

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İSLİ ÇERKEZ PEYNİRİNİN ÜRETİM
PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU**

DOKTORA TEZİ

Hatice SIÇRAMAZ

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet AYAR

Temmuz 2021

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İSLİ ÇERKEZ PEYNİRİNİN ÜRETİM PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU

DOKTORA TEZİ

Hatice SIÇRAMAZ

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 05 / 07 /2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Üye

Üye

Üye

Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Hatice SIÇRAMAZ

05.07.2021

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim sırasında karşılaştığım engelleri aşmamda önemli rolü olan, çalışmalarımda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Ahmet AYAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez süresince çalışmalarına yön veren Tez İzleme Komitesi üyesi değerli hocalarım Prof. Dr. Mustafa Şahin DÜNDAR ve Prof. Dr. Suzan ÖZTÜRK YILMAZ'a önemli katkılarından ve sabırlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım. Üretim tesisi kurulumu alt yapı ihtiyaçlarımızı karşılamada değerli vaktini ve desteğini esirgemeyen SAÜ Mühendislik Fakültesi Dekan Yardımcısı Dr. Öğr. Üyesi Gültekin ÇAĞIL'a da sonsuz teşekkürü borç bilirim. Yine üretim tesisi kurulumunda yer tahsisi ve alt yapı desteği sağlayan Sakarya Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve Yapı İşleri Genel Müdürlüğü yönetimi ile uzman personeline teşekkür ederim.

Bilgi ve deneyimlerini hiçbir zaman esirgemeyen, manevi desteklerini de her zaman hissettiren SAÜ Gıda Mühendisliği Bölümü saygıdeğer öğretim üyesi hocalarıma ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkür ederim. Duyusal analizleri her zaman güleryüzle ve sabırla gerçekleştiren değerli hocalarım Prof. Dr. Serap COŞANSU AKDEMİR, Doç. Dr. Ayşe AVCI, Doç. Dr. Serpil ÖZTÜRK MUTİ, Doç. Dr. Oktay YEMİŞ, Dr. Öğr. Üy. Gökçe POLAT YEMİŞ, Dr. Öğr. Üy. Mustafa ÖZTÜRK ile çalışma arkadaşlarım Arş. Gör. Gülşah KARABULUT, Arş. Gör. Elif SEZER ve Arş. Gör. Eda KILIÇ KANAK'a ayrıca teşekkür ederim. İstatistiksel analizlerde desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Semanur YILDIZ'a da teşekkürlerimi sunarım. Çalışmaya maddi destek sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığına (Proje No: 2017-50-02-003) desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Son olarak, mutluluğuma vesile olan, motivasyon kaynağım değerli aileme sonsuz teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ÖZET	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Asitle ve Asit-Isı Kombinasyonuyla Pıhtılaştırılarak Üretilen Peynirler	4
2.1.1. Asit-ısı uygulaması sırasında gözlenen değişimler	7
2.1.2. Asit-ısı pıhtısı peynirlerde olgunlaşma	9
2.1.3. Çerkez peyniri	12
2.2. Tütsüleme	14
2.2.1. Tütsü üretimi sırasında oluşan değişimler	15
2.2.2. Tütsü bileşimini etkileyen faktörler	16
2.2.2.1. Odunun cinsi	16
2.2.2.2. Odunun yanma sıcaklığı	16
2.2.2.3. Tütsüleme ortamının nemi	16
2.2.2.4. Hava akış hızının etkisi	17
2.2.2.5. Tütsüleme süresi	17
2.2.3. Tütsüleme çeşitleri	18

2.2.4. Tütsüdeki aroma bileşenleri	19
2.2.5. Tütsünün kimyasal güvenilirliği	20
2.2.6. Tütsüleme fırını	21

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1. Materyal	25
3.1.1. Sütün temini	25
3.1.2. Pastörizatörün temini	25
3.1.3. Asit kaynaklarının temini ve hazırlanması, kalsiyum klorürün temini	26
3.1.4. Tütsüleme fırınının üretimi ve temini	27
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Sütün pastörizasyonu ve asitlendirilmesi	28
3.2.2. Pıhtı süzme, tuzlama ve dinlendirme	28
3.2.3. Peynirlerin kesilmesi ve tütsülenmesi	30
3.2.4. Üretim akış şeması	30
3.3. Analizler	32
3.3.1. Genel kimyasal bileşimin saptanması	32
3.3.2. Mikrobiyolojik analizler	33
3.3.3. Duyusal analizler	33
3.3.4. Tekstür analizi	34
3.3.5. Raf ömrü olgunlaşması kimyasal analizleri	34
3.3.5.1. pH ve titrasyon asitliği analizi	34
3.3.5.2. Suda çözünen azot miktarı ve olgunlaşma derecesi tayini	35
3.3.5.3. Toplam serbest yağ asidi miktarı tayini	36
3.3.6. Mikroyapının belirlenmesi	37
3.3.7. İstatistiksel analiz	37

BÖLÜM 4.

ARAŞTIRMA BULGULARI	38
4.1. Peynir Randımanı	38

4.2. Genel Kimyasal Bileşim	39
4.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	44
4.3.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı sonuçları	45
4.3.2. Toplam küf-maya sayımı sonuçları	48
4.4. Duyusal Analiz Sonuçları	52
4.4.1. Renk değerlendirmesi	52
4.4.2. Sıklık değerlendirme	56
4.4.3. Yapı değerlendirme	59
4.4.4. Çiğnenebilirlik değerlendirme	62
4.4.5. Elastikiyet değerlendirme	65
4.4.6. Tuzlu tat değerlendirme	68
4.4.7. Yoğurdumsu tat değerlendirme	71
4.4.8. Ekşimsi tat değerlendirme	74
4.4.9. Tat değerlendirme	77
4.4.10. Tütsü yoğunluğu değerlendirme	81
4.4.11. Beğeni değerlendirme	84
4.4.12. Duyusal değerlendirmeye ait temel bileşen analizi ve veri dağılım yükleri	87
4.5. Tekstür Analiz Sonuçları	88
4.6. Raf Ömrü Olgunlaşma Kimyasal Analiz Sonuçları	91
4.6.1. pH ve titrasyon asitliği analiz sonuçları	91
4.6.2. Suda çözünen azot ve olgunlaşma derecesi analiz sonuçları	96
4.6.3. Toplam serbest yağ asidi analiz sonuçları	100
4.6.4. Raf ömrü olgunlaşmasına ait kimyasal analiz sonuçlarının temel bileşen analizi ve veri dağılım yükleri	102
4.7. Mikroyapı Değerlendirme Sonuçları	104
 BÖLÜM 5.	
TARTIŞMA VE SONUÇ	107
 KAYNAKLAR	110
ÖZGEÇMİŞ	121

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

HTST	: Yüksek sıcaklık-kısa süre
KM	: Kuru madde
LA	: Laktik asit
NA	: <i>N</i> -nitrozamin
OD	: Olgunlaşma derecesi
OGYE	: Oxytetracycline-glucose-yeast extract
PAH	: Polisiklik aromatik hidrokarbonlar
PAS	: Peyniraltı suyu
PCA	: Plate count agar
PDO	: Korumalı menşe adı
PGI	: Korumalı coğrafi işaret
SÇA	: Suda çözünen azot
TİT ASİT	: Titrasyon asitliği
TMAB	: Toplam mezofilik aerobik bakteri
TSG	: Garantili geleneksel özellikler
TSYA	: Toplam serbest yağ asidi
VRB	: Violet Red Bile
YKM	: Yağsız kuru madde

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Asidik süt jelleri – Soldan sağa: Isıtılmamış süt ve ısıtılmış süt jelinin mikroyapısı	9
Şekil 2.2. Taze Çerkez peyniri	12
Şekil 2.3. Kurutulmuş Çerkez peyniri	13
Şekil 2.4. Geleneksel yöntemle tütülenmiş isli Çerkez peyniri	14
Şekil 2.5. Tütülemiş Cheddar peyniri	14
Şekil 2.6. Endüstriyel sıcak ve soğuk tütüleme fırını	22
Şekil 2.7. Sürekli sistem yatay akışlı tünel tipi sıcak ve soğuk tütüleme fırını	24
Şekil 3.1. Süt pişirme kazanı	26
Şekil 3.2. Tütü jeneratörünün talaş haznesi	27
Şekil 3.3. Tütüleme fırını iç görünümü	28
Şekil 3.4. Teleme süzme aşaması	29
Şekil 3.5. Üretilen taze Çerkez peyniri	29
Şekil 3.6. Tütülenmiş Çerkez peyniri	30
Şekil 3.7. Taze ve tütülenmiş Çerkez peynirlerinin üretim akış şeması	31
Şekil 4.1. Peynirlerin ortalama kuru madde değerleri	43
Şekil 4.2. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince gözlenen TMAB miktarı değişim grafikleri	46
Şekil 4.3. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince gözlenen küf-maya miktarı değişim grafikleri	49
Şekil 4.4. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan renk değerlendirmesi değişim grafikleri	54
Şekil 4.5. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan sıklık değerlendirmesi değişim grafikleri	57
Şekil 4.6. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan yapı değerlendirmesi değişim grafikleri	60

Şekil 4.7. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan çiğnenebilirlik değerlendirmesi değişim grafikleri	63
Şekil 4.8. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan elastikiyet değerlendirmesi değişim grafikleri	66
Şekil 4.9. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan tuzlu tat değerlendirmesi değişim grafikleri	69
Şekil 4.10. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan yoğurdumsu tat değerlendirmesi değişim grafikleri	72
Şekil 4.11. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan ekşimsi tat değerlendirmesi değişim grafikleri	75
Şekil 4.12. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan tat değerlendirmesi değişim grafikleri	79
Şekil 4.13. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan tutsü yoğunluğu değerlendirmesi değişim grafikleri	82
Şekil 4.14. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan beğeni değerlendirmesi değişim grafikleri	85
Şekil 4.15. Duyusal değerlendirmeye ait temel bileşen analizi ve veri dağılım yükleri	88
Şekil 4.16. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince sertlik değeri değişim grafikleri	91
Şekil 4.17. Raf ömrü olgunlaşmasına ait kimyasal analiz sonuçlarının temel bileşen analizi ve veri dağılım yükleri	103
Şekil 4.18. Yaz ve kış peynirlerinde uygulanan işlemler ve depolama sonucunda elde edilen mikroyapı görüntüleri	105

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Direk asit ilavesiyle üretilen bazı peynir türleri	5
Tablo 2.2. Direkt asit ilavesiyle üretilen bazı peynir türlerinin yaklaşık bileşimleri	6
Tablo 2.3. Çiğ süt kaynaklı enzimler ve ısı inaktivasyon yükleri	10
Tablo 2.4. Odun tütsüsünde tespit edilen bileşik sayıları	19
Tablo 3.1. Peynir üretiminde kullanılan çiğ süt bileşimi	25
Tablo 3.2. Yaz ve kış sütüyle üretilen peynirlerin deneme desenleri	31
Tablo 3.3. Duyusal analiz formu	34
Tablo 4.1. Peynir randımanları	38
Tablo 4.2. Üretilen peynirlerin genel kimyasal bileşimleri	42
Tablo 4.3. Üretilen peynirlerin depolama süresince TMAB sayım sonuçları	47
Tablo 4.4. Üretilen peynirlerin depolama süresince küf-maya sayım sonuçları ..	50
Tablo 4.5. Üretilen peynirlerin depolama süresince renk değerlendirmesi sonuçları	55
Tablo 4.6. Üretilen peynirlerin depolama süresince sıklık değerlendirmesi sonuçları	58
Tablo 4.7. Üretilen peynirlerin depolama süresince yapı değerlendirmesi sonuçları	61
Tablo 4.8. Üretilen peynirlerin depolama süresince çiğnenebilirlik değerlendirmesi sonuçları	64
Tablo 4.9. Üretilen peynirlerin depolama süresince elastikiyet değerlendirmesi sonuçları	67
Tablo 4.10. Üretilen peynirlerin depolama süresince tuzlu tat değerlendirmesi sonuçları	70
Tablo 4.11. Üretilen peynirlerin depolama süresince yoğurdumsu tat değerlendirmesi sonuçları	73

Tablo 4.12. Üretilen peynirlerin depolama süresince ekşimsi tat değerlendirme sonuçları	76
Tablo 4.13. Üretilen peynirlerin depolama süresince tat değerlendirme sonuçları	80
Tablo 4.14. Üretilen peynirlerin depolama süresince tutsu yoğunluğu değerlendirme sonuçları	83
Tablo 4.15. Üretilen peynirlerin depolama süresince beğeni değerlendirme sonuçları	86
Tablo 4.16. Üretilen peynirlerin depolama süresince tekstür analizi sonuçları ...	89
Tablo 4.17. Üretilen peynirlerin depolama süresince pH analizi sonuçları	93
Tablo 4.18. Üretilen peynirlerin depolama süresince titrasyon asitliği analizi sonuçları	94
Tablo 4.19. Üretilen peynirlerin depolama süresince suda çözünen azot analizi sonuçları	98
Tablo 4.20. Üretilen peynirlerin depolama süresince olgunlaşma derecesi analiz sonuçları	99
Tablo 4.21. Üretilen peynirlerin depolama süresince toplam serbest yağ asidi analiz sonuçları	101

ÖZET

Anahtar kelimeler: İslı Çerkez peyniri, tıtsüleme, üretim parametreleri

İslı Çerkez peyniri henüz coğrafi işaret almamış, üretimini standardize edilmemiş geleneksel peynirlerimizdendir. Üretim koşulları standardize edilmediğı için piyasada satılan Çerkez peynirleri geleneksel üründen uzak, çok farklı tat ve yapılarıdadır.

Bu çalışmada temel olarak iki amaç bulunmaktadır. Öncelikle, geleneksel üretim koşullarının sanayiye uyarlanması için üretim tesisi kurulmuş ve bu kapsamda ülkemizde ilk kez soğuk tıtsüleme fırını üretilmiştir. İkinci aşamada ürün standardizasyonu için üretim koşullarının optimize edilmesi amaçlanmıştır. 70°C ve 90°C pıhtılaştırma sıcaklıklarında tıtsülenmemiş ürün ile 2,5 saat ve 6 saat tıtsülenmiş ürünlerin randımanı ve genel kimyasal bileşimi incelenmiştir. Uygulanan proseslerin peynire etkilerini gözlemlemek için 1., 30., 60. ve 90. depolama günlerinde mikrobiyal, duyuşal, tekstürel değışimler ve olgunlaşma özellikleri incelenmiştir. Ürünlerin 1. ve 90. günlerinde mikroyapıları da incelenmiştir. Sütteki mevsimsel farklılık göz önüne alınarak hem yaz hem kış mevsimlerinde üretimler tekrarlanmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde tıtsülemenin mikrobiyal gelişim üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Ürünün renk, sıklık ve elastikiyet özellikleri tıtsüleme işlemiyle artmıştır. Duyusal analizlerde 6 saatlik tıtsüleme işleminde tıtsü aroması fazla bulunmuş, 2,5 saatlik tıtsülemede ise istenilen yoğunlukta hissedilmiştir. Pıhtılaştırma sıcaklığındaki farklılık, ürünlerin farklılaşmasına yol açmıştır. 90°C’de pıhtılaştırılan ürünlerin kuru maddesiyle birlikte sertlik değıerleri, 70°C’de pıhtılaştırılan üründen yüksek ölçülmüştür. Tıtsüleme işleminin suda çözünen azot miktarına etkisi olmamış, toplam serbest yağ miktarı ise 6 saat tıtsülemeyle artmıştır. Ürünlerin mikroyapıları incelendiğinde tıtsülenmiş ürünlerde ve 90°C’de pıhtılaştırılanlarda daha boşluklu kitleler saptanmış, raf ömrü sonunda yağ kitlelerinin birleştiğı gözlenmiştir.

