında sıra ile 2,54 ve 1,31 log kob/mL azaldığı; *Campylobacter jejuni*, 3 dk uygulama sonrasında sırası ile 2,45 ve 3,11 log kob/mL düştüğü tespit edilmiştir. Araştırmacılar tavuk göğsü ve tavuk derisinde kalan yüzey mikroflorasının inaktive edilmesinde plazmanın etkisini araştırmışlardır. 30 dk süre ile numunelere uygulanmış plazma tekniği ardında sırası ile 0,91 log kob/mL ve 0,38 log kob/mL 'ye kadar düştüğü bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

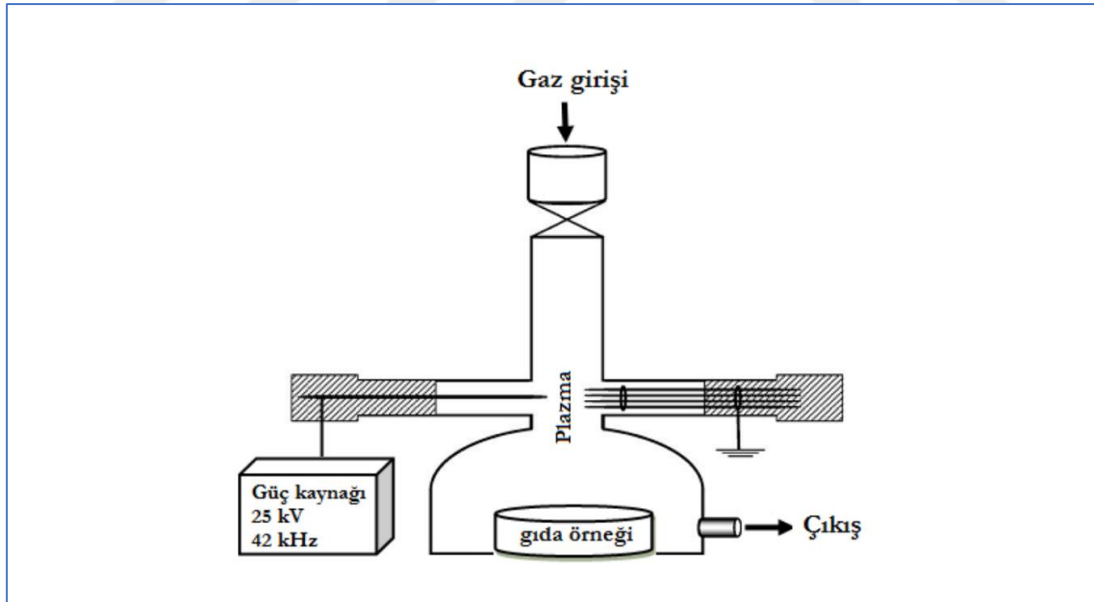
3.1 Materyal

Bu çalışma için kullanılan inek kaymağı numuneleri Afyonkarahisar ilinden temin edilmiştir. Kaymak örnekleri soğuk zincir eşliğinde Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda mühendisliği bölümü mikrobiyoloji laboratuvarına ulaştırılmış ve tüm işlemler boyunca buzdolabı sıcaklığında saklanmıştır.

3.2 Metot

3.2.1 Plazma Sistemi ve Kullanılan Gazlar

Araştırmada uygulanan soğuk plazma sistemi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda mühendisliği mikrobiyoloji laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresince yararlanılan soğuk plazma sistemi Şekil 3.1 'de gösterilmiştir (Aktop 2016).



Şekil 3.1 Soğuk Plazma Sistemi (Aktop 2016)

Araştırmada argon ve oksijen gazlarından yararlanılmıştır. Bunun dışında oksijen ve argon gazının %50-50 oranında karışımından yararlanılmıştır. Çalışmada uygulama

süresi ön denemeler neticesinde 20 ve 40 dk olarak tespit edilmiştir. Kullanılan gazlar ve kaymak numunelerine ait kod bilgileri aşağıda verilmiştir. Kullanılan gazlar, Kocaşaban A.Ş.' den satın alınmıştır.

- Kontrol numunesi (K0)
- %100 O₂ gazı 20 dakika (K1)
- %100 O₂ gazı 40 dakika (K2)
- %100 Ar gazı 20 dakika (K3)
- %100 Ar gazı 40 dakika (K4)
- %50 O₂- %50 Ar 20 dakika (K5)
- %50 O₂- %50 Ar 40 dakika (K6)

Çalışmada kullanılmak üzere istenilen şartlarda plazmayı üretmek için 25 kV gücünde ve 42 kHz frekansına sahip olan güç kaynağından yararlanılmıştır. Resim 1.'de bu sistem verilmiştir.

Çalışmada 7 adet 1 mm'lik tungsten çelik elektrot kullanılmış olup elektrotlardan bir tanesi diğer 6 elektrotun karşısına yatay biçimde yerleştirilerek anot-katot uçlar arasında plazma üretimi gerçekleştirilmiştir.



Resim 3. 1 Çalışmada Kullanılan Yüksek Voltaj Kaynağı

3.2.2 Soğuk Plazma Sisteminin Parametreleri

Kaymak numunelerinde yararlanılacak soğuk plazma sisteminin parametreleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3. 1 Soğuk plazma uygulamasında kullanılan özellikler.

Plazmanın Gücü (kW)	25 kW
Plazmanın frekansı (kHz)	42 kHz
Gaz akış hızı (L/dk)	1 L/dk
Süre (dk)	20-40 dk
İyonlaştırma gazları	Argon ve oksijen
Elektrotlar arasındaki uzaklık (mm)	13 mm
Basınç (atm)	1 atm (atmosferik basınç)

Çalışma esnasında basınç, voltaj, frekans, elektrotların mesafesi, gaz akış hızı sabit kalması sağlanmış olup, sadece işlem süresi ve gaz türünde değişiklik yapılmıştır

3.3 Kaymak Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizleri

3.3.1 Kaymak Numunelerinin Mikrobiyolojik Analizler İçin Ön Hazırlığı

Kaymak numunelerinden 10’ar g tartılarak üzerine daha önce otovlavlanmış ve sterilizasyonu sağlanmış ringer (Ringer-Merck. 1.15525) çözeltisinden 90 mL üstüne eklenmiştir. Homojenizasyonu sağlamak için karışım stomacher (Stomacher 400 UK) da 2 dakika boyunca orta hızda homojen hale gelmesi sağlanmıştır. Bu şekilde 10^{-1} ’lik dilüsyon hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyondan önceden sterilizasyon işlemi yapılan pipet yardımıyla 1 mL alınıp aynı şekilde steril edilmiş, 9 mL ayarlı ringer çözeltisiyle karıştırılarak 10^{-2} ’lik dilüsyon hazır hale gelir. Bu şekilde 10^{-3} ’lük, 10^{-4} ’lük dilüsyonlar da elde edilir (Akarca 2013).

3.3.2 Koliform Grubu Bakterilerin Sayımı

Koliform grubuna bakteri sayısı Violet Red Bile Agar (VRBA- Merck, 1.01406, USA) kullanılmıştır. Su banyosunda sterilize edilen besiyeri, petri kutularına çift paralelli, yaklaşık olarak 12,5 mL olacak şekilde dökülür. Besiyerinin petri kutsuna yayılması için, petri kutusu ileri geri, sağ sol, yapılarak karıştırılır. Besiyerinin katılaşması ve yüzey kuruması beklenir (Özdemir ve Sert 1996). Ardından daha önce hazırlanan dilüsyonlardan çift paralel olacak şekilde, 0,1'er mL petri kutularına ilave edilir. Bir beher içerisindeki % 76'lık (v/v) etil alkolde tutulan cam drigalski spatülü, bunsen beki alevinde yakılarak alkolü uzaklaştırılır ve sterilize edilir. Spatül önce petri kutusunda boş bir yerde soğutulduktan sonra, ilave edilen örnek, petri kutusunun her yerine eşit olacak şekilde yayılır. Numunenin besiyeri tarafından emilmesi için beklendikten sonra, VRBA ikinci kez ancak ilkinden daha az (4-5 ml) olacak şekilde donmuş besiyerinin üzerine dökülerek karıştırılır. Besiyerleri donduktan sonra, petri kutuları ters çevrilerek 30°C'deki inkübatörlerde 24- 48 saat inkübasyona bırakılır. İnkübasyon ardından besiyerlerinin yüzeyinde gelişen çapı 0.5 mm'den büyük olan kırmızı renkli koloniler sayılarak koliform grubu bakterilerin sayısı belirlenmiştir (Halkman 2005, Nickerson ve Sinskey 1974, Anonim 1989, Temiz 2000). Hesaplama formül 3. 1 denklik kullanılarak yapılmıştır.

3.3.3 Toplam Aerobik Mezofil Bakteri Sayısı

Çalışmada toplam aerobik mezofil bakteri analizi yayma plak yöntemi ile Plate Count Agar (PCA Merck, 105463, Almanya) besiyeri kullanılarak yapılmıştır. PCA besiyerinden 11.25 g erlenmayere tartılıp üstüne de 500 mL saf su ilave edilmiştir. Manyetik karıştırıcı üstünde balıklar yardımı ile homojen bir karışma sağlanıp ardından otoklavda 121 °C'de, 1 atm basınçta 20 dk süre ile sterilizasyon sağlanması sonrası besiyeri 41-45 °C'ye kadar soğutulmuştur. Ardından petri kutularına ortalama 12.5 mL olacak şekilde dökülmüştür.

Dökülen besiyerinin petri kutusuna eşit dağılmasını sağlamak için, sağa sola, öne arkaya olacak şekilde hareket ettirilmiştir. Besiyerinin sertleşmesi için 10 dk kadar beklenip ardından önceden hazırlanmış olan kaymak dilüsyonundan steril pipet yardımıyla çift paralel olacak şekilde 0,1'er mL petrilere inoküle edilmiştir. Bir beher içinde %76'lık

(v/v) etil alkolde muhafaza edilen cam drigalski spatülü, bunsen beki alevinde sterilizasyonu sağlanarak, etil alkolden uzaklaştırılmıştır. Drigalski öncelikle petri kutusu içerisinde boş bir alanda soğuması sağlanarak ardından eklenen numuneyi, petri kutusu içerisinde homojen bir şekilde yayılmıştır. İnokülasyonun ardından petriler ters çevrilerek 35-37°C’deki etüvlerde 24-48 saat inkübasyon işlemi gerçekleştirilir. İnkübasyon süresi sonrasında besiyeri üstünde gelişmiş olan 0.5 mm’den daha büyük koloniler sayılıp, kayıt altına alınmıştır (Dokuzlu 2004, Halkman 2005).

3.3.4 Toplam Maya ve Küf Sayısı

Çalışmada toplam maya ve küf analizi yayma plak yöntemi ile Potato Dexrose Agar (PDA-Merck 1.10130) besiyeri kullanılarak yapılmıştır. PDA besiyerinden 19.50 g erlenmayere tartılıp üstüne de 500 mL saf su ilave edilmiştir. Manyetik karıştırıcı üstünde balıklar yardımı ile homojen bir karışma sağlanıp ardından otoklavda 121 °C’de, 1 atm basınçta 20 dk süre ile sterilizasyon sağlanması sonrası besiyeri 41-45 °C’ye kadar soğutulmuştur. Ardından petri kutularına yaklaşık 12.5 mL olacak şekilde dökülmüştür. Dökülen besiyerinin petri kutusuna eşit dağılmasını sağlamak için, sağa sola, öne arkaya olacak şekilde hareket ettirilmiştir. Besiyerinin sertleşmesi için 10 dk beklenip ardından önceden hazırlanmış olan kaymak dilüsyonundan steril pipet yardımıyla çift paralel olacak şekilde 0,1’er mL petrilere inoküle edilmiştir. Bir beher içinde %76’lık (v/v) etil alkolde muhafaza edilen cam drigalski spatülü, bunsen beki alevinde sterilizasyonu sağlanarak, etil alkolden uzaklaştırılmıştır. Drigalski öncelikle petri kutusu içerisinde boş bir alanda soğuması sağlanarak ardından eklenen numuneyi, petri kutusu içerisinde homojen bir şekilde yayılmıştır. İnokülasyonun ardından petriler ters çevrilerek 25-28°C’de 5 gün inkübasyona bırakılır. İnkübasyon süresi sonrasında besiyeri üstünde gelişmiş olan koloniler sayılıp, kayıt altına alınmıştır (Halkman 2005, Koburger ve Marth 1984, Dokuzlu 2004).

3.3.5 Lipolitik Bakteri Sayısı

Kaymak örneklerinin lipolitik bakterilerin analizi yayma plak yöntemi kullanılarak yapılmış, analizde Tributyrin Agar (TBA Merck 1.01957) besiyeri kullanılarak yapılmıştır. TBA besiyerinden 11.50 g erlenmayere tartılıp üstüne de 495 mL saf su ilave

edilmiştir. Manyetik karıştırıcı üstünde balıklar yardımı ile homojen bir karışma sağlanıp ardından üzerine 10 mL/L olacak şekilde Neutral Tributyrin (Glycerol tributyrate Merck 1.01958) ilave edilmiştir. Daha sonra besiyeri otoklavda 121°C’de 1 atmosfer basınçta 20 dakika boyunca sterilize edilmesi ardından 41-45°C kadar soğutulmuştur. Ardından petri kutularına yaklaşık 12.5 mL olacak şekilde dökülmüştür (Halkman 2005).

Dökülen besiyerinin petri kutusuna eşit dağılmasını sağlamak için, sağa sola, öne arkaya olacak şekilde hareket ettirilmiştir. Besiyerinin sertleşmesi için 10 dk beklenip ardından önceden hazırlanmış olan kaymak dilüsyonundan steril pipet yardımıyla çift paralel olacak şekilde 0,1’er mL petrilere inoküle edilmiştir. Bir beher içinde %76’lık (v/v) etil alkolde muhafaza edilen cam drigalski spatülü, bunsen beki alevinde sterilizasyonu sağlanarak, etil alkolden uzaklaştırılmıştır. Drigalskinin öncelikle petri kutusu içerisinde boş bir alanda soğuması sağlanarak ardından eklenen numuneyi, petri kutusu içerisinde homojen yayılmıştır. Besiyerleri donmasının ardından petri kutuları ters çevrilmiş ve etüvde aerobik 35-37°C’de 2-3 gün inkübasyona bırakılır. İnkübasyon süresi sonrasında besiyeri üstünde gelişen koloniler sayılıp, kayıt altına alınmıştır (Halkman 2005, Koburger ve Marth 1984, Dokuzlu 2004).

3.3.6 Proteolitik Bakteri Sayısı

Çalışmada proteolitik bakteri analizi yayma plak yöntemi ile Plate Count Agar (PCA-Merck 1.05463) besiyeri kullanılarak yapılmıştır. PCA besiyerinden 11.25 g erlenmayere tartılıp üstüne de 500 mL saf su ilave edilmiştir. Manyetik karıştırıcı üstünde balıklar yardımı ile homojen bir karışma sağlanıp ardından otoklavda 121 °C’de, 1 atm basınçta 20 dk süre ile sterilizasyon sağlanması sonrası besiyeri 41-45 °C’ye soğutulmuştur. Ardından üstüne sterilize olan yağsız süttten %10 oranında eklenip homojen karışmasını sağladıktan sonra petri kutularına yaklaşık 12.5 mL olacak şekilde dökülmüştür (Dağdemir 2006).

Dökülen besiyerinin petri kutusuna eşit dağılmasını sağlamak için, sağa sola, öne arkaya olacak şekilde hareket ettirilmiştir. Besiyerinin sertleşmesi için 10 dk beklenip ardından önceden hazırlanmış olan kaymak dilüsyonundan steril pipet yardımıyla çift paralel

olacak şekilde 0,1'er mL petrilere inoküle edilmiştir. Bir beher içinde %76'lık (v/v) etil alkolde muhafaza edilen cam drigalski spatülü, bunsen beki alevinde sterilizasyonu sağlanarak, etil alkolden uzaklaştırılmıştır. Drigalski öncelikle petri kutusu içerisinde boş bir alanda soğuması sağlanarak ardından eklenen numuneyi, petri kutusu içerisinde homojen bir şekilde yayılmıştır. İnokülasyonun ardından petriler ters çevrilerek 35-37°C'de 24-72 saat inkübasyona bırakılır. İnkübasyondan sonra petri kutuları üzerine %1'lik HCl asit dökülerek 1 dakika kadar beklenir, asidin fazlası petri kutusundan uzaklaştırıldıktan sonra etrafı açık zona sahip koloniler sayılır (Dağdemir 2006). Sonuçların hesaplanması formül 3.1'e belirtilen eşitlik kullanılarak yapılır (Halkman 2005, Koburger ve Marth 1984, Dokuzlu 2004).

