



**TUZSUZ BEYAZ PEYNİR MUHAFAZASI İÇİN YENİ
BİR ALTERNATİF: İNDİRGEN ATMOSFER
PAKETLEME (İAP)**

Kadir TAN
Yüksek Lisans Tezi

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Duried ALVAZEER
2019

Her hakkı saklıdır

T.C.
IĞDIR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TUZSUZ BEYAZ PEYNİR MUHAFAZASI İÇİN YENİ BİR ALTERNATİF:
İNDİRGEN ATMOSFER PAKETLEME (İAP)**

Kadir TAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

IĞDIR

2019

Her hakkı saklıdır

Dr. Öğr. Üyesi Duried ALVAZEER danışmanlığında Kadir TAN tarafından hazırlanan bu çalışmatarhinde aşığıdaki jüri üyeleri tarafından Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:İmza:

Üye:İmza:

Üye:İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun / /2019 tarih ve 2019/sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(imza)

.....

Doç. Dr. Süleyman TEMEL

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Kadir TAN

Bu çalışma Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Merkezi tarafından desteklenmiştir.

Proje No:2017-FBE-L 26

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

ÖZET

TUZSUZ BEYAZ PEYNİR MUHAFAZASI İÇİN YENİ BİR ALTERNATİF: İNDİRGEN ATMOSFER PAKETLEME (İAP)

TAN, Kadir

Yüksek Lisans Tezi: Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Duried ALVAZEER

Haziran 2019, 96 Sayfa

Bu çalışmada tuzsuz Beyaz peynirin muhafazasında; temel prensibi, indirgen gaz (H_2) içeren bir gaz karışımının kullanımına dayanan ve dünyada bir ilk olan İndirgen Atmosfer Paketleme (İAP) sistemi ele alınmıştır. Beyaz peynir örnekleri, üretimi yapıldıktan hemen sonra herhangi bir tuzlama, salamura veya koruyucu kullanılmadan İndirgen Atmosfer Paketleme (İAP), Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) şartlarında ve paketlenmeden (KONTROL) muhafaza edilmiştir. İAP 1 (%90 CO_2 , %6 N_2 , %4 H_2), İAP 2 (%50 CO_2 , %46 N_2 , %4 H_2), MAP 1 (%90 CO_2 , %10 N_2), MAP 2 (%50 CO_2 , %50 N_2), MAP 3 (hava) ve KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C) olmak üzere 6 farklı örnek grubu tayin edilmiş ve 7 hafta boyunca +4 °C’de depolanmıştır. Örnek gruplarına ait kuru madde, yağ, titrasyon asitliği, renk (L^* ve b^*) ve mikrobiyolojik analizler [Toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) ve maya-küf sayımı] gerçekleştirilmiştir. Renk analizi sonucunda; tüm örnek gruplarında zaman ilerledikçe L^* değerinin düştüğü ve b^* değerinin ise arttığı tespit edilmiştir. Titrasyon asitliğinde de zaman ilerledikçe artışa rastlanmıştır.

Hem renk parametreleri hem de titrasyon asitliği bakımından, 0. zaman (hafta) örnek grubu ile en fazla benzerlik gösteren grubun İAP 1 olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$). Mikrobiyolojik analizler sonucunda ise; TMAB sayısında tüm örnek gruplarında zaman ilerledikçe artış meydana geldiği, örnek gruplarına ait bakteri sayısının en fazla KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C), en az ise İAP 1 örneklerinde olduğu saptanmıştır. Maya-Küf sayısının da TMAB gibi tüm örnek gruplarında zaman ilerledikçe arttığı, İAP 1 örneklerinin en düşük sayıda maya-küf içerdiği ve İAP 2 grubuyla benzerlik gösterdiği saptanmıştır ($p<0.01$). Uygulanan tüm analizlerden elde edilen veriler ışığında; indirgen atmosfer şartlarında paketlenen örneklerin (İAP 1 ve İAP 2); 0. zamana (hafta) ait örneklerle olan benzerliği, hidrojenin (H_2) peynirin muhafazasındaki önemine dikkat çekmektedir. CO_2 ’nin yanı sıra H_2 kullanımı ile taze peynirin raf ömrü herhangi bir koruyucu kullanılmadan uzatılabilmekte; söz konusu çalışmaya ait sonuçlar; tuzsuz beyaz peynirin raf ömrünün, duyuşal ve mikrobiyolojik kalitesi korunarak 6 hafta boyunca korunabileceğini kanıtlamaktadır. Ayrıca yüksek tansiyon, kronik böbrek ve kardiyovasküler rahatsızlıkları olan, yüksek tuz konsantrasyonuna hassas bireylere sağlıklı ve alternatif bir ürün sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Peynir, Paketleme, İndirgen atmosfer, Renk, Mikrobiyoloji

ABSTRACT

A NEW ALTERNATIVE TECHNIQUE FOR EXTENDING SHELF LIFE OF WHITE FRESH CHEESE WITHOUT SALTING: REDUCING ATMOSPHERE PACKAGING (RAP)

TAN, Kadir

Master Thesis, Food Engineering Main Dicipline

Thesis Adviser: Assist. Prof. Dr. Duried ALVAZEER

June 2019, 96 pages

In this study, for the first time in the world Reducing Atmosphere Packaging (RAP) technique based on the use of a gas mixture containing reducing gas (H_2) for preservation of the fresh white cheese without salting step was evaluated. The white cheese samples after preparation were immediately packaged in Reducing Atmosphere Packaging (MAP), Modified Atmosphere Packaging (MAP), and unpackaged (control) conditions without adding salt, brine or any preservatives. Six different sample groups: RAP 1 (%90 CO_2 , %6 N_2 , %4 H_2), RAP 2 (%50 CO_2 , %46 N_2 , %4 H_2), MAP 1 (%90 CO_2 , %10 N_2), MAP 2 (%50 CO_2 , %50 N_2), MAP 3 (air) and CONTROL (Unpackaged/+4°C) were assigned and stored for 7 weeks at +4 C cold conditions. The dry matter, fat content, titratable acidity, color (L^* and b^*) and microbiological analyses (total mesophilic-aerobic bacteria (TMAB) and yeast-mold count) of the samples were evaluated. Color analysis showed that while L^* value decreased, b^* value increased for all sample groups.

According to the titratable acidity results, an increase in titratable acidity was observed over time for all sample groups. In terms of both color parameters and titratable acidity; the closest values to the fresh sample group (time 0) was observed for RAP 1 group ($p < 0.01$). The results of microbiological analysis showed that the TMAB content of all sample groups increased along the time with the highest and lowest TMAB content observed for CONTROL (Unpackaged/+4°C) and RAP 1 samples, respectively. Yeast-Mold content of all sample groups increased along the time; where RAP 1 exhibited the lowest content and was similar to RAP 2 group ($p < 0.01$). In the light of the results obtained from all analyses; the similarity between samples packed under reducing atmosphere conditions (RAP 1 and RAP 2) and the fresh samples (time 0 week) attracts attention to the importance role of hydrogen (H_2) in preserving fresh cheese. The use of H_2 besides CO_2 extended the shelf life of the white fresh cheese without using any preservatives. The results of the present study prove the possibility to store the fresh white cheese for 6 weeks with keeping its sensorial and microbiological qualities. These results provide also a healthy and alternative product to many types of patients who are sensitive to salt consumption such as high blood pressure, Chronic kidney and Cardiovascular diseases.

Key words: Cheese, Packaging, Reducing Atmosphere, Color, Microbiology

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Tüm dünya ülkeleri açısından oldukça önemli bir yere sahip olan peynirin muhafazasında birçok farklı yöntem kullanılmasına karşın, Iğdır Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Redoks Uygulamaları Araştırma Merkezi'nde (RCRAF) bu muhafaza yöntemlerine alternatif olarak dünyada bir ilk olan İndirgen Atmosferik Paketleme (İAP) tekniği geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

Tez çalışmam boyunca, görüş ve önerileriyle beni yönlendiren danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Duried Alvazeer'e, laboratuvar çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen değerli Iğdır Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Redoks Uygulamaları Araştırma Merkezi (RCRAF) üyeleri Betül ÖRS, Nur Özkan ve Gamze Şara'ya, bu süre zarfında desteğiyle yanımda olan sevgili aileme, Munzur Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocalarıma ve her zaman desteğini esirgemeyen sayın Doç. Dr. Alper Güven'e saygılarımı ve teşekkürlerimi borç bilirim.

Kadir TAN

Haziran, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Peynir ve Tarihi.....	4
2.1.1. Beyaz peynir.....	5
2.1.2. Beyaz peynirin besin değeri ve insan beslenmesinde önemi.....	6
2.2. Beyaz Peynirin Mikroflorası.....	7
2.2.1. Peynirin doğal florası.....	7
2.2.2. Patojenler ve peynirin diğer florası.....	8
2.3. Beyaz Peynir Üretimi.....	9
2.4. Beyaz Peynirde Olgunlaştırma.....	12
2.5. Beyaz Peynirin Kalitesi Üzerine Etkili Faktörler.....	14
2.5.1. Isıl işlem.....	14
2.5.2. Starter kültür.....	14
2.5.3. Peynir mayası ve CaCl ₂	16
2.5.4. Tuzlama.....	18
2.6. Modifiye Atmosfer Paketleme.....	19
2.6.1. Modifiye atmosfer paketlemede kullanılan gazlar.....	20
2.6.2. Peynirde modifiye atmosfer paketleme.....	23
2.7. Hidrojen gazı (H ₂) ve kullanım alanları.....	29
3. MATERYAL VE METOT	32

3.1. Materyal.....	32
3.1.1. Süt.....	32
3.1.2. Kimyasallar ve diğ er materyaller.....	32
3.1.3.Alet ve cihazlar.....	33
3.2. Metot.....	34
3.2.1. Beyaz peynir üretimi.....	34
3.2.2. İndirgen atmosfer pak etleme (İAP) ve modifiye atmosfer pak etleme (MAP) iş lemi.....	35
3.2.3. Toplam kuru madde miktarı analizi.....	37
3.2.4. Yağ analizi.....	37
3.2.5. Titrasyon asitli ğ i analizi.....	37
3.2.6. Renk analizi.....	38
3.2.7. Mikrobiyolojik analizler.....	38
3.2.7.a.Toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) analizi.....	38
3.2.7.b. Maya-küf analizi.....	39
3.2.8. İstatistik analiz.....	40
4. ARAŞ TIRMA BULGULARI VE TARTIŞ MA.....	41
4.1. Kuru Madde ve Yağ Miktarı Analizi Sonuç ları.....	41
4.2. Renk Analizi Sonuç ları.....	41
4.2.1. L* değ eri.....	41
4.2.2. b* değ eri.....	45
4.3. Titrasyon Asitli ğ i Sonuç ları.....	52
4.4. Toplam Mezofilik-Aerobik Bakteri (TMAB) Analizi Sonuç ları.....	59
4.5.Maya-Küf Analizi Sonuç ları.....	67
4.6. Peynir Ö rneklerinin Gö rsel Olarak İ ncelenmesi.....	76
5. SONUÇ VE Ö NERİLER.....	84
KAYNAKLAR.....	87
Ö ZGEÇ Mİ Ş.....	97

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%.....	Yüzde
°C.....	Santigrat derece
Ar.....	Argon
b*.....	Mavilik-sarılık
C ₂ H ₅ OH.....	Etil alkol
C ₂ OH ₁₄ O ₄	Fenolftalein
C ₅ H ₁₁ OH.....	Amil alkol
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
Cl.....	Klor
cm ³	Santimetre küp
CO.....	Karbon monoksit
CO ₂	Karbon dioksit
d.....	Yoğunluk
dk.....	Dakika
Eh.....	Oksidasyon redüksiyon potansiyeli
G.....	Gram
H ₂	Hidrojen
H ₂ CO ₃	Karbonik asit
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
He.....	Helyum
kg.....	Kilogram
km.....	Kuru madde
kPa.....	Kilo Paskal
L.....	Litre
L*.....	Parlaklık

mg	Miligram
N₂	Azot
N₂O	Nitrik oksit
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
Ne	Neon
O₂	Oksijen
-OH	Hidroksil radikali
SO₂	Kükürt dioksit
v	Hacim
Xe	Ksenon
y.y	Yüz yıl

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
Kob	Koloni oluşturan birim
LA	Laktik asit
MAP	Modifiye atmosfer paketlenme
ORP	Oksidasyon-redüksiyon potansiyeli
PCA	Plate count agar
TMAB	Toplam mezofilik-aerobik bakteri
TPS	Tamponlanmış peptonlu su
YEA	Yeast ekstrakt agar

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Beyaz peynir üretim aşaması.....	11
Şekil 1.2. Peynirde olgunlaşma aşaması.....	13
Şekil 1.3. Enzimatik pıhtılaşma aşaması.....	17
Şekil 1.4. Moleküler hidrojenin kimyasal yapısı.....	30
Şekil 3.1. Peynir üretim aşaması.....	34
Şekil 3.2. Peynir üretiminde telemenin kesildiği aşama.....	35
Şekil 3.3. Paketleme işlemine ait şematik diyagram.....	36
Şekil 4.1. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait L* değerleri.....	43
Şekil 4.2. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait b* değerleri.....	46
Şekil 4.3. İAP 1 ve MAP 1 örneklerine ait b* değerlerinin karşılaştırılması.....	48
Şekil 4.4. İAP 2 ve MAP 2 örneklerine ait b* değerlerinin karşılaştırılması.....	49
Şekil 4.5. İAP 1 ve İAP 2 örneklerine ait b* değerlerinin karşılaştırılması.....	50
Şekil 4.6. MAP 1 ve MAP 2 örneklerine ait b* değerlerinin karşılaştırılması.....	51
Şekil 4.7. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri	52
Şekil 4.7. İAP 1 ve MAP 1 örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerinin karşılaştırılması.....	53
Şekil 4.8. İAP 1 ve MAP 1 örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerinin karşılaştırılması.....	55
Şekil 4.9. İAP 2 ve MAP 2 örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerinin karşılaştırılması.....	56
Şekil 4.10. İAP 1 ve İAP 2 örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerinin karşılaştırılması.....	57
Şekil 4.11. MAP 1 ve MAP 1 örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerinin	58

karşılaştırılması	
Şekil 4.12. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) sayısı.....	61
Şekil 4.13. İAP 1 ve MAP 1 örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) sayısının karşılaştırılması.....	63
Şekil 4.14. İAP 2 ve MAP 2 örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) sayısının karşılaştırılması	64
Şekil 4.15. İAP 1 ve İAP 2 örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) karşılaştırılması.....	65
Şekil 4.16. MAP 1 ve MAP 2 örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) karşılaştırılması.....	67
Şekil 4.17. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait maya-küf sayısı.....	70
Şekil 4.18. İAP 1 ve MAP 1 örneklerine ait maya-küf sayısının karşılaştırılması.....	72
Şekil 4.19. İAP 2 ve MAP 2 örneklerine ait maya-küf sayısının karşılaştırılması	73
Şekil 4.20. İAP 1 ve İAP 2 örneklerine ait toplam maya-küf sayısının karşılaştırılması.....	74
Şekil 4.21. MAP 1 ve MAP 2 örneklerine ait toplam maya-küf sayısının karşılaştırılması.....	75
Şekil 4.22. 1. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar.....	77
Şekil 4 23. 2. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar.....	78
Şekil 4 24. 3. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar.....	79
Şekil 4.25. 4. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar.....	80

Şekil 4.26. 5. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar.....	81
Şekil 4.27. 6.hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar.....	82
Şekil 4.28. 7. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar.....	83



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Analizlerde kullanılan kimyasallar ve diğer materyallerin adı, formülü ve markası.....	32
Çizelge 3.2. Analizlerde kullanılan alet ve cihazlar.....	33
Çizelge 3.3. İAP ve MAP şartlarında muhafaza edilen örneklere ait paket atmosferleri.....	36
Çizelge 4.1. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait L* değerleri.....	44
Çizelge 4.2. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait b* değerleri.....	47
Çizelge 4.3. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri.....	54
Çizelge 4.4. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) sayısı.....	62
Çizelge 4.5. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait maya-küf sayısı.....	71

1. GİRİŞ

Süt ürünleri, beslenmeciler tarafından oldukça fazla önerilen gıda ürünleri arasında yer almaktadır. Bu ürünler arasında; hem sektörel hem de tüketici açısından oldukça önemli bir yer tutan peynir, besin değeri ve kendine has lezzet ve aromasıyla arzu edilen önemli bir süt ürünüdür. Her ülkede çok farklı tiplerde peynir üretilmekte ve dünyada 2000'den fazla, Türkiye'de ise 193 peynir çeşidinin bulunduğu tahmin edilmektedir. Ancak bunlardan Beyaz, Kaşar ve Tulum peyniri ulusal nitelikte kabul görüp önemli ekonomik değer taşımaktadır (Baran, 2015).

Beyaz peynir; yumuşak veya yarı sert peynir sınıfında yer alan çiğ inek, koyun sütünden veya bu sütlerin karışımının kullanılmasıyla elde edilen ve salamura içerisinde olgunlaştırılan geleneksel bir Türk peyniridir (Öner *et al.*, 2006)

Taze peynir nötre yakın pH değerinden, yüksek su aktivitesinden ve düşük tuz konsantrasyonundan dolayı, çok kısa raf ömrüne sahiptir. Çoğunlukla, soğutucu koşullarında, peynirin raf ömrü 7 gündür (Dimarzo *et al.*, 2006). Peynirlerde tuzlama ve salamura; mikrobiyal gelişmeyi kontrol altına almada, peynir altı suyunun peynirden uzaklaştırılmasında, biyokimyasal reaksiyonları (proteoliz, lipoliz ve glikoliz... vb) kontrol ederek karakteristik tat ve tekstürü geliştiren temel proses olarak dikkate alınmaktadır (Guinee, 2004; Guinee and Fox, 1993). Türkiye'de Beyaz peynirin olgunlaştırılmasında kullanılan salamuranın tuz konsantrasyonu değişkenlik göstermekte ve Beyaz peynir üretiminde kullanılan tuz konsantrasyonu (NaCl) 8,5-23,5 g/100 g arasında bulunmaktadır (Hayaloglu *et al.*, 2002). Fakat yüksek tuz (sodyum klorür/NaCl) konsantrasyonu, belirtildiği üzere birçok pozitif etkisine rağmen beraberinde çok ciddi problemleri de getirmekte ve birçok hastalıkla ilişkilendirilmektedir. Endüstrileşmiş ülkelerde günlük diyetdeki tuz alımı, peynir tüketimi ile yakından bağlantılı olduğundan peynirdeki tuz oranının azaltılması gerekmektedir.

Günümüzde gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmak amacıyla birçok muhafaza tekniği mevcut olmakla beraber, bunlar arasında paketleme en çok tercih edilen tekniklerden biri haline gelmiştir. Paketleme prosesi, mikrobiyal gelişimi ve kalite kaybını önleme paketlenen

ürünün kullanım ve satışına katkıda bulunma gibi temel rolleri üstlenmektedir (Khoshgozaran *et al.*, 2012). Tüketicilerin, koruyucu içermeyen fakat raf ömrü uzatılmış doğal ve sağlıklı ürünlere olan talebi, gıda endüstrisini yeni paketleme konsepti geliştirmeye sevk etmiştir. Bu konsept dahilinde, soğuk koşullarla kombine edilmiş olan Modifiye Atmosfer Paketlemenin (MAP), meyve-sebze, et ve süt ürünlerinin raf ömrünün uzatılmasında başarılı olduğu kanıtlanmıştır (Montanez *et al.*,2010). MAP, paket içerisindeki atmosferin farklı gaz kombinasyonlarıyla aktif veya pasif olarak modifiye edildiği bir tekniktir. Karbondioksit (CO₂), oksijen (O₂) ve azot (N₂); MAP'ta kullanılan 3 temel gaz olmakla beraber; bu gazların seçimi, paketlenen gıdanın çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Bu gazlar dışında; argon (Ar) gibi, soy ya da inert gazlar kahve ve aperatif gıdalar için ticari olarak kullanılıyor olsa da literatürdeki uygulaması ve yararları sınırlı düzeydedir. Karbon monoksit (CO) ve kükürt dioksit (SO₂) gazlarının da deneysel olarak kullanımı rapor edilmiştir (Sandhya, 2010).

Peynir, en hızlı bozulan gıdalardan biri olduğundan; kalite parametrelerini muhafaza ederek raf ömrünü uzatmak oldukça önemli bir yer tutmakta ve bu alanda MAP, koruyucu içermeyen bir metot olarak kullanılmaktadır. Araştırmacılar, peynirin paketlenmesinin, starter kültür kullanımı, peynir çeşidi, sertliği, olgunluk düzeyi, başlangıç mikrobiyal yükü ve depolama şartları gibi bir grup önemli parametreye bağlı olduğunu belirtmiştir (Papaioannou *et al.*, 2007). Bu bağlamda MAP, peynirin raf ömrünü uzatmada tüketicinin beklentisini karşılayacak düzeyde başarıyla uygulanmıştır. Gazlardan CO₂ ve N₂sert ve yarı sert peynirlerde kullanılmaktadır.N₂, pakette çökmeyi engelleyen bir gaz olarak rol alırken, karbondioksit,bakteriostatikvefungostatik etkiye sahiptir. CO₂'nin bu mikrobiyal etkisinin, peynirin MAP koşullarında depolanması sürecinde aroma gelişimine etki ettiği tahmin edilmektedir (Juric *et al.*, 2003).

Peynirin MAP tekniği ile muhafaza edilmesine yönelik spesifik bazı peynir çeşitlerinde çalışmalar yapılmış olmasına karşın, indirgen gazın kullanılmış olduğu herhangi bir MAP çalışması söz konusu değildir. Bu tez aracılığıyla, İndirgen Atmosfer Paketleme (İAP) adlı, daha önceki MAP çalışmalarına alternatif olacak, ilk ve yeni bir teknik uygulanmıştır. Tuzsuz taze Beyaz peynirin, indirgen gaz (H₂) içeren bir gaz karışımı

ile paketlenildiği alternatif bir teknik olarak geliştirilen İndirgen Atmosfer Paketlemenin hedeflerini şu şekilde özetleyebiliriz:

- Herhangi bir koruyucu kullanılmadan Beyaz peynirin raf ömrünün uzatılması,
- Günlük diyetle önemli bir yere sahip olan peynirin; özellikle yüksek tuz konsantrasyonuna hassasiyeti olan hasta bireylerde, sağlık açısından herhangi bir risk oluşturmadan tüketiminin kolaylaştırılması,
- Peynirde yüksek tuz konsantrasyonunun istenmediği gıda alanlarında, peynir kullanımının kolaylaştırılması,
- Hidrojen gazının (H_2) paketleme alanında kullanımı ile salamura kullanılmadan peynir kalitesinin muhafaza edilebileceği sürenin araştırılması,
- Ürünün; renk, koku ve lezzet de dâhil olmak üzere; duyuşsal, mikrobiyolojik ve besinsel değerinin muhafaza edilmesi,
- MAP sisteminde, hem oksijen (O_2) seviyesinin azaltılması hem de ortamda veya ürün içerisinde bulunan oksijenin veya serbest radikallerin oksidatif etkisini engelleyen hidrojen (H_2) gazının kullanımıyla, oksidasyonunun önüne geçilerek üründe sebep olacağı kalite kaybının azaltılması,
- Redoks potansiyelinde (Eh), hidrojen aracılığıyla meydana gelen düşüşün oksidatif (aerobik) mikroorganizmalara etkisini kullanarak, peynirdeki mikrobiyolojik bozulmanın azaltılması,
- MAP teknolojisine hidrojen (H_2) gazının pozitif etkileri ile yeni bir bakış açısının getirilmesi.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Peynir ve Tarihi

Ortaçağda, peynir yapım teknikleri iklim koşullarına bağlı olarak şekillenmiş ve bölgesel olarak sert ya da yumuşak peynirler üretilmiştir. Fakat ilk fabrikasyon usulü peynir, 1815 yılında Rönesans döneminde İsviçre’de üretilmiştir. Büyük ölçekteki ilk başarılı üretim ise bundan yaklaşık 36 yıl sonra ABD’de gerçekleştirilmiştir. Dünya çapında oldukça popüler bir gıda olan peynir, oldukça çeşitlilik göstermekte; İngiltere’de 700, İtalya ve Fransa’da 400, Türkiye’de 190’nın üzerinde dünyada ise toplamda 2000 ile 4000 arasında farklı peynir çeşidinin bulunduğu bildirilmektedir (Gürmeriç, 2014). Bu çeşitlilikte, başta hammadde olmak üzere, uygulanan teknolojik işlemler, olgunlaşma şartları etkili olmaktadır (Ertürkmen, 2014). Türkiye’de üretilen peynirlerden Beyaz, Kaşar ve Tulum peyniri ulusal düzeyde kabul görmekte ve ekonomik değer taşımaktadır. Bununla beraber son yıllarda Örgü, Lor, Dil, Çökelek, Otlu ve Mihaliç peynirleri de önemli miktarlarda ve ulusal düzeyde üretilmektedir (Hayaloglu *et al.*, 2002). Devlet Planlama Teşkilatı’nın raporuna göre, süt ve ürünleri üretim miktarlarına bakıldığında üretimi yapılan en çok süt ürününün yoğurt olduğu ve yoğurttan sonra ise üretimi süt ve Beyaz peynirin takip ettiği belirtilmektedir (Çağlayan, 2016). Dünya’da üretilen sütün yaklaşık üçte biri peynire işlenmekte ve FAO’nun 2011 verilerine göre, dünya toplam peynir üretiminin yaklaşık 20 milyon ton olduğu, ABD’nin yaklaşık 5 milyon ton üretim ile 1. sırada, Türkiye’nin ise yaklaşık 165 bin ton üretim ile 24. sırada yer aldığı bildirilmektedir (Soltani, 2013).

Gıda, Tarım ve Hayvancılık bakanlığının 2015/6 nolu Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’ne göre ‘‘Peynir: Hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peynir altı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ile ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanarak ya da kullanmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra

tüketilen, çeşidine özgü karakteristik özellikleri gösteren tüm süt ürünleri” olarak tanımlanmaktadır (Türk Gıda Kodeksi, 2015).

Peynir üretiminde, gıda muhafazası alanında iki klasik yöntem olarak ön plana çıkan laktik asit fermantasyonu ve su aktivitesinin düşürülmesinden faydalanılmaktadır. Günümüzde peynir sanayi her ne kadar gelişmiş olsa da peynir yapımının temel aşamaları çok az değişikliğe uğramıştır (Ünsal, 1997).

2.1.1. Beyaz peynir

2015/6 sayılı Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’ne göre “Beyaz peynir: Hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin, tekniğine uygun olarak işlenmesiyle üretilen, üretim aşamalarındaki farklılıklara göre taze veya olgunlaştırılmış olarak tanımlanabilen, çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren salamuralı peynir” olarak tanımlanmaktadır (Türk Gıda Kodeksi, 2015).

Özellikle Trakya, Marmara, Ege ve Orta Anadolu bölgelerinde üretilen, yumuşak veya yarı yumuşak yapıda olan Beyaz peynir;tuzlu ve hafif asidik tada sahip ve salamurada olgunlaştırılan peynirler arasında en yaygın peynir çeşidi olmakla birlikte “Salamura peyniri”,“Edirne peyniri” veya “Teneke peyniri” olarak da adlandırılmaktadır (Durlu Özkaya ve Gün, 2008; Erkaya, 2014). Ülkemizde en çok bilinen Beyaz peynirler; tam yağlı %60 koyun, %30 keçi ve %10 inek sütü karışımından üretilen Ezine peyniri, koyun sütü ve inek sütü karışımıyla üretilen Edirne tipi teneke beyaz peyniri, çiğ koyun sütünden üretilen Urfa salamura beyaz peyniri ve keçi sütünden üretilen Konya teneke salamura keçi peyniri olarak sıralanabilmektedir (Durlu Özkaya ve Gün, 2008). Koyun ve keçilerin laktasyonperiyotları yaklaşık 3-5 ay kadar kısa olduğundan, peynirler genellikle inek sütünden elde edilmektedir (Hayaloğlu *et al.*, 2002).

Beyaz peynir benzeri ürünler dünyanın birçok ülkesinde örneğin; Yunanistan’da “Feta”, Mısır’da “Domiatı”, Romanya’da “Teleme”, Bulgaristan’da “Bjalo Salamureno Sirene”, İsrail’de “Brinza”, Amerika’da “Ouesto Blanco” ve Yugoslavya’da “Beli Sir Kriskama” olmak üzere farklı şekillerde adlandırılmakta ve tüketilmektedir (Hayaloglu *et al.*, 2002).

100 gram kuru maddedeki yağ oranına göre beyaz peynir 4 gruba ayrılmaktadır (Hayaloglu *et al.*, 2002; Hayaloglu, *et al.*,2008):

- Tam Yağlı (En az 45 g/100 g km)
- Yarım Yağlı (30–44 g/100 g km)
- Az Yağlı (20–29 g/100 g km)
- Yağsız (< 20 g/100 g km)

Beyaz peynir; salamurada olgunlaştırılan ve genellikle bu şekilde satışa sunulan bir peynir çeşidi olmasına karşın, son yıllarda vakum ambalajlamanın sağladığı birçok avantaj nedeniyle vakum ambalajlanmış olarak da marketlerde yerini almaktadır (Erkaya, 2014).

2.1.2. Beyaz peynirin besin değeri ve insan beslenmesinde önemi

Kalsiyum, fosfor, protein ve mineralleri dengeli ve yeterli düzeyde içermesi nedeniyle süt, insan sağlığı ve beslenmesi açısından oldukça önemli bir besin kaynağıdır. Fizyolojik açıdan önem arz eden enzimler, immüoglobulinler, büyüme hormonları, enzim inhibitörleri ve diğer hormonları; antimikrobiyal ajanlar ve büyüme faktörleri gibi peptit ve protein yapılı öğeleri; vitamin, mineral ve yağ asitlerini içerdiğinden büyüme ve gelişmenin yanı sıra, yaşam döngüsünde birçok hayati özelliğe sahiptir (Çağlayan, 2016). Sütün bünyesinde barındırdığı yağ, çözünmeyen tuzlar ve kolloidal maddelerin tamamına yakın bir bölümü ve süt serumundaki vitamin ve diğer besin unsurlarının önemli bir kısmı peynir içerisinde muhafaza edilmektedir. Diğer bir ifade ile peynir biyolojik değeri yüksek protein, kalsiyum, fosfor, riboflavin ve A vitamini yönünden oldukça zengin bir gıda olması ve zevkle tüketilmesi sebebiyle her toplumda beslenmede büyük bir öneme sahiptir (Uraz ve Gencer, 2000; Karaman, 2007).

Ruminant lipidleri, antioksidatif ve antikanserojenik niteliğe sahip olduğu düşünülen konjugelinoleik asit seviyesi açısından da oldukça zengin bir süt ürünüdür (Baran, 2015; Kahraman, 2017). Diğer hayvansal gıdalarla kıyaslandığında, daha düşük kolesterol içeriğine (10-100 mg/100 g) sahip peynir, aynı zamanda vücuda alınan kolesterolü de kontrol edebilmektedir (Demirci, 1990; Kahraman, 2017). Peynirdeki laktoz seviyesinin çok düşük olması, laktozu tolere edemeyen (laktoz intoleransı) ve dünya

nüfusunun yaklaşık % 70'ini oluşturan yetişkin nüfusu açısından oldukça büyük bir avantajdır. Çünkü bu bireyler, peynir tüketerek diyetlerde önemli yer tutan kalsiyum gibi mineralleri alarak sağlıklı şekilde beslenebilmektedir (Baran, 2015). Bunun dışında düşük karbonhidrat içeriğine sahip olan peynir, diyabetikler açısından da oldukça uygun bir gıdadır (Kahraman, 2017). Beslenme uzmanlarınca bir kişinin günde en az 30 g, yılda ise 11 kg peynir tüketmesinin dengeli beslenme için yeterli olacağı belirtilmekte ve 100 g peynir tüketimiyle, günlük esansiyel aminoasit ihtiyacı da tamamen karşılanabilmektedir (Soltani, 2013).

2.2. Beyaz Peynirin Mikroflorası

Çevresel faktörler, peynirde mikroorganizma gelişimini tetiklemekte; starter ve sekonder flora, starter olmayan laktik asit bakterileri ve bozucu mikroorganizmalar ile patojen bakteriler bu mikroorganizmalar arasında yer almaktadır. Peynir üretim aşamasında starter gelişimi, olgunlaşmanın ilk safhasında birçok mikroorganizma gelişimini durdurarak canlılıklarını yitirmesine ve hücre içi enzimlerinin serbest kalmasına sebep olmaktadır. Peynir çeşitlerinin çoğunluğunda rastlanan sekonder flora, olgunlaşmada oldukça önemli bir yere sahiptir. Swiss peynirinde bulunan *Propiono bacterium* türleri; olgunlaştırılan peynir yüzeyindeki *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium* türleri; mayalar, mavi ve beyaz küfler; olgun küflü peynirlerde bulunan küfler sekonder flora arasında yer almaktadır. Bu flora, peynire olgunlaşma aşamasında katılabilmekte ve doğal kontaminatlar da bu grup mikroorganizmaları meydana getirebilmektedir (Vapur, 2010).

2.2.1. Peynirin doğal florası

Beyaz peynirin doğal laktik florası Karakuş *ve ark.*, 1992 tarafından araştırılmış olup; araştırmacılar, olgunlaşmanın başlangıç aşamasında peynir florasında *Lc. Lactis* ssp. *lactis*'in 2.6×10^6 kob/g değeri ile baskın; *E. faecalis* ve *E. faecium* bakterilerinin ise ikinci en önemli tür olduğunu, ayrıca *Lb. casei*, *Lb. plantarum*, *Lb. fermentum*, *Leu. mesenteroides* ssp. *dextranicum* ve *Leu. lactis*, *Lb. brevis* türlerinin de mevcut olduğunu tespit etmişlerdir. Olgunlaşmanın ilerlemesi sonucunda, *Lactococci* türlerinde düşüş, *Lactobacillus* türlerinin sayısında ise artış olduğu ve florada baskın türlerin *Lb. casei* ve *Lb. plantarum* olduğu saptanmıştır (Hayaloglu *et al.*, 2008; Çelik ve Uysal, 2009).

Çiğ süttten elde edilen peynirlerde sütte doğal olarak bulunan laktik asit bakterileri, pastörize süttten elde edilen peynirlerde ise süte dışarıdan ilave edilmektedir. Bu mikroorganizmalar peynire işlenecek olan sütte asitlik gelişimini sağlamakta ve olgunlaşma safhasında ise tat-koku oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Ertürkmen, 2014).

2.2.2. Patojenler ve peynirin diğer florası

Çiğ süttten ve/veya çeşitli üretim aşamalarında patojenler ve/veya bu mikroorganizmaların toksinleri ile kontamine olan peynirlerin tüketimiyle meydana gelen enfeksiyon ve intoksikasyonlar 1980'lerden sonra bildirilmiştir (Baran, 2015). Sağlıklı bir memede, steril olarak bulunan süt, meme kanalına ulaşıttktan sonra kontamine olmakta; bunun dışında sağım, taşıma ve dağıttım esnasında da hayvanın derisi, ahır, kullanılan kaplar ve sağımı yapan kişi gibi çeşitli kaynaklardan, kontaminasyona uğramaktadır. Bu bağlamda, peynir üretiminde çiğ süttün mikroflorası oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Çağlayan, 2016).

Turantaş ve ark., (1989), Beyaz peynirde yüksek değerlerde *E. coli* (0,60-5,15 log kob/g), koliform (0,60-5,15 log cfu/g), fekal kaynaklı streptococci (2,81-7,14 log kob/g) ile *Staph. aureus* (1,30-1,70 log kob/g) saptamıştır. En zararlı mikroorganizma grubunu meydana getiren koliform grubu bakteriler, süt şekerini (laktoz) asit ve gaza çevirmektedir. Meydana gelen bu gaz; peynirin iç kısmında birikerek peynirde gözenekli, süngerimsi yapıya sebep olmaktadır (Durlu Özkaya ve Gün, 2008; Urhan, 2012). Bunun yanı sıra peynirin tat ve aromasını da etkilemektedir. *Escherichia coli* ise proteinleri kullanarak indol meydana getirmekte, bu durum pis koku oluşumuna sebep olmaktadır (Urhan, 2012).

Bir grup araştırmacı üç farklı işletmeden temin ettikleri Beyaz peynirde yaptıkları çalışma sonucunda, peynirlerin değişik oranlarda *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Enterococcus* ve koliform grubu bakterileri bulundurduğunu tespit etmiştir (Hayaloglu et al., 2008; Çelik ve Uysal, 2009).