Ulaşılmak istenen ürünün özelliklerine ve raf ömrüne göre hangi parametrelerin kullanılması gerektiğini belirlemede bu çalışmanın iyi bir kaynak sağlayacağı düşünülmektedir.

OPTIMIZATION OF PRODUCTION PARAMETERS OF SMOKED CIRCASSIAN CHEESE

SUMMARY

Keywords: Smoked Circassian cheese, smoking, production parameters

Smoked Circassian cheese is one of our traditional cheeses that have not yet received geographical indications and whose production is not standardized. Since the production conditions are not standardized, the Circassian cheeses in the markets are far from traditional products and have very different tastes and textures.

There are two main aims in this study. First of all, a production plant was established to adapt traditional production conditions to the industry, and for this purpose, a cold smoking oven was manufactured for the first time in our country. In the second stage, it is aimed to optimize the production conditions for product standardization. The yield and general chemical composition of the unsmoked product and the smoked products for 2.5 hours and 6 hours at coagulation temperatures of 70°C and 90°C were investigated. In order to observe the effects of the applied processes on cheese, microbial, sensory, textural changes and ripening properties were examined on the 1st, 30th, 60th and 90th storage days. The microstructures of the products were examined on the 1st and 90th days. Considering the seasonal difference in milk, the production was repeated in both summer and winter seasons.

When the results were examined, the effect of smoking on microbial development was found to be statistically insignificant. The color, firmness and elasticity properties of the product were increased by the smoking process. In sensory analysis, the smoke flavour was found to be high in the 6-hour smoking process, and it was felt at the desired intensity in the 2.5-hour smoking process. The difference in coagulation temperature led to the differentiation of the products. The hardness and dry matter values of the products coagulated at 90°C were measured higher than the coagulated product at 70°C. The smoking process had no effect on the amount of water-soluble nitrogen, but the total amount of free oil increased with 6 hours of smoking. When the microstructures of the products were examined, more hollow structures were found in smoked products and the products coagulated at 90°C, and it was observed that fat masses coalesced at the end of the shelf life.

It is predicted that this study will provide a good source for determining the parameters for the desired properties and shelf life of the product.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Proteinler jel oluşturma yeteneğine sahiptir. Jeli oluştururken de yağ ve diğer bileşenler ile birlikte suyu bağlayan bir matriks gibi hareket ederek bileşenlerin tümünün yapıya dahil olmasını sağlar. Oluşturdukları matriks yapıların özellikleri; sıcaklık, pH ve tuzlar gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak çokça değişebilmektedir. Temel olarak iki tip jel oluşturmaktadırlar; ince sarmallı jeller, moleküllerin sıralı bir şekilde birleşmesiyle oluşur ve ağlar o kadar küçüktür ki bu jel yapıları şeffaftır. Diğer tür ise kümelenmiş jellerdir, şeffaf olmayan parçacıklı jeller halinde oluşturulur ve bu tür jeller süt ve yumurta ürünlerinde yaygındır (Hermansson, 1994).

Sütten asit jel eldesi için,

- laktozu laktik asite fermente eden bakteri kültürleri kullanılabilir veya
- laktik asit, glukono-delta-lakton, yoğurt suyu, sirke vb. asit kaynakları direkt olarak süte eklenebilir (Lucey ve Singh, 1997).

Asitle koagüle edilerek üretilen peynirlerin üretimi çok eski çağlara dayanır. Daha yumuşak, su içeriği yüksek peynirlerde uygulanan bir pıhtılaştırma yöntemidir. Bu tip peynirlerde (lor, cottage, ricotta vb.) genellikle asitlendirme ısıl işlemle birlikte uygulanır. Sütün asitliğinin artırılması, enzimle pıhtılaştırılan peynirlerde de uygulanan bir işlemdir. Bu şekilde kalsiyum iyonu aktivitesi artmakta ve pıhtılaşma kolaylaşmaktadır (Koçak ve Güzel-Seydim, 2011).

Çerkez peyniri, asit ve ısı koagülasyonu ile üretilen geleneksel bir peynir türüdür. Laktik kültür ilavesi ve olgunlaşma aşamalarını içermediği için üretim sonrası kısa süre içinde tüketilmesi gerekir. 1800-1900'lü yıllarda raf ömrünü uzatmak için güneşte kurutma, ağaca asarak kurutma, kuzine bacası içerisinde kurutma, ekmek fırınında kurutma gibi yöntemler uygulanmıştır. Kururken tütsü dumanına maruz kaldığı için

tütsü aroması, Çerkez peynirinin geleneksel bir lezzeti haline gelmiş ve günümüze kadar “isli Çerkez peyniri” adıyla üretilmeye devam etmiştir. Günümüzde hammaddesinden proses parametrelerine, koagülasyonda kullanılan materyalden tütsülemeye kullanılan yöntem kadar her aşamasında çok farklı üretim şekilleri uygulanmakta, standart üretim yöntemi bulunmamaktadır.

Avrupa Birliği 1992 yılında korumalı menşe adı (PDO), korumalı coğrafi işaret (PGI) ve garantili geleneksel özellikler (TSG) başlıklarıyla ürünlerini korumaya alma yönünde ilk adımı atmıştır (Anonim, 2002). Ürünleri patentlemenin önemi anlaşılmış ve gıdalar coğrafi işaretler ile korunmaya başlanmıştır. Coğrafi işaretlemenin bir önceki adımı standardizasyondur. Bir ürünü etiketlemeden önce Dünya’nın her yerinde aynı hammaddeden, aynı proses aşamalarıyla üretilmesi, aynı yöntemle paketlenmesi gerekmektedir. Çalışmamızın amacı da isli Çerkez peynirinin endüstriyel şartlarda geleneksel ürüne en yakın proses izlenerek üretim aşamalarının optimize edilmesi, standardizasyon için gerekli şartların sağlanmasıdır.

Her ikisi de asit-ısı kombinasyonu ile üretilen Queso Blanco ve Paneer peynirlerinden Meksika’ya ait olan Queso Blanco için 85°C 5 dk sıcaklık uygulaması sonrası asit ilavesi endüstriyel olarak daha yaygınken, Hindistan’a ait Paneer peyniri için 85°C’de 5 dk pastörizasyondan sonra 70°C’ye soğutma ve bu sıcaklıkta asit ekleme daha beğenilen bir yapıyı sağlamış ve ürün bu prosesle standardize edilmiştir (Farkye, 2004; Kumar ve ark., 2014). Literatürde yer alan bu bilgiler ışığında, çalışmamızda ürettiğimiz Çerkez peynirleri öncelikle 70°C ve 90°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta koagüle edilmiştir.

Tütsülemeye kullanılan ağacın cinsi, tütsü üretim yöntemi ve tütsünün yoğunluğu, muamele süresi gibi çokça parametre, aromayı belirlemede etkili olmaktadır (Fujimaki ve ark., 1974). Çalışmamızın ikinci aşamasında, tütsüleme fırını tasarlanmış ve üretilen fırında meşe odunu talaşı kullanılarak soğuk tütsüleme yapılmıştır. Tütsülemeye iki farklı süre uygulanmıştır.

Sütteki dönemsel farklılıkların peynirin verimi, kimyasal kompozisyonu, yağ asidi bileşimi, mikrobiyel yükü gibi bir çok özelliğine etkisinin olduğu bilinmektedir (Barron ve ark., 2001; Caridi ve ark., 2003; Jaeggi ve ark., 2005). Buna istinaden çalışmamızda yaz mevsimi ağustos ayı ve kış mevsimi şubat ayına ait olmak üzere iki farklı dönem sütüyle üretimler gerçekleştirilmiştir.

Ürünlerin özelliklerini belirlemede üretim sonrası randımanları ve genel kimyasal bileşimleri analiz edilmiş, depolamanın 1., 30. 60. ve 90. günlerinde mikrobiyel, tekstürel, duyuşal özellikleri ve olgunlaşma ile ilgili fiziko-kimyasal analizleri gerçekleştirilmiş ve depolamanın 1. ve 90. gününde mikro yapıları elektron mikroskopuyla gözlenmiştir.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Asitle ve Asit-Isı Kombinasyonuyla Pıhtılaştırılarak Üretilen Peynirler

Asitle ve asit-ısıyla koagüle edilen peynirler sütün, kremanın ve/veya peyniraltı suyunun (PAS) direkt kimyasal asitlendirme ile, kültür ilavesiyle veya kimyasal asit ve yüksek ısıl işlem uygulamalarının kombinasyonu ile elde edilen taze (olgunlaştırılmamış), yumuşak peynir çeşitlerini oluşturur (Farkye, 2017).

Asit-ısıyla koagüle edilen peynirlerde öncelikle çiğ materyale (süt, krema, PAS, süt ile PAS karışımı) 85°C’de 30 dk eşdeğerinde yüksek ısıl işlem uygulanarak serum proteinleri denatüre edilir (Farkye, 2004). Böylelikle süte organik asit eklendiğinde serum proteinlerinin de kazeinle birlikte çökmesi sağlanır. Bazı ürünlerde ise öncelikle asit eklenebilir. Cottage peynirinin üretiminde asitlendirmeden sonra ısıl işlem uygulanmaktadır.

Düşük sıcaklıklarda (4°C) kolloidal kalsiyumun yaklaşık %20’si kazeine bağlı olduğu için, pH 4,6’da bile kazein pıhtılaşmamaktadır. Serum proteini denatürasyon oranı sıcaklık, süre, şeker oranı ve sütün pH’sından etkilenmektedir. Fakat düşük pH derecelerinde (pH<6,5) ısı uygulamasının etkisi daha fazla hissedilmekte ve serum proteini denatürasyon oranı artmaktadır. (Koçak ve Güzel-Seydim, 2011).

Asitlendirmede organik asit kaynağı olarak gıdada kullanıma uyumlu saflaştırılmış sitrik, asetik, laktik asit kullanılabildiği gibi, limon, sirke, ekşitilmiş peyniraltı suyu da aynı amaçla kullanılabilmektedir. Tablo 2.1.’de Dünyada üretilen bazı asitle pıhtılaştırılmış peynirlere ve asit kaynaklarına yer verilmiştir.

Tablo 2.1. Direk asit ilavesiyle üretilen bazı peynir türleri (Chandan, 2007)

Ürün adı	Menşei	Hammadde türü	Pıhtılaştırıcı ajan
Armavir	Batı Kafkasya	Koyun	Ekşitilmiş yayıkaltı suyu
Cecil	Ermenistan	İnek /Koyun	Ekşitilmiş süt
Chhana	Hindistan /Bangladeş	İnek /Manda	Lime /Limon suyu /Sitrik asit /Sitrik PAS
Gruanu de Montagne	Fransa	İnek (PAS)	Sirke
Hudelziger /mascarpone	İsviçre	İnek (PAS)	Sirke
Kareish	Mısır	Manda /İnek	Ekşitilmiş süt
Kesong Puti	Filipinler	Manda	Sirke
Paneer	Hindistan /Pakistan	Manda /İnek	Sitrik asit /Sirke /Lime suyu
Queso Blanco	Latin Amerika /Orta Amerika /Caribbean	İnek	Sirke /Meyve suları
Recuit /broccio /serac /majette /ceracee	İtalya /Avrupa	İnek (PAS)	Sirke
Requeijao	Brezilya	İnek	Ekşitilmiş süt
Ricotta	İtalya	Koyun /Keçi /İnek /Manda (PAS-süt karışımı)	Sirke
Ziger /schottenziger	Almanya, Yugoslavya	İnek (PAS)	Sirke

Isı uygulaması içermeksizin, sadece asitle koagüle edilen peynirler de vardır. Süzme peynir, krem peynir, quark gibi ürünler bu gruba dahildir. Bu peynirlerde direkt asit ilavesi yerine laktik asit bakterilerinin aktivasyonu sonucunda ortamda laktik asit birikimi gerçekleşir. Asitle pıhtılaştırılan peynirler pH 4,6'da 30°C'de pıhtılaşabilirken, asit-ısı uygulamasıyla pıhtılaştırılan peynirlerde pH daha yüksektir

(pH>5,2), genellikle koagülasyon için 75°C'nin üzerindeki sıcaklıklar uygulanır ve pıhtılaştırıcı enzim (rennet, vd.) kullanılmaz (Farkye, 2017). Asit-ısı uygulamasıyla üretilen peynirlerin pH ve genel kimyasal özellikleri Tablo 2.2.'de yaklaşık değerler olarak özetlenmiştir.

Tablo 2.2. Direkt asit ilavesiyle üretilen bazı peynir türlerinin yaklaşık bileşimleri (Chandan, 2007)

Peynir adı	pH	Nem %	Yağ %	Protein %	Laktoz %	Kül %	Tuz %
Ricotta (tam yağlı sütten)	5,8	72	13	11	2,9	1,0	0,5 en çok
Ricotta (yarım yağlı sütten)	5,8	74	8	12	3,2	1,1	0,5 en çok
Ricottone	-	82	0,5	19	3,3	-	0,5 en çok
Mascarpone	5,0	46	47	4,5	-	-	0
Chhana (inek sütünden)	5,7	53	25	17	2,2	2,1	0
Chhana (manda sütünden)	5,4	52	27	14	2,3	1,9	0
Paneer (manda sütünden)	5,8	51	25-27	17	2,3	1,9	0
Latin Amerika beyaz / Hispanic peyniri	5,2-5,7	48	15-20	25	2,2	1,9	2,3
Queso Blanco	5,2	55	15-27	23	2,5	1,9	2,5

Asit-ısı koagülasyonu ile üretilen peynirlerde, pıhtılaştırma sırasında proteinler geri kazanılır. Kazeinin yanı sıra süt yağı ve suda çözünen bileşenler (laktoz, serum proteinleri, mineraller, vitaminler) de peynir pıhtısının içerisinde hapsolür. Peynirin aroma ve yapı gelişiminde, kazanılan yağ miktarı ve yağın doymuşluk derecesi önemli rol oynamaktadır. Asit-ısı koagüle peynirler, pürüzsüz yapıda olabildiği gibi kırılğan

yapıda da olabilirler. Telemenin süzme ve proseste varsa, baskıya alınma süreleri de ürünün sertliğini etkileyen önemli bir faktördür.

Asit-ısı koagüle peynirlerde pıhtılaştırma sıcaklığı ve ürünün son pH'sı optimum verim ve ürün kalitesini elde etmede üzerinde çalışılması gereken iki parametredir. Örneğin, channa peynirinde inek sütünden yapılan üretimlerde 80°C pH 5,4 optimum koşullar olarak belirlenmişken manda sütüyle yapılan üretimlerde 70°C pH 5,7 istenen koşullardır. Daha yüksek koagülasyon sıcaklıkları pütürlü ve sert bir yapı kazandırırken düşük sıcaklıklar yapışkanlığa ve PAS'ın süzülmesinde zorluğa neden olur. Paneer peynirinde ise 85-90°C'lere ısıtılan süt, asit ilavesi öncesinde 10 dk kadar soğumaya bırakılır ve 70-75°C'de pıhtılaşma sağlanır. Genellikle sitrik asit veya asetik asitle pıhtılaştırılan paneer peynirinde, eklenen asitin türünün, konsantrasyonunun ve asit eklenirken uygulanan karıştırma şeklinin de ürün verimine ve nem miktarına direkt etkisinin bulunduğu gözlenmiştir. Paneer peynirinde 60°C'den 90°C'ye çıkılması nemin %59'dan %49'a düşmesini sağlamıştır. 70°C'deki koagülasyon sıcaklığının ise en iyi duysal özellikte, istenen yumuşaklıkta ve bütün yapıda bir peynir eldesini sağladığı bulunmuştur. pH 5,1'den 5,4'e yükseltildiğinde ise nem oranı %50'den %59'a, verim %21'den %25'e çıkmıştır (Chandan, 2007).