3.3.7 Laktik Asit Bakterilerin Sayımı

Çalışmada laktik asit bakterilerinin analizi yayma plak yöntemi ile MRS Agar (Merck 1.10661), (De Man, Rogosa ve Sharpe MRS Agar) besiyeri kullanılarak yapılmıştır. MRS 34,1 g erlenmayere tartılıp üstüne de 500 mL saf su ilave edilmiştir. Manyetik karıştırıcı üstünde balıklar yardımı ile homojen bir karışım haline getirildikten sonra otoklavda 121 °C'de, 1 atm basınçta 20 dk süre ile sterilize edilmiştir. Ardından besiyeri 41-45 °C'ye sıcaklığa gelene kadar soğutulmuştur. Soğutulan besiyeri daha sonra petri kutularına yaklaşık 12.5 mL olacak şekilde dökülmüştür (Dağdemir 2006).

Dökülen besiyerinin petri kutusuna eşit dağılmasını sağlamak için, sağa sola, öne arkaya olacak şekilde hareket ettirilmiştir. Besiyerinin katılaşmasının ardından önceden hazırlanmış olan kaymak dilüsyonundan steril pipet yardımı ile çift paralel 0,1'er mL olacak şekilde petrilere inoküle edilmiştir. Bir beher içinde %76'lık (v/v) etil alkolde muhafaza edilen cam drigalski spatülü, bunsen beki alevinde sterilizasyon edilerek fazla etil alkolden uzaklaştırılmıştır. Drigalskinin öncelikle petri kutusu içerisinde boş bir alanda soğuması sağlanarak ardından petri kutusu içerisinde homojen bir yayılma gerçekleştirilmiştir. Besiyerlerinin inokulatu emmesi ardından petriler ters çevrilerek Anaerobik jarlar (Merck. 116387) içine alınmıştır. Kullanılan jar içine bir tane Anaerocult C (1.16275.0001) bırakılır ve üstüne her göze 3 mL saf su ilave edilerek jarlar kapatılmıştır. Jarlar 30°C'de etüvlerde 3 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon bitiminde besiyeri yüzeyinde gelişen gri renkli koloniler sayılmıştır (Ünlütürk ve Turantaş 2002, Halkman 2005, 2019).

3.3.8 Toplam Aerobik Psikrofil Bakteri Sayısı

Çalışmada toplam aerobik psikrofil bakteri analizi yayma plak yöntemi ile ve Plate Count Agar (PCA Merck, 105463, Almanya) besiyeri kullanılarak yapılmıştır. PCA besiyerinden 11.25 g erlenmayere tartılıp üstüne de 500 mL saf su ilave edilmiştir. Manyetik karıştırıcı üstünde balıklar yardımı ile homojen bir karışma sağlanıp ardından otoklavda 121 °C’de, 1 atm basınçta 20 dk süre ile sterilizasyon sağlanması sonrası besiyeri 41-45 °C’ye kadar soğutulmuştur. Ardından petri kutularına ortalama 12.5 mL olacak şekilde dökülmüştür.

Dökülen besiyerinin petri kutusuna eşit dağılmasını sağlamak için, sağa sola, öne arkaya olacak şekilde hareket ettirilmiştir. Besiyerinin sertleşmesi için 10 dk kadar beklenip ardından önceden hazırlanmış olan kaymak dilüsyonundan steril pipet yardımıyla çift paralel olacak şekilde 0,1’er mL petrilere inoküle edilmiştir. Bir beher içinde %76’lık (v/v) etil alkolde muhafaza edilen cam drigalski spatülü, bunsen beki alevinde sterilizasyonu sağlanarak, etil alkolden uzaklaştırılmıştır. Drigalski öncelikle petri kutusu içerisinde boş bir alanda soğuması sağlanarak ardından eklenen numuneyi, petri kutusu içerisinde homojen bir şekilde yayılmıştır. İnokülasyonun ardından petrilere ters çevrilerek 4°C’de 5-7 gün inkübasyona bırakılır. İnkübasyon süresi sonrasında besiyeri üstünde gelişmiş olan 0.5 mm’den daha büyük koloniler sayılıp, kayıt altına alınmıştır (Dokuzlu 2004, Halkman 2005).

Bu çalışmadaki mikrobiyoloji sonuçlarının hesaplanması aşağıda belirtilen formül 3.1 kullanılarak yapılmıştır (Ünlütürk ve Turantaş 2002, Halkman 2005,2019).

$$N = C/V \times (n1 \pm 0.1 \times n2) \times d \quad (3.1)$$

N : Numunenin 1 g ya da 1 mL’deki mikroorganizma miktarı

C : Petrilereki toplam koloni miktarı

V : Petrilere aktarılmış olan hacim (mL)

n1: Birinci seyreltme işleminde sayılan petri kutu miktarı

n2: İkinci seyreltme işleminde sayılan petri kutu miktarı

d : Sayımın yapıldığı ardışık iki seyreltiden daha konsantre olanın seyrelme oranı

3.3.9 *Staphylococcus aureus* Türü Bakterilerin Sayımı

Baird-Parker Agar (BPA-Merck, 1.05406, USA) ve Egg Yolk Tellurite Emulsion (Merck 1.03785) kullanılarak hazırlanan besiyeri *Staphylococcus aureus* türü bakteri sayısının belirlenmesi amacı ile kullanılmıştır. Ekimi yapılan petri kutuları 37 °C sıcaklıkta etüvde (Nüve, Fn 500, Türkiye) 24-48 saat inkübasyona bırakılmış süre sonunda besiyerlerinin üzerinde gelişen, kenarlarında ince beyaz presipitasyon halkası oluşmuş temiz zonlu parlak siyah koloniler büyük olasılıkla koagulaz pozitif *Staphylococcus* kolonileridir (ISO 33 6888-1).

Bu koloniler işaretlendikten sonra petriler, 18 saatlik ikinci bir inkübasyona daha tabi tutulur. 48 saatli inkübasyon sonunda yukarıda tanımlanan temiz zonlu, olası tipik *Staphylococcus* kolonileri ile etrafında temiz zon oluşturmeyen opak zonlu parlak siyah koloniler ayrı ayrı sayılır. Sayılan her iki tip olası *Staphylococcus* kolonilerinden en az 5'er tanesine koagulaz testi uygulanır ve her iki tip popülasyon içerisindeki koagulaz pozitif *Staphylococcus* sayısı bulunan örneğin gramındaki koagulaz pozitif *Staphylococcus* sayısı hesaplanır (Halkman 2005, Ünlütürk ve Turantaş 2002).

Koagulaz testi yapılması amacıyla seçilmiş tipik koloniler Nutrient Agar (Merck) katı besiyerine inoküle edilerek 35 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılır. İnkübasyon süresi sonunda temiz bir lam alınarak her iki ucu cam kalemiyle işaretlenir ve bu noktalara birer damla steril fizyolojik su (% 0,8 NaCl) damlatılır. Her iki noktadaki fizyolojik su üzerine iğne uçlu öze ile 24 saatlik taze kültür transfer edilerek homojen hale gelinceye kadar damlacık içinde süspanse edilir.

Lam üzerindeki kültürlerden birine 1 damla tavşan plazması (Bactident Coagulase – Merck) damlatılır. Diğer noktadaki fizyolojik su ve kültür karışımı ise kontrol olarak kullanılır. Lam yavaşça hareket ettirilerek 5 sn kadar solüsyonların karışması sağlanır.

Tavşan plazmasının ilave edildiği noktada kümeleşme ve çökelme gözlenen kültürler koagulaz pozitif olarak kabul edilir (Ünlütürk ve Turantaş 2002, Anonim 2001b).

Her petri için koagulaz pozitif olarak teşhis edilmiş *Staphylococcus* sayısı aşağıdaki formül 3.2 göre hesaplanır (Anonim 2001b).

$$a = bc/Ac \times Cc + bnc/Anc \times Cnc \quad (3.2)$$

Burada;

a : Koagulaz pozitif olarak teşhis edilmiş *Staphylococcus* sayısı

Ac : Koagulaz deneye atfedilen tipik kolonilerin sayısı

Anc : Koagulaz deneye atfedilen atipik kolonilerin sayısı

bc : Koagulaz pozitif olarak görülen tipik koloni sayısı

bnc : Koagulaz pozitif olarak görülen atipik koloni sayısı

Cc : Plak üzerinde görülmüş olan tipik kolonilerin toplam sayısı

Cnc : Plak üzerinde görülmüş olan atipik kolonilerin toplam sayısı

3.4 Kaymak Örneklerinin Fizikokimyasal Analizleri

3.4.1 Renk Tayini

Gıdalarda renk, tüketicinin ilk izleniminde etkili olup ürünün işletmeye kabul edilmesinde ve ürünün satışını etkileyen en önemli niteliklerden birisidir. Bu sebeple üreticilerin proses aşamasında ürünün rengini etkileyebilecek pozisyonlara dikkat edilmesi ve renk ölçümlerinin özenle yapılmasına önem verilmelidir. (Anonim 2014).

Gıdalarda bu analiz; renk tayini tekniklerinden birisi olan Hunter Kolorimetresi ile yapılmaktadır. Bu araştırmada kaymak numunelerinin renk analizi Hunter Kolorimetresinden kullanılarak ölçülmüştür. Hunter Kolorimetresi kullanımının esasında 3 renk vardır.

- L* değeri parlaklığı,

- a^* değeri kırmızı veya yeşilliği,
- b^* değeri sarılık veya maviliği ölçmektedir (Kahraman 2011).

Kaymak örnekleri düz bir zemine yerleştirilip, cihaza temas ettirilerek okuma yapıp değerler kaydedilmiştir.

3.4.2 pH Analizi

Kaymak örneklerinin pH değerleri, pH 4, pH 7 ve pH 10 tampon çözeltileri ile kalibre edilmiş olup Cyberscan 300 model pH metre kullanılarak ölçülüp, ölçülen sonuçlar kaydedilmiştir (Denizkara 2021).

3.4.3 Su Aktivitesi (a_w)

Kaymak numunelerinin (a_w) değerleri, su aktivitesi tayin cihazı (Novasina, LabTouch-aw, TH-500aw-Sprint, Swirteztland) ile 25 °C sıcaklıkta ölçülmüştür (Akarca 2013).

3.4.4 TBA (2-Tiyobarbitürik asit) Analizi

Kaymak numunelerinin TBA değerleri spektrofotometrik yöntemle saptanmıştır (Byun vd. 2001). 2 g kaymak numunesi alınıp 10'ar mL 0.4 M Perklorik asit çözeltisi ile muamele edilerek süzme işlemi sağlanmış, bu filtrat santrifüj tüplerine aktararak üzerine 25 mL'ye kadar 0.4 M Perklorik asit ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım 1790 devirde 5 dakika süre boyunca santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Santrifüjlenen karışım 1 mL ekstrakt cam test tüpüne alınmıştır. Daha sonra önceden hazırlanmış olan 0.02 N Tiyobarbitürik asit çözeltisinden 5 mL eklenmiştir. Tiyobarbitürik asit eklenmesi aşamasında başka bir test tüpüne 1 mL saf su alınıp üstüne 0.02 N Tiyobarbitürik asit çözeltisi eklenerek kör (şahit) örnek de hazır hale getirilmiştir. Bu tüpler sıcak su banyosunda 35 dakika süre ile bekletildikten sonra oda sıcaklığında soğuması sağlanmıştır. İstenilen sıcaklığa kadar soğutulan numuneler, 538 nm dalga boyunda şahit numuneye karşı standart bir spektrofotometre kullanımı ile absorbans değerleri belirlenmiştir. (Shimadzu UV-1800 Spectrophotometer, Kyoto, Japan). Absorbans değerlerini 7.8 ile çarpımı sonucunda ulaşılan değerler kayıt altına alınmıştır.

İstatistiksel Analizler

Çalışmamızda 2 farklı gaz ve 2 farklı süre kombinasyonu kullanılarak yüzey sterilizasyonu yapılan kaymak numunelerinin, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi Duncan çoklu karşılaştırma testi, IBM SPSS ver.23.0 (2015) paket programından yararlanılmıştır (SPSS 2015).



4. BULGULAR

Bu araştırmada inek kaymağı yüzeyine soğuk plazma tekniği uygulanmıştır. Uygulama sonrasında fizikokimyasal ve mikrobiyal parametreleri üzerindeki etkilerinin depolama süresi (10 gün) boyunca etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bulunan sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4.1 Kaymak Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.1.1 Koliform Grubu Bakterileri Sayısı

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen koliform grup bakteri sayısının depolama süresince değişimi Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.2’ de Örnek çeşidi ile depolama zamanının kaymalarda koliform grubu bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.1’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra koliform grup bakteri sayısının dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 1 Kaymak örneklerinde depolama süresince koliform grubu bakteri sayılarındaki değişimler (log kob/g).

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	1.79±0.028 ^{Da}	3.59±0.028 ^{Ca}	4.18±0.028 ^{Ba}	5.45±0.028 ^{Aa}
K1	1.53±0.056 ^{Cb}	1.88±0.07 ^{Bb}	2.02±0.014 ^{Bb}	2.24±0.084 ^{Ad}
K2	1.49±0.042 ^{Bb}	1.28±0.042 ^{Cc}	1.57±0.07 ^{Bc}	1.82±0.014 ^{Ae}
K3	1.57±0.084 ^{Bb}	1.75±0.028 ^{ABb}	2.30±0.42 ^{Ab}	2.36±0.042 ^{Ac}
K4	1.50±0.141 ^{Db}	2.00±0.07 ^{Cb}	2.42±0.07 ^{Bb}	2.72±0.014 ^{Ab}
K5	0.84±0.056 ^{Bc}	1.2±0.282 ^{ABc}	1.37±0.098 ^{Ac}	1.62±0.042 ^{Af}
K6	0.44±0.028 ^{Dd}	0.67±0.042 ^{Cd}	1.09±0.014 ^{Bd}	1.22±0.056 ^{Ag}

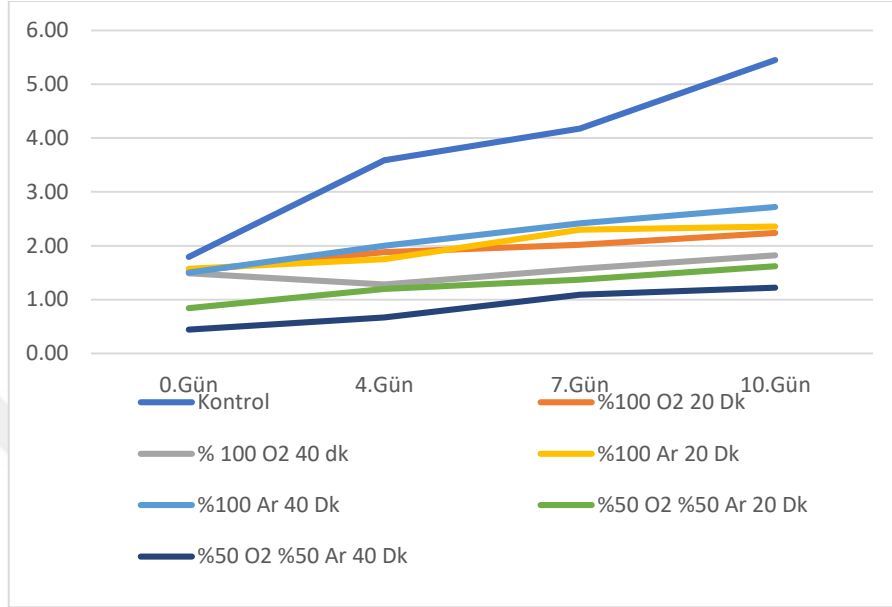
A – D (→): Aynı sütunda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir (P<0,05).

a - g (↓): Aynı satırda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir (P<0,05)

Çizelge 4. 2 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda koliform grubu bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.647**
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	0.422**
Ö x D	<0.0001	--

r: korelasyon katsayısı, $p<0,0001$: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, $p<0,01$: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, $p<0,05$: İstatistiksel olarak anlamlı, $p>0,05$: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: $p<0,05$; **: $p<0,01$



Şekil 4.1 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra koliform grup bakteri sayısının dağılımları.

4.1.2 Toplam Aerobik Mezofil Bakterileri Sayısı

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen toplam aerobik mezofil bakteri sayılarının depolama süresince değişimi Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. Çizelge 4.4’ de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymakların toplam aerobik mezofil bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.2’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra toplam aerobik mezofil bakteri sayısının dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 3 Kaymak örneklerinde depolama süresince toplam aerobik mezofil bakteri sayılarında ki değişimler (log kob/g).

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	3.27±0.098 ^{Dab}	5.01±0.212 ^{Ca}	6.97±0.084 ^{Ba}	7.55±0.353 ^{Aa}
K1	3.34±0.028 ^{Da}	4.88±0.056 ^{Cab}	5.32±0.028 ^{Bc}	6.11±0.014 ^{Ac}
K2	3.29±0.063 ^{Da}	4.81±0.028 ^{Cabc}	5.27±0.07 ^{Bcd}	6.02±0.282 ^{Ac}

Çizelge 4.3 (Devam) Kaymak örneklerinde depolama süresince toplam aerobik mezofil bakteri sayılarında ki değişimler (log kob/g).