Süt ve süt ürünlerinde sağlık açısından risk oluşturabilecek bir diğer mikroorganizma grubu ise küfler ve meydana getirdikleri mikotoksinlerdir. Kullanılan

yemler ile sığırlara geçen aflatoksinler, M1 ve M2 formuna dönüşerek süte geçmektedir. Karsinogenik olan bu mikotoksin çeşidini barındıran sütlerden üretilen ürünler, insan sağlığını tehlikeye atmaktadır (Urhan, 2012).

Türk beyaz peynirinde tespit edilen *Debaryomyces hansenii*, *Candida* spp., *Kluyveromyces lactis* ve *Pichia methionina* var. *amethionina* küf türlerinin; acı tada, pütrifikasyona ve gaz oluşumuna sebep oldukları belirtilmektedir. 12.5 g/100 g NaCl varlığında da gelişim gösterebilen bu küf türleri, peynirde kullanılacak olan sütün pastörizasyonu ve üretim sırasındaki hijyenin iyi şekilde sağlanmasıyla önlenebilmektedir (Hayaloglu et al., 2008).

Peynirde anaerobik sporlu butirik asit bakterileri (*Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium butyricum*) de gelişerek laktik asit fermantasyonu yapabilmektedir. Ürettikleri butirik asit, peynirde doku ve lezzet bozukluklarına sebebiyet vermektedir. Bu bakterilerin gelişimi yüksek laktik asit ve tuz konsantrasyonları, düşük pH'da yavaşlamaktadır (Walstra et al., 1999). Mayaların çok fazla gelişimi sonucunda ise Beyaz peynirde yumuşama, tat bozuklukları ve gaz oluşumu meydana gelmektedir. Ayrıca renk bozukluğu ve pH artışı sonucu patojenlerin gelişimine; laktozu fermente etmeleri sonucu ise ambalajda şişkinliğe sebep olmaktadır (Bintsis ve Papademas, 2002). Kötü üretim şartlarında starter ve psikrotrof bakterilerin kontaminasyonuna uğrayan Beyaz peynirde ise bu mikroorganizmaların proteolitik ve lipolitik aktivitesi sonucu lezzet bozuklukları meydana gelmektedir (Walstra et al., 1999; Bintsis ve Papademas, 2002; Kırkın, 2009).

2.3. Beyaz Peynir Üretimi

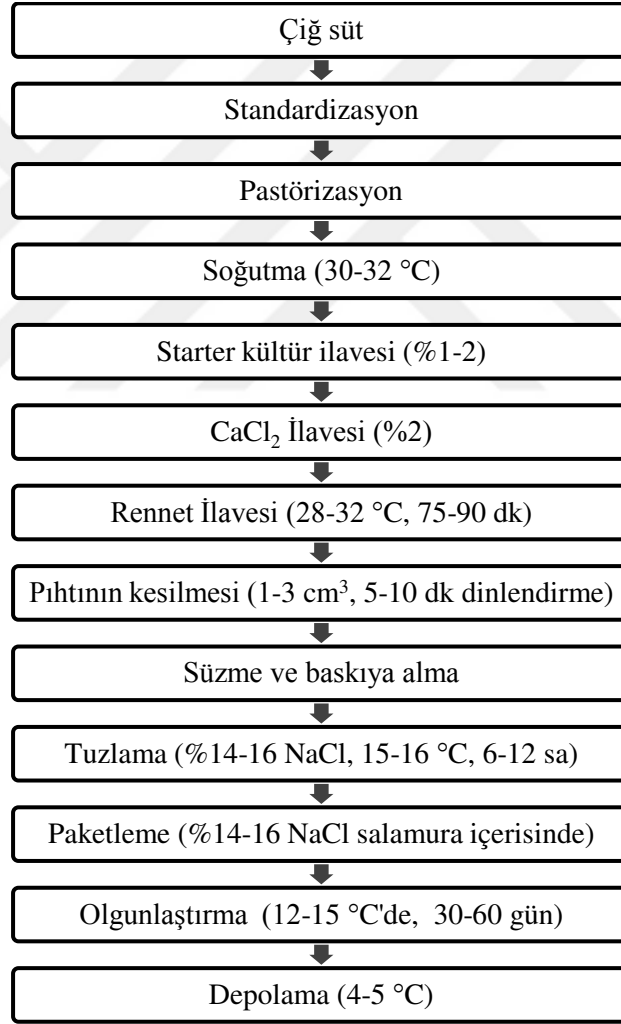
Ülkemizde Beyaz peynir üretiminde geleneksel ve standart olmayan bir teknik uygulanmakla birlikte, bu teknik; bölgeye, işletmelere, uygulamayı yapan kişinin bilgisine bağlı olarak büyük oranda değişmektedir. Bu sebeple; işletmeye gelen sütün klarifikasyonundan uygulanan ısı işlem, soğutma, mayalama, pıhtının işlenmesi, salamuranın hazırlanması, tuzlama, paketlenme ve peynirin olgunlaştırılması aşamalarına kadar birçok farklılık meydana gelmektedir (Gider, 2006).

Kaliteli peynir üretiminde ilk olarak hammaddenin yani sütün kaliteli olması (koyun sütü içeren kazein oranı yüksek, rennet ile iyi koagüle olabilen, antibiyotik, deterjan ve dezenfektan gibi kimyasal kalıntılar ile patojen mikroorganizmaları içermeyen süt), peynir üretim aşamalarının doğru uygulanması, ısı işlem parametrelerinin doğru tercih edilmesi, starter kültür ve peynir mayasının uygunluğu oldukça önem arz etmektedir (Hayaloğlu *et al.*, 2002; Erkaya, 2014).

Beyaz peynir farklı kaynaklardan elde edilen sütlerden üretilmesine karşın, kalite ve randıman bakımından en uygunun koyun sütü olduğu bildirilmektedir. Koyun sütüne farklı oranlarda keçi ve inek sütü karıştırılarak veya yalnızca inek sütü kullanılarak da üretim yapılabilmektedir. Fakat inek sütünden elde edilen beyaz peynirlerde, arzu edilen kalite sağlanamamakta ve randıman düşmektedir (Çağlayan, 2016). Günümüz şartlarında Beyaz peynir üretimi çoğunlukla mandıra ve modern işletmelerde, üretimin diğer bir bölümü de geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Fakat geleneksel Beyaz peynir üretimi sırasında pastörize süt yerine çiğ süt kullanımı sağlık açısından tehlike arz etmekle birlikte standart içerik ve kalitede peynir elde etmek her zaman mümkün değildir (Çelik ve Uysal, 2009).

Peynir üretiminde ilk olarak çiğ süt, klarifikasyon ve yağ/protein oranının dengelendiği standardizasyon işlemlerine tabi tutulmaktadır. Ardından, 80-85 °C'de 2-3 s pastörize edilmekte; bu sıcaklık ve süre değerleri peynir türüne bağlı olarak değişmektedir (Kırkın, 2009; Gürmeriç, 2014). Ülkemizde Beyaz peynir üretiminde, pastörizasyonun 85-90°C'de 5-10 dakika şeklinde uygulandığı "Bulgar Yöntemi" kullanılmakta ve bu yöntem özellikle yüksek randımanlı peynir üretimini mümkün kılmaktadır (Kahraman, 2017). Pastörizasyon işleminden sonra 32 °C'ye (Mayalama sıcaklığı değişebilmektedir) soğutulan süte 1-2 g/100 kg starter kültür ve 0,2 g/L CaCl₂ ilave edilerek 30 dakika boyunca starter kültürün aktifleşmesi sağlanmaktadır. Ardından süte yaklaşık 10 g/100 kg pıhtılaştırıcı enzim (çoğunlukla rennet) eklenerek 90 dakika süreyle pıhtılaşması beklenmektedir. Yaklaşık 35 dk. sonra jelleşmeye başlayan sütün 75-90 dk. Sonunda pıhtılaşması sona ermektedir. Yaklaşık 2 cm'lik küpler şeklinde bölünen pıhtının 5-10 dakika boyunca suyunu bırakması beklenmekte ve ardından pıhtı cendere bezi içerisinde 100 kg süte 20-

40 kg ağırlık olacak şekilde 3-6 saat süreyle baskıya alınmaktadır. İşlem sonunda 7x7x7 cm³ veya 7x7x10 cm³ boyutlarında 350-500 g ağırlığında bloklar halinde dilimlenen ve %14-16 NaCl içeren salamurada 15-16°C'de 6-12 saat süreyle bekletilen peynirler, sonradan salamura (%14 tuz) içeren kutulara doldurularak 12-15°C'de 30-60 gün süreyle olgunlaştırılmaktadır (Hayaloğlu *et al.*, 2002). Fakat peynirler yapım tekniğine bağlı olarak olgunlaştırılarak veya taze olarak tüketilebilmektedir (Gürmeriç, 2014).



Şekil 1.1. Beyaz peynir üretim aşaması

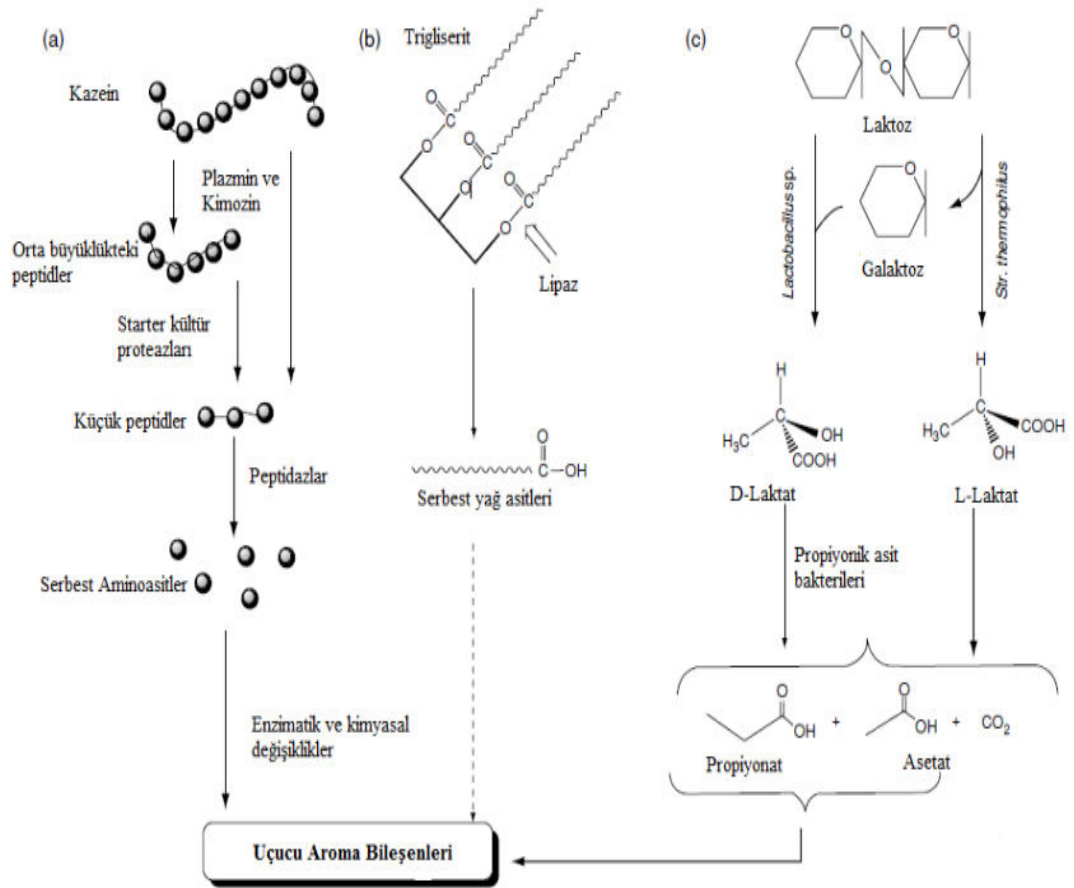
2.4. Beyaz Peynirde Olgunlaştırma

Üretimden sonra peynirin; türüne bağlı olarak tat, aroma, renk, kıvam ve görünüş gibi karakteristikleri kazanabilmesi amacıyla spesifikkoşul ve sürelerde geçirdiği

değişikliklerin tümü olgunlaşma olarak tanımlanmaktadır (Biçer, 2014). Olgunlaşma boyunca gerçekleşen mikrobiyolojik, biyokimyasal ve kimyasal olaylar sonucunda proteinler, yağlar ve yapıda kalan laktoz primer ve sekonder ürünlere parçalanmaktadır (Ertürkmen, 2014). Bu parçalanma ürünleri proteinlerin oluşturduğu peptidler, aminoasitler, aminler, asitler; yağların oluşturduğu yağ asitleri, laktonlar, metil ketonlar ve esterler; laktozun oluşturduğu asitler, karbondioksit, esterler ve alkoller olarak sıralanabilmekte ve peynire özgü tat, koku, tekstür ve aromanın oluşmasını sağlamaktadır (Ertürkmen, 2014; Yıldız, 2014). Yavaş gerçekleşen bir olay olan olgunlaşmanın biyokimyası oldukça sofistike olup, glikoliz (peynirde bulunan laktoz ve laktozun bileşenleri olan glikoz ile galaktozun fermentasyonu), lipoliz ve proteoliz olmak üzere üç farklı biyokimyasal olaydan meydana gelmektedir (Fox ve McSweeney, 1996).

Sütte doğal olarak mevcut enzimler, kimozin ve/veya lipolitik enzimler, starter, sekonder starter veya starter olmayan bakterilerin ürettiği enzimler, canlı veya ölü mikroorganizmalar, kimyasal ve fiziksel reaksiyonlar olgunlaşmayı ciddi şekilde etkilemektedir (Erkaya, 2014).

Beyaz peynire ait karakteristik özelliklerinin, titrasyon asitliği ve tuz oranına bağlı olarak şekillenmesinin yanı sıra, olgunlaşma esnasında gerçekleşen lipoliz ve proteoliz ürünleri de bu karakteristiklerin oluşumunda etkilidir (Kahraman, 2017). Olgunlaşma boyunca peynirde arzu edilen tat/lezzet gelişimi dikkate alındığında, süt yağı ve süt yağının parçalanması ile oluşan lipolizin önemli bir yere sahip olduğu bildirilmekte; peynir üretiminde sütün yağı alınıp yerine farklı yağlar ilave edildiği veya yağsız süt kullanıldığı durumlarda peynirde istenen tadın gelişmediği görülmektedir (McSweeney, 2004). Fakat proteolizle kıyaslandığında lipoliz ve glikolizin peynirin olgunlaşmasında daha az öneme sahip olduğu bildirilmektedir (Fox, 2000). Salamurada olgunlaştırılan Beyaz peynirde karakteristik değişimlerin çoğu birkaç hafta ile 2 ay arasında gerçekleşmektedir (Çelik ve Uysal, 2009). Şekil 1.2’de peynirde olgunlaşma aşaması gösterilmektedir (Biçer, 2014).



Şekil 1.2. Peynirde olgunlaşma aşaması

Peynirde uçucu olan ve olmayan birçok aroma bileşeninin olduğu ve aroma gelişiminin; çiğ sütün kalitesi, peynir üretim yöntemi ile olgunlaşma sıcaklığına bağlı olarak birkaç hafta ile 12 aylık bir süre içinde gerçekleştiği bildirilmektedir (Hayaloğlu *et al.*, 2002; Çelik ve Uysal, 2009; Biçer, 2014).

Süte starter kültür olarak dışarıdan ilave edilen ya da doğal olarak sütte mevcut bulunan laktik asit bakterileri (LAB); olgunlaşma sırasında etkili mikroorganizma grubudur. Bu bakteriler laktoz, protein ve yağı hidrolize ederek kazein, aminoasitler, uçucu bileşenler gibi peynir aromasının oluşumunda önemli rol üstlenen ürünlere dönüştürmektedir. Beyaz peynirde, olgunlaşmanın ilk safhalarında baskın florayı *Lactococcus* spp. ve *Enterococcus* spp. cinsi bakteriler oluştururken, olgunlaşmanın son safhalarına doğru *Lactobacillus* spp. cinsi bakteriler baskın duruma geçmektedir. Olgunlaşmada kritik olan asıl nokta bu mikroorganizma grubunun ve bunlara ait enzim

aktivitesinin her peynir çeşidi için optimum olgunluğu sağlayacak şekilde olmasıdır. Bu sebeple olgunlaşmanın yeterli düzeyde gerçekleşmesi için laktik asit bakterilerinin yeterli sayıda olması ve aktivite göstermesi gerekmektedir (Walstra *et al.*, 1999; Hayaloğlu, 2008; Biçer, 2014).

2.5. Beyaz Peynirin Kalitesi Üzerine Etkili Faktörler

2.5.1. Isıl işlem

Yüksek sıcaklıkta ısıl işleme tabi tutulmuş olan süttten elde edilen peynir veriminin, pastörize süttten elde edilen peynire kıyasla daha yüksek olması ve randımanının ise yaklaşık %2,54 düzeyinde artmasına karşın, bu durum bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Yüksek sıcaklığa tabi tutulan süttün pıhtılaşması için gerekli olan sürenin daha uzun olduğu, daha zayıf ve yumuşak pıhtı meydana getirdiği ve elde edilen peynirin kuru madde miktarının daha düşük olduğu belirtilmektedir. Yüksek ısıl işlem görmüş süttten elde edilen sert ve yarı sert peynirlerde de bazı tekstürve aroma kusurları oluştuğundan uzun süre depolamaya elverişli değildir (Lucey and Kelly, 1994; Çelik ve Uysal, 2009).

2.5.2. Starter kültür

Ülkemizde sütt ürünleri imalatında starter kültür kullanımı 1970’li yıllara dayanmakta olup Almanya ve Hollanda’dan ilk olarak sıvı, ardından ise liyofilize kültür ithalatı yapılmıştır (Tosun, 2009).

Peynir üretimi sırasında starter kültür kullanımı; maya aktivitesi, peynir verimi, mayanın pıhtıda alıkonması, peynir kuru maddesi ve asitlik gelişimi gibi birçok parametreyi etkilemektedir (Çelik ve Uysal, 2009). Ayrıca starter kültürün çeşidi ve aktivitesi, üretilen peynirin güvenliği ve kalitesini etkilemekle birlikte; koliform grubu bakterilerin kontrol altında tutulması, telemede alıkonan laktoz miktarının azaltılması (laktozun laktik asite çevrilmesi yoluyla) bakımından önemli bir yere sahiptir (Walstra *et al.*, 1999; Hayaloglu *et al.*, 2002; Baran, 2015). Peynir lezzeti üzerine etkili bileşenlerin önemli bir bölümü starter olarak kullanılan bakterilerin aktiviteleri sonucu oluşmaktadır. Starter bakterilerin erken lizise uğramasıyla hücre içi enzimler substratlara çok daha kolay ulaşabilmekte ve böylelikle peynirde lezzet üzerine etkili bileşiklerin büyük bir bölümü açığa çıkarak lezzet

gelişimini hızlandırmaktadır (McSweeney, 2004; Vapur, 2010). Starter kültür, gerekli olan miktardan az ilave edildiğinde peynir oluşumu yavaşlamakta, arzu edilen pH düzeyine inilmesi zorlaşmaktadır (Kırkın, 2009).

Üretimi pastörize süttten yapılan peynirlerde starter kültür seçimi oldukça önemli basamaklardan biridir (Bintsis and Papademas, 2002). Starter kültür olarak mezofilik ve/veya termofilik kültür suşları kullanılmakla birlikte; *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Enterococcus durans*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* en fazla tercih edilen mikroorganizmalardır (Hayaloglu *et al.*, 2002). Ortadoğu ve Balkan ülkelerinde starter kültür kullanılmadan üretildiği Feta, Domiati, Brindza gibi farklı çeşit beyaz peynirlerde kalitenin düşük olduğu, bu sebeple peynir üretiminde starter kültürün kesinlikle kullanılması gerektiği bildirilmektedir (Tosun, 2009).

Yüksek proteolitik aktiviteye sahip suşlar; olgunlaştırılan sert peynir çeşitlerinde genellikle tercih edilen grup iken, olgunlaştırılmadan taze olarak tüketilen peynirlerde tercih edilmemektedir. Beyaz peynir üretiminde ise proteolitik ve lipolitik aktivitesi düşük olan suşlar arzu edilmektedir. Beyaz peynir üretiminde starter kültür olarak, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* bakterilerinden meydana gelen karışımların kullanımı önerilmektedir (Çelik ve Uysal, 2009).

Peynir üretiminde starter kültür kullanımıyla sağlanan faydalar şu şekilde özetlenebilmektedir (Vapur, 2010):

- Pıhtı oluşumundan itibaren peynirde asitliği arttırmak,
- Peynir altı suyunun çıkışını hızlandırmak,
- Salamuradan alınan tuz miktarını azaltmak,
- Peynir altı suyuna geçen yağ ve protein miktarını azaltmak,
- Olgunlaşma esnasında tat ve aroma gelişimini sağlamak,
- Olgunlaşma sürecini hızlandırmak,
- Bakterisidal ve bakteriyostatik etki göstermek

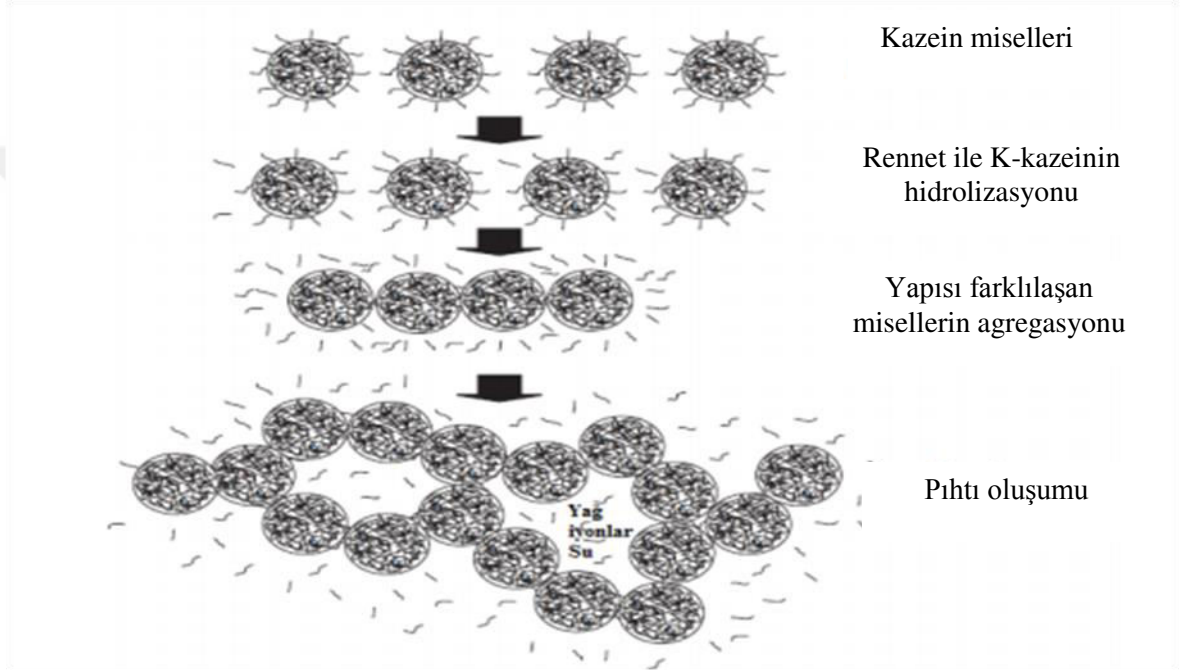
2.5.3. Peynir mayası ve CaCl₂

Peynir yapımının temel basamaklarından biri olan sütün pıhtılaştırılmasında; hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal kaynaklı bazı proteolitik enzimler etkili olmaktadır. Ancak süt teknolojisinde, asit proteazlar grubunda bulunan hayvansal ve mikrobiyal kaynaklı enzimler olanlar önemli bir yer tutmaktadır. Bitkisel kaynaklı enzimler, yüksek proteolitik aktivite ve düşük pıhtılaştırma kabiliyetinden dolayı peynir yapımına uygun olmasa da, Hindistan'da Budistlerin ürettiği bazı peynir tiplerinde, Portekiz ve Afrika'da ise bazı geleneksel peynir tiplerinde kullanılmaktadır (Metin, 2012). Beyaz peynir üretiminde, ticari sıvı peynir mayası kullanılmaktadır (Üçüncü, 2004).

Peynir üretiminde çoğunlukla, süt emme dönemindeki geviş getiren hayvanların şirdeninden (abomasum) elde edilen rennin (kimozin) enzimi kullanılmaktadır (Metin, 2012). Son yıllarda hayvansal rennin enzimi; azlığı, yüksek fiyatlı oluşu ve peynir üretiminin artışıyla beraber ihtiyacı karşılayamamaktadır. Bu sebeple, peynir üretiminde farklı bitki özütleri; pepsin, tripsin ve kimotripsin gibi çeşitli hayvansal kaynaklı enzimler; mikrobiyal proteazlar; buzağı kimosin geninin mikroorganizmalara klonlanması yoluyla elde edilen rekombinant mikrobiyal enzimler de peynir üretiminde kullanılmaya başlanmıştır (Çelik ve Uysal, 2009; Vapur, 2010). Mikrobiyal kaynaklı proteolitik enzimlerin ilk kullanılmaya başlandığında peynirlerde erime, ransit tat gibi bazı sorunlara sebep olduğu bildirilmektedir (Vapur, 2010). Daha sonra mikrobiyal kaynaklı enzimlerden fungal kaynaklı (*Endothia parasitica*, *Mucor miehei*, *Mucor pusilus*) proteolitik enzimlerle en iyi sonuca ulaşıldığı tespit edilmiş ve 1960 yılının sonlarında mikrobiyal enzimler peynir üretiminde kullanılmaya başlanmıştır (Vapur, 2010; Metin, 2012).

Rennet, kazeinin misel stabilitesinde görevli olan κ -kazeini Phe105-Met106 bağından kırarak koloidal stabiliteyi bozmaktadır. Peynir üretimi yapmak üzere süte ilave edilen pıhtılaştırıcı enzimin büyük bir kısmı peynir altı suyu ile uzaklaşmaktadır. Peynir türüne göre değişmekle birlikte yaklaşık % 4-6'lık kısmı ise peynir kitlesinde alıkonmaktadır. Enzimin peynirde alıkonan kısmı, kazeinin başlangıç proteolizi açısından oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Rennet, yalnızca κ -kazeinin hidrolizinde değil, aynı zamanda peynirin olgunlaşma aşamasında da düşük proteolitik aktivite göstermekte ve

kazeinin farklı kısımlarını hidrolizleyerek peynirin kendine has tadının oluşumunu etkilemektedir (Yaşar, 2011; Metin, 2012). Şekil 1.3'te Enzimatik Pıhtılaşıma aşaması gösterilmektedir (Lucey, 2002).



Şekil 2.3. Enzimatik pıhtılaşıma aşaması

Süte kalsiyum klorür (CaCl_2) ilavesiyle peynirde yağ ve asitlik düzeyinin ciddi şekilde arttığı, suda çözünen protein, kül ve olgunluk derecesinin azaldığı, lesitin ilavesiyle ise peynirde kuru madde, suda çözünen protein ve olgunluk derecesinin ciddi şekilde azaldığı ve her ikisinin ilavesinin de peynir veriminde artışa sebep olduğu bildirilmektedir (Çelik ve Uysal, 2009). Buna ek olarak 80°C 'de 5 dk. ısıtılmış ve $0.04 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ düzeyinde CaCl_2 eklenmiş olan inek sütünde peynir altı suyunda bulunan süt bileşenlerinin kaybının azaldığı, dolayısıyla peynir veriminin arttığı tespit edilmiştir (Hayaloğlu *et al.*, 2002). Temiz su ile seyreltilerek süte ilave edilen CaCl_2 'nin gerekenden daha fazla kullanılması peynirde sert ve kuru tekstür ile ransit tat oluşumuna sebep olmaktadır. CaCl_2 önce temiz su ile seyreltilmeli ardından süte ilave ederek iyice karıştırılmalıdır (Kahraman, 2017).

2.5.4. Tuzlama

Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan katkı maddelerinden biri olan tuz (NaCl), peynirin renk, tat, tekstür ve aroma gibi karakteristiklerine katkıda bulunma, su aktivitesini düşürme, kabuk oluşumunu iyileştirme, starter olan ve olmayan bakteri gelişiminin kontrol etme, yabancı mikroorganizma gelişimini engelleme, peynirde bulunan rennet ve diğer enzimlerin aktivitesini düzenleme, sinerezise katkıda bulunma ve arzu edilmeyen tatları maskeleyen gibi birçok görevi üstlenmektedir (El-Bakry, 2012; Soltani, 2013).

Peynir üretiminde tuzlama işlemi 4 farklı yöntemle uygulanmaktadır (Yıldız, 2014).

Bunlar:

- Peynire işlenecek olan süte doğrudan ilave edilmesi
- Pıhtı ya da telemeye ilave edilmesi
- Peynire dışarıdan serpilmesi (kuru tuzlama)
- Farklı konsantrasyonlardaki (%12, %14, %16 ve %18 tuz) salamurada bekletilmesi.

Günümüzde en yaygın kullanılan ve yüksek verim sağlayan yöntem olan salamurada tuzlama yönteminin temeli, peynir ve salamura arasındaki ozmotik basınç farkından ileri gelen tuz difüzyonuna dayanmaktadır. Bu ozmotik basınç farkıyla, salamurada bulunan tuz (NaCl) moleküllerinin (Na ve Cl) peynire geçişi söz konusudur (Guinee and Fox, 1993; Guinee, 2004; Baran, 2015).

Tüm bu pozitif etkilerine karşın; sağlık açısından oluşturduğu riskler sebebiyle, söz konusu çalışmamızda herhangi bir şekilde tuz kullanımı söz konusu olmamış ve yüksek tuz konsantrasyonuna hassasiyeti olan bireylerin, sağlık açısından herhangi bir risk teşkil etmeden rahatlıkla tüketebilecekleri yeni ve sağlıklı bir ürün üretilmek istenmiştir. Buna ek olarak tuzun sağladığı koruyucu görevinin de İndirgen Atmosfer Paketleme sistemi ile sağlanması hedeflenmiştir.

2.6. Modifiye Atmosfer Paketleme

Son yıllarda tüketicilerin besin değeri ve duyu kalitesi yüksek olan taze ürünlere ilgisi artmakta fakat bu gıdalar, mikrobiyal gelişimi tetikleyen kimyasal-fiziksel özellikleri nedeniyle sınırlı raf ömrüne sahiptir. Taze gıdalar, gıdanın başlangıçta sahip olduğu özelliklerini değiştiren ürün reformülasyonu veya katkı maddelerinin kullanımı gibi termal veya termal olmayan uygulamalar ile stabilize edilememektedir. Bu sebeple, mikrobiyal gelişim kontrolünün ancak Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) ile sağlanabileceğini belirtmek gerekmektedir (Del Caro *et al.*, 2012). MAP, taze ve işlenmiş gıdaların raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan bir teknolojidir. Bu muhafaza tekniğinde paket içerisindeki gıdayı çevreleyen havanın kompozisyonunun değiştirilmesiyle, ürünün başlangıçta sahip olduğu tazeliği, metabolik aktivitenin ve kimyasal oksidasyonun azaltılmasıyla uzatılabilmektedir. Böylece olgunlaşma ile ilgili kompozisyonel değişiklikler geciktirilmekte, mikroorganizma gelişimi yavaşlatılmakta ve tüketicilerin tazelik belirtisi olarak değerlendirdiği tüm özellikler muhafaza edilmektedir (Sandhya, 2010; Pinela *et al.*, 2016).

MAP sistemindeki temel prensip, paket içerisindeki modifiye atmosferin pasif ya da aktif olarak oluşturulmasıdır. Pasif MAP yönteminde paket içerisindeki final gaz kompozisyonu ve gaz değişim oranı; paketlenen ürüne ve paketleme materyalinin geçirgenliğine bağlıdır. Bu MAP tekniğinin temel dezavantajı, optimal gaz kompozisyonuna ulaşmak için uzun bir depolama süreci gerektirmesidir. Fakat bu dezavantaj, aktif MAP kullanımıyla ortadan kaldırılabilir. Aktif MAP yönteminde ise; ilk olarak vakumlama işlemi yapılmakta ve ardından paket içerisine istenilen gaz karışımı enjekte edilmektedir. Aktif MAP'in pasif olanla kıyaslandığında dezavantajı ise gaz ve ekipman maliyetinin yüksek olmasıdır (Rodriguez-Aguilera and Oliveira, 2009). Her iki prensibin amacı da, paket içerisinde oksijen ve karbondioksit seviyesinin ürüne zarar vermeyecek düzeyde olması ve ürünün yaşamsal aktivitesinin olabildiğince yavaşlatıldığı gaz dengesini oluşturmaktır (Ahvenainen, 1996).

Genellikle yüksek düzeyde karbondioksit (CO₂) ve azot (N₂), düşük düzeyde oksijen (O₂) içeren atmosfer şartları, solunum oranını yavaşlatmakta, enzimatik değişimleri

geciktirmekte, mikrobiyal gelişimi azaltmakta, dolayısıyla raf ömrünü uzatmaktadır. Modifiye atmosfer paketlemenin, kolay bozulan gıda ürünlerinin raf ömrünü % 50–400 oranında uzatabileceğine dair çalışmalar bulunmaktadır (Temiz *et al.*, 2009).

MAP birçok ürün çeşidi için kullanılmakta olup, paket içerisindeki gaz karışımı ürün çeşidine, paketleme materyaline ve depolama sıcaklığına göre değişmektedir. MAP'ta kullanılan filmlerin çoğu, tek başına modifiye atmosfer paketleme için gerekli tüm özellikleri sunmamaktadır. Çok çeşitli fiziksel özelliklere sahip ambalaj filmi sağlayabilmek amacıyla, bu filmlerin her biri laminasyon ve ko-ekstrüzyon gibi işlemlerle birleştirilmektedir (Sandhya, 2010).

Polimerik filmler genellikle taze meyve ve sebzelerin paketlenmeleri amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu filmlerin bu denli başarılı olmasının ve uygulama alanının hızla artmasının nedeni, esnek film veya farklı boyut/şekillerdeki sert kaplar olarak üretilebilmelerini sağlayan çeşitliliğe sahip olmasıdır. Bunun dışında, ısıyla sertleşen veya termoplastik özellikte olmaları; MAP gibi gelişmiş ambalajlama teknolojilerinin uygulanmasında ısı yalıtımı, şeffaflık, mükemmel kimyasal direnç, ısı direnci ve iyi bariyer özelliği sağlamaktadır (Hussein *et al.*, 2015).

MAP teknolojisi ürünün raf ömrünü uzatması, koruyucu kullanmayan bir teknik olması ve düşük dağıtım maliyeti sağlaması gibi birçok avantaja sahiptir. Fakat bu teknoloji aynı zamanda paketleme ve kontrol ekipman maliyetinin yüksek olması, her ürün çeşidi için farklı gaz kompozisyonu gerektirmesi, hammadde ve paketleme işleminin kalite kontrol ihtiyacı, sıcaklık kontrolü, paket açıldığında veya hasar gördüğünde üründe kalite kaybı gibi bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir (Vercelino Alves *et al.*, 1996; Rodriguez-Aguilera and Oliveira, 2009). Ekonomik olarak güvenilir ve cazip kabul edilmesi için, modifiye atmosfer paketleme (MAP) teknolojisi her bir ürün için özel olarak optimize edilmelidir (Vercelino Alves *et al.*, 1996).

2.6.1. Modifiye atmosfer paketlemede kullanılan gazlar

Modifiye atmosfer paketleme (MAP) tekniğinde; azot (N₂), karbondioksit (CO₂) ve oksijen (O₂) olmak üzere 3 temel gaz kullanılmaktadır (Khoshgozaran *et al.*, 2012; Heinrich

et al.,2016). Bu gazlar, gıdanın raf ömrünü uzatmak ve duyuşsal özelliklerini muhafaza etmek amacıyla tek veya kombinasyon şeklinde kullanılabilir (Cortellino *et al.*, 2015)

Bu 3 temel gazın hepsi kolaylıkla elde edilebilir, güvenilir, ekonomik olmasının yanı sıra, kimyasal katkı maddesi olarak değerlendirilmemektedir. Buna rağmen; pozitif etkiyi maksimum düzeye ve negatif etkiyi ise en aza çekmek için, her bir ürüne yönelik kullanılacak olan gazların optimum değerleri tespit edilmeli ve kullanılmalıdır. Bu temel gazlar dışında nitrik oksit, sülfür dioksit, etilen, etanol, klor, ozon, propilen oksit, karbon monoksit ve argon MAP alanında araştırılmakta olan gazlar arasında yer almış fakat güvenlik, düzenlemeler ve ekonomik sebeplerden dolayı ticari boyuta taşınmada başarısız olmuştur (Rodriguez-Aguilera and Oliveira, 2009; Khoshgozaran *et al.*, 2012). Argon gibi soy veya inert gazlar, kahve ve atıştırmalık ürünlerde ticari olarak kullanılsa da literatürdeki uygulamaları ve faydaları sınırlı düzeydedir (Sandhya, 2010). Avrupa Birliği (AB), yeni bir paketleme gazı olan nitrik oksit (N₂O)'in kullanımına izin vermiştir (Cortellino *et al.*, 2015).