2.1.1. Asit-ısı uygulaması sırasında gözlenen değişimler

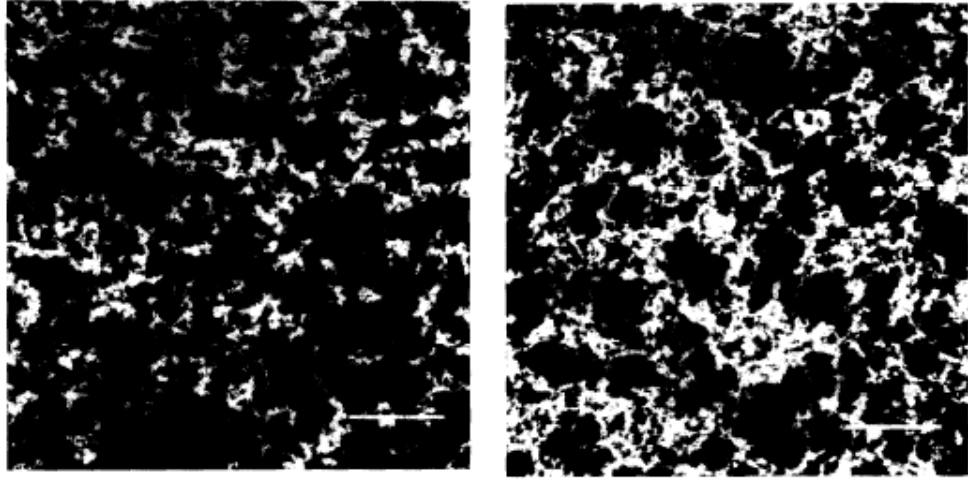
Süt ürünlerinin birçoğunun üretiminde yüksek ısı işlem uygulanmaktadır. Isıtma sırasında mikro yapıda birçok değişim gerçekleşmektedir. Serum proteinlerinin denatürasyona uğrayarak kazeinle etkileşmesi, tuz dengesinde değişiklik, enzimlerin inaktivasyonu, ısıya duyarlı vitaminlerin kaybı, redoks potansiyelinde düşüş, enzimatik olmayan esmerleşme ve Maillard reaksiyonları bu değişimlere örnek verilebilir (Lucey ve Singh, 1997). Yüksek sıcaklık uygulamaları (>70°C) sütün serum proteinlerinin denatürasyonuna yol açmaktadır. Böylelikle serum proteinleri, κ -kazein ile kompleks yaparak yapıya katılabilmektedir (Sawyer, 1969). Kompleks oluşumu, moleküller arası disülfid bağlarının oluşumu ve ardından ortamın asitlendirilmesiyle pH'nın 5,5'in altına düşmesiyle gerçekleşmektedir (Farkye, 2004). Rennet ile üretilen peynirlerin aksine asit-ısı koagüle peynirlerde kazein partikülleri daha büyük protein

parçacıkları şeklindedir (Kalab ve Modler, 1985). Araştırmalara göre sıcak sütün pH 5,5 dolayına asitlendirilmesiyle elde edilen peynir pıhtısında kazein miselleri, 300 nm'den büyük çapta sert bir çekirdek ve dışında 50-80nm kalınlığındaki bir boşluktan sonra onu saran 30-50 nm kalınlığında bir kabuk şeklindedir (Harwalkar ve Kalab, 1988).

Isıtılan sütün asitlendirilmesi sırasında, kalsiyum fosfat kazein miselinden ayrılır ve çözünür bir kalsiyum tuzu oluşur. pH 5,2-5,5 aralığında ise çökme öncesi en büyük çaptaki kazein miseli elde edilmekte, kolloidal kalsiyum fosfat bulunmamaktadır (Harwalkar ve Kalab, 1988). pH 5,2'de kalsiyumun büyük bir kısmı çözünür formdadır (Gastaldi ve ark., 1996).

Serum proteinlerinden β -laktoglobulin ile κ -kazein arasındaki ısıyla tetiklenen etkileşim, kalsiyum iyonlarının varlığıyla büyüyerek filament yapılar oluşturmaktadır. Kazeinler, özellikle de ısıtım sırasında misellerden ayrılan β -kazein, filament uzantıların üzerine çökerek kazein çekirdeğinin dışında bir boşluk da bırakarak kabuk oluşturur (Farkye, 2004).

Kazein miselleriyle birlikte bulunan denatüre serum proteinlerinin diğer denatüre serum proteinleriyle etkileşime girerek köprü görevi gösterdiği de yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Lucey ve ark., 1999). Ayrıca, serum proteinlerinin ısıyla denatürasyonu, asitli sütte pıhtının sıkılığını artırmaktadır (Lucey ve Singh, 1997). Asitlendirilmiş sütlerin jel yapılarının gözlemlendiği çalışmada elde edilen mikroyapılar Şekil 2.1.'de verilmiştir. Beyaz bölgeler olarak görülen protein matriksinin ısıtılmış süt jelinde çok daha yoğun olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2.1. Asidik süt jelleri – Soldan sağa: Isıtılmamış süt ve ısıtılmış süt jelinin mikroyapısı (Lucey ve ark., 1998a)

80°C ve üzerine ısıtılan asitlendirilmiş sütün dallanmış mikro yapıda olduğu, 80-90°C aralığındaki ısıtmada ise mikro yapıda büyük değişimler gözlenmediği fark edilmiştir (Lucey ve ark., 1998b). Asitli jel yapının, ısıl işlem uygulanmamış sütte daha kıvrımlı yapılar, ısıl işlem uygulanmış sütte ise düzleşmiş filamentler içerdiği belirtilmiştir (van Vliet ve Keetels, 1995).

2.1.2. Asit-ısı pıhtısı peynirlerde olgunlaşma

Starter kültür ve rennet kullanılmadan üretilen asit-ısı koagüle peynirlerde olgunlaşma, çiğ süttten kaynaklanan doğal enzimler ve starter olmayan bakterilerden kaynaklanmaktadır. Süt kaynaklı enzimlerin büyük bir kısmı yüksek sıcaklık-kısa süre (HTST) pastörizasyon normuna (72°C 15 sn) dayanıklıdır ve proteinaz grubu plazmin, asit fosfataz ve ksantin oksidaz gibi bazı doğal enzimler olgunlaşma süresince aktivitelerini koruyabilmektedir (Fox ve ark., 2015). Çiğ süt kaynaklı yaklaşık 70 kadar doğal enzim bulunmaktadır (Koçak ve Güzel-Seydim, 2011). Peynirin proses parametrelerine göre son üründe aktif olarak bulunabilmekte, peynirin üretim sonrası ve raf ömrü boyunca kalitesini önemli ölçüde etkileyebilmektedirler. Çiğ süt kaynaklı enzimler ve inaktive oldukları ısıl işlem normları Tablo 2.3.'te verilmiştir.

Tablo 2.3. Çiğ süt kaynaklı enzimler ve ısı inaktivasyon yükleri

Enzim adı	Isıl inaktivasyon normu
Alkali fosfataz (EC 3.1.3.1)	63°C 30 dk veya 80°C 0,45 sn (Wilińska ve ark., 2007)
Asit fosfataz (EC 3.1.3.2)	100°C 1 dk (Kitchen, 1985)
Laktoperoksidaz (EC 1.11.1.7)	72°C 30 dk veya 80°C 5 sn-3,5 dk (Fox ve Kelly, 2006)
Ksantin oksidaz (EC 1.17.3.2)	90°C 15 sn (Sharma ve ark., 2009)
Katalaz (EC 1.11.1.6)	70°C 30 dk (Farkye ve Imafidon, 1995)
Plazmin (EC 3.4.21.7)	80°C 10 dk (Kitchen, 1985)
Lipoprotein lipaz (EC 3.1.1.34)	75°C 15 sn (Farkye ve Imafidon, 1995)

Alkali fosfataz enzimi teknolojik açıdan asit fosfataza göre daha fazla önem taşımaktadır. Isıya duyarlı olup pastörizasyon kontrolünde indikatör olarak kullanılmaktadır. Peynire işlenecek olan süte yeterli ısı işlem uygulandığını kontrol etmek için alkali fosfataz enziminin varlığına bakılmaktadır (Wilińska ve ark., 2007). Sütte doğal olarak bulunan alkali fosfataz enzimi ısıya duyarlı iken, mikrobiyal kaynaklı alkali fosfataz ısıya daha dayanıklıdır (Koçak ve Güzel-Seydim, 2011).

Asit fosfataz enzimi, çiğ sütte alkali fosfataza göre daha düşük konsantrasyonlarda bulunmasına rağmen, haşlama sıcaklığına dahi dayanabildiğinden peynirlerde yaygın olarak bulunmaktadır. Proteazların ve peptidazların çoğuna dayanıklı olan fosfolipidlerin defosforilasyonunda rol aldığı düşünülmektedir (Fox ve Kelly, 2006). Kazeinin defosforilasyonu, ısı stabilitesini düşürür, kalsiyum bağlama ve misel oluşturma özelliğini olumsuz yönde etkiler.

Laktoperoksidaz, sütte doğal olarak bulunan bir antimikrobiyal maddedir. Patojen mikroorganizmalara karşı yeni doğan buzağının bağışıklığını güçlendirmede etkilidir. Meme bezlerini de mastitise karşı korur. Ayrıca oksidoredüktaz grubu bir enzimdir; metabolizma faaliyetleri sırasında oluşan reaktif oksijeni katalize ederek zararsız hale dönüştüren antioksidan özelliği vardır (Koksal ve ark., 2016).

Ksantin oksidaz çiğ sütte yağ globülünün membranında bulunmaktadır. Isıl işlem ve homojenizasyon etkisiyle yağ globülü membranından ayrılır ve aktivitesi artar. Ksantinoksidaz, pürin bazlarını okside eder, nitratın nitrite indirgenmesinde görev alır. Böylelikle peynirde *Clostridium* cinsi bakterilerin aktivitesini sınırlandırmada koruyucu rol oynar. Fakat oluşan nitritin peynirdeki amino asitlerle birleşmesi sonucu kanserojen nitrozamin bileşikleri oluştuğundan, son üründe nitrozamin miktar analizi tavsiye edilir. Ksantin oksidaz enzimi ayrıca stabil olan $^3\text{O}_2$ bileşimini $^1\text{O}_2$ 'ye dönüştürerek oksidatif ransiditeye neden olmaktadır (Harrison, 2006).

Katalaz enzimi de pastörizasyon yeterliliğinin kontrolünde bakılan enzimlerdendir. Termizasyonla (65°C 16 sn) dahi inhibe olabilmektedir. Çiğ sütün dayanıklılığını artırmak için ısıtma işlemi uygulanıp uygulanmadığının kontrolünde bir analiz yöntemi olarak kullanılır. Fakat yapılan çalışmalarda, termizasyon uygulanmış süttten üretilen peynirlerin olgunlaşması sırasında bazı bakteriler ve mayalar tarafından katalaz üretildiği tespit edilmiş ve termizasyon indikatörü olamayacağı ileri sürülmüştür (Fox ve Kelly, 2006).

Proteinazlar, mikrobiyal kaynaklı olabildiği gibi, ineğin kan serumundan da süte geçmektedir. Proteinlere etki ederek amino asitleri oluşturduğundan, peynirin olgunlaşması sırasında hem istenilen tat-kokuyu oluşturur, hem de fazla aktivite göstererek istenmeyen acılaşmalara neden olabilir. Özellikle mastitisli sütlerde yüksek proteolitik aktivite bulunur. Proteinazlardan bazıları nötr ve hafif alkali pH'da aktif iken bazı proteinazlar asidik pH'da aktiftir. Sütteki önemli proteinazlardan plazmin, ısıya dayanıklılığı oldukça yüksektir. Tamamen inaktivasyonu için 142°C 18 sn veya 120°C 15 dk ısıtma işlemi uygulanması gerektiği belirtilmiştir (Aslam ve Hurley, 1997). Plazminin etki ettiği başlıca substrat β -kazeindir, fakat α_{s1} - ve α_{s2} -kazeinlerini de hidrolize etmektedir. κ -kazein, β -laktoglobulin ve α -laktalbumin plazmine nispeten daha dayanıklıdır (Fox ve Kelly, 2006). Asit proteazların optimum aktivitesi pH 4'te görülür. Alkali proteazlara göre ısıya daha duyarlıdır. 78°C 10 dk'lık ısıtma işlemle aktivitesi %1'e düşmektedir (Kitchen, 1985). κ - ve β -kazeine aktivitesi daha düşük olup, α -kazeinleri yüksek oranda hidrolize eder ve peynirin olgunlaşmasında önemli rol alırlar.

Lipoprotein lipazlar ısıya oldukça duyarlıdır. Çiğ veya termize süttten üretilen peynirlerde lipolizden sorumlu olup olgunlaşmada ve aroma gelişiminde önemli rol oynar. Triaçilgliserol ve diaçilgliserollerini hidrolize ederek düşük yoğunluklu lipoprotein parçacıklarına dönüştürür. Çiğ süttten yapılan peynirlerin pastörize süttten yapılandan farklı lezzette olmasına neden olan bir enzim grubudur (Koçak ve Güzel-Seydim, 2011).

2.1.3. Çerkez peyniri

Çerkez halkı (Adigeler) kuzeybatı Kafkasya'nın yerli halkı olup, 19. yüzyılda savaşlar nedeniyle Anadolu topraklarına göç etmişlerdir (Saylan, 2014). Çoğu Çerkez kökenli olmak üzere Kafkasya halkı, Orta Anadolu'da ve Türkiye'nin batısında yoğunlaşmıştır (Topçu, 2014). Çerkezlerin asıl kökeni halen tam anlaşılamamış olup, Sarmat, Eski Türk ve Slav kökenli olabilecekleri ileri sürülmüştür. Habeşlerle ve Hititlerle akraba olabilecekleri, arkeolojik kazılar sonucunda tahmin edilmiştir (Betrozov, 2009).



Şekil 2.2. Taze Çerkez peyniri

Çerkez mutfağı, tahıl, süt ve süt ürünleri ağırlıklıdır (Berkok, 1994). Şekil 2.2.'de resmedilen Çerkez peyniri, en bilinen ve yaygın üretilen lezzetlerindendir. Çerkez peynirinin kalsiyum ve fosfor yönünden zengin süt şekerinin düşük olduğu belirtilmektedir (Yılmaz, 2017).

Çerkez peyniri, Ricotta, Kareish, Quesco Blanco peynirleri gibi, asit ve ısıyla pıhtılaştırılan bir peynir türüdür. Hammadde olarak çiğ süt kullanılmaktadır. Zamanla

üretiminde farklılıklar oluşmakla birlikte, eski Çerkez ailelerin üretim şekillerinde çiğ süt ısıtılarak kaynama başlangıcında önceden ekşitilmiş peyniraltı suyu yavaşça eklenir ve kabın kenar kısımlarından ortasına doğru peynir kepçeyle toplanır. Böylelikle yavaşça karışması ve asitin tüm kitleye dağılımı sağlanır. Beyaz peynir pıhtıları ve yeşil renkli teleme suyu ayrımı gözlemlendiğinde süzgeçli kalıba alınır. Teleme süzülürken kabın veya sepetin şeklini alınca tuzlanır. Peyniraltı suyunun istenilen düzeyde süzülmesi için peynir boyutuna ve sütün kalitesine göre değişmekle birlikte yaklaşık 5 saat yeterlidir.

Kamber (2005)'in de belirttiği üzere, endüstriyel olarak üretilen Çerkez peynirleri, *pasta filata* tipinde üretilmektedir. Raf ömrünün uzaması ve kırılganlığın azaltılması için üretim sonrası genellikle haşlama aşamasını içermektedir. Ayrıca pıhtılaştırmada mikrobiyal kontaminasyonları minimize etmek ve kullanım kolaylığı için ekşitilmiş peyniraltı suyu yerine çeşitli organik asitler ilave edilmektedir.