K3	3.25±0.042 ^{Dab}	4.67±0.028 ^{Cabc}	6.01±0.028 ^{Bb}	6.82±0.014 ^{Ab}
K4	3.14±0.042 ^{Cb}	4.40±0.565 ^{Bbed}	4.83±0.042 ^{Be}	5.67±0.028 ^{Ad}
K5	3.20±0.056 ^{Dab}	4.29±0.042 ^{Ccd}	5.19±0.028 ^{Bd}	5.97±0.07 ^{Ac}
K6	3.27±0.028 ^{Dab}	4.11±0.014 ^{Cd}	4.84±0.028 ^{Be}	5.14±0.042 ^{Ae}

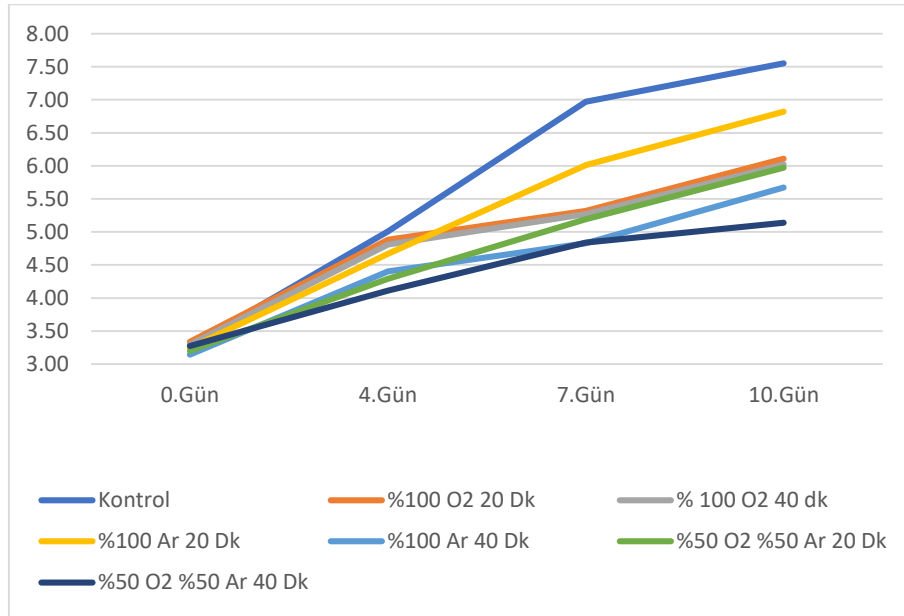
A – D (→): Aynı sütunda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir (P< 0.05).

a - e (↓): Aynı satırda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir (P<0.05)

Çizelge 4. 4 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda toplam aerobik mezofil bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.299*
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	0.883**
Ö x D	<0.0001	--

r: korelasyon katsayısı, p<0,0001: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, p<0,01: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, p<0,05: İstatistiksel olarak anlamlı, p>0,05: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: p<0,05 ; **: p<0,01



Şekil 4.2 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra toplam aerobik mezofil bakteri sayısının dağılımları.

4.1.3 Toplam Maya-Küf Sayısı

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen maya-küf sayısının depolama süresince değişimi Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. Çizelge 4.6’ de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda maya-küf sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.3’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminin ardından maya-küf sayısının dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 5 Kaymak örneklerinde depolama süresince maya-küf sayılarındaki değişimler (log kob/g).

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	2.93±0.042 ^{Da}	4.23±0.014 ^{Ca}	5.67±0.042 ^{Ba}	7.78±0.113 ^{Aa}
K1	2.42±0.028 ^{Dd}	3.55±0.07 ^{Cd}	4.23±0.042 ^{Bcd}	5.05±0.07 ^{Ac}
K2	2.64±0.056 ^{Dc}	3.97±0.028 ^{Cb}	4.66±0.056 ^{Bb}	5.41±0.014 ^{Ab}
K3	2.86±0.042 ^{Dab}	3.65±0.056 ^{Ccd}	4.11±0.028 ^{Bd}	4.75±0.028 ^{Ad}
K4	2.83±0.042 ^{Dab}	3.72±0.028 ^{Cc}	4.29±0.127 ^{Bc}	5.07±0.028 ^{Ac}
K5	2.75±0.07 ^{Db}	3.40±0.056 ^{Ce}	3.77±0.028 ^{Be}	4.61±0.014 ^{Ae}
K6	2.61±0.021 ^{Dc}	3.29±0.056 ^{Ce}	3.53±0.042 ^{Bf}	4.14±0.028 ^{Af}

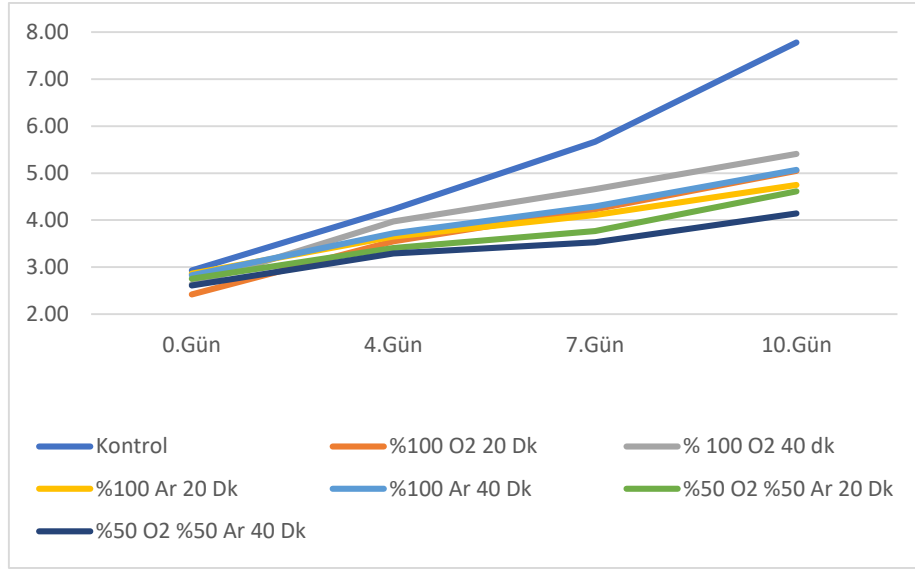
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir (P<0,05).

a - f (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir (P<0,05)

Çizelge 4. 6 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda maya-küf sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.367**
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	0.812**
Ö x D	<0.0001	--

r: korelasyon katsayısı, p<0,0001: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, p<0,01: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, p<0,05: İstatistiksel olarak anlamlı, p>0,05: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: p<0,05 ; **: p<0,01



Şekil 4.3 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra maya-küf sayısının dağılımları.

4.1.4 Lipolitik Bakterileri Sayısı

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen lipolitik bakteri sayısındaki depolama süresince değişimleri Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Çizelge 4.8’ de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda lipolitik bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.4’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden lipolitik bakteri sayısının dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 7 Kaymak örneklerinde depolama süresince lipolitik bakteri sayılarındaki değişimler (log kob/g).

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	3.07±0.098 ^{Da}	4.78±0.056 ^{Ca}	5.52±0.014 ^{Ba}	6.25±0.042 ^{Aa}
K1	3.05±0.056 ^{Da}	4.21±0.042 ^{Cc}	4.77±0.028 ^{Bc}	5.33±0.028 ^{Ab}
K2	3.02±0.028 ^{Da}	4.42±0.014 ^{Cb}	4.86±0.056 ^{Bb}	5.42±0.028 ^{Ab}
K3	3.11±0.014 ^{Da}	4.41±0.028 ^{Cb}	4.75±0.042 ^{Bc}	5.15±0.056 ^{Ac}
K4	3.15±0.042 ^{Da}	4.36±0.07 ^{Cb}	4.69±0.028 ^{Bc}	5.11±0.042 ^{Ac}
K5	3.14±0.042 ^{Da}	4.29±0.028 ^{Cc}	4.47±0.028 ^{Bd}	4.86±0.042 ^{Ad}
K6	3.09±0.042 ^{Da}	4.12±0.028 ^{Cc}	4.39±0.042 ^{Bd}	4.62±0.056 ^{Ac}

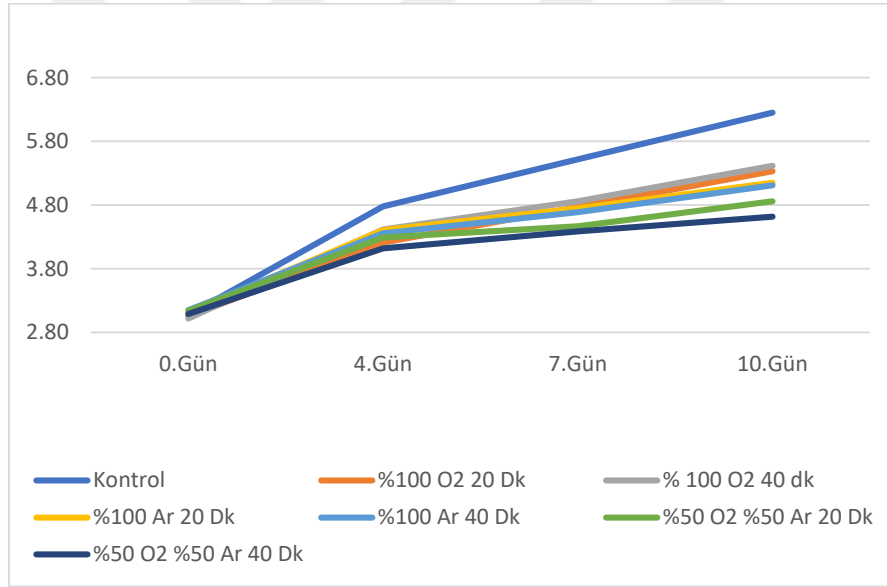
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir ($P < 0.05$).

a - e (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir ($P < 0.05$)

Çizelge 4. 8 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda lipolitik bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.252
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	0.896*
Ö x D	<0.0001	--

r: korelasyon katsayısı, $p < 0,0001$: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, $p < 0,01$: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, $p < 0,05$: İstatistiksel olarak anlamlı, $p > 0,05$: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$



Şekil 4.4 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra lipolitik bakteri sayısının dağılımları.

4.1.5 Proteolitik Bakterileri Sayısı

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen proteolitik bakteri sayısındaki depolama süresince değişimi Çizelge 4.9’de gösterilmiştir. Çizelge 4.10’ de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda proteolitik bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri

gösterilmiştir ve Şekil 4.5’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra proteolitik bakteri sayısının dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 9 Kaymak örneklerinde depolama süresince proteolitik bakteri sayılarındaki değişimler (log kob/g).

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	2.28±0.056 ^{Db}	3.80±0.028 ^{Ca}	5.22±0.028 ^{Ba}	6.52±0.028 ^{Aa}
K1	2.45±0.042 ^{Da}	3.62±0.056 ^{Cb}	4.97±0.028 ^{Bb}	5.23±0.042 ^{Ab}
K2	2.38±0.056 ^{Dab}	3.56±0.014 ^{Cb}	4.86±0.014 ^{Bc}	5.11±0.028 ^{Ab}
K3	2.11±0.042 ^{Dc}	3.31±0.042 ^{Cc}	3.72±0.014 ^{Bd}	4.68±0.084 ^{Ac}
K4	2.14±0.042 ^{Dc}	3.22±0.028 ^{Cc}	3.67±0.028 ^{Bd}	4.51±0.014 ^{Ad}
K5	2.47±0.014 ^{Da}	3.12±0.056 ^{Cd}	3.48±0.084 ^{Be}	4.21±0.014 ^{Ac}
K6	2.29±0.028 ^{Db}	3.08±0.028 ^{Cd}	3.28±0.056 ^{Bf}	3.96±0.014 ^{Af}

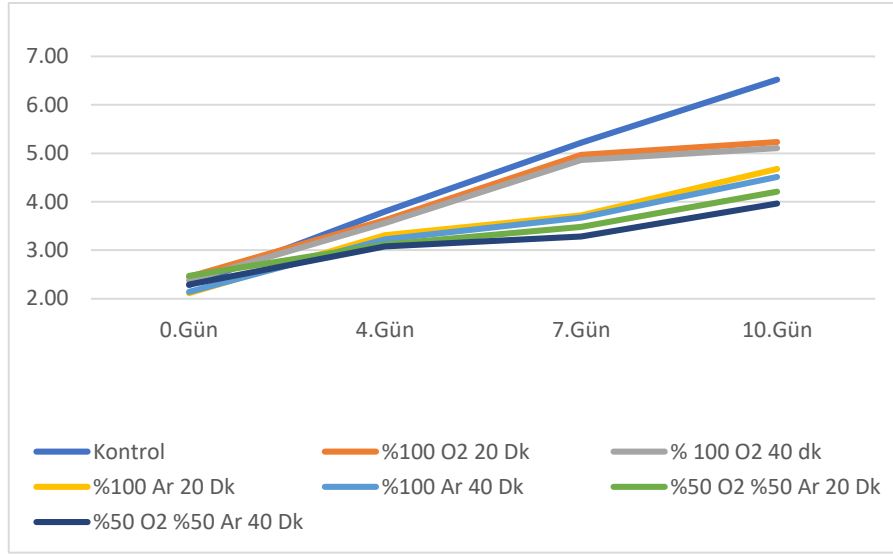
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir (P< 0.05).

a - f (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir (P<0.05)

Çizelge 4. 10 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda proteolitik bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.382**
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	0.860**
Ö x D	<0.0001	--

r: korelasyon katsayısı, p<0,0001: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, p<0,01: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, p<0,05: İstatistiksel olarak anlamlı, p>0,05: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: p<0,05 ; **: p<0,01



Şekil 4.5 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra proteolitik bakteri sayısının dağılımları.

4.1.6 Laktik Asit Bakterileri Sayısı

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen laktik asit bakteri sayısının depolama süresince değişimi Çizelge 4.11’de gösterilmiştir. Çizelge 4.12’ de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda laktik asit bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.6’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra laktik asit bakteri sayısının dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 11 Kaymak örneklerinde depolama süresince laktik asit bakteri sayılarındaki değişimler (log kob/g).

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	2.13±0.042 ^{Dcd}	4.60±0.056 ^{Ca}	5.90±0.070 ^{Ba}	6.57±0.042 ^{Aa}
K1	2.21±0.028 ^{Dbc}	4.22±0.028 ^{Cb}	5.22±0.028 ^{Bb}	5.80±0.042 ^{Ab}
K2	2.06±0.028 ^{Dd}	4.11±0.028 ^{Cc}	5.01±0.028 ^{Bc}	5.25±0.070 ^{Ad}
K3	2.54±0.028 ^{Da}	3.41±0.028 ^{Ce}	4.97±0.028 ^{Bc}	5.11±0.042 ^{Ae}
K4	2.46±0.070 ^{Da}	3.32±0.014 ^{Cf}	4.72±0.042 ^{Bd}	5.17±0.028 ^{Ade}
K5	2.27±0.070 ^{Db}	4.01±0.028 ^{Cd}	4.22±0.028 ^{Be}	4.51±0.028 ^{Af}
K6	2.18±0.028 ^{Dbc}	3.96±0.014 ^{Cd}	4.09±0.014 ^{Bf}	5.43±0.028 ^{Ac}

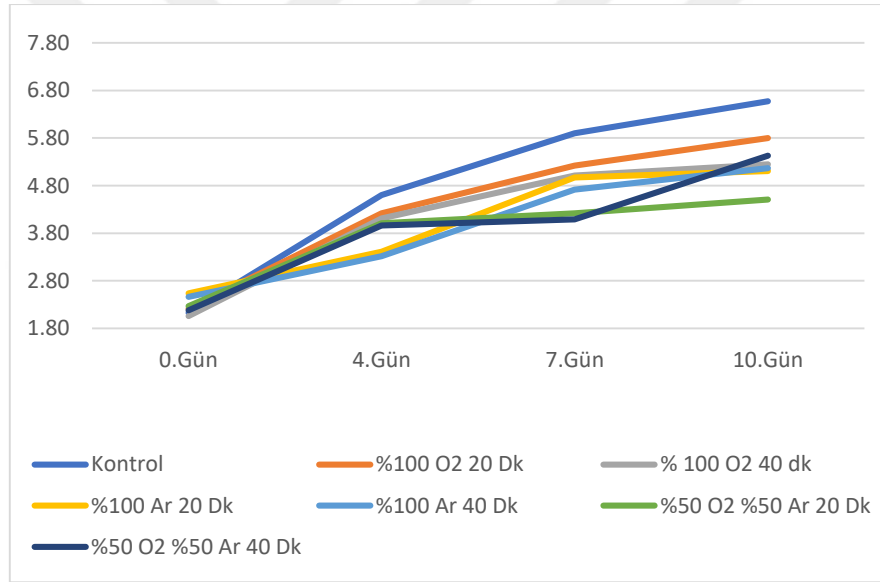
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir ($P < 0.05$).

a - f (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir ($P < 0.05$).

Çizelge 4. 12 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda laktik asit bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.226
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	0.903**
Ö x D	<0.0001	--

r: korelasyon katsayısı, $p < 0,0001$: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, $p < 0,01$: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, $p < 0,05$: İstatistiksel olarak anlamlı, $p > 0,05$: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$



Şekil 4.6 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra laktik asit bakteri sayısının dağılımları.

