

**T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**MANDA ve İNEK SÜTLERİ İLE BUNLARIN KARISIMININ
MOZZARELLA BENZERİ PEYNİRİN FİZİKOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİ VE AROMA PROFİLİNE ETKİSİ**

Ash ÖZSUNAR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. MEHMET DEMİRCİ

TEKİRDAĞ-2010

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

MANDA ve İNEK SÜTLERİ İLE BUNLARIN KARIŞIMININ MOZZARELLA BENZERİ PEYNİRİN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE AROMA PROFİLİNE ETKİSİ

Aslı ÖZSUNAR

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

Bu çalışmada Mozzarella benzeri peynirin zamana bağlı olgunlaşma seyri ile olgunlaşma sırasında meydana gelen kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler ve aroma profili incelenmiştir. Çalışmamızda kullanılan peynirler; %100 inek, %100 manda ve %50 inek sütü + %50 manda sütü karışımından yapılmış olup, %1,5 oranında termofilik kültür (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus debrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*) ilave edilmiştir. Kültüre ilave olarak kimosin/pepsin oranı 85/15 olan hayvansal peynir mayası (1/16000 kuvvetinde) 2 ml / 10 L süte ölçüğünde kullanılmıştır. Üretilen peynirler 4°C'de depolanarak 7, 30 ve 60. günlerde numune alınıp fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve aromatik bileşenleri incelenmiştir. Depolama süresince peynir örneklerinin pH, kuru madde, yağ, titrasyon asitliği, kül, protein, tuz, erime oranları, renk ve tekstür değerleri arasındaki farklılıklar önemli çıkmıştır ($P<0,01$). Yedinci günden altmışıncı güne doğru Laktobasillerin sayısı inek sütünden yapılan Mozzarella benzeri peynirde $1,9 \times 10^4$ - $7,2 \times 10^4$ kob/g arasında, manda sütünden yapılan Mozzarella benzeri peynirde 9×10^1 - 3×10^3 kob/g arasında, karışım sütünden yapılan Mozzarella benzeri peynirde ise $2,4 \times 10^4$ ile $3,2 \times 10^5$ kob/g arasında değişirken, Streptokokların sayısı ise sırayla $3,4 \times 10^2$ - 9×10^4 , $7,1 \times 10^3$ - 5×10^4 , $1,62 \times 10^4$ - $1,5 \times 10^5$ kob/g arasında bulunmuştur. Duyusal özellikleri bakımından örnekler arasındaki farklılıklar, görünüş, doku ve lezzet açısından ($P<0,01$) önemli çıkmıştır. Altmış günlük depolama sonucu en çok beğenilen, manda sütünden yapılan Mozzarella benzeri peynir olmuştur. Pizza örnekleri değerlendirildiğinde örnekler arasındaki erime, uzama ve lezzet açısından farklılıklar $P<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. İnek sütünden yapılan Mozzarella benzeri peynir pizza üzerinde en çok beğenilen peynir çeşidi olmuştur. Aroma bileşenleri incelendiğinde toplam 26 bileşen tanımlanmıştır. Bunlar hidrokarbonlar, asitler, esterler, aldehitler, ketonlar, alkoller olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mozzarella benzeri peynir, fizikokimyasal özellikler, mikrobiyolojik özellikler, duyusal özellikler, aroma profili.

2010, 87 sayfa

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE EFFECT OF MIXTURE WITH WATER BUFFALO AND COW MILK TO MOZZARELLA LIKE CHEESE IN PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND AROMA PROFILE

Ash ÖZSUNAR

Namık Kemal University
Graduate School Of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

In this study, the time-dependent ripening physicochemical, microbiological properties and aroma profile during ripening of Mozzarella like cheese were investigated. The cheeses used in our study were manufactured from 100% water buffalo milk, 100% cow milk, combination of 50% water buffalo milk and 50% cow's milk. Thermophilic culture (*Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, *Lactobacillus debrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*) used were as 1,5 %. In addition of these cultures, a liquid cheese rennet with a power of 1/16.000 was used in 2 ml / 10 L concentration. The cheeses produced were ripened at 4 °C and 7th, 30th and 60th days, the samples were analyzed to obtain the time-dependent values of physicochemical, microbiological properties and aroma profile. During the storage period, the difference among the pH, dry matter, fat, acidity, ash, protein, salt, melt rates, colour, texture values of the cheese samples were found statistically significant (P<0.01). The average Lactobacillus bacteria numbers have changed between 1.9×10^4 - 7.2×10^4 cfu/g in the cow Mozzarella like cheese, 9×10^1 - 3×10^3 cfu/g in the water buffalo Mozzarella like cheese, 2.4×10^4 - 3.2×10^5 cfu/g in the mixed Mozzarella like cheese. Numbers of Streptococcus bacteria have changed between 3.4×10^2 - 9×10^4 , 7.1×10^3 - 5×10^4 , 1.62×10^4 - 1.5×10^5 cfu/g respectively. According to the sensory evaluation, difference among the cheese samples were found statistically significant (P<0.01) for appearance, structure, taste and water buffalo Mozzarella like cheese has got the highest score at the end of storage. In the sensory evaluation of pizza samples, differences among the samples were found statistically significant at the level of P<0.01 and cow Mozzarella like has the highest score. A total of 26 compounds were positively quantified during storage times, including hydrocarbons, fatty acid, alcohols, aldehydes, ketones, , esters.

Key Words: Mozzarella like cheese, physicochemical properties, microbiological properties, sensory properties, aroma profile.

2010, page 87

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın oluşturulmasında her türlü yardımı veren ve tavsiyeleri ile yönlendiren başta danışman hocalarım Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ, Prof. Dr. Muhammet ARICI, Prof. Dr. M. İhsan Soysal'a, peynirlerin ön deneme üretiminde bana yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Binnur KAPTAN'a, aroma analizleri konusunda bilgi ve deneyimini benimle paylaşan Yrd. Doç. Dr. Mehmet ALTUN'a, fizikokimyasal, mikrobiyolojik analizlerde laboratuvar imkanlarını esirgemeyen Unilever ekibine, Tarım Bakanlığı Tekirdağ İl Kontrol laboratuvarı ekibine, ve sayın Fatih KARA'ya, peynir üretimi için gerekli şartların oluşmasını sağlayan Özşifa Süt Ürünleri İşletmesi sahipleri ve çalışanlarına, duyuusal analizlere katılan Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocalarına, araştırmamı maddi olarak destekleyen NKUBAP'a ve özellikle bu çalışmamın her aşamasında bana destek olan anneme ve eşime teşekkür ederim.

SİMGELER DİZİNİ

α	Alfa
β	Beta
g	Gram
L	Litre
kg	Kilogram
kob/g	Koloni oluşturan birim / gram
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
ppm	mg/kg
N	Normalite
cm ²	Santimetrekare
°C	Santigrat
%	Yüzde
L	<i>Lactobacillus</i>
S	<i>Streptococcus</i>
NaCl	Sodyum klorür
MPa	Mega Pascal
rpm	Devir/dak
CO ₂	Karbondioksit

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Mozzarella peynirinin tanımı, üretimi ve özellikleri	4
2.1.1. Düşük nemli Mozzarella peyniri üretimi	5
2.1.2. Yüksek nemli Mozzarella peyniri üretimi	5
2.1.3. Direkt asitlendirme yöntemiyle Mozzarella peyniri üretimi	6
2.1.4. Ultrafiltrasyon ve rekombine edilen süttten Mozzarella peynir üretimi	6
2.1.5. Starter kültür ve koagulant kullanımı	6
2.2. Fizikokimyasal özellikler	10
2.3. Mikrobiyolojik özellikler	12
2.4. Duyusal özellikler	13
2.5. Aroma	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1. Materyal	26
3.2. Yöntem	27
3.2.1. Mozzarella benzeri peynirin üretimi	27
3.2.2. Çiğ süt analizleri	30
3.2.3. Peynirin fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi	30
3.2.3.1. Erime testi	30
3.2.3.2. Renk ölçümü	30
3.2.3.3. Tekstür analizi	31
3.2.4. Haşlama suyu analizleri	32
3.2.5. Pizza pişirme deneme metodu	32
3.2.6. Peynir ve pizza örneklerinin duyusal özelliklerin belirlenmesi	32
3.2.7. Mikrobiyolojik analizler	33
3.2.8. Aromatik maddeler belirlenmesi	33
3.2.9. İstatistiksel analizler	35
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	36
4.1. Fizikokimyasal özellikler	36
4.1.1. Çiğ inek sütü, manda sütü ve karışım sütünün özellikleri	36
4.1.2. Peynirlerin özellikleri	37
4.1.2.1. pH değerleri	37
4.1.2.2. Kuru madde değerleri	39
4.1.2.3. Yağ değerleri	41
4.1.2.4. Titrasyon asitliği değerleri	43
4.1.2.5. Protein değerleri	45
4.1.2.6. Kül değerleri	47
4.1.2.7. Tuz değerleri	49

4.1.2.8. Erime oranları	51
4.1.2.9. Renk değerleri	53
4.1.2.9. Renk değerleri	53
4.1.2.10. Tekstür değerleri	60
4.1.3. Haşlama sularının analiz sonuçları	62
4.2. Duyusal özellikler	63
4.2.1. Peynir örneklerinin duysal özellikleri	63
4.2.2. Pizza örneklerinin duysal özellikleri	66
4.3. Mikrobiyolojik özellikler	69
4.3.1. Laktik asit bakterileri sayılarının belirlenmesi	69
4.4. Depolama sırasında meydana gelen aroma bileşenleri	72
4.4.1. Hidrokarbonlar	72
4.4.2. Yağ asitleri	73
4.4.3. Alkoller	74
4.4.4. Aldehitler	76
4.4.5. Ketonlar	77
4.4.6. Esterler	78
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	80
6. KAYNAKLAR	81
7. EKLER	
EK 1	86
EK 2	87
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa	
Şekil 2.1.	Genel olarak olgunlaşma sırasında meydana gelen bileşenlere toplu bir bakış	17
Şekil 2.2	Peynirin olgunlaşmasını doğrudan etkileyen enzimatik aktivite bağlamında peynirin kalite özelliklerinin oluşumu	19
Şekil 2.3.	Hücre içi aminoasitler ve α -keto asitlere dönüşümün ve potansiyel aroma bileşiklerine gidişin genel özeti	22
Şekil 3.1.	Mozzarella benzeri peynirin üretim akım şeması	28
Şekil 3.2.	Pıhtı oluşumu ve kesimi	29
Şekil 3.3.	Örneklerin haşlanması ve elle kontrolü	29
Şekil 3.4.	Yoğurma	29
Şekil 3.5.	Peynir örneklerinin renk değerlerinin belirlenmesinde kullanılan cihaz	31
Şekil 3.6.	Peynir örneklerinin tekstür değerinin belirlenmesinde kullanılan cihaz	31
Şekil 3.7.	Peynir örneklerinin ekstraksiyonunda kullanılan düzenek	34
Şekil 3.8.	Peynir örneklerinin aroma profilinin incelenmesinde kullanılan GC/MS cihazı	34
Şekil 4.1.	Depolama süresince peynir örneklerine ait pH değerlerindeki değişimler	38
Şekil 4.2.	Depolama süresince peynir örneklerine ait kuru madde değerlerindeki değişimler	40
Şekil 4.3.	Depolama süresince peynir örneklerine ait yağ değerlerindeki değişimler	42
Şekil 4.4.	Depolama süresince peynir örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler	44
Şekil 4.5.	Depolama süresince peynir örneklerine ait protein değerlerindeki değişimler	46
Şekil 4.6.	Depolama süresince peynir örneklerine ait kül değerlerindeki değişimler	48
Şekil 4.7.	Depolama süresince peynir örneklerine ait tuz değerlerindeki değişimler	50
Şekil 4.8.	Depolama süresince peynir örneklerine ait erime oranı değerlerindeki değişimler	52
Şekil 4.9.	Depolama süresince peynir örneklerine ait L değerlerindeki değişimler	54
Şekil 4.10.	Depolama süresince peynir örneklerine ait a renk değerlerindeki değişimler	56
Şekil 4.11.	Depolama süresince peynir örneklerine ait b renk değerlerindeki değişimler	58
Şekil 4.12.	Depolama süresince peynir örneklerine ait tekstür değerlerindeki değişimler	61
Şekil 4.13	Depolama süresince peynir örneklerine ait toplam puanlar	64
Şekil 4.14..	Depolama süresince pizza örneklerine ait toplam puanlar	66
Şekil 4.15.	İnek, manda ve karışım peynirlerine ait pizza örnekleri	67

Şekil 4.16.	Depolama süresince M17 Agar'da gelişen koloni. sayılarındaki değişimler	70
Şekil 4.17.	Depolama süresince MRS Agar'da gelişen koloni sayılarındaki değişimler	70
Şekil 4.18.	Depolama süresince peynirlerde meydana gelen hidrokarbonlar (mg/kg)	73
Şekil 4.19.	Depolama süresince peynirlerde meydana gelen alkoller (mg/kg)	76
Şekil 4.20.	Depolama süresince peynirlerde meydana gelen ketonlar (mg/kg)	78
Şekil 4.21.	Depolama süresince peynirlerde meydana gelen esterler (mg/kg)	79

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa	
Çizelge 2.1.	Mozzarella peynirinin özellikleri	5
Çizelge 2.2.	Dallanmış zincirli ve aromatik aminoasitler ile metiyoninden türeyen önemli aroma bileşenlerinin adı ve kimyasal kaynakları	21
Çizelge 3.1.	Peynir örneklerinin duyuusal değerlendirmesinde kullanılan analiz formu	32
Çizelge 3.2.	Pizza örneklerinin duyuusal değerlendirmesinde kullanılan analiz formu	33
Çizelge 4.1.	Mozzarella benzeri peynirin yapımında kullanılan inek, manda ve karışım sütünün özellikleri	36
Çizelge 4.2.	Depolama süresince peynir örneklerine ait pH değerleri	37
Çizelge 4.3.	Peynir örneklerinin depolama süresince pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	38
Çizelge 4.4.	Peynir örneklerinin depolama süresince pH değerlerine ait Duncan testi sonuçları	39
Çizelge 4.5.	Depolama süresince peynir örneklerine ait kuru madde değerleri (%)	39
Çizelge 4.6.	Peynir örneklerinin depolama süresince kuru madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.7.	Peynir örneklerinin kuru madde değerlerine ait Duncan testi sonuçları	41
Çizelge 4.8.	Depolama süresince peynir örneklerine ait yağ değerleri (%)	41
Çizelge 4.9.	Peynir örneklerinin depolama süresince yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları.	42
Çizelge 4.10.	Peynir örneklerinin yağ değerlerine ait Duncan testi sonuçları	43
Çizelge 4.11.	Depolama süresince peynir örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri (%)	43
Çizelge 4.12.	Peynir örneklerinin depolama süresince titre edilebilir asitlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.13.	Peynir örneklerinin depolama süresince titre edilebilir asitlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları	45
Çizelge 4.14.	Peynir örneklerinin protein değerleri (%)	45
Çizelge 4.15.	Peynir örneklerinin depolama süresince protein değerlerine ait varyans analiz sonuçları	46
Çizelge 4.16.	Peynir örneklerinin protein değerlerine ait Duncan testi sonuçları	47
Çizelge 4.17.	Depolama süresince peynir örneklerine ait kül değerleri (%)	47
Çizelge 4.18.	Peynir örneklerinin depolama süresince kül değerlerine ait varyans analiz sonuçları	48
Çizelge 4.19.	Peynir örneklerinin kül değerlerine ait Duncan testi sonuçları	49
Çizelge 4.20.	Depolama süresince peynir örneklerine ait tuz değerleri (%)	49
Çizelge 4.21.	Peynir örneklerinin depolama süresince tuz değerlerine ait varyans analiz sonuçları	50
Çizelge 4.22.	Peynir örneklerinin tuz değerlerine ait Duncan testi sonuçları	51
Çizelge 4.23.	Depolama süresince peynir örneklerine ait erime oranları (%)	51
Çizelge 4.24.	Peynir örneklerinin depolama süresince ait erime oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	52
Çizelge 4.25.	Peynir örneklerinin depolama süresince erime oranlarına ait Duncan Testi sonuçları	53
Çizelge 4.26.	Depolama süresince peynir örneklerine ait L değerleri	53

Çizelge 4.27.	Peynir örneklerinin depolama süresince L renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.28.	Peynir örneklerinin depolama süresince L değerlerine ait Duncan testi sonuçları	55
Çizelge 4.29.	Depolama süresince peynir örneklerine ait a değerleri	56
Çizelge 4.30.	Peynir örneklerinin depolama süresince a renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları	57
Çizelge 4.31	Peynir örneklerinin a renk değerlerine ait Duncan testi sonuçları	57
Çizelge 4.32.	Depolama süresince peynir örneklerine ait b değerleri	58
Çizelge 4.33.	Peynir örneklerinin depolama süresince b renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları	59
Çizelge 4.34.	Peynir örneklerinin depolama süresince b renk değerlerine ait Duncan testi sonuçları	59
Çizelge 4.35.	Depolama süresince peynir örneklerine ait tekstür (sertlik) değerleri	60
Çizelge 4.36.	Peynir örneklerinin depolama süresince tekstür değerlerine ait varyans analiz sonuçları	61
Çizelge 4.37.	Peynir örneklerinin depolama süresince tekstür değerlerine ait Duncan testi sonuçları	62
Çizelge 4.38.	Mozzarella benzeri peynirlere ait haşlama sularının özellikleri	62
Çizelge 4.39.	Peynirlerin genel görünüş, doku ve lezzet puanları	63
Çizelge 4.40.	Peynir örneklerinin depolama süresince toplam puan değerlerine ait varyans analiz sonuçları	65
Çizelge 4.41.	Peynir örneklerinin depolama süresince toplam puan değerlerine ait Duncan testi sonuçları	65
Çizelge 4.42.	Pizza örneklerinde depolama süresince erime-uzama ve lezzet puanları	66
Çizelge 4.43.	Pizzada peynir örneklerinin depolama süresince toplam puan değerlerine ait varyans analiz sonuçları	67
Çizelge 4.44.	Pizza örneklerinin depolama süresince toplam puan değerlerine ait Duncan testi sonuçları	68
Çizelge 4.45.	MRS Agar ve M17 Agar'da gelişen koloni sayıları (kob/g)	69
Çizelge 4.46.	İnek, manda ve karışım Mozzarella benzeri peynirlerde depolama süresince hidrokarbon konsantrasyonu (mg/kg)	72
Çizelge 4.47.	İnek, manda ve karışım Mozzarella benzeri peynirlerde depolama süresince alkollerin konsantrasyonu (mg/kg)	75
Çizelge 4.48.	İnek, manda ve karışım Mozzarella benzeri peynirlerde depolama süresince ketonların konsantrasyonu (mg/kg)	77
Çizelge 4.49.	İnek, manda ve karışım Mozzarella benzeri peynirlerde depolama süresince esterlerin konsantrasyonu (mg/kg)	78

1.GİRİŞ

Peynir yağlı süt, krema kısmen ya da tamamen yağı alınmış süt, yayık altı ile bunların birkaçının veya tümünün karışımının, peynir mayası denilen uygun proteolitik enzimlerle ve/veya zararsız organik asitlerle pıhtılaştırıldıktan sonra; peynir altı suyunun ayrılması, pıhtının şekillendirilmesi ve tuzlanmasıyla elde edilen, taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen bir süt ürünüdür (Üçüncü 2005).

Peynir, her kesimden insanın günlük besin maddeleri içinde yer alan, sindirimi kolay, yağ, hayvansal protein, kalsiyum, A, B2 vitaminince zengin olan ve uzun süre dayanabilen bir süt ürünüdür. Peynirin bileşiminde genellikle üretiminde kullanılan sütteki yağ, çözünmeyen tuzlar ve kolloidal maddelerin tümüne yakın miktarı bulunur. Ayrıca süt serumundaki proteinler, çözünen tuzlar, vitaminler ve diğer besin unsurları da bir ölçüde peynirin bileşimine girer (Demirci ve Şimşek 1997).

Peynirlerin sınıflandırılması son derece güç ve karmaşık bir konudur. Birçok ülkede değişik özellikte yüzlerce peynir üretilmesi, her bir çeşidin kendi içinde şekil, büyüklük ve ambalaj bağlamında farklılaşması, üretimde inek, koyun, keçi ve manda sütü gibi özellikleri farklı süt türlerinin kullanılması, bazı peynir çeşitlerinin özelliklerinin birbirine benzemesi ve daha pek çok nedenler net bir sınıflandırmayı güçleştirmektedir. Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) tarafından yapılan çalışmada, yaklaşık 500 kadar peynir çeşidi kataloga alınmıştır. Ancak bunların bazıları, farklı ülkelerde aynı ad altında üretilen peynirlerdir. Örneğin, Cheddar peyniri 24, Camembert ve Gouda 17, Emmenthal 12, Edam 13 ve Parmesan 5 ülkede yapılmaktadır.

Peynirlerdeki bu çeşitlilik özellikle uluslararası ticarete bazı sorunlara yol açmıştır. Bu nedenle Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Dünya Tarım Örgütü (FAO)'nün çalışmaları sonucunda peynirler üç ana grupta toplanmıştır. Bunlar:

- Üretildikten sonra hemen tüketilmeyen, belirli sıcaklık ve bağıl nem koşullarında belirli süre “**olgunlaşmış**” peynirler,

- Yüzeylerinde ya da tüm kitlede geliştirilen özel küfler yardımıyla olgunlaşmaları sağlanan “**küflü**” peynirler,
- Yapıldıktan hemen sonra tüketime hazır olan “**taze ya da olgunlaşmamış**” peynirlerdir.

Ülkemizde insan beslenmesinde hayvansal protein eksikliği söz konusu olup, nüfusumuzun da hızla artışına paralel olarak bu açık daha da büyümektedir. Dünya sağlık örgütü (WHO), yetişkin bir insan için günlük 65 g protein ihtiyacının %40'nın hayvansal kaynaklardan karşılanmasını önermektedir. Oysa toplumumuzun büyük bir çoğunluğunun gelir seviyesinin düşük olması ve hayvansal protein içeren gıdaların pahalı olması, düşük gelirli insanları bitkisel kaynaklı gıdalarla beslenmeye yöneltmektedir. Hayvansal protein açığını kapatmak bakımından iyi bir kaynak olan peynir, aynı zamanda fosfor ve kalsiyum gibi mineraller yönünden de iyi bir kaynak sayılmaktadır (Üçüncü 2005).

2005 yılı istatistiklerine bakıldığında peynir üretimi Türkiye’de 345 bin ton/yıl olarak belirtilmektedir. Bu değerler gelişmiş ülkelerin tüketimi ile karşılaştırıldığında oldukça düşük düzeyde bulunmuştur. Dünya ticaretinde ise süt ürünleri 1980 yılından itibaren önem kazanmıştır ve 2005 yılında yaklaşık 4 milyon ton peynir ihracatı olmuştur (Sarısaçlı 2006).

Türkiye dünya süt üretiminde 15. sırada yer almaktadır. Dünya süt üretiminin %5’i manda sütü kaynaklıdır. Manda sütünden yapılan peynire olan talep dünyanın birçok ülkesinde organik olması nedeniyle artış göstermektedir (Anon. 2005).

Mozzarella peyniri yarı sert peynir grubundan, lifli uzayan tipteki taze peynirlerdendir. Lifli uzayan tipteki peynirler son ürüne karakteristik lifli yapısını, erime ve uzama özelliklerini veren taze pıhtının sıcak suda biçimlendirilmesi ve yoğrulması aşamasıyla ayırt edilmektedir (Anon. 1995).

2000 yıl önce Roma İmparatorluğu’nun Mısır’da hakim olduğu yıllarda Nil Nehri kıyısında otlanan mandaların sütlerinden yapılan peynirin Roma askerleri tarafından Sezar’a hediye olarak Mozzarella peynirinin nasıl yapıldığını anlatan kılavuzla birlikte gönderildiği, Roma ve Nepal arasındaki sulak bölgede mandaların yetiştirildiği ve giderek popülaritesini arttırdığı anlatılmaktadır.

Mozzarella peyniri birçok ülkede pizza peyniri olarak da bilinmektedir. Dünyada pizza sektörü 30-40 milyar dolar büyüklüğündedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilen Mozzarella peynirinin yaklaşık %70'i pizza sektöründe kullanılmaktadır (Anon. 1998). Türkiye'de ise %20 genişleme ile 250 milyon dolarlık büyüklüğe ulaşan pizza sektörü önemli bir noktadadır. Bu rakamlar dünya çapında bu peynire olan ilginin gittikçe arttığını göstermekte, üreticilerin bu peynirin kalitesini arttırmak yönünde çalışmalar yapmasına yöneltmektedir. Teknolojik gelişmeler Mozzarella peynirinin depolama ve kullanım boyunca kalitesini arttırmak yönünde ilerlemektedir (Anon. 2007 b).

Mozzarella peynirinin orjini manda sütü kaynaklıdır ve taze olarak tüketilmektedir. Fakat dünyada manda sütü yetersiz olduğundan dolayı, çoğu üretici tarafından manda sütü yerine inek sütü tercih edilmektedir. Trakya bölgesinde manda populasyonundan yeterince yararlanılamadığından sayıları her geçen gün azalmaktadır. Ülkemizde farklı sütlerle üretilen Mozzarella benzeri peynirin aroma profili özelliklerinin incelenmesi konusunda herhangi akademik bir çalışma bulunmamaktadır. Türk Standartları Enstitüsü tarafından çalışmaya konu olan Mozzarella benzeri peynir için çıkarılmış bir standart da yoktur. Bu çalışmada inek sütü ve manda sütü ile yarı yarıya inek-manda sütü karışımı kullanılarak Mozzarella benzeri peynirin üretilmesi, peynirlere 7, 30 ve 60 günlük depolama süresi uygulayarak olgunlaşmanın fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri ile aroma profiline etkisinin incelenmesi ile çalışmada elde edilen bu verilerin, yurt dışındaki Mozzarella peynir standardı ile ve bu konuda daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırmalı değerlendirmesi yapılarak, peynirler arasındaki farkların ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmada elde edilen bulguların bu konuda daha sonra yapılacak çalışmalara ışık tutması da hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Mozzarella peynirinin tanımı, üretimi ve özellikleri

Mozzarella peyniri telemenin elastik ip gibi uzamasından esinlenerek İtalyanca'da "Formaggio a pasta filata", İngilizce'de "Pasta Filata" peyniri olarak ifade edilmektedir (Anon. 1995).

Mozzarella; lifli uzayan tipteki peynir ailesinden olgunlaştırılmadan tüketilen ünlü bir İtalyan peyniridir. Lifli uzayan tipteki peynirler, son ürüne karakteristik lifli yapısını, erime ve uzama özelliklerini veren taze pıhtının sıcak suda uzatılması ve yoğrulması aşamasıyla ayırt edilir. Mozzarella adı "mozzo (birkaç parçaya ayrılmış)" anlamına gelmektedir. Bu peynir üretildiği bölgelere göre adlandırılmaktadır. Neapel ve Caserta yöresinde üretilenlere "Mozzarella dei Mozzoni", Salerno yöresindekilere "Mozzarella di Battipaglia" denilmektedir. İnek sütünden yapılanlar "Mozzarella Fiordilatte" ya da "Bocconcino" veya "Becconcini" olarak adlandırılmaktadır. Çoğunlukla küresel veya yumurta biçiminde, 10-15 cm çapında ve 125-350 g ağırlığındadır. Ancak daha küçük çaplı ve daha irileri de vardır. Saç örgüsü biçiminde "Trecce di Mozzarella" denilen peynirlere de rastlanmaktadır (Kindstedt 1993, Üçüncü 2004).

Mozzarella peynirinden beklenen, pişirildiğinde ya da fırınlandığında erime kabiliyetinin yüksek olması, arzu edilen kahverengimsi renkte olması, uzayabilirliğini ve elastikiyetini korumasıdır (Anon.1999).

Manda sütünden yapılan peynirler üç tipe ayrılmaktadır. Yumuşak peynirler su oranı %45'ten fazla olan peynirler olup Mısır'da "Domiatı, Mush ve Karish", Irak'da "Madhfor", İtalya'da "Mozzarella", Suriye'de "Algnab", Romanya'da "Vladedsa" adıyla bilinir. Yarı sert peynirlerde ise su oranı %40-45 arasında olup, ülkemizde manda beyaz peyniri böyle bir örnektir. Sert peynirler ise su oranı %40'dan az olup Bulgaristan'da "Beyaz salamura (brine)", Suriye'de "Akkari (boule)" peynirleridir (Soysal 2009).