Çerkez halkının geçmişten gelen bilgi birikimine göre Çerkez peyniri, savaş yıllarında (19. yüzyılda) ağaca asılarak kurutulmakta (Şekil 2.3.) ve bu yöntemle raf ömrü uzatılmaktaydı.



Şekil 2.3. Kurutulmuş Çerkez peyniri

Daha sonra kuzinelerin bacalarına takılarak tütsüye maruz bırakılmış ve kurutulmuştur. Günümüzde üretim sonrası taze Çerkez peynirine tütsüleme uygulanmakta ve ıslı Çerkez peyniri üretilmektedir. ıslı Çerkez peyniri geleneksel üretim yapan Çerkez ailelerce elekli fırınlarda odun yakıldıktan sonra oluşan tütsüye peynirin yerleştirilmesi ve 1 gece kadar bu ortamda peynirin beklemesiyle üretilir. Bu geleneksel yöntemle tütsülen peynirlerde peynir üzerinde tütsünün lekeleri gözlenmektedir (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Geleneksel yöntemle tütünlenmiş isli Çerkez peyniri

Endüstriyel üretimlerde ise, üretim kolaylığı için doğal veya yapay sıvı tütün aroması eklenmiş havuzlara daldırma ve/veya fırınlama ile karamelizasyon yöntemleri tercih edilmektedir. Odun ateşinde oluşturulan tütünün peynire soğuk tütünleme yöntemiyle direkt uygulanması endüstriyel açıdan zor bulunmuştur. Avrupa peynirlerinde bu geleneksel yöntem yaygın olarak kullanıldığı için özel tütünleme fırınları üretilmektedir. Ülkemizde ise endüstriyel olarak tütünleme fırını üretimi bulunmamaktadır. Şekil 2.5.’te soğuk dumanlama yöntemiyle tütünlenmiş Cheddar peyniri örneği verilmiştir.



Şekil 2.5. Tütünlenmiş Cheddar peyniri

2.2. Tütünleme

Tütünleme, gıda muhafazasında bilinen en eski yöntemlerden biridir. Genel adı “tütünleme” olmakla birlikte aslında, ısıtma, kurutma ve tütünleme işlemlerinin bir

kombinasyonudur. Odun yakıldığı zaman oluşan tütünün gıdayla teması sonucunda üründe nem kaybının yanı sıra bazı bileşikler de oluşmakta ve gıdanın raf ömrü uzamaktadır. Önceleri sadece muhafaza için kullanılan tütüleme işlemi, oluşan renk ve aroma bileşenlerinin tüketici beğenisine hitap etmesi nedeniyle günümüzde peynire çeşitlilik katma amacıyla uygulanan bir yöntemdir.

2.2.1. Tütü üretimi sırasında oluşan değişimler

Tütü, odunun sıcaklık artışının sağlanarak ve hava girişinin kısıtlanması sonucu tam yanmanın önlenmesi, fakat yıkımın gerçekleşmesi ile elde edilir ve elde edilen bileşiğe pirolignez asit adı verilir. Bu termal yıkım çeşitli faktörlerden etkilenmektedir; ulaşılan sıcaklık, odunun cinsi ve nemi, oksijen miktarı pirolizde önemlidir. Pirolize uğrayan bir odun talaşının iç sıcaklığı 700-1000°C'yi bulur. Fakat merkez noktadan uzaklaştıkça sıcaklık hızla düşer ve merkezden çok az uzaklaştığında dahi 300°C ve altına gelir (Woods, 2003).

Odun piroliziyle yıkımına ilk uğrayan bileşik 5 ve 6 karbonlu şekerlerden oluşan hemiselülozdur. Hemiselüloz, 200-260°C arasında ayrılarak furan ve türevleri ile alifatik karboksilik asitleri oluşturur. Yıkıma uğrayan ikinci büyük bileşik ise uzun zincirli glukoz polimeri olan selülozdur. Selüloz, 260-310°C arasında yıkıma uğrayarak karboniller, asetik asit ve türevleri ile su ve az miktarda furan ile fenollerini oluşturur. Lignin, hidroksi- veya metoksi- fenilpropanlardan oluşan bir bileşiktir ve fraksiyonu en dayanıklı olandır. Termal yıkımı 310-500°C'de gerçekleşerek fenollerini ve fenolik esterler ile türevlerini oluşturur. Dolayısıyla, düşük sıcaklıklarda çalışıldığında lignin tamamen parçalanamaz ve elde edilen tütünün bileşimi, yüksek sıcaklıkta elde edilen tütüden farklı olur (Maga, 1992; Woods, 2003).

2.2.2. Tütsü bileşimini etkileyen faktörler

2.2.2.1. Odunun cinsi

Odunun yapısında genellikle %40-60 oranında selüloz (β -glukanlar), %20-30 oranında hemiselüloz (pentoz ve heksoz kalıntıları içeren heteroglikanlar), %20-30'a kadar bazı lignin bileşikleri (kompleks, üç boyutlu fenolik polimerler) ve az bir miktar protein bulunur. Ayrıca, miktar olarak çok az, ancak kimyasal olarak çok kompleks olan, genellikle fenoller ve terpenlerin oluşturduğu ve yumuşak odun kısımlarında bulunan, düşük molekül ağırlıklı fraksiyonlar da vardır (Woods, 2003).

2.2.2.2. Odunun yanma sıcaklığı

Tütsü üretimindeki sıcaklık, tütsünün bileşimini etkilemektedir. 200-600°C sıcaklık aralığında karbonil konsantrasyonu artarken, 400-600°C'de toplam fenol konsantrasyonu artmaktadır. Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), 400°C'nin altında tespit edilemezken, metilen radikallerinin de oluşumuyla 400°C ve üzerinde hızla artmaktadır (Woods, 2003). PAH miktarı, gıda güvenliği için önemli bir parametredir. Modern tütsüleme yöntemlerinde PAH miktarını güvenli sınırdan tutmak için ya 400°C'nin altında çalışılmakta, ya da oluşan PAH bileşenleri sonradan uzaklaştırılmaktadır.

Odunun kendisinin yakılması, tütsülemeyi ziyade kurumaya, kömürleşmeye neden olur. Ticari üretimlerde ise odunun kendisi yerine odun talaşı kullanılmaktadır. Odun talaşı yakıldığında, eğer çok güçlü bir hava beslemesi kullanılmıyorsa için için yanma gerçekleşir. Talaş kullanıldığında oluşan soğuk tütsü, oduna kıyasla, ürüne daha fazla aroma ve daha uzun süreli raf ömrü kazandırır (Vaz-Velho, 2003).

2.2.2.3. Tütsüleme ortamının nemi

Tütsü bileşikleri, özellikle düşük yağ oranına sahip gıdalarda, suyla birlikte ürüne taşınırlar. Tütsülemenin başlangıcında gıdalarda ortalama %80 dolayında su bulunur.

Tütsüleme ilerledikçe nem ve su aktivitesi oranları düşer. Bu nedenle, tütsülemenin başlangıcında tütsü bileşiklerinin absorpsiyonu ürünün nem içeriğinin en yüksek halinde olması nedeniyle daha yüksek olmaktadır (Woods, 2003).

Gıdanın nem kaybı, fırın içerisindeki havanın mutlak neminin gıdanın yüzeyindeki su aktivitesine oranına göre değişen bir hıza sahiptir. Isıtıcı ve/veya kurutucu kullanılarak uygulanan tütsüleme işleminde nem kaybı daha hızlı olacaktır. Gıdanın yüzeyi hızlı kurursa tütsü bileşiklerinin absorpsiyonu zorlaşacaktır. Sıvı tütsü kullanımı, yüzeydeki kurumaları engeller, fakat yetersiz kuruma aynı zamanda gıdanın mikrobiyal raf ömrünü kısaltır.

2.2.2.4. Hava akış hızının etkisi

Hava akışı, tütsünün jeneratörden fırına transfer olması ve odunun yanmaya devam etmesi için elzemdir. Ayrıca, fırın içerisindeki tüm ürünlere eşit miktarda tütsünün ulaşması için de gereklidir. Fırın içerisinde dağılan tütsü parçacıkları, uçucu aroma bileşenleri için bir taşıyıcıdır. Sabit sıcaklıkta tütsünün hava ile seyreltilmesi veya tütsü sıcaklığının artırılması, uçucu bileşikler damlacık fazından buhar fazına taşır. Böylelikle bu bileşiklerin hızlı şekilde ve geniş bir alanda gıdaya taşınmasını sağlar. Soğuk hava ise bunun tersi etki yapmaktadır (Woods, 2003).

2.2.2.5. Tütsüleme süresi

Gıdanın yüzey alanındaki nem miktarı azaldıkça, tütsüleme süresini artar. Gıdanın yüzeyindeki yağ miktarı da özellikle yüksek sıcaklıklarda çalışıldığında tütsünün absorpsiyonunu etkiler. Yüksek sıcaklıklarda protein denatürasyonu ile birlikte üründe büzüşme daha yüksek olacağından, yüzeye doğru yağ sızması gerçekleşir. Yüzeydeki doygunluk arttıkça tütsü aromasının absorpsiyonu düşecektir. İç kısımlara difüzyon azalarak kısıtlı hale gelecektir. Aşırı tütsü uygulansa dahi yüzeyden 5-10 mm içerilere gidildikçe gıdanın tütsü konsantrasyonu önemli ölçüde azalacaktır (Woods, 2003).

Geleneksel fırınlarda fırın sıcaklığı, fırın içi nem miktarı, havanın akış hızı, tütün yoğunluğu gibi parametrelerin kontrolü zor olup günlük hava koşullarından da önemli ölçüde etkilenir. Modern mekanik fırınlarda daha kontrollü şartlarda çalışılabilmektedir.

2.2.3. Tütsüleme çeşitleri

Tütsüleme, 30°C'nin altında soğuk tütsüleme, veya 60-80°C sıcaklıklarda sıcak tütsüleme olarak uygulanabilmektedir. Soğuk tütsüleme, ürüne raf ömrü kazandırmaktan ziyade aroma katkısını amaçlar. Soğuk tütsülemede, gıdanın proteinleri koagüle olmayacak şekilde, bir miktar sıcaklık uygulaması yapılabilmektedir (Vaz-Velho, 2003). Fakat bu sıcaklık uygulaması, ürünün iç yüzeylerine ulaşmayacağı ve protein denatürasyonuna da neden olmayacak kadar düşük bir uygulama olduğu için, depolama ve taşıma sırasında ürünün soğuk zinciri mutlaka korunmalıdır.

Bazı uygulamalarda soğuk ve sıcak tütsüleme kombine şekilde kullanılabildiği gibi, tütün aromaları da yaygın şekilde uygulanabilmektedir. Sıvı tütün aromaları, tütünün su, yağ veya bir organik çözücü içerisinde çözündürülmesiyle elde edilen doğal materyallerdir. Fakat günümüzde doğal ekstraktların yanı sıra, yapay tütün aromaları ve hatta tütün içermeyen, tütülenmiş hissi veren maya kaynaklı ürünler de kullanılabilmektedir.

Sıvı tütsüleme, enjeksiyon, daldırma, spreyleme gibi yöntemlerle uygulanabilmektedir. Bunlardan enjeksiyon ve daldırma yöntemlerinde, fenolik bileşikler ürünün iç yüzeyine kadar ulaşabilirken, spreyleme yönteminde aroma bileşenleri, geleneksel yöntemle tütülenen ürünlerde de görüldüğü gibi, yüzeyde, ürünün iç kısımlarına göre daha yüksek yoğunlukta bulunmaktadır (Vaz-Velho, 2003).

Soğuk tütsülemede ürünün mikrobiyal florası, çiğ ürünün florasını temsil eder ve bir kritik kontrol noktasıdır. Özellikle soğuk tütsülemede hijyen kurallarına dikkat edilmeli ve mümkün olduğunca yüksek teknoloji kullanılmalıdır.

2.2.4. Tütsüdeki aroma bileşenleri

Odun tütsüsünde çok sayıda aroma bileşiği tespit edilmiş olup, Tablo 2.4.'te de verildiği üzere, karbonillerle fenollerin miktarca baskın olduğu gözlenmiştir. Fakat aroma kimyasına göre bileşiğin miktarca fazla bulunması, aromaya en büyük katkıyı sağladığını göstermemektedir. Odun tütsüsünde duyuşsal olarak hissedilen aromaya en büyük katkı, fenolik bileşiklerden gelmektedir.

Tablo 2.4. Odun tütsüsünde tespit edilen bileşik sayıları (Maga, 1987)

Sınıfı	Tespit edilen miktar
Karboniller	131
Fenoller	75
Asitler	48
Furanlar	46
Alkoller	22
Esterler	22
Laktonlar	16
Diğer	50
TOPLAM	410

Sert ve yumuşak ağaçlardaki ligninlerin metoksi- grupları sayıca birbirinden farklı olduğundan, ağaç türüne göre oluşan fenol bileşikleri de miktarca farklılık göstermektedir. Fakat ligninler fenol için tek kaynak değildir. Selüloz da alifatik bileşiklerin yüksek sıcaklıkta aromatik bileşiklere dönüşmesiyle fenolik bileşiklere katılmaktadır. Selülozun termal yıkımında muhtemelen glukozun dehidrasyonunun ara ürün olarak görülen furan bileşikleri ile hemiselülozun termal yıkımı sırasında oluşan 5 ve 6 şekerli furan bileşiklerinin, aromaya büyük katkısının bulunduğu bildirilmiştir. Halkasında 5 şeker içerenler tatlı, meyvemsi ve yeşil ot notları verirken, 6 şeker içeren en önemli furan bileşiğinin maltol olduğu belirlenmiştir (Maga, 1987, 1992).

Bir çalışmada, meşe, kiraz, bambu, çam ve sedir ağaçlarının tütüsülerinden elde edilen karbonil türevlerinin benzer miktarlarda olduğu bulunmuş ve bu karbonil bileşiklerinin tütüsüye yeşilimsi not verdiği tespit edilmiştir (Fujimaki ve ark., 1974). Bir toksik bileşik olan formaldehit de tütüsünde bulunan karboniller arasındadır. Odun tütüsünde 2000 ppm'e kadar rastlanmış, bunun %2,5 gibi bir kısmının tütüsülenmiş ürüne geçtiği tespit edilmiştir (Tóth ve Potthast, 1984).

Laktonlar ve pirazinler de aromaya bir miktar katkısı bulunan bileşenlerdir. Esterleşme şekillerine göre vanilyamsı, karamelimsi, bitter, yanık, tütüslü, odunumsu gibi tanımlanan farklı notlar kazandırmaktadırlar (Maga, 1987).

İstenilen aroma yoğunluğu için soğuk tütüsülemeye ürünün tütüsüye maruz kalma süresi ayarlanırken sıvı tütüsü aromalarında konsantrasyon önemlidir. Uygulanacak süre veya konsantrasyon ise, ürünün yağ içeriği, uygulanan proses aşamaları ve ürünün cinsi gibi birçok faktöre göre değişkenlik göstermektedir (Sikorski, 2016). Yapılan çalışmalar tütüslü aromanın en çok *cis*-iso-öjenol, 2,6-dimetoksifenol ve 2,6-dimetoksi-4-metilfenol bileşiklerinden kaynaklandığı bulunmuştur. 2,6-dimetoksi-4-hidroksibenzaldehit bileşiğinin ise, tütüsünde bulunan antioksidan ve antibakteriyel özellikte bir uçucu bileşik olduğu belirtilmiştir (Ahmad, 2003).