4.1.7 Toplam Aerobik Psikrofil Bakterileri Sayısı

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen toplam aerobik psikrofil bakteri sayısındaki depolama süresince değişimi Çizelge 4.13’de gösterilmiştir. Çizelge 4.14’ de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda toplam aerobik psikrofil sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri

gösterilmiştir ve Şekil 4.7’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminin ardından toplam aerobik psikrofil bakteri sayısının dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 13 Kaymak örneklerinde depolama süresince toplam aerobik psikrofil bakteri sayısındaki değişimler (log kob/g).

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	3.10±0.056 ^{Dab}	4.89±0.014 ^{Ca}	6.11±0.042 ^{Ba}	7.35±0.056 ^{Aa}
K1	3.20±0.084 ^{Da}	4.67±0.028 ^{Cb}	5.92±0.042 ^{Bb}	6.45±0.042 ^{Ab}
K2	3.01±0.028 ^{Dbc}	4.44±0.056 ^{Cc}	5.79±0.014 ^{Bc}	6.09±0.084 ^{Ac}
K3	2.80±0.042 ^{Dd}	3.96±0.028 ^{Cd}	5.38±0.042 ^{Bd}	5.75±0.028 ^{Ad}
K4	2.97±0.014 ^{Dc}	3.81±0.049 ^{Ce}	5.24±0.028 ^{Be}	5.57±0.014 ^{Ae}
K5	2.81±0.014 ^{Dd}	4.11±0.028 ^{Cd}	4.67±0.042 ^{Bf}	5.04±0.028 ^{Af}
K6	2.79±0.028 ^{Cd}	4.10±0.141 ^{Bd}	4.29±0.084 ^{Bg}	4.73±0.028 ^{Ag}

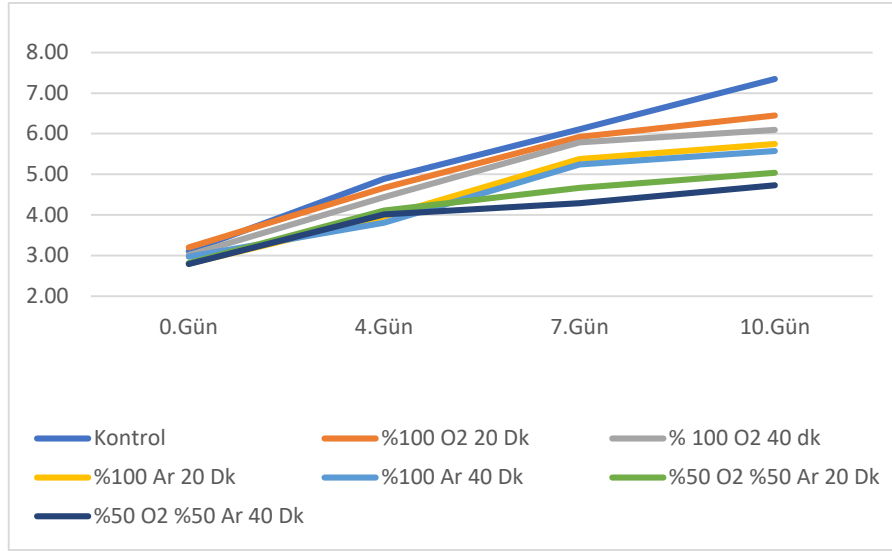
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir (P< 0.05).

a - g (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir (P<0.05)

Çizelge 4. 14 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda toplam aerobik psikrofil bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	0.368**
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	0.881**
Ö x D	<0.0001	--

r: korelasyon katsayısı, p<0,0001: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, p<0,01: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, p<0,05: İstatistiksel olarak anlamlı, p>0,05: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: p<0,05 ; **: p<0,01



Şekil 4.7 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra toplam aerobik psikrofil bakteri sayısının dağılımları.

4.1.8 *Staphylococcus aureus* türü Bakterileri Sayısı

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen *Staphylococcus aureus* türü bakteri sayısının depolama süresince değişimi Çizelge 4.15’de gösterilmiştir. Çizelge 4.16’de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda *Staphylococcus aureus* türü bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.8’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra *Staphylococcus aureus* türü bakteri sayısının dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 15 Kaymak örneklerinde depolama süresince *Staphylococcus aureus* türü bakteri sayılarındaki değişimler (log kob/g).

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	1.54±0.014 ^{Da}	2.81±0.056 ^{Ca}	4.11±0.028 ^{Ba}	5.54±0.063 ^{Aa}
K1	0.46±0.028 ^{Dd}	0.64±0.042 ^{Cc}	0.98±0.014 ^{Bd}	1.12±0.028 ^{Ac}
K2	0.27±0.014 ^{De}	0.58±0.056 ^{Cc}	0.76±0.014 ^{Be}	0.92±0.070 ^{Ad}
K3	0.68±0.028 ^{Db}	1.02±0.042 ^{Cb}	1.54±0.028 ^{Bc}	1.97±0.028 ^{Ab}
K4	0.55±0.07 ^{Dc}	1.10±0.028 ^{Cb}	1.77±0.028 ^{Bb}	2.04±0.042 ^{Ab}
K5	0.31±0.028 ^{Da}	0.47±0.028 ^{Cd}	0.77±0.028 ^{Be}	0.91±0.014 ^{Ad}
K6	0.23±0.042 ^{Da}	0.39±0.028 ^{Cd}	0.69±0.028 ^{Bf}	0.82±0.028 ^{Ad}

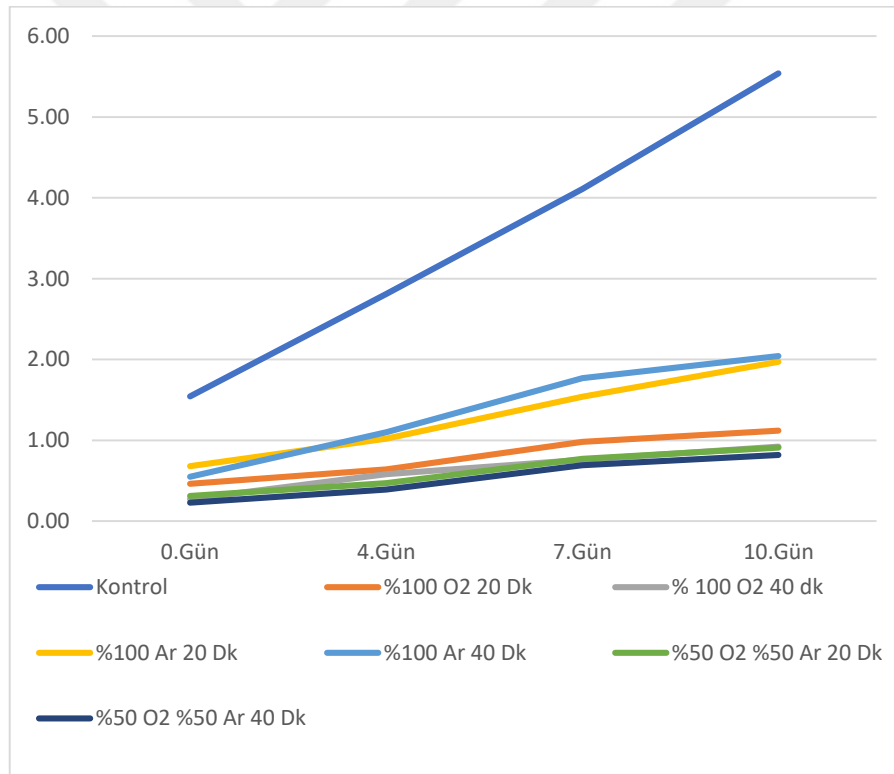
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir ($P < 0.05$).

a - f (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir ($P < 0.05$).

Çizelge 4. 16 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda *Staphylococcus aureus* türü bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.520**
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	0.429**
Ö x D	<0.0001	--

r: korelasyon katsayısı, $p < 0,0001$: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, $p < 0,01$: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, $p < 0,05$: İstatistiksel olarak anlamlı, $p > 0,05$: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$



Şekil 4.8 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra *Staphylococcus aureus* türü bakteri sayısının dağılımları.

4.2 Kaymak Örneklerinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

4.2.1 Renk Değerleri

4.2.1.1 L* Değeri

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen L* Değerindeki depolama süresince değişimi Çizelge 4.17’de gösterilmiştir. Çizelge 4.18’de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda L* Değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.9’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra L* değerindeki dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 17 Kaymak örneklerinde depolama süresince L* Değeri değişimleri.

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	99.71±0.028 ^{Aa}	98.76±0.014 ^{Ba}	98.25±0.070 ^{Ca}	97.92±0.056 ^{Da}
K1	98.18±0.113 ^{Ac}	97.53±0.042 ^{Bd}	96.68±0.042 ^{Cd}	95.98±0.042 ^{Dc}
K2	97.97±0.028 ^{Ad}	96.80±0.014 ^{Be}	95.62±0.028 ^{Ce}	94.44±0.056 ^{De}
K3	99.79±0.028 ^{Aa}	98.61±0.014 ^{Bb}	97.38±0.042 ^{Cb}	97.13±0.042 ^{Db}
K4	98.91±0.014 ^{Ab}	97.96±0.042 ^{Bc}	96.92±0.028 ^{Cc}	96.08±0.014 ^{Dc}
K5	97.98±0.028 ^{Ad}	96.57±0.028 ^{Bf}	95.63±0.042 ^{Ce}	94.65±0.056 ^{Dd}
K6	96.18±0.014 ^{Ae}	95.61±0.084 ^{Bg}	94.89±0.042 ^{Cf}	93.82±0.028 ^{Df}

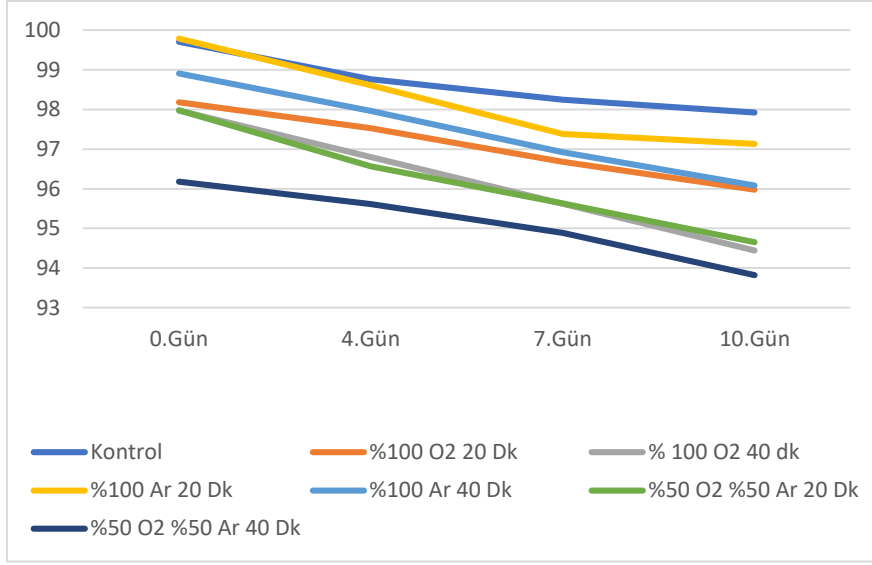
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir (P< 0.05).

a - g (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir (P<0.05)

Çizelge 4. 18 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda L* değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.514**
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	-0.647**
Ö x D	<0.0001	--

r: korelasyon katsayısı, p<0,0001: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, p<0,01: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, p<0,05: İstatistiksel olarak anlamlı, p>0,05: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: p<0,05 ; **: p<0,01



Şekil 4.9 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra L* değerindeki dağılımları.

4.2.1.2 a*Değeri

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen a* Değerindeki depolama süresince değişimi Çizelge 4.19’de gösterilmiştir. Çizelge 4.20’de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda a* Değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.10’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra a* değerindeki dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 19 Kaymak örneklerinde depolama süresince a* Değerindeki değişim.

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	1.49±0.028 ^{Ba}	1.62±0.042 ^{ABa}	1.71±0.070 ^{Aab}	1.74±0.042 ^{Aab}
K1	1.40±0.028 ^{Cb}	1.61±0.014 ^{Ba}	1.75±0.070 ^{Aa}	1.82±0.028 ^{Aa}
K2	1.33±0.042 ^{Bb}	1.42±0.028 ^{Bb}	1.59±0.042 ^{Abcd}	1.63±0.042 ^{Ac}
K3	1.23±0.042 ^{Cc}	1.42±0.042 ^{Bb}	1.68±0.028 ^{Aabc}	1.75±0.028 ^{Aab}
K4	1.22±0.028 ^{Dc}	1.45±0.042 ^{Cb}	1.57±0.014 ^{Bcd}	1.79±0.042 ^{Aa}
K5	1.35±0.056 ^{Cb}	1.47±0.056 ^{Cb}	1.67±0.014 ^{Babcd}	1.82±0.042 ^{Aa}
K6	1.23±0.028 ^{Cc}	1.37±0.056 ^{Bb}	1.55±0.056 ^{Aa}	1.68±0.042 ^{Abc}

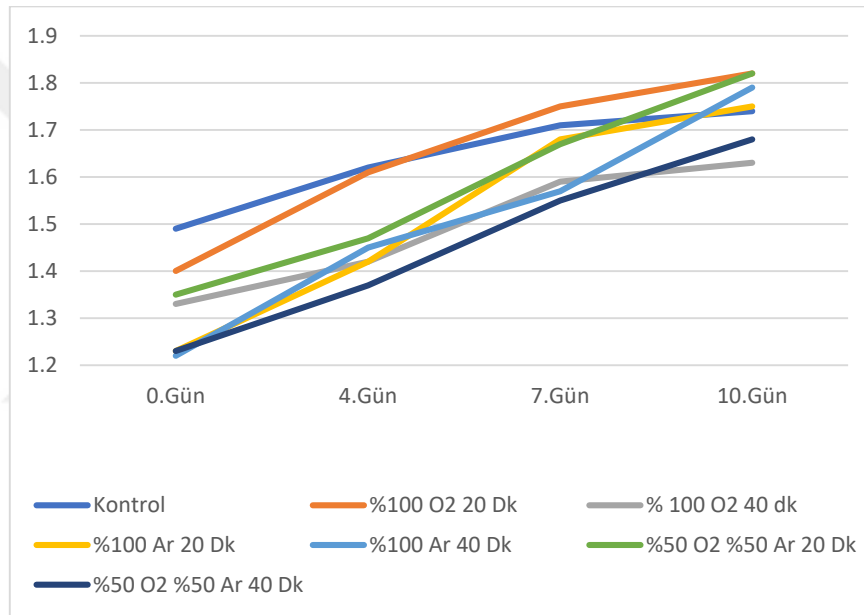
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir (P< 0.05).

a - d (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir (P<0.05)

Çizelge 4. 20 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda a* değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.259
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	0.878**
Ö x D	0.002	--

r: korelasyon katsayısı, p<0,0001: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, p<0,01: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, p<0,05: İstatistiksel olarak anlamlı, p>0,05: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: p<0,05 ; **: p<0,01



Şekil 4.10 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra a* değerindeki dağılımları.

4.2.1.3 b* Değeri

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen b* Değerindeki depolama süresince değişimi Çizelge 4.21’de gösterilmiştir. Çizelge 4.22’de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymalarda b* Değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.11’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra b* değerindeki dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 21 Kaymak örneklerinde depolama süresince b* Değerindeki değişim.

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	6.12±0.042 ^{Aa}	5.86±0.028 ^{Bb}	5.53±0.042 ^{Cab}	5.32±0.028 ^{Da}
K1	6.17±0.028 ^{Aa}	5.96±0.014 ^{Ba}	5.66±0.084 ^{Ca}	5.20±0.056 ^{D^bc}
K2	6.04±0.028 ^{Aa}	5.79±0.028 ^{Bc}	5.34±0.056 ^{Ccde}	5.19±0.056 ^{D^bc}
K3	6.22±0.028 ^{Aa}	5.80±0.014 ^{Bbc}	5.46±0.070 ^{Cbc}	5.27±0.028 ^{Dab}
K4	6.09±0.056 ^{Aa}	5.83±0.042 ^{Bbc}	5.21±0.056 ^{Ce}	4.74±0.056 ^{De}
K5	6.06±0.056 ^{Aa}	5.61±0.014 ^{Bd}	5.20±0.035 ^{Cde}	4.98±0.042 ^{Dd}
K6	6.20±0.424 ^{Aa}	5.67±0.028 ^{ABd}	5.38±0.028 ^{Bcd}	5.12±0.070 ^{Bc}

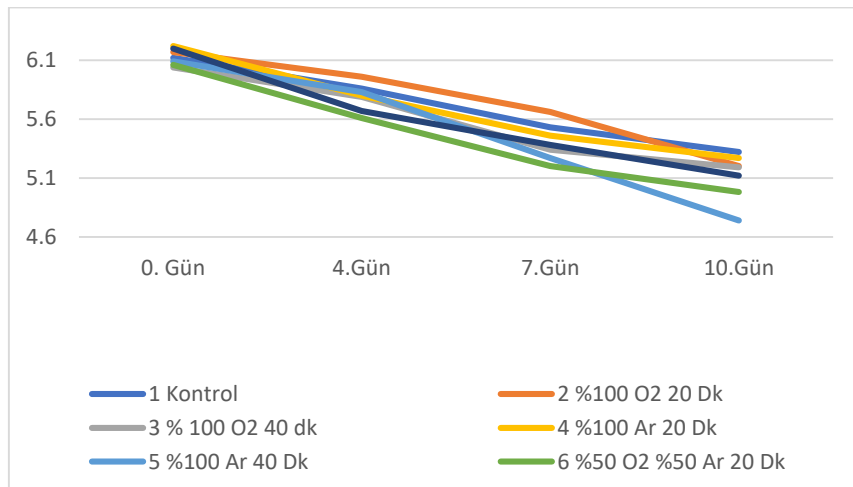
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir (P< 0.05).

a - e (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir (P<0.05)

Çizelge 4. 22 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda b* değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.173
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	-0.932**
Ö x D	0.009	--

r: korelasyon katsayısı, p<0,0001: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, p<0,01: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, p<0,05: İstatistiksel olarak anlamlı, p>0,05: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: p<0,05 ; **: p<0,01



Şekil 4.11 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra b* değerindeki dağılımları.