Mozzarella Kodeksi (Anon. 2007 a)'ne göre Mozzarella peyniri inek sütü, manda sütü ve bunların karışımından yapılabilmektedir. Yüksek nemli Mozzarella peyniri yumuşaktır ve sıvı

içinde paketlenmektedir. Düşük nemli Mozzarella peyniri deliksiz yarı sert/sıktır ve vakumlu paketlenmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde Mozzarella peyniri Çizelge 2.1'de gösterildiği gibi 4 ayrı kategoride değerlendirilmiştir.

Çizelge 2.1. Mozzarella peynirinin özellikleri (Kindstedt 1993)

Tipi	Nem (%)	Kuru Maddede Yağ (%)
Mozzarella	> 52 fakat ≤ 60	≥ 45
Düşük nemli	> 45 fakat ≤ 52	≥ 45
Düşük nemli-yarım yağlı	> 45 fakat ≤ 52	≥ 30 fakat < 45
Yarım yağlı	> 52 fakat ≤ 60	≥ 30 fakat < 45

2.1.1. Düşük nemli Mozzarella peyniri üretimi

Belirgin bazı parameterler dışında Cheddar peynirine oldukça benzemektedir. Genellikle *Lactobacillus helveticus* ya da *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* karışımını içeren kültürler kullanılmaktadır. Teleme pH 5,2'de öğütülmektedir. Yoğurma ve uzatma işlemi 70°C'de yapılmaktadır. Arzu edilen kalıplara konulup, soğuk suda kısa sürede soğutulmaktadır ve soğuk tuzlu suda tuzlama işlemi yapılmaktadır. Başka bir üretim şeklinde ise teleme sürekli karıştırılarak pH 5,3'e ulaşıncaya kadar peynir altı suyu boşaltılmaktadır. Sıcak suda işleme tabi tutulup, uzamaması durumunda buhar verilerek yarı esnek hale getirilmekte ve blok formda preslenmektedir (Kindstedt 1993, Anon.1999).

2.1.2. Yüksek nemli Mozzarella peyniri üretimi

Bazı işlemler *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* içeren termofilik kültürlere özgü olmasına rağmen, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* veya *cremoris* gibi mezofilik laktik starter kültürler kullanılmaktadır. Süt, standardizasyon ve pastörizasyon sonrasında kültür ile düşük tekne sıcaklıklarında (32-35°C) inoküle edilmektedir. Geleneksel uygulamada, peynir altı suyu kesimden sonra boşaltılmayıp teleme ile karıştırılmaktadır. Asitlendirilmiş teleme soğuk suda yıkanıp, buzdolabında gece boyunca bez torbalarda süzülmemektedir. Hedef pH 5,2'ye gelinceye kadar teleme oda sıcaklığında ısıtılmaktadır.

Teleme 70°C sıcak suda işleme tabi tutulup, kalıplandıktan sonra soğuk suda soğutulup ve tuzlanmaktadır (Scott 1986, Kindstedt 1993).

2.1.3. Direkt asitlendirme yöntemiyle Mozzarella peyniri üretimi

Yüksek ve düşük nemli Mozzarella peynirleri starter kültür kullanımı yerine organik asitle asitlendirme yöntemiyle de üretilebilmektedir. Standardize edilen ve 4°C'ye soğutulan süt ilk olarak sitrik ya da asetik asit gibi gıda bazlı organik asitle pH 5,6'ya direkt olarak asitlendirildikten sonra 37°C'ye ısıtılıp rennet ile pıhtılaştırılmaktadır. Kesim sonrası teleme arzu edilen nem içeriğine göre haşlanmakta ve sıcak suda yoğrulmaktadır (Kosikowski 1982).

2.1.4. Ultrafiltrasyon ve rekombine edilen süttten Mozzarella peyniri üretimi

Taze süttün kullanıma yönelik çeşitli alternatifler vardır. Nispeten düşük oranlarda (2:1) ultrafiltrasyonla süt konsantre edilip ve direkt olarak asitlendirilmektedir (Kosikowski 1982).

Mozzarella peynir üretiminde yağ kaynağı olarak, düşük ısıda yoğunlaştırılmış yağsız süt tozu ve taze krema kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada peynir kabul edilebilir düzeyde erime kabiliyetine sahip olmuş fakat yapışkanlıktan dolayı güzel yayılamamıştır. Yüksek ısıda yoğunlaştırılmış süt tozunun %12 oranında kullanılması erime kabiliyetini kötü etkilemiştir (Thompson ve ark. 1978).

Ultrafiltrasyon tekniği ile tam koyulaştırılan Mozzarella peyniri üretiminde inek süttü kullanılarak 9,2 kg süttten 1 kg peynir elde edilmektedir (Lugerbauer 1987, Nielsen 1987).

2.1.5. Starter kültür ve koagulant kullanımı

Peynir üretiminde, starter kültürler sütteki laktik asidi laktoza fermente etmektedirler. Laktik asit pıhtılaşma süresince telemenin sıklığına dolayısıyla bu da peynirin verimine etki etmektedir. Ayrıca peynirde starter olmayan kültürlerin gelişimini ve bakteri bozulmasını kontrol etmektedir. Eğer asit üretimi çok yavaşsa teleme teknede ısıtma isteyecektir ve çok fazla su kaybı olacaktır. Laktik asit ayrıca aroma gelişimine de katkıda bulunmaktadır. Buna ilaveten olgunlaşma periyodu boyunca, teleme matrisinde proteolitik enzimlerin serbest kalmasıyla starter kültürler ölmektedir. Bu enzimler buzdolabında depolama süresince lorun

bileşenlerinde aktive olmaya devam ederek arzu edilen aroma, yapı ve tekstürel değişimleri sağlamaktadır. *St.thermophilus* ortamdaki galaktozun büyük bir kısmını uzaklaştırarak laktozun çoğunu glukoza dönüştürmektedir. Peynirde kalan galaktoz pizzada yüksek sıcaklıkta pişirme esnasında Maillard reaksiyonunu teşvik etmektedir. Mozzarella kültürünün çubuk şeklindeki mikroorganizması *L. bulgaricus*, glukoza ve galaktozu laktik aside dönüştürmektedir. *L. helveticus* ise galaktozu fermente etmektedir. Sonuçta Mozzarella üretiminde *L.helveticus*, *L.bulgaricus* yerine tercih edilmektedir (Anon. 1999).

Mozzarella üretiminde kullanılan laktik asit bakterileri (LAB) mezofilik ve termofilik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kültür kullanımı Bulk Starter Vessel (BSV; kültürün işletme şartlarında hazırlanması) ve Direct Vat Inoculation (DVI; kültürün doğrudan süte karıştırılıp kullanılması) şeklinde olmaktadır. Mezofilik kültürler 20-40°C aralığında süt endüstrisinde uygulanmaktadır. Termofilik laktik asit bakterileri 40-45°C aralığında optimum çalışma gösterip, 30-50°C aralığında süt endüstrisinde kullanılmaktadır. En önemli termofilik laktik asit bakterileri *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *lactis* olarak sıralanmaktadır (Stanley 1998).

Lactobacillus helveticus kültürünün Mozzarella peynirinin fiziksel özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, Mozzarella peynirleri altışar litrelik teknelerde, *L. helveticus* veya *L. helveticus* ile *Streptococcus thermophilus* kullanılarak üretilmiştir. *Lactobacillus helveticus* suşlarının güçlü veya zayıf proteolitik özellikte olduğu tespit edilmiştir. Her kültür tipiyle üç peynir üretilmiş ve 4°C'de 1, 7, 14 ve 28 gün depolama sonrasında uzayabilirlik, erime, renk, nem ve pH değerleri ölçülmüştür. Tüm peynirlerde 1. ve 7. günler arasında çok hızlı, 7. ve 28. günler arasında yavaş gelişen bir uzayabilirlik kaybı meydana gelmiştir. Erime tüm peynirlerde 7. güne kadar hızlı bir artış göstermiş, daha sonra sabit kalmıştır. Bir kültür tipinden diğerine erime ve uzama değişimleri önemli düzeyde olmamıştır (Oberger ve ark. 1991).

L. helveticus ve *Streptococcus thermophilus* ile üretilen yağ azaltılmış peynirler 1 ve 7. günlerde en iyi uzama yeteneğini göstermişlerdir. Depolama süresi, eriyebilirliği ve uzamayı önemli derecede etkilememiştir. Tüm yağ azaltılmış peynirler 14. günde kontrol peynirinden daha düşük eriyebilirlik göstermiştir. *L. helveticus*'un *L. casei* ssp. *casei* ile tamamen veya kısmi olarak yer değiştirmesiyle üretilen yağ azaltılmış peynirler az yağlı peynirlere göre 1.

günde daha iyi uzayabilirlik ve daha düşük pişme rengi göstermiştir. 28 günlük depolamada tüm peynirler daha düşük pişme rengine sahip yağı azaltılmış peynirlerle aynı seviyelerde erime ve uzama göstermiştir (Merril ve ark. 1994).

Hong ve ark. (1998) üç ticari *Lactobacillus* kültürünün Mozzarella peyniri verimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* R110 ve R160 ve *L. helveticus* R150 kullanılarak üretilen Mozzarella peynirleri nem, yağ, protein ve tuz miktarı açısından benzer bulmuşlardır. Haşlama suyuna yağ geçişinde peynirler arasında bir farklılık görülmemiş, R110 peyniri diğerlerinden daha yüksek verime sahipken, bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sonuç olarak, rennet ilavesinden gerekli pH değerine ulaşıp serum ayırma aşamasına geçilene kadar geçen süre uzadıkça yağ kaybının arttığı ve verimin düştüğü belirtilmiştir.

Oberg ve ark. (1991) Mozzarella peynirinin fiziksel özellikleri üzerine termolaktik kültürlerin proteolitik aktivitesini araştırdıkları çalışmada, proteolitik aktivitesi eksik veya yüksek olan suşlarla üretilen Mozzarella peynirlerini, direkt asitlendirme ile üretilenle kıyaslamışlardır. Peynirlerde 1, 7, 14 ve 28. günlerde pişme rengi, erime ve uzayabilirlik ölçümü yapılmıştır. Proteinaz eksikliği olan *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'un tek şusu ile yapılan peynirler, proteolitik suşlara kıyasla daha az esmerleşme, daha yüksek erime ve daha düşük uzayabilirlik göstermiştir. Proteinaz eksikliğine sahip *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* ile üretilenler ise daha az esmerleşme ve erime gösterirken, uzayabilirlik açısından proteinaz pozitif türlerinden farklılık göstermemiştir. Kültürle üretilen tüm peynirler, asitlendirme peynirine kıyasla 1 gün depolama sonunda daha yüksek uzama, erime ve esmerleşme göstermiştir. *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'un tek suşu ile üretilen peynir, çift suşu üretilenden daha yüksek uzama ve daha düşük erime göstermiştir.

Perry ve ark. (1997)'nin belirttiğine göre düşük yağlı Mozzarella peynirinde nem tutmada eksopolisakkarit üreten *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* kültürlerinin etkilerini inceledikleri çalışmada eksopolisakkarit üretmeyen *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus helveticus* kültürlerin bazı zincirleriyle üretilen kontrol peynirini karşılaştırmışlardır. Her iki kültüre de mezofilik eksopolisakkarit üreten kültürler ilave edilmiştir. 4°C de depolanan peynirlerin nem içerikleri 1, 7, 14 ve 28. günlerde ölçülmüştür. Erime karakteristiklerinde bir değişiklik olmamıştır. Mezofilik eksopolisakkarit

reten kültürlerin ilave edildiği peynirlerde nem içeriği, kontrol peynirinden %4 artarken, eksopolisakkarit üreten kültürlerle yapılan peynirlerde ise %3 daha artmıştır.

Peynir retiminde süt pıhtılaştırıcı enzimlerin çift taraflı rolü vardır. Sütü pıhtılaştırarak telemenin üretilmesini sağlamakta ve peynire küçük bir kısmı taşınmaktadır. Böylece peynirin olgunlaşma sürecinde aroma ve tekstürün gelişiminde rol oynamaktadır (Anon. 1999).

Oberg ve ark. (1992) eşitli enzimlerin Mozzarella peynirinin fizikokimyasal özelliklerine etkilerini araştırdıkları çalışmada (kimozin, mikrobiyel rennet, sığır pepsini) bütün enzimlerin tipik Mozzarella peynirini ürettiğini ancak kimozinle yapılan peynirin en az proteolitik aktivite göstermesine rağmen, erime kabiliyetinin oldukça yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Yun ve ark. (1993) koaglant tipinin ve soğukta depolamanın Mozzarella peynirinin kimyasal kompozisyonu, proteoliz, erime öncesi ve sonrasındaki fonksiyonel özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. 4°C’de 50 günlük depolama süresince peynirlerde erime öncesinde tekstürel profil parametreleri (sertlik ve esneklik) düşüş gösterirken, eriyebilirlik artmış, erime sonrası viskozite düşmüş, serbest yağ oluşumu artmıştır. Koagülant tipinin, pH, nem, protein veya yağ konsantrasyonu üzerine bir etkisi olmamıştır.

Laktik asit bakterileri gelişip çoğalmaları için gerekli olan aminoasitleri sentezleyebilme yeteneğinde değillerdir, bu nedenle dışarı kaynaklardan karşılanması gerekmektedir. Starter kültürlerin proteolitik enzimleri peynirlerin duysal özelliklerine de katkıda bulunmaktadır. Söz konusu enzimler peynir mayası enzimleri ile birlikte, kazeini kısmen hidrolize ederek peynirde dokusal değişimlere neden olmaktadır. Bu etkinlikler sonucu oluşan peptitler ve aminoasitler, çeşitli kimyasal değişimlere uğrayarak peynir lezzetine katkıda bulunan yeni bileşikler oluşturarak peynirde ikincil floranın gelişmesine katkıda bulunmaktadır (nc 2005).

2.2. Fizikokimyasal özellikler

Joshi ve ark. (2004) yarım yağlı Mozzarella peynirinin viskoelastik özellikleri üzerine kalsiyum, depolama ve test sıcaklığının etkisini araştırdıkları çalışmada dört farklı kalsiyum seviyesinde (%0,65 kontrol, %0,48 T1, %0,42 T2, %0,35 T3) Mozzarella peyniri üretmişlerdir. 1, 7, 15, ve 30. günlerde peynirlerde elastikiyet ve viskozite modülleri ölçülmüş, düşük kalsiyumlu peynirler düşük elastikiyet ve viskozite modülüne sahip bulunmuştur. Depolama süresince peynirlerin viskoelastik özelliklerinde bir düşüş gözlenmiştir.

Yun ve ark. (1993) Mozzarella peynirinde pıhtı öğütme pH'sının soğuk depolama süresince kimyasal kompozisyon ve proteolitik değişimler üzerine etkisini araştırmışlardır. Üç farklı pıhtı öğütme pH'sı (5,40-5,25-5,10) kullanılmıştır. Erime sonrası peynirlerin serbest yağ oluşumu ve eriyebilirlik düzeyi öğütme pH'sından etkilenmemiştir. Bununla birlikte, 50 günlük depolama süresince erime öncesi peynirlerde sertlik düşmüş, erime sonrası viskozite düşmüştür. Depolama sırasında meydana gelen bu değişikliğin sebebi kazeinin proteolizine bağlanmıştır.

Rudan ve ark. (1999) Mozzarella peynirinde yağ oranının azaltılmasının kimyasal kompozisyon, proteoliz, fonksiyonel özellikler ve verim üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, yağ oranı azaltıldıkça, nem ve protein miktarında artış meydana gelmiştir.

Mc Mahon ve Oberg (1998) Mozzarella peynirinin fonksiyonel özellikleri üzerine yağ, nem ve tuz miktarının etkisi üzerine yaptıkları çalışmalar sonucunda, Mozzarella peynirinde erimenin kontrolünde, protein matriksinin önemli olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar mozzarella peyniri üretiminde, proteinlerin yağ globülleri içeren kanallarla ayrılan lifler arasında sıralandığını ve peynirin depolanması sürecinde bu kanallardaki serumun, proteinlerin artan hidrasyonuna bağlı olarak absorblandığını, böylece peynirin eriyebilirliğinin arttığını, bunun sonucunda da kazeinin bu interaksiyonlarının, NaCl ilavesi ve kalsiyum oranının düşürülmesi ile geliştirilebileceğini belirtmişlerdir.

Imm ve ark. (2003) inek ve keçi sütünden üretilen yarım yağlı Mozzarella peynirlerinin 8 haftalık soğuk depolama süresince fonksiyonel ve fizikokimyasal karakteristiklerinin gelişimi üzerine çalışmışlardır. Aynı yağ oranına standardize edilen olgunlaştırılmış inek ve keçi

peynirlerinin eriyebilirliği farklı bulunmamış ancak, inek Mozzarella'sında daha yüksek miktarlarda serbest yağ oluşumu gözlenmiştir. Depolama süresince, inek Mozzarella'sına ait peynir yapısında daha çok tekstürel parçalanmanın olduğu ve bundan dolayı peynirlerde pişirme işlemi sonrasında daha fazla esmer renk oluşumu gözlenmiştir.

Barbano ve ark. (1992) karıştırılmış pıhtı yöntemi ile salamurasız Mozzarella peyniri üretimi üzerine çalışmışlardır. Üretilen düşük nemli yarım yağlı Mozzarella peynirinin nem içeriği %44-45 gibi çok düşük bir düzeyde olmuştur. Peynirdeki bu nem konsantrasyonunu artırmak için karıştırılmış pıhtı yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yöntemle peynir nemi %45'den %52'ye kontrol edilebilirken, normal tuz, pH değeri ve yağ içeriği sağlanabilmiştir. Soğuk depolama sırasında proteoliz ve fonksiyonel özelliklerdeki değişimler ticari peynirlere benzer bulunmuştur.

Mayes ve Sutherland (2002) yüksek yoğurma sıcaklıklarının Mozzarella peynirinin özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, peynir çıkış sıcaklığının 60°C'den 67°C'ye getirilmesi proteoliz oranını azaltmış, 75°C'ye getirilmesi ise proteoliz ve fonksiyonel özellikler üzerine küçük bir etki yapmıştır. Bununla birlikte, sıcaklık artırıldıkça yoğurucuda meydana gelen yağ kaybı artmış ve sonucunda peynirin yağ oranı azalmıştır.

Homojenize edilmiş sütte üretilen az yağlı ve tam yağlı Mozzarella peynirinde proteoliz ve reolojik özelliklerin incelendiği bir çalışmada rennet aktivitesi için optimal sıcaklık 45°C olmasına rağmen, depolama süresince bu sıcaklıkta pişirilen peynirlerde α_1 -kazein azalması 32,4°C de pişirilenlerden daha önemsiz bulunmuştur. Az yağlı peynirde nem oranı tam yağlı peynirden daha fazla olduğundan dolayı, bu iki sıcaklıkta proteolizdeki farklılık çok belirgin olmuştur. (Tunick ve ark. 1993).

Tuzun bir günlük Mozzarella peynirinde neden olduğu yapısal değişiklikler ve serbest yağ oluşumu üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Mozzarella peynirleri kuru tuzlama ile sıcak salamura kombinasyonu ve sadece soğuk salamura yöntemleriyle farklı tuz seviyelerinde üretilmiştir. Eşit tuz seviyelerinde sıcak salamura ve kuru tuzlama işlemi sonucunda soğuk salamurada tuzlama işlemine göre daha yüksek nem içeriğine ulaşılmıştır. Her iki tuzlama uygulamasında da tuz miktarındaki artış ayrılan serum miktarını düşürmüş, görünür viskoziteyi artırmış fakat, serbest yağ oluşumu üzerine etkide bulunmamıştır (Rowney ve ark. 2004).

Guo ve ark. (1997) tuzun olgunlaştırma sırasında Mozzarella peynirinin serum fazı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, salamurada tuzlama ile tuzlama uygulanmadan üretilen az yağlı Mozzarella peyniri bloklarında 4°C'de 2, 4, 6, 8 ve 10 gün depolama sonrasında ayrılabilir serum miktarını ölçmüşlerdir. Ayrılabilir serum miktarı olgunlaştırma süresince her iki peynirde de azalırken, tuzlanmamış peynirde daha fazla bulunmuş ve daha yavaş bir düşme eğilimi göstermiştir.

Reilly ve ark. (2002) Mozzarella peynirinde plastiziye etme ve ekstürüzyon prosesinin sistem analizini yapmışlardır. Farklı sıcaklıklar (57, 66 ve 74°C) ve mikser vida hızlarının (19, 12 ve 5 rpm) az yağlı ve yarım yağlı Mozzarella peynirlerinde mikserin dolu bölümünün uzunluğu, erime çıkış sıcaklığı, spesifik mekanik enerji ve viskoelastik özellikler üzerine etkisi ölçülmüştür. Pişirici-yoğurucudaki düşük kopma stresi peynirde daha elastik bir yapının oluşmasını sağlamıştır.

İtalya'da yapılan bir çalışmada inek ve manda sütü karışımı ile yapılabildiği manda sütü Mozzarella'sı olarak satılan peynirlerde yapılan incelemede, inek sütü ilavesinin Avrupa Birliği yasalarına göre %1'i geçmeyecek şekilde olması gerektiği ifade edilmiştir (Enne ve ark. 2005).

2.3. Mikrobiyolojik özellikler

Coppola ve ark. (1988) manda sütünden yapmış oldukları Mozzarella peynir örneklerinde termofilik laktobasillerin sayısını 7×10^7 kob/g, termofilik streptokokların sayısını $7,5 \times 10^8$ kob/g olarak bulmuşlardır.

Tekinşen (1997) Civil peynirinde laktobasiller grubu mikroorganizma sayısını $2,36 \times 10^7$ - $4,17 \times 10^8$ kob/g saptamıştır.

Beyaz peynirde olgunlaşmanın başlangıcında laktobasillerin sayısı 2×10^2 kob/g, streptokokların sayısı $6,4 \times 10^8$ kob/g iken, 60.günde laktobasillerin sayısı $4,1 \times 10^4$ kob/g, streptokokların sayısı 2×10^4 kob/g'a düşmüştür (Akgün 1995).

2.4. Duyusal özellikler

Bhaskaracharya ve Shah (1999) Mozzarella peynirinde tekstürel yapıyı inceledikleri çalışmada, peynirlerde Instron Universal Test Makinesi ile sertlik, esneklik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik ölçümü, nem ve yağ analizleri yapmışlardır. Genel olarak sertlik, nem miktarının artmasıyla azalmıştır. Esneklik yağ oranıyla birlikte artış göstermiştir.

Metzger ve ark. (2001) az yağlı Mozzarella peynirinin depolama süresince fizikokimyasal özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, renk değerlerinin depolama süresince düşüş gösterdiğini ve bu azalmanın peynirin serum fazında zamana bağlı değişimden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca tekstür değerlerinde de zamana bağlı bir düşüş görülmüştür.

Pilcher ve Kindstedt (1990) 22 pizza restoranından temin ettikleri Mozzarella peynirlerinin kalite özelliklerini incelemişlerdir. İncelenen örneklerin %55'inde kötü dilimlenme özelliği, %67'sinde aşırı yağ ayrılması, %67'sinde çorba gibi erime, %50'sinde yanma görülmüştür.

Pastorino ve ark. (2002) sıcaklığın yağsız Mozzarella peynirinin yapı ve parlaklığı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; direkt asitlendirme yöntemiyle üretilen peynirler, cam şişelerde 10°C ve 50°C'ye ısıtılmış ve renk ölçümü yapılmıştır. 50°C'ye ısıtılan peynirlerin rengi daha parlak bulunmuştur. Bu çalışmada ısıl uygulamanın, peynir matriksinde protein interaksiyonlarına yol açarak peynirin opaklığını etkilediği bildirilmiştir.

Guinee ve ark. (1998) pizza yapımında kullanılan farklı peynirlerin özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında; çeşitli yerel süpermarket ve fabrikalardan temin ettikleri ticari Cheddar, düşük nemli Mozzarella peyniri ve pizza peyniri analoglarını temel bileşim, proteoliz, 2,3 MPa hidrolik basınç altında ayrılabilir serum ve yağ seviyesi, serum kompozisyonu, fonksiyonel (erime süresi, akışkanlık, esneklik, viskozite) ve viskoelastik (reometre ile) özellikler açısından karşılaştırmışlardır. Düşük nemli Mozzarella peynirinin olgunlaştırılmış Cheddar ile yer değiştirmesi uzayabilirlik ve çiğnenebilirliği azaltırken, aşırı akışkanlık sağlamıştır. Benzer şekilde Mozzarella peynirinin kısmi olarak pizza peyniri analoglarıyla yer değiştirmesi peynirin esnekliğini azaltırken akışkanlık ve çiğnenebilirlik özelliklerini kullanılan pizza peynirinin formülasyonuna bağlı olarak değiştirmiştir. Bu yüzden, pizza ana

malzemesi olarak kullanılmak üzere farklı peynir çeşitlerinin karıştırılmasında peynirlerin fonksiyonel, biyokimyasal ve viskoelastik özelliklerinin dikkate alınması önerilmiştir.

Joshi ve ark. (2003) kalsiyumun, yarım yağlı Mozzarella peynirinin fonksiyonel özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, kalsiyum oranının %25, 35 ve 45 seviyesinde azaltılması eriyebilirliği 1,4; 2,1 ve 2,6 kat artırmıştır. Düşük kalsiyumlu peynirler daha düşük sıcaklık ve sürelerde erime ve yumuşama göstermiştir ve proteoliz oranları yüksek çıkmıştır. 30 günlük soğukta depolama sonrasında erime alanı, akışkanlık, çözünür protein miktarları artarken, erime süre ve sıcaklıkları düşüş göstermiştir. Kalsiyum miktarının azaltılması, Mozzarella peynirlerinde arzu edilen eriyebilirlik özelliklerinin kazanılması için üreticilerin 15-20 günlük bir proteoliz süresini beklememesi avantajını sağlamıştır.

Rudan ve ark. (1998) tarafından yapılan çalışmada, yağsız sütü homojenize edilmemiş %40 yağlı krema ile standardize ederek 4 farklı yağ oranına sahip (%5, 10, 15, 25) Mozzarella peyniri üretmişlerdir. Yağ miktarı azaldıkça peynirin beyazlığı ve opaklığı, pizza pişirme performansı, eriyebilirlik ve serbest yağ oluşumu azalmıştır. Araştırmacılar, verimin artırılması için, peynirin yağ oranı azaltıldığında, nem kontrolü ve kuru maddenin serum fazında kalma durumunun, peynirde kalan yağ miktarının artırılmasından daha fazla önem taşıdığını bildirmişlerdir.

Wang ve Sun (2002) pişirme koşullarının peynirin erime karakteristikleri üzerine etkisini bir bilgisayar görüntüleme teknolojisi ile ölçmüşlerdir. Bu yöntem hem Mozzarella hem de Cheddar peyniri için uygun bulunmuştur. Pişirme süresi (0-20 dak) ve sıcaklığının (70-200°C) Cheddar ve Mozzarella peynirinde erime derecesi ve erime oranı üzerine etkisini incelemişler ve her iki peynirin erime özelliklerini karşılaştırmışlardır. Her iki peynir de pişirmenin başlangıç aşamasında hızla erimiş ve 3-4 dakika içinde erime yavaşlamıştır. Maksimum erime derecesi ve oranı 130-160°C'de görülmüştür. Yüksek pişirme sıcaklık ve süreleri erimeyi azaltmıştır. Tüm pişirme sıcaklıklarında Cheddar peyniri, Mozzarella peynirinden daha fazla ve hızlı erimiştir.

Wang ve ark. (1998) yarım yağlı Mozzarella peynirinin pizza sosu ile muamelesi süresince erime oranı ve kompozisyonundaki değişiklikleri incelemişlerdir. Peynirlere sos ilave edildikten sonra buzdolabında 4°C'de 1, 2, 4, 8 ve 12. günlerde pH, nem, tuz ve kalsiyum içerikleri değerlendirilmiştir. Nem içeriği artmasına rağmen pH, tuz ve kalsiyum içeriklerinde önemli

bir düşüş olmuştur. Kontrol peynirleriyle karşılaştırıldığında, 12. günde pizza sosu ile muamele edilmiş peynirde %50 erime kaybı olmuştur.

Fernandez ve ark. (2002) 3, 6 ve 9 aylık periyotta olgunlaştırılan çiğ süt ve pastörize süttten yaptıkları peynirin duysal değerdendirmesi 14 eğitimli kişi ile yapılmış olup, çiğ süttten yapılan peynirde, 6 aylık olgunlaştırma sonrası duysal değerdendirmedeki beğeni daha yüksek bulunmuştur.

Araştırmacılar Cheddar peynirinde duysal test ve tekstür cihazı ile yapılan çalışmalarda sertliğin en önemli özellik olduğuna karar vermişlerdir (Brennan ve ark. 1970).