2.2.5. Tütüsünün kimyasal güvenilirliği

Tütüsleme sırasında oluşan kanserojen bileşikler önleme çalışmaları uzun yıllardır üzerinde çalışılan bir konudur. PAH ve *N*-nitrozamin (NA) bileşikler kansere neden olma potansiyeli olan tütüsü bileşenleridir. PAH bileşeni olan benzo[a]piren, mutajenik ve kanserojenik etkileri yüksek olduğu için, indikatör olarak tanımlanmaktadır. NA bileşikler odun tütüsünde bulunan azot oksit bileşiklerinin, sekonder aminlerle reaksiyonu sonucu oluşur. Tütüsülenmiş peynirlerde, tütüsülenmemiş olanlara kıyasla NA öncüsü *N*-nitrosoprolin ve *N*-nitrozosarkozin maddelerinden *N*-nitrosoprolin önemli ölçüde rastlanmıştır (Hamburg ve Hamburg, 1991).

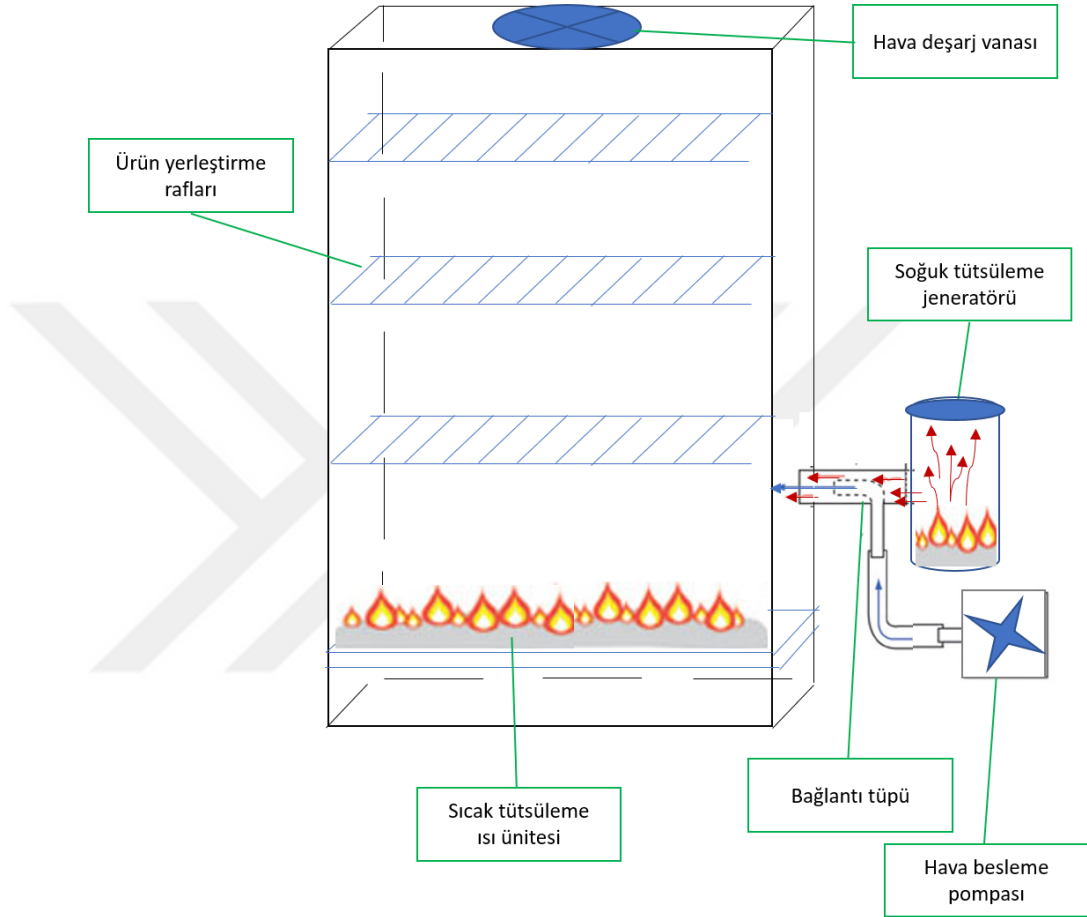
Endüstride bazı uygulamalarla PAH oluşumu azaltılmaya çalışılmaktadır. Tütsü üretimi için ayrı bir jeneratörün kurulması, piroliz sıcaklığının 200-425°C’ler arasında tutulması, tütsünün elektrostatik filtrasyonu, kızgın buhar distilatı ile tütsü üretilmesi veya sıvı tütsü aromalarının kullanımı, PAH miktarını azaltan yöntemler olarak kullanılmaktadır (Vaz-Velho, 2003). Yapılan bir çalışmada, tütsüleme ünitesinin içerisindeki peynirlerin konumlarına göre de PAH miktarlarının önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir. Aynı çalışmada, tütsülenmemiş olan peynirlerin PAH miktarlarının düşük olduğu, tütsünün fırına girdiği kısımdaki peynirlerde en yüksek yoğunlukta bulunduğu, üst raflarda yer alan peynirlerin de, tütsü buharının yukarı yönlü eğilimi nedeniyle, alt raflarda bulunan peynirlerden daha yüksek oranda PAH içerdiği belirlenmiştir (Guillén ve ark., 2011). Bazı çalışmalarda ise, geleneksel soğuk tütsüleme yöntemiyle tütsülenmiş peynirlerin kabukları uzaklaştırılarak tüketildiklerinde, sıvı tütsü aromasıyla üretilen peynirlerden daha düşük miktarlarda PAH içerdikleri belirlenmiştir (Vaz-Velho, 2003).

2.2.6. Tütsüleme fırını

Geleneksel tütsüleme, kuzine, ekmek fırını gibi pişirme amaçlı kullanılan ocaklarda ürünün kurutulurken tütsü buharına maruz kalmasıyla gerçekleşmekteydi. Bu tip fırınlarda üretilen ürünlerde standardizasyon sağlanamadığı için, dış ortamın hava koşullarından da önemli ölçüde etkilenildiği için gıda sanayi teknolojileri geliştikçe tütsüleme fırınları üretilmeye başlandı.

Şekil 2.1.’de şematize edildiği üzere, sanayi tipi tütsüleme fırınlarında sıcak tütsüleme uygulaması için bir ısıtıcı yüzey bulunmaktadır. Isıtıcı yüzey olarak bir odun talaşı yakılan tepsi de kullanılabilen, elektrik veya LPG ile yakılan bir rezistans veya ocak da bulunabilmektedir. Sıcak tütsüleme fırınlarına soğuk tütsüleme jeneratörü monte edilebilmektedir. Bunun için fırına bir kanal açılıp, odun talaşının yakıldığı soğuk tütsüleme jeneratöründe oluşan tütsü buharı, hava besleme pompasıyla kanaldan fırın içerisine üflenmektedir. Soğuk tütsü buharı tek noktadan gireceği için fırın içerisine fan eklenip tüm alana eşit tütsü dağılımı sağlanabilmektedir. Tütsüleme süresi, tütsü jeneratörüne hava beslemesi durdurularak ayarlanabilmektedir. Odun

talaşına oksijen girişi olmadığı anda yanma duracak ve tütsü üretilmeyecektir. Fırın içerisinde dolaşan tütsünün boşaltılması için de hava deşarj vanası konulur. Bu vana, tütsünün yukarı yönlü hareketi nedeniyle fırınların çatısında yer alır (Şekil 2.6.).

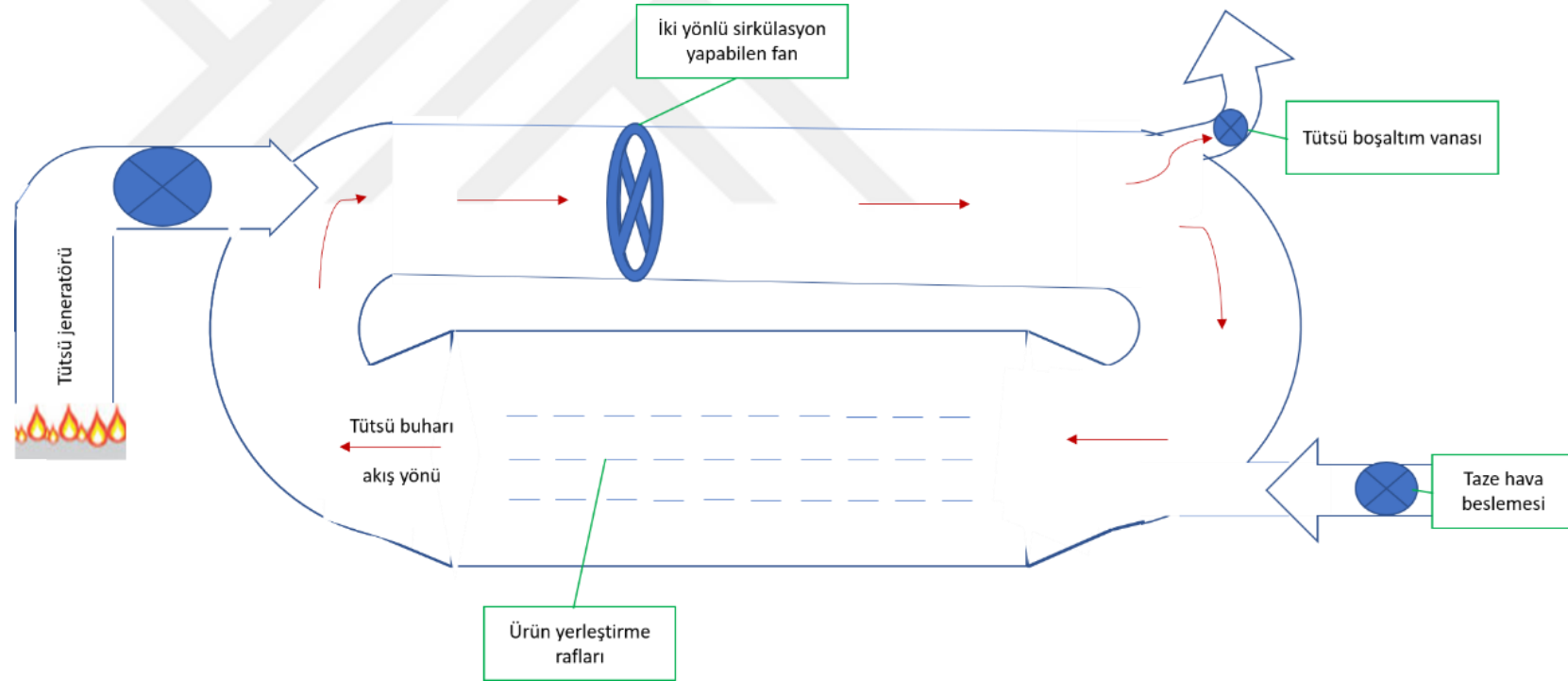


Şekil 2.6. Endüstriyel sıcak ve soğuk tütsüleme fırını

Sürekli sistemde çalışan fırınlarda tütsü fırının yan duvarlarından birinden girerken diğerinden çıkarak yeniden tütsü buharı ve hava beslemesiyle giriş duvarından içeriye üflenir. Örnek bir sistem Şekil 2.7.'de verilmiştir. Bu sistemlerde belli aralıklarla tütsünün akış yönü iki yönlü sirkülasyon yapabilen fan yardımıyla değiştirilir. Böylelikle tütsü aromasının yalnız bir duvardaki ürünlerde daha yoğun olması engellenmiş olur. Sürekli sistem fırınlarda, kesikli sisteme göre daha homojen bir tütsü dağılımı sağlanabileceği düşünülmüştür. Fakat yine de tütsü, ürün yerleştirme rafları

arasında ilerlerken aroma kaybına uğrar, nemi artar ve sıcaklığı düşer. Bunu önlemek için kimi zaman hareketli rafların yerleri değiştirilebilmektedir.





Şekil 2.7. Sürekli sistem yatay akışlı tünel tipi sıcak ve soğuk tütsüleme fırını

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Sütün temini

Bu çalışmada, Sakarya’da bulunan bir süt çiftliğinde yetiştirilen Holstein cinsi ineklerden temin edilen ve sağım sırasında 4°C’ye soğutarak günlük olarak üretim alanına ulaştırılan çiğ süt kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ortalama çiğ süt kimyasal bileşimi Milkana Express milk analyzer (Mayasan Biotech A.Ş., Türkiye) ve Bante 220 portatif pH metre (Bante Instruments, China) cihazlarıyla ölçülmüş ve sağım dönemine göre sonuçlar Tablo 3.1.’de verilmiştir. Bağımsız örneklemli T-test’e göre %95 güven aralığında mevsimler arası sütlerin pH değerlerinde önemli bir farklılık olmazken, yağ, protein ve kuru madde değerleri önemli ölçüde değişim göstermiştir.

Tablo 3.1. Peynir üretiminde kullanılan çiğ süt bileşimi

Bileşim	Yaz sütü	Kış sütü
Yağ (%)	2,9 ± 0,05	3,9 ± 0,01
Protein (%)	3,3 ± 0,04	3,5 ± 0,01
Yağsız kuru madde (YKM) (%)	8,7 ± 0,09	9,7 ± 0,03
pH (10°C)	6,6 ± 0,02	6,6 ± 0,01

3.1.2. Pastörizatörün temini

Sütün pastörizasyonu, Gıdamaksan firması (Sakarya, Türkiye) tarafından üretilen 200 kg kapasiteli çift cidarlı, cidardan sıcak/soğuk su sirkülasyonlu, karıştırıcılı, cidar suyu sıcaklığı ve süt sıcaklığı göstergeli süt pişirme kazanında sağlanmıştır (Şekil 3.1.).

Sütün asitlendirilmesi ve peynir üretimi de yine süt pişirme kazanında gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3.1. Süt pişirme kazanı



3.1.3. Asit kaynaklarının temini ve hazırlanması, kalsiyum klorürün temini

Peynir üretiminde sütü asitlendirmek amacıyla Güneşoğlu Süt Gıda San. Tic. A.Ş. (Sakarya, Türkiye) firmasında üretilen peynirlerin lora işlenecek olan suyu (PAS) süzülerek temin edilmiştir. PAS'ın ortalama değerleri %7,3 YKM ve pH 4,8'dir. Temin edilen PAS, öncelikle pH istenilen seviyeye gelene kadar (pH 3,2 10°C) yaklaşık 2 hafta inkübasyona bırakılmış, daha sonra mikrobiyal yükü azaltmak ve aktif enzimleri inhibe etmek için pastörize edilmiştir.

PAS'ın yanı sıra gıdada kullanıma uyumlu (foodgrade) Tito markalı (Smart Kimya, İzmir, Türkiye) %80'lik laktik asit (LA) ve %35'lik kalsiyum klorür (CaCl_2) temin edilmiştir.

3.1.4. Tütsüleme fırınının üretimi ve temini

Çalışma kapsamında, isli peynir grubu için tütsüleme fırını tasarlanmış ve ülkemizde ilk kez ticari olarak tütsüleme fırını üretilmiştir. Tütsüleme fırını, 20 kg peynir kapasiteli, elekli raflardan oluşan, sıcak ve soğuk tütsülemeye uyumlu, homojen sıcaklık dağılımı için fan içerikli, ısıtma gerektiren prosesler için rezistanslı olarak üretilmiştir. Tütsünün girdiği alt bölmede ve tütsünün yükselerek çıktığı üst bölmede bulunan peynirlerin sıcaklık kontrolü için alt ve üst bölmelere sıcaklık probları yerleştirilmiştir. Tütsü dumanının üretim sonrası tahliyesi için en üste kelebek vana yerleştirilmiştir. Soğuk tütsüleme için tütsü jeneratörü üretilmiş ve cihaza monte edilmiştir. Tütsü jeneratöründe odun talaşı haznesi yer almaktadır. Hazneye doldurulan talaş yakılarak kapak kapatılmakta ve oluşan tütsü buharı tütsüleme fırınına yan kısımdan kompresör yardımıyla verilmektedir. Kompresör basıncının ayarlanabilir özellikte olması için vana ve basınç göstergeleri eklenmiştir. Fırın içerisindeki basınç, ayarlanan değere gelince tütsü üretimi durmakta, zamanla basınç düştüğünde kompresör otomatik olarak tekrar devreye girmekte ve oksijen vererek talaşın tekrar aktif olmasını sağlamaktadır. Böylelikle, fırın içerisindeki tütsü konsantrasyonu zamana karşı değişim göstermemektedir. Üretilen fırının tütsü jeneratörünün talaş haznesi Şekil 3.2.'de, rafı iç görünümü Şekil 3.3.'te verilmiştir.