4.2.2 pH Değeri

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen pH Değerindeki depolama süresince değişimi Çizelge 4.23’de gösterilmiştir. Çizelge 4.24’de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda pH Değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.12’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra pH değerindeki dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 23 Kaymak örneklerinde depolama süresince pH Değerindeki değişim.

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	6.67±0.056 ^{Aa}	6.57±0.028 ^{Aa}	6.35±0.070 ^{Ba}	6.17±0.098 ^{Ba}
K1	6.56±0.042 ^{Aa}	6.37±0.070 ^{Bb}	6.12±0.028 ^{Cb}	6.04±0.028 ^{Ca}
K2	6.30±0.070 ^{Aa}	5.90±0.113 ^{Bc}	5.37±0.028 ^{Ce}	5.11±0.014 ^{Dd}
K3	6.47±0.028 ^{Aa}	6.25±0.070 ^{Bb}	5.92±0.028 ^{Cc}	5.80±0.056 ^{Cb}
K4	6.23±0.042 ^{Aa}	5.64±0.056 ^{Bd}	4.99±0.056 ^{Cf}	4.85±0.070 ^{Ce}
K5	6.42±0.028 ^{Aa}	6.05±0.056 ^{Bc}	5.72±0.014 ^{Cd}	5.29±0.098 ^{Dc}
K6	6.11±0.056 ^{Aa}	5.58±0.042 ^{Bd}	4.81±0.014 ^{Cg}	4.68±0.042 ^{Df}

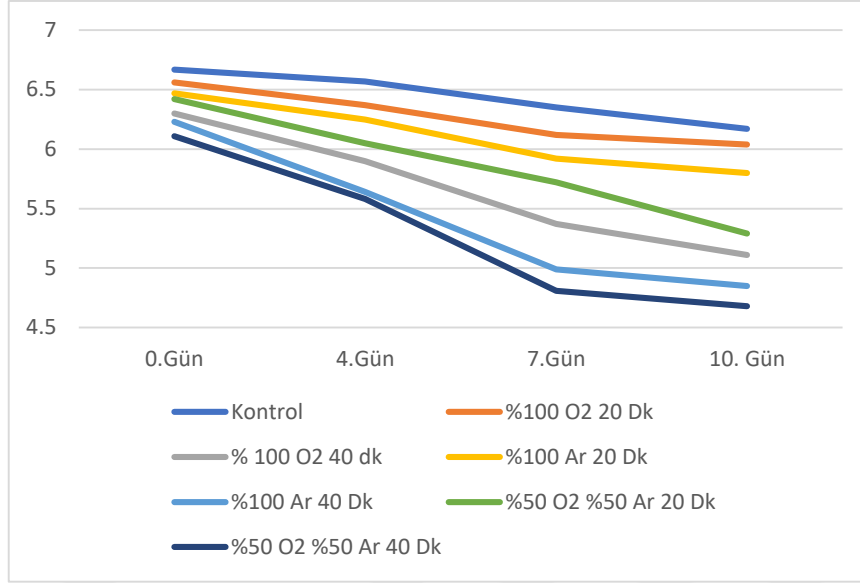
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir (P< 0.05).

a - g (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir (P<0.05)

Çizelge 4. 24 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda pH değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.534**
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	-0.622**
Ö x D	<0.0001	--

r: korelasyon katsayısı, p<0,0001: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, p<0,01: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, p<0,05: İstatistiksel olarak anlamlı, p>0,05: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: p<0,05 ; **: p<0,01



Şekil 4.12 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra pH değerindeki dağılımları.

4.2.3 a_w Değeri

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen a_w Değerindeki depolama süresince değişimi Çizelge 4.25’de gösterilmiştir. Çizelge 4.26’de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda a_w Değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.13’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra a_w değerindeki dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 25 Kaymak örneklerinde depolama süresince a_w Değerindeki değişim.

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	0.903±0.005 ^{Aa}	0.887±0.002 ^{Ba}	0.871±0.001 ^{Ca}	0.854±0.005 ^{Da}
K1	0.875±0.007 ^{Aa}	0.866±0.005 ^{ABb}	0.853±0.002 ^{BCb}	0.841±0.001 ^{Cab}
K2	0.841±0.002 ^{Aa}	0.834±0.005 ^{Ac}	0.831±0.005 ^{Ad}	0.827±0.007 ^{Ab}
K3	0.869±0.008 ^{Aa}	0.859±0.004 ^{ABb}	0.845±0.005 ^{Bbc}	0.839±0.009 ^{Bb}
K4	0.832±0.002 ^{Aa}	0.825±0.007 ^{Ad}	0.819±0.002 ^{ABef}	0.811±0.004 ^{Bc}
K5	0.852±0.002 ^{Aa}	0.842±0.002 ^{Bc}	0.837±0.002 ^{BCcd}	0.832±0.004 ^{Cb}
K6	0.826±0.004 ^{Aa}	0.819±0.002 ^{ABe}	0.809±0.011 ^{ABf}	0.803±0.005 ^{Bc}

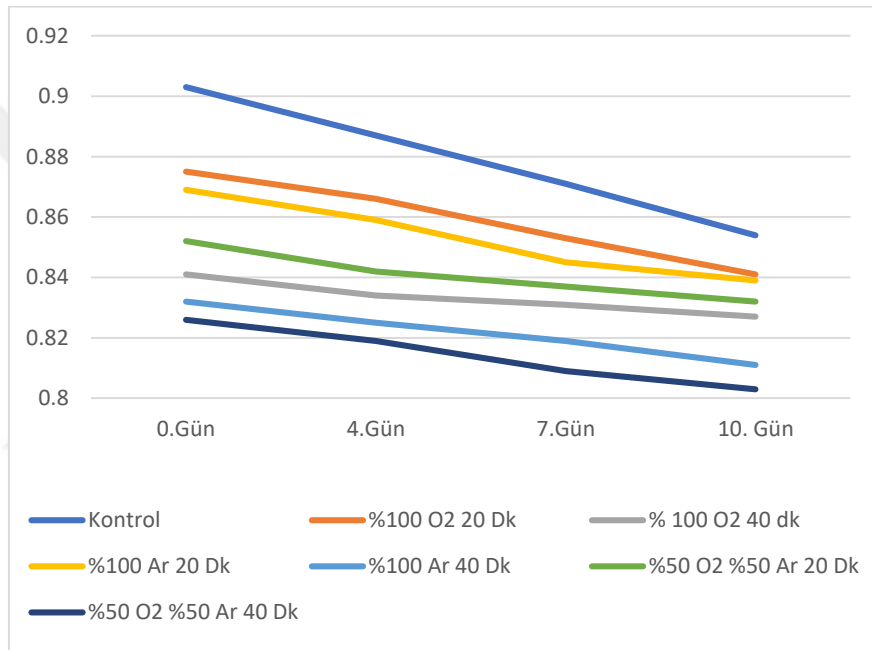
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir ($P < 0.05$).

a – f (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir ($P < 0.05$).

Çizelge 4. 26 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda a_w değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	0.024	-0.403**
Depolama Zamanı (D)	0.400	-0.185
Ö x D	0.804	--

r: korelasyon katsayısı, $p < 0,0001$: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, $p < 0,01$: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, $p < 0,05$: İstatistiksel olarak anlamlı, $p > 0,05$: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$



Şekil 4.13 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra a_w değerindeki dağılımları.

4.2.4 TBA Değeri

Kaymak örneklerine uygulanan soğuk plazma işlemi ardından belirlenen TBA Değerindeki depolama süresince değişimi Çizelge 4.27’de gösterilmiştir. Çizelge 4.28’de Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda TBA Değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri gösterilmiştir ve Şekil 4.14’ de ise kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra TBA değerindeki dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 27 Kaymak örneklerinde depolama süresince TBA Değerindeki değişim.

Örnek/Gün	0	4	7	10
K0	0.303±0.005 ^{Da}	0.401±0.004 ^{Cc}	0.588±0.004 ^{Ba}	0.630±0.001 ^{Ac}
K1	0.252±0.002 ^{Dd}	0.367±0.004 ^{Cd}	0.508±0.004 ^{Bb}	0.682±0.001 ^{Ab}
K2	0.264±0.002 ^{Dc}	0.476±0.001 ^{Ca}	0.592±0.004 ^{Ba}	0.743±0.002 ^{Aa}
K3	0.251±0.002 ^{Dd}	0.299±0.004 ^{Cf}	0.378±0.004 ^{Be}	0.456±0.007 ^{Af}
K4	0.289±0.002 ^{Dc}	0.342±0.002 ^{Ce}	0.388±0.004 ^{Bd}	0.431±0.001 ^{Ag}
K5	0.296±0.005 ^{Dab}	0.399±0.004 ^{Cc}	0.477±0.005 ^{Bc}	0.620±0.002 ^{Ad}
K6	0.301±0.004 ^{Da}	0.455±0.004 ^{Cb}	0.597±0.001 ^{Ba}	0.608±0.004 ^{Ae}

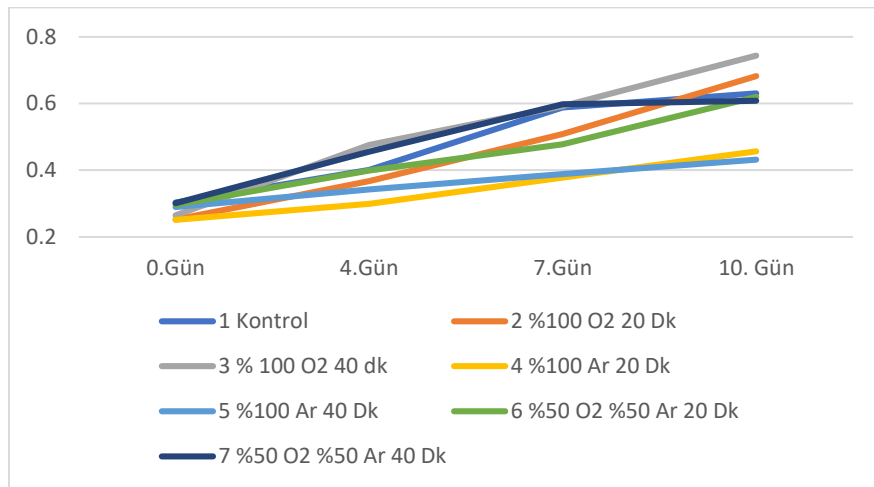
A – D (→): Aynı sütunda farklı küçük harflere sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık gösterir (P< 0.05).

a - g (↓): Aynı satırda farklı büyük harflere sahip değerler istatistiksel olarak farklılık gösterir (P<0.05)

Çizelge 4. 28 Örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda TBA değerindeki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri.

İnteraksiyon	P Value	r
Örnek Çeşidi (ö)	<0.0001	-0.069
Depolama Zamanı (D)	<0.0001	0.845**
Ö x D	<0.0001	--

r: korelasyon katsayısı, p<0,0001: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, p<0,01: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, p<0,05: İstatistiksel olarak anlamlı, p>0,05: İstatistiksel olarak anlamlı değil, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil, *: p<0,05 ; **: p<0,01



Şekil 4.14 Kaymak numunelerinin soğuk plazma işleminden sonra TBA değerindeki dağılımları.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada kaymak yüzeyine uygulanan soğuk plazma işlemleri Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5. 1 Kaymak yüzeyine uygulanan soğuk plazma işlemleri.

Kod	Uygulanan Gaz Çeşidi ve Oranı	Süre (dk)
K0	Kontrol Numunesi	-
K1	%100 O ₂	20
K2	%100 O ₂	40
K3	%100 Ar	20
K4	%100 Ar	40
K5	%50-%50 O ₂ - Ar	20
K6	%50-%50 O ₂ - Ar	40

5.1 Kaymak Örneklerinin Mikrobiyolojik Değerleri

5.1.1 Kaymak Örneklerinin Koliform Grubu Bakteri Sayıları

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından koliform grubu bakteri sayılarında depolama süresince farklılıkları çizelge 4.1’de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda koliform grubu bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.2’de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından koliform grubu bakteri sayısının dağılımları ise şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre kaymağın yüzeyine uygulanan soğuk plazma işlemi sonrasında depolama zamanı ve örnek çeşidi etkileşimi koliform grubu bakteri sayısı üzerinde çok fazla etkili olmuştur. ($P<0,0001$). (Çizelge 4.2).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre Koliform bakteri sayısı üzerinde depolama zamanı pozitif yönde ($r:0,422$), örnek çeşidi ise negatif yönde çok fazla korelatif etki gösterdiği ortaya konulmuştur ($r:-0,647$) (Çizelge 4.2).

Çalışmada kullanılan tüm elektriksel alan uygulamaları koliform grubu bakteri sayısı üzerinde etkili olmuştur ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O₂ ve Ar gaz karışımlarında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde koliform grubu bakteri sayısı üzerinde en fazla etkili olan K6 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K0 örneği değerlerinde 5,45-1,79 log kob/g en az değişim ise K2 örneğinin değerlerinde 1,82-1,49 log kob/g olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.1).

Deng vd. (2007) bademlerde soğuk plazma tekniğini kullanımı ile *E. coli* inaktivasyonu üzerine yaptıkları çalışmalarında; 30 kV ve 2000 Hz’de 30 sn’lik işlemin ortalama 5 log düşmesine sebep olduğu bununla birlikte etkinin işlemin gerilim ve frekansı ile bağlantılı olduğunu bildirmişlerdir.

Montenegro vd. (2002) basınçlı soğuk plazma tekniği kullanımı ile *E. coli* O157:H7’nin inaktivasyonunu araştırdıkları çalışmada, elma suyunda aktivitenin yaklaşık 7 log düştüğü gözlemlenmiştir.

5.1.2 Kaymak Örneklerinin Toplam Aerobik Mezofil Bakteri Sayıları

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından toplam aerobik mezofil bakteri sayılarının depolama süresince farklılıkları çizelge 4.3’de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda toplam aerobik mezofil bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.4’de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından toplam aerobik mezofil bakteri sayılarını dağılımları ise şekil 4.2’de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre kaymağın yüzeyine uygulanan soğuk plazma işlemi sonrasında depolama zamanı ve örnek çeşidi etkileşimlerinin toplam aerobik mezofil bakteri sayısı üzerinde çok fazla etkisi olduğu ($P<0,0001$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.4).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre toplam aerobik mezofil bakteri sayısı üzerinde depolama zamanı pozitif yönde ($r:0,883$), örnek çeşidi ise negatif yönde çok fazla korelatif etki gösterdiği ortaya konulmuştur ($r:-0,299$) (Çizelge 4.4).

Çalışmada kullanılan tüm elektriksel alan uygulamaları toplam aerobik mezofil bakteri sayısı üzerinde etkili olmuştur. ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O_2 ve Ar gaz karışımlarında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde toplam aerobik mezofil bakteri sayısı üzerinde en fazla etkili olan K6 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K0 örneği değerlerinde 7,55-3,27 log kob/g en az değişim ise K6 örneğinin değerlerinde 5,14-3,27 log kob/g olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.3).