MAP alanında önemli ve kullanılmakta olan gazları aşağıdaki gibi 5 başlık altında özetleyebiliriz.

Karbondioksit (CO₂): Mikrobiyolojik açıdan değerlendirildiğinde CO₂ en önemli gaz olarak yerini almakta, tek başına veya N₂ ve/veya O₂ ile karışım halinde kullanılması ile bozucu bakterilerinde içinde bulunduğu birçok mikroorganizmayı inhibe etmektedir (Temiz, 2010a). CO₂, yüksek konsantrasyonlarda hafif keskin bir kokuya sahip, renksiz bir gaz olup, boğucu ve nem varlığında hafif korozif özellik göstermektedir. Su içerisinde kolaylıkla çözünerek (100 kPa'da ve 20 °C'de 1.57 g/kg.), ortam pH'sının düşmesine sebep olan karbonik asit (H₂CO₃) oluşturmakta ve bu durum yüksek düzeyde gerçekleştiğinde paketin üst kısmında kalan boşluğun hacminde azalmaya, dolayısıyla pakette çökmeye sebep olmaktadır (Sandhya, 2010). Karbondioksitin yalnızca suda değil aynı zamanda lipofilik özelliğiyle lipidlerde de çözündüğü bildirilmektedir. Yağda çözünme özelliğiyle bakteriyel hücre membranından hücre içerisine geçmekte ve suda çözünme özelliğiyle ise

hücre içerisinde pH'yı düşürerek bakteri hücre yapısını bozmaktadır (Uraz ve Gencer, 2000; Rodriguez-Aguilera and Oliveira, 2009). CO₂'nin bakteristatik etkisi sonucu birçok üründe respirasyon yavaşlatılmakta ve bu gazın, peynirin depolanma aşamasında tadını etkilediği düşünülmektedir (Rodriguez-Aguilera and Oliveira, 2009; Temiz, 2010).

Oksijen (O₂): Oksijen, yüksek düzeyde reaktif, yanmayı tetikleyen, renksiz, kokusuz bir gazdır. Sudaki çözünürlüğü (100 kPa, 20 C'de 0.040 g/kg) düşüktür. O₂, gıdalarda yağ oksidasyonu, esmerleşme reaksiyonları, meyve ve sebzelerde hızlı olgunlaşma, fırın mamullerinde bayatlama ve pigment oksidasyonu gibi birçok tepkimeye sebebiyet vermektedir. Her ne kadar anaerobik mikroorganizma gelişimini inhibe eden bir gaz olsa da, bozucu bakterilerin çoğunluğu ve funguslar gibi aerobik mikroorganizmaların gelişimini desteklemektedir (Rodriguez-Aguilera and Oliveira, 2009; Sandhya, 2010). Gıda kalitesindeki bu olumsuz etkilerinden dolayı, birçok ürünün MAP şartlarında muhafazasında O₂ kullanımından kaçınılmaktadır. Buna rağmen, yüzeyi küflü olgunlaştırılmış peynirlerin paketlenmesinde olduğu gibi, gerektiği durumlarda çok düşük miktarda kullanılmaktadır (Rodriguez-Aguilera and Oliveira, 2009).

Azot (N₂): Azot, herhangi bir antimikrobiyal etkisi olmayan inert, renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Havadan daha düşük yoğunluklu, yanıcı olmayan, sudaki çözünürlüğü (100 kPa, 20 °C'de 0.018 g/kg) ve diğer gıda bileşenlerinde çözünürlüğü düşüktür. Özellikle oksijenin yerine geçirmek ve paketteki çökmeyi engellemek amacıyla kullanılmaktadır (Rodriguez-Aguilera and Oliveira, 2009; Sandhya, 2010).

Karbon monoksit (CO): Karbon monoksit yüksek düzeyde reaktif ve çok yanıcı olan renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Suda çözünürlüğü düşük olduğu halde, bazı organik solventlerde kısmen çözünebilmektedir. CO, etlerin MAP şartlarında paketlenmesinde çalışılmış ve lahananın paketlenmesinde esmerleşmeyi önlemesi sebebiyle ABD tarafından yasal olarak kullanımına izin verilmiştir. Fakat toksik olması ve hava ile potansiyel olarak patlayıcı bir karışım meydana getirmesi sebebiyle, ticari olarak kullanımı sınırlandırılmıştır (Sandhya, 2010).

Soygazlar: Soy gazlar, helyum (He), argon (Ar), ksenon (Xe) ve neon (Ne) reaktif olmayan elementleri içermektedir (Sandhya, 2010). Son yıllarda soy gazların MAP alanındaki potansiyel faydaları tartışılmakta ve özellikle argon (Ar), azota alternatif olabilecek bir gaz olarak değerlendirilmektedir (Heinrich *et al.*, 2016). Argon, pozitif gıda katkı maddesi (E-938) listesinde yer alan ve MAP alanında dengeleyici gaz olarak kullanılan tatsız, renksiz ve azottan daha yoğun bir gazdır (Cortellino *et al.*, 2015). Sudaki çözünürlüğü yüksek, enzimatik oksijen reseptör bölgesine engel olarak gıda ürünlerindeki metabolik aktiviteyi ve mikrobiyal gelişimi azaltan, biyokimyasal olarak aktif bir gazdır (Pinela *et al.*, 2016). Enzimlerin etkisini düzenleme özelliği sebebiyle, mikrobiyal gelişimi kontrol etmek için Argonun kullanıldığı MAP paketlerinde, azotun kullanıldığı paketlere nazaran daha az karbondioksite ihtiyaç duyulduğu ve Ar-CO₂ karışımının N₂-CO₂ karışımından daha fazla antimikrobiyal etki gösterdiği saptanmıştır (Heinrich *et al.*, 2016).

Argonun, AB tarafınca MAP alanında kullanımına izin verilmiş ve düzenlemeler yapılmış olsa da uygulaması henüz yaygın değildir. Fakat kahve ve patates kaynaklı atıştırmalık ürünler gibi gıdalarda ticari olarak kullanılmaktadır (Cortellino *et al.*, 2015; Heinrich *et al.*, 2016).

2.6.2. Peynirde modifiye atmosfer paketlenme

Süt ürünleri, beslenmeciler tarafından şiddetle tavsiye edilen önemli gıdalar arasında yer almakta ve çok hızlı bozulabilen özellikleri sebebiyle, bu gıda grubunu uzun süre taze tutmak ve raf ömrünü uzatmak oldukça dikkate değer bir konudur. Günümüzde tüketicilerin koruyucuların olası tehlikelerinden daha fazla haberdar olmaları, teknolojist ve araştırmacıları yeni koruyucu içermeyen yöntemler bulmaya teşvik etmektedir. Bu bağlamda, modifiye atmosfer paketlenme (MAP) tüketicilerin talebini karşılayacak düzeyde, önemli süt ürünlerinden biri olan peynirin raf ömrünü uzatmada başarıyla kullanılmaktadır.

Birçok Avrupa ülkesinde ve dünyada, peynirler genellikle dilimlenmiş halde satılırken, Türkiye'de bu ürünü bütün haldeki peynirlerden kesilen küçük ya da orta büyüklükteki parçalar halinde alma eğilimi vardır. Ancak değişen yaşam tarzı nedeniyle, Türk tüketiciler de alışveriş alışkanlıklarını, giderek artan taleplerine daha iyi cevap

verebilecek gıda maddelerine yönelmektedir. Bu durum, blok ya da dilimler halinde paketlenip etiketlenmiş halde satılan ve dolayısıyla hızlı alışveriş süreçlerinde kolaylıkla satın alınabilen peynirlere olan talebi arttırmaktadır. Yüksek değerli ürünler olmalarına karşın bu ürünler ışığa, oksijene (O₂) maruz kalan geniş bir yüzey alanına sahip olduklarından istenmeyen renk ve lezzet değişikliklerine daha meyilli olmaktadır (Temiz, 2010a).

Taze paketlenmemiş peynirlerin raf ömrü peynir çeşidine, depolama sıcaklığına ve ısıl işlemin uygulanma şekline göre değişmekle birlikte; nötre yakın pH, yüksek su aktivitesi ve düşük tuz içeriği, ortamdaki oksijenin olumsuz etkileri sebebiyle soğutucu koşullarında 10-12 günden fazla değildir (Del Caro *et al.*, 2012; Esmer *et al.*, 2009). Vakumda paketlenmiş oksijen içeriğinden dolayı peynirin muhafaza edilmesinde iyi bir alternatif olmasına karşın, Mozzarella gibi peynir çeşitlerinde dilimlerin paket içerisinde birbirine yapışmasına sebep olmaktadır (Vercelino Alves *et al.*, 1996). Fakat MAP, ürünün tekstürel yapısına zarar vermeden birçok farklı peynir çeşidinin duyu kalitesini koruyabilmekte ve psikrotrofik bakteri, maya ve küflerin gelişimini inhibe edebilmektedir (Eliot *et al.*, 2006).

MAP'ın, peynir gibi süt ürünlerinde kullanım potansiyeli olduğu ve peynir paketlenmedeki başarının, peynir üretiminde starter kültür kullanımına, stabilize (krem, feta), aktif (yarı sert, yumuşak), olgunlaştırılmış (Brie, Mavi) gibi peynir çeşidine, başlangıç mikrobiyal yüküne ve depolama koşullarına bağlı olduğu bildirilmektedir (Papaioannou *et al.*, 2007).

Peynirlerde kullanılan gaz karışımlarının yanı sıra paket içerisindeki gaz bileşimini aşağıdaki gibi bazı diğer faktörler de etkilemektedir (Juric *et al.*, 2003; Rodriguez-Aguilera *et al.*, 2011; Khoshgozaran *et al.*, 2012;):

- Paket materyalinin geçirgenliği: Paket üstündeki hava boşluğunda uygun düzeyde CO₂ olmasını sağlayan yüksek bariyerli paket kullanımı gereklidir.
- Işığa maruz kalma: Karanlıkta tutulan peynir ile ışığa maruz kalan peynirlerin O₂ düzeylerinde önemli farklılıklar bulunmakta, bu da O₂ tüketiminde artışa

sebepler olan ışık, ürünlerde oksidasyon reaksiyonlarının tetiklenmesiyle açıklanabilmektedir.

- Depolama sıcaklığı: Depolama sıcaklığındaki artış ile CO₂ miktarı artmakta ve O₂ miktarı ise düşmekte, bu durum gaz değişim oranında sıcaklığın büyük oranda etkili olduğunu göstermektedir.

Her ne kadar farklı gaz kompozisyonlarının kullanıldığı modifiye atmosfer şartlarının peynir çeşitleri üzerine olan etkisi araştırılmış ve bu gaz karışımlarının oksidasyon, lipoliz ve proteoliz gibi fiziko-kimyasal bozulmaları geciktirdiği tespit edilmiş olsa da, literatürde bu alanda yapılan çalışmalar sınırlı düzeydedir (Vercelino Alves *et al.*, 1996; Eliot *et al.*, 2006; Khoshgozaran *et al.*, 2012).

CO₂ ve N₂ kombinasyonları, sert ve yarı-sert peynirlerin paketlenmesinde kullanılmakta, CO₂ bakteriostatik ve fungostatik etki gösterirken, inert bir gaz olan N₂ ise dolun gazı olarak kullanılmakta ve pakette çökmeyi engellemektedir. CO₂'nin bu mikrobiyal etkisinin, peynirin modifiye atmosfer şartlarında paketlenmesinde lezzet gelişimini etkilediği düşünülmektedir (Juric *et al.*, 2003). CO₂'nin etkisi su aktivitesi, pH ve mikroorganizmanın çeşidine ve sayısına bağlı olarak değişmektedir (Eliot *et al.*, 2006). Taze peynirlerde, %100 konsantrasyona kadar CO₂'nin MAP'ta kullanımı önerilmektedir (Del Caro *et al.*, 2012).

CO₂'nin sırasıyla karbonik asit, asidik aminoasitler, proteoliz ve lipoliz sırasında serbest yağ asidi üretimi ile ilişkili olduğu düşünülen pH düşüşüne sebep olduğu düşünülmektedir (Khoshgozaran *et al.*, 2012). Dilimlenmiş Kaşar peynirinde yapılan bir çalışmada % 100 CO₂'nin kullanıldığı paketlerde, pH değerinde 5.70 değerine kadar bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Buna karşın Moir *et al.*(1993), CO₂ varlığının Süzme peynirin pH değerlerini etkilemediğini tespit etmiştir. Muhtemelen bu çalışmada CO₂ absorpsiyonu, toplam matrikste değil ürün yüzeyinde meydana gelmiş ve bu durum da pH düşüşünün sadece belli noktalarda meydana gelmesiyle ilişkilendirilebilmektedir. Bu sebeple pH düşüşünde, peynir çeşidi ve depolama sıcaklığı dikkate alınması gereken önemli parametrelerdir (Khoshgozaran *et al.*, 2012).

Oksidasyon, tüm peynir çeşitleri için; tat, koku ve görünüşte istenmeyen değişikliklere sebep olan yıkıcı bir reaksiyondur. Bu reaksiyonun vereceği hasarı sınırlandırmak amacıyla, oksijen ve ışık gibi tetikleyicileri azaltmak veya ortadan kaldırmak gerekmektedir. Bu bağlamda, gıda ürünlerinde oksidasyonu önlemek amacıyla vakumda paketlenen en fazla önerilen tekniklerden biri olsa da, daha önce de belirtildiği üzere, peynirin yapı ve görünüşünde bozulmalara sebep olduğundan pek de uygun görülmemekte ve MAP tekniği ürünü birçok açıdan muhafaza etmesi sebebiyle vakumdan daha iyi bir teknik olarak ön plana çıkmaktadır (Romani *et al.*, 2002).

Colchin *et al.*, (2001), dilimlenmiş Cheddar peynirinin %100 CO₂ veya %100 N₂ oranında paketlenerek, 6 hafta boyunca 41°C'de karanlıkta veya floresan ışığı (1291 lx) altında depoladıklarında CO₂ içeren atmosferin oksidasyona neden olduğu sonucuna varmıştır. Bununla birlikte, uygulanan iki konsantrasyon sonucundaki kalıntı oksijen miktarının; %100 CO₂ gazı için %2,69 ve %100 N₂ gazı için % 0,02 olarak tespit etmiştir. Bu nedenle, CO₂'nin fotooksidasyon üzerindeki etkisi, kısmen %100 CO₂ gazıyla paketlenen ürünlerdeki daha yüksek düzeyde kalıntı oksijen içeriği ile açıklanabilir (Juric *et al.*, 2003).

Del Caro *et al.*,(2012); MAP'in, 21 gün boyunca 4 °C'de depolanan taze koyun peynirinin raf ömrü üzerine etkisini araştırmak için, N₂ gazı ile tamamlanmak üzere %20, %30 ve %50 konsantrasyonlarda CO₂ içeren üç farklı gaz karışımı hazırlamıştır. MAP şartlarının mikrobiyal gelişimi iyi kontrol ettiği ve en iyi değerlerin ise % 50 CO₂ içeren gaz karışımı ile sağlandığını tespit etmiştir. Herhangi bir pakette patojen gelişimine rastlamamıştır. %30 ve %50 CO₂ ile peynirdeki yumuşama geciktirilmiş fakat peynirin duyu özellikleri depolama boyunca belirgin şekilde azalmıştır. Sadece %50 CO₂ ile depolanmış örnekler, 14 gün içinde kabul edilebilirliğin üzerinde bir genel skor elde etmiştir.

Başka bir çalışmada, MAP'ın Requeijao peynirinin fizikokimyasal özellikleri (serbest yağ asitleri, laktoz, laktik asit, nem içeriği, pH, tekstür) üzerine etkisini değerlendirmek için çeşitli modifiye atmosfer şartları (% 100 CO₂, %100 N₂, %50

CO₂/%50 N₂) kullanılmıştır. Genel olarak, tek başına CO₂'nin 15 günlük depolama süresine kadar daha tutarlı bir peynir bileşimi ve lipolize karşı koruma sağlayacağı sonucuna varılmıştır. Asidik koku açısından, peynirler 4 °C'de saklandığında, daha yüksek sıcaklıklarda depolananlara göre önemli farklılıklar sergilemiş ve görsel açıdan, paketlenmiş peynirlerin hepsi ambalajlanmamış olanlara tercih edilmiştir (Papaioannou *et al.*, 2007).

Depolama süresinin beyaz yumuşak peynirin kimyasal bileşimi ve duysal özellikleri üzerine etkisi incelenmek üzere pastörize inek sütünden elde edilen peynir, pişirilmiş ve vakumla paketlenmiştir. Kimyasal kompozisyon ve duysal özellikler 0, 15, 30 ve 45 günlük aralıklarla belirlenmiştir. Sonuçlar, depolama süresi boyunca yağ, protein ve toplam katı madde içeriğinin azalırken, kül içeriği ve titrasyon asitliği değerinin arttığını göstermiştir. Duyusal değerlendirme, depolama süresince peynirin renk ve yapısının önemli ölçüde değişmediğini; lezzet, tat, tuzluluk ve genel kabul edilebilirliğin kademeli olarak düzeldiğini göstermiştir (Güven *et al.*, 2006).

Gaz kompozisyonlarının etkinliği, peynir çeşidine göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin; Vercelino Alves *et al.*, (1996), Mozzarella peynirinin raf ömrünün, duysal özellikler açısından zararlı olmaksızın % 100 CO₂ atmosferi kullanılarak uzatılabildiğini belirtirken, Gonzalez-Fandos *et al.*,(2000), en iyi modifiye atmosfer şartlarının Cameros peyniri için % 40 CO₂ ve % 60 N₂'den oluştuğunu ve % 100 CO₂ kullanıldığında duysal değerlendirme üzerinde olumsuz etki yarattığını tespit etmiştir. Scott and Smith (1971) ise, N₂ veya CO₂ içeren MAP şartlarının süzme peynirin raf ömrünü büyük ölçüde artırmadığını (lezzet skorları veya bakteri sayımlarıyla ölçüldü), bununla birlikte karbondioksitin, bölgesel tercihlere bağlı olarak olumlu veya olumsuz olarak kabul edilen lezzet değişikliklerine yol açtığını bildirmiştir.

Yuvarlak şekilli Bufalo sütünden elde edilen Mozzarella peyniri ve rendelenmiş Parmesan peyniri kullanılarak, MAP alanında peynirlerin raf ömrüne ilişkin Brezilyaya ait iki çalışma yapılmıştır. Bufalo sütünden elde edilen Mozzarella peyniri üzerine yapılan çalışmada, peynirin raf ömründe yaklaşık %240'lık bir artış doğrulanmıştır. Rendelenmiş

Parmesan peynirinde ise MAP şartlarında raf ömrü 98 gün uzatılırken, açık havada bu ürünün raf ömrü birkaç günü geçmemiştir (Vercelino Alves *et al.*, 1996).

Kaşar peyniri üzerine yapılan bir çalışmada; fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizler aracılığıyla MAP'ın kaşar peynirinin raf ömrü ve kalite karakteristikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Üç farklı modifiye atmosfer koşulunda (%20 CO₂/% 80N₂, %40 CO₂/%60 N₂ ve %100 CO₂) inceleme yapılmış ve kontrol olarak kullanılacak peynirler hava ile paketlenmiştir. Mikrobiyolojik sonuçlar, % 100 CO₂'nin, mezofilik aerobik bakterilerin ve maya-küflerin depolama süresi boyunca gelişimini engelleyen etkili uygulama olduğunu göstermiştir. Genel olarak duyusal skorlar hem depolama periyodu hem de MAP uygulamasından önemli ölçüde etkilenmiş, ancak %40 ve %100 CO₂ içeren gaz bileşimi depolama süresinin sonunda peynir numuneleri üzerinde benzer etki göstermiştir (Temiz, 2010).

MAP'ın peynirdeki lezzet oluşumunu nasıl etkilediğine dair literatür çok az olmakla birlikte, aroma gelişimi ve/veya mikrobiyoloji üzerine mevcut literatürün çoğu, küfle olgunlaştırılmış peynirlere odaklıdır (Juric *et al.*, 2003). Yüzeyi küfle olgunlaştırılmış peynirlerin modifiye atmosfer şartlarında paketlenmeleri incelendiğinde, paketlenme esnasındaki gereksinimlerinin meyve ve sebzelerinkine çok benzediği belirtilmekte ve bu peynir çeşitlerinin diğer peynir çeşitlerinden farklı olarak canlı tutulmaları gerekmektedir. Bu sebeple paketlenme işlemi bu tür peynirler için oldukça zorlaşmaktadır (Rodriguez-Aguilera *et al.*, 2009).

%2 O₂ ve % 19 CO₂ gaz konsantrasyonunda 12 °C'de depolanmış olan yüzeyi küfle olgunlaştırılmış peynir içeren paketler, değişken sıcaklık koşullarına maruz bırakılmış ve orijinal ticari paketlenme sistemi aynı sıcaklık profilinde kontrol olarak kullanılmıştır. Kullanılan sıcaklık profili, 14 günlük depolama süresince 48 saat için 12° C ve 24 saat boyunca 20 °C'lik alternatif döngülerden oluşmuştur. Paketlerin içindeki gaz bileşimi, depolama süresince izlenmiş ve 0, 7 ve 14 günlük depolamanın ardından renk, doku, pH ve nem içeriği gibi kalite parametreleri ile duyusal özellikleri değerlendirilmiştir. Gaz bileşimine yönelik elde edilen sonuçlar, çok düşük düzeydeki O₂ seviyesine (>% 0,27)

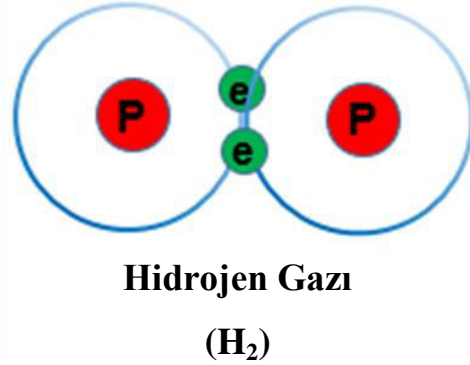
20 °C de 24 saat sonunda ulaşıldığını göstermiştir. Kalite parametrelerinin sonuçlarına göre ise, dalgalı sıcaklık koşullarında 14 günlük depolama süreci sonrası, MAP ile muhafaza edilen peynirlerin, kontrol grubundan daha iyi korunduğu tespit edilmiştir (Rodriguez-Aguilera *et al.*, 2011).

Bir başka çalışmada, paketleme tekniğinin, +4°C'deki depolama boyunca vakum altında ve modifiye atmosfer koşullarında (%20 CO₂ +% 80 N₂) paketlenmiş olan “Crottin de Chavignol” tipi keçi peynirinin bazı kalite parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Aynı zamanda, bu iki paketleme tekniği “Crottin de Chavignol” tipi keçi peyniri için daha uygun olan paketleme tekniğini tespit etmek üzere karşılaştırılmıştır. Fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal ve dokusal analizler için örnek alma işlemi, 1. gün, 3., 6., 9., 12. ve 15. haftalarda gerçekleştirilmiştir. Atmosferik koşullar altında paketlenen kontrol grubu peynirler, yüzeylerinde görünür küf gelişimi nedeniyle 3. haftada duyuşal olarak kabul edilmemiştir. Hem modifiye atmosfer hem de vakum paketleme, çok daha uzun raf ömrü ile Crottin de Chavignol tipi keçi peynirinin rengi, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerinde olumlu etkiler göstermiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, MAP ve VP peynir örneklerinde 15. haftada küf gelişimi sırasıyla 2,3 log kob/g ve 3,8 log kob/g iken, 1.gün sonunda küf gelişimi >1 log kob/g olarak tespit edilmiştir. VP peynir örneklerinin tat skorları, oksitlenmiş tat oluşumu nedeniyle 15. haftada kabul edilebilirlik sınırının altında olarak belirlenmiştir. MAP veya VP; pH, kuru madde, renk ve sertlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık dışındaki tekstürel özelliklerini belirgin şekilde etkilememiştir. VP ile paketlenen peynirlerin sertlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerlerinin MAP ile paketlenen peynirlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Esmer *et al.*, 2009).

2.7. Hidrojen Gazı (H₂) ve Kullanım Alanları

Hidrojen, “H” sembolüne sahip ve atom sayısı 1 olan kimyasal bir elementtir (CHFCA, 2019). Standart sıcaklık ve basınç koşullarında renksiz, kokusuz, tatsız, kokusuz, oldukça yanıcı, toksik ve metalik olmayan, moleküler hidrojen (H₂) diğer bir ifadeyle diatomik gaz formundadır (MHI, 2019).

En hafif element olmasına karşın, bilinen tüm yakıtlar arasında birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir. Hidrojen, elektrik enerjisi ve amonyak üretimi, organik bileşiklerin sentetik formunun üretimi gibi çeşitli alanlarda kullanımının yanı sıra, gıda alanında yalnızca sıvı yağlardan katı yağ (margarin) üretimi elde etmek amacıyla kullanılmaktadır (Vikipedi, 2019). Hidrojen (H_2), gıda endüstrisinde katı yağ üretimi alanında, E 949 kodu ile itici gaz olarak onaylanmıştır (Alwazeer *et al.*, 2003). Hidrojenin normal sıcaklık ve atmosfer koşullarında patlama limiti %18,3 ile %59 (v/v), havada alev alma düzeyi ise %4 ile %75 (v/v) arasındadır (Crowl and Jo, 2007; Najjar, 2013). Buna ek olarak; hidrojenin (H_2) azot (N_2) ile seyreltilmesinin, H_2 'nin patlama riskini azalttığını göstermektedir (Tang *et al.*, 2009). Tüm bu araştırmaların ışığında, söz konusu çalışmamızda %4 konsantrasyonunda H_2 gazı kullanılmış olup N_2 ile seyreltilmiştir.



Şekil 1.4. Moleküler hidrojenin kimyasal yapısı

Moleküler hidrojen (H_2), yakın zamanda bildirilen tedavi potansiyeli için akademik araştırmacılar ve doktorlardan büyük ilgi görmekte; solunum terapisi, hidrojenle zenginleştirilmiş su ve aromalı içecekler, hidrojenle zenginleştirilmiş hemodiyaliz çözeltisi, hidrojen bakımından zengin ortam (örneğin: banyo, duş ve kremler) ve daha birçok alanda uygulanmaktadır (MHI, 2019). Başlangıçta, hidrojenin faydalı etkisinin, hidrojenin bir antioksidan gibi *in vitro* olarak sitotoksik hidroksil radikallerini seçici şekilde nötralize

etmesiyle ilgili olduğu öne sürülmüştür. Bununla birlikte, H₂, -OH radikallerini azaltmasına rağmen, çeşitli sistemlerde gösterildiği gibi bu durum doğrudan süpürme yoluyla meydana gelmeyebilir ve ayrıca hidrojenin tüm faydalarını tam olarak açıklayamaz (Buxton *et al.*, 1988).

Hidrojen (H₂), en küçük molekül olması ve yüksek lipid çözünürlüğü sayesinde; mitokondri gibi subselüler yapılara kolayca difüze olabilme özelliğine sahiptir (Ohta, 2012). Bunun dışında nispeten düşük 1,6 mg/L çözünürlüğü, nötr ve apolar yapısı sebebiyle suda çözünürlüğü iyi değildir. Fakat moleküler hidrojenin evrendeki en hafif molekül olduğu düşünüldüğünde, ağırlığının (gram) aksine molekül sayısının dikkate alınması gerekir. C vitamini ile kıyaslanacak olursa; C vitamini (176,2g/mol), hidrojen gazından (2 g/mol) 88 kat daha ağırdır. Ancak 1,6 mg/L konsantrasyondaki hidrojen suyu 100 mg C vitamininden daha fazla “terapötik” moleküle sahiptir. Yani 1,6 mg hidrojende 100 mg C vitamini ile karşılaştırıldığında toplam moleküller daha fazladır. Ancak daha önemlisi, yüzlerce bilimsel çalışma açıkça bu konsantrasyondaki hidrojenin etkili olduğunu göstermektedir (MHI, 2019).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Süt

Materyal olarak kullanılmış olan çiğ süt, Iğdır ilinde yerel bir marketten temin edilmiştir. Laboratuvara getirilen çiğ süt hemen +4 C'deki buzdolabına konulmuş ve en fazla 30 dk. içerisinde peynir üretimi için işleme alınmıştır.

3.1.2. Kimyasallar ve diğer materyaller

Analizlerde kullanılan kimyasallar ve diğer materyallerin adı, formülü ve markasına Çizelge 3.1'de yer verilmiştir.

Çizelge 3.1. Analizlerde kullanılan kimyasallar ve diğer materyallerin adı, formülü ve markası

Kimyasal/Materyal Adı	Kimyasal/Materyal Formülü	Kimyasal/Materyal Markası
Amil alkol	$C_5H_{11}OH$	Sigma Aldrich
Etanol	C_2H_5OH	Sigma Aldrich
Fenolftalein	$C_2OH_{14}O_4$	Sigma Aldrich
Kalsiyum klorür	$CaCl_2$	Sigma Aldrich
Peynir Mayası (Rennet)	-	
Plate Count Agar (PCA)	-	Merck
Sodyum Hidroksit	$NaOH$	Sigma Aldrich
Sodyum Klorür	$NaCl$	Sigma Aldrich
Sülfürik asit	H_2SO_4	Sigma Aldrich
Tamponlanmış Peptonlu su (TPS)	-	Merck
Yeast Ekstrakt Agar (YEA)	-	Merck

3.1.3. Alet ve cihazlar

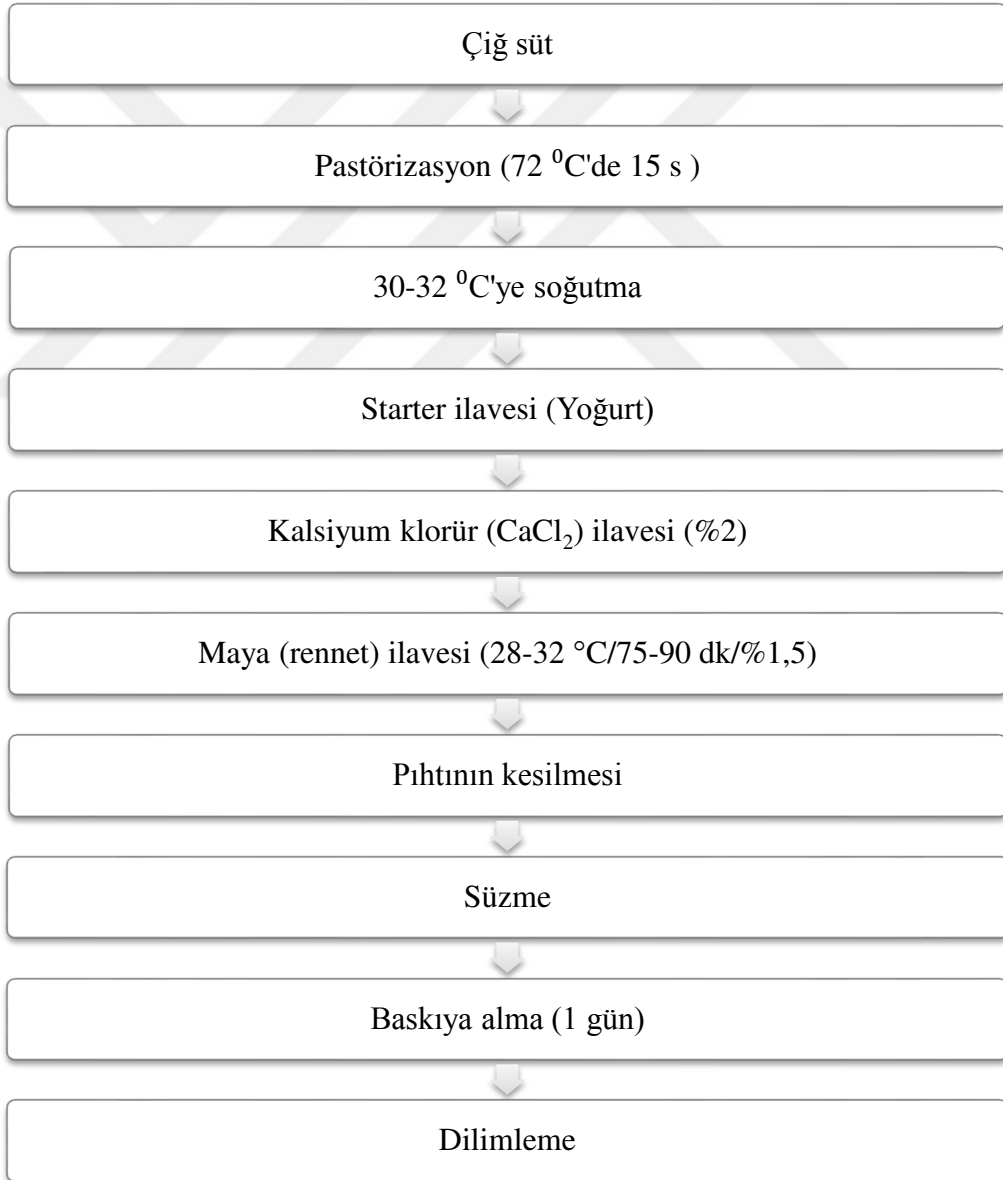
Çizelge 3.2. Analizlerde kullanılan alet ve cihazlar

Cihazın adı	Cihazın markası ve modeli
Bunsen beki	ISOLAB
Bütirometre	ISOLAB
Dijital büret	ISO LAB, Digitrate, İngiltere
Etüv	Memmert UN55
Gaz mikseri	Dansensör, MAP Mix 9001 ME
Gerber Santrifüjü	Funke Gerber, Almanya
Hassas Terazı (2)	AND, FZ-5000i, Japonya
Homojenizatör	IKA Ultra Turrax, T18, Almanya
Kolorimetre	Minolta, CR 410, Osaka, Japonya
Manyetik Karıştırıcı	IKA RH Basic 2, Kore
Modifiye Atmosfer Paketleme cihazı	Lipovak, KV-600, Türkiye
Multiparametre Ölçüm Cihazı (pH/Redoks)	Consort, C3040, Belçika,
Nem Tayin Cihazı	Shimadzu MOC63, Japonya
Otoklav	DAIHAN, WAC 47, Kore
Otomatik Pipet	Eppendorf, ABD
Paketleme Filmi	Çokay Plastik, Türkiye
Paketleme kabı	Çokay Plastik, Türkiye
Petri kabı	Fırat , Türkiye
Saf Su Cihazı	Milipore-112, ABD
Steril kabin	ESCO, Singapur
Stomacher	Bag Mixer, 400, Fransa
Su banyosu	DAIHAN, WB-22, Kore
Termometre	ISOLAB, 76 mm, İngiltere
Vorteks	Wisemix WM-10, Kore

3.2. Metot

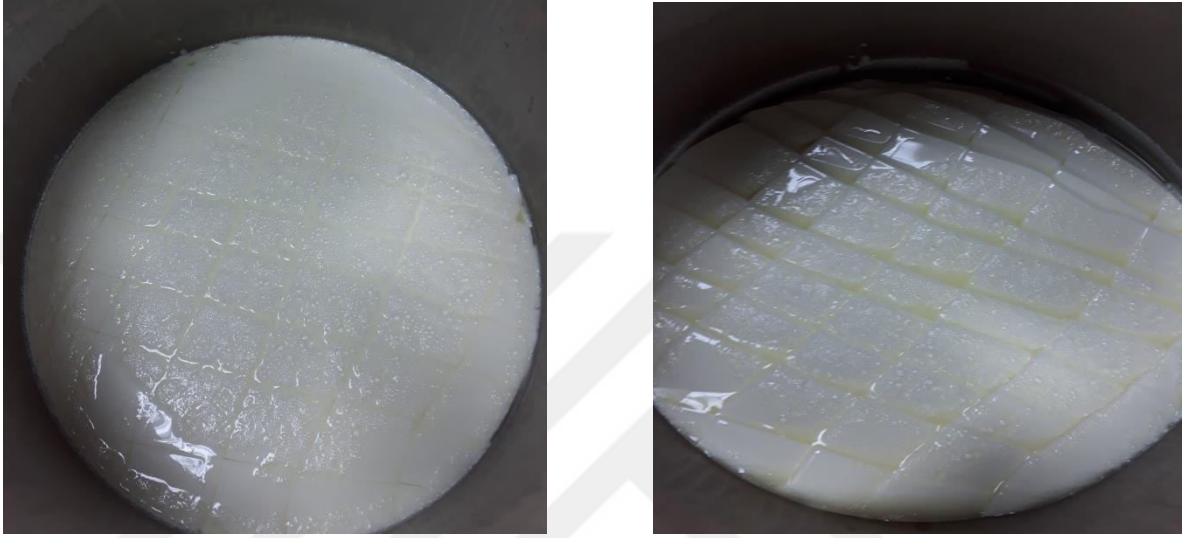
3.2.1. Beyaz peynir üretimi

Beyaz peynir üretimi laboratuvar (İğdir Üniversitesi Redoks Uygulamaları Araştırma Merkezi) şartlarında Hayaloglu *et al.* (2002) tarafından verilen üretim yöntemi dikkate alınarak ufak modifikasyonlarla gerçekleştirilmiş olup, üretime ait işlem basamakları Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Tuzsuz Beyaz peynir üretim aşaması

Şekil 3.2’de peynir üretiminde pıhtının kesildiği aşamaya ait görüntülere yer verilmiştir.