Chen ve ark. (1979)'nın yapmış oldukları çalışmada piyasadan satın alınan 11 çeşit peynirde tekstürel özellikler (katılık, yapışkanlık, uzama) incelenmiştir. Mozzarella peynirinin uzama özelliği birinci sırada, sertlik özelliği 6. sırada, yapışkanlık özelliği 3. sırada bulunmuştur.

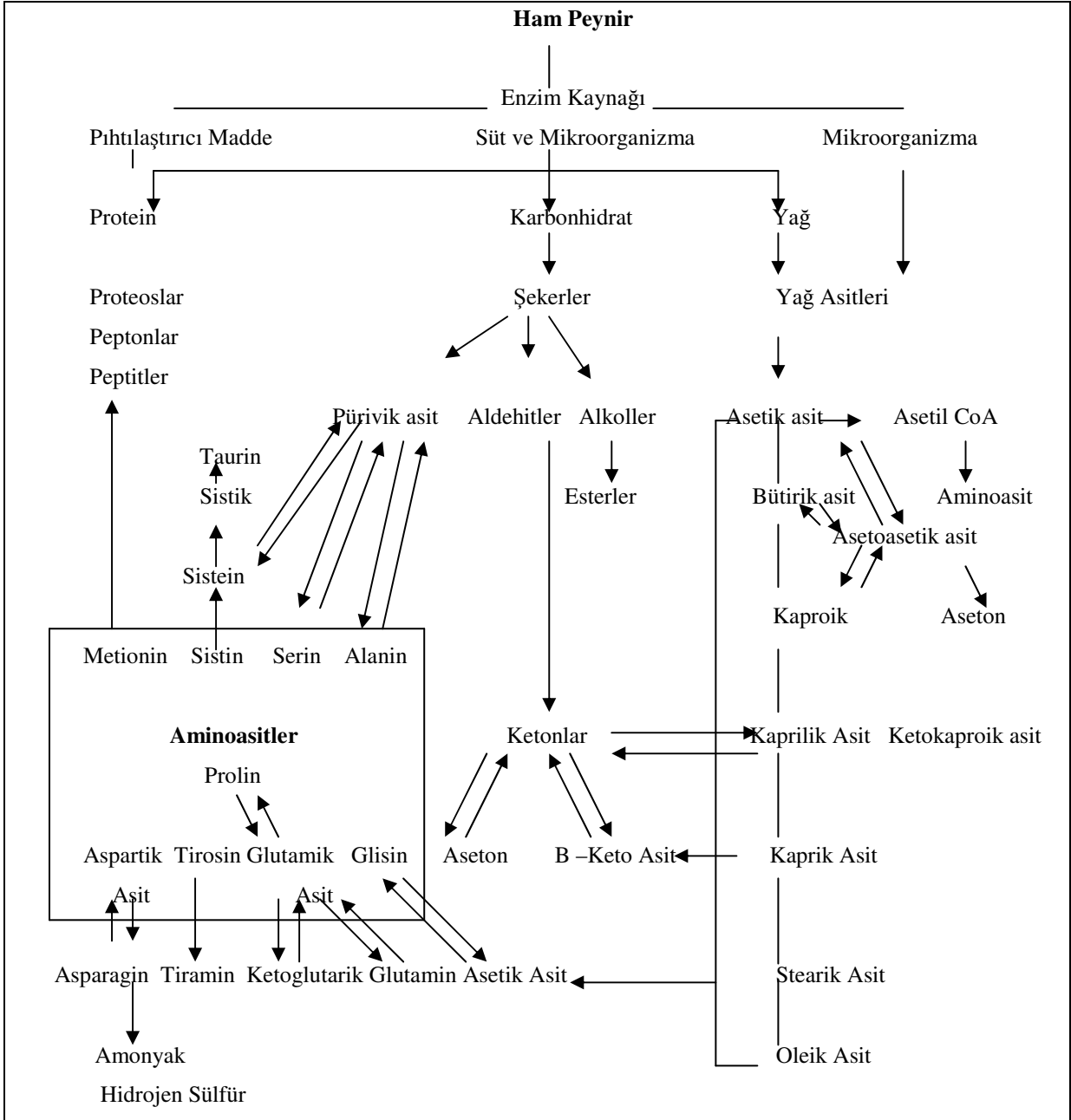
2.5. Aroma

Aroma tek başına “flavor” terimine karşılık gelmez. Çeşitli dillerdeki flavor tanımını bunun aromadan daha farklı bir kavram olduğunu ortaya koymaktadır. Buna göre flavor “ bir ürünün aynı anda koku ve tat olarak verdiği nitelikler topluluğudur” denebilir. Aroma, bir ürünün kokuya ilişkin özellikleri olup, tüketimi sırasında ağzın gerisinde ve geniz boşluğundaki koku alma tomurcukları tarafından zaptedilen karakteristik ve hoşça giden kokusudur. Dilimizde çoğu kez aroma maddesi olarak bilinen bu bileşiklerin tat-koku verici veya lezzet verici maddeler şeklinde isimlendirilmesi daha doğru olacaktır (Saldamlı 1985).

Aroma uçucu ve aromatik bileşiklerin çok karmaşık bir kompleksinden oluşmaktadır. En basit “flavor”da 50-200 uçucu bileşiğin bir arada insan üzerinde bıraktığı etki, o gıdanın karakteristik aromasını bir bütün olarak temsil eder. “Flavor” bakımından kompleks olan gıdalar, örneğin Maillard reaksiyonuyla sonuçlananlar, 800 ve daha fazla aroma bileşeni içerebilmektedir (Reineccius 1993). Tat ve koku maddeleri gıdanın tipik karakterini oluşturan bileşiklerdir. Çok eski dönemlerden beri bu nitelik, tüketicinin gıdayı seçiminde en etkin rolü oynarken, bugün gelişen teknolojiye rağmen güncelliğini korumaktadır. Bunun yanı sıra doğal ve yapay yollardan üretilmiş tat ve koku maddelerinin gıdalara bazı özellikler kazandırmak

amacıyla tek başına veya diğer maddelerle birlikte katıldıkları da bilinmektedir (Saldamlı 1985).

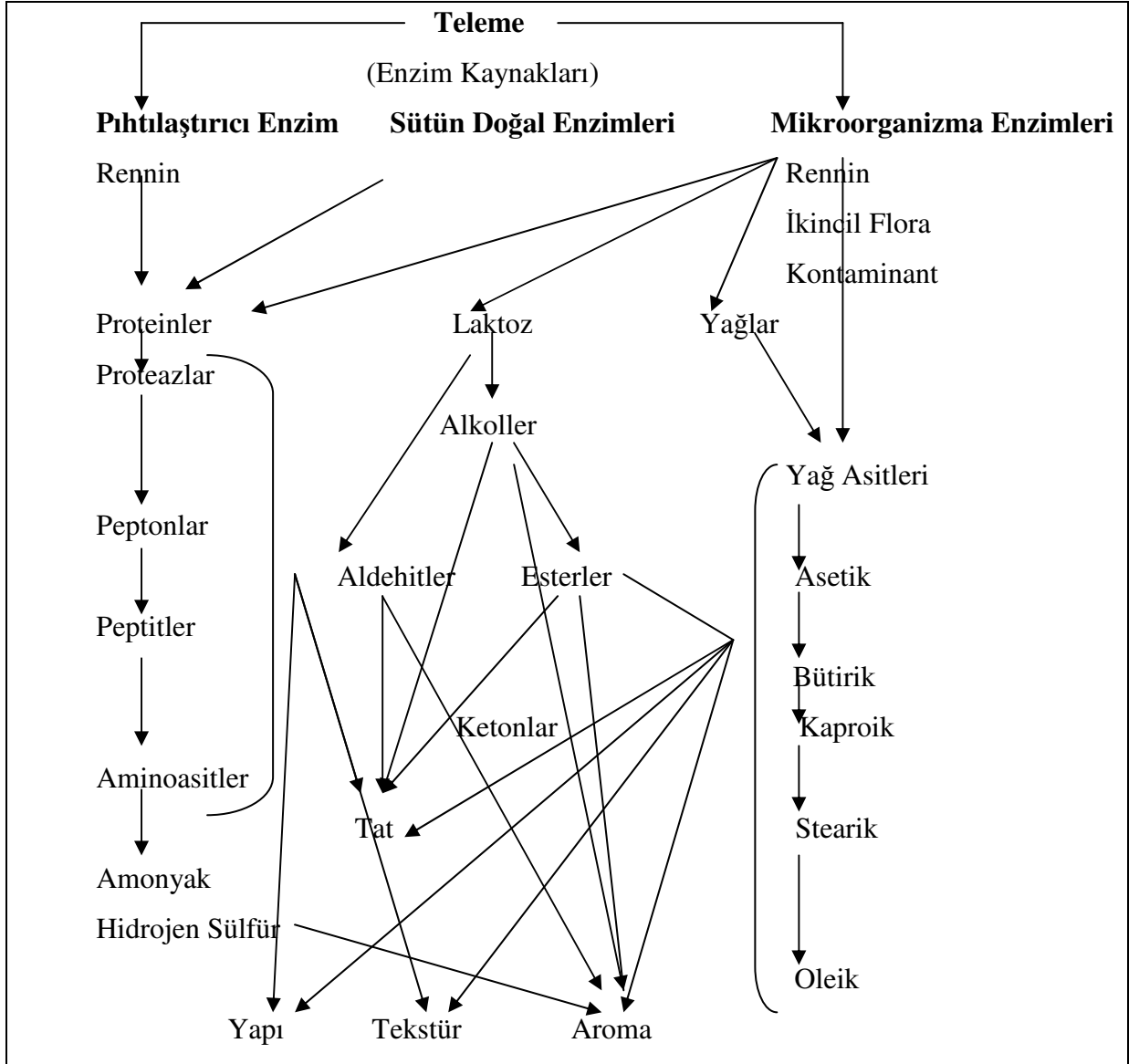
Peynirin aroma bileşenleri genel olarak protein, karbonhidrat ve yağların parçalanması sonucu oluşan kokulu bileşikler olup bu yüzden aromaya katkıda bulunan bileşikler son derece çeşitlidir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Genel olarak olgunlaşma sırasında meydana gelen bileşenlere toplu bir bakış (Tekinşen 1997).

Olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar hemen hemen tüm peynir tiplerinde, öncelikle laktozun yaklaşık %90'nın laktik aside dönüştüğü homofermentatif laktik asit fermentasyonu ile gerçekleşir. Laktoz, laktik asit bakterilerinin oluşturduğu laktaz (β galaktosidaz) enzimi ile önce glukoz ve galaktoza parçalanır, daha sonra glukoz laktik aside dönüşür. Bu değişim, homofermentatif laktik asit bakterilerinin, Embden-Meyerhof Parnas (EMB) fruktoz-1,6 difosfat metabolik yolunu izleyerek, 6 karbon atomundan oluşan glukoz molekülünün 3 karbon atomlu pürivik asit ve ardından laktik aside dönüştürmesiyle gerçekleşir. Ancak, ortamda heterofermentatif laktik asit bakterilerinin bulunması halinde söz konusu bakteriler, glukozun yıkımında EMB metabolik iz yolu yerine fosfoketolaz glikolitik izyolunu kullanırlar ve dolayısıyla laktik asidin yanı sıra asetik asit, etil alkol ve CO₂ ile iz miktarda propiyonik asit, formik asit, asetaldehit ve diasetil gibi ürünler oluşabilir. Katabolizma peynirin teknede işlenmesiyle başlar ve teleme kalıplandıktan 4-6 saat sonra şekerin tamamı hidrolize olur ve olgunlaşmanın ilk 24-48 saatinde büyük bir bölümü laktik aside dönüşür. CO₂ oluşumu Emmental gibi peynirlerde tipik olmasına rağmen, deliksiz çeşitlerde istenmez (Üçüncü 2005). Peynirin kalite özelliklerinin oluşumunda etkili olan enzimatik aktivite Şekil 2.2'de gösterilmiştir.

Peynirin yağ içeriği hem görünüşünde hem de tat ve aromasında etkilidir. Peynirde çeşni verici bileşiklere (yağ asitleri) veya dolaylı (metil ketonlar, laktonlar, esterler şeklinde) katkıda bulunur. Ayrıca çözücü olarak da görev yapar. Peynirdeki lipid yükseltgenmesinin derecesi sınırlıdır; bu peynirin düşük redoks potansiyelinden ve doğal antioksidanların varlığından kaynaklanmaktadır. Lipoliz sonucu açığa çıkan yağ asitleri özellikle sert İtalyan ve küf ile olgunlaşan peynirlerin aromasına doğrudan katkıda bulunmaktadır (Adda 1986, Hammond 1989, İnal ve ark. 1990, Kosikowski ve Mistry 1997).



Şekil 2.2. Peynirin olgunlaşmasını doğrudan etkileyen enzimatik aktivite bağlamında peynirin kalite özelliklerinin oluşumu (Fox 1999)

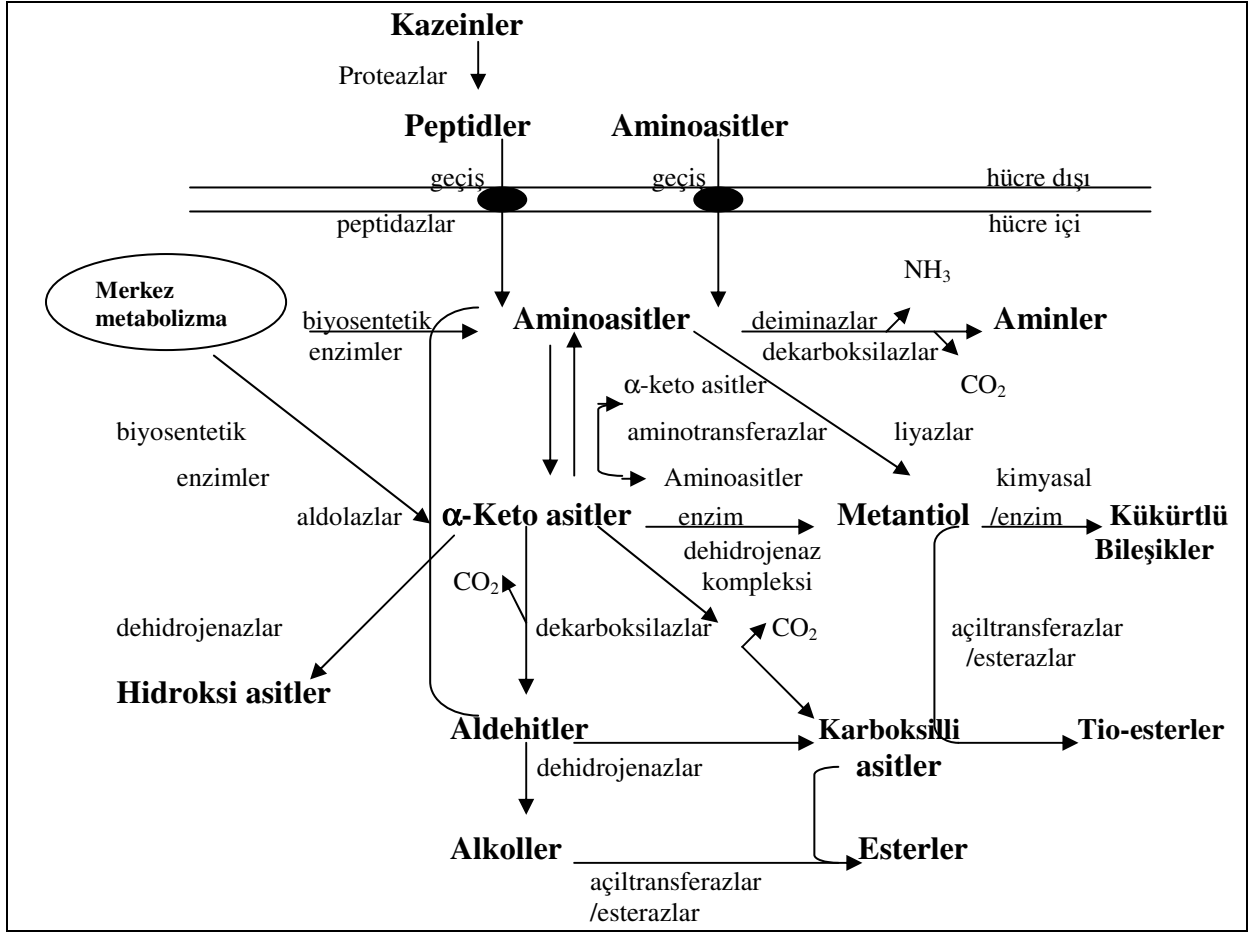
Proteoliz, olgunlaşmanın ilk kademelerinde peynir yüzeyinin yumuşamasından sorumlu olan bir olaydır aminoasitler ve peptidlerin oluşumu yoluyla peynir aromasının gelişimine etki eder. Proteoliz, peynir yapımında sütün koagülasyonu için kullanılan mikrobiyel proteinazlar ile rennet, sütün kendi yapısında bulunan enzimler, starter kültürden kaynaklanan proteinaz-peptidaz sistemleri gibi etkenler tarafından gerçekleştirilir (Üçüncü 2005). Proteolizin oluşma oranı Mozzarella peynirinde çok sınırlıdır. Yapılan bir çalışmada, starter kullanılmadan veya proteinaz-pozitif (pr⁺) veya proteinaz-negatif (pr⁻) *Lactococcus lactis* ssp.cremoris ile yapılan Cheddar peynirlerindeki proteoliz ve aroma gelişimi olgunlaşma sırasında incelenmiştir. Küçük peptidler ve aminoasitler starter enzimlerle üretilmiştir. Kimyasal olarak asitlendirilmiş peynirlerin aroma yoğunluğu ve aromanın kabul edilebilirliği oldukça düşük bulunmuştur. Pr+ starterle yapılan peynirler en kaliteli aroma profilini sağlamıştır (Lane ve Fox 1997).

Peynirde serbest aminoasitler proteolizin son ürünleridir. Aminoasitlerin yıkılması peynirde aroma bileşenlerinin oluşmasında en büyük reaksiyon dizisidir. Aminoasit yıkılması iki yoldan ilerlemektedir. Birincisi temelde metiyonin için gözlenmekte olup, eliminasyon tepkimesi ile başlamakta ve kükürt içeren önemli aroma bileşiklerine dönüşmektedir. İkinci yol transaminasyon tepkimesiyle başlamakta olup bütün aminoasitlerin LAB tarafından bozunması için ana yıkılma yoludur. Oluşan α -keto asitler bir veya iki ilave adım sonucunda çeşitli aroma bileşiklerine dönüşmektedir. Bazı önemli aminoasitlerin parçalanmasından oluşan alkol, aldehit ve asitler Çizelge 2.2'de gösterilmiştir. Bütün bu bileşiklerin oluşmasında rol alan enzimler ile optimum çalışma koşulları da araştırılmıştır (Yvon ve Rijnen 2001).

Çizelge 2.2. Dallanmış zincirli ve aromatik aminoasitler ile metiyoninden türeyen önemli aroma bileşenlerinin adı ve kimyasal kaynakları (Yvon ve Rijnen 2001)

Aminoasitler	Aldehitler	Alkoller	Karboksilli asitler	Tiyol/türevleri
Lösin	3-metilbütanol veya izovaleraldehit	3 metilbutanol	3-metilbutanoik asit veya izovalerik asit	
İzolösin	2-metilbutanol	2 metilbutanol	2-Metilbutanoik asit	
Valin	2-Metilpropanal veya izobutiraldehit	2 metilpropanol	2-Metilpropionik asit veya izobutirik asit	
Fenil alanin	Fenilasetaldehit, benzaldehit(-2C)	Feniletanol	Fenil asetik asit	
Tirozin	OH-Fenilasetaldehit, OH-benzaldehit(-2C)	OH-Feniletanol	OH-Fenil asetik asit	<i>p</i> Krezol, fenol
Triptofan	İndol-3 asetaldehit, İndol-3-aldehit	Triptofol	İndol-3- asetik asit	Skatol, indol
Metiyonin	3-metiltiyopropanal veya metiyonal	3 metiltiyopropanol	3-Metiltiyopropionik asit	Metantiyol

Yapılan bir çalışmada dokuz adet olgun Cheddar peynirinden izole edilen 152 adet laktik asit bakterisinin %55'lik bir kısmının protein hidrolizatları ile serbest aminoasitleri parçalayabildiği bulunmuştur. Aminoasit bozunmasının katabolik ürünlerinin Cheddar aromasından sorumlu olduğu düşünülse de bir çok peynir türünde küçük peptitlerin ve serbest aminoasitlerin aromaya katkısı unutulmamalıdır (Williams ve ark. 2001). Aroma bileşiklerine gidişin genel özeti Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Hücre içi aminoasitler ve α-keto asitlere dönüşümün ve potansiyel aroma bileşiklerine gidişin genel özeti (Altun 2003)

Aminlerin peynir aromasının önemli bileşenleri oldukları bilinse de bazıları acılığa neden olabilmektedir. Pek çok peynirdeki birincil aminler tiramin ve triptamindir. Laktobasiller ile aşıl原因 peynirlerdeki tiramin ve histamin konsantrasyonları kontrol peynirlere oranla iki kat daha yüksek bulunmuş, buradan da laktobasillerin dekarboksilazlarının bu aminlerin meydana gelmesinde büyük bir rol oynadığı ortaya çıkmıştır (Fox ve Wallace 1997).

Serbest aminoasitlerden aldehitlerin oluşumu dekarboksilasyon, deaminasyon, transaminasyon veya Strecker bozunmasıyla sonuçlanabilir (Dunn ve Lindsay 1985). Serbest bir aminoasidin enzimatik olarak kataliz edilen transaminasyonu Strecker reaksiyonu veya dekarboksilasyon tarafından bozulan bir ara ürünün oluşması ile sonuçlanır, bu da aldehit oluşumuyla biter.

Aroma izolasyon yöntemlerinden biri olan destilasyon yöntemi aroma ekstraksiyonunun temel yöntemi olup aynı zamanda kalite kontrolü amacıyla esansiyel yağların ekstraksiyonu için tercih edilmiş resmi standart yöntemdir. Sulu destilasyon yöntemi Clevenger destilasyonu ya da su buharı destilasyonundan biri kullanılarak uygulanabilir. Her iki yöntemde de uçucu bileşenlerin buharları su buharı tarafından yoğunlaştırıcıya taşınmaktadır. Yoğunlaşma sonucunda yağca ve suca zengin iki tabaka meydana gelmekte ve birbirlerinden dekantasyon ile ayrılmaktadır. Sulu destilasyonun iki şekli sırasında örnek 100°C'ye yakın sıcaklıklara maruz kalmakta olup sıcaklığa duyarlı bileşenlerin değişmesi ve hatta bozulması söz konusudur. Kaynar sıcaklığa yakın suyla uzun süreli temas etmekle esterlerin hidrolizi, aldehitlerin polimerleşmesi veya diğer bileşenlerin bozunması ortaya çıkabilir (Reineccius 1993).

Moleküler destilasyon'da ise bitkisel materyalde veya aroması elde edilecek maddede ısı işleme karşı dayanıklı olmayan, yüksek molekül ağırlıklı veya yüksek vizkoziteye sahip maddeler bulunduğu biliniyorsa bu yöntemin kullanılması tavsiye edilir. Endüstride balık yağlarının toksinlerden arındırılmasında kullanıldığı bilinmektedir (Anon. 2003).

Peynirin aroma bileşenine sütün orijini, çeşidi, ilave edilen starter kültür miktarı ve tipi, üretim koşulları, olgunlaşma sıcaklığı ve süresi gibi bir çok faktör etki etmektedir (Fernandez ve ark. 2002, Moio ve ark. 2006). Ayrıca belirtilmesi gereken diğer bir nokta da sürekli destilasyon ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen aroma bileşenlerinin bütün aroma profilini temsil edememesi nedeniyle ilave olarak headspace gibi yöntemlerle kombine edilme

zorunluluğu vardır. Headspace yöntemleri yalnızca en uçucu bileşenlere karşı hassasken, sürekli destilasyon ekstraksiyon yöntemiyle bir dereceye kadar yakalanabilmektedir (Collin ve ark. 1993, Godefroot ve ark. 1981).

Aroma analizi için kullanılan teknikler klasik (enstrümantal analiz) ve modern (ilgili maddelerin duyuşsal analizleri de yapılır) olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir. Geleneksel analiz tekniklerinde GC, GC-MS, LC-MS ve bunlara bağılı diğer kromatografik analiz teknikleri kullanılmaktadır (Altun 2003). Modern analiz tekniklerinde ise; 1990'ların başından beri, aroma bileşiklerinin gıdadaki ve ağızdaki salınmasına dayalı analiz araştırmaları devam etmektedir. (Stephan ve ark. 2000).

Gasperi ve ark. (2000) Mozzarella peynirinde aroma profilini, duyuşsal analiz ve kütle spektrometresi ile ölçerek değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada proton transfer kütle spektrometresi ile 36°C'de bekletilen Mozzarella peynirlerinin tepe boşluğunda bulunan uçucu organik bileşenlerin ölçümünü yaparak 8 uzman panelistin katıldığı duyuşsal analiz sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. Veriler, en uygun enstrümantal parametrelerin tanımlanması, spektral yorumlama ve örnek hazırlama gibi cevapsız kalan bir takım sorulara rağmen duyuşsal analiz sonuçlarına benzer bulunmuştur .

Mauriello ve ark. (2003) geleneksel manda sütü Mozzarella'sı üretiminde kullanılan doğal peynir altı suyu kültürlerinin coğrafik orijinin aroma ve bakteriyolojik kompozisyon üzerine etkisini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar, aroma bileşenleri ve mikrobiyotanın coğrafik bölgelere göre değıştığını göstermiştir. Bu sonuçlar manda sütü Mozarellası gibi tipik süt ürünlerinin moleküler karakterizasyon ile izlenebilirliğinin mümkün olduğunu göstermiştir.

Rankin ve ark. (2005) ortalama nemi %46-49, yağı %23-25, proteini %20-22 olan Minas peynirlerinde, uçucu aroma bileşiklerini dinamik head-space tekniğı ile GC-MS'de analiz etmişlerdir. Toplam 54 bileşik bulunmuş olup, bunlar yağ asitleri (11), alkoller (14), aldehitler (5), ketonlar (6), terpenler (8) ve laktonlar (2) olarak bildirilmiştir.

Carpino ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmada sıcak suda plastiye edilen peynir grubundan olan Ragusano peynirlerine özgü 8 farklı aroma bileşeni bulmuşlardır. Bunlar aldehitler (2), esterler (2), sülfür bileşiğı (1), terpenoidler (3) olarak tanımlanmıştır.

Çiğ ve pastörize koyun sütünden yapılan Manchego peynirlerinde olgunlaşma periyodu boyunca uçucu aroma bileşiklerine bakılmış olup, 83 adet bileşen tespit edilmiştir. Çiğ süttten yapılan peynirlerde aroma yoğunluğu esterlerle, dallanmış aldehitlerle, pastörize süttten yapılan peynirlerde ise esterlerle, aldehitlerle, 2-metil keton ve 2-alkonol ile ilişkilendirilmiştir. Diasetil pastörize süttten yapılan peynirlerde aroma kalitesini negatif yönde etkilemiştir (Fernandez ve ark. 2002).

Altun (2003) yapmış olduğu çalışmada beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma süresince aroma profilini incelemiştir. Bu aroma bileşenleri alkoller (5), ketonlar (10), esterler (4), aldehitler (9), asitler (10), laktonlar (3), hidrokarbonlar (7) ve tanımlanamayan (15) olarak ifade edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Peynir üretimi özel bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Trakya Bölgesi'nde Kasım ve Ocak ayları arasında süt toplama merkezlerinden, süt tankeriyle alınan çiğ inek sütü örnekleri işletmeye soğuk zincir şartlarında getirilmiştir. Anadolu mandası olarak bilinen mandalardan alınan çiğ süt örnekleri ise, Tekirdağ'ın Saray ilçesi Bahçeköy'de elle ve İstanbul'un Silivri ilçesi Balamandıra köyünde otomatik sağım makinası ile sağılıp, kapaklı paslanmaz özel çelik güğümlerle soğuk zincir şartlarında işletmeye getirilmiştir. İşletmeye sabah getirilen çiğ inek ve manda sütleri aynı gün üretime hazırlanmıştır.

Mayasan A.Ş. (Türkiye) firması tarafından temin edilen ve *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus debrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*'dan oluşan dondurularak kurutulmuş ticari termofilik peynir kültürü ile Maysa Gıda A.Ş. (Türkiye) firması tarafından üretilen ticari peynir mayası (kimosin/pepsin oranı: 85/15) kullanılmıştır. Üretimde yerel piyasadan temin edilen sofralık tuz kullanılmıştır.