Lacombe vd. (2015) yaban mersini meyvesinde aerobik mikroorganizma sayısının soğuk atmosferik plazma ile inaktive edilmesi ve ürünün kalite parametrelerine etkileri üzerine yaptıkları çalışmalarında. Toplam aerobik mezofil bakteri sonuçlarında bütün uygulamalarda 1-7 gün depolama ardından sırası ile 0.8–1.6 log ve 1.5–2.0 log düşme gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Kim vd. (2011)'un yapmış olduğu benzer bir çalışmada, 75, 100 ve 125 W giriş gücü ve helyum ve oksijen gazları karıştırılarak kullanılan APP (atmosferik basınç plazması) uygulamasının ve toplam aerobik bakteri sayısının 7,08 log kob/g'dan sırası ile 4,65, 4,02 ve 2,55 log kob/g'a azalttığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda UlbinFiglewicz vd. (2015), 10 dk plazma uygulamasında argon gazı kullanılarak ilk olarak 5,45 log kob/cm² olan toplam mikroorganizma sayısı 3,13 log kob/cm² 'ye düştüğünü, helyum gazı kullanıldığında ise bu değer 2,49 log kob/cm² 'ye kadar düştüğü raporlanmıştır.

5.1.3 Kaymak Örneklerinin Toplam Maya-Küf Sayıları

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından toplam maya-küf sayılarının depolama süresince değişimi çizelge 4.5'de, örnek çeşidi ve depolama zamanının örneklerde toplam maya-küf sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve

korelasyon analizleri çizelge 4.6'de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından toplam maya-küf sayısının dağılımları ise şekil 4.3'de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre depolama zamanı ve örnek çeşidi toplam maya-küf sayısı üzerinde çok fazla etkili olduğu ($P<0,0001$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.6).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise depolama zamanı toplam maya-küf sayısı üzerinde pozitif yönlü ($r:0,812$), örnek çeşidi ise negatif yönlü ($r:-0,367$) çok fazla korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.6).

Çalışmada kullanılan tüm elektriksel alan uygulamaları toplam maya-küf sayısı üzerinde etkili olmuştur ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O_2 ve Ar gaz karışımlarında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde toplam maya-küf sayısı üzerinde en fazla etkili olan K6 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K0 örneği değerlerinde 7,78-2,93 log kob/g, en az değişim ise K6 örneğinin değerlerinde 4,14-2,61 log kob/g olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.5).

Ulbin-Figlewicz vd. (2015) soğuk plazma işleminin et yüzeyindeki mikroorganizmaların inaktivasyonunun etin kalite değerleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Helyum, argon ve nitrojen gazları kullanılan çalışmada 5 ve 10 dakikalık işlemler uygulanmıştır. Helyum ve argon gazı ile 10 dakika plazma uygulaması ardından psikrotrof bakteri sayıları ve toplam bakteri sayısında sırası ile, 3 log kob/cm² ve 2 log kob/cm² azalma olduğu gözlemlenmiştir. Nitrojen uygulamasında ise bu bakteri sayısında bir değişim olmadığı gözlemlenirken, toplam maya-küf sayısında 10 dakikalık işlem ardından 1 log kob/cm² düştüğü rapor edilmiştir.

Benzer bir çalışmada Ziuzina vd. (2014), cherry domateste başlangıçta $5,0 \pm 0,1$ log kob/g olan toplam maya-küf sayısının, 1 dakikalık ACP (atmosferik soğuk plazma) uygulama sonrasında $2,5 \pm 0,6$ log kob/g kadar azaldığı belirlenmiştir. Başka bir çalışmada Ulbin-

Figlewicz vd. (2015), ilk olarak et yüzeyinde 4,43 log kob/cm² seviyesinde olan toplam maya-küf sayısının, 10 dakikalık plazma uygulamasında argon, helyum ve nitrojen gazlarının çeşidine göre sırası ile 3,28, 2,31 ve 3,37 log kob/cm² 'ye kadar azaldığını rapor etmişlerdir.

5.1.4 Kaymak Örneklerinin Lipolitik Bakteri Sayısı

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından lipolitik bakteri sayısının depolama süresince değişimi çizelge 4.7'de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda lipolitik bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.8'de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından lipolitik bakteri sayısının dağılımları ise şekil 4.4'de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre depolama zamanı lipolitik bakteri sayısının üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,0001$) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise depolama zamanı lipolitik bakteri sayısı üzerinde pozitif yönlü ($r:0,896$) istatistiksel olarak korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.8).

Çalışmada soğuk plazma uygulaması depolama zamanının lipolitik bakteri sayısı üzerinde etkili olmuştur ($P < 0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O₂ ve Ar gaz karışımlarında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde lipolitik bakteri sayısı üzerinde en fazla etkili olan K6 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K0 örneği değerlerinde 6,25-3,07 log kob/g, en az değişim ise K6 örneğinin değerlerinde 4,62-3,09 log kob/g olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.7).

Kvam vd. (2012)'nin yapmış olduğu araştırmada 20 saniyelik soğuk plazma oksijen uygulaması işleminin ardından *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans* 'ın planktonik hücreleri sayısının $>5,0$ log kob/mL'ye kadar düştüğü görülmüştür.

5.1.5 Kaymak Örneklerinin Proteolitik Bakteri Sayısı

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından proteolitik bakteri sayısının depolama süresince değişimi çizelge 4.9'de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda proteolitik bakteri sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.10'de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından proteolitik bakteri sayısının dağılımları ise şekil 4.5'de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre depolama zamanı ve örnek çeşidi toplam proteolitik bakteri sayısı üzerinde çok fazla etkili olduğu ($P<0,0001$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.10).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise depolama zamanı proteolitik bakteri sayısı üzerinde pozitif yönlü ($r:0,860$), örnek çeşidi ise negatif yönlü ($r:-0,382$) çok fazla korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.10).

Çalışmada soğuk plazma uygulaması proteolitik bakteri sayısı üzerinde etkili olmuştur. ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O_2 ve Ar gaz karışımlarında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde proteolitik bakteri sayısı üzerinde en fazla etkili olan K6 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K0 örneği değerlerinde 6,52-2,28 log kob/g, en az değişim ise K6 örneğinin değerlerinde 3,96-2,29 log kob/g olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.9).

Nelson ve Berger çalışmasında, O_2 'nin plazmasının, *B. subtilis* ve *Clostridium sporogenes* üstünde yüksek biyosidal değişim ifade etmişlerdi. Bu sonucun iki bakterinin de yüksek dirence sahip olduklarından kaynaklandığı ifade edilmiştir. 200 W'ta üretilen plazma sistemlerinin, *B. subtilis* popülasyonunu 5 dk'da 3,5 log₁₀'dan daha yüksek düşmek için yeterliydi.

5.1.6 Kaymak Örneklerinin Laktik Asit Bakteri Sayısı

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından laktik asit sayısının depolama süresince değişimi çizelge 4.11’de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda laktik asit sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.12’de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından laktik asit sayısının dağılımları ise şekil 4.6’de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre depolama zamanı laktik asit sayısının üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ($P<0,0001$) bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise depolama zamanı laktik asit sayısı üzerinde pozitif yönlü ($r:0,903$) istatistiksel olarak korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.12).

Çalışmada soğuk plazma uygulamasının laktik asit sayısı üzerinde depolama zamanı etkili olmuştur ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O_2 ve Ar gaz karışımlarında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak azalma göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde laktik asit sayısı üzerinde en fazla etkili olan K5 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K0 örneği değerlerinde 6,57-2,13 log kob/g, en az değişim ise K5 örneğinin değerlerinde 4,51-2,27 log kob/g olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.11).

5.1.7 Kaymak Örneklerinin Toplam Aerobik Psikrofil Bakteri Sayısı

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından toplam aerobik psikrofil sayısının depolama süresince değişkenliği çizelge 4.13’de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda toplam aerobik psikrofil sayılarındaki değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.14’de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından toplam aerobik psikrofil sayısının dağılımları ise şekil 4.7’de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre depolama zamanı ve örnek çeşidi toplam aerobik psikrofil sayısı üzerinde çok fazla etkili olduğu ($P<0,0001$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.14).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise depolama zamanı toplam aerobik psikrofil sayısı üzerinde pozitif yönlü ($r:0,881$), örnek çeşidi de pozitif yönlü ($r:0,368$) çok fazla korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.14).

Çalışmada kullanılan tüm elektriksel alan uygulamaları toplam aerobik psikrofil sayısı üzerinde etkili olmuştur ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O_2 ve Ar gaz karışımlarında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde toplam aerobik psikrofil sayısı üzerinde en fazla etkili olan K6 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K0 örneği değerlerinde 7,35-3,10 log kob/g, en az değişim ise K6 örneğinin değerlerinde 4,73-2,79 log kob/g olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.13).

Ulbin-Figlewicz vd. (2014), etin üzerine inoküle edilmiş saf bakteri kültürlerinin, helyum ve argon gazlarını kullanarak oluşturdukları plazma ile işleminin ete etkilerini araştırdıkları çalışmada; 2, 5 ve 10 dk 20 kPa basınca sahip yüksek voltaj boşaltıcı ile oluşturulmuştur. Helyum gazı ile 10 dk kullanımı sonucunda toplam mikroorganizma miktarı, maya-küf ve psikrotrofik mikroorganizma sayısının, sığırdan 1.14-1.48 log ve domuzda 0.98-2.09 log düştüğünü, *Bacillus subtilis* ve *Yersinia enterocolitica* için 2.00 log'luk azalma, 2 dk helyum plazma işlemi ile sağlanmıştır. 5 dk ve 10 dk'lık uygulamalar ardından, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas fluorescens* için benzer veriler elde edilmiştir.

5.1.8 Kaymak Örneklerinin *Staphylococcus aureus* türü Bakteri Sayısı

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından *Staphylococcus aureus* türü sayısının depolama süresince değişimi çizelge 4.15'de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda *Staphylococcus aureus* türü sayılarındaki değişim üzerine

etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.16’de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından *Staphylococcus aureus* türü sayısının dağılımları ise şekil 4.8’de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre depolama zamanı ve örnek çeşidi *Staphylococcus aureus* sayısı üzerinde çok fazla etkili olduğu ($P<0,0001$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.16).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise depolama zamanı *Staphylococcus aureus* sayısı üzerinde pozitif yönlü ($r:0,429$), örnek çeşidi ise negatif yönlü ($r:-0,520$) çok fazla korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.16).

Çalışmada kullanılan tüm elektriksel alan uygulamaları *Staphylococcus aureus* türü sayısı üzerinde etkili olmuştur ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O_2 ve Ar gaz karışımlarında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde *Staphylococcus aureus* türü sayısı üzerinde en fazla etkili olan K6 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K0 örneği değerlerinde 5,54-1,54 log kob/g, en az değişim ise K6 örneğinin değerlerinde 0,82-0,23 log kob/g olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.15).

Benzer bir çalışmada Ulbin-Figlewicz vd. (2014), helyum ve argon gazlarını kullanımı ile yapılan 10 dakikalık plazma işleminde agar ortamına inoküle edilmiş *Staphylococcus aureus* miktarının, sırası ile en fazla 2,02 ve 0,96 log kob/g’a kadar düştüğünü rapor etmiştir.

Kim vd. (2014) araştırmalarında kurutulmuş sığır etinde *Staphylococcus aureus*’u inaktive edebilmek için radyofrekans (RF) atmosferik basınçlı plazma işlemini ve duyuşal nitelikleri üstündeki etkiyi araştırmışlardır. Başlangıç argon gazı, 200 W güçle işlem gerçekleştirilmiştir. 10 dk’lık 300 °C plazma uygulamasının ardından belirlenen sonuç *Staphylococcus aureus* sayısını (3-4) log CFU/g düştüğü rapor etmişlerdir.

5.2. Kaymak Örneklerinin Fizikokimyasal Analiz Değerleri

5.2.1 Kaymak Örneklerinin Renk Değerleri

Hunter renk sistemine bakılarak L* değeri parlaklığı, a* değeri kırmızılığı ve b* değeri ise sarılığı vermektedir (Kahraman 2011).

5.2.1.1 Kaymak Örneklerinin L* Değerleri

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından L* değerinin depolama süresince değişimi çizelge 4.17’de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda L* değeri değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.18’de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından L* değeri dağılımları ise şekil 4.9’de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre depolama zamanı ve örnek çeşidi L* değeri üzerinde çok fazla etkili olduğu ($P<0,0001$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.18).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise depolama zamanı L* değeri üzerinde negatif yönlü ($r:-0,647$), örnek çeşidi de negatif yönlü ($r:-0,514$) çok fazla korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.18).

Çalışmada kullanılan tüm elektriksel alan uygulamaları L* değerinin (parlaklık) azaldığı tespit edilmiştir ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O₂ ve Ar gaz karışımlarında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde L* değerini en çok düşüren K6 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K2 örneği değerlerinde 97,97-94,44, en az değişim ise K0 örneğinin değerlerinde 99,71-97,92 olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.17).

Gıda ürünlerinde parlaklık değeri olarak bilinen L* değeri kullanılmış gaz çeşidine ve uygulama süresine bağlı olarak azaldığı gözlenmiştir. L* değerlerinin azalmasında yüzeydeki kurumanın etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca lipid oksidasyonu gıdalarda

esmerleşmeye neden olabilir, süt proteinlerinden elde edilen kahverengi renkli oksipolimerler L* değerinin düşmesinden sorumludur (Yong vd. 2015).

Yapılan benzer çalışmalarda Kim vd. (2011), bacon yüzeyine helyum ve helyum-oksijen gazlarını karıştırarak uyguladığı atmosferik basınç plazmasının L* renk değerinin (parlaklığın) azalttığını bu azalmanın giriş gücü ve işlem süresine bağlı değiştiği bildirilmiştir. Yong vd. (2015), dilimlenmiş çedar peynirinin parlaklığının (L* değerinin) uygulanan plazmanın süresinin yükselmesiyle bağlantılı olarak düştüğünü gözlemlemiştir. Lacombe vd. (2015)'da yapmış olduğu araştırmada aynı şekilde, 2 dakikalık uygulama sonrasında çay üzümünün parlaklığını 39,76'dan 31,04'e kadar düştüğü rapor edilmiştir. Yapılmış uygulamalar sonucunda besinlerin L* renk değeri (parlaklığı) üstünde soğuk plazma tekniğinin süre ile ilişkili oldu düşünülmektedir.

5.2.1.2 Kaymak Örneklerinin a* Değerleri

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından a* değerinin depolama süresince değişimi çizelge 4.19'de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda a* değeri değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.20'de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından a* değeri dağılımları ise şekil 4.10'de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre depolama zamanı a* değeri üzerinde çok fazla etkili olduğu ($P<0,0001$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.20).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise depolama zamanı a* değeri üzerinde pozitif yönlü ($r:0,878$) çok fazla korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.20).

Çalışmada soğuk plazma uygulamalarının a* değerinin (kızarıklık) depolama zamanı boyunca arttığı tespit edilmiştir ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan Ar gazı olarak tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde a* değerini en çok arttıran K4 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K4 örneği

değerlerinde 1,79-1,22, en az değişim ise K0 örneğinin değerlerinde 1,74-1,49 olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.19).

Yapılan bir çalışmada plazma uygulama maruz kalma süresinin artmasının sığır ve domuz örneklerinin a^* değerlerini (kızarıklık) düşürdüğü gözlemlenmiştir. Plazma işlemi sırasında oluşan hidrojen peroksitin miyogloblin ile reaksiyonunun bu değişimde etkili olabileceği belirtilmiştir (Jayasena vd. 2015).

Jayasena vd. (2015), sığır filetosunun a^* değerinin (kırmızılığının) 10 dakikalık işlem ardından 13,86'dan 6,79'a kadar düştüğü görülmüştür. Bunun yanında soğuk plazma uygulamasının süresi yükseldikçe pastırma örneklerinin kırmızılığı artacağı öngörüsünde bulunabilir. Buna bakılarak numunelerin a^* değeri üstünde soğuk plazma işlem süresinin etki ettiği düşünülebilir.

5.2.1.3 Kaymak Örneklerinin b^* Değerleri

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından b^* değerinin depolama süresince değişimi çizelge 4.21'de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda b^* değeri değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.22'de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından b^* değeri dağılımları ise şekil 4.11'de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre depolama zamanı b^* değeri üzerinde çok fazla etkili olduğu ($P<0,0001$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.22).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise depolama zamanı b^* değeri üzerinde negatif yönlü ($r:-0,932$) çok fazla korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.22).

Çalışmada soğuk plazma uygulamalarının b^* değerinin (sarılık) depolama zamanı boyunca azaldığı tespit edilmiştir. ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan Ar gazı olarak tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde b^* değeri üzerinde

en fazla etkili olan K4 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K4 örneği değerlerinde 6,09-4,74, en az değişim ise K0 örneğinin değerlerinde 6,12-5,32 olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.21).

Soğuk plazma işlemi uygulamasının ardından b^* değerinde bir artış tespit edilmiştir. Plazma işleminin neden olduğu oksidasyon, b^* değerindeki artıştan sorumludur (Lee vd. 2012). Yüksek b^* değeri enzimatik olmayan süt reaksiyonlarının bir göstergesidir, bu nedenle yağ ve protein oksidasyonunu önlemek için plazma uygulamasında düşük oksijen konsantrasyonlarının kullanılması önerilir (Nikmaram ve Keener 2022).