Şekil 3.2. Peynir üretiminde telemenin kesildiği aşama

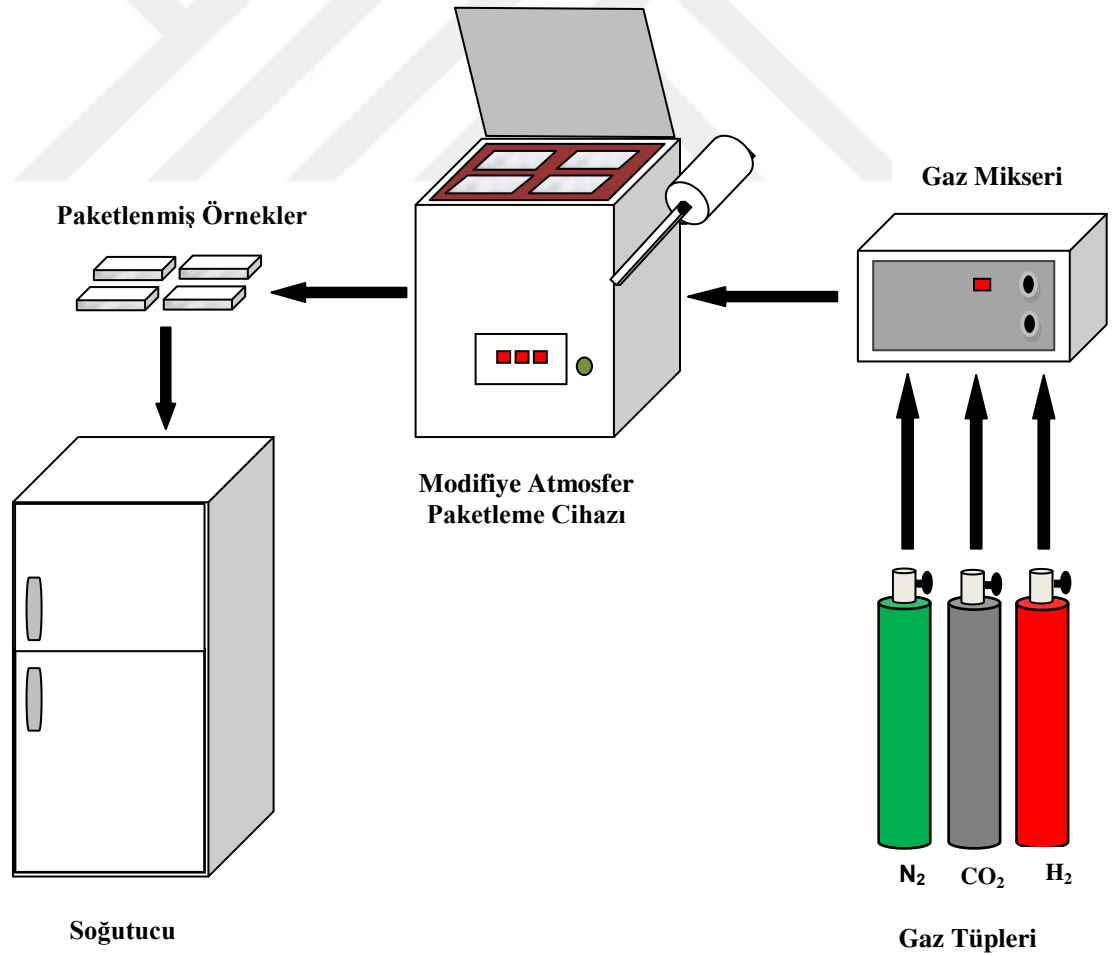
3.2.2. İndirgen atmosfer paketlenme (İAP) ve modifiye atmosfer paketlenme (MAP) işlemi

Üretimi gerçekleştirilen peynir, daha sonra paketlenmeye alınmıştır. Paketleme işleminde; azot (N_2), karbondioksit (CO_2) ve hidrojen (H_2) gaz tüplerinden alınan gazlar, gaz mikseri (Dansensör, MAP Mix 9001 ME, Danimarka) aracılığıyla istenen konsantrasyonda ayarlanmış ve modifiye atmosfer paketlenme (Lipovak, KV-600, Türkiye) cihazıyla paketlenmiştir. Paketlemede iç yüzeyi polietilen ile lamine edilmiş polistiren kap (Çokay plastik, Türkiye) ve polietilen yapıdaki filmler (Çokay plastik, Türkiye) kullanılmıştır. Peynir örnekleri; İndirgen Atmosfer Paketlenme (İAP) ve Modifiye Atmosfer Paketlenme (MAP) şartlarında olmak üzere 5 farklı gaz kombinasyonu ile paketlenmiş, bir grup örnek ise paketlenmeden açık havaya maruz bırakılmıştır. Hem paketli hem de paketlenmemiş (açık hava) örnekler $+4\text{ }^{\circ}C$ ’de 7 hafta boyunca depolanmıştır. Paketlenmeden açık havaya maruz bırakılan örnekler kontrol grubu olarak dikkate alınmıştır. İAP ve MAP şartlarında muhafaza edilmiş olan örneklere ait paket atmosferlerine (gaz kombinasyonları) Çizelge 3.3’te yer verilmiştir.

Çizelge 3.3. İAP ve MAP şartlarında muhafaza edilmiş olan örneklere ait paket atmosferleri

Örnek Grubu	Paket Atmosferi (Gaz Kombinasyonları)
İAP 1	%90CO ₂ / %6 N ₂ /%4 H ₂
İAP 2	%50 CO ₂ /%46 N ₂ / %4H ₂
MAP 1	%90 CO ₂ /%10 N ₂
MAP 2	%50 CO ₂ /%50 N ₂
MAP 3	%100 Hava

İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme



Şekil 3.3. Paketleme işlemine ait şematik diyagram

3.2.3. Toplam kuru madde miktarı analizi

Toplam kuru madde miktarını tespit etmek amacıyla, ilk olarak nem tayin cihazıyla taze peynir örneğinin %nem miktarı tespit edilmiş ve ardından aşağıdaki bağıntı (3.1) kullanılarak 100 g örnekteki kuru madde miktarı belirlenmiştir. Bu yöntemle paralel olarak standart yöntem olan 105 °C 'de etüvde kurutma yöntemi kullanılmış ve hesaplama yöntemi olarak yine bağıntı 3.1 kullanılmıştır (Cemeroğlu, 2003).

$$\% \text{ Toplam Kuru Madde Miktarı (g/100 g)} = 100 - \% \text{ Nem miktarı} \quad (3.1)$$

3.2.4. Yağ analizi

Yağ analizi Gerber metoduna göre şu şekilde gerçekleştirilmiştir (AOAC 2000.18):

- İlk olarak %90'lık sülfürik asit (H_2SO_4) ($d=1,5 \text{ g/cm}^3$) hazırlanmıştır.
- Hazırlanan sülfürik asitten 10 ml alınarak bütirometreye aktarılmıştır.
- Peynir örneğinden 3 g alınarak küçük parçalara ayrılmış ve bütirometreye eklenmiştir.
- Ardından üzerine 1 ml amil alkol ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$) eklenmiş ve tıpası takılan bütirometre alt üst edilerek örneğin iyice yıkanması sağlanmıştır.
- Bütirometre, içerisindeki peynir örneği eriyinceye kadar 68 °C'deki su banyosunda (DAIHAN, WB-22, Kore) ön ısıtmaya tabi tutulmuştur.
- Ardından Gerber santrifüjüne (Funke Gerber, Almanya) yerleştirilerek santrifüj edilmiştir (1200 devir/dakika, 5 dk.).
- Son olarak santrifüjden alınan bütirometredeki yağ miktarı okunmuştur.

3.2.5. Titrasyon asitliği analizi

Titrasyon asitliği analizi Hayaloğlu ve Özer, (2011) referansı dikkate alınarak şu şekilde gerçekleştirilmiştir:

- İlk olarak 5 g peynir örneği, 20 ml saf su ile seyreltilmiş ve homojenizatör (IKA Ultra Turrax, T18, Almanya) yardımıyla homojen hale getirilmiştir.

- Elde edilen homojen karışım, kaba filtre kâğıdından geçirilmiş ve süzüntüden 5 ml alınmıştır.
- Süzüntü üzerine 2-3 damla %1'lik fenolftalein indikatörü damlatılmış ve kalıcı açık pembe renk oluşuncaya kadar 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir.
- Aşağıdaki bağıntı (3.2) kullanılarak hesaplama yapılmış ve sonuç %laktik asit cinsinden verilmiştir.

$$\%Laktik\ Asit = \frac{V \times 0,009}{m} \quad (3.2)$$

V: Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH miktarı (ml)

m: Alınan örnek miktarı (g)

0,009: laktik asidin mili ekivalen ağırlığı (g)

3.2.6. Renk analizi

Renk analizi; Ihns *et al.*, (2011) referansına göre, kolorimetre cihazı (Konica Minolta, CR 410, Osaka, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Renk parametreleri olarak L*(parlaklık)ve b*(mavi-sarı) değerleri dikkate alınmıştır. Her ölçüm öncesi cihaz, beyaz renkli kalibrasyonaparatu ile kalibre edilmiştir.

3.2.7. Mikrobiyolojik analizler

3.2.7.a. Toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) analizi

Toplam mezofilik-aerobik bakteri analizi Halkman (2013) referansı dikkate alınarak şu şekilde gerçekleştirilmiştir:

- 10 g peynir örneği stomacher poşetlerine alınmış ve 90 ml tamponlanmış peptonlu su (TPS) ile stomacherde (Bag Mixer 400, Fransa) homojenize edilmiştir.
- Daha sonra dilüsyon serileri hazırlanmıştır.
- En son dilüsyondan 1 ml alınarak dökme plak yöntemiyle PCA agara ekim yapılmış ve besiyeri ile örnek karıştırılmıştır.
- Ekim yapılan petrilerdeki agar donana kadar steril kabin içerisinde bekletilmiştir.

- Ardından petriler ters çevrilerek 37 °C'deki etüve yerleştirilmiş ve 48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır.
- Bu süre sonunda oluşan koloniler sayılmış ve aşağıdaki bağıntıdan 1g örnekteki koloni oluşturan birim (kob) miktarı tespit edilmiştir.

$$N= C / [V(n_1 + 0,1 X n_2) X d] \quad (3.3)$$

N= Örneğin 1 gramındaki mikroorganizma sayısı

C= Sayımı yapılan tüm petrilere ait koloni sayısının toplamı

V= Sayımı yapılan petrilere aktarılan hacim (ml)

n₁= İlk dilüsyondan yapılan sayımlarda sayımı yapılan Petri adedi

n₂= İkinci dilüsyondan yapılan sayımlarda sayım yapılan Petri kutusu adedi

d= Ardışık 2 dilüsyondan daha konsantre olanın dilüsyondan oranıdır.

3.2.7.b. Maya-küf analizi

Maya-küf analizi Halkman, (2013) referansı dikkate alınarak şu şekilde gerçekleştirilmiştir:

- TMAB analizinde olduğu gibi 10 g peynir örneği stomacher poşetlerine alınmış ve 90 ml tamponlanmış peptonlu su (TPS) ile stomacherde (Bag Mixer, 400, Fransa) homojenize edilmiştir.
- Daha sonra dilüsyon serileri hazırlanmıştır.
- En son dilüsyondan 1 ml alınarak dökme plak yöntemiyle yeast ekstrakt agar (YEA) ekim yapılmış ve besiyeri ile örnek karıştırılmıştır.
- Agar donduktan sonra petriler ters çevrilerek 28 °C sıcaklığındaki etüve alınmış ve 72 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır.
- Bu süre sonunda oluşan koloniler sayılmış ve TMAB kısmında verilen bağıntı 3.3'ten 1g örnekteki koloni oluşturan birim (kob) miktarı tespit edilmiştir.

3.2.8. İstatistik analiz

İstatistik analizde SPSS programı (Versiyon 18) kullanılmış olup; ANOVA (one way ve two way ANOVA) analizi uygulanmıştır. Sonuçlar ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiştir. Sonuçlara ait grafikler de yine SPSS programı kullanılarak çizilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kuru Madde ve Yağ Miktarı Analizi Sonuçları

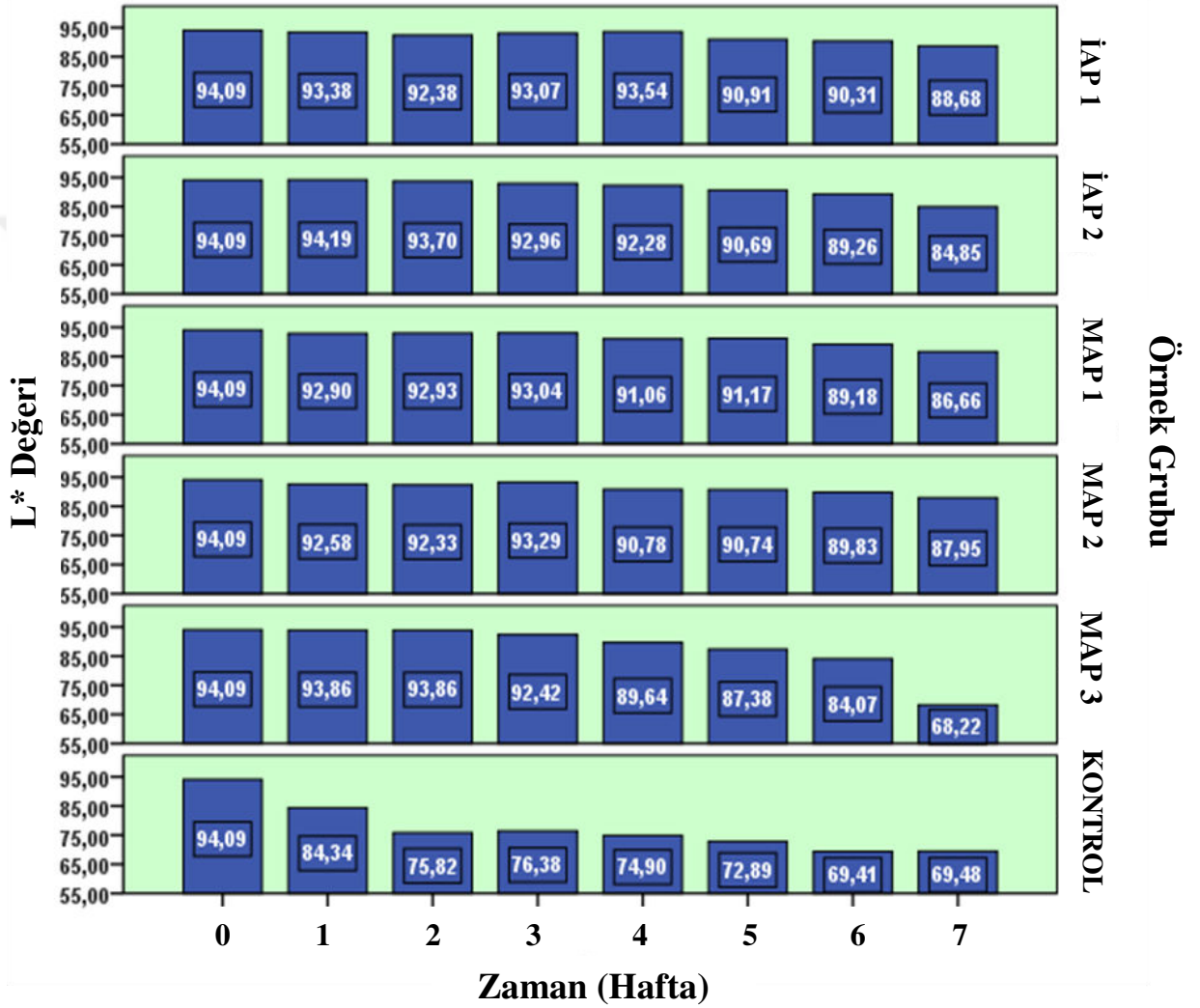
Üretimi yapılan taze beyaz peynire ait kuru madde (%) ve yağ miktarı (%) sırasıyla %42,87 ve %13 olarak elde edilmiştir. Uraz ve Şimşek (1998), taze peynirdeki kuru madde oranını, sonuçlarımızla yakın şekilde %41,71 olarak tespit etmiştir. Kurt ve Özdemir (1995) bu oranı %17,17, Gürsoy *ve ark.* (2001) ise %22,75 yağ oranı ile elde ettiğimiz yağ oranından daha yüksek sonuçlar elde etmiştir. Bu değerlere ek olarak Hayaloğlu ve Özer (2011), yapılan farklı araştırmalar sonucunda Beyaz peynirden elde edilen %yağ miktarı değerlerinin minimum %13, maksimum %28,5 ve ortalama %21,4 olduğunu bildirmektedir. Ürettiğimiz taze peynirin yağ oranının düşük oluşu, hammadde olarak kullanılan sütteki yağın bir kısmının, satışa sunulmadan önce alınmasıyla ilgili olabilir.

4.2. Renk Analizi Sonuçları

4.2.1. L* değeri

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de, farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) depolanan peynirlere ait L* (parlaklık) değerleri dikkate alındığında; tüm kodlara ait L* değerlerinde zaman ilerledikçe düşüş olduğu tespit edilmiştir. MAP 3 (Hava) ve KONTROL (Paketlenmemiş/+4 °C) örneklerinin, İAP 1 (%90 CO₂/%6 N₂/%4 H₂), İAP 2 (%50 CO₂/%46 N₂/%4 H₂), MAP 1 (%90 CO₂/%10 N₂) ve MAP 2 (%90 CO₂/%10 N₂) örneklerinden daha düşük L* değeri gösterdiği gözlemlenmiştir. KONTROL (Paketlenmemiş/+4 °C) ve MAP 3 (Hava) şartlarının en düşük L* değerini göstermesi, ortamda mevcut olan oksijen (O₂) miktarı ile ilişkilendirilebilir. Ortamdaki oksijen varlığı, oksidasyon reaksiyonunu tetiklediğinden arzu edilmemektedir. Oksidasyon, tüm peynir çeşitleri için tat, koku ve görünüşte istenmeyen değişikliklere sebep olan yıkıcı bir reaksiyondur. Bu reaksiyonun vereceği hasarı sınırlandırmak amacıyla, oksijen ve ışık gibi tetikleyicileri azaltmak veya ortadan kaldırmak gerekmektedir (Romani et al., 2002). 7. hafta sonunda MAP 3 (Hava) ve KONTROL (Paketlenmemiş/+4 °C) örnekleri benzer olsa da (p<0,01); depolama süresi boyunca, L* değerindeki düşüşün, KONTROL (Paketlenmemiş/+4 °C) örneklerinde çok daha erken başladığı dikkat çekmektedir. Bu

durum da yine, kontrol grubuna ait peynir örneklerinin, MAP 3 (hava) örneklerinden daha fazla oksijene maruz kalmasıyla açıklanabilir. Buna ek olarak KONTROL (Paketlenmemiş/+4 °C) örneklerin nem kaybederek kurummasının da bu duruma sebep olabileceği düşünülmektedir. İAP 1, İAP 2, MAP 1 ve MAP 2 örnek grupları istatistiksel olarak benzer bulunmakla birlikte; depolama boyunca en yüksek L* değerine; indirgen gaz (H₂) içeren gaz karışımıyla paketlenmiş olan İAP 1 örneklerinde rastlanmıştır (p<0.01). MAP ve İAP şartlarında paketlenen örneklerin L* değerleri bakımından benzerlik göstermesi, paketlenmede kullanılan gazların pozitif etkisine delil teşkil etmektedir. Temiz *et al.* (2009), tüm ambalajlama işlemlerinde en yüksek L * değerinin sırasıyla; %70 CO₂/%30 N₂ ve % 40 CO₂/%60' N₂'den oluşan atmosferlere ait olduğunu bildirmiştir. Favati *et al.* (2007), dikkate alınan üç bağımsız değişkenin (gaz karışımı, depolama süresi ve depolama sıcaklığı), Provolone peynirinin rengini hiçbir zaman önemli ölçüde etkilemediğini; renk stabilitesinin peynir türüne bağlı olabileceğini ve koruyucu atmosferin depolama sırasında rengi stabilize edebileceğini belirtmiştir.



İAP 1: %90CO₂/%6 N₂/%4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/%46 N₂/ %4H₂; MAP 1: %90 CO₂/%10 N₂; MAP2: %50 CO₂/%50 N₂, MAP 3: Hava; KONTROL: Paketlenmemiş/+4°C; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01, n= 2

Şekil 4.1.Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait L* değerleri

Çizelge 4.1. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait L* değerleri

ÖRNEK GRUBU	L* DEĞERİ								
	ZAMAN (HAFTA)								
	0.HAFTA	1.HAFTA	2.HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	6. HAFTA	7. HAFTA	ORTALAMA
İAP1	94,09±0,055 ^a D	93,38±0,59 ^b D	92,37±0,56 ^b CD	93,07±0,60 ^b D	93,54±0,42 ^d D	90,91±0,60 ^c BC	90,31±0,28 ^c AB	88,68±1,14 ^b A	92,04±0,48 ^{**c}
İAP2	94,09±0,055 ^a F	94,19±0,19 ^b F	93,70±0,23 ^c EF	92,96±0,38 ^b DE	92,28±0,58 ^{cd} D	90,69±0,43 ^{bc} C	89,26±0,12 ^c B	86,85±0,10 ^b A	91,49±0,78 ^c
MAP 1	94,09±0,055 ^a D	92,90±0,42 ^b CD	92,93±0,54 ^{bc} CD	93,04±0,21 ^b CD	91,06±0,23 ^{bc} C	91,17±1,14 ^c C	89,18±0,72 ^c B	86,66±0,45 ^b A	91,38±0,61 ^c
MAP 2	94,09±0,055 ^a D	92,58±0,29 ^b CD	92,33±0,075 ^b CD	93,29±0,0 ^b D	90,78±1,24 ^{bc} BC	90,74±0,22 ^b BC	89,83±0,66 ^c AB	87,95±0,93 ^b A	91,45±0,51 ^c
MAP 3	94,09±0,055 ^a E	93,86±0,20 ^b E	93,86±0,12 ^c E	92,42±0,91 ^b E	89,64±0,18 ^b D	87,38±0,38 ^{bc} C	84,07±0,39 ^b B	68,22±1,62 ^a A	87,94±2,12 ^b
KONTROL	94,09±0,055 ^a E	84,34±0,70 ^a D	75,82±0,22 ^a C	76,38±0,015 ^a C	74,90±0,55 ^a BC	72,89±1,85 ^a B	69,415±0,16 ^a A	69,48±1,36 ^a A	77,16±2,018 ^a
ORTALAMA	94,09±0,016* ^{*G}	91,87±1,037 ^F	90,17±1,95 ^E	90,20±1,87 ^E	88,70±1,91 ^D	87,29±2,001 ^C	85,34±2,24 ^B	80,97±2,63 ^A	

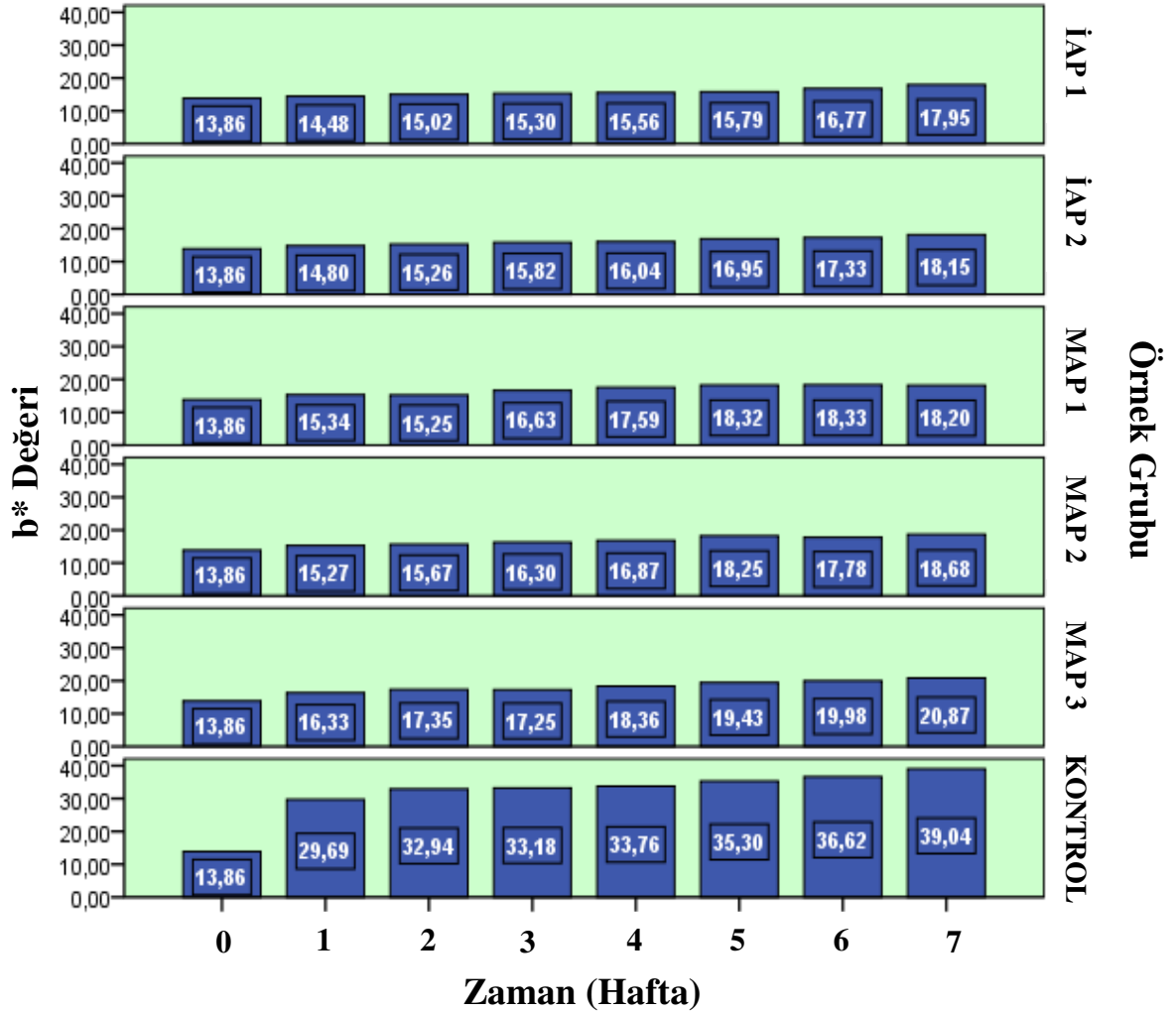
Her bir örnek grubu için, aynı satırda farklı harflendirmeye (A,B,C, D...)ve aynı sütunda farklı harflendirmeye (a, b, c, d...) sahip veriler arasında p<0,01 güvenilirlik düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: Hava; KONTROL: Paketlenmemiş/+4°C; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; n= 2.

^{**}7 hafta ve 6 farklı örnek grubuna ait ortalama en yüksek L* değerleri

4.2.2. b* değeri

Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de İAP, MAP ve KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C) şartların dadepolanan peynir örneklerine ait b* (mavilik-sarılık) değerlerinde 7 hafta boyunca meydana gelen değişim verilmiştir. b* değerinde, tüm örnek gruplarında zaman ilerledikçe artış olsa da, İAP 1(%90CO₂/%6 N₂/%4 H₂) örneklerinin en az artış ile 7 hafta sonunda en düşük (17,95), KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C) örneklerinin ise en fazla artış ile en yüksek (39,04) b* değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (p<0,01).Genel tabloya bakıldığında, 7. hafta sonunda, örnek gruplarına ait b* değerleri arasındaki bağıntının İAP 1<İAP 2<MAP 1=MAP 2<MAP 3<KONTROL şeklinde olduğu sonucuna varılmıştır. b* değerindeki artış, +b (sarılık) yönündeki ilerlemeyi temsil etmekle birlikte, peynirin orijinal beyaz renginden uzaklaştığını ve sarardığını göstermektedir. Fakat bu durum, arzu edilmeyen bir durum olarak değerlendirilmektedir. Bu sebeple İAP 1 (%90 CO₂/%6 N₂/%4 H₂) şartlarında paketlenmiş olan örneklerdeki b* değerinin en düşük seviyede olması; İndirgen Atmosfer Paketlemenin (İAP) etkinliğini göstermekte ve bu durum çalışmamızın da temelini oluşturan hidrojen (H₂) gazının indirgen özelliğiyle açıklanabilmektedir. Her ikisi de hidrojen (H₂) içermesine karşın, daha yüksek konsantrasyonda CO₂ içeren İAP 1 (%90 CO₂/%6 N₂/%4 H₂) örnek grubunun, İAP 2 (%50 CO₂/%46 N₂/%4 H₂)’den daha olumlu sonuç vermesi, H₂’nin yanı sıra CO₂’nin de peynir renginin muhafazasında etkin olduğuna delil teşkil etmektedir.

Temiz *et al.*(2009), depolama süresi ve paketlenme tekniğinin önemli etkisine rağmen, b* değerinin Türk peynir altı suyu peynirinde (lor) 17 ile 38 günleri arasında değişmeden kaldığını bildirmiştir. Bununla birlikte Del Nobile *et al.*(2009), normal ve modifiye edilmiş atmosferler (%50 CO₂/%50 N₂; %70 CO₂/%30 N₂ ve %95 CO₂/%5 N₂) altında depolanan Ricotta peyniri arasında önemli farklılıklar olduğunu belirtmiştir.



İAP 1: %90CO₂/%6 N₂/%4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/%46 N₂/%4H₂; MAP 1: %90 CO₂/%10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/%50 N₂; MAP 3;KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C);İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01; n= 2

Şekil 4.2. Farklı şartlarda (İAP, MAP veKONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait b* değerleri

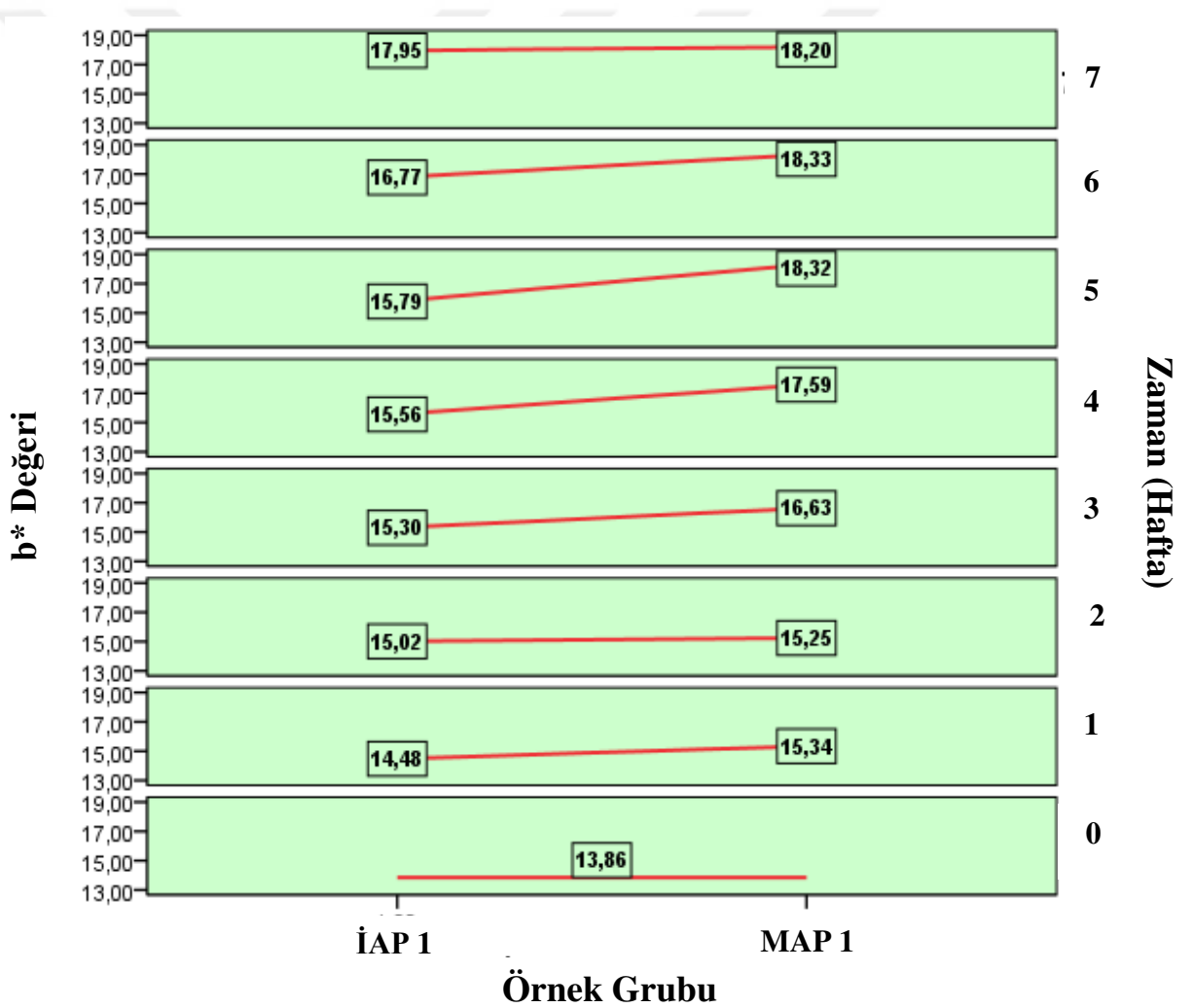
Çizelge 4.2. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait b* değerleri

ÖRNEK GRUBU	b* DEĞERİ								
	ZAMAN (HAFTA)								
	0. HAFTA	1.HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	6. HAFTA	7. HAFTA	ORTALAMA
İAP 1	13,86±0,025 ^a A	14,47±0,06 ^a AB	15,01±0,45 ^a BC	15,29±0,95 ^a BC	15,555±0,02 ^a C	15,78±0,57 ^a C	16,77±0,39 ^a D	17,95±0,04 ^a E	15,588±0,32 a
İAP 2	13,86±0,025 ^a A	14,8±0,05 ^a B	15,26±0,08 ^a BC	15,82±0,43 ^a C	16,035±0,56 ^b CD	16,95±0,05 ^b DE	17,325±0,75 ^{ab} EF	18,145±0,39 ^{ab} F	16,024±0,35 b
MAP 1	13,86±0,025 ^a A	15,34±0,12 ^a B	15,245±0,0 2 ^a B	16,625±0,1 2 ^{ab} C	17,585±0,32 ^{cd} D	18,315±0,1 ^c E	18,33±0,070 ^c E	18,195±0,1 ^{ab} E	16,686±0,41 c
MAP 2	13,86±0,025 ^a A	15,27±0,07 ^a B	15,665±0,0 5 ^a BC	16,3±0,17 ^a CD	16,87±0,040 ^{bc} DE	18,25±0,64 ^c F	17,78±0,49 ^{bc} EF	18,685±0,09 ^b F	16,584±0,40 c
MAP 3	13,86±0,025 ^a A	16,32±0,06 ^a B	17,34±0,52 ^b C	17,25±0,11 ^b C	18,355±0,13 ^d D	19,435±0,2 ^c E	19,975±0,06 ^d E	20,87±0,28 ^c F	17,926±0,55 d
KONTROL	13,86±0,025 ^a A	29,69±0,36 ^b B	32,94±0,22 ^c C	33,18±0,40 ^c C	33,76±0,32 ^c C	35,3±0,49 ^d D	36,615±0,09 5 ^c E	39,04±0,79 ^d F	31,797±1,88 **c
ORTALAMA	13,85±0,007 A	17,65±1,60 B	18,58±1,93 C	19,08±1,89 D	19,69±1,95 E	20,67±2,02 F	21,13±2,11 G	22,14±2,33* *H	

Her bir örnek grubu için; aynı satırda farklı harflendirmeye (A,B,C,D...) ve aynı sütunda farklı harflendirmeye (a, b, c, d...) sahip veriler arasında p<0,01 güvenilirlik düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: Hava; KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C); n= 2; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme

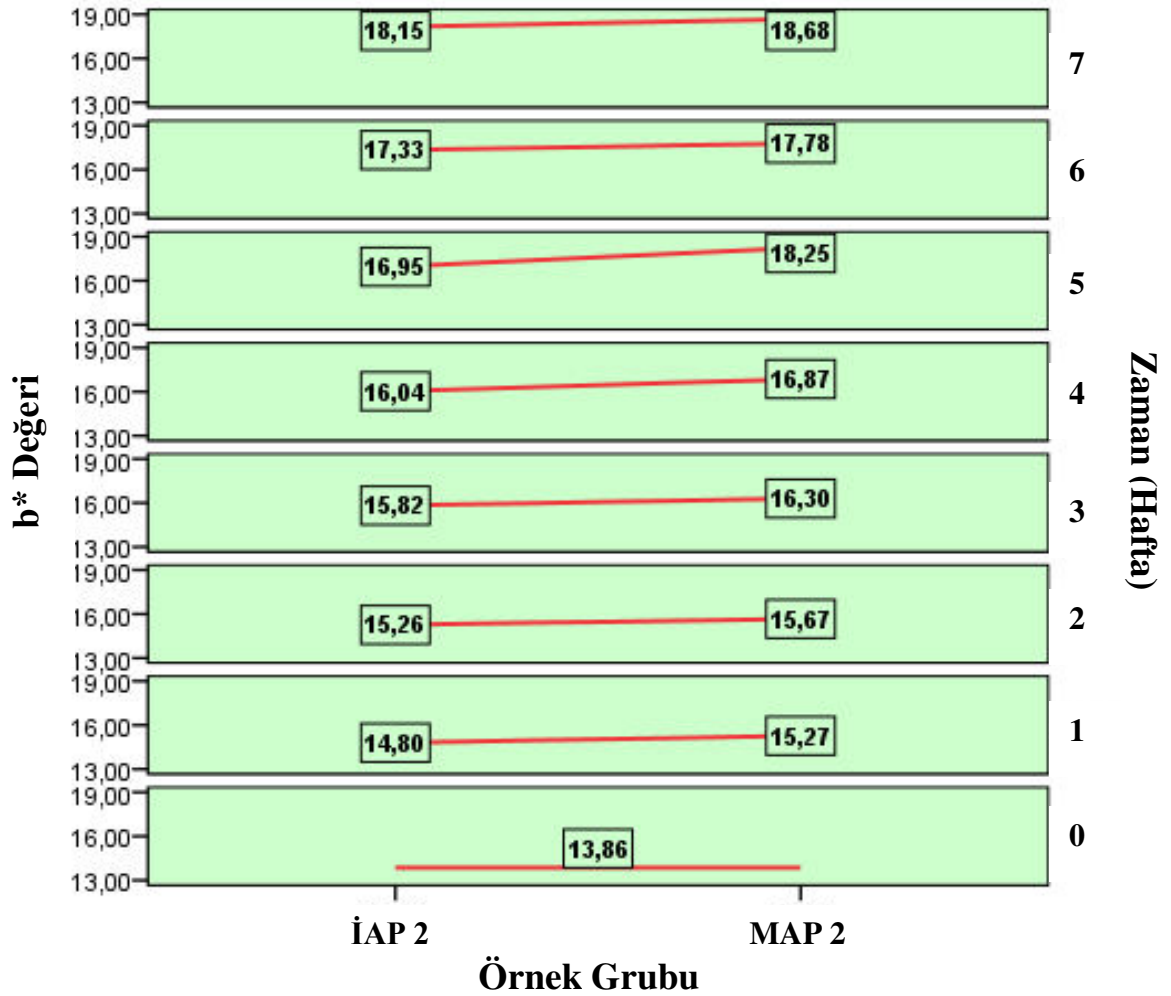
**7 hafta ve 6 farklı örnek grubuna ait ortalama en yüksek b* değerleri

Hidrojen (H₂) gazının, peynirin b* değeri üzerine etkisini daha iyi şekilde gözlemleyebilmek amacıyla İAP 1, İAP 2, MAP1 ve MAP 2 örnekleri spesifik olarak ele alınmış; gaz konsantrasyonları arasındaki tek farkın H₂ olduğu İAP 1 (%90 CO₂/%6 N₂/%4 H₂) ile MAP 1 (%90 CO₂/%10 N₂) ve İAP2(%50 CO₂/%46 N₂/%4 H₂) ile MAP 2 (%50 CO₂/%50 N₂) örnekleri kendi arasında karşılaştırılmıştır (Şekil 4.3ve Şekil 4.4).



İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/%4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/%10 N₂; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01; n= 2

Şekil 4.3. İAP 1 ve MAP 1 örneklerine ait b* değerlerinin karşılaştırılması

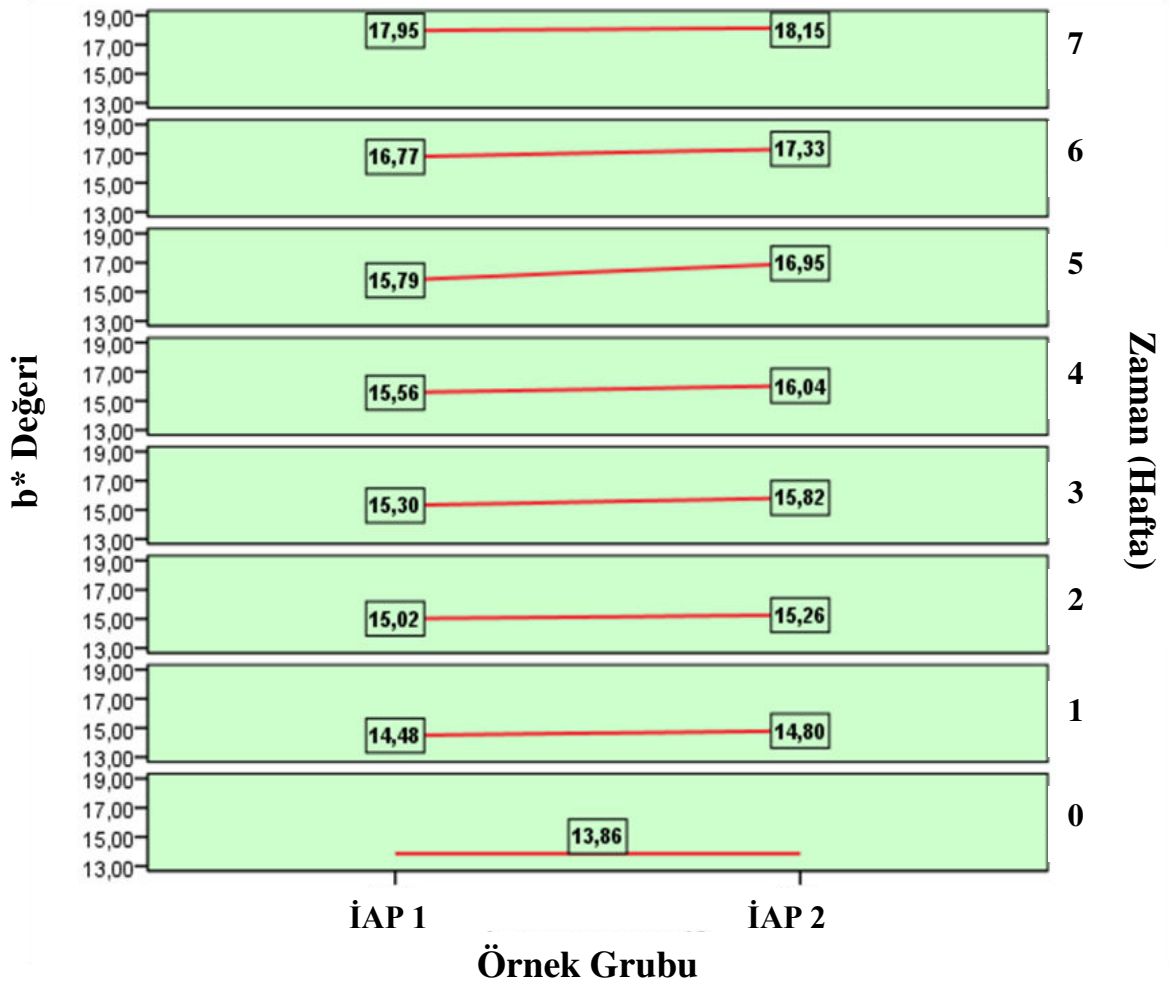


İAP 2: %50 CO₂/%46 N₂/ %4 H₂; MAP 2: %50 CO₂/%50 N₂; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01; n= 2.

Şekil 4.4. İAP 2 ve MAP 2 örneklerine ait b* değerlerinin karşılaştırılması

İAP 1 (%90 CO₂/%6 N₂/%4 H₂) ve MAP 1(%90 CO₂/%10 N₂) örneklerine ait b* değerleri, muhafaza edildiği süre (7 hafta) boyunca değerlendirildiğinde, MAP 1'e ait değerlerin indirgen gaz (H₂) içeren İAP 1'den yüksek oluşu dikkat çekmektedir (Şekil 4.3). İAP 2 (%50 CO₂/%46 N₂/%4 H₂) ve MAP 2(%50 CO₂/%50 N₂) örnekleri kendi aralarında kıyaslandığında ise yine aynı şekilde MAP 2 örnekleri, indirgen gaz içeren İAP 2 örneklerinden daha yüksek b* değeri göstermiştir (Şekil 4.4). Bu sonuçlar dikkate alındığında, İAP tekniğinin temel prensibi olan indirgen gaz (H₂) uygulaması ile Beyaz

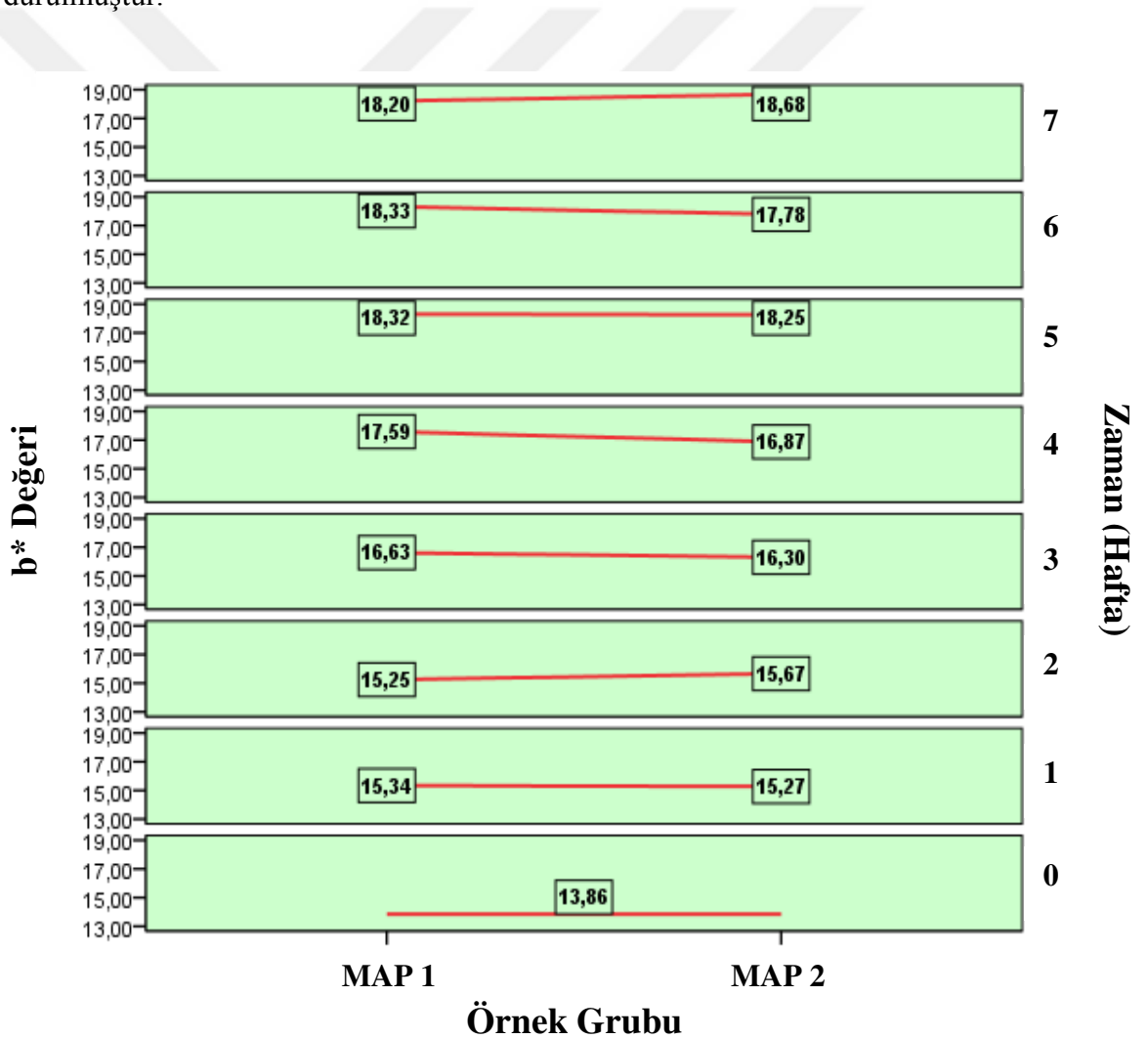
peynirde +b (sarılık) yönünde olan değişimin geciktirilerek rengin muhafaza edildiği, H₂ gazının etkinliğinin daha önce MAP alanında çalışılmış olan CO₂ ve N₂ gazından daha etkin olduğu gözlemlenmiştir. Buna ek olarak, her ikisi de indirgen gaz (H₂) içeren fakat CO₂ ve N₂ bakımından farklılık arz eden İAP 1 ve İAP 2 örnek gruplarının karşılaştırıldığı Şekil 4.5'te; İAP 2'nin daha yüksek b* değeri gösterdiği tespit edilmiştir. Bir önceki kısımda Çizelge 4.2'de İAP 1 ve İAP 2 örneklerinin hafta ortalamasındaki değerler de bu iki örnek arasındaki farklılığın önem seviyesinde olduğunu göstermektedir (p<0.01).



İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4H₂; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; p<0,01; n= 2.

Şekil 4.5. İAP 1 ve İAP 2 örneklerine ait b* değerlerinin karşılaştırılması

İAP 1 (%90 CO₂) ve İAP 2 (%50 CO₂) ile aynı CO₂ konsantrasyon farkına sahip olmasına karşın, MAP 1 (%90 CO₂) ve MAP 2 (%50 CO₂) örneklerinin; b* değeri bakımından benzer olduğu tespit edilmiştir (p<0,01)(Şekil 4.6). Dolayısıyla b* değerinin muhafazasında H₂'nin bu noktada oldukça önemli olduğunu ve CO₂ ile sinerjik etki gösterdiği gözlemlenmiştir. N₂ gazı inert bir gaz olduğundan ve yalnızca ortamdaki O₂'nin uzaklaştırılması amacıyla kullanıldığından H₂'nin yanı sıra daha çok CO₂ gazı üzerinde durulmuştur.



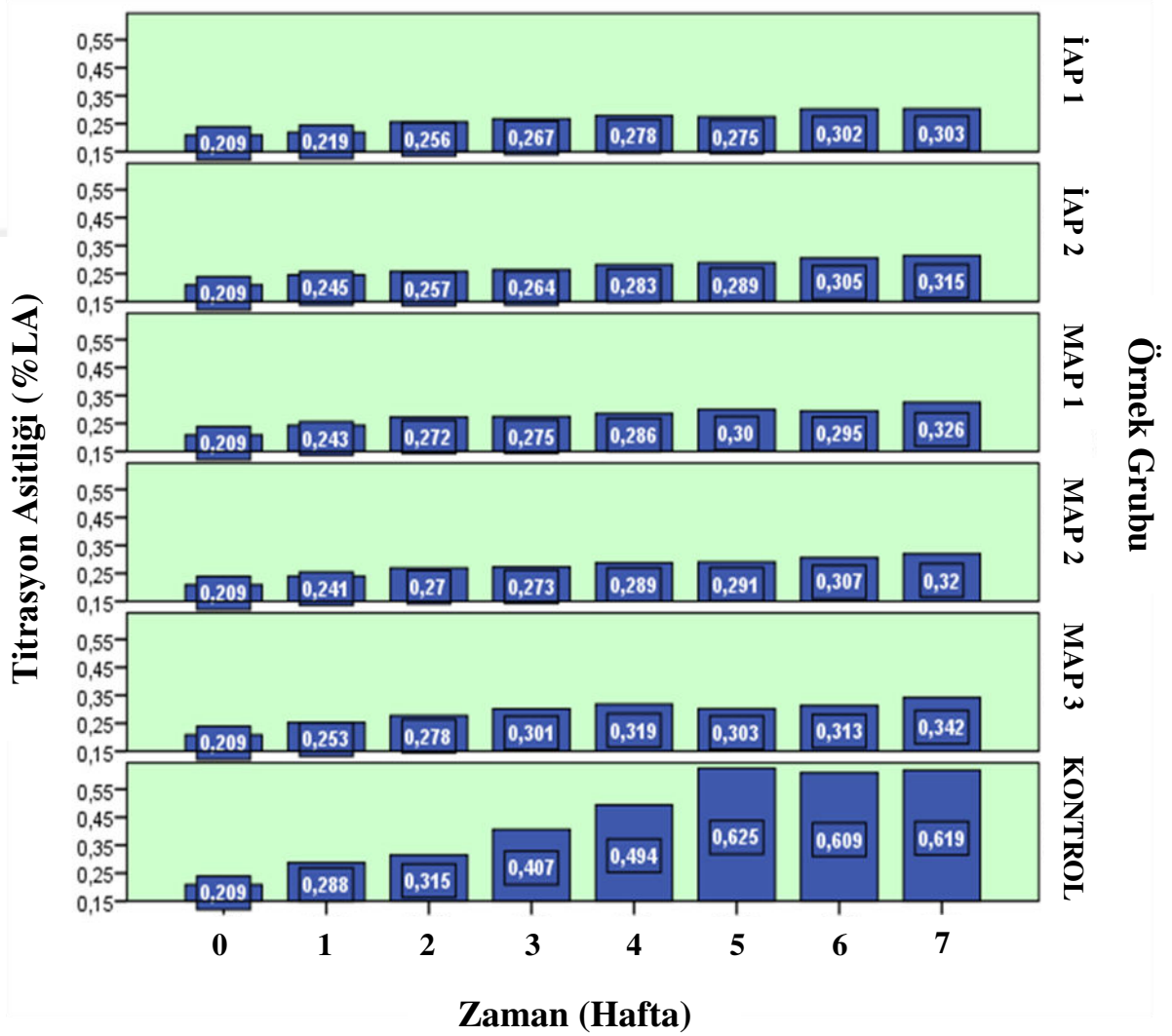
MAP 1: %90 CO₂/%10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/%50 N₂; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01; n= 2.

Şekil 4.6. MAP 1 ve MAP 2 örneklerine ait b* değerlerinin karşılaştırılması

4.3. Titrasyon Asitliği Sonuçları

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.7’de verilen peynir rneklarine ait titrasyon asitliği değerleri dikkate alındığında, H₂ içeren gaz karışımı ile paketlenmiş olan İAP 1 (%90 CO₂/%6 N₂/%4 H₂) rneklarine ait titrasyon asitliğinin, diğer örneklere kıyasla daha az artış göstererek 7. hafta sonunda en dşuk değer (%0,303) ulaştığı tespit edilmiştir. İAP 2, MAP 1 ve MAP 2 rneklarinin istatistiksel olarak birbirine benzer olmakla birlikte, MAP 3 (Hava) ve KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C) rneklerinden dşuk olduğu gözlemlenmiştir (p<0.01).

Uraz ve Şimşek (1998), Kurt ve zdemir (1995) sırasıyla, %1,31ve %1,16 olmak üzere elde ettiğimiz verilerden çok daha yüksek sonuçlar elde etmiştir. Buna ek olarak, Saldamlı and Kaytanlı, (1998), %0,55 değerıyla daha yakın bir titrasyon asitliği değerini tespit etmiştir. Hayaloğlu ve zer (2011), Beyaz peynirde yapılan birçok araştırma sonucunda elde edilen titrasyon asitliği değerlerini karşılaştırdığında minimum değerin %0,40, maksimum değerin %1,54 ve ortalama değerin ise %0,99 olduğu sonucuna varmıştır.



İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: Hava; KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C); % LA: Yüzde laktik asit, İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01, n= 2.

Şekil 4.7.Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri

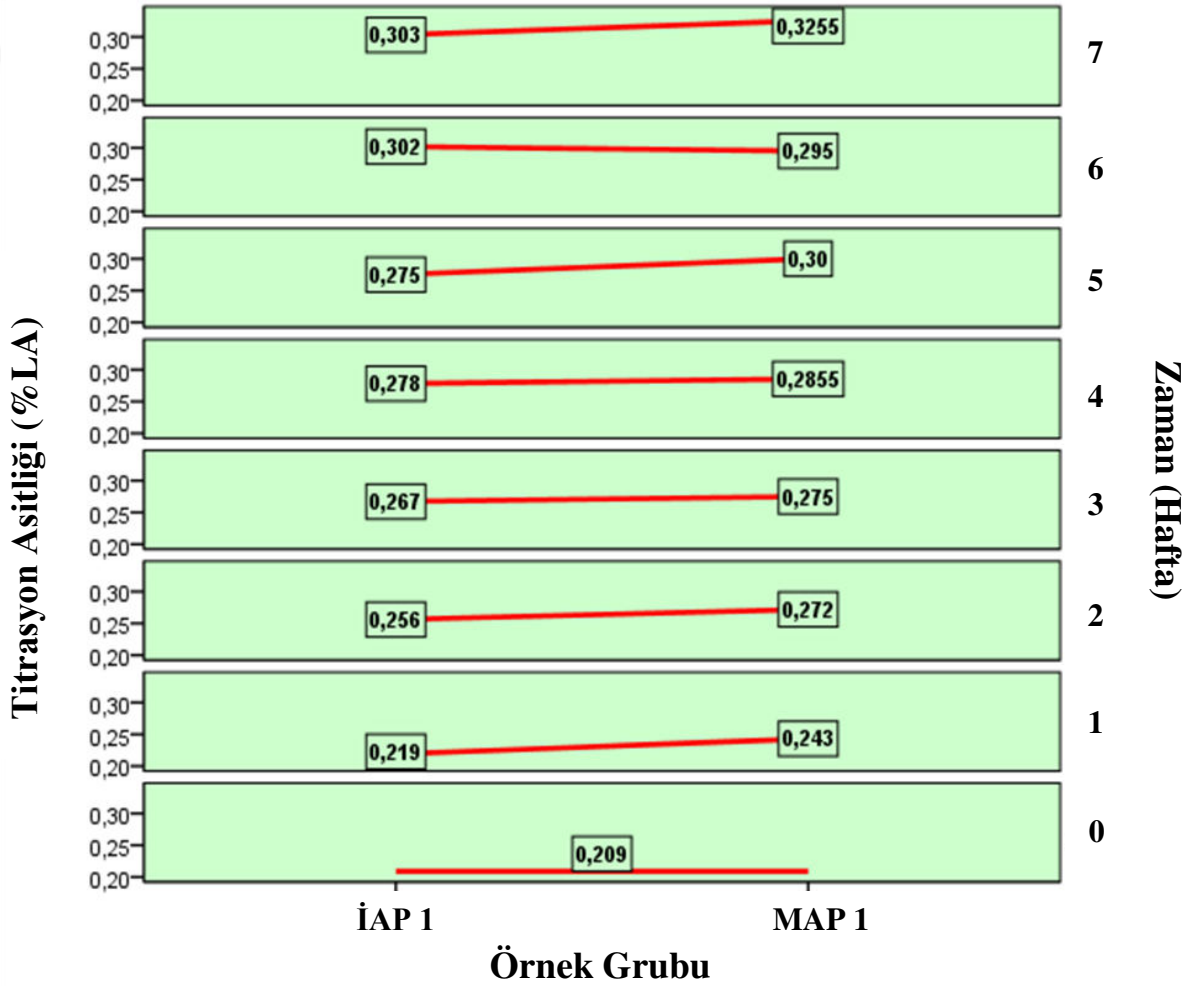
Çizelge 4.3. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri

ÖRNEK GRUBU	TİTRASYON ASİTLİĞİ (%LA)								
	ZAMAN (HAFTA)								
	0. HAFTA	1.HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	6.HAFTA	7.HAFTA	ORTALAMA
İAP 1	0.209±0,002 ^a A	0,219±0,004 ^a A	0,256±0,003 ^a B	0,267±0,003 ^a BC	0,278±0,004 ^a C	0,275±0,002 ^a C	0,302±0,004 ^{ab} D	0,303±0,005 ^a D	0,264±0,008 a
İAP 2	0.209±0,002 ^a A	0,245±0,008 ^b B	0,257±0,004 ^a BC	0,263±0,002 ^a C	0,282±0,001 ^a D	0,289±0,005 ^{ab} D	0,305±0,004 ^{abc} E	0,315±0,00 ^{ab} E	0,271±0,008 b
MAP 1	0.209±0,002 ^a A	0,243±0,010 ^b B	0,272±0,006 ^a C	0,275±0,016 ^{ab} CD	0,285±0,001 ^a CD	0,3±0,004 ^b D	0,295±0,002 ^a CD	0,3255±0,002* ^b E	0,276±0,008 b
MAP 2	0.209±0,002 ^a A	0,2405±0,003 ^{ab} B	0,269±0,002 ^a C	0,272±0,002 ^{ab} C	0,288±0,004 ^a D	0,290±0,001 ^{ab} D	0,306±0,002 ^{bc} E	0,319±0,001 ^b F	0,275±0,008 b
MAP 3	0.209±0,002 ^a A	0,2525±0,005 ^b B	0,277±0,004 ^a C	0,301±0,005 ^b D	0,318±0,003 ^b E	0,302±0,008 ^b DE	0,313±0,002 ^c DE	0,341±0,004 ^c F	0,289±0,041 c
KONTROL	0.209±0,002 ^a A	0,2875±0,003 ^c B	0,315±0,022 ^b B	0,406±0,012 ^c C	0,494±0,013 ^c D	0,625±0,010 ^c E	0,609±0,001 ^d E	0,618±0,002 ^d E	0,445±0,039** d
ORTALAMA	0,209±0,001 A	0,248±0,006 B	0,274±0,007 C	0,297±0,015 D	0,324±0,023 E	0,347±0,037 E	0,355±0,034 F	0,370±0,034** G	

Her bir örnek grubu için; aynı satırda farklı harflendirmeye (A, B, C, D...) ve aynı sütunda farklı harflendirmeye (a, b, c, d...) sahip veriler arasında p<0,01 güvenilirlik düzeyinde belirgin farklılık bulunmaktadır. İAP 1: %90 CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: Hava; KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C); İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme, % LA: Yüzde laktik asit, n= 2

**7 haftaya ve 6 farklı örnek grubuna ait ortalamadaki en yüksek titrasyon asitliği değerleri

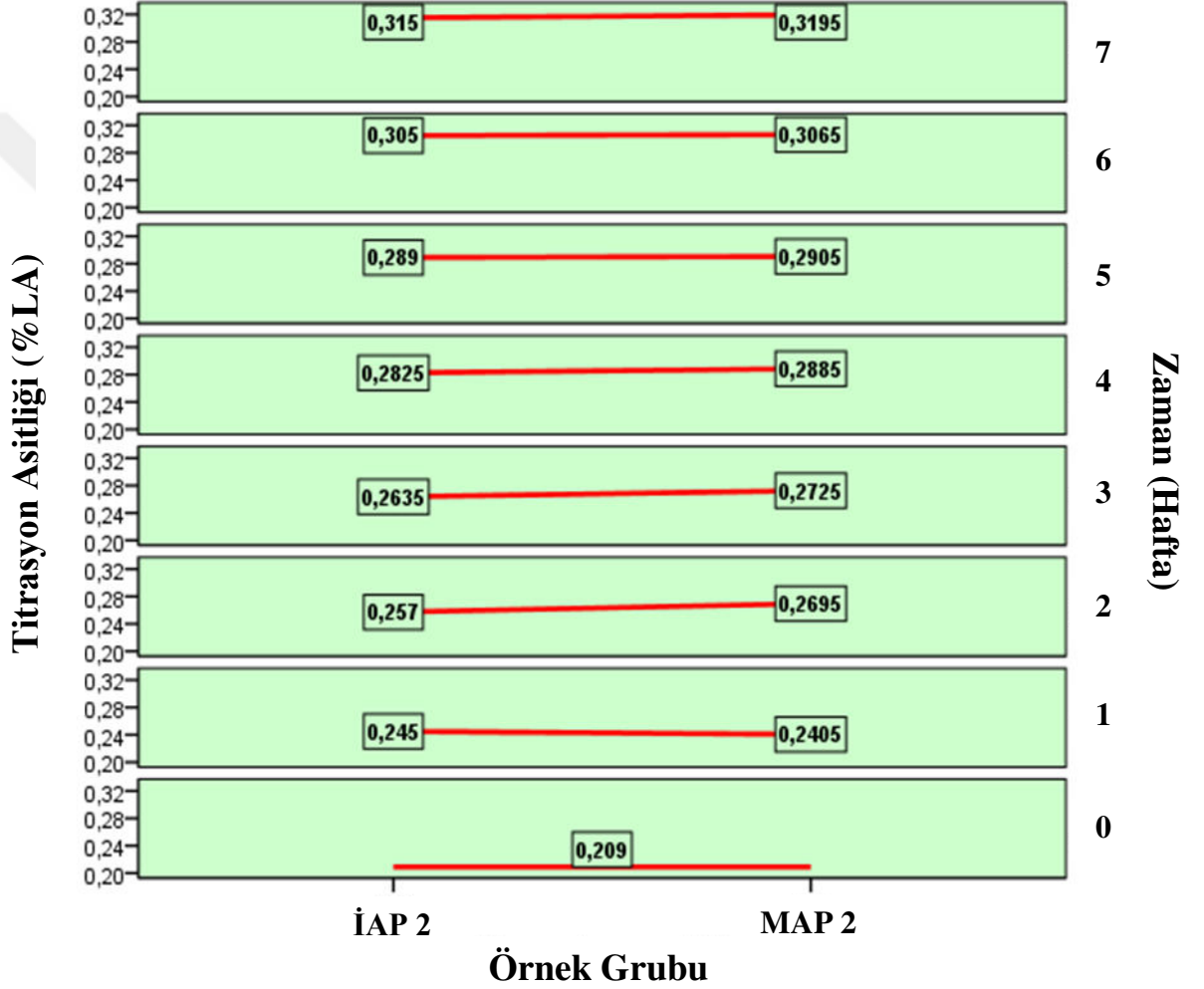
MAP tekniğinde kullanılan CO₂ ve N₂ gazlarından farklı ve bu gazlara alternatif olarak, indirgen bir gaz olan H₂'nin kullanıldığı İAP tekniğinin etkinliğini tespit etmek amacıyla, İAP 1 (%90 CO₂/%6 N₂/%4 H₂) ile MAP 1 (%90 CO₂/%10 N₂) ve İAP 2 (%50 CO₂/%46 N₂/%4 H₂) ile MAP 2 (%50 CO₂/%50 N₂) örnekleri kendi aralarında karşılaştırılmıştır (Şekil4.8ve Şekil 4.9).



İAP 1: %90 CO₂/ %6 N₂/%4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/%10 N₂;%LA: Yüzde laktik asit; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01, n= 2.

Şekil 4.8. İAP 1 ve MAP 1 örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerinin karşılaştırılması

Şekil 4.8’den görüldüğü üzere, İAP 1 örnekleri MAP 1 örneklerinden daha düşük titrasyon asitliği göstermiştir. İAP 2 örnekleri, MAP 2 örneklerinden daha düşük titrasyon asitliği gösterse de, bu sonucun rastlantısal, diğer bir ifadeyle bu iki grup örneğin benzer olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

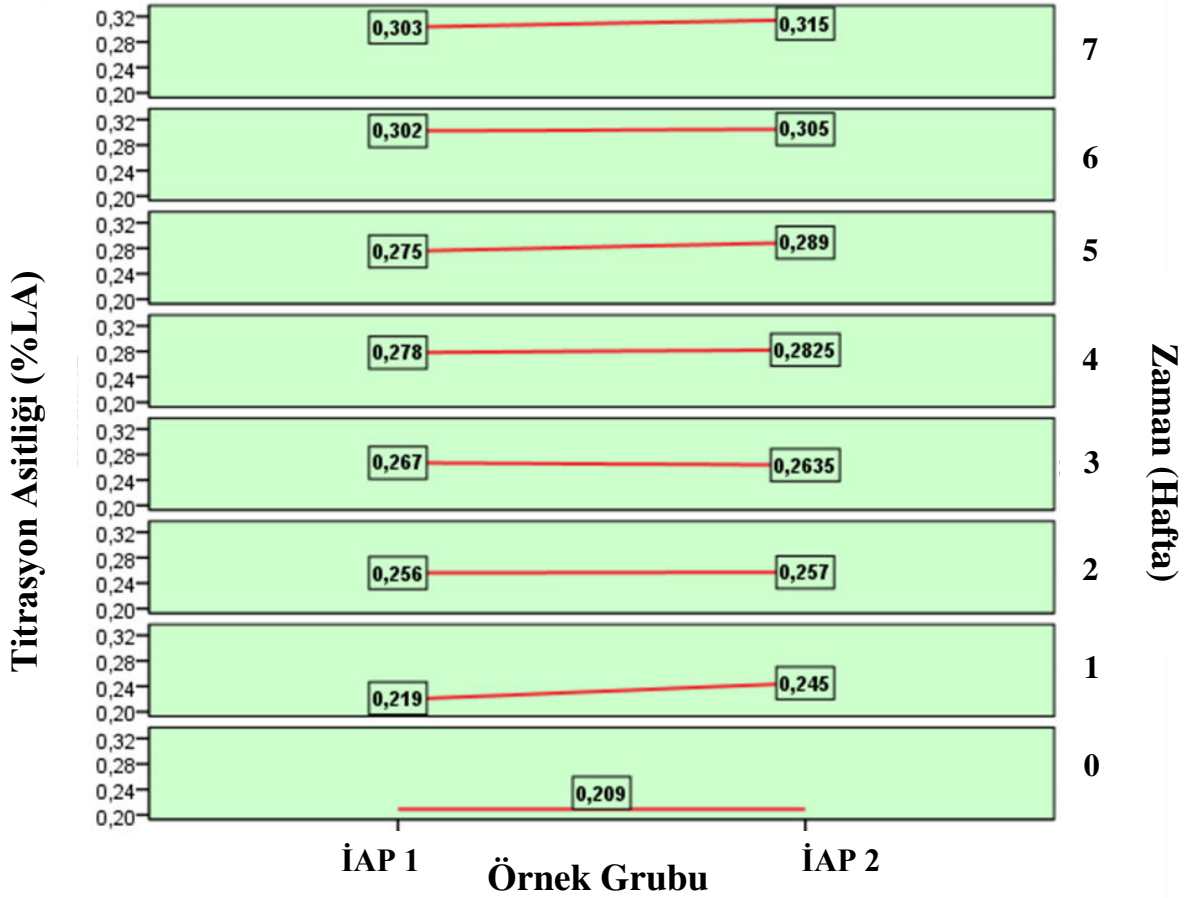


İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; ;%LA: Yüzde laktik asit; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01, n= 2.