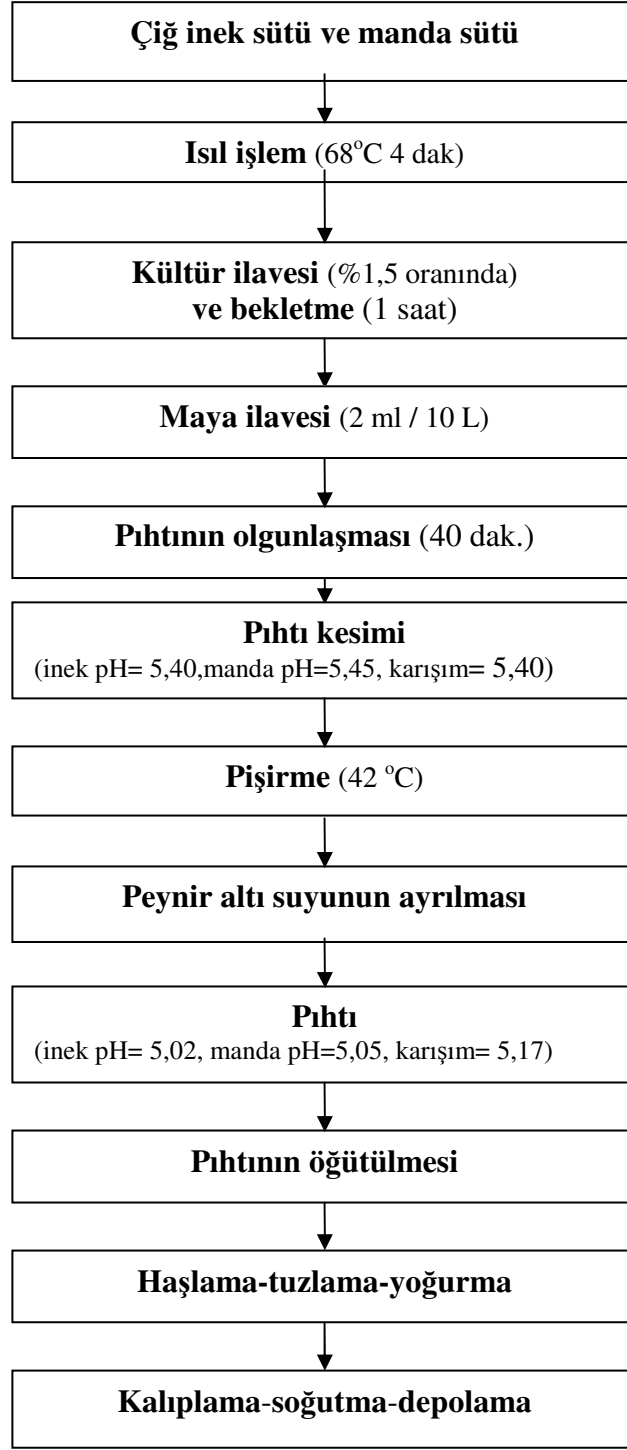
Üretim sonrası peynirler PA/PE plastik ambalaj malzemesi ile vakumlu ambalajlama sistemi kullanılarak paketlenmiştir.

3.2. Yöntem

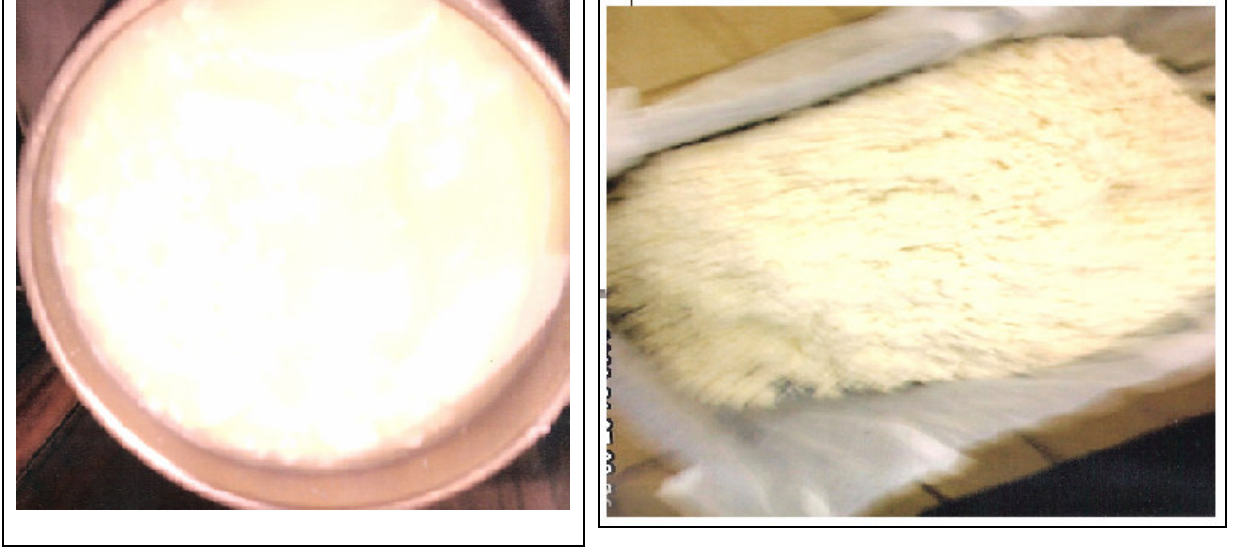
3.2.1. Mozzarella benzeri peynirin üretimi

Araştırmada, inek ve manda sütünden Mozzarella benzeri peynirlerin üretiminde; Anon. (1999) da belirtilen yöntem modifiye edilmiş olup, üretim öncesi ön deneme üretimi yapılarak üretim parametreleri oluşturulmuştur. Peynir örneklerinin üretimi üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1).

Isıl işlem çiğ inek sütüne (%100), manda sütüne (%100) ve inek-manda sütü karışımına (%50 + %50) özel kaplarda ayrı ayrı 68°C'de 4 dak. uygulandıktan sonra, bu sütler 42°C'ye soğutulup, starter kültür yaklaşık % 1,5 oranında ilave edilmiştir. 1 saat mayalanma süresinden sonra 37°C'ye soğutulan sütlere 1/16.000 kuvvetindeki peynir mayası (10 L süte 2 mL ilave edilecek şekilde) konulmuştur. Sıcak buhar eşliğinde sıcaklık 42°C ye çıkarılarak 40 dakika bekletilmiştir. Pıhtı kesim olgunluğuna geldikten sonra, her peynir için belirlenen pH değerine ulaşıldığında (inek sütünden üretilen peynirler pH 5,40, manda sütünden üretilen peynirler pH 5,45, manda-inek sütü karışımından üretilen peynirler pH 5,40) pıhtı kesimi 1,5-2 cm boyutlarda olacak şekilde 5 dakika içinde yapılmıştır (Şekil 3.2). Yaklaşık 5 dakika kendi haline bırakılarak pıhtı tanelerinin çökmesi sağlanmıştır. Daha sonra peynir altı suyu ayrılarak içinde tülbent olan teleme tankına alınıp, pıhtı öğütülmüştür ve üzeri örtülerek 42°C de sıcak ortamda belirlenen pH değerine gelinceye kadar (inek sütünden üretilen peynirler pH 5,02, manda sütünden üretilen peynirler pH 5,05, manda-inek sütü karışımından üretilen peynirler pH 5,17) bekletilmiştir (Şekil 3.3). Bu arada haşlama suyu sıcaklığı 75-80°C, tuz oranı Bome 5 olacak şekilde ayarlanmıştır. Peynirler süzgeç şeklinde paslanmaz tabla içinde, kürekle karıştırılarak 1-2 dak. haşlanmıştır ve peynirin uzaması elle kontrol edilmiştir (Şekil 3.4). Daha sonra hamur şeklinde 5-6 dakika yoğrularak 2 kg'lık kalıplara konulup, yaklaşık 4-5 saat oda sıcaklığında bekletilip, 4°C'deki soğuk odada aralıklarla ters düz edilerek dinlendirilmiştir. Yaklaşık 1 gün sonra 200 g'lık parçalara ayrılıp vakumlu ambalajlama sistemiyle ambalajlanıp buzdolabı sıcaklığında (4°C'de) muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Mozzarella benzeri peynirin üretim akım şeması (Anon. 1999)



Şekil 3.2. Pıhtı oluşumu ve pıhtı kesimi



Şekil 3.3. Örneklerin haşlanması ve elle kontrolü



Şekil 3.4. Yoğurma

3.2.2. Çiğ süt analizleri

Kimyasal analizlerde kullanılan süt örnekleri analize kadar özel numune kaplarında 4°C’de muhafaza edilmiştir. Süt örneklerinin pH tayini Metler Toledo 330 model pH metre ile ölçülerek, kuru madde tayini gravimetrik yöntem ile Anon. (1990)’a göre, yağ tayini Gerber metodu ile Anon. (1981)’e göre, özgül ağırlık tayini Laktodansimetre ile 15°C de Anon. (1981)’e göre, asitlik (% laktik asit) tayini titrasyon yöntemi ile Anon. (1981)’e göre, kül tayini gravimetrik yöntem ile Anon. (1981)’e göre, protein tayini Mikro Kjeldahl yöntemi ile IDF (1993)’e göre yapılmıştır.

3.2.3. Peynirin fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Analizlerde kullanılan peynir örnekleri analize kadar 4°C’de muhafaza edilmiştir. Peynir örneklerinde pH tayini Metler Toledo 330 model pH metre ile ölçülerek, kuru madde tayini gravimetrik yöntem ile IDF (1982)’e göre, yağ tayini Gerber metodu ile IDF (1996)’e göre, protein tayini Mikro Kjeldahl yöntemi ile IDF (1993)’e göre, kül tayini gravimetrik yöntem ile AOAC (1990)’a göre, asitlik (% laktik asit) tayini titrasyon yöntemiyle AOAC (1995)’e göre, tuz tayini titrasyon yöntemi ile %5’lik K₂CrO₄ indikatörü eşliğinde 0,1N AgNO₃ çözeltisi ile titre edilerek IDF(1988)’e göre yapılmıştır.

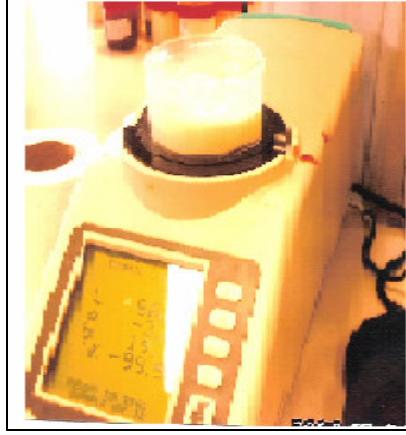
3.2.3.1. Erime Testi

Mozzarella benzeri peynirlerde eriyebilirlik ölçümünde Schreiber Testi modifiye edilerek kullanılmıştır. 10 mm yüksekliğinde 30 mm çapındaki peynir örnekleri kapaklı petri kutularına yerleştirilmiş ve 130°C sıcaklıkta 10 dakika tutulduktan sonra hemen oda sıcaklığına soğutulularak peynirlerin alanı ölçülmüştür (Kosikowski 1982). Eriyebilirlik seviyesinin değerlendirilmesinde alanların oranından erime derecesi ve erime oranı tespit edilmiştir (Wang ve Sun 2002).

3.2.3.2. Renk ölçümü

Oberg ve ark. (1991)’nın belirttiği yöntemle göre Hunter L.a.b sistemi cinsinden belirlenmiştir (Hunter LabScan XE Hunter Associates Laboratory, Amerika). Peynir örnekleri silindirik

kesilerek cam kabın içine boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Daha sonra bu cam kap cihaza yerleştirilerek cihazın kapağı kapatılıp okuma yapılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Peynir örneklerinin renk değerlerinin belirlenmesinde kullanılan cihaz

3.2.3.3. Tekstür analizi

Örneklerin sertlik değeri Steven LFRM Tekstür Analiz cihazı ile 4,4 mm silindir probu kullanılarak, 10 mm derinlik 2,0 mm/sn hızla ölçüm yapılarak belirlenmiştir (C. Stevens and Son Ltd Herefordshire, İngiltere). Yaklaşık 150g peynir yüzeyi üzerinde yapılan ölçümlerin ortalaması alınmış olup elde edilen değerler gram olarak belirtilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Peynir örneklerinin tekstür (sertlik) değerlerinin belirlenmesinde kullanılan cihaz

3.2.4. Haşlama suyu analizleri

Kimyasal analizlerde kullanılan haşlama suyu örnekleri analize kadar özel numune kaplarında 4°C’de muhafaza edilmiştir. Örneklerin pH, kuru madde, yağ, özgül ağırlık, asitlik, kül ve protein tayini sütte belirtilen metodlara göre, tuz tayini ise peynirde belirtilen yöntemle yapılmıştır.

3.2.5. Pizza pişirme deneme metodu

Pizza örnekleri özel bir pizza üretim firmasının fırınında pişirilmiştir. Pizza hamuru üzerlerine rendelenmiş şekilde 90 g peynir konularak 235°C’de 6 dak. 20 sn pişirilmiştir.

3.2.6. Peynir ve pizza örneklerinin duyu özelliklerinin belirlenmesi

Peynir ve pizza örneklerinin duyu özelliklerinin değerlendirilmesi Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarından oluşturulan 10 kişilik bir panelist grup ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizlerde Coppola ve ark. (1990) ve Anon (2007)’deki duyu test parametreleri modifiye edilerek Çizelge 3.1 ve 3.2’deki puan kartları kullanılmıştır. Farklılıklar bir skala üzerinde puanlama sistemi ile belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Peynir örneklerinin duyu değerlendirmesinde kullanılan analiz formu

Ürün	0-5 arası hissedilen değer		
Görünüm (Genel görünüş vb)	0	5	10
Yapı ve kıvam (sertlik, lifli esnek yapı vb)	0	5	10
Lezzet (tatlı, aroma, acılık vb)	0	5	10

Çizelge 3.2. Pizza örneklerinin duyuusal değerlendirilmesinde kullanılan analiz formu

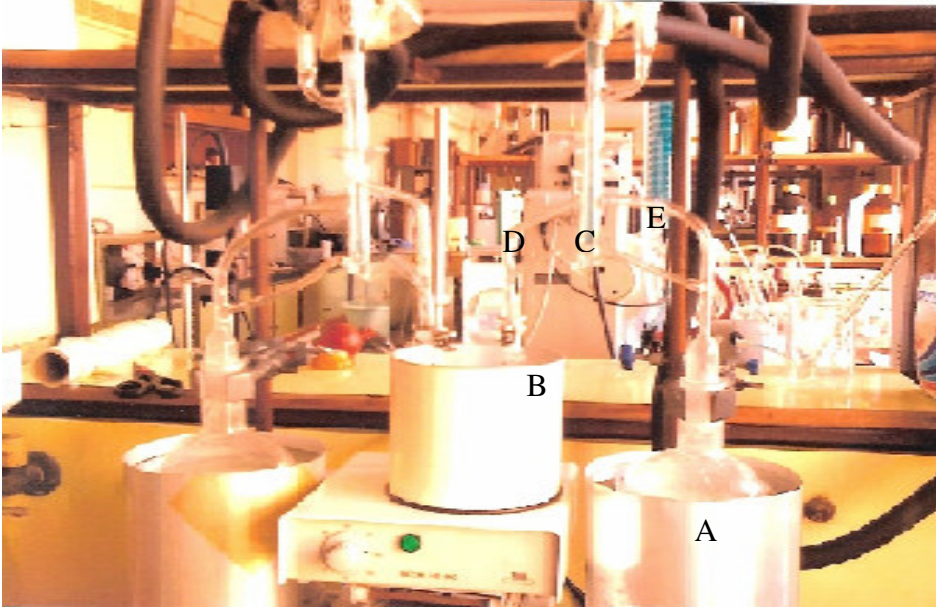
Ürün	0-5 arası hissedilen değer		
Erime –uzama	0	5	10
Lezzet (tatlı, aroma, acılık vb)	0	5	10

3.2.7. Mikrobiyolojik analizler

Raf ömrü boyunca peynir örneklerinde bulunan LAB'nin sayılarının belirlenmesinde laktobasiller için MRS Agar (37°C'de 48-72 saat inkübasyon), streptokoklar için M17 Agar (35°C'de 48 saat inkübasyon) kullanılmıştır (Lopez –Diaz ve ark. 2000).

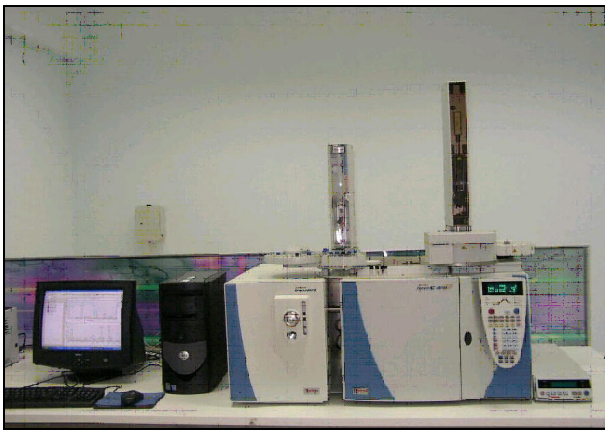
3.2.8. Aromatik maddelerin belirlenmesi

Buchgraber ve Ulberth (1999)'nın belirttikleri metot modifiye edilerek kullanılmıştır. 150 g peynir, üzerine destile su ilave edilerek blender vasıtasıyla iyice parçalanıp ayran kıvamına getirildikten sonra 1000 mL'lik A balonuna aktarılmıştır. Blender birkaç kez iyice yıkandıktan sonra bütün yıkama suları A balonunda toplanmıştır. A balonundaki son destile su hacmi 500 mL'yi geçmeyecek şekilde ayarlanmıştır. Uygun bir iç standart (nonadekan) içeren 0,5 mL hacmindeki diklorometan ve 3,5 mL diklorometan çözücü olarak B balonuna ilave edilmiştir. A ve B'ye temiz kaynama boncukları konulmuştur. Sisteme monte edilmiştir. Buhar geçişini sağlayan kollara ısı izolasyonu yapılmıştır. C olarak gösterilen, cihazda karışmayan fazın oluştuğu kısımda iki fazlı bir sistem oluştuğunda, 90°C lik su banyosuyla B balonu ısıtılarak diklorometanın geri soğutucu altında destilasyonu başlatılmıştır. Diğer taraftan 123°C 'lik silikon yağı banyosu ile A balonu ısıtılarak, aroma, çözücü ve su buharı geçişi sağlanmıştır. Bu buharlar, içinden buzlu su dolaştırılan bir soğuk parmak bölgesinde (dik soğutucunun alt ucu) C'de yoğunlaşmıştır. Cihazın tasarımı yüksek yoğunluklu faz (diklorometan) B'ye D kolundan; düşük yoğunluklu faz (su) E kolu üzerinden A'ya geri dönecek şekilde yapılmış olup peynir çalışmasına göre yeniden tasarlanmıştır. 75 dakika sonra su buharı destilasyonu durdurulmuştur, bu arada çözücü ekstraksiyonu 20 dakika daha devam ettirilmiştir. Bu yolla bütün uçucu materyal yaklaşık 4 mL diklorometan içinde toplanmıştır (Şekil 3.7). Bu çalışmada kullanılan iç standart (nanodekan) 0,05 mg/0,5 mL konsantrasyondadır. Elde edilen ekstrakt içerisindeki aroma maddelerinin okuması GC-MS metoduna göre yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.7. Peynir örneklerinin ekstraksiyonunda kullanılan düzenek

GC/MS (Gaz kromatografisi, kütle spektrofotometresi)'de fırın 40°C 4 dak bekletilip, 5°C/dak artışla sıcaklık 230°C'ye çıkarılmış ve 230°C'de 30 dak. bekletilmiştir. Örnek enjeksiyonu 4 µL olarak yapılmıştır. İyon sıcaklığı 200°C, bölüm sıcaklığı 250°C, iç sıcaklık 230°C, split oranı 25 taşıyıcı gaz olarak He 0,8 ml/dak, ZB MS-30m, 0,25, 0,25 kolon kullanılmış olup, 300-800 scan aralığında MassLab v1.2 ve Nist/Wiley Kütüphaneleri kullanılmıştır. Tanımlama internal standart ve bileşiklerin pik alanlarından yapılmıştır (Ek 6).



Şekil 3.8. Peynir örneklerinin aroma profilinin incelenmesinde kullanılan GC/MS cihazı

3.2.9. İstatistiksel değerlendirme

Araştırmada %100 inek sütü, %100 manda sütü ve %50 inek sütü + %50 manda sütü karışımından üretilen Mozzarella benzeri peynirlerin fizikokimyasal ve duysal değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizi ve Duncan oklu Karşılaştırma Testi SPSS bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır (SPSS 1998).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Fizikokimyasal özellikler

4.1.1. Çiğ inek sütü, manda sütü ve karışım sütünün özellikleri

Mozzarella benzeri peynirin üretiminde kullanılan çiğ süt örneklerine ait veriler Çizelge 4.1 belirtilmiştir. İnek sütüne ait değerler literatür değerine uygun olup manda sütüne ait kuru madde değeri (%16,2) literatür değerinden düşük bulunmuştur (Üçüncü 2005) Bu farklılık sütün bileşimine, mevsim, hayvan ırkı, yaşı, sağlık durumu, laktasyon dönemi, bakım ve beslenme koşullarının etki etmesiyle açıklanabilir (Metin 2003). Karışım sütüne ait değerler ise ilk kez bu çalışmada tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Mozzarella benzeri peynirin üretiminde kullanılan inek, manda ve karışım sütlerinin özellikleri

	pH	Kuru Madde %	Yağ %	Titrasyon Asitliği (% Laktik asit)	Protein %	Kül %	Özgül Ağırlık
İnek sütü	6,52	12,3	3,6	0,16	3,2	0,73	1,030
Manda sütü	6,54	16,2	6,7	0,18	3,5	0,81	1,029
Karışım	6,53	14,3	5,2	0,173	3,3	0,77	1,031

4.1.2. Peynirlerin özellikleri

4.1.2.1. pH değerleri

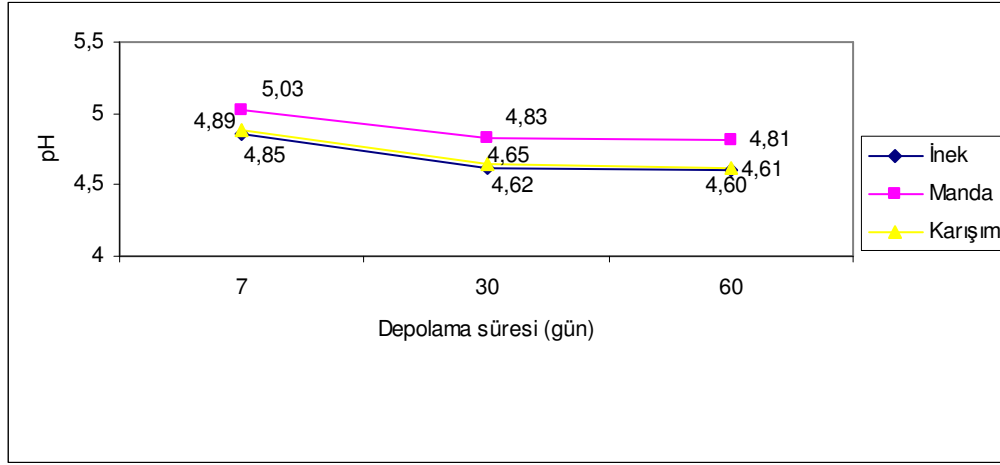
Çalışmada elde edilen ortalama pH değerleri Çizelge 4.2’de belirtilmiştir. pH değerleri pıhtının olgunlaştırılması sırasındaki pH değerine uyumlu olarak depolamanın 7. gününde en yüksek manda peynirinde 5,03, en düşük inek peynirinde 4,85 olarak bulunmuştur. Karışım peynirinde ise pH değeri 4,89 olarak tespit edilmiştir. 30 ve 60 günlük depolama süreleri sonunda üç peynir çeşidinin pH değerlerinde de düşüş olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

Araştırmalar, serum ayırma pH’ının uygun seçilmesinin Mozzarella peynirinin karakteristik yapısını önemli ölçüde etkilediğini, üretim aşamasında farklı öğütme pH’larının peynirin 50 günlük depolama süresi boyunca farklı pH’larda olmasına ve olgunlaşma boyunca proteolitik değişimlere etki ettiğini göstermiştir (Anon. 1998).

Wang ve ark. (1998)’nin yapmış oldukları çalışmada da yarım yağlı Mozzarella peynir örneklerinin nem içeriği artmasına rağmen pH değerlerinde önemli bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Başka bir çalışmada da manda sütünden yapılan Mozzarella peynirlerinde 1. günden 28. güne kadar pH değerleri giderek azalmıştır (Akbulut 2007). Bu sonuçlarla çalışmada elde edilen sonuçlar benzer bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Depolama süresince peynir örneklerine ait pH değerleri

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	4,85	5,03	4,89
30.gün	4,62	4,83	4,65
60.gün	4,60	4,81	4,61



Şekil 4.1. Depolama süresince peynir örneklerine ait pH değerlerindeki değişimler

Peynir örneklerinin pH değerlerinde zamanlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Peynir örneklerinin depolama süresince pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	0,339	0,170	20,401**
Peynirler	2	0,212	0,106	12,764**
Hata	22	0,183		
Genel	26	0,734		

** : P<0,01 önem düzeyinde

Depolama süresinin peynirlerin pH değerleri üzerine etkisini incelemek için yapılan varyans analizi sonucunda; depolama süresi boyunca pH değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur (P<0,01).

Varyans analizinde aralarında farklılıkların önemli bulunduğu değişkenlerde farklılıkların seviyesini belirlemek için uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi örnekler farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Peynir örneklerinin depolama süresince pH değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Depolama süresi	Ortalama	Sonuç*	Peynir	Ortalama	Sonuç
7	4,923	A	İnek	4,690	A
30	4,700	B	Manda	4,890B
60	4,673	B	Karışım	4,717	A

*: P<0,05 önem düzeyinde

Analizler arasında korelatif ilişkiye bakıldığında peynirlerin pH değeri, kuru madde ile 0,519, yağ ile 0,505, L değeri ile 0,443, tekstür ile 0,700 oranında doğru yönde ilişkili; protein ile -0,515, kül ile -0,540, erime oranı ile -0,827, Hunter a ile -0,479 oranında ters yönlü ilişkili bulunmuştur (P<0,01) (Ek 1).

4.1.2.2. Kuru madde değerleri

Peynir örneklerinin ortalama kuru madde değerleri Çizelge 4.5’de belirtilmiştir.

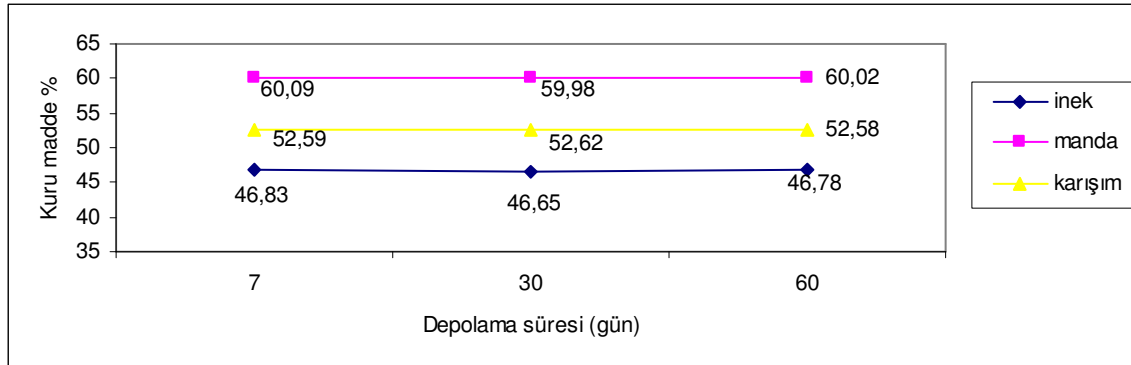
Çizelge 4.5. Depolama süresince peynir örneklerine ait kuru madde değerleri (%)

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	46,83	60,09	52,59
30.gün	46,65	59,98	52,62
60.gün	46,78	60,02	52,58

Kuru madde miktarı 7. günde manda sütünden üretilen peynirde en yüksek (%60,09), inek sütünden üretilen peynirde (%46,83) en düşük bulunmuştur. Karışım peynirinde ise kuru madde oranı %52,59 olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçların, daha önce bu konuda yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzer olduğu tespit edilmiştir (Barbano ve ark. 1992, Kindstedt 1993). Guinee ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara uygun olarak, manda peynirinin kuru madde içeriğinin fazla olması manda peynirinin 1. gün pH değerinin diğer peynirlerden daha yüksek olması şeklinde tespit edilmiştir.