Şekil 3.2. Tütsü jeneratörünün talaş haznesi



Şekil 3.3. Tütsüleme fırını iç görünümü

3.2. Yöntem

3.2.1. Sütün pastörizasyonu ve asitlendirilmesi

Tez kapsamında kurulan işletmeye temin edilen çiğ süt, 100'er kg'lık iki beç halinde ısı yükü 90°C'de 5 sn olmak üzere yüksek sıcaklıkta pastörize edilmiştir. İlk beç 90°C, ikinci beç 70°C'de asitlendirerek pıhtılaştırma sıcaklığının ürüne etkisi incelenmiştir. Isıtma sırasında peynir sütüne %0,01 oranında CaCl_2 (%35'lik çözeltiden %0,03 oranında) eklenmiştir. İlk beçe pastörizasyondan hemen sonra %12,8 oranında PAS ve %0,054 oranında LA (%80'lik çözeltiden %0,068 oranında) eklenmiş ve süzme öncesi tekrar 90°C'ye cidardan sıcak suyla ısıtılmıştır. İkinci beç ise 70°C'ye cidardan soğutulup asitlendirilmiş ve PAS ilavesiyle soğuduğu için tekrar 70°C'ye ısıtılmış, bu sıcaklıkta süzülmüştür.

3.2.2. Pıhtı süzme, tuzlama ve dinlendirme

Asitlendirme sonucu oluşan pıhtı, ortalama 1 kg peynir kapasiteli elekli kalıplara alınır. Şekil 3.4.'te süzme aşamasının, Şekil 3.5.'te süzülen peynirin görüntüsü

verilmiştir. Elde edilen teleme yüzeyine, %1 oranında kuru sofr tuzu eşit paylaşırılarak tuzlanır. PAS tamamen süzölürken mikrobiyal aktiviteyi en aza indirmek için peynirin hızlı ve steril ortamda soğuması amaçlanmıştır. Bu nedenle tuzlamanın hemen sonrasında peynirler, 4°C'lik soğuk depoya konulmuş ve 1 gecelik (14 saat) dinlendirme sırasında ortamda ozon jeneratörü (Dezenfekte Ozon Sistemleri, Kocaeli, Türkiye) de devamlı çalışmıştır.



Şekil 3.4. Teleme süzme aşaması



Şekil 3.5. Üretilen taze Çerkez peyniri

3.2.3. Peynirlerin kesilmesi ve tütsülenmesi

Peynirler alkolle temizlenmiş bıçak yardımıyla ozonlanmış ortamda 6'şar parçaya kesilerek vakum paketlenme cihazı (CromPack-Vakumlama makineleri, İstanbul, Türkiye) yardımıyla poliamid-polietilen katmanlı vakum poşetlere konulmuştur. Ttslenecek gruplar paketlenme öncesi tütsüleme fırınına verilmiştir.

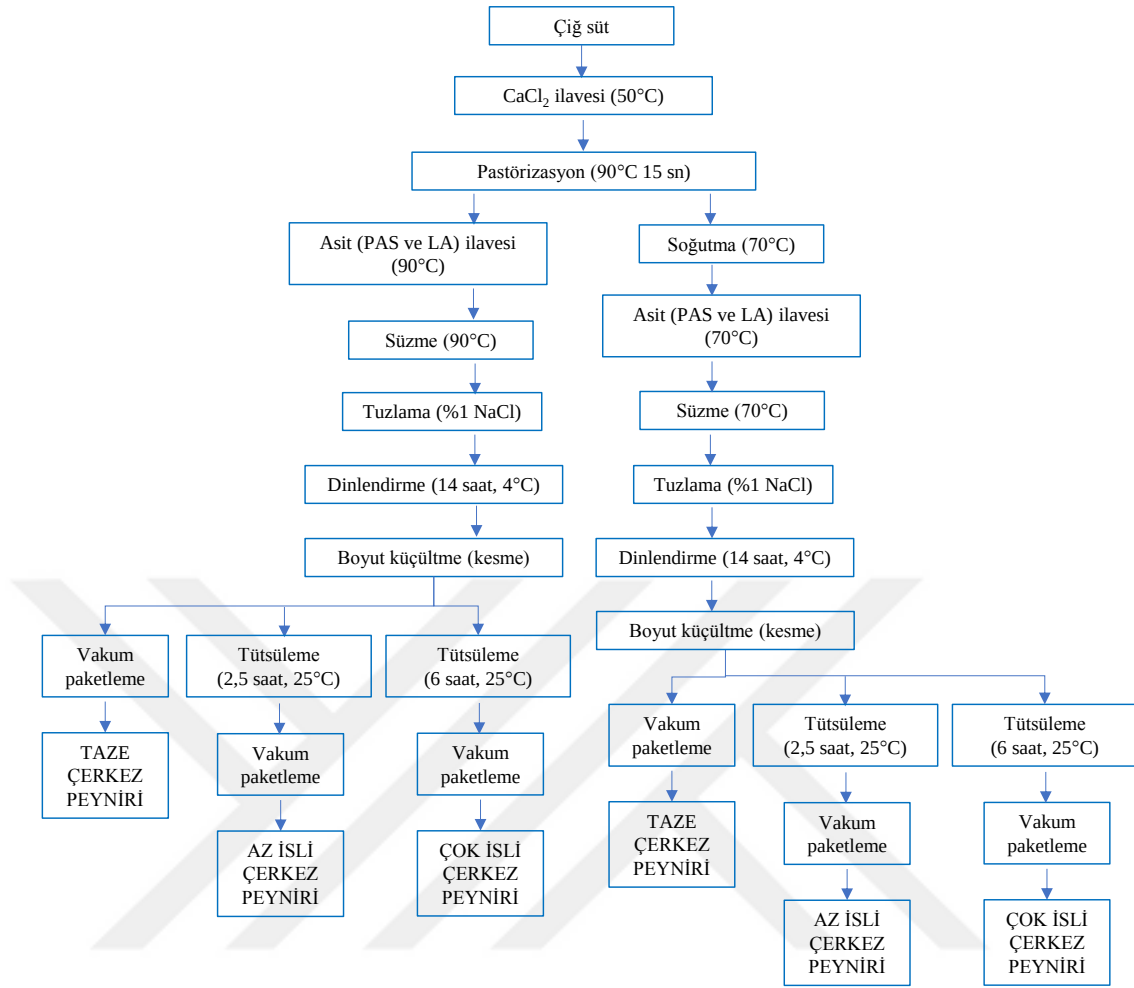
Tütsü eldesinde, meşe ağacı temin edilerek talaş haline getirilmiş ve kurutulduktan sonra tütsü kaynağı olarak kullanılmıştır. Tütsüleme 2,5 saat (az isli grup) ve 6 saat (çok isli grup) olmak üzere iki farklı sürede ve 25°C sabit sıcaklıkta yapılmıştır. Tütsüleme sırasında fan devamlı çalıştırılmıştır. Kompresör basıncı 2,5 barda çalışılmıştır. şekil 3.6.'da bir grup tütsülenmiş Çerkez peynirinin görseli verilmiştir.



şekil 3.6. Tütsülenmiş Çerkez peyniri

3.2.4. Üretim akış şeması

nceki kısımlarda detaylı anlatılan üretim prosesinin akış şeması şekil 3.7.'de özetlenmiştir.



Şekil 3.7. Taze ve tütsülenmiş Çerkez peynirlerinin üretim akış şeması

Üretim akış şemasında da kategorize edildiği üzere, deneme deseni ürünleri Tablo 3.2.'de verilmiştir. Deneme deseni ürünleri hem Ağustos ayına ait yaz sütü hem de Şubat ayına ait kış sütü ile 3'er tekerrürlü olarak üretilmiştir.

Tablo 3.2. Yaz ve kış sütüyle üretilen peynirlerin deneme deseni

Ürün adı	Proses detayı
70°C Taze	70°C'de pıhtılaştırılmış, islenmemiş, taze olarak tüketilen
70°C Az isli	70°C'de pıhtılaştırılmış, 2,5 saat islenerek tüketilen
70°C Çok isli	70°C'de pıhtılaştırılmış, 6 saat islenerek tüketilen
90°C Taze	90°C'de pıhtılaştırılmış, islenmemiş, taze olarak tüketilen
90°C Az isli	90°C'de pıhtılaştırılmış, 2,5 saat islenerek tüketilen
90°C Çok isli	90°C'de pıhtılaştırılmış, 6 saat islenerek tüketilen

3.3. Analizler

Üretilen peynirlerde paketlenme öncesinde tüm aşamalarda randıman hesaplaması yapılmıştır. Randıman hesaplaması için Denklem 3.1 kullanılmıştır. Tütsüleme sonrası oluşan ağırlık kaybı dikkate alınarak elde edilen verim kaybı ise Denklem 3.2'ye göre hesaplanmıştır.

$$\text{Randıman (\% verim)} = \frac{\text{işlem sonrası peynir ağırlığı (kg)}}{\text{işlem öncesi süt ağırlığı (kg)}} \times 100 \quad (3.1)$$

$$\% \text{ verim kaybı} = \text{işlem öncesi \% verim} - \text{işlem sonrası \% verim} \quad (3.2)$$

Peynirlerin 15. gününde genel kimyasal bileşimleri analiz edilmiş ve raf ömrünün 1., 30., 60. ve 90. günlerinde mikrobiyolojik, duyuşal, tekstürel özellikleriyle olgunlaşmayı tanımlayan pH, titrasyon asitliği, suda çözünen azot miktarı, olgunlaşma derecesi ve toplam serbest yağ asidi miktarları analiz edilmiştir. Depolamanın 1. ve 90. günlerinde mikroyapıları incelenmiştir.

Kimyasal analizlere hazırlık aşamasında ürünlerin isli dış yüzeyleri ayrılmaksızın, üçgen kesilmiş peynir örnekleri rendelenerek homojen karıştırılmış ve analizler bu ön hazırlık aşamasından sonra gerçekleştirilmiştir. Kimyasal ve tekstürel analizler üç tekrarlı olarak, mikrobiyolojik analizler iki tekrarlı ikişer paralel (4 paralel) olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir.

3.3.1. Genel kimyasal bileşimin saptanması

Ürünlerin kuru madde (KM), yağ, protein ve tuz içerikleri belirlenmiştir. Örneklerin KM değerleri, IDF (2004)'e göre 101±2°C'de sabit tartıma gelene kadar kurutulup gravimetrik olarak ölçülmesiyle analiz edilmiştir. Yağ analizi, Gerber yöntemiyle gerçekleştirilmiştir (ISO, 2008). Protein miktarı, toplam azot üzerinden Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (IDF, 2001). Tuz miktarı, potansiyometrik titrasyona dayalı olarak ve klorür cinsinden ölçülmüştür (ISO, 2006).

3.3.2. Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler için peynirler, tüm kitleyi temsil edecek şekilde steril ortamda tartılarak Ringer (Merck, Almanya) çözeltisinde 10^{-1} dilüsyonlarda seyreltilmiştir. Sonuçlar “log.kob/g” cinsinden verilmiştir.

Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı için plate count agar (PCA) besiyerine (Merck, Almanya) yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. 35°C 'de inkübe edilerek 48 saatin sonunda üremiş olan bakteri kolonileri sayılmıştır (Bridson, 1998).

Toplam maya ve küf için Oxytetracycline-glucose-yeast extract (OGYE) agar (Merck, Almanya) besiyerine yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Plaklarda $25-30^{\circ}\text{C}$ 'de 5-7 gün inkübasyondan sonra oluşan koloniler sayılmıştır (Bridson, 1998).

Koliform grubu bakterilerin tespiti için Violet Red Bile (VRB) agar (Merck, Almanya) besiyeri kullanılarak çift katlı dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır ve 37°C 'de 24 saat inkübasyon sonrası tipik koloniler sayılmıştır (Bridson, 1998).

3.3.3. Duyusal analizler

Duyusal özellikler 8 panelist tarafından analiz edilmiştir. Ürünler renk, tekstür (sıklık, yapı, çiğnenebilirlik, elastikiyet), tat (tuzluluk, yoğurdumsuluk, ekşilik, karakteristik tat, tutsü yoğunluğu) ve genel beğeni açısından incelenmiştir. Panelde kullanılan açıklamalı form Tablo 3.3.'te verilmiştir. Oluşturulan panel formu, sayısal puanlamalı kalite derecelendirme testinin yanı sıra beğeniye sorgulayan hedonik bir test sorusu da içeren hibrit formdur (Lawless ve Heymann, 2010). Örnek sayısı fazla olduğu için skala geniş tutulmuş, panelistlerden 1-9 arası puanlama yapılması istenmiştir.

Tablo 3.3. Duyusal analiz formu

Panelistin Adı, Soyadı:		Tarih:							
Açıklamalar:		Özellikler, diğer ürünlere göre kıyaslanmalıdır. Örneğin; En yumuşak ürün : 1, En sert ürün : 9. Fakat hiç biri yumuşak bulunmadıysa puanlama daha büyük rakamlardan başlayabilir. Hiçbiri yeterince sert bulunmadıysa 9'dan düşük rakamlar verilebilir. Bu durum diğer tüm başlıklar için de geçerlidir.							
1. Renk: Ürünün dış rengini temsil eder. Puanlama diğer ürünlere göre yapılmalıdır. En beyaz: 1, En sarı: 9 2. Sıklık: Dokunulduğunda veya çiğnendiği zamanki sertliği tanımlar. 3. Yapı: Ürünün elde veya ağızda dağılma kolaylığını anlatır. 4. Çiğnenebilirlik: Çiğneme ve yutma sırasında aşırı sertlik veya parçalanıp rahatsızlık verme gibi hisleri tanımlar. 5. Elastikiyet: Çiğneme sırasında hissedilen, zor deforme olma özelliğidir. Kaşar peynirindeki gıcırıtı sesi tanımlar. 6. Tuzlu tat: Hoşa giden, beklenen tuz oranı 5 puan olarak değerlendirilir. 7. Yoğurdumsu tat: Köy yoğurdunun ağızda bıraktığı asitliği, dildeki yanmayı tanımlar. 8. Ekşimsi tat: Limon ekşiliğini tanımlar. 9. Tat: İlk iki numunede karakteristik olarak taze beyaz peynir tadı aranır. Sonraki numunelerde karakteristik tat tutsu aromalı peynir tadıdır. 10. Tutsu yoğunluğu: Tutsu aromasının diğer numunelere kıyasla, miktarı 11. Beğeni: Panelistin kişisel peynir tercihinine göre beğenisini tanımlar.									
ÜRÜN KODU									
1. RENK	Beyaz 1 - 9 Sarımtırak								
2. SIKILIK	Yumuşak 1 - 9 Sert								
3. YAPI	Gevşek 1 - 9 Sıkı								
4. ÇİĞNEBİLİRLİK	Çiğneme Kolay 1 - 9 Zor								
5. ELASTİKİYET	Elastik Değil 1 - 9 Çok Elastik								
6. TUZLU TAT	Hiç tuz yok 1 - 9 Aşırı tuzlu								
7. YOĞURDUMSU TAT	Yoğurdumsu değil 1 - 9 Aşırı yoğurdumsu								
8. EKŞİMSİ TAT	Hiç ekşi değil 1 - 9 Aşırı ekşi								
9. TAT	Karakteristik değil 1 - 9 Karakteristik, doğal								
10. TÜTSÜ YOĞUNLUĞU	Tütsü aroması yok 1 - 9 Aroma aşırı yoğun								
11. BEĞENİ	Hiç beğenmedim 1 - 9 Çok beğendim								
12. YABANCI TAT (Varsa tanımlayınız):									

3.3.4. Tekstür analizi

Tekstür analizinde Brookfield CT3-4500 g tekstür analiz cihazı (AMETEK Brookfield, ABD) kullanılmıştır. TA 15/1000 45° konik prob ile 10°C'de sertlik analizi yapılmış ve sonuçlar gram cinsinden verilmiştir.