Şekil 4.9. İAP 2 ve MAP 2 örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerinin karşılaştırılması

İAP 1 (%90 CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂) ve İAP 2 (%50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂) örnek gruplarının 7 haftalık titrasyon asitliği değerleri Şekil 4.10’da karşılaştırılmış ve bu iki gruba ait titrasyon asitliği değerleri her hafta ayrı ayrı değerlendirildiğinde benzer olduğu

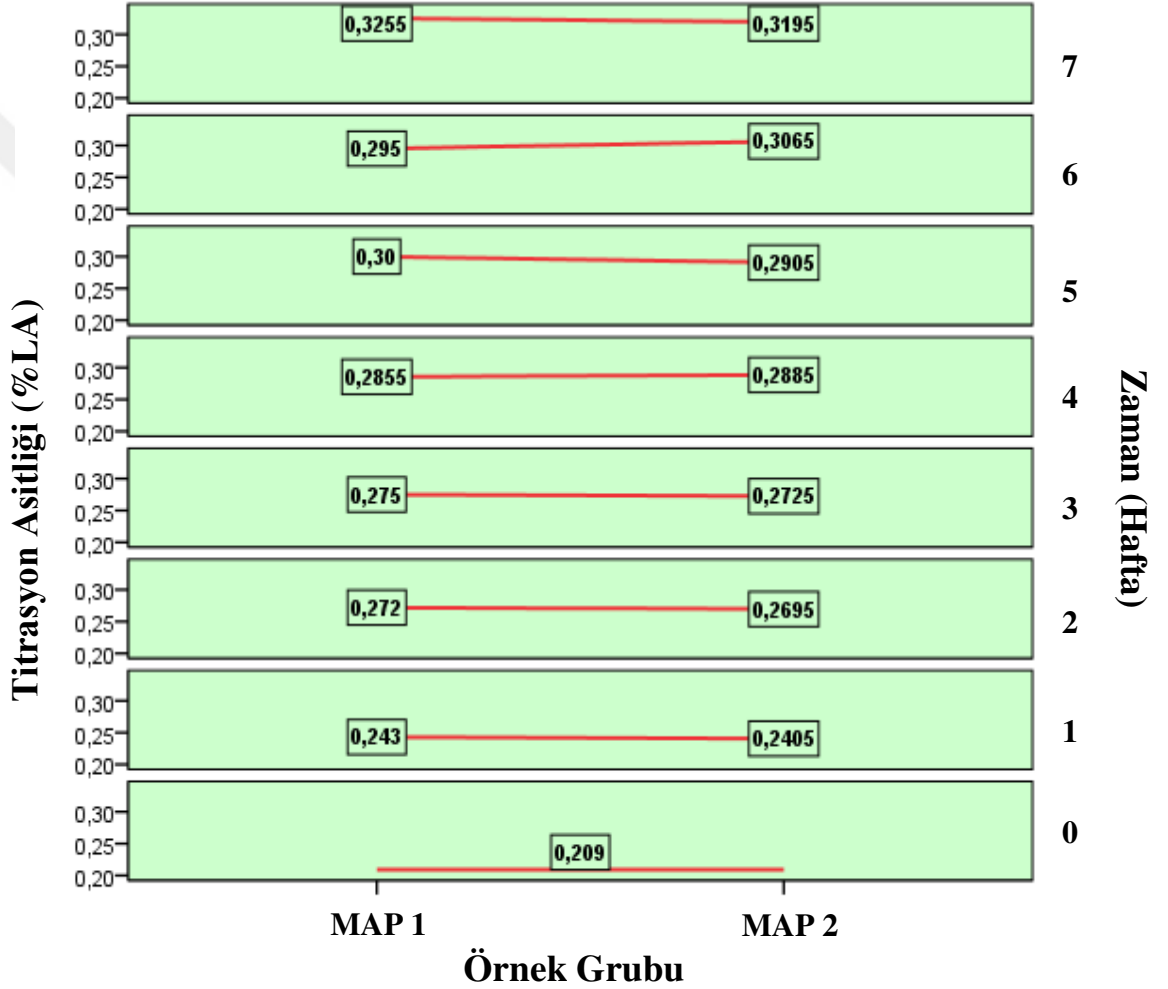
tespit edilmiştir ($p < 0.01$). Fakat önceki kısımda verilmiş olan Çizelge 4.3'teki hafta ortalaması bakımından değerlendirildiğinde ise bu iki grup arasında istatistiksel açıdan farklılık gözlemlenmiş ve İAP 1 daha düşük titrasyon asitliği değeri göstermiştir ($p < 0.01$). Bu durum İAP 1'de çok daha yüksek oranda bulunan CO_2 'in, Sandhya (2010)'nin belirttiği gibi su içerisinde kolaylıkla çözünüp karbonik asit (H_2CO_3) oluşturması, ortamın pH'sını düşürerek titrasyon asitliğinde artışa sebep olmasıyla ilişkilendirilmektedir. Fakat CO_2 konsantrasyonu farkı İAP 1 (%90 CO_2) ve İAP 2 (%50 CO_2) ile aynı olmasına rağmen MAP 1 (%90 CO_2) ve MAP 2 (%50 CO_2) örneklerinde 7 hafta sonunda titrasyon asitliği bakımından benzerlik olması H_2 'nin etkinliğini göstermekte, İAP 1 örneklerinin titrasyon asitliği değerindeki düşüşte H_2 'nin kritik bir rol oynadığına işaret etmektedir.



İAP 1: %90 CO_2 / %6 N_2 / %4 H_2 ; İAP 2: %50 CO_2 / %46 N_2 / %4 H_2 ; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; $p < 0,01$; $n = 2$.

Şekil 4.10. İAP 1 ve İAP 2 örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerinin karşılaştırılması

Bir önceki bölümde, MAP 1 ve MAP 2 örneklerinin b* değerinin karşılaştırıldığı kısımda belirtildiği üzere, CO₂ bakımından İAP 1 ve İAP 2 ile aynı konsantrasyon farkına sahip olmasına karşın MAP 1 ve MAP 2 örnekleri arasında benzerlik olması, H₂ ve CO₂'nin sinerjik etki göstermesi ile ilişkilendirilmektedir (Şekil 4.11).



MAP 1: %90 CO₂/%10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/%50 N₂; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01; n= 2.

Şekil 4.11. MAP 1 ve MAP 1 örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerinin karşılaştırılması

4.4. Toplam Mezofilik-Aerobik Bakteri (TMAB) Analizi Sonuçları

Süt kalitesi, peynir yapımında ısıya duyarlı mikroorganizmaların hayatta kalması ve işlem sonrası mikrobiyal kontaminasyon gibi değişkenlerin tümü peynirin mikrobiyolojisini etkilemektedir (Del Nobile et al., 2009).

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.12’de verilen peynir örneklerine ait TMAB sayısının zaman ilerledikçe arttığı 1., 2. ve 3. haftalar arasında benzerlik olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,01$). İAP 1 (%90 CO₂/%6 N₂/%4 H₂) örneklerinin en düşük ($1,13 \times 10^6$ kob/g) ve KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C) örneklerinin ise en yüksek sayıda ($1,38 \times 10^7$ kob/g) bakteri içerdiği dikkat çekmektedir ($p < 0,01$). KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C) örneklerinin en yüksek TMAB sayısı göstermesi; bu örnek grubunun ortam atmosferi ile direkt temas halinde olması, dolayısıyla atmosferde bulunan mikroorganizmalar ile kontaminasyonu ve/veya atmosferin, örnekte mevcut olan aerobik mikroorganizmalara uygun ortam sağlamasıyla açıklanabilir.

İAP 1 örnek grubunun en düşük TMAB içeriğine sahip oluşu ise; hidrojenin (H₂) hem paket atmosferinde hem de ürün içerisindeki su ve yağda çözünerek indirgen özellik göstermesi ve ortamın oksido-redüksiyon (ORP) potansiyelini negatif değerlere çekmesiyle ilişkilendirilebilir. Elektriksel bir olay olan ORP, elektron transferine dayanmakta ve Eh ile sembolize edilmektedir. Güçlü oksidan özelliğe sahip maddeler, pozitif potansiyele sahipken ve güçlü indirgen maddeler ise negatif potansiyel oluşturur. Bu bağlamda hidrojenin (H₂) 1 atm basınç altındaki Eh potansiyeli -400 mV olması sebebiyle; H₂ oldukça güçlü bir indirgendir (Arda, 2000). Mikroorganizmaların Eh isteklerine dikkate alındığında, anaerobik mikroorganizmalar gelişmek için indirgenmiş (negatif Eh) şartlara ihtiyaç duyarken; aerobik mikroorganizmalar yükseltgenmiş (pozitif Eh) şartlara ihtiyaç duymaktadır. Dolayısıyla, gıdalarda Eh değeri değişmekle birlikte; pozitif Eh değerleri, aerobik bakterilerin ve maya-küf gelişimine olanak tanımaktadır (Ayhan, 2000). Bu sebeple H₂ ile negatif değerlere çekilen Eh, TMAB gelişimini engellemektedir.

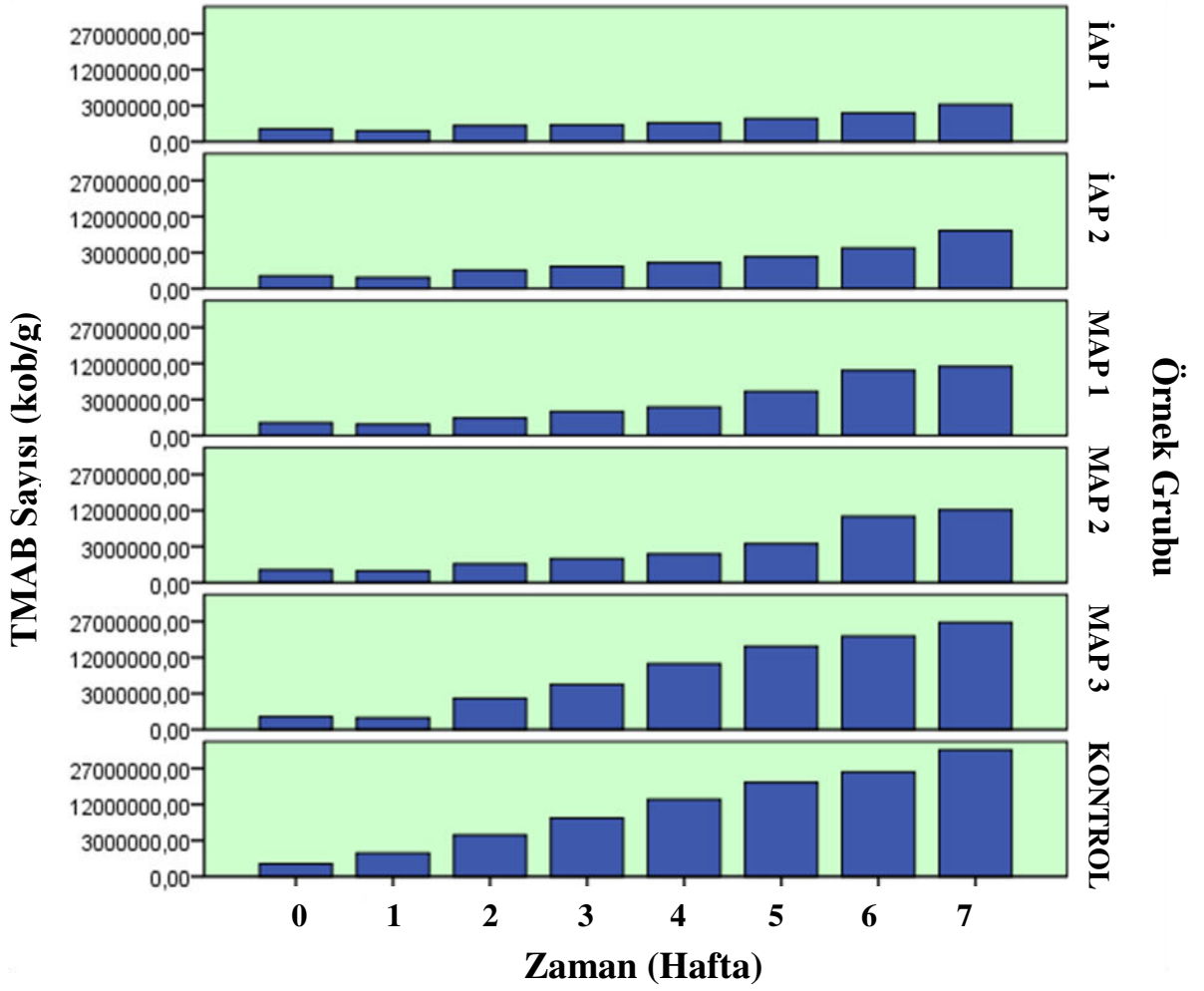
Ayrıca, İAP 1 (%90 CO₂/%6 N₂/%4 H₂) örneklerinin, yine H₂ içeren İAP 2 (%50 CO₂/%46 N₂/ %4 H₂) örneklerinden daha düşük TMAB içermesi; hidrojenin (H₂)

yanı sıra karbondioksitin (CO₂) de bakteriler üzerinde negatif etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu alanda yapılmış olan diğer araştırmalar, CO₂ içeren MAP şartlarının peynirin mikrobiyal açıdan bozulmasını önlemesi ve raf ömrünü uzatması, CO₂'nin bozucumikroorganizmalar üzerinde önemli düzeyde yıkıcı etkisi olduğunu göstermektedir. CO₂'nin mikrobiyal bozulma üzerindeki inhibitör etkisi, gecikme fazındaki artış ve bir logaritmik faz üzerindeki büyüme hızında meydana gelen azalma ile açıklanabilir. Çünkü mikroorganizmaların yeni atmosfer koşullarına adapte olması gerekmektedir.

CO₂'nin antimikrobiyal özelliklerine ilişkin bazı teoriler mevcut olmakla birlikte, bu teoriler şu şekilde sıralanabilir (Farber *et al.*, 2003; Khoshgozaran *et al.*, 2012):

- 1) Glikoz ve serbest amino asit alımı/emilimi gibi hücre zarındaki işlev bozukluğu,
- 2) Membran yerleşimli proteinlerin ve lipitlerin doğrudan fizikokimyasal değişimleri,
- 3) Enzim sistemlerinin doğrudan inhibisyonu veya enzimatik reaksiyonların hızında anormallik,
- 4) Hücre içi pH değişimi,
- 5) Hücre bölünmesinin engellenmesi ve hücre morfolojisinin değiştirilmesi.

Fakat H₂ içermeyip CO₂ içeren MAP örneklerinin (MAP 1 ve MAP 2), İAP örneklerinden daha fazla sayıda bakteri içeriği, H₂'nin bakterilerin gelişimini engellemede çok daha etkin ve kilit nokta olduğunu göstermekte olup; bu durum MAP ve İAP paketlerinin spesifik olarak kıyaslandığı Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'da ayrıntılı şekilde verilmiştir.



İAP 1: %90CO₂/%6 N₂/%4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/%46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/%10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/%50 N₂; MAP 3: Hava; KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C); TMAB: Toplam Mezofilik-Aerobik Bakteri Sayısı; kob: Koloni Oluşturan Birim; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01, n= 2.

Şekil 4.12. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) sayısı

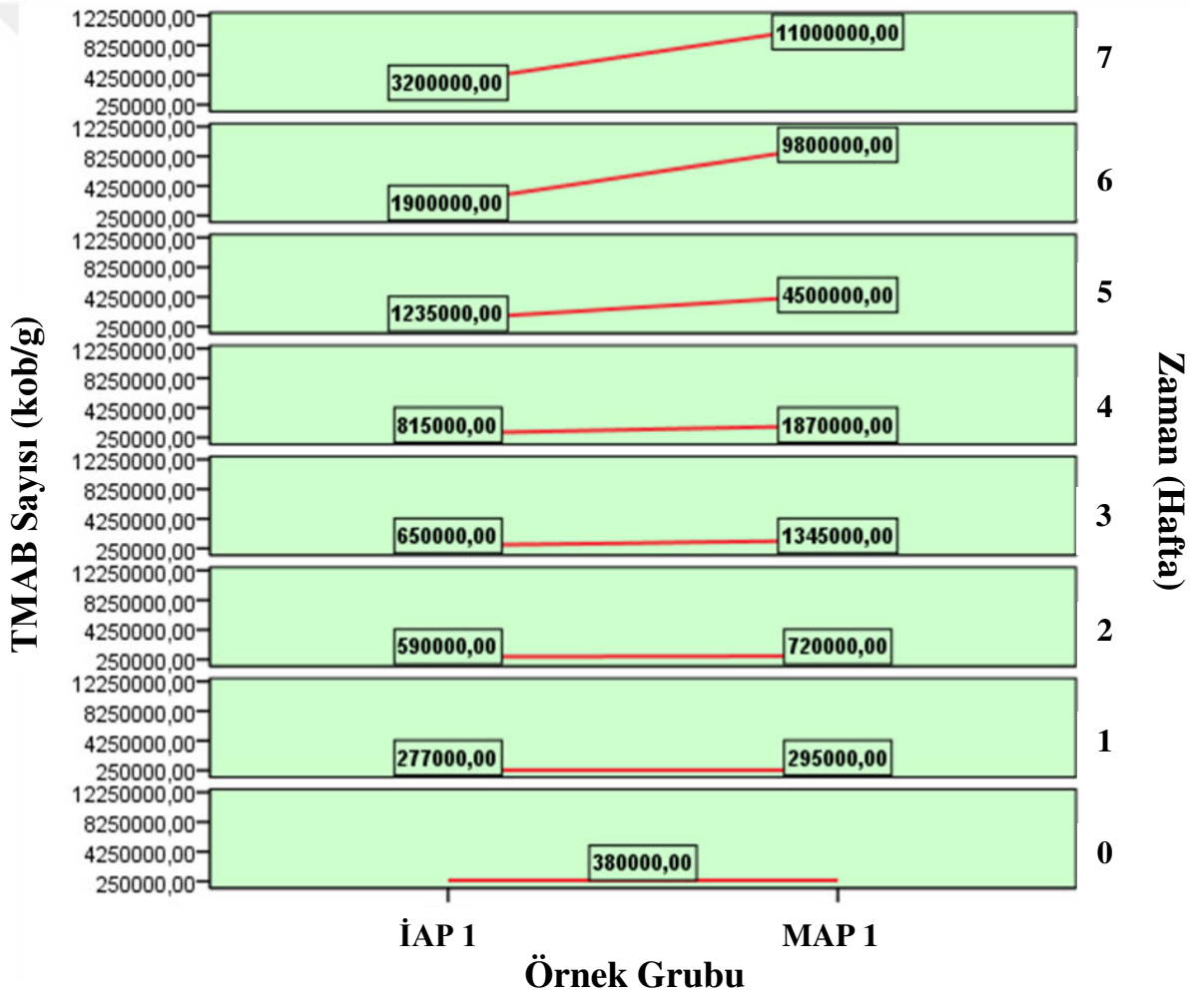
Çizelge 4.4. Farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) sayısı

ÖRNEK GRUBU	TMAB SAYISI (kob/g)								
	ZAMAN (HAFTA)								
	0. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	6. HAFTA	7. HAFTA	ORTALAMA
İAP 1	3,80×10 ⁵ ^a AB	2,77×10 ⁵ ^a A	5,90×10 ⁵ ^a AB	6,50×10 ⁵ ^a AB	8,15×10 ⁵ ^a BC	1,23×10 ⁶ ^a C	1,9×10 ⁶ ^a D	3,2×10 ⁶ ^a E	1,13×10 ⁶ ^a
İAP 2	3,80×10 ⁵ ^a A	2,85×10 ⁵ ^a A	7,75×10 ⁵ ^a AB	1,13×10 ⁶ ^b AB	1,55×10 ⁶ ^b BC	2,35×10 ⁶ ^{ab} C	3,8×10 ⁶ ^a D	7,75×10 ⁶ ^a E	2,25×10 ⁶ ^b
MAP 1	3,80×10 ⁵ ^a A	2,95×10 ⁵ ^a A	7,20×10 ⁵ ^a A	1,34×10 ⁶ ^b AB	1,87×10 ⁶ ^b B	4,5×10 ⁶ ^c C	9,8×10 ⁶ ^b D	1,1×10 ⁷ ^a D	3,74×10 ⁶ ^c
MAP 2	3,80×10 ⁵ ^a A	3,15×10 ⁵ ^a A	8,0×10 ⁵ ^a A	1,31×10 ⁶ ^b AB	1,88×10 ⁶ ^b AB	3,5×10 ⁶ ^{bc} B	1,01×10 ⁷ ^b C	1,22×10 ⁷ ^a C	3,81×10 ⁶ ^c
MAP 3	3,80×10 ⁵ ^a A	3,20×10 ⁵ ^a A	2,25×10 ⁶ ^b A	4,70×10 ⁶ ^c AB	1,0×10 ⁷ ^c BC	1,6×10 ⁷ ^d CD	2,02×10 ⁷ ^c DE	2,65×10 ⁷ ^b E	10 ⁷ ^d
KONTROL	3,80×10 ⁵ ^a A	1,27×10 ⁶ ^b A	4,0×10 ⁶ ^c AB	7,90×10 ⁶ ^d B	1,37×10 ⁷ ^d C	2,04×10 ⁷ ^e D	2,52×10 ⁷ ^d E	3,7×10 ⁷ ^c F	1,38×10 ⁷ ** ^e
ORTALAMA	3,80×10 ⁵ A	4,61×10 ⁵ A	1,52×10 ⁶ A	2,84×10 ⁶ B	4,97×10 ⁶ C	7,99×10 ⁶ D	1,18×10 ⁷ E	1,63×10 ⁷ ** E	

Her bir örnek grubu için aynı satırda farklı harflendirmeye (A, B, C, D...) ve aynı sütunda farklı harflendirmeye (a, b, c, d...) sahip veriler arasında p<0,01 güvenilirlik düzeyinde belirgin farklılık bulunmaktadır. İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; kob: Koloni Oluşturan Birim, MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: hava; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; n= 2;

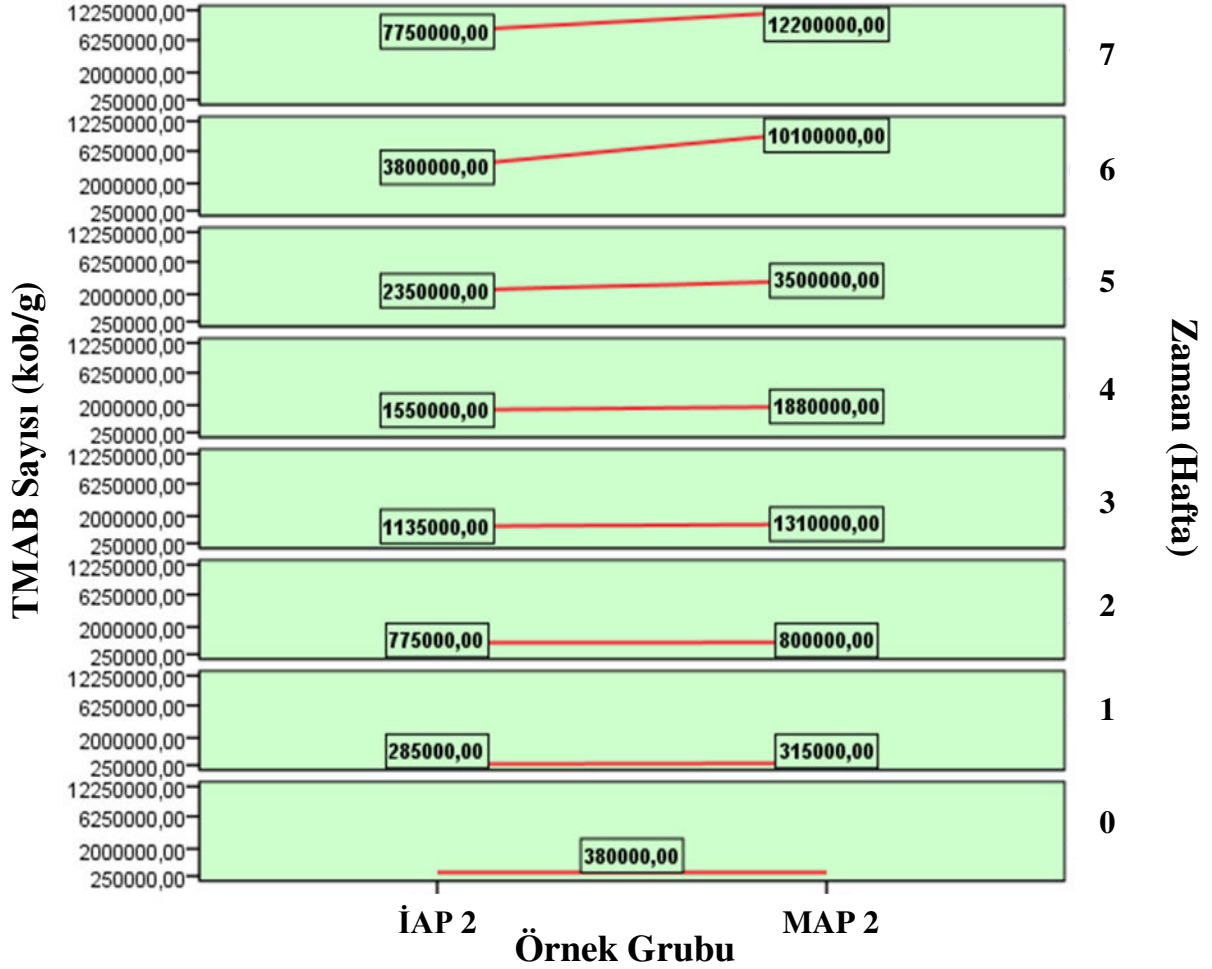
**7 haftaya ve 6 farklı örnek grubuna ait ortalamadaki en yüksek titrasyon asitliği değerleri

Hidrojen (H₂) gazının TMAB gelişimine, ne yönde etki ettiğini tespit etmek amacıyla İAP 1(%90 CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂) ile MAP 1 (%90 CO₂/ %10 N₂) ve İAP 2 (%50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂) ile MAP 2 (%50 CO₂/ %50 N₂) örnekleri kendi aralarında karşılaştırılmıştır (Şekil 4.13 ve Şekil 4.14). İAP 1 örneklerinin, MAP 1'den; İAP 2 örneklerinin ise MAP 2 örneklerinden daha düşük TMAB içeriği, İAP tekniğinin MAP'tan çok daha etkin olduğuna delil teşkil etmektedir.



İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; TMAB: Toplam Mezofilik-Aerobik Bakteri Sayısı; kob: Koloni Oluşturan Birim; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01; n= 2.

Şekil 4.13. İAP 1 ve MAP 1 örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) sayısının karşılaştırılması

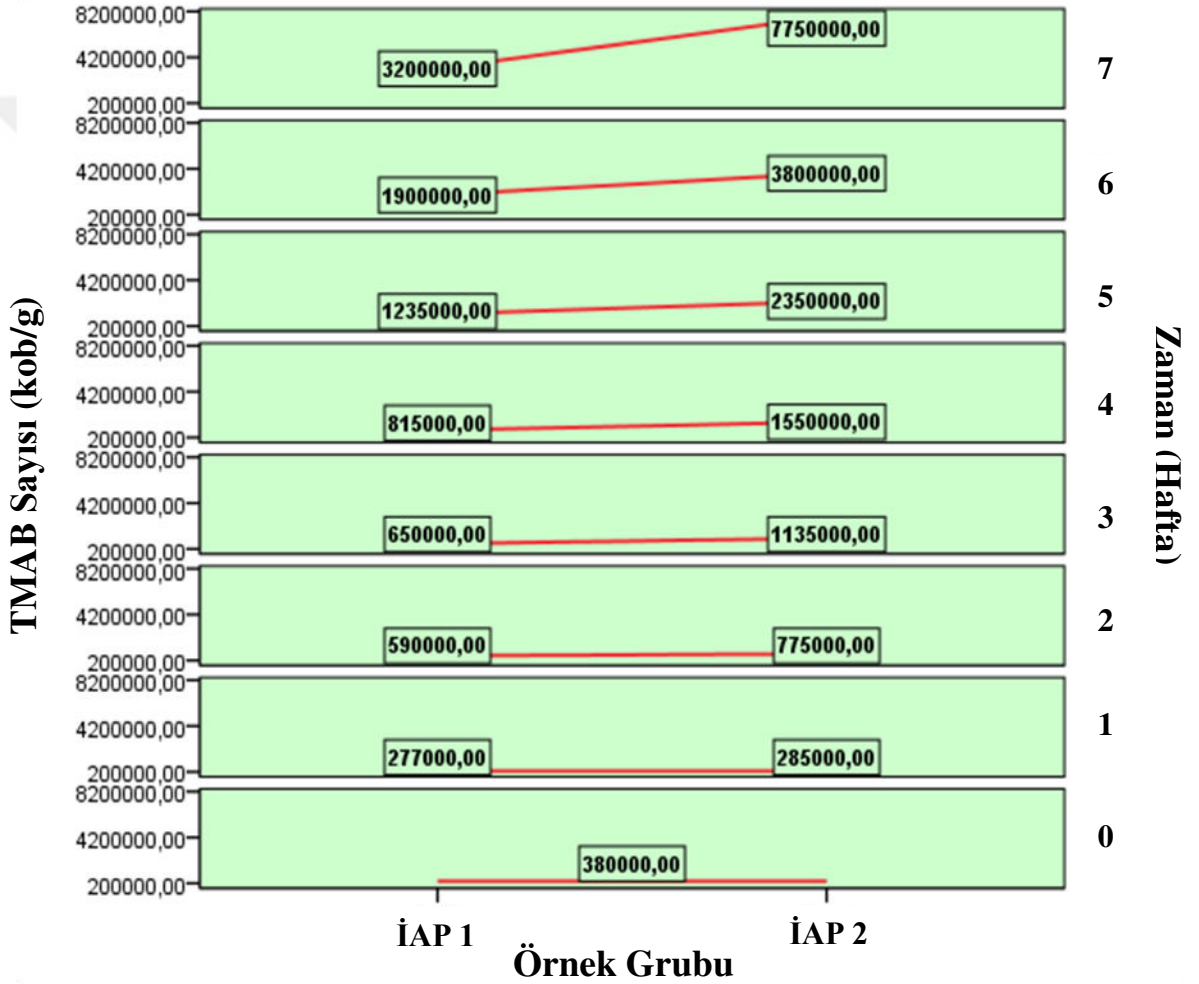


İAP 2: %50 CO₂/%46 N₂/ %4H₂; MAP 2: %50 CO₂/%50 N₂; TMAB: Toplam Mezofilik-Aerobik Bakteri Sayısı;kob: Koloni Oluşturan Birim; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01; n= 2.

Şekil 4.14. İAP 2 ve MAP 2 örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) sayısının karşılaştırılması

Daha önce açıklandığı gibi, mikroorganizma gelişimini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiş olan ve bu kapsamda birçok farklı gıda ürününün paketlenmesinde yaygın olarak kullanılan CO₂ gazı, MAP 1 ve MAP 2 örneklerinde yüksek konsantrasyonlarda (sırasıyla %90 ve %50) uygulanmasına karşın,%4 gibi düşük konsantrasyondaki H₂ gazının etkisini gösterememiştir. H₂'nin düşük konsantrasyonlarda kullanıldığında bile bu derece

etkin olması; çok hafif ve küçük bir molekül oluşu, dolayısıyla doku içerisine hatta mitokondri gibi hücre altı birimlere bile hızlı şekilde difüze olmasıyla ilişkilendirilmektedir. Bu özelliğiyle sağlık alanında solunum terapisi gibi uygulamalarda kullanılmakta ve birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır (MHI, 2019).



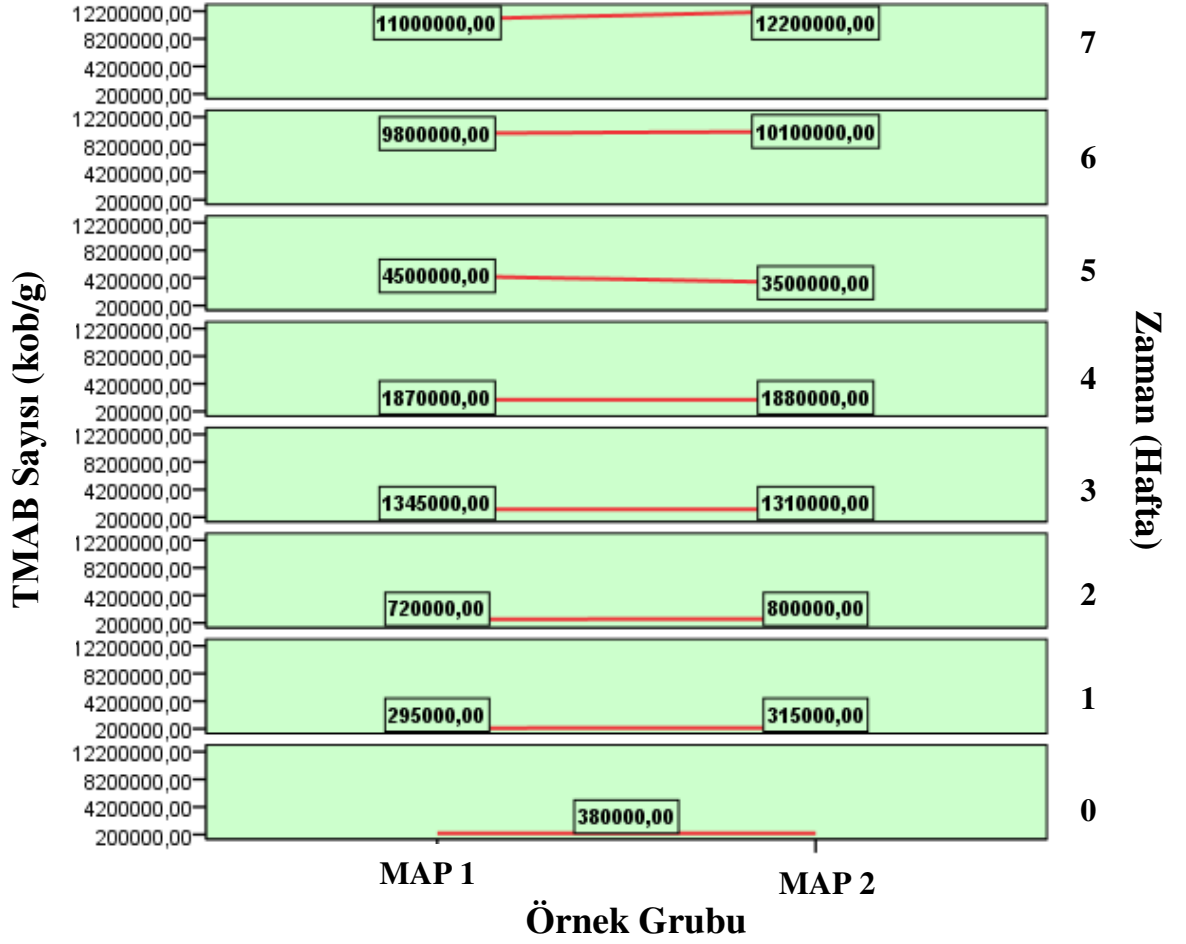
İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4H₂; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; TMAB: Toplam Mezofilik-Aerobik Bakteri Sayısı; kob: Koloni Oluşturan Birim; p<0,01; n= 2;

Şekil 4.15. İAP 1 ve İAP 2 örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) karşılaştırılması

Şekil 4.15'te her ikisi de aynı konsantrasyonda indirgen gaz (H₂) içeren, fakat CO₂ konsantrasyonu bakımından farklı olan İAP 1 (%90CO₂) ve İAP 2 (%50 CO₂) örnek

gruplarına ait TMAB içeriği karşılaştırılmış ve İAP 1'in daha az bakteri içerdiği tespit edilmiştir. Şu ana kadar yapılan çalışmalar; N₂'nin herhangi bir antimikrobiyal etkisi olmayan inert bir gaz olduğu ve paketleme alanında sadece oksijenin yerini doldurmak ve paketteki çökmeyi engellemek amacıyla kullanıldığı bildirildiğinden (Rodriguez-Aguilera ve Oliveira, 2009; Sandhya, 2010), İAP 1'in düşük bakteri içeriğiyle bağlantılı olmadığı düşünülmektedir. CO₂ açısından incelendiğinde ise, İAP 1'in düşük bakteri içeriği, daha yüksek CO₂ konsantrasyonuna sahip olması; dolayısıyla CO₂'nin yüksek antimikrobiyal özellik göstermesiyle ilişkilendirilmektedir. Del Caro *et al.* (2012), MAP'in 21 gün boyunca 4 °C'de depolanan taze koyun peynirinin raf ömrü üzerine etkisini araştırmak için, N₂ gazı ile tamamlanmak üzere %20, %30 ve %50 konsantrasyonlarda CO₂ içeren üç farklı gaz karışımı hazırlamıştır. MAP şartlarının mikrobiyal gelişimi iyi kontrol ettiği ve en iyi değerlerin ise % 50 CO₂ içeren gaz karışımı ile sağlandığını tespit etmiştir.

Her ne kadar paketleme alanında yapılmış olan çalışmalar CO₂'nin antimikrobiyal etkinliğini göstermiş ve söz konusu çalışmamızla teyit edilmiş olsa da, CO₂ gazına nazaran çok düşük düzeyde kullanılan H₂'nin çok daha yüksek antimikrobiyal özellik gösterdiği dikkat çekmektedir. Buna ek olarak CO₂ konsantrasyonları arasındaki fark İAP 1 (%90 CO₂) ve İAP 2 (%50 CO₂) ile aynı olmasına karşın, MAP 1 (%90 CO₂) ve MAP 2 (%50 CO₂) örneklerine ait TMAB içeriği benzer bulunmuştur (p<0,01) (Şekil 4.16). Bu durum söz konusu çalışmamızın temelini oluşturan H₂ gazının antimikrobiyal özellik bakımından kritik rol oynadığını ve CO₂ ile birlikte sinerjik etki göstererek tuzsuz Beyaz peynir örneklerinde mikrobiyal açıdan yüksek koruyuculuk sağladığını göstermektedir.