Depolama süresince peynir örneklerinin kuru madde değerindeki değişimleri Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Bu değişimler belli sınırlar içerisinde kalmıştır.



Şekil 4.2. Depolama süresince peynir örneklerine ait kuru madde değerlerindeki değişimler

Depolama süresince kuru madde değerlerinde oluşan değişimlerin istatistiksel olarak önemini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Peynir örneklerinin depolama süresince kuru madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	$3,380 \times 10^{-2}$	$1,690 \times 10^{-2}$	1,696
Peynirler	2	797,007	398,503	39995,769**
Hata	22	0,219		
Genel	26			

-: İstatistiksel olarak önemsiz

** : P<0,01 önem düzeyinde

Varyans analizi sonucunda depolama süresi boyunca peynir örneklerinin kuru madde değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur (P<0,01).

Farklılıkların önemli bulunduğu değişkenlerde farklılıkların seviyesini belirlemek için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda örnekler farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Peynir örneklerinin kuru madde değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Peynirler	Ortalama	Sonuç*
İnek	46,753	A
Manda	60,030	B
Karışım	52,698	C

*: P<0,05 önem düzeyinde

Peynirlerin kuru maddeleri pH ile 0,519, yağ ile 0,998, kül ile 0,599 ve tekstür ile 0,861 oranında doğru; titre edilebilir asitlik ile -0,546 , protein ile -0,837, erime oranı ile -0,709, Hunter a ile -0,744 oranında ters yönde ilişkili bulunmuştur (P<0,01) (Ek 1).

4.1.2.3. Yağ değerleri

Örneklerin ortalama yağ değerlerine ait veriler Çizelge 4.8’de belirtilmiştir.

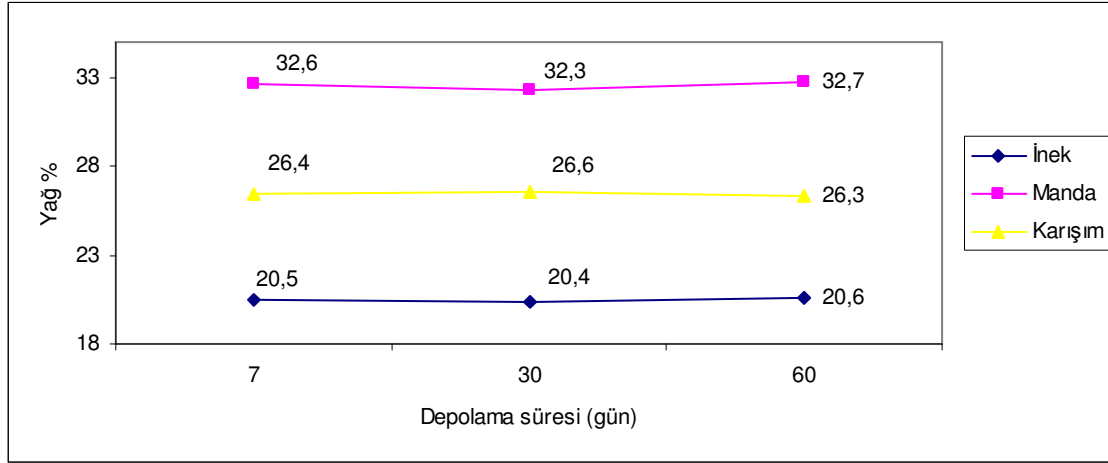
Çizelge 4.8. Depolama süresince peynir örneklerine ait yağ değerleri (%)

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	20,5	32,6	26,4
30.gün	20,4	32,3	26,6
60.gün	20,6	32,7	26,3

Depolamanın 7. gününde örnekler arasında en yüksek yağ değeri %32,6 ile manda peynirinde ve en düşük yağ değeri %20,4 ile inek peynirinde tespit edilmiş iken karışım peynirinde ise %26,4 oranında bulunmuştur. 30 ve 60 günlük depolama süresi sonundaki değişimler Şekil 4.3’deki grafikte belirtilmiştir.

Benzer olarak Jana ve Upadhyay (1997) %4,0 ve %4,8 yağ oranına sahip manda sütlerinden yaptıkları peynirlerin yağ oranlarını %26,1 ve %24,58 olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmadaki peynir örnekleri kuru maddedeki yağ içeriği bakımından değerlendirildiğinde, inek peyniri (%43,8) manda peyniri (%54,25) ve karışım peyniri (%50,19) düşük nemli Mozzarella peyniri (geleneksel) ile benzerlik göstermiştir (Kindstedt 1993).



Şekil 4.3. Depolama süresince peynir örneklerine ait yağ değerlerindeki değişimler

Depolama süresinin peynirlerin yağ değerlerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Peynir örneklerinin depolama süresince yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	$4,667 \times 10^{-2}$	$2,333 \times 10^{-2}$	0,865 ⁻
Peynirler	2	651,647	325,823	12081,090**
Hata	22	0,593		
Genel	26			

-: İstatistiksel olarak önemsiz

** : P<0,01 önem düzeyinde

Örneklerin yağ değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmuştur (P<0,01). Farklılıkların seviyesini belirlemek için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda örnekler farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Peynir örneklerinin yağ değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Peynirler	Ortalama	Sonuç*
İnek	20,500	A
Manda	32,533	B
Karışım	26,433	C

*: P<0,05 önem düzeyinde

Peynirlerin yağ miktarı pH ile 0,505, kuru madde ile 0,998, kül ile 0,595 ve tekstür ile 0,834 oranında doğru ilişkili iken ; titre edilebilir asitlik ile -0,539 protein ile -0,801, kül ile -0,794, erime oranı ile -0,701, Hunter a ile -0,710 oranında ters yönde ilişkili bulunmuştur (P<0,01) (Ek 1).

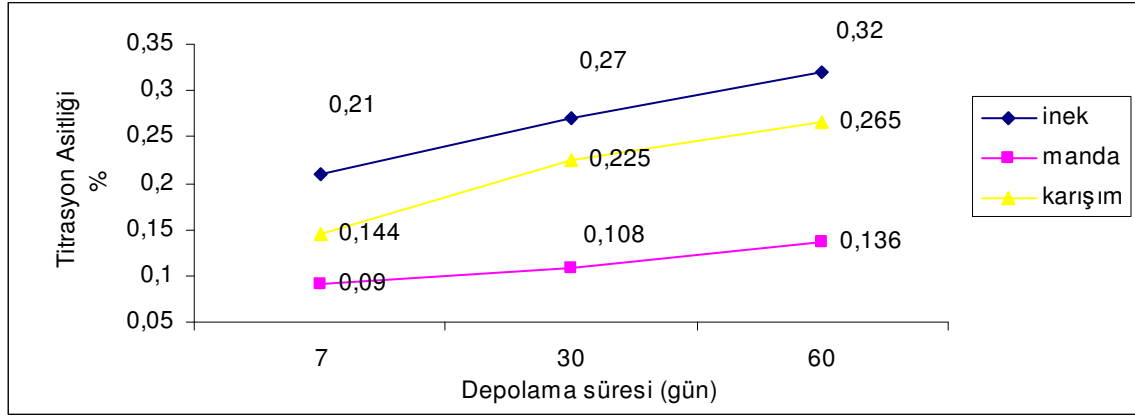
4.1.2.4. Titrasyon asitliği değerleri

Elde edilen ortalama veriler Çizelge 4.11’de verilmiştir. Örneklerin ortalama titrasyon asitlik değerleri 7. günde en yüksek inek peynirinde (%0,21), en düşük manda peynirinde (%0,09) tespit edilmiştir. Karışım peynirinde ise %0,144 olarak bulunmuştur. Manda sütünden yapılan peynirin asitliği daha yavaş gelişmiştir. Çalışmada tespit edilen değerler depolama süresi boyunca peynirlerin pH değerlerindeki azalışa bağlı olarak artış eğilimi göstermiştir (Şekil 4.4).

Çizelge 4.11. Depolama süresince peynir örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri (%)

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	0,21	0,09	0,144
30.gün	0,27	0,108	0,225
60.gün	0,32	0,136	0,265

Jana ve Hupadhay (1997)’in iki farklı yöntemle ürettikleri manda sütü Mozzarella peynirlerinde elde ettikleri sonuçlar çalışmada elde edilen sonuçlardan daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca bu sonuçlar Ghosh (1996) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlardan da daha düşük, Anon. (2009)’da belirtilen sonuçlarla ise benzer bulunmuştur.



Şekil 4.4. Depolama süresince peynir örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler

Depolama süresinin örneklerin titre edilebilir asitlik değerleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Varyans analizi sonucunda depolama süresi boyunca peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur ($P < 0,01$).

Çizelge 4.12. Peynir örneklerinin depolama süresince titre edilebilir asitlik değerleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	$2,888 \times 10^{-2}$	$1,444 \times 10^{-2}$	1,771
Peynirler	2	$9,374 \times 10^{-2}$	$4,687 \times 10^{-2}$	5,748**
Hata	22	0,179		
Genel	26			

-: İstatistiksel olarak önemsiz

** : $P < 0,01$ önem düzeyinde

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda; örnekler arasındaki farklılıklar harflerle belirtilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Peynir örneklerinin titre edilebilir asitlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Peynirler	Ortalama	Sonuç*
İnek	0,267	A
Manda	0,124	AB
Karışım	0,211	B

*: P<0,05 önem düzeyinde

Peynirlerin titre edilebilir asitliği protein ile 0,536, erime oranı ile 0,629, Hunter a ile 0,531 oranında doğru; pH ile -0,163, kuru madde ile-0,546, yağ ile -0,539, tekstür ile-0,553 oranında ters yönde korelatif ilişkili bulunmuştur (P<0,01) (Ek 1).

4.1.2.5. Protein değerleri

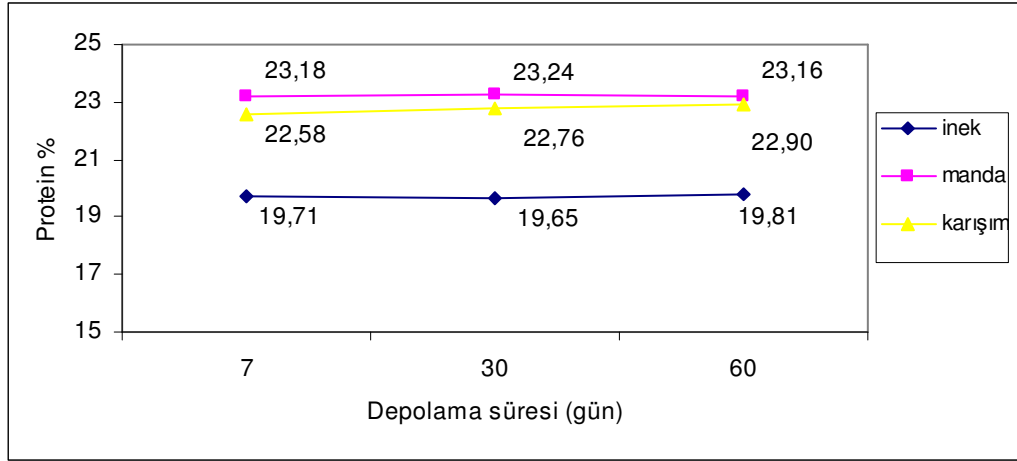
Çalışmada üretilen peynir örneklerine ait ortalama protein değerleri Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Depolama süresince peynir örneklerine ait protein değerleri (%)

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	19,71	23,18	22,58
30.gün	19,65	23,24	22,76
60.gün	19,81	23,16	22,90

Protein değerleri 7, 30, 60günlük depolama süreleri sonunda en yüksek manda peynirinde %23,16-23,24, en düşük inek peynirinde %19,65-19,81 arasında değişen oranlarda tespit edilmiştir. Karışım peynirinde ise %22,58-22,90 arasında bulunmuştur (Şekil 4.5).

Manda peynirine ait sonuçlar (Anon. 1998)'deki çalışmadaki sonuçlarla, inek peynirine ait sonuçlar ise daha önceki çalışmalarda bulunan sonuçlarla benzerlik göstermiştir. (Guinee ve ark. 2002, Joshi ve ark. 2002, Sheehan ve Guinee 2004).



Şekil 4.5. Depolama süresince peynir örneklerine ait protein değerlerindeki değişimler

Peynirlerin protein değerlerinde oluşan değişimlerin istatistiksel önemini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Peynir örneklerinin depolama süresince protein değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	$8,027 \times 10^{-2}$	$4,013 \times 10^{-2}$	2,907
Peynirler	2	64,143	32,071	2322,997**
Hata	22	0,304		
Genel	26			

-İstatistiksel olarak önemsiz

** : P<0,01 önem düzeyinde

Varyans analizi sonucunda depolama süresinin peynir örneklerinin protein değerleri üzerine P<0,01 düzeyinde önemli derecede etkili bulunduğu belirlenmiştir.

Farklılıkların önemli bulunduğu değişkenlerde farklılıkların seviyesini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır. Örneklerin göstermiş oldukları önemlilik değerleri Çizelge 4.16’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Peynir örneklerinin protein değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Depolama süresi	Ortalama	Sonuç*	Peynirler	Ortalama	Sonuç*
7	21,823	A	İnek	19,723	A
30	21,883	AB	Manda	23,193	B
60	21,956	B	Karışım	22,747	C

*: P<0,05 önem düzeyinde

Analizler arasında korelatif ilişkiye bakıldığında peynirlerin proteini titre edilebilir asitlik ile 0,536, erime oranı ile 0,660, Hunter a ile 0,912 oranında doğru; pH ile -0,515, kuru madde ile -0,837, yağ ile -0,801, kül ile -0,434, Hunter b ile -0,391, tekstür ile -0,939 oranında ters ilişkili bulunmuştur (P<0,01) (Ek 1).

4.1.2.6. Kül değerleri

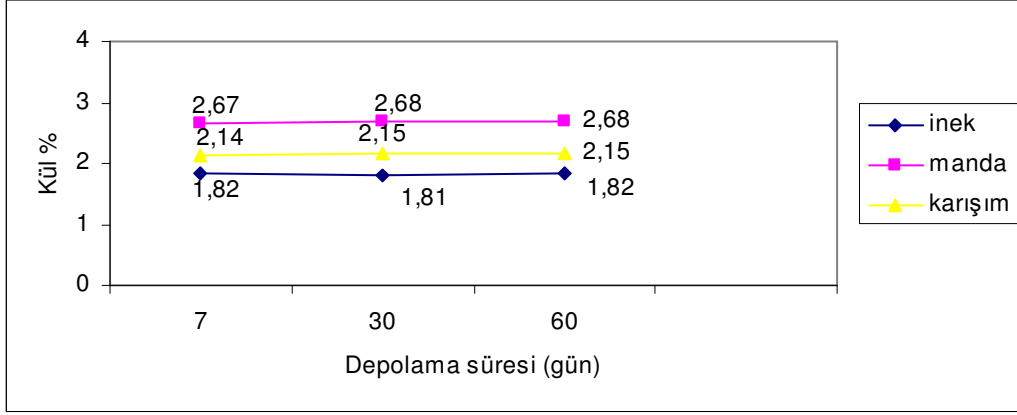
Peynir örneklerinde tespit edilen ortalama kül değerleri Çizelge 4.17’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.17. Depolama süresince peynir örneklerine ait kül değerleri (%)

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	1,82	2,67	2,14
30.gün	1,81	2,68	2,15
60.gün	1,82	2,68	2,15

Depolamanın 7. gününde inek peynirinde kül değeri %1,82 ile en düşük, manda peynirinde %2,67 değeri ile en yüksek tespit edilmiştir. Karışım peynirinde ise kül değeri %2,14 bulunmuştur. Depolamanın 30 ve 60. gününde değerlerde çok fazla bir değişiklik olmamıştır (Şekil 4.6).

Manda peynirine ait olan değerler daha önceki çalışmalarda elde edilen değerlere yakın bulunmuştur (Akbulut 2007). İnek peynirine ait değerler de daha önceki çalışmalarda elde edilen değerlerle benzerlik göstermiştir (Yun ve ark. 1995, Metzger ve ark. 2001, Guinee ve ark. 2002, Joshi ve ark. 2002, Sheehan ve ark. 2003, Joshi ve ark. 2003, Joshi ve ark. 2004).



Şekil 4.6. Depolama süresince peynir örneklerine ait kül değerlerindeki değişimler

Depolama süresince örneklerin kül değerlerinde oluşan değişimlerin istatistiksel önemini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Peynir örneklerinin depolama süresince kül değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	0,647	0,323	4,701 ⁻
Peynirler	2	1,275	0,637	9,264 ^{**}
Hata	22	1,514		
Genel	26			

⁻:İstatistiksel olarak önemsiz

^{**}: P>0,01 önem düzeyinde

Varyans analizi sonucunda depolama süresi boyunca peynir örneklerinin kül değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur (P<0,01).

Varyans analizinde aralarında farklılıkların önemli bulunduğu değişkenlerde farklılıkların seviyesini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda manda peynir örnekleri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Peynir örneklerinin kül değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Peynirler	Ortalama	Sonuç*
İnek	1,817	A
Manda	2,677	B
Karışım	2,146	B

*: P<0,05 önem düzeyinde

Korelatif ilişki yönünden incelendiğinde peynirlerin külü pH ile 0,540, kuru madde ile 0,599, yağ ile 0,595, tekstür ile 0,566 oranında doğru; protein ile -0,434, erime oranı ile -0,524 oranında ters ilişkili bulunmuştur (P<0,01) (Ek 1).

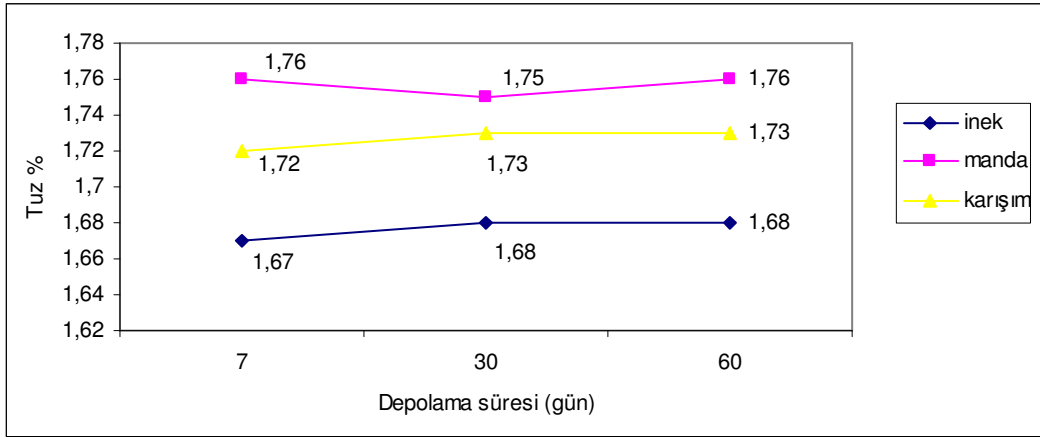
4.1.2.7. Tuz değerleri

Peynir örneklerine ait ortalama tuz değerleri Çizelge 4.20’de belirtilmiştir. Depolamanın 7. gününde tuz değerleri en düşük inek peynirinde (%1,67), en yüksek manda peynirinde (%1,76) bulunmuştur. Karışım peynirinde ise %1,72 olarak tespit edilmiştir. 30 ve 60. günlerde ise peynirlerin tuz değerlerinde belirgin bir artış ya da azalış olmamıştır (Şekil 4.7). Peynirlerin farklı tuz değerlerine sahip olması, bütün peynirlerin haşlama sularının tuz oranı aynı olmasına rağmen farklı kuru madde ve yağ içeriğinden kaynaklanmıştır.

Anon. (1998) ‘de belirtilen bir araştırmada tuz değerleri %1,56 ile %1,69 arasında değişmiş olup, bu değerler ile çalışmada elde edilen değerler arasında benzerlik bulunmuştur.

Çizelge 4.20. Depolama süresince peynir örneklerine ait tuz değerleri (%)

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	1,67	1,76	1,72
30.gün	1,68	1,75	1,73
60.gün	1,68	1,76	1,73



Şekil 4.7. Depolama süresince peynir örneklerine ait tuz değerlerindeki değişimler

Depolama süresince örneklerin tuz değerlerinde oluşan değişimlerin istatistiksel önemini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Peynir örneklerinin depolama süresince tuz değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	1,242	0,621	11,779
Peynirler	2	0,334	0,167	3,165**
Hata	22	1,160		
Genel	26			

-:İstatistiksel olarak önemsiz

** : P>0,01 önem düzeyinde

Varyans analizi sonucunda depolama süresi boyunca peynir örneklerinin tuz değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur (P<0,01).

Bu farklılıkların önemli bulunduğu değişkenlerde farklılıkların seviyesini belirlemek için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda örnekler farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Peynir örneklerinin tuz değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Peynirler	Ortalama	Sonuç*
İnek	1,677	A
Manda	1,757	B
Karışım	1,727	AB

*: P<0,05 önem düzeyinde

Analizler arasında korelatif ilişkiye bakıldığında, peynirlerin tuzu Hunter b değeri ile 0,456 oranında doğru; Hunter L ile -0,676 oranında ters ilişkili bulunmuştur (P<0,01) (Ek 1).

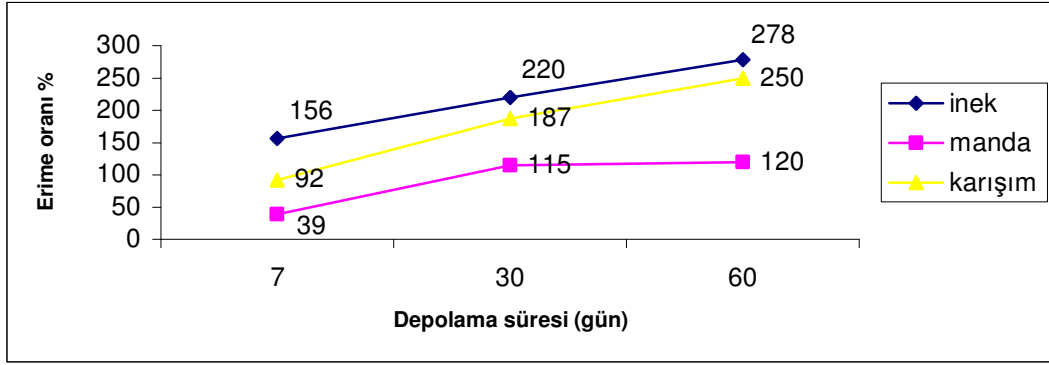
4.1.2.8. Erime oranları

Erime oranları sonuçları peynirlerin pizza üzerinde homojen bir şekilde eriyebilirliği hakkında bilgi vermiştir. Çalışmada üretilen peynirlerin erime oranlarına ait ortalama veriler Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Depolama süresince peynir örneklerine ait erime oranları (%)

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	156	39	92
30.gün	220	115	187
60.gün	278	120	250

Depolama süreleri sonunda peynirlerin % erime oranı incelendiğinde 7. günde en düşük kuru madde içeriğine sahip inek peynirinde en yüksek (%156) iken, en fazla kuru madde içeriğine sahip manda peynirinde en düşük (%39) bulunmuştur. Karışım peynirinde ise erime oranı %92 olarak tespit edilmiştir. Peynirlerin erime oranları 30 ve 60 günlük depolama süreleri sonunda giderek artmış olup değişimler Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Pizza denemelerinde de fırın çıkışında 7. günde eriyebilirlik en fazla inek peynirinde, en az manda peynirinde gözlenmiştir.



Şekil 4.8. Depolama süresince peynir örneklerine ait erime oranı değerlerindeki değişimler

Depolama süresince örneklerin erime oranı değerlerinde oluşan değişimlerin istatistiksel önemini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Peynir örneklerinin depolama süresince erime oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	67140,667	33570,333	133,710**
Peynirler	2	75016,667	37508,333	149,395**
Hata	22	5523,513		
Genel	26			

** : P>0,01 önem düzeyinde

Varyans analizi sonucunda depolama süresi boyunca peynir örneklerinin erime oranları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur (P<0,01)

Varyans analizinde aralarında farklılıkların önemli bulunduğu değişkenlerde farklılıkların seviyesini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır. Test sonucunda örnekler farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Peynir örneklerinin depolama süresince erime oranlarına ait Duncan testi sonuçları

Depolama	Ortalama	Sonuç*	Peynirler	Ortalama	Sonuç*
7	95,68	A	İnek	176,33	A
30	174,00	B	Manda	91,33	B
60	216,00	C	Karışım(yarı yarıya)	218,00	C

*: P<0,05 önem düzeyinde

Analizler arasında korelatif ilişki incelenmiştir. Peynirlerin erime oranı titre edilebilir asitliği ile 0,629, protein ile 0,660 ve Hunter a ile 0,650 oranında doğru ; pH ile -0,827, kuru madde ile -0,709, yağ ile -0,701, kül ile -0,524, Hunter L ile -0,458 ve tekstür ile -0,827 oranında ters yönde ilişkili bulunmuştur (P<0,01) (Ek 1).

4.1.2.9. Renk değerleri

L, *a*, *b* renk ölçüm sisteminde *L* değeri 0- 100 arasında değişmekte, 0 siyah. 100 beyaz renge karşılık gelmektedir. Pozitif *b* değerleri sarılığı, negatif *b* değerleri maviliği ifade ederken pozitif *a* değerleri kırmızılığı, negatif *a* değerleri yeşilliği göstermektedir.

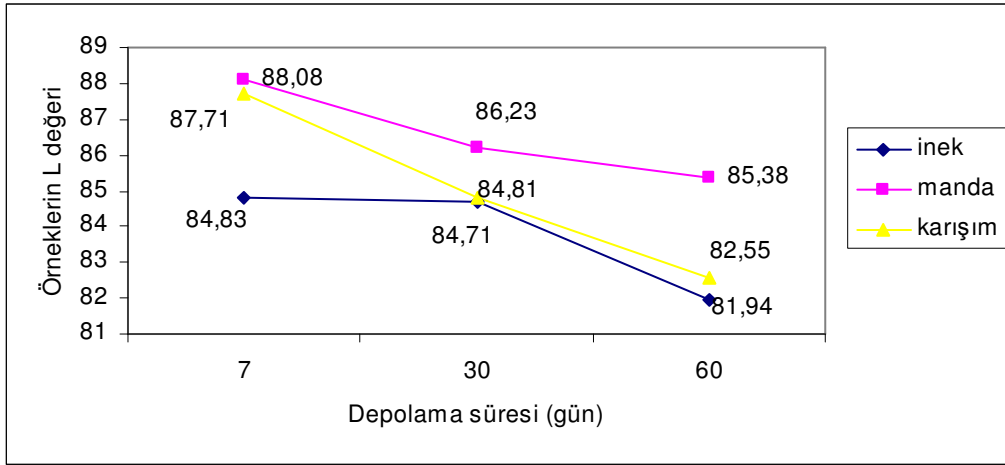
Çalışmada elde edilen ortalama *L* değerleri Çizelge 4.26'da verilmiştir. *L* değerleri depolamanın 7. gününde inek sütünden üretilen Mozzarella benzeri peynirde 84,83 değeri ile en düşük, manda sütünden üretilen Mozzarella benzeri peynirde 88,08 değeri ile en yüksek bulunmuştur. Karışım sütünden üretilen Mozzarella benzeri peynirde ise *L* değeri 7. günde 87,71 olarak tespit edilmiştir. Beyaz renk 30 ve 60 günlük depolama süreleri sonunda diğer peynirlere göre manda peynirinde daha fazla tespit edilmiş olup ve her üç peynir çeşidinin *L* değerinde nispeten bir azalış gözlenmiştir.

Çizelge 4.26. Depolama süresince peynir örneklerine ait *L* değerleri

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	84,83	88,08	87,71
30.gün	84,71	86,23	84,81
60.gün	81,94	85,38	82,55

Sheehan ve ark. (2003)'nın az yağlı inek sütü Mozzarella peynirinin fonksiyonel özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada kontrol peynirlerine ait ortalama L değerini 86 bulmuşlardır. Metzger ve ark. (2001) ön asitlendirmenin inek sütünden yapılan az yağlı Mozzarella peynirleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 90 günlük depolama süresince L değerlerinin düştüğünü bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar ile bu çalışmalardaki sonuçlar benzer bulunmuştur.

Depolama süresince örneklerin L değerlerinde oluşan değişimleri Şekil 4.9'da gösterilmiştir ve bu değişimlerin istatistiksel önemini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir.



Şekil 4.9. Depolama süresince peynir örneklerine ait L değerlerindeki değişimler

Varyans analizi sonucunda depolama süresi boyunca peynir örneklerinin L değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur ($P < 0,01$).