5.2.2 Kaymak Örneklerinin pH Değerleri

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından pH değerinin depolama süresince değişimi çizelge 4.23’de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda pH değeri değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.24’de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından pH değeri dağılımları ise şekil 4.12’de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre depolama zamanı ve örnek çeşidi pH değeri üzerinde çok fazla etkili olduğu ($P<0,0001$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.24).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise depolama zamanı pH değeri üzerinde negatif yönlü ($r:-0,622$), örnek çeşidi de negatif yönlü ($r:-0,534$) çok fazla korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.24).

Çalışmada kullanılan tüm elektriksel alan uygulamaları pH değerini azalttığı tespit edilmiştir. ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O_2 ve Ar gaz karışımlarında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde pH değeri üzerinde en fazla etkili olan K6 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim

K6 örneği değerlerinde 6,11-4,68, en az değişim ise K0 örneğinin değerlerinde 6,67-6,17 olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.23).

pH değerleri incelendiğinde soğuk plazma tekniğinin pH değerlerinde düşüşe sebep olduğu tespit edilmiştir. pH değerindeki bu düşüşte soğuk plazma uygulaması sırasında H^+ iyonlarının artmasının etkili olduğu bilinmektedir. Plazma tarafından üretilen nitrik asit (HNO_3) ve nitroz asit (HNO_2) gibi başlıca asidik özelliklere sahip reaktif türler pH düşüşünden sorumludur (Wang vd. 2022).

Yong vd. (2015) ise pH değerinin ilk olarak 6,42 olan dilimlenmiş çedar peynirine 10 dakikalık esnek ince-tabaka DBD (dielektrik bariyer boşaltıcı) plazma işlemi ardından pH değerinin 6,29'a azaldığı bildirilmiştir.

5.2.3 Kaymak Örneklerinin a_w Değerleri

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından a_w değerinin depolama süresince değişimi çizelge 4.25'de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda a_w değeri değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.26'de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından a_w değeri dağılımları ise şekil 4.13'de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre örnek çeşidi a_w değeri üzerinde çok fazla etkili olduğu ($P<0,0001$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.26).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise örnek çeşidi a_w değeri üzerinde negatif yönlü ($r:-0,403$) çok fazla korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.26).

Çalışmada soğuk plazma uygulamalarının a_w değeri örnek çeşidine üzerinde azaldığı tespit edilmiştir. ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O_2 ve Ar gaz karışımlarında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim K0 örneği değerlerinde

0,903-0,854, en az değişim ise K2 örneğinin değerlerinde 0,841-0,827 olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.25).

Soğuk plazma tekniği kaymak numunesinde a_w 'yi düşürdüğü gözlemlenmiştir. a_w 'deki azalma, plazma maruz kalma süresi arttıkça azaldı. a_w indirgenmesi gaz hareketi ile yüzeyde kurumaya sebep olmuştur. Ayrıca a_w değerindeki düşme, plazma işleminde kullanılan O_2 ve Ar gazlarının kaymak yüzeyindeki serbest su moleküllerini tutma kabiliyetine bağlanabilir. (Lee vd 2020).

Benzer şekilde Lee vd (2015), kurutulmuş incirlerin su aktivitesi (a_w) üstünde soğuk plazma tekniğinin düşürücü etkisinin varlığından bahsetmiştir.

5.2.4 Kaymak Örneklerinin TBA Değerleri

Kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından TBA değerinin depolama süresince değişimi çizelge 4.27'de, örnek çeşidi ve depolama zamanının kaymaklarda TBA değeri değişim üzerine etkilerine ait varyasyon ve korelasyon analizleri çizelge 4.28'de ve kaymak örneklerinin soğuk plazma işleminin ardından TBA değeri dağılımları ise şekil 4.14'de gösterilmiştir.

Yapılan varyasyon analizi sonuçlarına göre depolama zamanı TBA değeri üzerinde çok fazla etkili olduğu ($P<0,0001$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.28).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ise depolama zamanı TBA değeri üzerinde pozitif yönlü ($r:0,845$) çok fazla korelatif etki göstermiştir (Çizelge 4.28).

Çalışmada soğuk plazma uygulamalarının TBA değeri depolama zamanına bağlı arttığı tespit edilmiştir. ($P<0,05$) bu etki kontrol örneğine kıyasla arttırıcı yönde gerçekleşmiştir. Kullanılan iki farklı gaz ve bu gazların karışımından en fazla etkili olan O_2 gazı uygulamasında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki uygulama zamanına bağlı olarak artış göstermiştir. Uygulama süresince kullanılan iki farklı gaz içerisinde TBA değeri üzerinde en fazla etkili olan K2 örneği olmuştur. 10 günlük depolama süresince en fazla değişim

K2 örneği değerlerinde 0,743-0,264, en az değişim ise K4 örneğinin değerlerinde 0,431-0,289 olarak gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.27).

Benzer bir çalışmada Yong vd. (2015), cheddar peyniri yüzeyine uygulanan soğuk plazma işleminde, başlangıçta 0,132 mg malonaldehit/kg olan TBA değerinin, 2,5, 5 ve 10 dakikalık plazma uygulaması ardından sırası ile 0,141, 0,161 ve 0,183 mg malonaldehit/kg düzeyine çıktığını raporlamışlardır. Bunun yanında Jayasena vd. (2015) sığır filetosu üstünde yapmış oldukları 10 dakikalık plazma uygulamasının, TBA değerinin soğuk plazma süresi ile yükseldiğini gözlemlemişlerdir.

5.3 Sonuç

Kaymak, yapısında yüksek miktarda yağ ve protein içermektedir. Bu durum lipit oksidasyona neden olmaktadır. Ayrıca yüksek a_w değerine sahip olması mikroorganizmalar için cezbedici bir ortam oluşmasını sağlamaktadır. Geleneksel olarak ya da modern teknikler kullanılarak üretilen kaymaklar buzdolabı koşullarında ancak 6-7 gün muhafaza edilebilmektedir. Üretim sırasında ya da sonrasında çapraz kontaminasyon ile belirli bir mikrobiyal yüke sahip olan kaymak daha sonrasında depolama koşullarına ya da diğer etkenlere bağlı şekilde mikrobiyal yükü artmaktadır. Bu nedenle kaymakta mikrobiyal yükü azaltmak, raf ömrünü arttırmak amacı ile kaymağa soğuk plazma tekniği uygulanmıştır.

Bu araştırma sonucunda; Koliform grubu bakteri sayısı, toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, toplam aerobik psikrofil bakteri sayısı, toplam maya-küf sayısı, *Staphylococcus aureus* sayısı ve proteolitik bakteri sayısı üzerinde depolama zamanı ve kullanılan gaz çeşidine göre istatistiksel olarak değişim çok fazla anlamlı bulunmuştur. Bu durum belirtilen mikroorganizma sayılarında ciddi bir azalmaya sebep olmuştur. Bu azalma en çok K6 uygulaması olan %50-50 O₂-Ar gaz karışımlarından üretilen soğuk plazmada tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki zamana bağlı olarak artış göstermiştir. Laktik asit bakteri ve lipolitik bakteri sayısı üzerinde ise depolama zamanı boyunca bakteri sayısında azalma olduğu gözlemlenip uygulanan gaz çeşidine göre etkili olmadığı gözlemlenmiştir.

Yapılan çalışma sonrasında soğuk plazma işleminin mikroorganizma sayısı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Fizikokimyasal analiz sonuçlarına incelendiğinde pH değerinin düşmesi ve TBA değerinin artması kaymağın raf ömrünü olumsuz etkileyeceği düşünülmüştür. a_w değerinin azalması yine mikrobiyal aktivitenin azalmasını olumlu etkileyeceği için tekniğin gıda sanayinde kullanılması için tercih sebebi olabilir. Soğuk plazma uygulaması sonucunda kaymağın renk değerleri incelendiğinde L^* ve b^* değerinin azalması, a^* değerinin artması kaymağın kalite parametrelerinin olumsuz etkileyeceği düşünülmektedir.

Soğuk plazma tekniğinin kaymağın renk değerleri üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu etki L^* değerinde depolama zamanı ve uygulanan gaz çeşidine göre istatistiksel olarak çok fazla anlamlı bulunmuş olup, L^* değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. a^* değeri ise depolama süresi boyunca istatistiksel olarak anlamlı bulunup a^* değerinin artış gösterdiği görülmüştür. Aynı zamanda b^* değeri de depolama süresi boyunca istatistiksel olarak anlamlı değişimler görülmüş olup, b^* değerinin düştüğü tespit edilmiştir.

Kaymak yapısında yüksek miktarda yağ bulundurması sebebi ile oksidasyona olanak sağlamaktadır. Çalışmada TBA değeri depolama zamanı boyunca artış göstermiştir. Bu artış en fazla K2 örneği olan %100 O_2 gazı kullanılarak üretilen soğuk plazma uygulamasında tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki zamana bağlı artış göstermektedir.

Soğuk plazma işlemi uygulaması ardından kaymakta depolama süresince pH değerlerinde azalma görülmüştür. Bu azalmanın sebebi ortamda sayısı artan laktik asit bakterisi ile gerçekleşen laktik asit fermentasyonu sonucunda meydana geldiği düşünülmektedir. Çalışmada pH değerindeki düşme en fazla K6 numunesi olan %50-50 O_2 -Ar gaz karışımlarından üretilen soğuk plazmada tespit edilmiş olup ortaya çıkan etki zamana bağlı olarak artış göstermiştir.

Su aktivitesi (a_w) değeri depolama zamanı boyunca azalma olduğu gözlemlenip uygulanan gaz çeşidine göre etkili olmadığı gözlemlenmiştir. Su aktivitesinin (a_w) düşmesi kaymak numunesinin yüzeyinde depolama süresince zamana bağlı olarak kurumasından meydana geldiği düşünülmektedir.

Bu çalışmada kaymağın raf ömrünü arttırma ve kalite özelliklerini iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda kaymağa uygulanan soğuk plazma tekniğinin kaymağın mikrobiyal aktivitesini oldukça düşürdüğü gözlenmiştir. Bu sonuç doğrultusunda gıda sanayinde soğuk plazma tekniğinin mikrobiyal aktivitesi yüksek gıdalar için kullanılması önerilebilir.

Sonuç olarak yüksek miktarda yağa sahip olan gıdalarda soğuk plazma tekniğinin uygulaması gerçekleştirilirken lipit oksidasyonuna hızlandırmayacak gaz ve süre için ön çalışmalar yapılmalıdır. Bu ön çalışmalar neticesinde belirlenen uygun gaz ve süreler tercih edilerek kullanılabilir. Bu sebep ile fizikokimyasal özelliklerde minimum değişikliğe neden olacak proses parametrelerinin belirlenmesi için farklı gaz bileşimleri ve süreleri ile çalışmalar yapılabilir. Bunun yanında mikrobiyal aktivesi yüksek ya da mikrobiyal aktivitesi hızlı artış gösteren gıdalar için oldukça kullanıma uygun bir teknik olarak gözlemlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Aigster A, Sims C, Staples C, Schmidt R, O'Keefe S F, 2000, Comparison of cheeses made from milk having normal and high oleic fatty acid compositions, *Journal of Food Science*, 65, 920-924.
- Akalın A S, Gönç S, Ünal, G, Ökten S, 2006, Determination of some chemical and microbiological characteristics of kaymak, *Grasas Y Aceites*, 57, 429- 432.
- Akalın S, Kımık Ö, Gönç S, 1998, İzmir Piyasasında Satılan Bazı Beyaz Peynir Çeşitlerinde Yağ Asitleri Kompozisyonunun Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, 23, 357-363.
- Akarca G, 2013, Kılıflanmış Sade ve Baharatlı Mozzarella Peynirinin Olgunlaşma Süresinde Değişimlerin İncelenmesi, Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 174s, Afyonkarahisar.
- Akbay C, Tiryaki G Y, 2007, Tüketicilerin ambalajlı ve açık süt tüketim alışkanlıklarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi, *Kahramanmaraş Örneği, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 10, 89-96.
- Akkaya L, Alisharlı M, Kara R, Telli R, 2006, Afyonkarahisar'da tüketime sunulan kremalı pastalarda *Listeria* türlerinin varlığının belirlenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17, 93-97.
- 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.
- Aktan, T, 2011, Atmosferik Basınç Soğuk Plazma İle Yüzey Sterilizasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Aktop S, 2016, Soğuk Plazma Tekniğinin Et Ürünlerindeki Bazı Patojenler Üzerine Etkisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 108s, Afyonkarahisar.
- Altun B, Besler T, Ünal S, 2002, Ankara'da Satılan Sütlerin Değerlendirilmesi, *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 11, 51-55.

- Anlı E A, Gürsel A, 2013, Fiziksel ayırma tekniği ile elde edilen süt yağından üretilen kaymakların bazı nitelikleri, *Biyoloji Bilim Araştırma Dergisi* ,6, 33-39.
- Anonim, 2014, Sakarya Üniversitesi, Gıda mühendisliği bölümü, Gıda Analizleri Uygulama Notları.
- Anonim, 1989, TS 6930, Süt ve Mamülleri ve Koliformların Sayımı, Bölüm 1, 30°C’da Koloni Sayım Tekniği, Türk Standartları Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2001b, TS 6582-1, EN ISO 688-1, Gıda ve Hayvan Yemlerinin Mikrobiyolojisi, Koagülaz pozitif Stafilokokların (*Staphylococcus aureus* ve diğer türler) Sayımı İçin Yatay Metot, Bölüm 1, Baird Parker Agar Besiyeri Kullanarak, Türk Standartları Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Asık E, Seydim A C, 2011, Gıda ambalajlarının sterilizasyonunda soğuk plazma yöntemi, Gıda Mühendisliği Kongresi, 24-26 Kasım, 270s, Ankara.
- Bağdatlı A, 2008, Farklı Paketleme Yöntemlerinin Taze Etin Kalite Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Manisa.
- Baysal A, 2004, Beslenme Bölüm II Besinler, Süt 10. Baskı, Hatiboğlu Yayınları, 268-275, Ankara.
- Black R E, Williams S M, Jones I E, Goulding A, 2002, Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health, *American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 675–680.
- Bozkurt D, 2014, Soğuk Plazma Uygulamasının Vitaminler ve Polifenol Oksidaz (PFO) Enzimi Aktivitesi Üzerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Breen A, Milosavljević V, 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.
- Byun M W, Lee J W, Jo, C, Yook H S, 2001, Quality properties of sausage made with gamma-irradiated natural pork and lamb casing, *Meat Science*, 59, 223–228.

- Chen F F, 1984, Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, Volume 1, Plasma Physics, Plenum Press, ISBN 0-306-41332-9, 421s, USA.
- CL Nelson, TJ Berger, 1989, Curr Mikrobiyoloji, 18, 275.
- Critzer F J, Kelly-Wintenberg K, South S L, Golden D A, 2007, Atmospheric plasma inactivation of foodborne pathogens on fresh produce surfaces, Journal of Food Protection, 70, 2290-2296.
- Çakmakçı S, Hayaloglu A, 2011, Evaluation of the chemical microbiological and volatile aroma characteristics of Ispir Kaymak, A Traditional Turkish Dairy Product, International Journal of Dairy Technology, 64, 444– 450.
- Çon A H, Gökçe R, Gürsoy O, 2000, Farklı Şekillerde Ambalajlanan Afyon Kaymaklarının Muhafaza Sürelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, 6. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 557–567, Tekirdağ.
- Dağdemir E, 2006, Salamura Beyaz Peynirlerden İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Tanımlanması ve Seçilen Bazı İzolatların Kültür Olarak Kullanılabilme Olanakları, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 190s, Erzurum.
- 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.
- Demirci M, 1998, İçme Sütü, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Denes F, 1997, Synthesis and Surface Modification by Macromolecular Plasma Chemistry, TRIP 5, 1, 23-31.
- Deng S, Ruan R, Mok C K, Huang G, Lin X, Chen P, 2007, Inactivation of Escherichia coli on Almonds Using Nonthermal Plasma, Food Microbiology and Safety 72, 62-66.
- Denizkara A, 2021, Geleneksel Afyonkarahisar Ekmeği Üretiminde Kullanılan Hamurların Fiziko-kimyasal Özellikleri ile Hamur Fermantasyonunda Rol Alan

Mayaların İzolasyon ve Tanımlanması, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 96s, Afyonkarahisar.

Dereli Z, Şevik R, 2011, Modifiye Atmosferde Paketlenerek Depolanan Afyon Kaymağında Oluşan Kimyasal Değişimler, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergiler, 6, 1–8.

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.

Dokuzlu C, 2004, Gıda Analizleri, Marmara Kitapevi Yayınları, 255s, Bursa.

Driks B P, Dobrynin D, Fridman G, Mukhin Y, Fridman A, Quinlan JJ, 2012, Treatment of Raw Poultry with Nonthermal Dielectric Barrier Discharge Plasma to Reduce *Campylobacter jejuni* and *Salmonella enterica*, Journal of Food Protection 75, 22-28.

Erol İ, Siriken B, Şireli T U, Kısa Ö, Albay A, Gün H, Kaymaz Ş, 1996, Kremalı pastaların mikrobiyolojik kalitelerinin belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 43, 413-420.