MAP 1: %90 CO₂/%10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/%50 N₂; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; TMAB: Toplam Mezofilik-Aerobik Bakteri Sayısı; kob: Koloni Oluşturan Birim; p<0,01; n= 2.

Şekil 4.16. MAP 1 ve MAP 2 örneklerine ait toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) karşılaştırılması

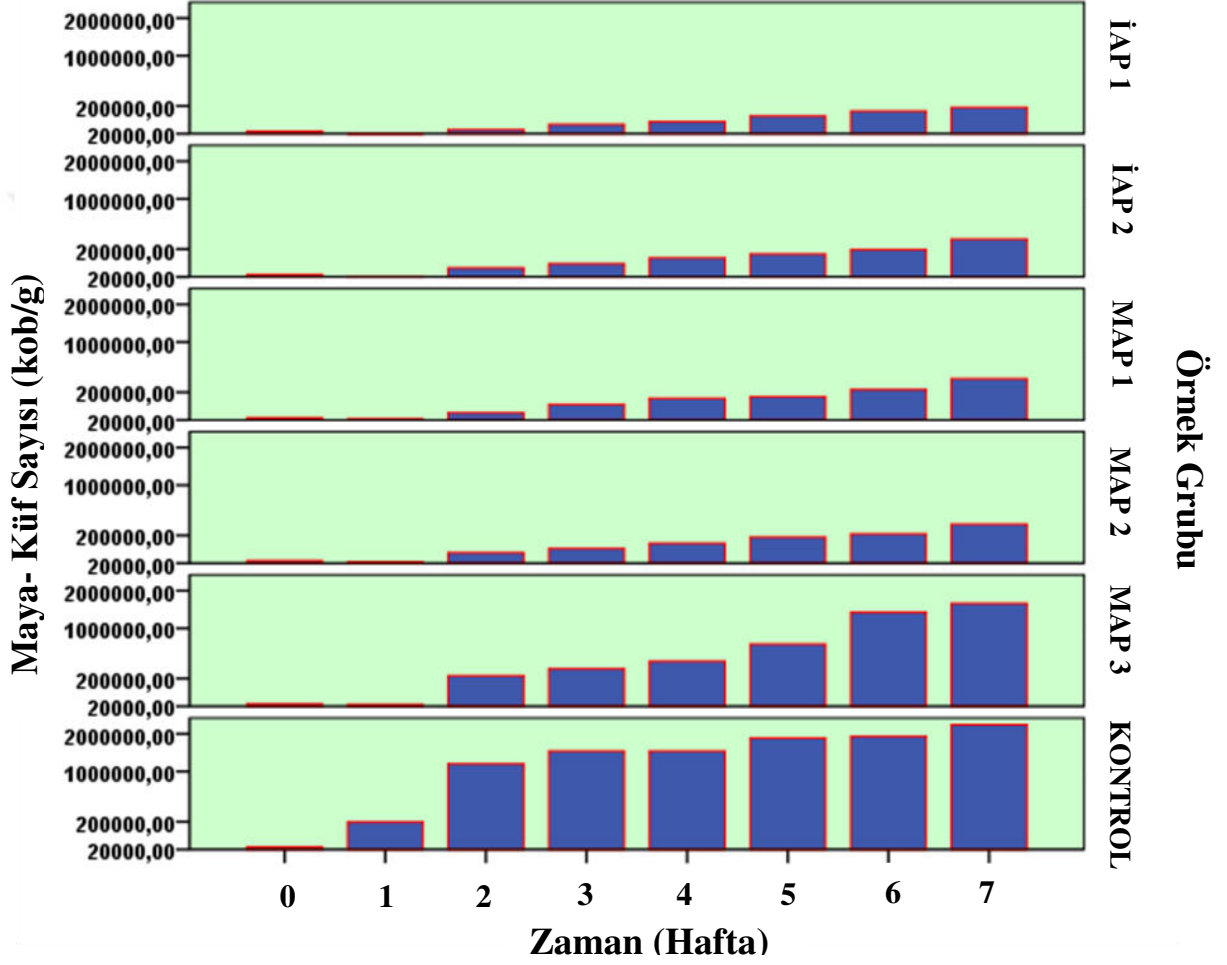
4.5. Maya-Küf Analizi Sonuçları

Maya ve küfler peynire starter kültür, ortam atmosferi, salamura, proses ekipmanları ve işçiler gibi çeşitli kaynaklardan bulaşabilir. Birçok maya çeşidi ürünün tat, lezzet ve görünüşüyle bağlantılı olmakla birlikte bazı türleri bozucu etkiye sahip olabilmektedir. Özellikle peynir yüzeyinde bulunan mayalar, bozulmaya veya istenmeyen aroma, lezzet ya da peynir kalitesini olumsuz etkileyen diğer metabolik ürünlerin oluşumunu da tetiklemektedir (Banjara *et al.*,2015). Mayaların çok fazla gelişimi sonucunda Beyaz peynirde yumuşama, tat bozuklukları ve gaz oluşumu meydana geldiği bildirilmekte, ayrıca

renk bozukluğu ve pH artışı sonucu patojenlerin gelişimine, laktozu fermente etmeleri sonucu ise ambalajda şişkinliğe sebep olduğu da belirtilmektedir (Bintsis ve Papademas, 2002). Mayalar gibi küflerin de belli türleri, peynirde karakteristik görünüş, tekstür ve lezzeti sağlamak, raf ömrünü uzatmak amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Yine de dışardan bulaşan küfler, mikotoksin üreterek sağlık açısından potansiyel risk oluşturabilmektedir (Banjara *et al.*, 2015). Bazı küf türleri 1-5 °C'de gelişebilmekte, düşük a_w değerlerini (0,80'e kadar) tolere edebilmekte ve düşük oksijen koşullarında da gelişebildiklerinden; depolanan süt ürünlerinde iyi rekabet edebilmektedirler. Ayrıca bazı küflerin, sorbat gibi koruyucu maddelere direnç gösterebildikleri bildirilmektedir. Bununla birlikte, süt ürünlerinde soğutma koşullarında mikotoksin üretim şansı çok düşüktür. Küfün sebep olduğu bozulmalara karşı mücadele için, iyi hijyen uygulaması oldukça önemlidir. Hava genellikle küfün dağılımında etkili bir araç olduğundan; bazı yerlerde, havanın filtrelenmesi ve hatta temiz oda teknikleri gibi uygulamalar kullanılmaktadır. Küf oluşumunu engellemek amacıyla; vakumda veya modifiye atmosfer paketleme tekniklerinin kullanımı, kimyasal inhibitörlerin ambalajlara ve ürün yüzeylerine uygulanması da söz konusudur (Sørhaug, 2011).

Peynir örneklerine ait maya-küf sayılarında zaman ilerledikçe artış gözlemlenmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.17). L^* , b^* , titrasyon asitliği ve TMAB sonuçlarında olduğu gibi, yine İAP şartlarında paketlenmiş olan İAP 1 (%90 CO₂/%6 N₂/%4 H₂) örneklerinin en düşük ($8,34 \times 10^4$ kob/g) maya küf içeriğiyle ön plana çıktığı ve İAP şartlarında paketlenen ikinci bir grup olan İAP 2 (%50 CO₂/%46 N₂/%4 H₂) örnekleriyle benzer olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,01$). İAP şartlarında muhafaza edilen örnek gruplarının içerdiği maya-küf sayısının en düşük değerlere sahip oluşu, TMAB sonuçlarında açıklandığı gibi, hidrojenin (H₂) indirgen oluşu ve ortamın redoks potansiyelini negatif değerlere çekmesiyle ilişkilendirilmektedir. KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C) örneklerinin ise en yüksek sayıda ($1,31 \times 10^6$ kob/g) maya küf içerdiği saptanmış olup, bu durumun yukarıda belirtildiği üzere, havanın küflerin yayılımında oldukça önemli bir araç olmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.

Esmer *et al.* (2009), “Crottin de Chavignol” tipi keçi peynirini vakum ve modifiye atmosfer koşullarında (%20 CO₂ +% 80 N₂) paketleyerek +4°C’deki depolamış ve bu depolama süresi boyunca peynirin bazı kalite parametrelerindeki değişimi izlemiştir. Aynı zamanda, bu iki paketleme tekniğini “Crottin de Chavignol” tipi keçi peyniri için daha uygun olan paketleme tekniğini tespit etmek üzere karşılaştırmıştır. Fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal ve dokusal analizler için 1. gün, 3., 6., 9., 12. ve 15. haftalarda örnek almış ve atmosferik koşullar altında paketlenen kontrol grubu peynirlerin, yüzeylerinde görünür küf gelişimi nedeniyle 3. haftada duyuşal olarak kabul edilemeyeceğini tespit etmiştir.



İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: hava; KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C); kob: Koloni Oluşturan Birim; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01, n= 2.

Şekil 4.17.Farklı şartlarda (İAP, MAP veKONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait maya-küf sayısı

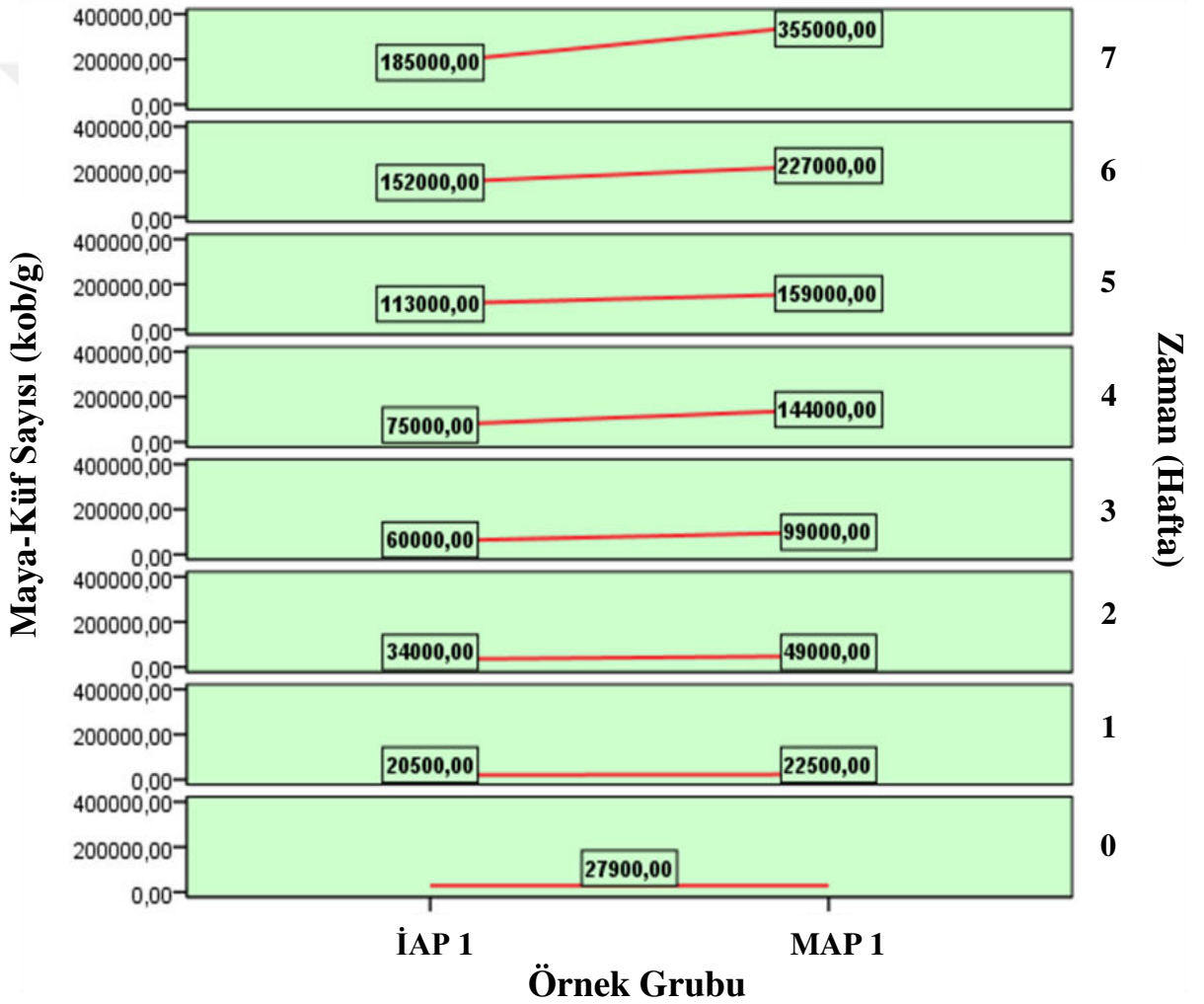
Çizelge 4.5. Farklı şartlarda (İAP, MAPve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait maya-küf sayısı

ÖRNEK GRUBU	MAYA-KÜF (kob/g)								
	ZAMAN (HAFTA)								
	0. HAFTA	1. HAFTA	2. HAFTA	3. HAFTA	4. HAFTA	5. HAFTA	6.HAFTA	7.HAFTA	ORTALAMA
İAP 1	2,79×10 ⁴ ^a A	2,05×10 ⁴ ^a A	3,4×10 ⁴ ^a A	6,0×10 ⁴ ^a B	7,5×10 ⁴ ^a B	1,13×10 ⁵ ^a C	1,52×10 ⁵ ^a D	1,85×10 ⁵ ^a E	8,34×10 ⁴ a
İAP 2	2,79×10 ⁴ ^a A	2,15×10 ⁴ ^a A	5,75×10 ⁴ ^a B	8,10×10 ⁴ ^a B	1,23×10 ⁵ ^a C	1,53×10 ⁵ ^{ab} D	1,93×10 ⁵ ^a E	3,1×10 ⁵ ^a F	1,21×10 ⁵ ab
MAP 1	2,79×10 ⁴ ^a AB	2,25×10 ⁴ ^a A	4,9×10 ⁴ ^a B	9,9×10 ⁴ ^a C	1,44×10 ⁵ ^a D	1,59×10 ⁵ ^{ab} D	2,27×10 ⁵ ^a E	3,55×10 ⁵ ^a F	1,35×10 ⁵ b
MAP 2	2,79×10 ⁴ ^a A	2,25×10 ⁴ ^a A	6,5×10 ⁴ ^a B	9,1×10 ⁴ ^a B	1,29×10 ⁵ ^a C	1,83×10 ⁵ ^b D	2,15×10 ⁵ ^a D	3,25×10 ⁵ ^a E	1,32×10 ⁵ b
MAP 3	2,79×10 ⁴ ^a A	2,6×10 ⁴ ^a A	2,29×10 ⁵ ^a AB	3,07×10 ⁵ ^b B	4,05×10 ⁵ ^b B	6,8×10 ⁵ ^c C	1,38×10 ⁶ ^b D	1,62×10 ⁶ ^b E	5,84×10 ⁵ c
KONTROL	2,79×10 ⁴ ^a A	1,95×10 ⁵ ^b A	1,17×10 ⁶ ^b B	1,5×10 ⁶ ^c C	1,5×10 ⁶ ^c C	1,87×10 ⁶ ^d D	1,92×10 ⁶ ^c D	2,3×10 ⁶ ^c E	1,31×10 ⁶ ** d
ORTALAMA	2,79×10 ⁴ A	5,13×10 ⁴ A	2,68×10 ⁴ B	3,56×10 ⁵ C	3,96×10 ⁵ C	5,26×10 ⁵ D	6,81×10 ⁵ E	8,49×10 ⁵ ** F	

Her bir örnek grubu için, aynı satırda farklı harflendirmeye (A, B, C, D...) ve aynı sütunda farklı harflendirmeye (a, b, c, d...) sahip veriler arasında p<0,01 güvenilirlik düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. İAP 1: %90 CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 3: Hava; KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C); kob: Koloni Oluşturan Birim; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; n= 2.

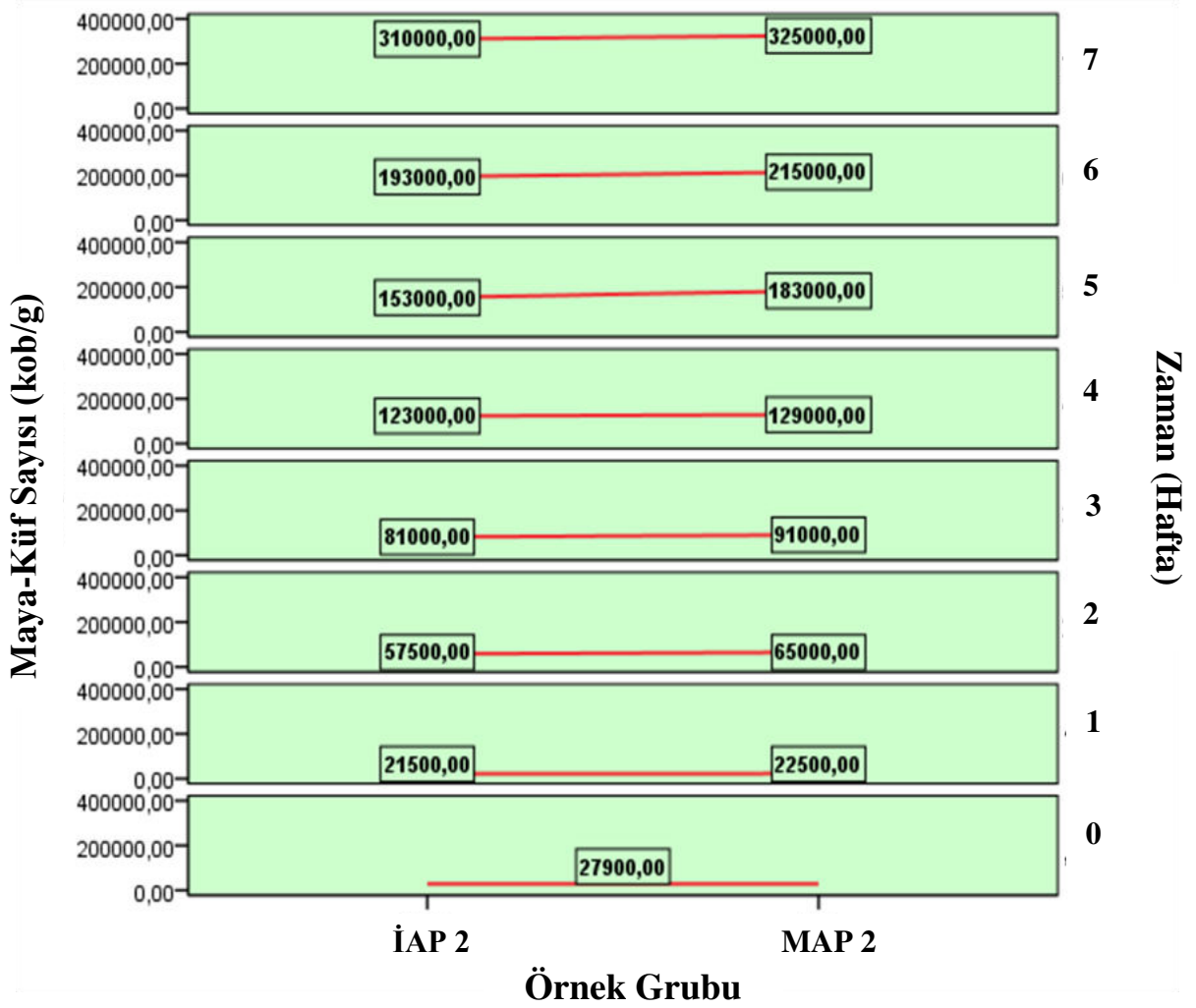
**7 hafta ve 6 farklı örnek grubuna ait ortalamadaki en yüksek titrasyon asitliği değerleri

İAP 1 (%90 CO₂/%6 N₂/%4 H₂) ile MAP 1 (%90 CO₂/%10 N₂) ve İAP 2 (%50 CO₂/%46 N₂/%4 H₂) ile MAP 2 (%50 CO₂/%50 N₂) örnekleri kendi aralarında karşılaştırılmıştır (Şekil 4.12 ve Şekil 4.13). İAP 1'in MAP 1 örneklerinden daha düşük sayıda maya-küf içerdiği tespit edilmiştir. İAP 2 ise MAP 2 örneklerinden daha düşük sayıda maya-küf içersede sonuçlar benzer bulunmuştur (p<0,01).



İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/%4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/%10 N₂; kob: Koloni Oluşturan Birim; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01; n= 2.

Şekil 4.18. İAP 1 ve MAP 1 örneklerine ait maya-küf sayısının karşılaştırılması

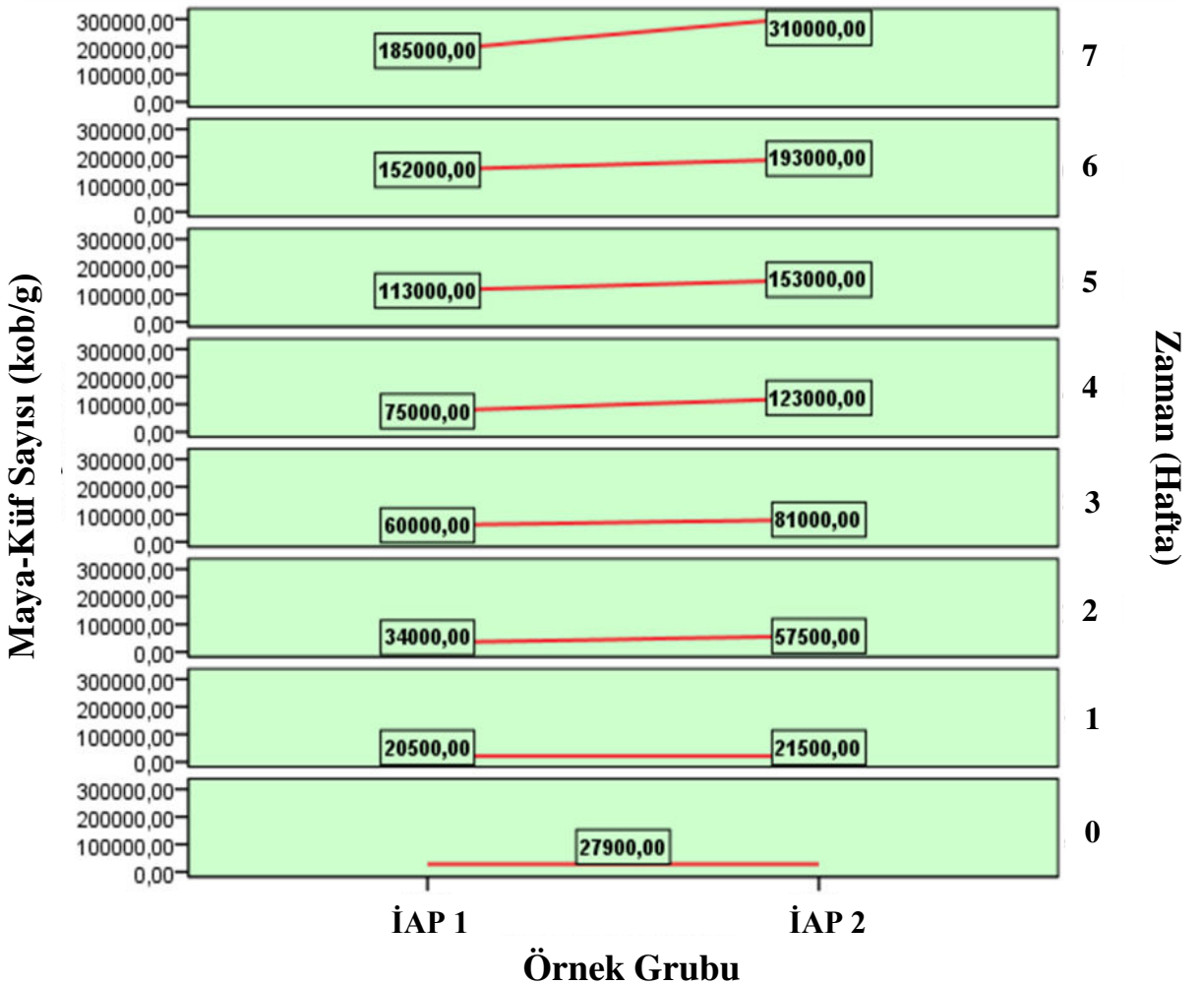


İAP 2: %50 CO₂/%46 N₂/ %4H₂; MAP 2: %50 CO₂/%50 N₂; kob: Koloni Oluşturan Birim; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; p<0,01; n= 2.

Şekil 4.19. İAP 2 ve MAP 2 örneklerine ait maya-küf sayısının karşılaştırılması

İAP 1 (%90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂) ve İAP 2 (%50 CO₂/%46 N₂/ %4 H₂) örnek gruplarına ait maya-küf sayısının karşılaştırıldığı Şekil 4.20’de; TMAB sayısında olduğu gibi İAP 1 örneklerinin İAP 2’den daha düşük seviyede maya-küf içerdiği gözlemlenmiştir. MAP 1 (%90 CO₂/ %10 N₂) ve MAP 2 (%50 CO₂/ %50 N₂) örnek gruplarına ait maya-küf sayısı ise benzer bulunmuştur (p<0.01) (Şekil 4.21). Örnek grupları arasında karşılaştırma yapılırken N₂ inert bir gaz olduğundan H₂’nin yanı sıra, daha önce de belirtildiği üzere antimikrobiyal özelliğe sahip CO₂ gazı dikkate alınmıştır. Bu kapsamda Kaşar peyniri üzerine yapılan bir

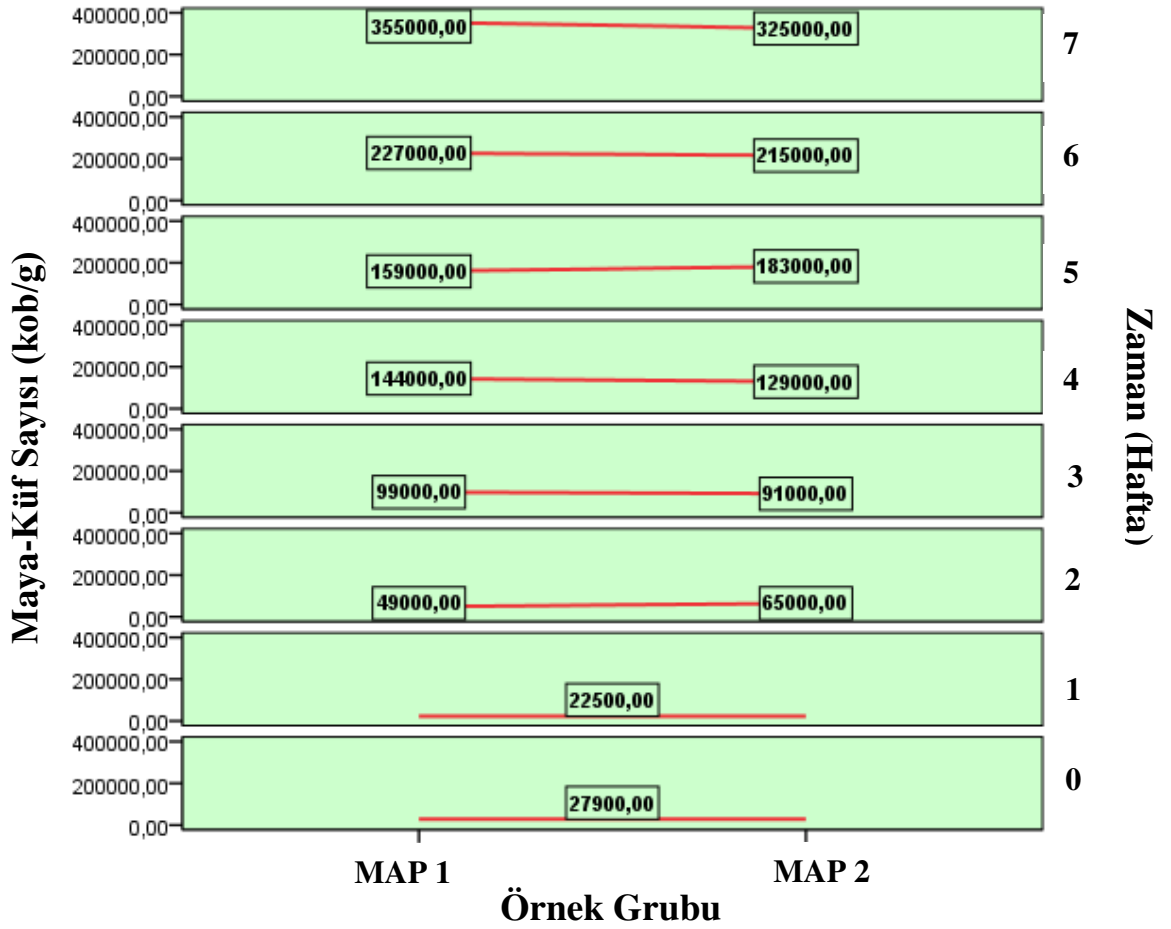
çalışmada da fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler aracılığıyla MAP'nin Kaşar peynirinin raf ömrü ve kalite karakteristikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Üç farklı modifiye atmosfer koşulunda (%20 CO₂/% 80N₂, %40 CO₂/%60 N₂ ve %100 CO₂) inceleme yapılmış ve kontrol olarak kullanılacak peynirler hava ile paketlenmiştir. Mikrobiyolojik sonuçlar, % 100 CO₂'nin, mezofilik aerobik bakterilerin ve maya-küflerin depolama süresi boyunca gelişimini engelleyen en etkili uygulama olduğunu göstermiştir (Temiz, 2010).



İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4H₂; p<0,01;kob: Koloni Oluşturan Birim; İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; n= 2.

Şekil 4.20. İAP 1 ve İAP 2 örneklerine ait toplam maya-küf sayısının karşılaştırılması

Fakat CO₂ bakımından İAP 1 (%90 CO₂) ve İAP 2 (%50 CO₂) ile aynı konsantrasyon farkına sahip olmasına rağmen MAP 1 (%50 CO₂) ve MAP 2 (%50 CO₂) örnek gruplarının benzer olması CO₂'nin tek başına maya-küf gelişimini yeteri kadar önleyemediği ve H₂ gazına ihtiyaç duyduğu tespit edilmiştir. Fakat söz konusu çalışmamız H₂'nin, paketlenme alanında antimikrobiyal özelliğiyle ilk sırada yer alan CO₂'den çok daha düşük konsantrasyonda kullanıldığında bile oldukça etkin olduğunu kanıtlamış ve H₂ ile birlikte kullanılan CO₂ gazının sinerjik etki göstererek antimikrobiyal etkiyi arttırdığı gözlemlenmiştir. Arda (2000)'nin belirttiği gibi, H₂'nin bu antimikrobiyal etkisi güçlü indirgen özelliğinden kaynaklı olan ORP değerini düşürmesi ve aerobik mikroorganizma gelişimini sınırlandırmasıyla ilişkilendirilmektedir.



MAP 1: %90 CO₂/%10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/%50 N₂; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme; kob: Koloni Oluşturan Birim; p<0,01; n= 2.

Şekil 4.21.MAP 1 ve MAP 2 örneklerine ait toplam maya-küf sayısının karşılaştırılması

4.6. Peynir Örneklerinin Görsel Olarak İncelenmesi

Farklı (İAP, MAP ve KONTROL) şartlarda muhafaza edilen peynir örneklerinde yapılan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerin dışında; örnekleri görsel olarak da inceleyebilmek amacıyla, depolama süresi (yedi hafta) boyunca haftalık olarak, her bir örnek kodunun ayrı ayrı fotoğrafları çekilmiştir.

7 hafta boyunca yapılan görsel analiz sonucunda kontrol grubunun ilk haftadan itibaren renginde sararma ve dokusunda sertleşme gözlenmiş, bu durum 7. hafta sonunda maksimum düzeye ulaşmıştır. Kontrol grubu dışındaki örnek gruplarının renk ve dokusunda ilk 3 hafta herhangi bir bozulma izlenmemiştir. 4. hafta sonunda görsel olarak ilk bozulmaya yüzeyde sarı-beyaz renkte küf oluşumuyla MAP 3 (Hava) örnek grubunda rastlanmıştır. 5. hafta sonunda MAP 3 (Hava) örneklerinde sarı-turuncu ve yeşil renginde küf oluşumu gerçekleşmiştir. 6. hafta sonunda MAP 3 (Hava) örnek grupları dışında MAP 1 (%90 CO₂/%10 N₂) örneklerinde beyaz küf gelişimi izlenmiştir. 7. haftada ise MAP 3 (Hava) ve MAP 1 (%90 CO₂/%10 N₂) gruplarına ek olarak MAP 2 grubunda da gözle görülür bozulma gerçekleşmiş ve yeşil küf oluşumuna rastlanmıştır. 7. hafta sonunda bile İAP 1 ve İAP 2 örnek gruplarında görsel olarak herhangi bir bozulma tespit edilmemiş, bu gözlem uygulanan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle desteklenmiştir. Bu durum, İndirgen Atmosfer Paketlemenin (İAP) herhangi bir şekilde kimyasal koruyucu veya salamuranın kullanılmadığı taze Beyaz peynirin muhafazasında oldukça etkili olduğuna delil teşkil etmektedir.



İAP 1



İAP 2



MAP 1



MAP 2



MAP 3



KONTROL

1. HAFTA

İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: hava; KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C), İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme.

Şekil 4.22.1. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP veKONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar



İAP 1



İAP 2



MAP 1



MAP 2



MAP 3

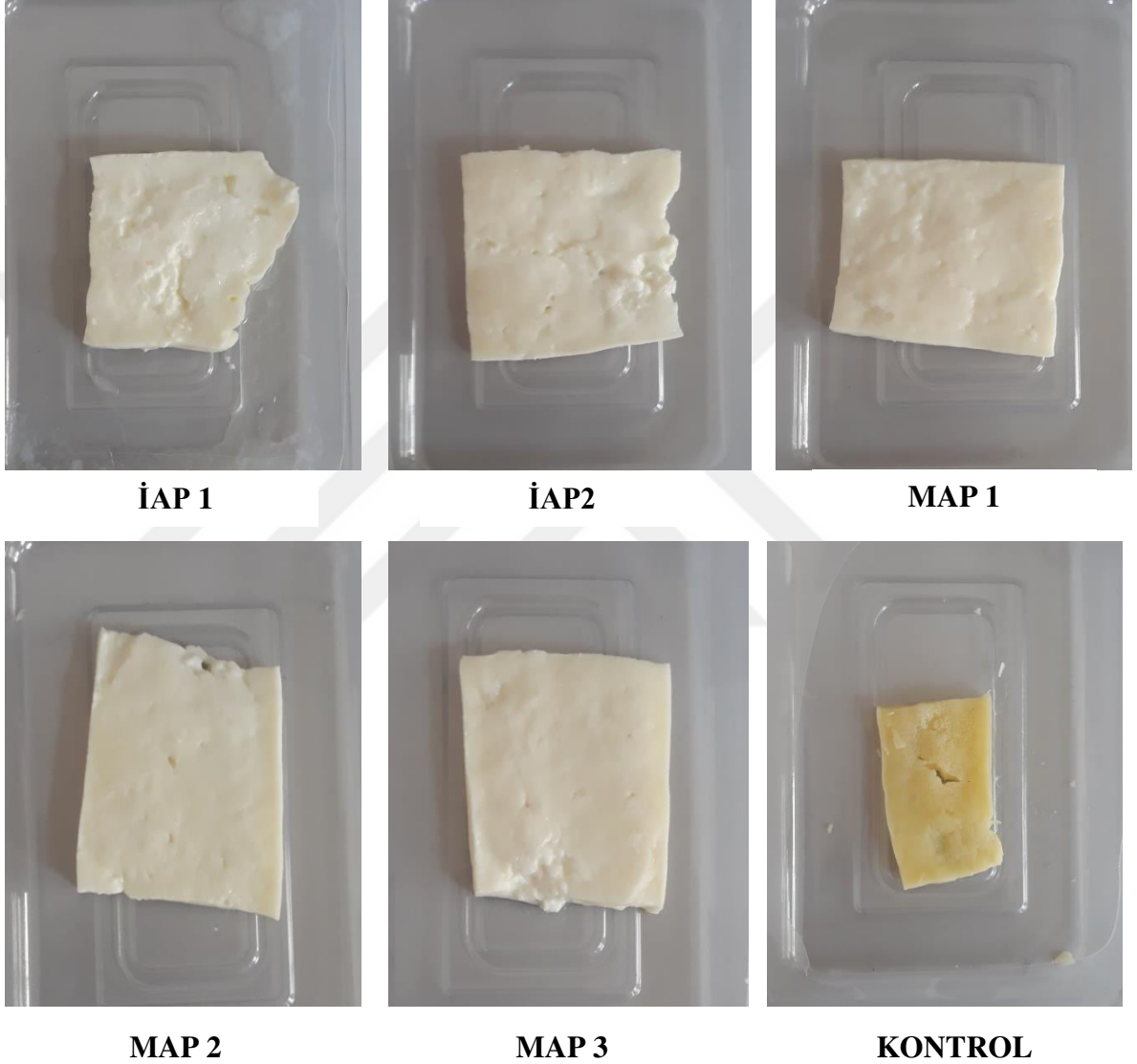


KONTROL

2. HAFTA

İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: hava, KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C), İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme.