Çizelge 4.27. Peynir örneklerinin depolama süresince L renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	57,979	28,990	15,170**
Peynirler	2	1,556	0,778	0,407
Hata	22	42,042		
Genel	26			

-: istatistiksel olarak önemsiz

** : P<0,01 önem düzeyinde

Depolama süresinin peynirlerin renk değerleri üzerine önemlilik düzeyindeki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda örnekler farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Peynir örneklerinin depolama süresince L değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Depolama	Ortalama	Sonuç*
7	86,873	A
30	85,263	B
60	83,290	C

*: P<0,05 önem düzeyinde

Analizler arasında korelatif ilişkiye bakıldığında peynirlerin depolama süresince L değeri pH ile 0,443 arasında doğru; tuz ile 0,676, erime oranı ile -0,458, Hunter b ile -0,571 ters yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir (P<0,01) (Ek 1).

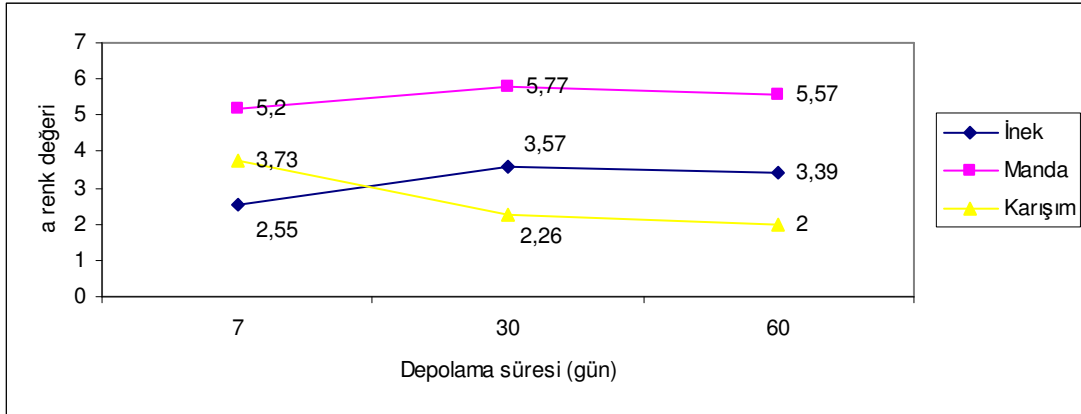
Peynir örneklerine ait a değerleri incelendiğinde depolama süreleri sonunda inek peynirinde -2,55 ile -3,57 arasında, manda peynirinde -5,2 ile -5,77 arasında, karışım peynirinde ise -2 ile -3,73 arasında değişmiştir. (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Depolama süresince peynir örneklerine ait a değerleri

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	-2,55	-5,2	-3,73
30.gün	-3,57	-5,77	-2,26
60.gün	-3,39	-5,57	-2

Çalışmada elde edilen değerlerdeki değişimler grafikte Şekil 4.10'da gösterilmiştir. En yüksek değerler manda peynirinde, en düşük değerler karışım peynirinde bulunmuştur. Bu sonuçlar her üç peynir çeşidinin de olgunlaştırma süresinden etkilendiğini; inek ve manda peynirinde yeşil rengin arttığını, karışım peynirinde ise diğer peynirlere göre yeşil rengin daha az olduğunu göstermiştir.

Çalışmada manda peynirine ait a değerlerinin Akbulut (2007) tarafından yapılan çalışmadaki sonuçlara paralel olarak olgunlaştırma süresinden etkilendiği tespit edilmiştir. Metzger ve ark (2001)'nın yapmış oldukları çalışmada ise a değerlerinin olgunlaştırma süresinden etkilenmediği belirtilmiştir



Şekil 4.10. Depolama süresince peynir örneklerine ait a renk değerlerindeki değişimler

Depolama süresince örneklerin a renk değerlerinde oluşan değişimlerin istatistiksel önemini belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda a değerleri arasında $P < 0,01$ önem düzeyinde istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Peynir örneklerinin depolama süresince a renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	0,231	0,116	0,342
Peynirler	2	41,611	20,806	61,348**
Hata	22	49,293		
Genel	26			

-: istatistiksel olarak önemsiz

** : P<0,01 önem düzeyinde

Varyans analizinde aralarında farklılıkların önemli bulunduğu değişkenlerde farklılıkların seviyesini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda inek ve manda peyniri örnekleri aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Peynir örneklerinin a renk değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Peynirler	Ortalama	Sonuç*
İnek	-3,170	A
Manda	-5,513	A
Karışım(yarı yarıya)	-2,663	B

*: P<0,05 önem düzeyinde

Analizler arasında korelatif ilişkiye bakıldığında peynirlerin depolama süresince a değeri titre edilebilir asitlik ile 0,531, protein ile 0,912, kül ile 0,887 ve erime oranı ile 0,650 oranında doğru; pH ile -0,479, kuru madde ile -0,744, yağ ile -0,710, tuz ile -0,476, Hunter b ile -0,423 ve tekstür ile -0,882 oranında ters yönde ilişkili olduğu tespit edilmiştir (P<0,01) (Ek 1).

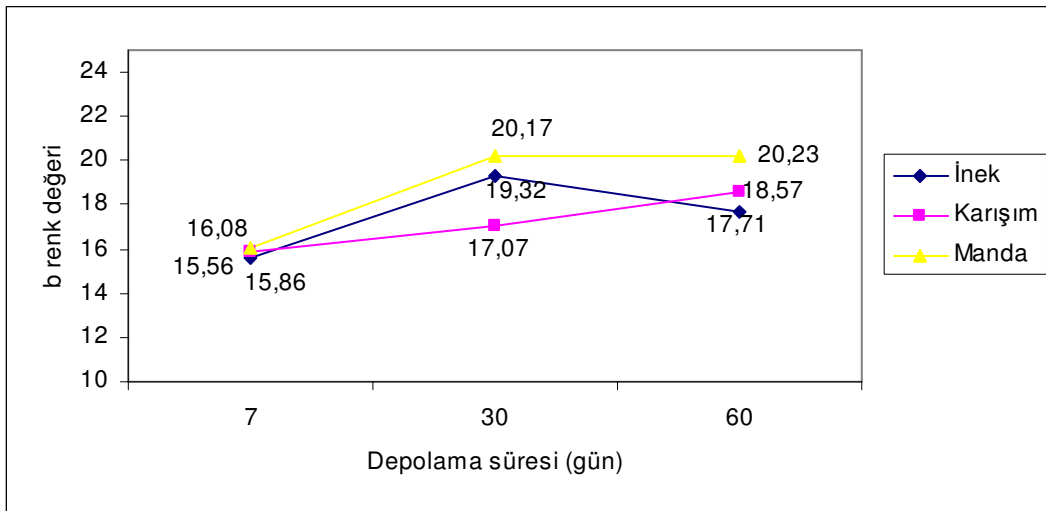
Peynirlerin b değerlerine ait veriler Çizelge 4.32’de verilmiştir. Depolama süreleri sonunda en düşük b değeri inek peynirinde 15,56-19,32 arasında, en yüksek manda peynirinde 16,08-20,23 arasında bulunmuştur. Karışım peynirinde ise 15,86-18,57 arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.32. Depolama süresince peynir örneklerine ait b değerleri

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	15,56	16,08	15,86
30.gün	19,32	20,17	17,07
60.gün	17,71	20,23	18,57

Örneklere ait b değerlerindeki değişimler grafikte Şekil 4.11’de de verilmiştir. Bu sonuçlar sarı rengin her üç peynir çeşidinde de depolama süresi boyunca arttığını göstermiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar Merril ve ark. (1994) ‘nın yapmış olduğu çalışmada elde edilen sonuçlar ile benzer bulunmuştur



Şekil 4.11. Depolama süresince peynir örneklerine ait b renk değerlerindeki değişimler

Depolama süresince örneklerin b renk değerlerinde oluşan değişimlerin istatistiksel önemini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Peynir örneklerinin depolama süresince b renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	54,422	27,211	49,383**
Peynirler	2	13,707	6,853	12,438**
Hata	22	80,251		
Genel	26			

** : P<0,01 önem düzeyinde

Varyans analizi sonucunda depolama süresi boyunca peynir örneklerinin b değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur (P<0,01).

Varyans analizinde aralarında farklılıkların önemli bulunduğu değişkenlerde farklılıkların seviyesini belirlemek için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucu farklılıklar harflerle belirtilmiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Peynir örneklerinin depolama süresince b renk değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Depolama süresi	Ortalama	Sonuç*	Peynirler	Ortalama	Sonuç*
7	15,833	A	İnek	17,530	A
30	18,853	B	Manda	18,827	B
60	18,837	B	Karışım	17,167	A

*: P<0,05 önem düzeyinde

Analizler arasında korelatif ilişkiye bakıldığında peynirlerin olgunlaşma süresince b değeri, tuz ile 0,456 oranında doğru, Hunter L ile -0,571 ve a ile -0,423 oranında ters yönde ilişkili bulunmuştur (P<0,01) (Ek 1).

4.1.2.10. Tekstür değerleri

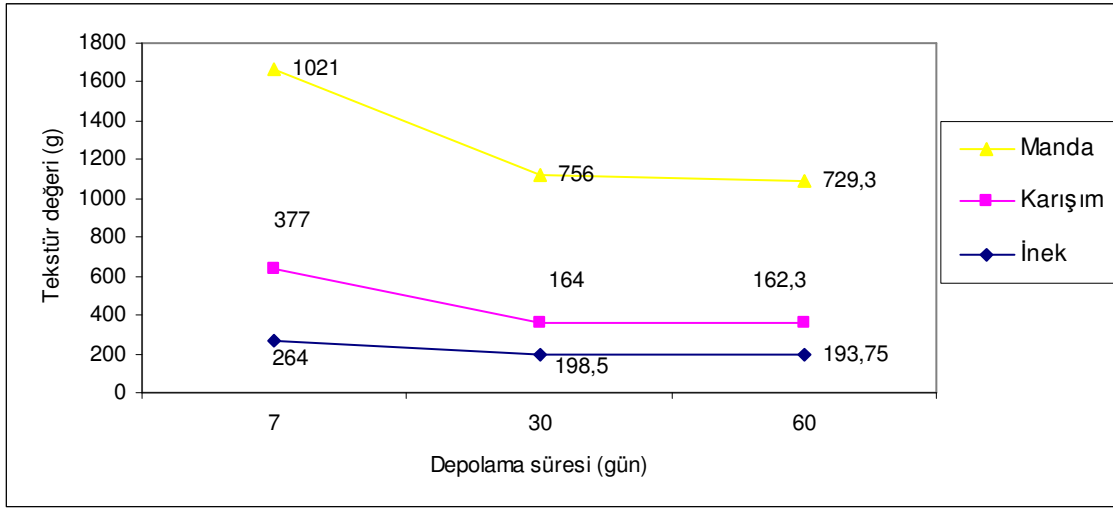
Peynir örneklerinin tekstür değerleri, sertlik değeri olarak, silindir bar probun önceden ayarlanmış zaman diliminde peynir içerisinde aldığı mesafe ile ölçülmüştür. Peynir tarafından proba uygulanan kuvvet direkt gram olarak okunmuştur. Elde edilen değerler Çizelge 4.35’de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Depolama süresince peynir örneklerine ait tekstür (sertlik) değerleri (g)

	İnek	Manda	Karışım
7.gün	264	1021	377
30.gün	198,5	756	164
60.gün	193,75	729,3	162,3

7. günde tekstür değeri (sertlik) en yüksek manda peynirinde 1021 g, en düşük inek peynirinde 264 g, olarak bulunmuş olup karışım peynirinde ise 377 g olarak tespit edilmiştir. Her üç peynir çeşidinde de depolama süreleri sonunda sertlik değerlerinde azalma gözlenmiş olup, manda peynirinin kuru maddesi inek ve karışım peynirine göre daha yüksek olduğundan sertlik değeri de daha yüksek bulunmuştur. (Şekil 4.12).

Araştırmalar tekstürel karakteristiklerin bir çok peynirde olgunlaşma süresince, mikrobiyolojik gelişim aktivitesi, nem kaybı, enzimatik aktivite ve tuz difüzyonu ile şekillendiğini göstermiştir (Fox ve Wallace 1997). Metzger ve ark (2001)’nın yapmış oldukları çalışmada tekstür değerlerinde zamana bağlı bir düşüş gözlenmiştir. Yun ve ark. (1993) Mozzarella peynirinde 50 günlük depolama sonunda sertlik değerinin düşmesini proteolitik değişimlere bağlamışlardır. Başka bir çalışmada ise sertlik değerinin nem miktarının artmasıyla azaldığı tespit edilmiştir (Bhaskaracharya ve Shah 1999). Çalışmada elde edilen sonuçların bu araştırma sonuçları ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.12. Depolama süresince peynir örneklerine ait tekstür değerlerindeki değişimler

Depolama süresince örneklerin tekstür değerlerinde oluşan değişimlerin istatistiksel önemini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Varyans analizi sonucunda olgunlaşma süresi boyunca peynir örneklerinin tekstür değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur ($P < 0,01$).

Çizelge 4.36. Peynir örneklerinin depolama süresince tekstür değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	209672,1	104836,1	48,999**
Peynirler	2	2225236	1112618	520,018**
Hata	22	47070,68		
Genel	26			

** : $P < 0,01$ önem düzeyinde

Varyans analizinde aralarında farklılıkların önemli bulunduğu değişkenlerde farklılıkların seviyesini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucu farklılıklar harflerle belirtilmiştir. (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. Peynir örneklerinin depolama süresince tekstür değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Depolama süresi	Ortalama	Sonuç*	Peynirler	Ortalama	Sonuç*
7	554,000	A	İnek	218,750	A
30	372,833	B	Manda	835,433	B
60	361,783	B	Karışım (yarı yarıya)	234,433	A

*: P<0,05 önem düzeyinde

Peynirlerin depolama süresince tekstürü pH ile 0,700, kuru madde ile 0,861, yağ ile 0,834 ve kül 0,566 ile doğru; titre edilebilir asitlik ile -0,553, protein ile -0,939, kül ile -0,923, erime oranı ile -0,827 ve Hunter a ile -0,882 oranında ters yönde ilişkili bulunmuştur (P<0,01) (Ek 1).

4.1.3. Haşlama sularının analiz sonuçları

Haşlama sularına ait ortalama veriler Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Mozzarella benzeri peynirlere ait haşlama sularının özellikleri

	pH	Kuru Madde %	Yağ %	Titrasyon Asitliği (% Asitlik)	Protein %	Kül %	Özgül Ağırlık	Tuz %
İnek	6,08	3,12	2,7	0,055	0,075	1,22	1,009	5,71
Manda	6,07	3,05	3,1	0,053	0,080	1,20	1,018	5,76
Karışım	6,08	3,07	2,9	0,050	0,079	1,24	1,014	5,60

Kuru madde değerleri, Hong ve ark. (1998)’nın inek sütünü kullanarak yapmış oldukları çalışmada, elde ettikleri değerlerin altında, Akbulut (2007)’un manda sütünden yaptığı Mozzarella peynirinde elde ettiği değerlerle benzer bulunmuştur. Örneklerin yağ değerleri, Mozzarella peynirinin yapımında inek sütü kullanmış Metzger ve ark. (2000) ile Rudan ve

ark. (1999) 'nın tespit ettikleri değerlerden yüksek bulunmuştur. Asitlik değerleri inek ve manda sütünün kullanıldığı çalışmalarda tespit edilen değerlerle paralellik göstermiştir (Metzger ve ark. 2000, Hong ve ark. 1998, Rudan ve ark. 1999, Akbulut 2007).

4.2. Duyusal özellikler

4.2.1. Peynir örneklerinin duyusal özellikleri

Taze Mozzarella peynirinin dış görünüşü beyaz ve parlaktır, kabuk içermez, yüzeyi pürüzsüzdür, dış kısımlar deri gibi soyulur, ince tabakalar halinde ayrılır. İç görünüşü beyaz renklidir, deliksizdir. Yapı olarak yumuşak, esnek ve liflidir, taze uzayan lifli yapıdaki peynirlere özgü tipik tabakalanmış görünümündedir, ıslaktır, üzerine hafifçe bastırıldığında sütümsü bir sıvı sızar. Taze ve aromatiktir, kesildiğinde tuzlumsu ve hafif ekşi lezzetli beyazımsı bir serum ortaya çıkar. Manda sütünden yapılanlar, inek sütünden işlenenlere göre daha lezzetli ve daha belirgin aromaya sahiptirler (Üçüncü 2004).

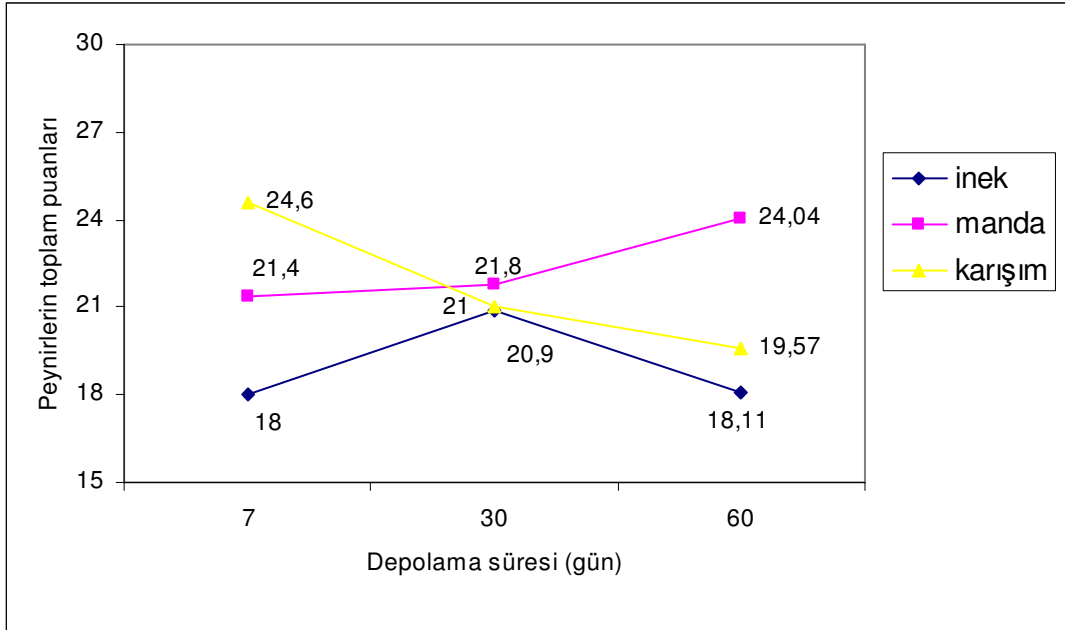
Düşük nemli Mozzarella peyniri, taze Mozzarella'dan bir takım farklılıklar göstermekte ve daha kuru, daha sarımtırak renkte ve bilinen peynirimsi tattadır (Kosikowski 1982).

Çalışmada üretilen peynirlerin genel görünüş, doku ve lezzet puanları Çizelge 4.39'da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Peynirlerin genel görünüş, doku ve lezzet puanları

	7.gün	peynir			Toplam
		görünüş	doku	lezzet	
İnek peyniri	6,1	6,2	5,7	18	
Manda peyniri	6,8	7	7,6	21,4	
Karışım peyniri	8,1	8,1	8,4	24,6	
30.gün					
İnek peyniri	7,1	6,9	6,9	20,9	
Manda peyniri	7,5	7,1	7,2	21,8	
Karışım peyniri	7,3	7,5	6,2	21	
60.gün					
İnek peyniri	6,5	6,2	5,41	18,11	
Manda peyniri	7,4	7,5	9,14	24,04	
Karışım peyniri	7,7	6,3	5,57	19,57	

Depolamanın 7. gününde yapılan duyu analizlerinde peynir örnekleri görünüş, doku, ve lezzet olarak değerlendirildiğinde; en çok beğenilen toplam 24,6 puanla karışım peyniri, en az beğenilen peynir toplam 18 puanla inek peyniri olmuştur. Manda peyniri ise toplam 21,4 puan almıştır. 30. günde 21,8 puanla ve 60. günde 24,04 puanla manda peyniri en çok beğenilen peynir olmuştur (Şekil 4.13). Panelistler; depolamanın 7. gününde tekstür analizi ile belirlenen sertlik değerine paralel olarak, çok yumuşak ve çok sert olmayan karışım peynirini, 30 ve 60. günlerinde ise sertlik değerinin azaldığı, asitliğin daha yavaş geliştiği ve aromanın da daha belirgin olduğu manda peynirini beğenmişlerdir. Bu sonuçlar olgunlaşmanın, çalışmaya konu olan peynirlerin tadında olumsuz bir etkiye neden olmadığını da göstermiştir.



Şekil 4.13. Depolama süresince peynir örneklerine ait toplam puanlar

Depolama süresince örneklerin toplam puan değerlerinde oluşan değişimlerin istatistiksel önemini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.40'da verilmiştir.

Çizelge 4.40. Peynir örneklerinin depolama süresince toplam puan değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	55,242	27,621	49,587**
Peynirler	2	16,247	8,1235	15,243**
Hata	22	81,340		
Genel	26			

** : P<0,01 önem düzeyinde

Analiz sonucunda depolama süresi boyunca peynir örneklerinin toplam puan değerleri arasında istatistiksel olarak P<0,01 önem düzeyinde bir fark bulunmuştur

Varyans analizinde aralarında farklılıkların önemli bulunduğu değişkenlerde farklılıkların seviyesini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda farklılıklar harflerle belirtilmiştir (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.41. Peynir örneklerinin depolama süresince toplam puan değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Depolama	Ortalama	Sonuç*	Peynirler	Ortalama	Sonuç*
7	21,333	A	İnek	19,003	A
30	21,233	A	Manda	22,413	B
60	20,573	B	Karışım(yarı yarıya)	21,723	B

*: P<0,05 önem düzeyinde

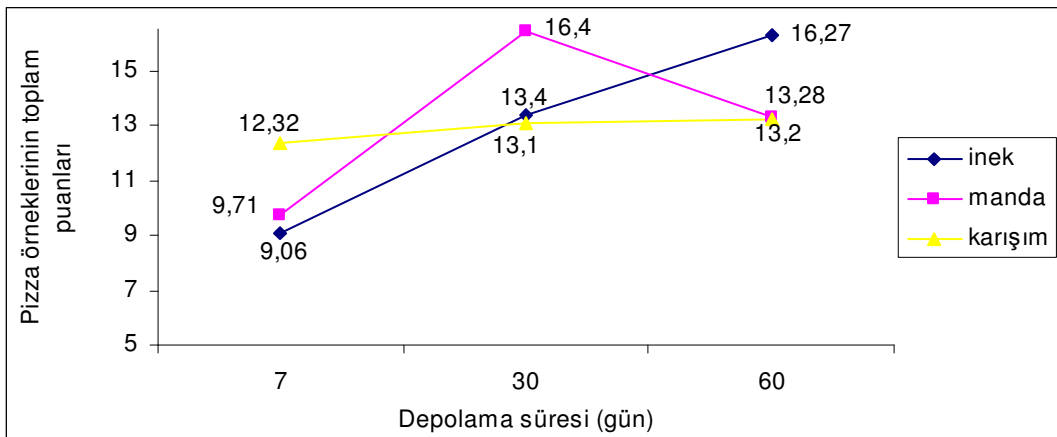
4.2.2. Pizza örneklerinin duysal özellikleri

İyi kalite Mozzarella peyniri için ön şart uzama ve erime kabiliyetidir. Lezzetinin de tüketiciler tarafından beğenilmesi arzu edilir. Bu kriterleri karşılaştırmak amacıyla, peynirlerin pizza üzerinde denenerek duysal değerlendirilmesi yapıp elde edilen puanlar Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Pizza örneklerinde depolama süresince erime-uzama ve lezzet puanları

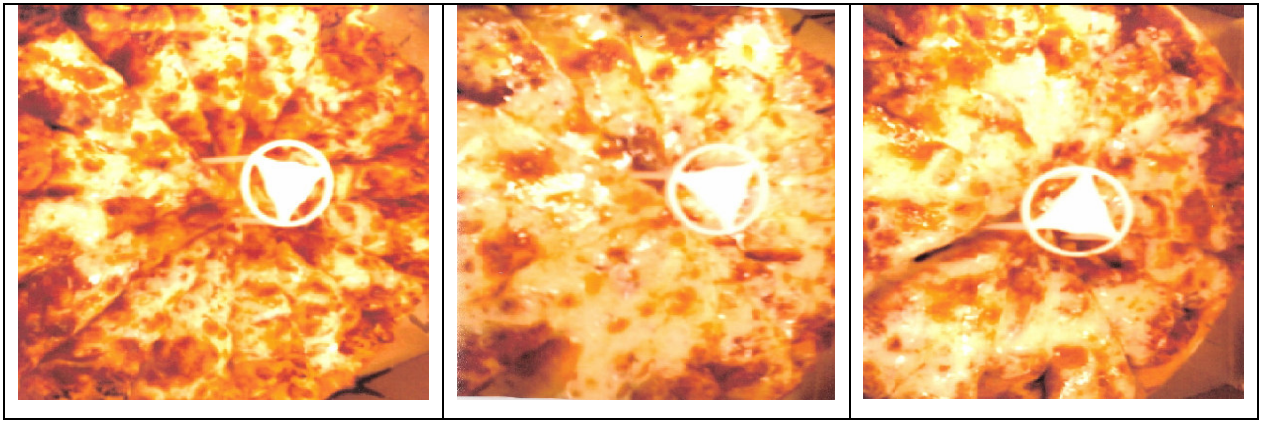
7.gün	erime-uzama	lezzet	Toplam
inek	4,37	4,69	9,06
manda	3,1	6,61	9,71
karışım	5,41	6,91	12,32
30.gün			
inek	6,4	7	13,4
manda	8,1	8,3	16,4
karışım	6,4	6,7	13,1
60.gün			
inek	7,57	8,7	16,27
manda	6,14	7,14	13,28
karışım	6,3	6,9	13,2

Pizza örneklerinde 7. günde en yüksek puanı karışım peyniri (12,32) almıştır. En düşük puanı ise inek peyniri (9,06) almıştır. Şekil 4.14’de belirtilmiş olduğu gibi manda peynirinin beğeni puanında 30. günde artma, 60. günde ise azalma söz konusu olmuştur. İnek ve karışım peynirinin pizza üzerindeki beğenisi depolama süresince artmış olup bu sonuçlar Kindstedt (1993)’nin çalışmasındaki sonuçlara benzer bulunmuştur.



Şekil 4.14. Depolama süresince pizza örneklerine ait toplam puanlar

Pişme sonucunda depolama süreci boyunca peynirlerden yapılan hiçbir pizza örneğinde yanma olmamıştır (Şekil 4.15). Fakat pişirme sonrası genel görünüm incelendiğinde depolama süresi boyunca manda sütünden yapılan Mozzarella benzeri peynirde çok homojen bir yayılma olmadığı görülmüştür. Peynirlerin erime oranlarındaki değerlerle de benzer olarak, pizza üzerinde en iyi homojen dağılımın, nem içeriği daha yüksek olan inek peynirinde olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.15. İnek, manda ve karışım peynirlerine ait pizza örnekleri

Depolama süresince örneklerin erime ve uzama puan değerlerinde oluşan değişimlerin istatistiksel önemini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.43'de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Pizzada peynir örneklerinin depolama süresince toplam puan değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Depolama süresi	2	39,798	19,399	32,457**
Peynirler	2	9,751	4,8755	8,638**
Hata	22	60,453		
Genel	26			

-: İstatistiksel olarak önemsiz

** : P<0,01 düzeyinde

Depolama süresi boyunca pizzada peynir örneklerinin toplam puan değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur ($P<0,01$).

Farklılıkların seviyesini belirlemek için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda farklılıklar harflerle belirtilmiştir (Çizelge 4.44).

Çizelge 4.44. Pizza örneklerinin depolama süresince toplam puan değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Depolama	Ortalama	Sonuç*	Peynirler	Ortalama	Sonuç*
7	10,363	A	İnek	12,911	A
30	14,300	B	Manda	13,130	B
60	14,250	B	Karışım(yarı yarıya)	12,873	A

*: $P<0,05$ önem düzeyinde

,

4.3. Mikrobiyolojik özellikler

4.3.1. Laktik asit bakterileri sayıları

Çalışmada kültür ilavesinden hemen sonra ve peynirin 7, 30 ve 60 günlük depolama süresi boyunca alınan örneklerde tespit edilen değerler Çizelge 4.45’de verilmiştir. Üretimde MRS Agar’da gelişen laktobasillerin sayısı $4,5 \times 10^4$ kob/g , M17 Agar’da gelişen streptokokların sayısı ise $2,3 \times 10^8$ kob/g olarak bulunmuştur.