3.3.5. Raf ömrü olgunlaşması kimyasal analizleri

3.3.5.1. pH ve titrasyon asitliği analizi

Ürünlerin pH'ları, 10 g hassas tartılmış rendelenmiş peynir örneğinin 10 ml distile su ile IKA T18 (IKA-Werke GmbH Co., Almanya) homojenizatör yardımıyla karıştırılması sonrası Hanna pH 211 (Hanna Instruments, Almanya) cihazı kullanılarak

analiz edilmiştir. Aynı yöntemle titrasyon asitliği numunesi hazırlanmış ve Türk Standardı peynir analiz yöntemi (TSE, 2006) modifiye edilerek 0,25 N sodyum hidroksite (NaOH) karşı titrasyonla laktik asit cinsinden asitlik (% LA) hesaplanmıştır.

3.3.5.2. Suda çözünen azot miktarı ve olgunlaşma derecesi tayini

Suda çözünen azot (SÇA) miktarı proteoliz düzeyini belirlemede önemli bir analizdir. SÇA analizinde Kuchroo ve Fox (1982)'un önerdiği yöntemle suda çözünen azotlu maddelerin suya geçirilmesi ve Kjeldahl azot analiziyle miktarın saptanması sağlanmıştır. Yöntemde, 10 g peynir örneği, 40 ml 40°C'de distile su ile karıştırılıp IKA T18 homojenizatör kullanılarak 2 dakika homojenize edilmiştir. Karışım 1 saat 40°C'deki çalkalamalı su banyosunda tutulmuş ve ardından 3000 g'de 4°C'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası, üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırıldıktan sonra, sıvı kısım Whatman No.42 beyaz bant filtre kağıdından süzölmüştür. Filtrattan 10 ml alınarak Kjeldahl metodu (IDF, 2001) ile SÇA içeriği belirlenmiştir. Hesaplama kullanılan formül (Denklem 3.3) aşağıda verilmiştir:

$$\% \text{ Suda çözünen azot (w/w)} = \frac{[1,4 \times (V_1 - V_0) \times N \times F]}{m}$$

V_1 : Örnek için harcanan HCl, ml

V_0 : Kör denemede harcanan HCl, ml

N: HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin normalitesi

F: HCl çözeltisinin faktörü

m: Örnek miktarı, g

(3.3)

SÇA değerinin toplam azota oranı olarak ifade edilen olgunlaşma derecesi (OD) değeri, Denklem 3.4'te verilen formül ile hesaplanmıştır:

$$\text{Olgunlaşma Derecesi} = (\% \text{SÇA} \times 100) / \% \text{Toplam Azot} \quad (3.4)$$

3.3.5.3. Toplam serbest yağ asidi miktarı tayini

Raf ömrü sırasında peynirlerdeki lipoliz düzeyini saptamak için toplam serbest yağ asidi (TSYA) miktarı belirlenmiştir. Öncelikle Nuñez ve ark.nın (1986) önerdiği yöntemde yapılan modifikasyonlarla peynirlerdeki yağ ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Uygulanan yöntemde; küçük parçalar halinde rendelenmiş peynir örneğinden 10 g tartılmış ve üzerine 6 g susuz sodyum sülfat (NaSO_4) (Merck, Almanya) ilave edilmiştir. Bir havan içerisinde peynir ile NaSO_4 iyice karıştırılarak ezilmiş, daha sonra karışım rodajlı kapaklı erlene alınarak 60 ml dietileter (Merck, Almanya) ilave edilmiş ve 1 saat bekletilmiştir. Bu süre içerisinde karışım her 15 dakikada 1 dk süre ile karıştırılmıştır. Sıvı kısım, beyaz bant filtreden geçirilmiş ve katı kısımdaki muhtemel yağ kalıntıları her defasında 20 ml dietileter ilave edilerek 3 kez çözündürülüp şilifli-kapaklı erlende toplanmıştır. Erlende toplanan dietileter-yag karışımından, dietileter 50°C 'de rotary evaporator (Buchi, rotavapor R-215 advanced with vacuum controller V850) yardımıyla vakum altında uzaklaştırılmıştır. Yağ içerisindeki dietileter tamamen uçurulduktan sonra erlende kalan yağa 10 ml dietileter:etilalkol karışımı (1:1) ilave edilerek 0,05 N (etilalkolde hazırlanmış) KOH ile %1'lik feneolftalein eşliğinde titre edilmiştir. Şahit deneme yapıldıktan sonra, Denklem 3.5'te verilen formül yardımıyla serbest yağ asitleri hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Oleik asit (g/100g yağ)} = \frac{[\text{ml KOH (V}_1\text{-V}_0\text{)} \times 282 \times F \times 0,5]}{\text{örnek(g)} \times 100}$$

V_1 : Örnek için harcanan KOH, ml

V_0 : Şahit denemede harcanan KOH, ml

282 : Oleik asitin molekül ağırlığı, g/mol

F : 0,05 N KOH çözeltisinin faktörü

(3.5)

3.3.6. Mikroyapının belirlenmesi

Ürünlerin mikroyapıları FEI Quanta FEG 250 taramalı elektron mikroskopunda (SEM) depolamanın 1. ve 90. günlerinde ESEM modunda 30 kV’da 1000x büyütmede incelenmiştir.

3.3.7. İstatistiksel analiz

Yapılan analizler öncelikle SPSS 20.0 (IBM, ABD) yazılımı kullanılarak Tabachnick ve Fidell (2012)’in homojenlik testine göre analiz edilmiştir. Ürünlerin mevsim kaynaklı farklılıklarının tespitinde, iki mevsim arasındaki fark, bağımsız değişkenler için $P < 0,05$ anlamlılık düzeyinde T-testi ile incelenmiştir. Ürünler arası diğer tüm farklılıkların incelenmesi için SPSS 20.0 programında ANOVA testi uygulanmış, Tukey’in HSD çoklu kıyaslama yöntemi kullanılmış ve değişken sayısı yüksek olduğu için $P < 0,01$ anlamlılık düzeyinde çalışılmıştır. Temel bileşen analizi Minitab 16 ile yapılmıştır.

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Peynir Randımanı

Verim hesaplaması için üç tekerrür olarak üretilen peynirlerin ağırlıklarının ortalaması yaz ve kış peyniri için ayrı ayrı değerlendirilmiş, tütsülemenin etkisini gözlemlemek için yaz ve kış peynirlerinin ortalama değerleri kullanılmıştır ve peynirler aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

- 90°C’de pıhtılaştırılan yaz ve kış taze peynirleri
- 70°C’de pıhtılaştırılan yaz ve kış taze peynirleri
- 90°C’de pıhtılaştırılan 2,5 saat tütsülenmiş peynir
- 70°C’de pıhtılaştırılan 2,5 saat tütsülenmiş peynir
- 90°C’de pıhtılaştırılan 6 saat tütsülenmiş peynir
- 70°C’de pıhtılaştırılan 6 saat tütsülenmiş peynir

Tablo 4.1. Peynir randımanları

Proses detayları	% Verim	
	90°C	70°C
Yaz	11,6 ± 0,95	14,5 ± 0,94
Kış	14,7 ± 1,42	15,4 ± 0,67
Proses detayları	% Verim kaybı	
	90°C	70°C
2,5 saat tütsüleme	0,2 ± 0	3,1 ± 2
6 saat tütsüleme	4,1 ± 3	3,9 ± 1

Tablo 4.1.’de özetlenen verilerin değerlendirmesi sonucunda 70°C’de pıhtılaştırılan ve kışın üretilen peynirlerde en yüksek ortalama randımana ulaşılsa da, istatistiksel olarak incelendiğinde pıhtılaştırma sıcaklığı ile mevsimin taze peynir verimine etkisinin

bulunmadığı sonucuna varılmıştır ($P < 0,01$). Ayrıca 6 saatlik tütüleme işlemi ile % 4 kadar verim kaybı gözlenmiş, fakat bu fark da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P < 0,01$).

Çalışma kapsamında elde edilen randıman oranlarının mevsimden istatistiksel olarak etkilenmemiş olması literatürdeki bazı çalışma sonuçlarını desteklememektedir. Bir çalışmada baskı uygulanarak koyun sütünden üretilmiş sert peynirde ağustos ayında % 16,8 ve şubat ayında % 18,5 randıman elde edilmiş ve bu değerler birbirinden istatistiksel açıdan önemli derecede farklı bulunmuştur (Jaeggi ve ark., 2005). Bizim çalışmamızda da şubat sütüyle üretilen peynirler ağustos peynirinden daha yüksek randımanla elde edilmiş, fakat bu fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Parlak (2016), Çerkez peynirinde farklı tuzlar denediği doktora tez çalışmasında, klasik yöntemle üretilen taze Çerkez peynirinde ortalama 12,1 % verim ölçmüştür. Organik asit ve 85°C sıcaklıkla koagüle edilen, Çerkez peynirine benzer yapıdaki Queso Blanco peynirinde ise % 12,5 verim elde edilmiştir (El Zoghby ve ark., 2009). 2 saat 50°C’de tütülen Provolone peyniri üzerine yapılan çalışmada tütülenmiş peynirin % 10,0-10,4 verimle elde edildiği belirtilmiştir (Gasparini ve ark., 2020).

4.2. Genel Kimyasal Bileşim

Peynirlerin genel kimyasal bileşimlerinin ortalama değerleri Tablo 4.2.’de verilmiştir. Tablodaki veriler istatistiksel olarak incelendiğinde;

Kuru madde sonuçlarında,

- yaz sütüyle üretilen peynirlerin kış sütüyle üretilen peynirlerden önemli ölçüde daha düşük kuru maddeye sahip olduğu,
- az isli (2,5 saat) peynirlerin kuru maddelerinin taze peynirle benzer olmasına karşılık, çok isleme (6 saat) sonucu peynirlerin kuru maddelerinde önemli bir artış olduğu gözlenmiştir.

Yağ değerleri,

- uygulanan tütüleme işlemine göre bir değişim göstermemekle birlikte;
- 70°C’de pıhtılaştırılan sütlerdeki yağ miktarı 90°C’de pıhtılaştırılan sütlerden bir miktar daha düşük ölçülmüştür.
- Kış sütleriyle üretilen peynirlerin yağ oranı, yaz sütüyle üretilen peynirlerden daha yüksektir, fakat kuru maddede yağ incelendiğinde mevsimsel farklılık gözlenmemiştir.
- Kuru maddede yağ oranlarına bakıldığında, tütüleme işleminin de peynirlerde yağ açısından önemli bir farklılığa yol açmadığı gözlenmiştir.
- Bu sonuçlara göre yağ oranındaki değişim kaynağının kuru maddedeki değişim olduğu sonucuna varılmıştır.

Protein değerleri incelendiğinde;

- istatistik analiz sonuçlarına göre tütüleme işlemlerinin (2,5 saat ve 6 saat) protein konsantrasyonunu önemli ölçüde artırdığı ve
- kışın üretilen peynirlerin yaz sütüyle üretilenlerden daha yüksek protein oranına sahip olduğu gözlenmiştir.
- Protein oranlarındaki değişimler peynir kuru maddesi dikkate alınarak incelendiğinde, tütülemenin ve mevsimin kuru maddedeki protein miktarı üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Peynirlerdeki tuz miktarları arasında istatistiksel fark saptanmamıştır.

Randıman ve genel kimyasal bileşim sonuçlarının genel değerlendirmesi yapıldığında, peynirlerin verimi istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte ($P > 0,05$), süt 90°C’de pıhtılaştırıldığında daha düşük olmuştur. Kuru madde değeri ise bu üründe 70°C’de pıhtılaştırılandan daha yüksektir. Sonuç olarak 90°C yerine 70°C’de pıhtılaştırma ile peynirin su tutma kapasitesinin ve veriminin artacağı sonucuna varılmıştır.

Üretimlerde kullandığımız ağustos ayına ait yaz sütü % 2,9 ve şubat ayına ait kış sütü % 3,9 yağ oranına sahipti. Literatürde yer alan çalışmalar, tüm sezonlar içerisinde yaz

sütünün en düşük, kış sütünün ise en yüksek yağ içeriğinde olduğunu bildirmektedir. Kljajevic ve ark. (2018) saanen keçi sütünün mevsimsel farklılığı üzerine yaptıkları çalışmada yıl içerisinde süt yağ oranının en düşük yazın, en yüksek kışın elde edildiğini belirtmiş ve ağustos ayında % 2,9, aralık ayında % 4,1 yağ oranı saptamışlardır. Larsen ve ark. (2014) da sütte en düşük yağ oranının yaz aylarında, en yüksek yağ oranının ise kış aylarında elde edildiğini ispatlamışlardır. Fakat Lin ve ark. (2017) sürülerden elde ettikleri sütleri incelediklerinde çiğ sütte en yüksek yağ oranına % 4,38 ile sonbahar aylarında ulaşmış, yaz ve kış mevsimi ortalama yağ oranlarını sırasıyla % 4,03 ve % 3,94 olarak raporlamışlardır.

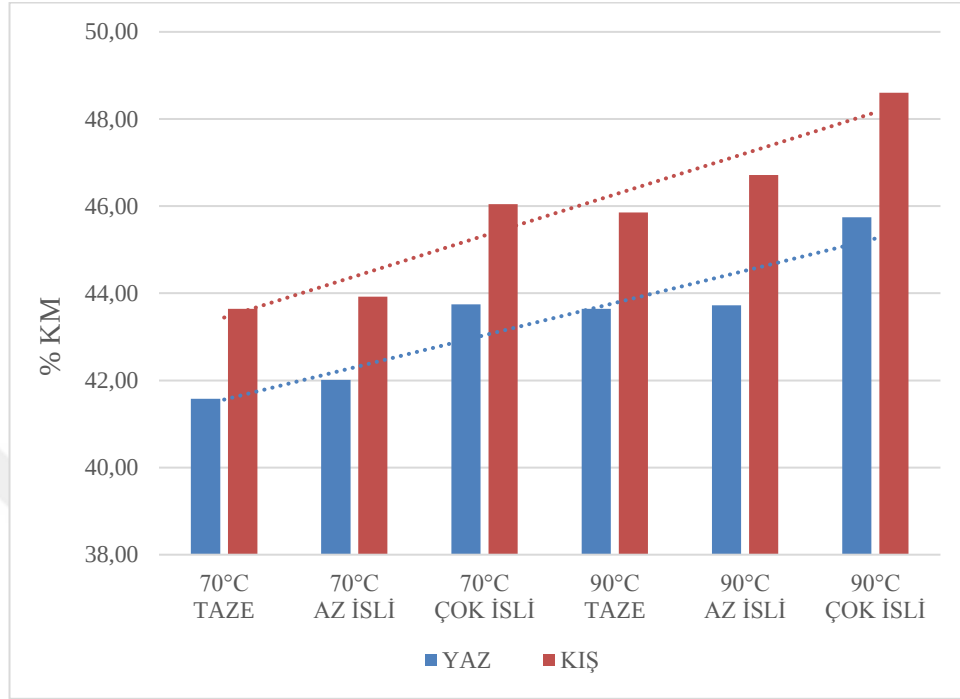
Literatüre göre protein miktarları yaz sütü için % 2,53 - 3,53 ve kış sütü için % 2,66 - 3,56 gibi değişken değerler alırken (Büyükoğlu ve ark., 2017; Lin ve ark., 2017) çalışmamızda yazın % 3,30 ve kışın % 3,50 protein ölçülmüştür.