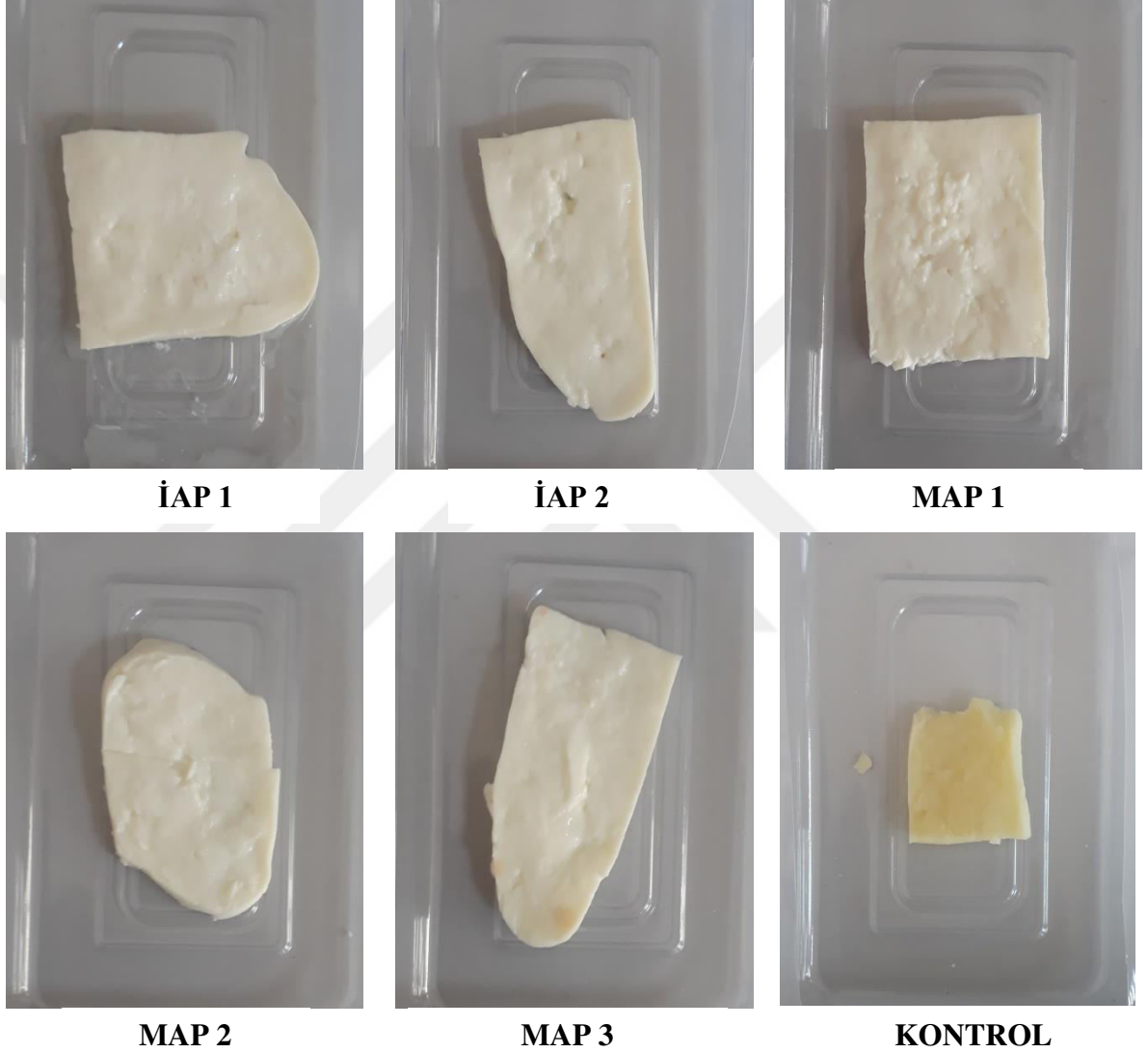
Şekil 4.23. 2. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar



3. HAFTA

İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: hava; KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C), İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme.

Şekil 4.24. 3. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar



4. HAFTA

İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: hava; KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C); İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme

Şekil 4.25. 4. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar



İAP 1



İAP 2



MAP 1



MAP 2



MAP 3

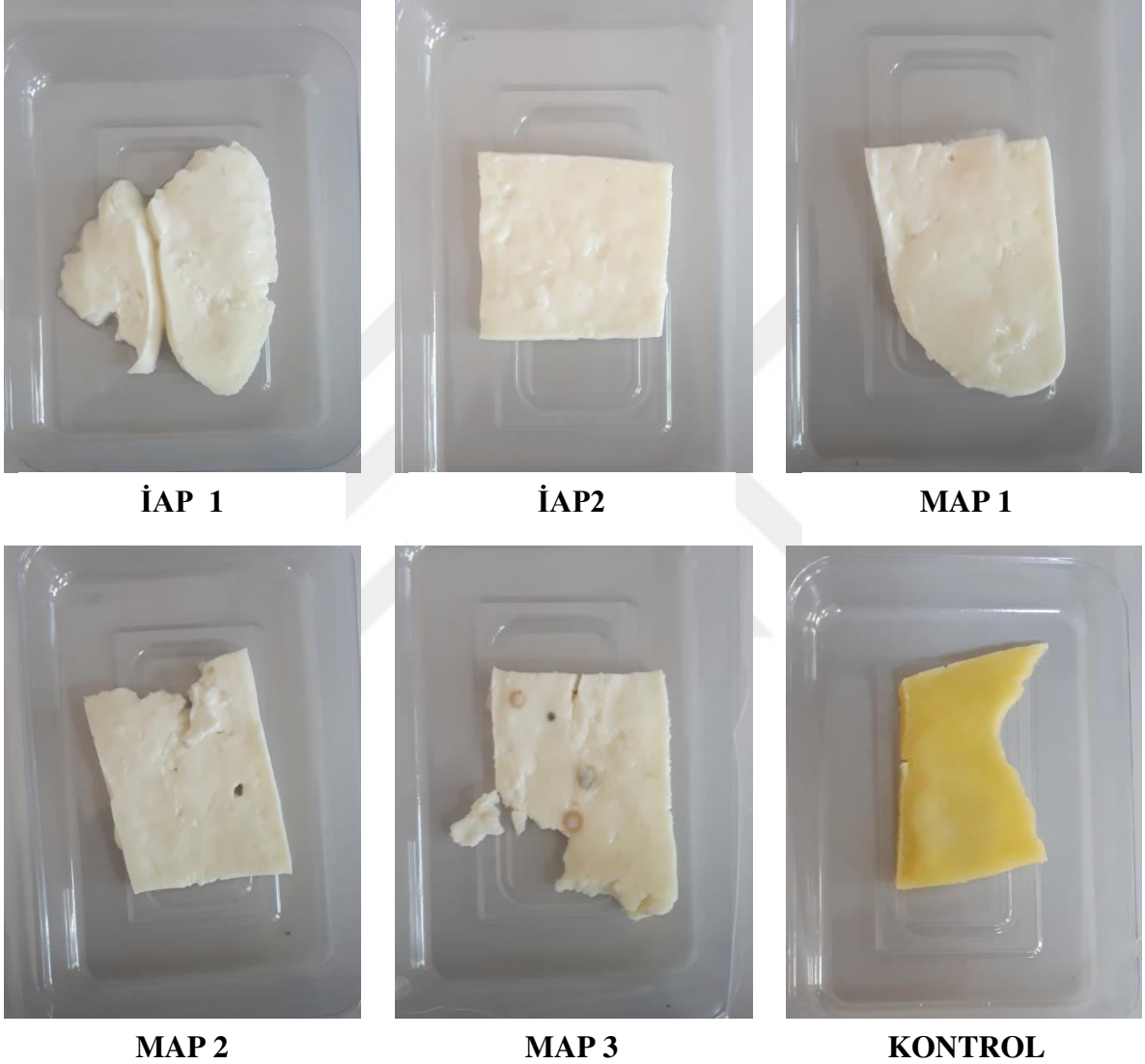


KONTROL

5. HAFTA

İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: hava; KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C); İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme

Şekil 4.26. 5. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar



6. HAFTA

İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/%4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/%46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/%10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/%50 N₂; MAP 3: hava, KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C); İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme.

Şekil 4.27. 6. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar



İAP 1



İAP 2



MAP 1



MAP 2



MAP 3



KONTROL

7. HAFTA

İAP 1: %90CO₂/ %6 N₂/ %4 H₂; İAP 2: %50 CO₂/ %46 N₂/ %4 H₂; MAP 1: %90 CO₂/ %10 N₂; MAP 2: %50 CO₂/ %50 N₂; MAP 3: hava; KONTROL (Paketlenmemiş/+4°C); İAP: İndirgen Atmosfer Paketleme; MAP: Modifiye Atmosfer Paketleme

Şekil 4.28. 7. hafta sonunda farklı şartlarda (İAP, MAP ve KONTROL) muhafaza edilen peynir örneklerine ait fotoğraflar

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Söz konusu çalışmada tuzsuz taze Beyaz peynirin muhafazasında; temel prensibi indirgen gaz (H_2) içeren bir gaz karışımının kullanımına dayanan ve dünyada ilk defa tarafımızca uygulanmış olan İndirgen Atmosfer Paketleme (İAP) sistemi ele alınmıştır. Beyaz peynir örnekleri, üretimi yapıldıktan hemen sonra herhangi bir tuzlama, salamura veya koruyucu kullanımı olmadan İndirgen Atmosfer Paketleme (İAP), Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) ve KONTROL (Paketlenmemiş/ $+4^{\circ}C$) şartlarında muhafaza edilmiştir. İAP 1 (%90 CO_2 , %6 N_2 , %4 H_2), İAP 2 (%50 CO_2 , %46 N_2 , %4 H_2), MAP 1 (%90 CO_2 , %10 N_2), MAP 2 (%50 CO_2 , %50 N_2), MAP 3 (hava) ve KONTROL (Paketlenmemiş/ $+4^{\circ}C$) olmak üzere 6 farklı örnek grubu tayin edilmiş ve 7 hafta boyunca $+4^{\circ}C$ 'deki soğutucu şartlarında depolanmıştır. Örnek gruplarına ait kuru madde, yağ, titrasyon asitliği, renk (L^* ve b^*) ve mikrobiyolojik analizler (toplam mezofilik-aerobik bakteri ve maya-küf sayımı) gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Renk analizi (L^* ve b^* parametreleri) sonucunda, tüm örnek gruplarında zaman ilerledikçe L^* değerinin düştüğü ve b^* değerinin ise yükseldiği; taze (0. Zaman) örnek grubu ile en fazla benzerlik gösteren grubun İAP 1 (%90 CO_2 , %6 N_2 , %4 H_2) olduğu tespit edilmiştir. İAP 1'den sonra taze örnek grubuyla en fazla benzerlik gösteren grubun yine paket atmosferi indirgen gaz içeren (H_2) İAP 2 (%50 CO_2 , %46 N_2 , %4 H_2) olduğu; MAP 1 (%90 CO_2 , %10 N_2) ve MAP 2 (%50 CO_2 , %50 N_2) örnek gruplarının birbirlerine benzer olduğu saptanmıştır.

Titrasyon asitliği analizi ile elde edilen veriler, zaman ilerledikçe titrasyon asitliğinin arttığını, taze (0. Zaman) örnek grubuna ait peynirler ile en fazla benzerlik gösteren örnek grubunun yine İAP 1 (%90 CO_2 , %6 N_2 , %4 H_2) olduğunu göstermiştir. İAP 2 (%50 CO_2 , %46 N_2 , %4 H_2) grubu peynir örnekleri, MAP 1 (%90 CO_2 , %10 N_2) ve MAP 2 (%50 CO_2 , %50 N_2) grubuna nazaran daha düşük bulunmuş olsa da istatistiksel olarak benzer oldukları tespit edilmiştir ($p < 0.01$). En yüksek titrasyon asitliği değerine KONTROL (Paketlenmemiş/ $+4^{\circ}C$) örnek grubunda rastlanmıştır.

Toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB) analizi sonucunda yapılan sayımlara göre, bakteri sayısının tüm örnek gruplarında zaman ilerledikçe artış meydana geldiği, örnek gruplarına ait bakteri sayısı arasındaki sıralamanın İAP 1 < İAP 2 < MAP 1 = MAP 2 < MAP 3 < KONTROL şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Maya-Küf analiz sonuçlarına göre ise, maya-küf sayılarının tüm örnek gruplarında zaman ilerledikçe artış gösterdiği, İAP 1 (%90 CO₂, %6 N₂, %4 H₂) örnek grubunun en düşük sayıda maya-küf içerdiği ve İAP 2 (%50 CO₂, %46 N₂, %4 H₂) grubu ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

İAP tekniğinin temel farklılığı olan hidrojen (H₂) kullanımının Beyaz peynir üzerindeki etkisini (söz konusu çalışmada uygulanan analizler bakımından) saptamak amacıyla; aralarındaki tek farkın H₂ olduğu İAP 1 (%90 CO₂, %6 N₂, %4 H₂) ile MAP 2 (%90 CO₂, %10 N₂) örnek grupları kendi arasında, İAP 2 (%50 CO₂, %46 N₂, %4 H₂) ile MAP 2 (%50 CO₂, %50 N₂) ise kendi arasında karşılaştırılmıştır. Yapılan bu karşılaştırma sonucunda da yine İAP tekniğinin MAP'tan daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır.

Uygulanan tüm analizlerden elde edilen veriler ışığında indirgen atmosfer şartlarında paketlenen örneklerin (İAP 1 ve İAP 2), taze (0. Zaman) örneklerle olan benzerliği dikkat çekmekte ve herhangi bir koruyucu kullanılmadan hidrojen gazının peynirin muhafazasındaki önemi ön plana çıkmaktadır. Her ikisi de indirgen gaz (H₂) içermesine karşın İAP 1 (%90 CO₂, %6 N₂, %4 H₂) ve İAP 2 (%50 CO₂, %46 N₂, %4 H₂) örnek gruplarından daha yüksek oranda CO₂ içeren İAP 1'in daha iyi sonuç vermesi, gaz kombinasyonları dikkate alındığında H₂'nin yanı sıra CO₂'nin de peynirin kalitesinin muhafazasında, dolayısıyla raf ömrünün uzamasında önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak; tüm örnek grupları arasında taze (0. zaman) örnek gruplarıyla en fazla benzerlik göstererek, en uzun raf ömrüne sahip olan grubun İAP 1 örneği olduğu ve bu örnektekinin en iyi gaz kombinasyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir.

İAP tekniğinin temeli olan H₂ kullanımı ile peynirin raf ömrü herhangi bir koruyucu kullanılmadan uzatılabilecek,günlük diyetle önemli bir yere sahip olan peynirin özellikle yüksek tuz konsantrasyonuna hassasiyeti olan hasta bireylerde, sağlık açısından herhangi bir risk oluşturmadan tüketimi kolaylaştırılabilecektir. Çünkü yüksek tuz konsantrasyonun yüksek tansiyon, osteoporoz, kronik böbrek ve kardiyovasküler rahatsızlıkları olan bireyleri olumsuz şekilde etkilediği, hatta mide kanserine yakalanma riskini arttırabileceği bildirilmektedir (HSPH, 2019). Ayrıca yüksek tuz konsantrasyonunun istenmediği gıda alanlarında, peynir kullanımı mümkün kılınabilecektir.

Normal şartlarda, tuzun birçok üründe olduğu gibi Beyaz peyniri de daha lezzetli kılmak için kullanıldığı düşünülse de, ülkemizde taze Beyaz peynirde genellikle %14-16 gibi yüksek tuz konsantrasyonuna sahip salamura kullanılmakta ve bu durum lezzetten ziyade muhafaza amaçlı uygulanmaktadır. Fakat bu kadar yüksek konsantrasyonda kullanılan tuz birçok hastalığa zemin hazırlayarak, sağlık açısından risk oluşturmaktadır. Hem sağlık açısından risk oluşturmamak hem de tüketicinin arzuladığı lezzeti verebilmek amacıyla,bu çalışmada kullanılan salamurasız (tuzsuz) Beyaz peynir yerine, çok düşük tuz konsantrasyonuna sahip peynir kullanılarak İndirgen Atmosferde Paketleme işlemi yapılabilir. Buna ek olarak bu çalışmada kullanılan şartların ve daha spesifik olarak İAP tekniğinin, peynirlerin duyusal açıdan tercih edilebilirliği üzerine etkilerini tespit edebilmek amacıyla duyusal analiz yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahvenainen, R., 1996. New Approaches in Improving the Shelf Life of Minimally Processed Fruit and Vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 7(6), 179–187.
- Alwazeer, D., Delbeau, C., Divies, C., Cachon, R., 2003. Use of Redox Potential Modification by Gas Improves Microbial Quality, Color Retention, and Ascorbic Acid Stability of Pasteurized Orange Juice. *International Journal of Food Microbiology*, 89(1), 21–29.
- Anonim., 2019. Hidrojen Nedir? Nerelerde Kullanılır? Enerji Portalı. <https://www.enerjiportali.com/hidrojen-nedir-nerelerde-kullanilir> (29.04.2019).
- AOAC International., 2002. *Official Methods Of Analysis Fat Content of Raw and Pasteurized Whole Milk Gerber Method by weight*.
- Arda, M., 2000. *Temel Mikrobiyoloji*. Ankara, Medisan Yayın, 558.
- Ayhan, K., 2000. *Gıdalarda Mikroorganizma Gelişmesini Etkileyen Faktörler*. Ankara, 15
- Banjara, N., Suhr, M. J., Hallen-Adams, H. E., 2015. Diversity of Yeast and Mold Species from a Variety of Cheese Types. *Current Microbiology*, 70(6), 792–800.
- Baran, A., 2015. *Beyaz Peynirde Salamura Konsantrasyonu ve Olgunlaşma Sıcaklığının Staphylococcus Aureus Gelişimi ve Toksin Üretimine Etkisi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 184.
- Biçer, E., 2014. *Sivas Yöresinde Üretilen Geleneksel Beyaz Peynirlerde pıhtı Haşlama Sıcaklığı ve Süresinin Peynir Verimi, Erime Özelliği ve Tekstürel Özellikler Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 108.
- Bintsis, T., Papademas, P., 2002. Microbiological quality of white-brined cheeses: a

- review. *International Journal of Dairy Technology*, 55(3), 113–120.
- Buxton, G. V., Greenstock, C. L., Helman, W. P., Ross, A. B., Tsang, W., 1988. Critical Review of Rate Constants for Reactions of Hydrated Electrons. Chemical Kinetic Data Base for Combustion Chemistry. Part 3: Propane. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, 17(2), 513.
- Cemeroğlu, B., 2003. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*. Nadir Kitap, 480.
- CHFCA., 2019. The Canadian Hydrogen and Fuel Cell Association. <http://www.chfca.ca/> (30.05.2019).
- Colchin, L. M., Owens, S. L., Lyubachevskaya, G., Boyle-Roden, E., Russek-Cohen, E., Rankin, S. A., 2001. Modified Atmosphere Packaged Cheddar Cheese Shreds: Influence of Fluorescent Light Exposure and Gas Type on Color and Production of Volatile Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(5), 2277–2282.
- Cortellino, G., Gobbi, S., Bianchi, G., Rizzolo, A., 2015. Modified Atmosphere Packaging for Shelf Life Extension of Fresh-Cut Apples. *Trends in Food Science and Technology*, 46(2), 320–330.
- Crowl, D. A., Jo, Y. Do., 2007. The Hazards and Risks of Hydrogen. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 20(2), 158–164.
- Çağlayan, E.B., 2016. *İstanbul İlindeki Pazar ve Marketlerde Açıkta Satılan Beyaz Peynirlerin Hijyenik Yönden Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 51.
- Çelik, Ş., Uysal, Ş., 2009. Beyaz Peynirin Bileşim, Kalite, Mikroflora ve Olgunlaşması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 141–151.
- Del Caro, A., Sanguinetti, A. M., Fadda, C., Murittu, G., Santoru, A., Piga, A., 2012. Extending the Shelf Life of Fresh Ewe's Cheese by Modified Atmosphere Packaging. *International Journal of Dairy Technology*, 65(4), 548–554.

- Del Nobile, M. A., Conte, A., Incoronato, A., Panza, O., 2009. Modified Atmosphere Packaging to Improve The Microbial Stability of Ricotta. *African Journal of Microbiology Research*, 3(4), 137–142.
- Demirci, M., 1990. Peynirin Beslenmedeki Yeri, *Gıda*, 15(5), 285–289.
- Dimarzo, S., Dimonaco, R., Cavella, S., Romano, R., Borrielloandp, I., Masi, P., 2006. Correlationbetween sensoryand instrumentalpropertiesof CanestratoPugliese slicespackedin biodegradablefilms. *Trends in Food Science and Technology*, 17 169–176.
- Durlu Özkaya, F., Gün, İ., 2008. Anadolu’ da Peynir Kültürü. *Academia*, 485–506.
- El-Bakry, M., 2012. Salt in Cheese: A Review. *Current Research in Dairy Sciences*, 4, 1–5.
- Eliot, S. C., Vuilleumard, J.-C., Emond, J.P., 2006. Stability of Shredded Mozzarella Cheese Under Modified Atmospheres. *Journal of Food Science*, 63(6), 1075–1080.
- Erkaya, T., 2014. *Probiyotik Kültürlerle Üretilen Beyaz Peynirlerin Olgunlaşma Süresince Bazı Kalite Özellikleri ve Oluşan Peptitlerin Biyoaktivitesinin Belirlenmesi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 181.
- Ertürkmen, P., 2014. *Beyaz Peynir Üretimi için Starter Kültür İzolasyonu ve Bu Kültürlerin Peynirin Özellikleri Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, Isparta, 107.
- Farber, J. N., Harris, L. J., Parish, M. E., Beuchat, L. R., Suslow, T. V., Gorney, J. R., Busta, F. F., 2003. Microbiological Safety of Controlled and Modified Atmosphere Packaging of Fresh and Fresh-Cut Produce. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(1), 142–160.
- Favati, F., Galgano, F., Pace, A. M., 2007. Shelf-Life Evaluation of Portioned Provolone Cheese Packaged in Protective Atmosphere. *LWT-Food Science and Technology*,

40(3), 480–488.

Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M., Guinee, T. P., 2000. *Fundamentals of cheese science*. Boston, 587

Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., 1996. Proteolysis in Cheese During Ripening. *Food Reviews International*, 12(4), 457–509.

Gider, K., 2006. *Beyaz Peynirlerde Tuz Geçişini Etkileyen Bazı Faktörlerin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 54.

Gonzalez-Fandos, E., Sanz, S., Olarte, C., 2000. Microbiological, Physicochemical and Sensory Characteristics of Cameros Cheese Packaged under Modified Atmospheres. *Food Microbiology*, 17(4), 407–414.

Guinee, T. P., 2004. Salting And The Role of Salt in Cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2–3), 99–109.

Guinee, T. P., Fox, P. F., 1993. Salt in Cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 257–302.

Gürmeriç, H. E., 2014. *Randıman Arttırıcı Hazır Toz Karışımlarının Beyaz Peynir Kalitesi Üzerine Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 94.

Gürsoy, A., Gürsel, A., Şenel, E., Deveci, O., Karademir, E., 2001. Yağ İçeriği Azaltılmış Beyaz Peynir Üretiminde Lactobacillus Helveticus ve Lactobacillus Delbrueckii Ssp. Bulgaricus Kültürlerinin Kullanımı. *GAP II. Tarım Kongresi*, Şanlıurfa, 269-278.

Güven, M., Yerlikaya, Ş., Hayaloğlu, A., 2006. Influence of Salt Concentration on The Characteristics of Beyaz Cheese, A Turkish White-Brined Cheese. *Lait*, 86, 73–81.

Halkman, A. K., 2013. *Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği*

Bölümü Gıda Mikrobiyolojisi II Ders Notları. Ankara, 89.

- HSPH., 2019. Harvard T.H. Chan School of Public Health. <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/salt-and-sodium/>. (20.05.2019).
- Hayaloğlu, A.A., 2008., **Türkiye 10. Gıda Kongresi.** Erzurum.
- Hayaloglu, A. A., Guven, M., Fox, P. F., 2002. Microbiological, Biochemical and Technological Properties of Turkish White Cheese “Beyaz Peynir.” **International Dairy Journal**, 12(8), 635–648.
- Hayaloglu, A. A., Ozer, B. H., Fox, P. F., 2008. Cheeses of Turkey: 2. Varieties Ripened under Brine. **Dairy Science and Technology**, 88(2), 225–244.
- Hayaloğlu, A.A., Özer, B., 2011. **Peynir Biliminin Temelleri.** İzmir, 660.
- Heinrich, V., Zunabovic, M., Nehm, L., Bergmair, J., Kneifel, W., 2016. Influence of Argon Modified Atmosphere Packaging on The Growth Potential of Strains of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli*. **Food Control**, 59(178), 513–523.
- Hussein, Z., Caleb, O. J., Opara, U. L., 2015. Perforation-Mediated Modified Atmosphere Packaging of Fresh and Minimally Processed Produce-A Review. **Food Packaging and Shelf Life**, 6, 7–20.
- Ihns, R., Diamante, L. M., Savage, G. P., Vanhanen, L., 2011. Original Article Effect of Temperature on The Drying Characteristics , Colour , Antioxidant And Beta-Carotene Contents of Two Apricot Varieties. **International Journal of Food and Technology**, 275–283.
- Juric, M., Bertelsen, G., Mortensen, G., Petersen, M. A., 2003. Light-Induced Colour and Aroma Changes in Sliced, Modified Atmosphere Packaged Semi-Hard Cheeses. **International Dairy Journal**, 13(2–3), 239–249.
- Kahraman, A., 2017. **Mercanköşk ve Tarçın Ekstraktları İlave Edilmiş Beyaz Peynirlerde Bazı Gıda Proteinlerinin Üreme ve Canlı Kalma Yeteneklerinin İncelenmesi.**

- Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen bilimleri Üniversitesi, Afyon, 117.
- Karakuş, M., Borcaklı, M., Alperden, İ., 1992. Beyaz Peynirin Olgunlaşma Sürecinde Laktik Asit Bakterileri. *Gıda*,17(6), 363–369.
- Karaman, A. D., 2007. *Yağı Azaltılmış Beyaz Peynir Üretimi ve Özelliklerine Homojenizasyonun Etkisi*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 222.
- Khoshgozaran, S., Azizi, M. H., Bagheripoor-Fallah, N., 2012. Evaluating the Effect of Modified Atmosphere Packaging on Cheese Characteristics: A Review. *Dairy Science & Technology*, 92(1), 1–24.
- Kızılırmak Esmer, O., Balkır, P., Seckın, A. K., Irkın, R., 2009. The Effect of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on the Physicochemical, Microbiological, Sensory and Textural Properties of Crottin de Chavignol Cheese. *Food Science and Technology Research*, 15(4), 367–376.
- Kırkın, C., 2009. *Tüketime Hazır, Doğranmış Beyaz Peynirlerin Modifiye Atmosferde Paketleme ile Muhafazası*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 124.
- Kurt, A., Özdemir, S. 1995. Farklı Dozlarda Hidrojen Peroksit ve Potasyum Sorbat Katılarak Muhafaza Edilmiş Koyun Sütlerinden Yapılan Beyaz Peynirlerin Randımanı ve Bileşimi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 19, 51-57.
- Lucey, J., Kelly, J., 1994. Cheese Yield. *International Journal of Dairy Technology*, 47(1), 1–14.
- McSweeney, P. L. H., 2004. Biochemistry of Cheese Ripening. *International Journal of Dairy Technology*,57(2–3), 127–144.
- Metin, M., 2012. *Süt Teknolojisi*, Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir, 802.

- MHI., 2019. Molecular Hydrogen Institute. Hydrogen: an Emerging Medical Gas | <http://www.molecularhydrogeninstitute.com/hydrogen-an-emerging-medical-gas> (19.03.2019).
- Moir, C. J., Eyles, M. J., Davey, J. A., 1993. Inhibition of Pseudomonads in Cottage Cheese by Packaging in Atmospheres Containing Carbon Dioxide. *Food Microbiology*, 10(4), 345–351.
- Montanez, J. C., Rodríguez, F. A. S., Mahajan, P. V., Frías, J. M., 2010. Modelling the Gas Exchange Rate in Perforation-Mediated Modified Atmosphere Packaging: Effect of The External Air Movement and Tube Dimensions. *Journal of Food Engineering*, 97(1), 79–86.
- Najjar, Y. S. H., 2013. Hydrogen Safety: The Road Toward Green Technology. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(25), 10716–10728.
- Ohta, S., 2012. Molecular Hydrogen is a Novel Antioxidant to Efficiently Reduce Oxidative Stress with Potential for the Improvement of Mitochondrial Diseases. *Biochimica et Biophysica Acta-General Subjects*, 1820(5), 586–594.
- Öner, Z., Gül Karahan, A., Aloğlu, H., 2006. Changes in The Microbiological and Chemical Characteristics of an Artisanal Turkish White Cheese During Ripening. *LWT - Food Science and Technology*, 39(5), 449–454.
- Papaioannou, G., Chouliara, I., Karatapanis, A. E., Kontominas, M. G., Savvaidis, I. N. 2007. Shelf-Life of a Greek Whey Cheese under Modified Atmosphere Packaging. *International Dairy Journal*, 17(4), 358–364.
- Pinela, J., Barreira, J. C. M., Barros, L., Antonio, A. L., Carvalho, A. M., Oliveira, M. B. P. P., Ferreira, I. C. F. R., 2016. Postharvest Quality Changes in Fresh-Cut Watercress Stored under Conventional and Inert Gas-Enriched Modified Atmosphere Packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 112, 55–63.
- Rodriguez-Aguilera, R., Oliveira, J. C., 2009. Review of Design Engineering Methods and

- Applications of Active and Modified Atmosphere Packaging Systems. *Food Engineering Reviews*,1(1), 66–83.
- Rodriguez-Aguilera, R., Oliveira, J. C., Montanez, J. C., Mahajan, P. V., 2009. Gas Exchange Dynamics in Modified Atmosphere Packaging of Soft Cheese. *Journal of Food Engineering*, 95(3), 438–445.
- Rodriguez-Aguilera, R., Oliveira, J. C., Montanez, J. C., Mahajan, P. V., 2011. Effect of Modified Atmosphere Packaging on Quality Factors and Shelf-Life of Mould Surface-Ripened Cheese: Part II Varying Storage Temperature. *LWT - Food Science and Technology*, 44(1), 337–342.
- Romani, S., Sacchetti, G., Pittia, P., Pinnavaia, G. G., Dalla Rosa, M., 2002. Physical, Chemical, Textural and Sensorial Changes of Portioned Parmigiano Reggiano Cheese Packed under Different Conditions. *Food Science and Technology International*, 8(4), 203–211.
- Saldamlı, I., & Kaytanlı, M. (1998). Utilisation of Fromase, Maxiren and Rennilase as Alternative Co-Agulating Enzymes to Rennet in Turkish White Cheese Production. *Milchwissenschaft*, 53(1), 22–25.
- Sandhya. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *LWT - Food Science and Technology*,43(3), 381–392.
- Scott, C. R., Smith, H. O., 1971. Cottage Cheese Shelf Life and Special Gas Atmospheres. *Journal of Food Science*, 36(1), 78–80.
- Soltani, M., 2013. *İran’da Üretilen Ultrafiltre Beyaz Peynirin Özellikleri Üzerine Tuz Oranı ve Depolama Süresinin Etkileri*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi fen Bilimleri Enstitüsü, 174
- Sørhaug, T., 2011. Yeasts and Molds: Spoilage Molds in Dairy Products. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 780–784.
- Tang, C., Huang, Z., Jin, C., He, J., Wang, J., Wang, X., Miao, H., 2009. Explosion

- Characteristics of Hydrogen-Nitrogen-Air Mixtures at Elevated Pressures and Temperatures. *International Journal of Hydrogen Energy*, 34(1), 554–561.
- Temiz, H., 2010a. Effect of Modified Atmosphere Packaging on Characteristics of Sliced Kashar Cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(5), 926–943.
- Temiz, H., 2010b. Effect Of Modified Atmosphere Packaging On Characteristics Of Sliced Kashar Cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(5), 926–943.
- Temiz, H., Aykut, U., Hurşit, A. K., 2009. Shelf life of Turkish whey cheese (Lor) under modified atmosphere packaging. *International Journal of Dairy Technology*, 62(3), 378–386.
- Tosun, İ., 2009. *Beyaz Peynirin Uçucu Flavor Bileşikleri Üzerine, Starter Kültür ve Olgunlaştırmanın Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 60.
- Turantaş, F., Ünlütürk, A., Gökten, D., 1989. Microbiological and Compositional Status of Turkish White Cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 8(1), 19–24.
- Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, 2015. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150208-16.html>. (09.07.2018)
- Üçüncü, M., 2004. *A'dan Z'ye peynir teknolojisi*, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 543
- Ünsal, A., 1997. *Süt Uyuyunca - Türkiye Peynirleri*, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 227.
- Uraz, T., Şimşek, B., 1998. Ankara Piyasasında Satılan Beyaz Peynirlerin Proteoliz Düzeylerinin Belirlenmesi. *Gıda*, 23(5).
- Uraz, T., Gencer, N., 2000. Beyaz Peynirlerde Kalıp Büyüklüğü ve Salamura Miktarının Tuz Alımı Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 24, 621–628.
- Urhan, G., 2012. *Ankara'da Çeşitli Kaynaklardan Satın Alınan Beyaz Peynirlerin*

Mikrobiyolojik Kalite Kontrolü Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 181.

Vapur, U. E., 2010. *Farklı Starter kültür Oranları ile Hayvansal ve Mikrobiyel Kaynaklı Peynir Mayaları Kullanılarak Üretilen Tam Yağlı Beyaz Peynirlerin Özelliklerinin Belirlenmesi.* Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 236.

Vercelino Alves, R., Grigoli de Luca Sarantopoulos, C., Ariene Gimenes, F. V., Fonseca Faria, J. D., 1996. Stability of Sliced Mozzarella Cheese in Modified-Atmosphere Packaging. *Journal of Food Protection*, 59(8), 838–844.

Walstra, P., Geurts, T., Noomen, A., Jellema, A ve Boekel, M. A. J., 1999. *Dairy Technology : Principles of Milk. Properties and Processes.* Marcel Dekker Inc, ABD, 727.

Yaşar, E. K., 2011. *Beyaz Peynir Üretiminde Rennet Macunu Kullanımı ve Peynir Kalitesi Üzerine Etkisi.* Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 76.

Yıldız, B., 2014. *Karbondiyoksit Uygulamasının Beyaz Peynir Kalitesi üzerine Etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2015.

ÖZGEÇMİŞ

01.01.1993 yılında Ağrı'nın Doğubayazıt ilçesinde doğdu. İlköğretim ve lise eğitimlerini Doğubeyazıt'ta bulunan Cumhuriyet İ.Ö.O. ve Rıza Ertuğrul Eryılmaz Anadolu Lisesinde tamamladı. Lisans eğitimine 2012 yılında Munzur Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Başladı ve 2016 yılında mezun oldu. Lisans eğitimi sırasında Sürekli Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğünce düzenlenen programda "Bilimsel Araştırmalarda Deneme Planları ve Veri Analiz Yöntemleri" sertifikasını aldı. Yüksek lisans eğitimine ise 2016 yılında Iğdır Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim dalında başladı. Yüksek lisans eğitimi sırasında Şanlıurfa Teknokent'de düzenlenen "1.Harran Uluslararası Ar-Ge Proje Pazarı"ve KTÜ tarafından düzenlenen "Düşünceden Gerçeğine Proje Pazarı" etkinliklerine katıldı. 1.Harran Uluslararası Ar-Ge Proje Pazarı'nda "İndirgen Atmosferde Paketleme Sistemi" isimli proje ile 5. olarak mansiyon ödülüne layık görüldü.