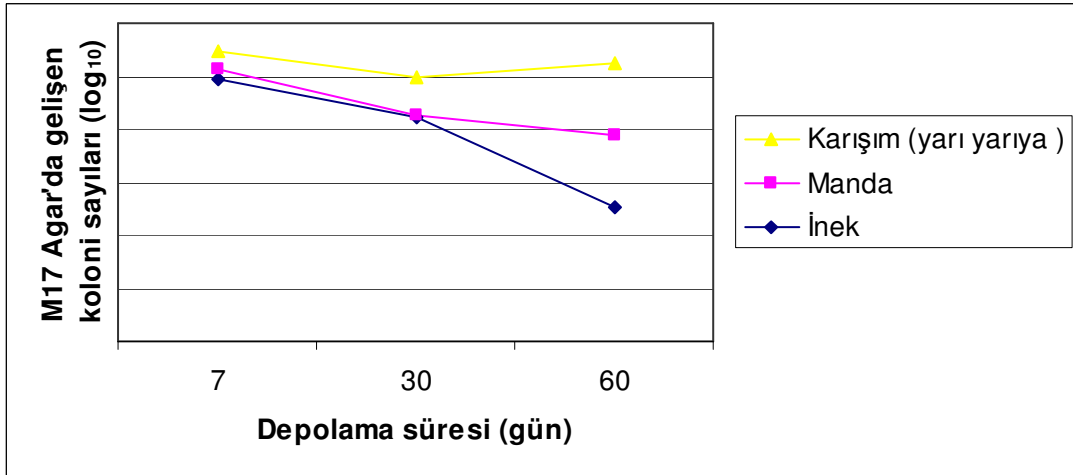
Çizelge 4.45. MRS Agar ve M17 Agar’da gelişen koloni sayıları (kob/g)

Besiyeri		Üretim		
MRS Agar		$4,5 \times 10^4$		
M17 Agar		$2,3 \times 10^8$		
Depolama		İnek	Manda	Karışım (yarı yarıya)
7.gün	MRS Agar	$7,2 \times 10^4$	3×10^3	$3,2 \times 10^5$
7.gün	M17 Agar	9×10^4	5×10^4	$1,5 \times 10^5$
30.gün	MRS Agar	4×10^4	2×10^2	1×10^5
30.gün	M17 Agar	$1,7 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$	$7,5 \times 10^4$
60.gün	MRS Agar	$1,9 \times 10^4$	9×10^1	$2,4 \times 10^4$
60.gün	M17 Agar	$3,4 \times 10^2$	$7,1 \times 10^3$	$1,62 \times 10^4$

Genel olarak asit oluşumu, Mozzarella peynirinin üretiminde kok ve çubuk şekilli bakteriler arasındaki simbiyoz etkiden kaynaklanmaktadır. Böylece peynirin üretim aşamasında başlangıçta kok şekilli bakterilerin asit üretiminde çok baskın olduğu belirtilmiştir (Anon. 1999). Bu sonuçlar ile çalışmada elde edilen sonuçlar uyumlu bulunmuştur.

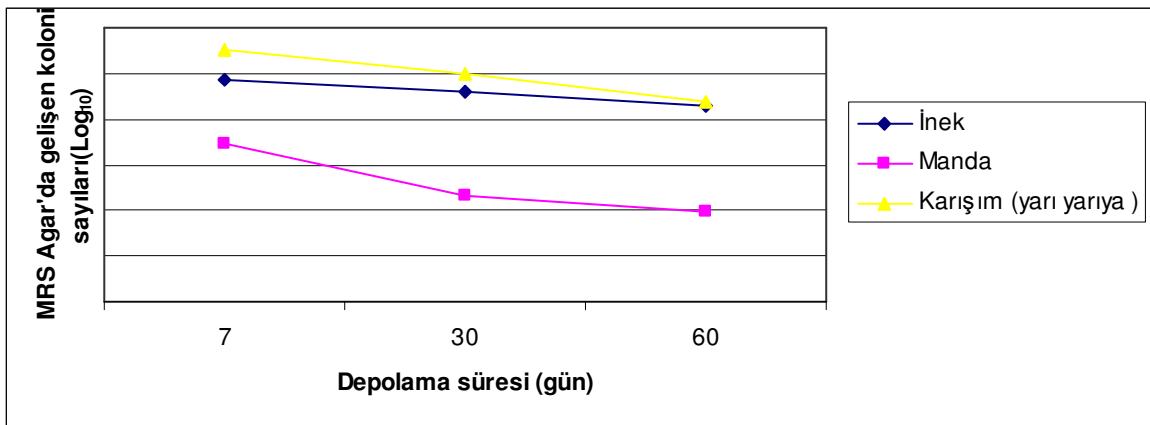
M17 agarda gelişen streptokokların sayısı depolamanın 7. gününde en yüksek karışım peynirinde ($1,5 \times 10^5$ kob/g), en düşük manda peynirinde (5×10^4 kob/g) bulunmuştur. Depolama süreleri boyunca streptokokların sayısı inek peynirinde $3,4 \times 10^2$ - 9×10^4 kob/g , manda peynirinde $7,1 \times 10^3$ - 5×10^4 kob/g, karışım peynirinde $1,62 \times 10^4$ - $1,5 \times 10^5$ kob/g arasında değişmiştir.

Mozzarella peynirinin kimyasal kompozisyonu üzerine çubuk ve kok şekilli bakterilerin etkisinin araştırıldığı çalışmada üretim sonrasında kok şekilli bakterilerin yüksek sayıda bulunduğu tespit edilmiştir (Anon. 1999). Bu araştırma sonuçları ile çalışmada depolamanın 7. gününde tespit edilen sonuçlar paralellik göstermiştir (Şekil 4.16)



Şekil .4.16. Depolama süresince M17 Agar'da gelişen koloni. sayılarındaki değişimler

MRS Agar'da gelişen laktobasillerin sayısı 7. günde en yüksek karışım peynirinde ($3,2 \times 10^5$ kob/g), en düşük manda peynirinde (3×10^3 kob/g) tespit edilmiştir. Depolama süreleri boyunca laktobasillerin sayısı inek peynirinde $1,9 \times 10^4$ - $7,2 \times 10^4$ kob/g, manda peynirinde 9×10^1 - 3×10^3 kob/g, karışım peynirinde $2,4 \times 10^4$ - $3,2 \times 10^5$ kob/g arasında değişmiştir (Şekil 4.17).



Şekil. 4.17 Depolama süresince MRS Agar'da gelişen koloni sayılarındaki değişimler

Starter kùltürlerin az yağlı sütte daha iyi çalışarak nem oranının artmasıyla Mozzarella peynirinde daha fazla erime ve uzama veriminin alındığı belirtilmektedir (Anon. 1999). Depolama süresince laktik asit bakterilerinin sayısında genel olarak bir düşüş görülmüştür. Peynirin üretim aşamasında tam yağlı sütün kullanılması, taze pıhtının haşlama suyu ile muamele edilmesi, üretim aşamasında asitliğin özellikle manda peynirinde daha yavaş gelişmesi neticesinde bu düşüşün olduğu gözlenmiştir.

Ayrıca kok şekilli bakterilerin üretim sonrası buzdolabı sıcaklığında da etkisini sürdürdüğü ve galaktozu metabolize etme özelliğinden dolayı pizza üzerinde yüksek sıcaklıklarda Maillard reaksiyonunu teşvik ettiği belirtilmiştir (Anon. 1999). Bu araştırma sonuçlarına paralel olarak çalışmadaki pizza örneklerinin hiçbirinde yanma problemi tespit edilmemiştir.

4.4. Depolama sırasında meydana gelen aroma bileşenleri

Mozzarella benzeri peynir örneklerinde 7, 30 ve 60. günlerde aroma bileşenlerinin belirlenmesine yönelik yapılan analiz sonucunda 26 bileşen belirlenmiştir (Ek 2). Aroma profilinde ketonlar, alkoller ve hidrokarbonların baskın olduğu gözlenmiştir.

4.4.1. Hidrokarbonlar

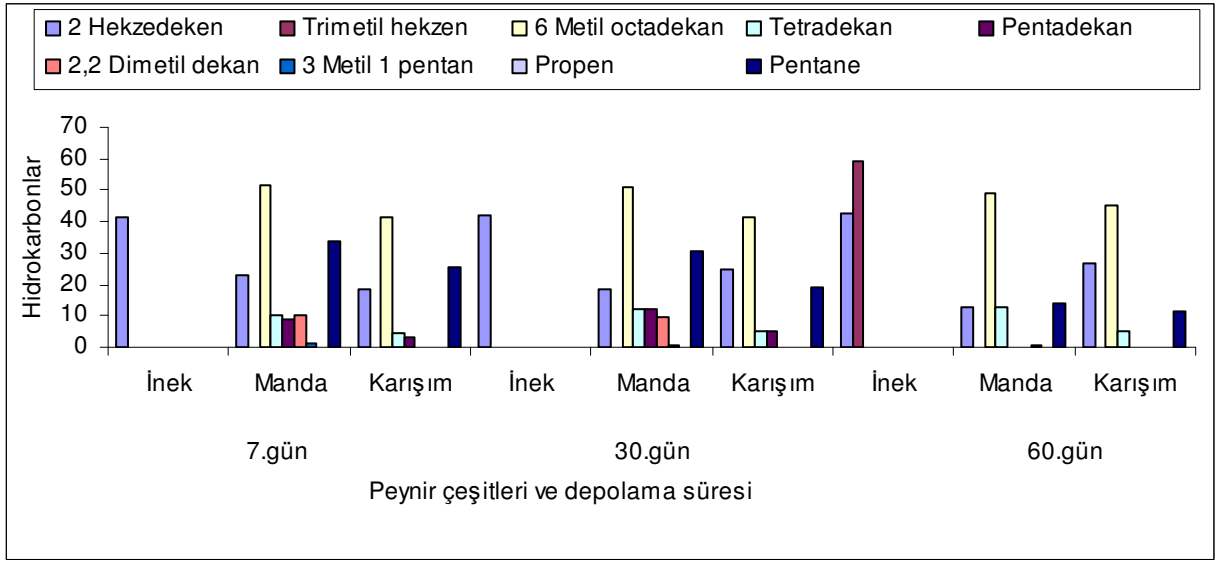
Otooksidasyon ve doymamış yağ asitlerinin etkileri ve ortamdaki oksijen tepkimelerin başlamasının iki ana faktörüdür. Otooksidasyonda ilk aşamada oluşan hidroperoksitler tatsız, kokusuz maddelerdir, tat ve kokuda belirgin bir değişiklik olmaz. Hidroperoksitler parçalandığında uçucu maddeler oluşur. Hidrokarbonlar yağ otooksidasyonunun ikincil ürünleridir.

Çalışmada 9 hidrokarbon bileşiği tespit edilmiş olup ve değerler Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.46. İnek, manda ve karışım Mozzarella benzeri peynirlerde depolama süresince hidrokarbon konsantrasyonu (mg/kg)

Depolama	7			30			60		
	İnek	Manda	Karışım	İnek	Manda	Karışım	İnek	Manda	Karışım
Hidrokarbonlar									
2 Hekzadeken	41,60	22,61	18,15	42,09	18,36	24,81	42,95	12,75	26,77
Tri metil hekzen	-	-	-	-	-	-	59,04	-	-
6 Metil oktadekan	-	51,54	41,53	-	50,82	41,50	-	48,79	45,45
Tetradekan	-	10,09	4,62	-	12,35	4,88	-	12,7	5,33
Pentadekan	-	8,96	3,02	-	11,87	5,16	-	-	-
2,2 Dimetil dekan	-	10,15	-	-	9,26	-	-	-	-
3 Metil 1 pentan	-	1,52	-	-	0,84	-	-	0,60	-
Propen	-	-	-	-	0,30	-	-	-	-
Pentan	-	33,84	25,59	-	30,55	18,94	-	13,89	11,50

Her üç peynirde de bulunan 2 hegzadeken, 7. günde en yüksek inek peynirinde 41,60 mg/kg, en düşük karışım peynirinde 18,15 mg/kg olarak bulunmuştur. 6 metil oktadekan, en yüksek 7 günde manda peynirinde 51,54 mg/kg olarak bulunmuştur. Karışım peynirinde ise en düşük konsantrasyonda pentadekana 7. günde (3,02 mg/kg) ve 30. günde (5,16 mg/kg) rastlanmıştır. İnek peynirinde 7 ve 30. günde sadece 1, 60. günde ise 2 hidrokarbon bileşiğine rastlanmıştır. Genel olarak hidrokarbonların manda sütü Mozzarella'sında daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Depolama süresince değişimler Şekil 4.18'de gösterilmiştir.



Şekil 4.18. Depolama süresince peynirlerde meydana gelen hidrokarbonlar

Barbieri ve ark. (1994) hidrokarbonların genellikle yem kaynaklı olabildiği gibi olgunlaşmanın ileriki aşamalarında da lipid otooksidasyonunun sonucunda üretilebildiğini tespit etmişlerdir. Başka bir araştırmada ise hidrokarbonların peynir aromasına direkt olarak etki etmemekle birlikte diğer aroma bileşiklerinin oluşumunda öncülük ettiği bulunmuştur (Munoz ve ark. 2003, Ortigosa ve ark. 2001).

Moio ve ark. (2006) hidrokarbonların oranını %4 tespit etmişken, diğer bir çalışmada ise 4 hidrokarbon bileşiği tanımlanmıştır (Fernandez ve ark. 2002). Ragusana peynirinde de çeşitli hidrokarbon bileşikleri izole edilmiştir (Carpino ve ark. 2004).

4.4.2. Yağ asitleri

Çalışmada özellikle inek sütünden yapılan Mozzarella benzeri peynirde, dekanolik asit depolamanın 30. gününde 5,74 mg/kg, 60. gününde ise 5,93 mg/kg konsantrasyonda bulunmuş olup, çalışmadaki diğer peynir gruplarında tespit edilememiştir.

Yapılan başka bir çalışmada serbest yağ asitlerin oluşmasının lipoliz, proteoliz ve laktoz fermentasyonu yolu ile olduğu, olgunlaşmada meydana gelen yağ asitlerinin zincir uzunluğunun C4'ten daha uzun olduğu, serbest yağ asitlerinin peynirde alkoller, esterler,

aldehitler, ketonlar ve laktonlar gibi çeşitli aroma bileşiklerinin oluşmasında öncülük ederek aromanın gelişimini arttırdığı ve özellikle sert İtalyan peynirinde aromanın gelişiminde baskın olduğu belirtilmiştir. Ayrıca serbest yağ asitlerinin yüksek konsantrasyonda acı tada neden olduğu tespit edilmiştir (Fenelon ve Guinee 2000).

Diğer bir çalışmada sadece bir yağ asidinin tüm peynir kitlesi üzerinde aromaya etkisinin olamayacağı ancak diğer aromatik bileşiklerle dengede olduğu zaman etkili olabileceği belirtilmiştir (Rankin ve ark. 2005).

Mauriello ve ark. (2003)'nın yaptığı çalışmada doğal kültürlerle yapılan manda sütü Mozzarella'sında 2 yağ asidi tespit edilmiştir. Moio ve ark.(2006)'nın Mozzarella peynirinde yapmış olduğu çalışmada ise yağ asidine rastlanmamıştır. Lifli uzayan tipteki peynir ailesine ait bir peynir çeşidinde de 3 yağ asidi belirlenmiştir (Carpino ve ark. 2004). Cheddar peynirinde yapılan çalışmada dekanolik asit miktarı çok yüksek bulunmuş ve koyuna benzer bir aromanın yoğun olduğu ifade edilmiştir (Woo ve Lindsay 1984).

Barbieri ve ark. (1994) çalışmalarında dekanolik, dodekanolik, oktanoik asidi tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, Rankin ve ark. (2005)'nin çalışmasındaki sonuçlara yakın bulunmuştur. Duyusal değerlendirme sonucunda da panelistleri rahatsız edecek bir tada rastlanmamış olup tipik süt aroması ifade edilmiştir.

4.4.3. Alkoller

Çalışmada bulunan 6 alkol bileşikleri ve konsantrasyonları Çizelge 4.47'de verilmiştir. İnek peynirinde depolama süreleri sonunda undekanol, 1 propanol ve 5 hekzenol bileşiği bulunmuş olup diğer bileşiklere rastlanmamıştır. Manda ve karışım peynirinde ise pentan 4 ol, pentanol ve 1 hekzenol değişik konsantrasyonlarda bulunmuştur. 7, 30 ve 60. günde 1 hekzenol yüksek ve artan konsantrasyonda manda peynirinde ve sırasıyla 48,61 mg/kg, 57,87 mg/kg, 75,82 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince peynirlerin alkol bileşenlerindeki değişimler Şekil 4.19'da gösterilmiştir

Çizelge 4.47. İnek, manda ve karışım Mozzarella benzeri peynirlerde depolama süresince alkollerin konsantrasyonu (mg/kg)

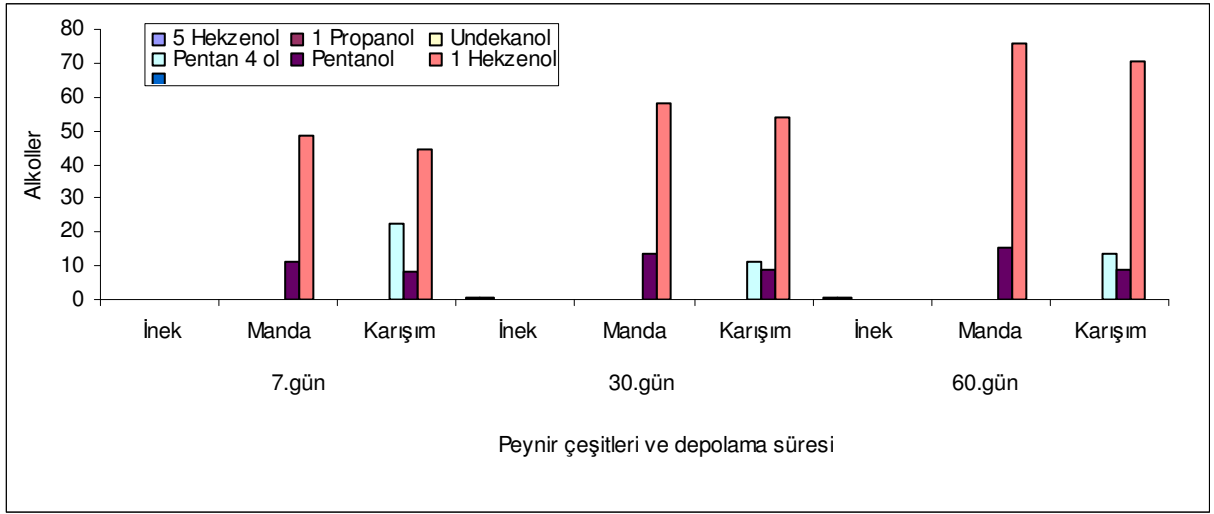
Depolama	7			30			60		
	İnek	Manda	Karışım	İnek	Manda	Karışım	İnek	Manda	Karışım
Alkoller									
5 Hekzenol	-	-	-	0,39	-	-	0,42	-	-
1 Propanol	-	-	-	0,53	-	-	0,58	-	-
Undekanol	0,19	-	-	0,16	-	-	0,15	-	-
Pentan 4 ol	-	35,76	22,73	-	25,12	11,42	-	27,56	13,80
Pentanol	-	11,45	8,21	-	13,68	8,65	-	15,40	9,01
1 Hekzenol	-	48,61	44,62	-	57,87	53,66	-	75,82	70,31

Arora ve ark. (1995) primer alkollerin aldehit ve metil ketonların indirgenmesiyle oluştuğunu belirtmişlerdir. Preiningger ve ark. (1996) tarafından yapılan araştırmada ise alkollerin aldehitler gibi diğer aromatik bileşiklerle dengede oldukları zaman peynire hoş bir tad verdiği gözlenmiştir. Başka bir çalışmada ise Emmenthal peynirinde dinamik headspace yöntemiyle benzer alkoller bulunmuştur (Thierry ve ark. 1999).

Mauriello ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada doğal kültürler ve manda sütü kullanılarak geleneksel Mozzarella peyniri üretilerek aroma profili incelenmiştir. Bu çalışmada toplam 5 alkol bulunup, en belirgin olanı taze peynirin hoş aromasını veren 3 metil 1 butanol olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar Kondyli ve ark (2002)'nin yapmış oldukları çalışmada tam yağlı peynirlerin aroma bileşiklerinde alkollerin de baskın olduğu sonucu ile paralellik göstermiştir

İtalya'da yapılan bir çalışmada ise inek ve manda sütleri kullanılarak üretilen Mozzarella peynirinde %46 oranında alkol bileşeni bulunmuş ve inek sütü Mozzarella'sında alkollerin daha baskın olduğu belirtilmiştir (Moio ve ark. 2006). Çalışmada ise manda peynirinde alkollerin daha yüksek konsantrasyonda bulunduğu gözlenmiştir. Yapılan duyuşsal değerlendirme sonucunda da 30 ve 60. günlerde lezzet açısından en çok beğenilen manda peyniri olmuştur.



Şekil 4.19. Depolama süresince peynirlerde meydana gelen alkoller

4.4.4. Aldehitler

Çalışmada depolamanın 60. gününde sadece inek sütünden üretilen Mozzarella benzeri peynirde 0,182 mg/kg konsantrasyonda oktanal bileşiği tespit edilmiştir.

Barbieri ve ark. (1994) tarafından yapılan çalışmada aldehitlerin genel oluşum mekanizmasının aminoasitlerin nispeten düşük pH da deaminasyonu ve ardından artan pH değerleriyle dekarboksilasyonu şeklinde cereyan ettiği, aldehit ve ketonların doymamış yağ asitlerinin β oksidasyonundan açığa çıkan en büyük ikincil ürünler olduğu ve oluşan hidroperoksitlerin ileriki bozunmalarla hidrokarbonlar, alkoller ve karbonil bileşiklerine dönüştüğü belirtilmiştir

Moio ve ark. (2003) 'nın yapmış oldukları çalışmada ise nonanal, heptanal gibi aldehitlerin peynirde yeşil bitki aroması verdikleri belirtilmiştir. Mauriello ve ark. (2003)'nin yaptığı çalışmada çok düşük oranlarda 3 aldehit bileşiği bulunmuştur. Diğer bir çalışmada ise aldehitlerin oranı %8 olarak tespit edilmiştir (Moio ve ark.2006).

4.4.5. Ketonlar

Çizelge 4.48’de belirtilmiş olduğu gibi 7 keton bileşiği tespit edilmiş olup, bütün depolama süreleri boyunca 2 heptanon en yüksek konsantrasyonda bulunmuştur. Peynir çeşitleri içinde 7. günde manda peynirinde 297,71 mg/kg ile en yüksek, karışım peynirinde 146,06 mg/kg ile en düşük konsantrasyonda tespit edilmiş olup, 30 ve 60 günlük depolama sonrasındaki konsantrasyonları giderek azalmıştır. 2 tridekanon sadece inek peynirinde 7. günde 75,05 mg/kg bulunmuş olup, 30. ve 60. günde daha düşük konsantrasyonda tespit edilmiştir.

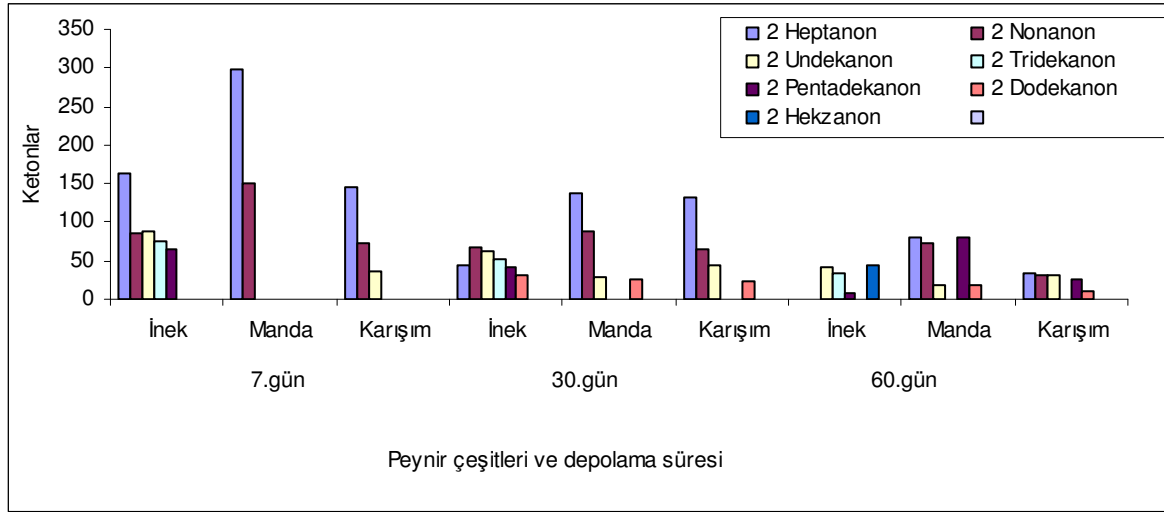
Çizelge 4.48. İnek, manda ve karışım Mozzarella benzeri peynirlerde depolama süresince ketonların konsantrasyonu (mg/kg)

Depolama	7			30			60		
	İnek	Manda	Karışım	İnek	Manda	Karışım	İnek	Manda	Karışım
Ketonlar									
2 Heptanon	163,08	297,71	146,06	44,54	136,93	130,96	-	80,77	33,44
2 Nonanon	85,61	150,11	71,51	67,89	87,36	63,88	-	71,88	30,08
2 Undekanon	87,18	-	37,22	62,67	27,82	44,72	41,31	18,85	32,02
2 Tridekanon	75,05	-	-	50,98	-	-	32,71	-	-
2 Pentadekanon	65,66	-	-	40,79	-	-	6,76	80,77	27,04
2 Dodekanon	-	-	-	30,55	26,23	22,70	-	18,25	10,32
2 Hekzanon	-	-	-	-	-	-	44,37	-	-

Çalışmada ketonlar daha çok inek peynirinde manda ve karışım peynirine göre daha fazla tespit edilmiştir (Şekil 4.20). Duyusal değerlendirmeler sonucunda genel olarak peynirlerde negatif yönde bir değerlendirme olmamıştır.

Daha önce yapılan bir araştırmada ketonların (özellikle metil ketonlar), triaçilgliserollerin enzimatik olarak hidroliz edilmeleri ve sonrasında karşılık gelen C_{14} yağ asitlerinin β oksidasyonu ile metil ketonlara dönüşmesi olarak özetlenebilecek mikrobiyal bozunma sonucu ortaya çıktığı ve duyusal özellikleri nedeniyle metil ketonların yarı sert, sert ve yarı yumuşak peynirlerde önemli yer tuttuğu ifade edilmiştir (Belitz ve ark. 1987).

Moio ve ark. (2006)’nın çalışmasındaki ketonların oranı %6’dır. Yapılan diğer çalışmada ise manda sütünden yapılan Mozzarella peynirinde 2 adet keton bulunmuştur (Ercolini ve ark. 2003). Bu peynirde miktarı 0,425 mg/kg ile 100,670 mg/kg arasında bulunan asetoin çalışmaya konu olan Mozzarella benzeri peynirlerde tespit edilmemiştir.



Şekil 4.20. Depolama süresince peynirlerde meydana gelen ketonlar

4.4.6. Esterler

Çalışmada tespit edilen 2 ester bileşenine ait veriler Çizelge 4.49'da belirtilmiştir. Etil asetat konsantrasyonu depolamanın 7. gününde en yüksek inek peynirinde 8,38 mg/kg konsantrasyonda, en düşük manda peynirinde 7,46 mg/kg konsantrasyonda tespit edilmiştir. 30 ve 60. günde inek peynirinde etil asetatın konsantrasyonu artmış, manda ve karışım peynirinde ise değişik oranlarda bulunmuştur.

Depolama süreleri boyunca etil pentanoata inek peynirinde rastlanmamıştır. Manda ve karışım peynirinde ise konsantrasyonu depolama süreleri boyunca gittikçe azalmıştır (Şekil 4.21).