Fernández A, Noriega E, Thompson A, 2013, Inactivation of *Salmonella enterica* serovar typhimurium on fresh produce by cold atmospheric gas plasma technology, Food Microbiol, 33, 24-29.

Fox P F, McWeeney P L H, 2003, Advanced Dairy Chemistry, Volume 1, In Chapter 1, Milk Proteins, General and Historical Aspects, Third Edition, Part A, New York, Springer Verlag Publish.

Fox P F, 2015, Uniacke-Lowe T, McSweeney PLH, O'Mahony J A, Dairy Chemistry and Biochemistry 2th ed Cork, Springer, Chapter 8, Physical properties of milk, 321-43.

Fox P F, P L H McSweeney, 1998, Dairy Chemistry and Biochemistry, Blackie Academicand.

- 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.
- Goetsch AL, Zeng S S, Gipson T A, 2011, Factor affecting goat milk production and quality, Small Rumin Res, 101, 55-63.
- Goldston R J, Rutherford P H, 1995, Introduction to Plasma Physics, CRC Press.
- Gökalp H Y, Kaya M, Tülek Y, Zorba Ö, 1999, Et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayın No 318, Atatürk Üniversitesi Ofset Tesisi, 316, Erzurum.
- Güleç, H A, 2012, Gıda Endüstrisinde Isıl Olmayan Plazma Teknolojileri, Gıda, 37, 295-302.
- Halkman K, 2019, Gıda Mikrobiyolojisi Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd, 648 s, Ankara.
- Halkman K, 2005, Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Başak Matbaacılık ve Tanıtım Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir.
- Hamzaçebi Y, 1973, Afyon ve Çevresinde Satışa Arz Edilen Kaymakların Hijyenik Kaliteleri Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, Ogun Kardeşler Matbaası, 44s, Ankara.
- Heo Y S, Yim D G, Baek K H, Kang T, Lee Y E, Kim J, Choe W, Jo C, 2021, Effect of inkjet-printed flexible dielectric barrier discharge plasma on reduction of pathogen and quality changes on sliced cheese, LWT - Food Science and Technology, 143, Article 111128.
- Hickeya D K, Kilcawleya K N, Beresforda T P, Sheehanb E M, Wilkinsonc M G, 2006, The influence of a seasonal milk supply on the biochemical and sensory properties of Cheddar cheese, International Dairy Journal, 16, 679-690.
- Hillerton J E, Walton A W, 1991, Identification of subclinical mastitis with a hand-held electrical conductivity meter, The Veterinary Record, 128, 513-515.
- İnal T, 1990, Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi, Final Ofset, İstanbul.

- Jain M, 1998, Dairy Foods, Dairy Fats and Cancer A Review of Epidemiological Evidence, Nutrition Research, 18, 905-937.
- Jayasena D D, Kim H J, Yong H I, Park S, Kim K, Choe W, 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, Costerton J W, 2012, In vitro antimicrobial effect of a cold plasma jet against *Enterococcus faecalis* biofilms, ISRN dentistry.
- Kahraman C, 2011, Production of kefir from bovine and oat milk mixture, A Thesis Submitted to the Graduate School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Food Engineering, 119s, İzmir.
- Kayar G, Yıldız H, 2011, Gıda sanayinde soğuk plazma tekniği uygulamaları, 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, 24-26 Kasım, 44 s, Ankara.
- Kırdar S, 2001, Süt ve Ürünleri Analiz Metotları-Uygulama Kılavuzu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yayın no 18, Isparta.
- Kim B, Yun H, Jung S, Jung Y, Jung H, Choe W, 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 H J, Yong H I, Park S, Kim K, Choe W, Jo C, 2015, Microbial safety and quality attributes of milk following treatment with atmospheric pressure encapsulated dielectric barrier discharge plasma, Food Control, 47, 451-456.
- Kim J S, Lee E J, Choi E H, Kim Y J, 2014, *Staphylococcus aureus*'un radyo frekanslı atmosferik basınçlı plazma boşaltma işlemi ile kurutulmuş sığır etinde inaktivasyonu, Yenilik Gıda Bilimi, 22, 124-130.
- Kim Y, Kim J, Lee E, Cho E, 2013, Inactivation of *Campylobacter jejuni* using Radio-frequency Atmospheric Pressure Plasma on Agar Plates and Chicken Hams, Korean J, Food Sci, Vol 33, No 3, 327-324.

- Koburger J A, Marth E H, 1984, Yeast and Moulds In Speck, M L, Compendium.
- Konar A, 1982, İnek, Koyun ve Keçi Sütlerinin, Donma Noktası Depresyonu Süte Su Katılarak Yapılan Hilenin Saptanması, 7, 55-62.
- Korkmaz O, 1990, Afyon Kaymağının Dünü ve Bugünü Beldemiz, Afyon Belediyesi Bülteni, 6, 29-30.
- Krall N A, Trivelpiece A W, Gross R A, 1973, Principles of Plasma Physics, American Journal of Physics, 41, 1380.
- Kvam E, Davis B, Mondello F, Garner A L, 2012, Nonthermal atmospheric plasma rapidly disinfects multidrug-resistant microbes by inducing cell surface damage, Antimicrobial agents and chemotherapy, 56, 2028-2036.
- Labuza T P, 1982, Shelflife dating of foods, Westport Ct, Food and Nutrition Press, 500s.
- Lacombe A, Niemira B A, Gurtler J B, Fan X, Sites J, Boyd G, Chen H, 2015, Atmospheric Cold Plasma Inactivation of Aerobic Microorganisms on Blueberries and Effects on Quality Attributes, Food Microbiology 46, 479-484.
- 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, 1409-1415.
- Laroussi M, 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 S Y, Park H H, Min S C, 2020, Pulsed light plasma treatment for the inactivation of *Aspergillus flavus* spores, *Bacillus pumilus* spores and *Escherichia coli* O157:H7 in red pepper flakes, Food Control, 118, 107401.
- Lee H J, Jung S, Jung H, Park S, Choe W, Ham J S, Jo C, 2012, Evaluation of a dielectric barrier discharge plasma system for inactivating pathogens on cheese slices, Journal of Animal Science and Technology, 54, 191–198.
- Lee K, Pack K, Ju W, 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.

- Li R, Ye L, Mai Y W, 1997, Application of plasma technologies in fibrereinforced polymer composites, a review of recent developments, *Composites Part A Applied Science and Manufacturing*, Volume 28, Issue 1, Pages 73–86.
- Megep, 2012, Gıda Teknolojisi Süt Ve Süt Ürünleri Analizleri 1.
- Mestawet T A, Girma A, Adnoy T, Devold T G, Narvhus J A, Vegarud G E, 2012, Milk production, composition and variation of different lactation stages of four goat breeds in Ethiopia, *Small Rumin Res*, 105, 176-181.
- Metin M, 2012, Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Metin M, 2001, Süt Teknolojisi, Sütün Bileşimi ve İşlenmesi, 3. Baskı, E. Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları, 793s, İzmir.
- Miller G D, Jarvis K J, McBean L D, 2000, *Handbook of Dairy Foods and Nutrition*, The Importance of Milk and Milk Products in the Diet, Ed, Jensen, R G, Kroger M, CRC Press, New York, p 4-24.
- Miller G D, Jarvis K J, McBean L D, 2000, *Handbook of Dairy Foods and Nutrition*, international dairy journal 10.
- Misra N N, Tiwari B K, Raghavarao K S, Cullen P J, 2011, Nonthermal Plasma Inactivation of Food-Borne Pathogens, *Food Engineering Reviews*, 159-170.
- Misra N N, Tiwari B K, Raghavarao K S M S, Cullen P J, 2011, Nonthermal plasma inactivation of food-borne pathogens, *Food Engineering Reviews*, 3, 159-170.
- Moisan M, Barbeau J, Crevier M C, Pelletier J, Philip N, Saoudi B, 2002, Plasma sterilization, Methods and mechanisms, *Pure and Applied Chemistry*, Volume 74, Issue 3, Pages 349–358.
- Moisan M, Barbeau J, Moreau S, Pelletier J, Tabrizian, M, 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, 1-21.
- Montenegro J, Ruan R, Ma H, Chen P, 2002, Inactivation of *E. coli* O157:H7 Using a Pulsed Nonthermal Plasma System, *Journal of Food Science* 67, 646–648.

- Montie T C, Kelly-Wintenberg K, 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, 41-50.
- 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.
- Nicholas G D, Auldist M J, Molan P C, Stelwagen K, Prosser C G, 2002, Effects of stage of lactation and time of year on plasmin derived proteolytic.
- Nickerson J T, Sinskey A J, 1974, Microbiology of Food and Food Processing, American Elsevier Publishing Company, New York, USA.
- Niemira B A, Sites J, 2008, Cold plasma inactivates Salmonella Stanley and Escherichia coli O157: H7 inoculated on golden delicious apples, Journal of Food Protection, 71, 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.
- Nikmaram N, Keener K M, 2022, The effects of cold plasma technology on physical, nutritional, and sensory properties of milk and milk products, LWT-Food Science and Technology, 154, 112729.
- Noriega E, Shama G, Adriana Laca A, Díaz M, Kong M G, 2011, Cold atmospheric gas plasma disinfection of chicken meat and chicken skin contaminated with Listeria innocua, Food Microbiology, 28, 1293-1300.
- Oysun G, 1987, Süt Kimyası ve Biyokimyası, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No 18, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Basımevi, Samsun.
- Özcan T, Erbil F, Kurdal E, 1998, Sütün insan beslenmesindeki önemi, İçme Sütü Sempozyumu Tebliğler Kitabı, s-31-41, Tekirdağ.

- Özdemir S, Sert S, 1996, Gıda Mikrobiyolojisi Tatbikat Notları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No 128, Erzurum.
- Özkan B, 2002, Pastörize Sütün A ve D Vitamin Kayıplarının İncelenmesi ve A ve D Vitaminlerince Zenginleştirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisan tezi.
- Özkaya F D, Cömert M, 2008, Gıda zehirlenmelerinde etken faktörler, Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 149-158s.
- Özkendir O M, Ufuktepe Y, 2000, Lazer-Plazma Etkileşme Mekanizmalarının İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 11, No 1, 102-112.
- Pamuk Ş, 2017, Geleneksel afyon kaymağı üretimi, Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 12, 84-89s.
- Pankaj S K, Bueno-Ferrer C, Misra N N, Milosavljevic V O'Donnell C, Bourke P, 2014, Applications of Cold Plasma Technology in Food Packaging, Trends in Food Science and Technology 35, 5-17.
- Park Y W, Haenlein G F, 2013, Milk and dairy products in human nutrition production, composition and health, John Wiley and Sons.
- Patil S T, Moiseev N N, Misra P J, Cullen J P, Mosnier K M, Keener P, Bourke M, 2014, Influence of High Voltage Atmospheric Cold Plasma Process Parameters and Role of Relative Humidity on Inactivation of Bacillus atrophaeus Spores Inside a Sealed Package, Journal of Hospital Infection 88, 162-169.
- Patton St, Mc Carthy R D, Evans, Lynn T R, 1970, Structure and synthesis of Milk, Journal of Dairy Science, 43, 1197.
- Perni S, Shama G, Hobman J L, Lund P A, Kershaw C J, Hidalgo-Arroyo GA, Kong M G, 2007, Probing bactericidal mechanisms induced by cold atmospheric plasmas with Escherichia coli mutants, Applied Physics Letters, 90, 073902.
- Polat Ö, 2015, Çiftlik Ve Toplama Merkezlerğnden Alınan Sütlerde Fabrika Pastörizasyonu Ve Ev Tipi Pastörizasyonun Sütteki Bazı Kimyasal Bileşenleri

- Üzerine Etkisi Ve Çiğ Sütteki Kimyasal Bileşenlerle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 38s, Tokat.
- Raso J, Barbosa-Cánovas G V, 2003, Nonthermal Preservation of Foods Using Combined Processing Techniques, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43, 3, 265-285.
- Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y, 2008, Composition of goat and sheep milk products, An uptade, *Small Rumin Res*, 79, 57-72.
- Robinson, R K, 1983, Dairy microbiology, Volume 2, The microbiology of milk products, England, Applied Science Publishers Ltd.
- Rød S K, Hansen F, Leipold, Knöchel 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.
- Salvador A, Fizman S M, 2004, Textural and sensory characteristics of whole and skimmed flavored set-type yogurt during long storage, *J. Dairy Sci*, 87, 4033-41.
- Sherbon J W, Physical Properties of Milk, In Wong N P, Jenness R, Keeney M, Marth E H, 1988, *Fundamentals of Dairy Chemistry*, Springer, Boston.
- S Hury D R, Vidal F, Desor vd. 1988, *Uygulama Mikrobiyoloji*, 26, 417.
- Stoica M, Mihalcea L, Borda D, Alexe P, 2013, Non-thermal novel food processing technologies, *Journal of Agroalimentary Process and Technologies*, 19, 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.
- Şahin A, Yıldırım A, 2012, Mandalarda Çiğ Süt Kompozisyonu ve Somatik Hücre Sayısı, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29, 43-48.
- 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.
- Tarakçı Z, Selçuk Ş, Şahin K, Coşkun H, 2003, Üniversite öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 13, 15-21.

- Teke E, 2012, Vakum ortamında plazma kaplama ve plazma parametrelerinin incelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Tekinşen C, Atasever M, Keleş A, Tekinşen K K, 2002, Süt, Yoğurt, Tereyağı, Peynir Üretim ve Kontrol, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Tekinşen C, 2000, Süt ürünleri teknolojisi, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Tekinşen O C, Tekinşan K K, 2005, Süt ve süt ürünleri, temel bilgiler teknoloji kalite kontrolü, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Temiz A, 2000, Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri, 3. Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
- Tendero C, Tixier C, Tristant P, Desmaison J, 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 funtional 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.
- Topcu Y, 2006, Süt Ürünlerinde Marka Rekabeti ve Tüketici Davranışları, Erzurum ili örneği, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 70, Erzurum.
- Tosun F, 2016, Ekzopolisakkarit Üreten Laktik Kültürlerin Tereyağı, Yayık Tereyağı ve Kaymağın Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilim Enstitüsü, Gıda Müh, Doktora Tezi, 192s, Kayseri.
- 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, Brychcy E, Jarmoluk A, 2015, Effect of low-pressure cold plasma on surface microflora of meat and quality attributes, J Food Sci Technol, 52, 1228–1232.

- Ulbin-Figlewicz N, Jarmoluk A, Marycz K, 2014, Antimicrobial activity of low-pressure plasma treatment against selected foodborne bacteria and meat microbiota.
- Üçüncü M, 2008, A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi, Cilt I, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 543s, İzmir.
- Ünal R N, Besler T, 2008, Beslenmede sütün önemi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 40s, Ankara.
- Ünlütürk A, Turantaş F, 2002, Gıdaların Mikrobiyolojik Analizi, İkinci Baskı.
- Vleugels M, Shama G, Deng X T, Greenacre E, Brocklehurst T, Kong M G, 2005, Atmospheric plasma inactivation of biofilm-forming bacteria for food safety control, Plasma Science, IEEE Transactions on, 33, 824-828.
- Von Keudell A, Awakowicz P, Benedikt J, Raballand V, Yanguas-Gil A, Opretzka J, Stapelmann K, 2010, Inactivation of Bacteria and Biomolecules by Low-Pressure Plasma Discharges, Plasma Processes and Polymers, 327-352.
- Vural N Y, 2001, Antalya ili süt ve süt ürünleri tüketici profili çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 165, Antalya.
- Walstra P, Jenness R, 1984, Dairy Chemistry and Physics, 467, Wiley Interscience Publication, New York.
- Wang S, Liu Y, Zhang Y, Lü X, Zhao L, Song Y, Zhang L, Jiang H, Zhang J, Ge W, 2022, Processing sheep milk by cold plasma technology, Impacts on the microbial inactivation, physicochemical characteristics, and protein structure, LWT - Food Science and Technology, 153, Article 112573.
- Weltmann K D, Von Woedtke T h, Brandenburg R, Ehlbeck J, 2008, Biomedical Applications Of Atmospheric Pressure Plasma, II. Central European Symposium on Plasma Chemistry, Chem, Listy 102, 1450–1451.
- Yang L, Chen J, Gao J, 2009, Low temperature argon plasma sterilization effect on *Pseudomonas aeruginosa* and its mechanisms, J Electrostatics, 67, 646-651.
- Yangılar F, Oğuzhan P, 2013, Plazma Teknolojilerinin Gıda Endüstrisinde Kullanımı, 38, 183-189.

- Yasuda H, 1984, Plasma Polymerization for Protective Coatings and Composite Membranes, Journal of Membrane Science, 18, 273-284.
- Yazıcı M E, Kırşehir ilinde süt ve süt ürünleri tüketiminde tüketici algılarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir, 155, 2016.
- Yetişmeyen A, 1997, Süt Teknolojisi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No 1482, 229, Ankara.
- Yong H I, Kim H J, Park S, Kim K, Choe W, Yoo S J, 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.
- Ziuzina D, Patil S, Cullen P J, Keener K M, 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.