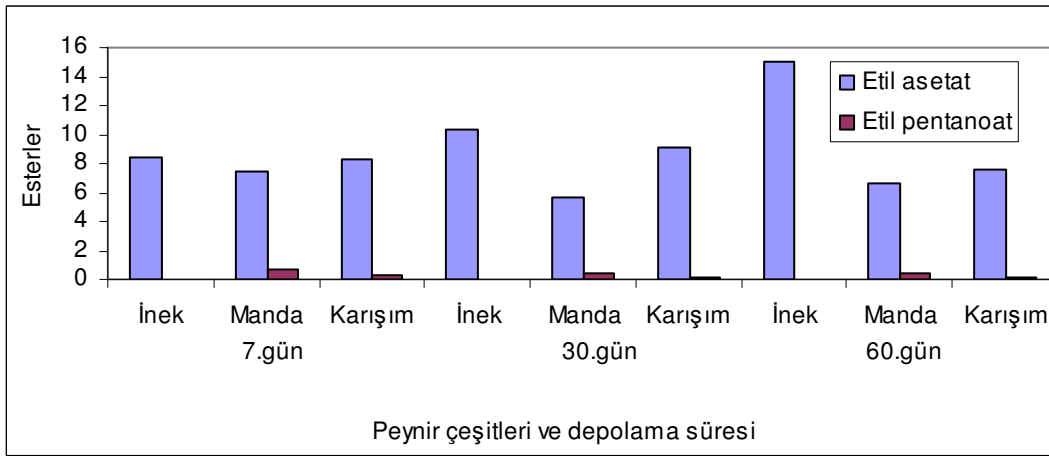
Çizelge 4.49. İnek, manda ve karışım Mozzarella benzeri peynirlerde depolama süresince esterlerin konsantrasyonu (mg/kg)

Periyod	7			30			60		
	İnek	Manda	Karışım	İnek	Manda	Karışım	İnek	Manda	Karışım
Esterler									
Etil asetat	8,38	7,46	8,22	10,39	5,60	9,12	15,00	6,66	7,60
Etil pentanoat	-	0,67	0,24	-	0,45	0,13	-	0,39	0,10

Gripon ve ark. (1991)'nin çalışmasında esterlerin oluşumunda bazı bakterilerin, mayaların ve kimyasal reaksiyonların etkili olduğu, ayrıca alkolle bütirik asidin etkileşimi ile de oluştuğu belirtilmiştir. Çalışmamızdaki bulgulara benzer olarak, etil esterlerin diğer esterlere göre daha baskın olduğu ve meyvemsi tadın ortaya çıkmasını sağladığı da Fernandez ve ark. (2002) tarafından bildirilmiştir.

Esterler ortam sıcaklıklarında yüksek uçuculuk özelliğine sahip olduklarından dolayı bir çok peynirde aromaya çok düşük konsantrasyonlarda bile etki ederler. Buna ilaveten peynire meyvemsi, çiçeğimsi bir tad veren esterler, serbest yağ asidi kaynaklı hoş olmayan keskinliği de azaltırlar (de Frutos ve ark. 1991).

Mauriello ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada ise çok düşük konsantrasyonlarda ekstrakte edildiği için bulunamadığı ifade edilmektedir. İtalya'daki Mozzarella peynirinde yapılan çalışmada ise esterlerin oranı %14'tür (Moio ve ark. 2006).



Şekil 4.21. Depolama süresince peynirlerde meydana gelen esterler

SONUÇ ve ÖNERİLER

Elde edilen sonuçlar ışığında ülkemizde ve dünyada süt ürünlerinin tüketimini arttırmak için piyasada tüketime sunulabilecek çeşitli üretim alternatiflerinin yapılabileceği söylenebilir. Hayvancılık açısından yabancı ülkelerde manda yetiştiriciliği önemli bir paya sahiptir. Manda ve ürünlerinin mutfağımız ve folklorumuzda sahip olduğu özgün yeri de dikkate alınarak ülkemizde manda sütü üreticilerini teşvik etmek gerekmektedir. Böylece yüksek olan hammadde girdileri azaltılarak inek sütünden yapılan ürünlerle hak ettiği rekabeti yakalayabilmelidir. Ayrıca tüketicilerin de farkındalığının artırılması gerekmektedir.

Ayrıca yapmış olduğumuz bu çalışma ülkemizde kendi öz kaynaklarımızı kullanarak manda ve inek sütlerinden Mozzarella benzeri peyniri üretebileceğimizi göstermiştir. Dünya’da hazır yemek sektöründe pizza önemli bir paya sahiptir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara göre, manda peyniri sofralık olarak tüketicilere sunulabilir, inek ve karışım sütünden elde edilen peynirler ise sofralık olarak tüketicilere sunulabileceği gibi pizza yardımcı malzemesi olarak da kullanılabilir. Bu şekilde manda sütü ürünlerinin sektörde hak ettiği yeri alabilmesi için manda üreticilerinin desteklenmesi sağlanabilir.

İleride yapılacak çalışmalarda; daha farklı kombinasyonlarda sütlerin karışımının denenmesi, üretim prosesinde peynirlerin erime ve uzama özelliklerini iyileştirmek yönünde bazı düzenlemelerin yapılması, peynirin genel özellikleri ve aromasında meydana getirdiği değişiklikler konusunda daha fazla bilgi edinilmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Adda J (1986). Flavour of Dairy Products. Elsevier, 151-172.
- Akbulut Ç (2007). Serum Ayırma pH sınırında Manda Sütünden Yapılan Mozzarella Peynirinin Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Akgün (1995). Beyaz peynirde *Lactobacillus sake*'nin starter kültür olarak kullanımı. Ankara Üniversitesi Vet. Fak. Der, 42:271-279.
- Altun (2003). Beyaz Peynirin Olgunlaşması Sırasında Meydana Gelen Kimyasal Değişikliklerin İncelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Anon. (1981). Çiğ Süt Standardı Türk Standartları Enstitüsü. TS 1018, Ankara.
- Anon. (1990). Official Methods of Analysis, Vol.2, Food Composition; Additives, Natural Contaminants, Association of Official Analytical Chemists, USA.
- Anon. (1995). Tetra Pak Dairy Processing Handbook. Tetra Pak Processing Systems AB, 287 p, Lund, Sweden.
- Anon. (1998). Improving Mozzarella Manufacture and Quality Part I. Dairy Management Incl. American Dairy Association US, 1: 5.
- Anon. (1999). Improving Mozzarella Manufacture and Quality Part II. Dairy Management Incl. American Dairy Association US, 1: 4.
- Anon. (2003). Flavours, their Encapsulation and Release. [http://alfa.ist.utl.pt/flaves/html\(erişim_tarihi,11.05.2008\)](http://alfa.ist.utl.pt/flaves/html(erişim_tarihi,11.05.2008)).
- Anon. (2005). Türkiye'de süt sektörünün durumu. www.gidasanayi.com (erişim tarihi, 11.11.2008).
- Anon. (2007 a). Mozzarella Codex Stan, 262-2007.
- Anon. (2007 b). Türkiye'de pizza sektörü. www.tumgazeteler.com. (erişim tarihi, 10.03.2009)
- Anon. (2009). History of Mozzarella cheese. www.google.com. (erişim tarihi, 10.01.2009).
- AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemist.
- AOAC (1995). Association of Official Analytical Chemist.
- Arora G, Cormier F & Lee B (1995). Analysis of odor active volatiles in Cheddar cheese headspace by multidimensional GC / MS/Sniffing. J. Agric. Food Chem, 43: 748-752.
- Barbieri G, Bolzoni L, Careri M, Mangia A, Parolari G, Spagnoli S, Virgili R (1994). Study of the Volatile Fraction of Parmesan Cheese. J. Agric. Food Chem, 42: 1170-1176.
- Barbano DM, Yun JJ and Kindstedt PS(1992) Rod-to-coccus ratio: Change in cell count during mozzarella manufacturing and impact on proteolysis during refrigerated storage. 29th Annual Marschall Italian Cheese Seminar, 16-17, USA.
- Belitz HD, Grosch W (1987). Food Chemistry. 131: 181-182.
- Bhaskaracharya RK, Shah NP (1999). Texture evaluation of commercial Mozzarella cheeses. Aust. J. Dairy Tech., 54: 1-36.
- Brennan JG, Jowitt R and Muğlai OA (1970). Some experiences with the General Foods Texturometer. J. Texture Stud., 1:67-71.
- Buchgraber M, Ulberth, F (1999). Precision and Accuracy of the Likens-Nickerson Method for the Quantification of Cheese Flavour Components. Milchwissenschaft., 54: 677-680.
- Carpino S, Mallia S, Terra S, Melilli C, Licitra G, Acree T E, Barbano D M Soest P J (2004). Composition and Aroma Compounds of Ragusano Cheese. J. Dairy Sci., 87:816-830.
- Chen AH, Larkin JW, Clark CJ, Irwin WE (1979). Textural Analysis of Cheese. J. Dairy Sci., 62:901-907.
- Collin S, Osman M, Delcambre S, El Zayat AI, Dufour JP (1993). Investigation of Volatile Flavor Compounds in Fresh and Ripened Domiati Cheeses. J. Agric. Food Chem., 41:1659-1663.
- Coppola S, Parente E, Dumonlet S, Peccerella A (1988). The microflora of natural whey cultures utilized as starter in the manufacture of Mozzarella cheese from water buffalo mil. Lait., 68: 295-310.
- Coppola S, Villani F, Coppola R, Parente E (1990). Comparison of different starter systems for water buffalo Mozzarella cheese manufacture. Lait., 70: 411-423.
- Dunn HC, Lindsay C (1985). Comparison of Methods for the Analysis of Higher Boiling Flavor Compounds in Cheddar Cheese. J. Dairy Sci., 68: 2874.
- Demirci M, Şimşek O (1997). Süt İşleme Teknolojisi. Hasad Yayıncılık. 246 s, İstanbul.

- de Frutos M, Sanz J, & Martinez-Castro J (1991). Characterization of artisanal cheeses by GC/MS analysis of their medium volatile (SDE) fraction. *J. Agric. Food Chem*, 39: 524–530.
- Enne G, Elez D, Fondrini F, Bonizzi I, Feligini M and Aleandri R(2005).Mozzarella cheese quality. *J. Chrom. A*, 169-174 .
- Ercolini D , Mauriello G and Moio L.(2003).Relationships between Flavoring Capabilities, Bacterial Composition and Geographical Origin of Natural Whey Cultures Used for Traditional Water Buffalo Mozzarella Cheese Manufacture *Dairy Sci.*, 86: 497.
- Fenelon MA & GuineeTP (2000). Flavour development in lowfat cheese. In *Proceeding 6th Moorepark Cheese Symposium*,1–42, Dublin.
- Fernandez E, Carbonell M, Nunez M (2002). Volatile Fraction and Sensory Characteristics of Manchego Cheese. *J. Dairy Res.*, 69: 579-593.
- Fox PF, Wallace JM (1997). Formation of Flavor Compounds in Cheese. *Adv. Appl. Microbiology*, 45: 17-85.
- Fox PF (1999). *Cheese. Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol I and II. Aspen Publishers. Inc., 200 Orchard ridge Drive, Gaithersburg. MD 20878.
- Gasperi F, Gallerani G, Boschetti A, Biasioli F, Monetti A (2000).The Mozzarella cheese flavour profile:a comparison between judge panel analysis and proton transfer reaction mass spectrometry. *J. Sci. Food Agric.*, 81: 357 ± 363.
- Ghosh BC (1996). Low cholesterol mozzarella cheese - technology standardization. *J. Food Sci. Techn.*, 33: 488-492.
- Godefroot M, Sandra P, Verzele M (1981). New Method for Quantitative Essential Oil Analysis. *J Chromatogr.* 23: 325-335.
- Gripon JC, Monnet V, Lamberet G& Desmazaud MJ (1991). Microbial enzymes in cheese ripening. *Elsevier Applied Science*, 131-168.
- Guo MR, Gilmore JA and Kindstedt PS (1997). Effect of Sodium Chloride on the Serum Phase of Mozzarella Cheese. *J Dairy Sci.*, 80: 3098.
- Guinee TP, Auty MA, Harrington D, Corcoran MO (1998). Characteristics of different cheeses used in pizza pie. *Australian J. Dairy Techn.*, 53: 85-109.
- Guinee TP, Feeney EP, Autry MA, Fox PF (2002). Effect of pH and calcium concentration of some textural and functional properties of Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.*, 85: 1207-1655.
- Hammond EG (1989). *The Flavors of Dairy Products. Flavor Chemistry of Lipid Foods.* Editor DB Min T H Smouse, The American Oil Chemists Society Illinois, America, 222-236.
- Hong YH, Yun JJ, Barbano DM, Kindstedt PS, (1998). Impact of three commercial lactobacillus culture strains on Mozzarella cheese yield. *Australian J. Dairy Techn.*, 53:124-170.
- Imm JY, Oh EJ, Han KS, Oh S (2003). Functionality and Physico-Chemical Characteristics of Bovine and Caprine Mozzarella cheeses during refrigerated storage. *J. Dairy Sci.*, Vol: 86: 2790.
- İnal T, Ergün Ö (1990). *Süt ve Süt Ürünleri Teknolojisi.* Final Ofset, 840-889, İstanbul.
- IDF (1982) .Determination of the solid content. Gravimetric (cheese and processed cheese) IDF Standard 4A.
- IDF (1988). *Fermented milk: science and technology*, IDF Standard 4B.
- IDF (1992) *Milk and dried milk .Determination of calcium content. Flame atomic absorption spectrometric methods*, IDF. Standard 154.
- IDF (1993) *Milk Determination of the nitrogen content (Micro-Kjeldahl method) and calculation of crude protein content.* IDF Standard 20 B.
- IDF (1996) *Whole milk. Determination of milk fat,protein, lactose content-guide for the operation of mid-infra-red instruments.* IDF Standard 141 B
- Jana AH, Upedhyay KG (1997). Comparative appraisal of quality of buffalo milk Mozzarella cheese manufactured by two different methods. *J. Food Science and Techn.*, 34: 381-385.
- Joshi NS, Muthukumarappan K, Dave RI (2002). Role of soluble and colloidal calcium contents on functionality of salted and unsalted part skim Mozzarella cheese. *Aust. J. Dairy Techn.*, 57: 198-203.

- Joshi NS, Muthukumarappan K, Dave RI. (2003). Understanding the role of calcium in functionality of part skim Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.*, 86:1906-1918.
- Joshi NS, Muthukumarappan K, and Dave RI, (2004). Viscoelastic Properties of Part Skim Mozzarella Cheese: Effect of Calcium. Storage. and Test Temperature. *Int. J. Food Prop.*, 7: 239–252.
- Kindstedt PS (1993). *Cheese. Chemistry. Physics and Microbiology. Volume 2. Major cheese groups. Mozzarella and Pizza Cheese: Department of Food Chemistry, University Collage, Cork, Ireland.*
- Kondyli E, Massouras T, Katsiari MC, Voutsinas LP (2002). Lipolysis and Volatile In low fat Kefalograviera-type cheese made with commercial special starter culture. *Food Chem.* 82: 203-209.
- Kosikowski F (1982). *Cheese and Fermented Milk Foods, Department of Food Science. Cornell University, Newyork.*
- Kosikowski FV, Mistry VV (1997). *Cheese and Fermented Milk Foods (Volume I, Appendix), Published: Westport, Connecticut, 676-682.*
- Lane CN, Fox PF (1997). Role of Starter Enzymes during Ripening of Cheddar Cheese Made from Pasteurized Milk under Controlled Microbiological Conditions. *Int. Dairy J.*, 7:55-63.
- Lopez –Diaz TM., Alonso C, Garcia Lopez ML, Moreno B(2000). Lactic acid bacteria isolated from a hand made blue cheese. *Food Microbiol.*, 17:23-32.
- Lugerbauer A (1987). Ultrafiltration in the cheese. *Dairy Products*, 2:6-17.
- McMahon DJ, Oberg CJ (1998). Influence of fat. moisture and salt on functional properties of Mozzarella cheese. *Australian J. Dairy Techn*, 48:99.
- Mayes JJ, Sutherland BJ (2002). Effect of high stretch temperature on the properties of Mozzarella. *Australian J. Dairy Techn.*, 178 p.
- Mauriello G; Moio L; Genovese A; Ercolini D (2003). Relationship between flavoring capabilities. bacterial composition. and geographical origin of natural whey cultures used for traditional water-buffalo Mozzarella cheese manufacture. *J. Dairy Sci.*, 27: 389-486 p.
- Merrill RK, Oberg CJ, and McMahon DJ, (1994). A Method for Manufacturing Reduced Fat Mozzarella Cheese. *J. Dairy Sci.*, 77:1783-1789.
- Metin M, (2003). *Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:33, 802 s, İzmir.*
- Metzger LE and Barbano DM (2000). Measurement of Postmelt Chewiness of Mozzarella Cheese. *J. Dairy Sci.*, 82: 2274-2279.
- Metzger LE, Barbano DM and Kindstedt PS (2001). Effect of Milk Preacidification on Low Fat Mozzarella Cheese: II. Chemical ve Functional Properties During Storage. *J. Dairy Sci.*, 84:1348-1356.
- Moio L, Dekimpe J, Etievant P, X Addeof (2003). Comparison of the neutral volatile flavor compounds in Mozzarella cheese made from bovine and water buffalo milk. *Italian J. Food Sci.*, 5: 57-68.
- Moio L, Dekimpe J, Etievant P, X Addeof (2006). Comparison of the neutral volatile flavor compounds in Mozzarella cheese made from bovine and water buffalo milk. *Italian J. Food Sci.*, 82:481-487.
- Munoz N, Ortigosa M, Torre P & Izco JM. (2003). Free amino acids and volatile compounds in ewe's milk cheese as affected by seasonal and cheese-making plant variations. *Food Chemistry*, 83: 329–338.
- Nielsen PS (1987). Cheese production by ultrafiltration. *Scandinavian Dairy Industry*.1:34-35.
- Oberg CJ, Wang A, Moyes M, Rodney B and Richardson G H (1991). Effects of Proteolytic Activity of Thermolactic Cultures on Physical Properties of Mozzarella Cheese. *J Dairy Sci.*, 74: 389-397.
- Oberg CJ, Merrill RK, Brown RJ and Richardson GH, (1992). Effects of Freezing. Thawing and Shredding on Low Moisture. Part-Skim Mozzarella. *J Dairy Sci.*, 75: 1161-1166.
- Ortigosa M, Torre P, & Izco JM (2001). Effect of pasteurization of ewe's milk and use of a native starter culture on the volatile components and sensory characteristics of Roncal cheese. *J. Dairy Sci.*, 84:1320–1330.

- Pastorino AJ, Dave RI, Oberg CJ, McMahon DJ (2002). Temperature effect on structure-opacity relationships of nonfat Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.*, 85: 2106.
- Perry, DB, McMahon DJ. and Oberg CJ (1997) Effect of exopolysaccharide-producing cultures on moisture retention in low fat mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.*, 80: 799-805.
- Pilcher SW and Kindstedt PS (1990). Survey of Mozzarella Cheese Quality at Restaurant End Use. *J Dairy Sci.*, 73:164&1647
- Preininger M, Warmke R & Grosch W (1996). Identification of the character impact flavour compounds of Swiss cheese by sensory studies of models. *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 202: 30–34.
- Rankin A, Lubachevsky G, Nogueira M (2005). A study of the Volatile Composition of Minas Cheese. *Elsevier*, 38: 555-563.
- Reillya CE, Murphya PM, Kelly AL, Guinee TP, Autya MA.(2002). The effect of high pressure treatment on the functional and rheological properties of Mozzarella cheese. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3:3-9
- Reineccius G (1993). Biases in Analytical Flavor Profiles Introduced by Isolation Method. *IFT. Basic Symposium Series*. Chicago. 61-76.
- Rowney M, Roupas P, Hickey MW, Everett D (2004). Salt-induced structural changes in 1-day old Mozzarella cheese and the impact upon free oil formation. *Int.Dairy J.*, 14: 809–816.
- Rudan MA, Barbano DM (1998). A dynamic model for melting and browning of Mozzarella cheese during pizza baking. *Australian J. Dairy Techn.*, 53: 91-95.
- Rudan MA, Barbano DM, Yun JJ, Kindstedt PS (1999). Effect of Fat Reduction on Chemical Composition. Proteolysis. Functionality and Yield of Mozzarella Cheese. *J. Dairy Sci.*, 82: 4-13.
- Saldamlı I (1985). *Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 29-31 s, Ankara.
- Sarısaçlı İ (2006). *Süt Ürünleri İGEME Raporu* . Ankara.
- Scott R (1986). *Cheesemaking Practice*. Second Edition. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.
- Sheehan JJ, Huppertz T, Hayes MG, Kelly AL, Beresford TP, Guinee TP (2003). High pressure treatment of reduced-fat Mozzarella cheese: Effects on functional and rheological properties. *Inn. Food Sci. and Emerging Techn.*, 6:73– 81.
- Sheehan JJ, Guinee TP (2004). Effect of pH and calcium level on the biochemical, textural and functional properties of reduced-fat Mozzarella cheese. *Int. Dairy J.*, 14:161–172.
- SPSS (1998). *9,01 for Windows* SPSS Inc.Shicago, IL.
- Stephan A, Bucking M, Steinhart H (2000). Novel analytical Tools for Food Flavours (Review). *Food Res. Int.*, 33:199-209.
- Soysal M (2009). *Manda ve Ürünleri Üretimi*, 172 s. Tekirdağ.
- Stanley G (1998). *Cheeses. Microbiology of Fermented Foods*. Vol.1, 2nd Ed. Edited by Brian J.B. Wood. Blackie Academic&Professional, 263-307.
- Tekinşen OC (1997). *Süt Ürünleri Teknolojisi*. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, 133-229 s. Konya.
- Thierry A, Maillard MB, Le Quere JL (1999). Dynamic headspace analysis of Emmental aqueous phase as a method to quantify in volatile flavour compounds during ripening. *Int. Dairy*, 453-463.
- Thompson MP, Flanagan JF, Brower DP& Gyuricsek DM (1978). Mozzarella cheese production methods. *Proc.15th Ann.Marschall Invit., Ital.Cheese Sem., USA*.
- Tunick MH, Malin EL, Smith PW, Shieh JJ, Sullivan BC, Mackey KL and Holsinger VH (1993). Proteolysis and Rheology of Low Fat and Full Fat Mozzarella Cheeses Prepared from Homogenized Milk. *J. Dairy Sci.*, 76:3621-3628.
- Üçüncü M (2004). *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi cilt II*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 1233 s, İzmir.
- Üçüncü M (2005).*Süt .Süt ve Mamülleri Teknolojisi*. Ed:M.Ü., 1-348 s, İzmir
- Wang W, Kindstedt PS, James AG (1998). Changes in the Composition and Meltability of Mozzarella Cheese During Contact with Pizza Sauce. *J. Dairy Sci.*, 81:609-614.
- Wang H, Sun D (2002). Melting characteristics of cheese. *J. Food Eng.*, 51: 305-310.
- Williams AG, Noble J, Banks JM (2001). Catabolism of Amino Acids by Lactic Acid Bacteria Isolated from Cheddar Cheese. *Int Dairy J.*, 11: 203-215.

- Woo AH, & Lindsay RC (1984). Concentrations of major free fatty acids and flavour development in Italian cheese varieties. *J. Dairy Sci.*, 67: 960–968.
- Yun JJ, Barbano DM, Kindstedt PS (1993). Mozzarella Cheese: Impact of Coagulant Type on Chemical Composition and Proteolysis. *J. Dairy Sci.*, 76: 3648-3656.
- Yun JJ, Barbano DM, Kiely LJ and Kindstedt PS (1995). Mozzarella Cheese: Impact of Rod: cocci Ratio on Composition. Proteolysis. and Functional Properties. *J. Dairy Sci.* 78:751-760.
- Yvon M, Rijnen L (2001). Cheese Flavour Formation by amino Acid Catabolism, *Int. Dairy J.* 11: 185-201.

Ek 1. Korelasyon Tablosu

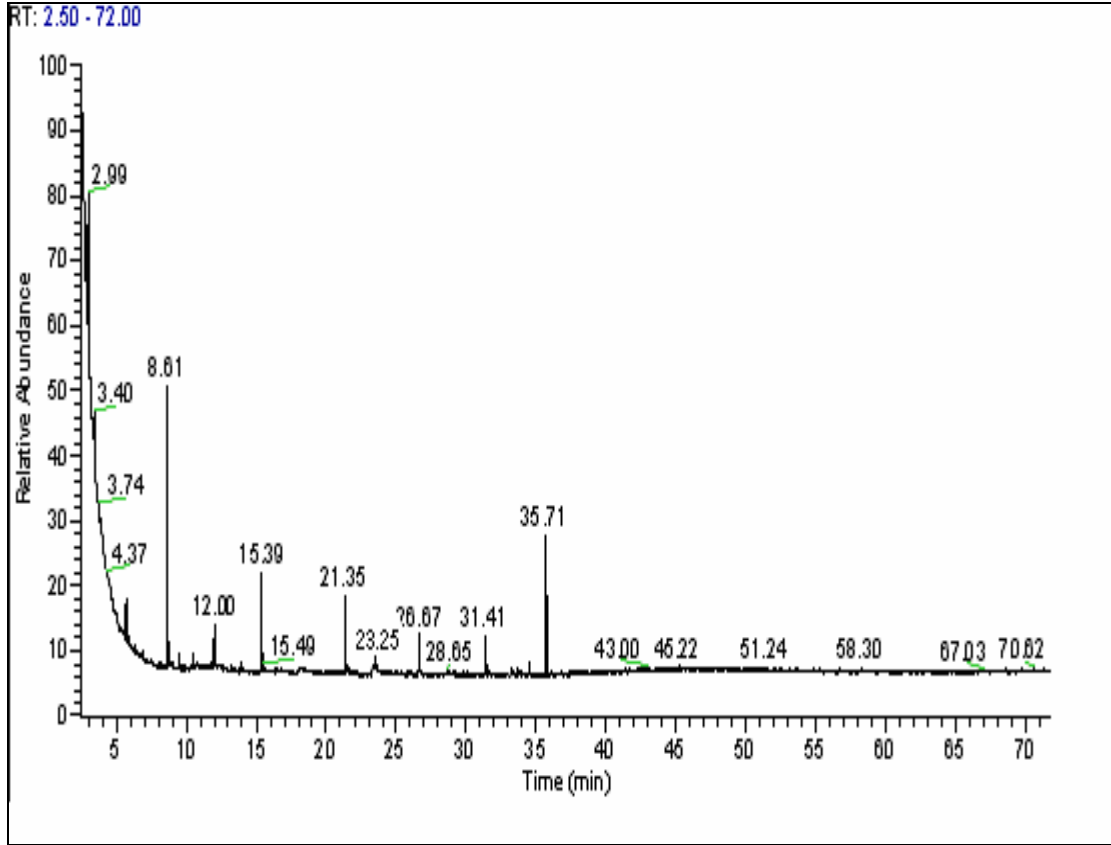
pH												
Kuru Madde	0,519**											
Yağ	0,505**	0,998**										
Asitlik	-0,134	-	0,546**	0,539**								
Protein	-0,515*	-	0,837**	0,801**	0,536**							
Kül	0,540**	0,599*	0,595**	-0,196 ⁻	-0,434 ⁻ *							
Tuz	-0,02 ⁻	0,308 ⁻	0,327 ⁻	0,130 ⁻	-0,134 ⁻	0,376 ⁻ *						
Erime	-0,827**	0,709**	0,701**	0,629**	0,660*	0,524*	0,067 ⁻					
L	0,443*	0,093 ⁻	-0,099 ⁻	-0,113 ⁻	0,036 ⁻	0,326 ⁻	0,676*	0,458*				
a	-0,479*	0,744**	0,710**	0,531**	0,912*	0,346 ⁻	-0,07 ⁻	0,650*	0,182 ⁻			
b	-0,315 ⁻	0,319 ⁻	0,302 ⁻	0,014 ⁻	0,391*	0,078 ⁻	0,456*	0,239 ⁻	0,571*	0,423 ⁻		
Tekstür	0,700*	0,861*	0,834**	0,553**	0,939*	0,566*	0,041 ⁻	0,827*	0,217 ⁻	0,882*	0,131 ⁻	
	pH	Kuru Madde	Yağ	Asitlik	Protein	Kül	Tuz	Erime	L	a	b	Tekstür

*:P<0,05 önem düzeyinde

** : P<0,01 önem düzeyinde

- : İstatistiksel olarak önemsiz

Ek:2. Peynirin depolanması sırasında oluşan aroma bileşiklerinin GC/MS kromatografisi



ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Rize’de doğdu. Ankara Kurtuluş Lisesi’nden mezun olduktan sonra Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden 1996 yılında mezun oldu. 1996-1999 yılları arasında Ren Gıda Bisküvi ve Çikolata San Tic.A.Ş’ de Kalite Güvence ve Ürün Geliştirme Mühendisi, 1999-2001 yılları arasında Danonesa Tikveşli San Tic A.Ş’de Proje Mühendisi, Yeni Ürün ve Ambalaj Geliştirme Mühendisi olarak çeşitli fabrikalarda, 2003’e kadar Unilever San Tic A.Ş’de Araştırma Geliştirme Mühendisi olarak görev aldı. 2005 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisansını tamamladı. Evli ve iki çocuk annesidir.