Tablo 4.2. Üretilen peynirlerin genel kimyasal bileşimleri

	% KM		% yağ		% protein		% tuz		KM'de yağ (%)		KM'de protein (%)	
	YAZ	KIŞ	YAZ	KIŞ	YAZ	KIŞ	YAZ	KIŞ	YAZ	KIŞ	YAZ	KIŞ
70°C TAZE	41,6 ± 0,11	43,6 ± 0,08	23,3 ± 0,29	24,3 ± 0,29	17,2 ± 0,10	18,1 ± 0,09	0,96 ± 0,27	1,23 ± 0,06	53,5 ± 0,59	55,8 ± 0,56	41,4 ± 0,14	41,4 ± 0,14
HS*	B c	A c	B b	A b	B d	A d	a	a	A a	A a	A a	A b
70°C AZ İSLİ	42,0 ± 0,21	43,9 ± 0,53	23,3 ± 0,29	24,3 ± 0,29	17,6 ± 0,25	18,3 ± 0,10	0,99 ± 0,25	1,23 ± 0,28	53,1 ± 0,95	55,4 ± 0,89	42,0 ± 0,64	41,6 ± 0,64
HS*	B c	A c	B a	A b	B cd	A d	a	a	A a	A a	A a	A b
70°C ÇOK İSLİ	43,8 ± 0,64	46,0 ± 0,30	23,8 ± 0,29	25,0 ± 0,50	19,0 ± 0,25	19,8 ± 0,10	0,88 ± 0,07	1,13 ± 0,02	51,8 ± 0,73	54,3 ± 0,77	43,3 ± 1,16	43,0 ± 1,16
HS*	B b	A b	B ab	A ab	B b	A b	a	a	A a	A a	A a	A a
90°C TAZE	43,6 ± 0,25	45,9 ± 0,45	24,3 ± 0,29	25,7 ± 0,29	18,3 ± 0,09	18,8 ± 0,11	0,91 ± 0,10	1,11 ± 0,03	53,1 ± 0,36	56,0 ± 0,23	41,9 ± 0,26	41,1 ± 0,26
HS*	B b	A b	B ab	A a	B bc	A c	a	a	A a	A a	A a	A b
90°C AZ İSLİ	43,7 ± 0,51	46,7 ± 0,04	23,8 ± 0,29	25,3 ± 0,29	19,0 ± 0,19	20,1 ± 0,09	0,92 ± 0,21	1,19 ± 0,03	51,0 ± 0,32	54,2 ± 0,64	43,4 ± 0,81	43,1 ± 0,81
HS*	B b	A b	B ab	A ab	B b	A b	a	a	A a	A a	A a	A a
90°C ÇOK İSLİ	45,8 ± 0,45	48,6 ± 0,38	24,7 ± 0,29	26,2 ± 0,29	19,9 ± 0,23	21,0 ± 0,30	1,01 ± 0,14	1,20 ± 0,03	50,8 ± 0,97	53,8 ± 1,02	43,6 ± 0,08	43,3 ± 0,08
HS*	B a	A a	B a	A a	B a	A a	a	a	A a	A a	A a	A a

* HS: Aynı kolondaki örnekler arasında proses kaynaklı gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, $P < 0,01$; Aynı satırdaki örnekler arasında mevsim kaynaklı gözlenen farklılık durumu büyük harflerle, $P < 0,05$ olacak şekilde gösterilmiştir.

Üretilen peynirlerin Tablo 4.2.'de yer alan kuru madde değerleri, değişimin grafik üzerinde gözlenebilmesi için Şekil 4.1.'de şematize edilmiştir.



Şekil 4.1. Peynirlerin ortalama kuru madde değerleri

Literatür incelendiğinde, tütsülenmiş peynirlerde çok farklı kuru madde değişimleri ile karşılaşmaktadır. Laboratuvarda üretilip geleneksel lezzetini alana kadar tütsülenen Yemen peynirinde kuru madde oranı % 44,1 iken, tütsüleme sonrası yaklaşık % 29'luk bir artışla % 56,9'a yükselmiştir (Amran ve Abbas, 2011). Tütsülenmiş Çerkez peyniri üzerine yapılan bir çalışmada ise Genç (2019), meşe odunuyla tütsülediği peynirlerin, tütsüleme sonrası kuru maddelerinin değişmediğini belirtmiştir. İlhan (2012), piyasa araştırmasında ensütriyel olarak üretilmiş taze Çerkez peynirlerinin % 51,1 ortalama kuru madde değerlerini tütsülenmiş ürünlerde % 12,5'lik bir artışla % 57,5 olarak ölçmüştür. Bizim çalışmamızda ise 2,5 saatlik tütsüleme sonucu % 0,2-1,8 kuru madde artışı gözlenirken, 6 saatlik tütsüleme sonucunda % 5,0-5,9'luk kuru madde artışı elde edilmiştir.

Hydamaka ve ark.nın (2001) sitrik asit ve ısı ile koagüle ederek hazırladıkları peynirler üzerine yaptıkları bir çalışmada, 90°C'ye ısıtılıp 90°C'de pıhtılaştırılan ve 90°C'ye

ısıtılıp 70°C'ye soğutularak pıhtılaştırılan peynirlerin genel kimyasal bileşimleri incelenmiştir. Bu ürün grupları, pastörizasyon sıcaklığı ve pıhtılaştırma sıcaklığı açısından bizim çalışmamızdaki tütsülenmemiş taze peynirlere eşdeğerdir. Çalışmada elde edilen iki üründe sırasıyla % 51,2 ve % 46,8 KM değeri elde edilmiş olup bizim çalışmamızda % 51,2 yerine (yaz-kış ortalama) % 44,8, % 46,8 yerine (yaz-kış ortalama) % 42,4 KM elde edilmiştir. İncelenen çalışmadaki KM değerleri, proses sırasında uygulanan baskı nedeniyle bizimkinden yüksektir, fakat bizim çalışmamızda olduğu gibi, 90°C'de pıhtılaştırılan ürünün KM değeri 70°C'de pıhtılaştırılan üründen yüksektir.

Hydamaka ve ark.nın (2001) yaptığı çalışmada ürünlerin 90°C'de ve 70°C'de pıhtılaştırıldığında KM'de protein oranları sırasıyla % 40,5 ve % 40,2 olarak ölçülmüş olup ürünler arasında KM'de protein miktarı açısından fark olmadığı ($P > 0,05$) bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da yaz ve kış peynirlerinin ortalama değerleri incelendiğinde 90°C ve 70°C'lik pıhtılaştırmalar için sırasıyla % 41,5 ve % 41,4 KM'de protein oranları elde edilmiştir. KM'de yağ oranlarına bakıldığında, Hydamaka ve ark.nın (2001) çalışmasında 90°C ve 70°C'de pıhtılaştırılan ürünler için sırasıyla % 47,3 ve % 46,7 değerleri elde edilmiş olup ürünler arasında % 95 güven aralığında istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda ise yaz ve kış peynirlerinin KM'de yağ ortalama değerleri sırasıyla % 54,6 ve % 54,7 olarak elde edilmiştir. Hydamaka ve ark.nın (2001) ürettiği ürünlerle kıyaslandığında bizim çalışmamızdaki peynirlerin KM'de protein ve KM'de yağ değerleri daha yüksek çıkmıştır, fakat bizim ürettiğimiz ürünlerde de bu değerlerin pıhtılaştırma sıcaklığından etkilenmediği görülmüştür. Bilindiği üzere, denatürasyon derecesinin sıcaklıkla birlikte artması, proteinlerin pıhtıda kalma olasılığını artırmaktadır (Law ve ark., 1994). Fakat 70°C'de pıhtılaştırılan ürünler de öncesinde 90°C'ye ısıtılmış olduğu için KM'de protein oranları pıhtılaştırma sıcaklığından etkilenmemiştir.

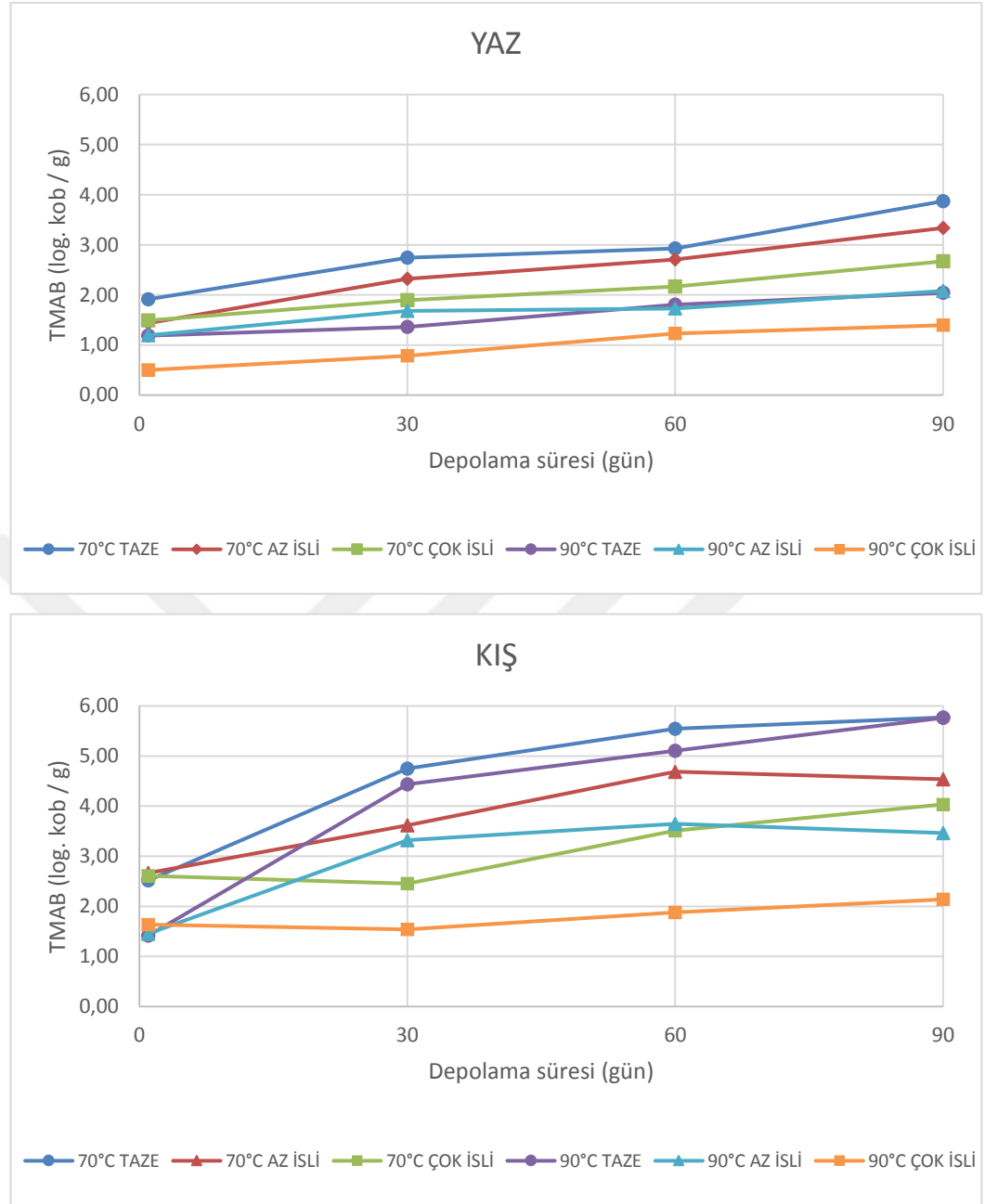
4.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Yaz ve kış dönemlerinde üretilen peynirlerin hiçbirinde koliform grubu bakteriye rastlanmamıştır. TMAB ve küf-maya sayımı sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.3.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı sonuçları

Tablo 4.3.'te verilen ortalama veriler yaz ve kış peynirleri için ayrı ayrı değerlendirildiğinde, pıhtılaştırma sıcaklığının TMAB açısından örnekler arasında bir farka yol açmadığı, raf ömrü boyunca da pıhtılaştırma sıcaklığının TMAB üzerine bir etkisinin bulunmadığı gözlenmiştir. 6 saatlik tutsüleme işlemi ise raf ömrü başında ürünlerde TMAB açısından farklılığa yol açmadığı halde, yazın üretilen peynirlerde 60., kışın üretilen peynirlerde 30. günden itibaren etkisini göstermeye başlamıştır; tutsüleme süresindeki artışla orantılı olarak TMAB sayısında indirgenme gözlenmiştir. Shakeel-Ur-Rehman ve ark. (2003), 20 dk soğuk tutsüleme yaptıkları ürünün 3. ayında starter olmayan laktik asit bakterilerini taze üründen 3 log.kob/g daha yüksek ölçmelerine karşın, 9 aylık raf ömründe ortalama değerleri göz önüne aldıklarında tutsülenmiş ve tutsülenmemiş ürünlerin sayım sonuçları arasında istatistiksel açıdan bir fark bulamamışlardır.

Depolama süresinin bakteri yüküne etkisi incelendiğinde sadece bazı peynirlerde (70°C az isli yaz, 70°C taze kış ve 90°C taze kış peynirinde) 1. gün ile 30. depolama günleri arasında önemli bir fark tespit edilmiştir, depolamanın devamında ise TMAB açısından istatistiksel olarak önemli fark gözlenmemiştir ($P > 0,01$). Sütteki mevsimsel farklılık incelendiğinde ise yaz sütüyle üretilen peynirlerin TMAB sayısı 1. ve 60. günlerde kış sütüne göre önemli derecede düşük bulunmuş ($P < 0,05$), 30. ve 90. günlerde ise mevsimin etkisi gözlenmemiştir ($P > 0,05$). Sonuçlar Şekil 4.2.'de grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince gözlenen TMAAB miktarı değişim grafikleri

Tablo 4.3. Üretilen peynirlerin depolama süresince TMAB sayım sonuçları

	TMAB (log. kob / g)							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	1,91 ± 0,19	2,74 ± 0,38	2,93 ± 0,80	3,87 ± 0,78	2,52 ± 0,26	4,75 ± 0,04	5,55 ± 0,30	5,77 ± 0,57
HS*	a A	a A	a A	a A	a B	a A	a A	a A
70°C AZ İSLİ	1,44 ± 0,12	2,32 ± 0,60	2,71 ± 0,19	3,34 ± 0,41	2,67 ± 0,42	3,62 ± 0,97	4,69 ± 0,19	4,53 ± 0,68
HS*	a B	a AB	a AB	ab A	a A	ab A	ab A	ab A
70°C ÇOK İSLİ	1,49 ± 0,10	1,90 ± 1,64	2,17 ± 0,29	2,67 ± 0,52	2,61 ± 1,00	2,45 ± 0,59	3,51 ± 1,17	4,04 ± 0,94
HS*	a A	a A	ab A	abc A	a A	bc A	ab A	abc A
90°C TAZE	1,19 ± 0,21	1,36 ± 0,55	1,80 ± 0,26	2,04 ± 0,07	1,42 ± 0,36	4,43 ± 0,28	5,10 ± 0,49	5,76 ± 0,40
HS*	ab A	a A	ab A	bc A	a B	a A	a A	a A
90°C AZ İSLİ	1,19 ± 0,27	1,68 ± 0,91	1,73 ± 0,31	2,08 ± 0,14	1,45 ± 0,27	3,32 ± 0,40	3,65 ± 1,43	3,46 ± 0,53
HS*	ab A	a A	ab A	bc A	a A	abc A	ab A	bc A
90°C ÇOK İSLİ	0,50 ± 0,50	0,78 ± 0,38	1,23 ± 0,20	1,39 ± 0,60	1,64 ± 0,07	1,54 ± 0,37	1,88 ± 0,27	2,14 ± 0,43
HS*	b A	a A	b A	c A	a A	c A	b A	c A

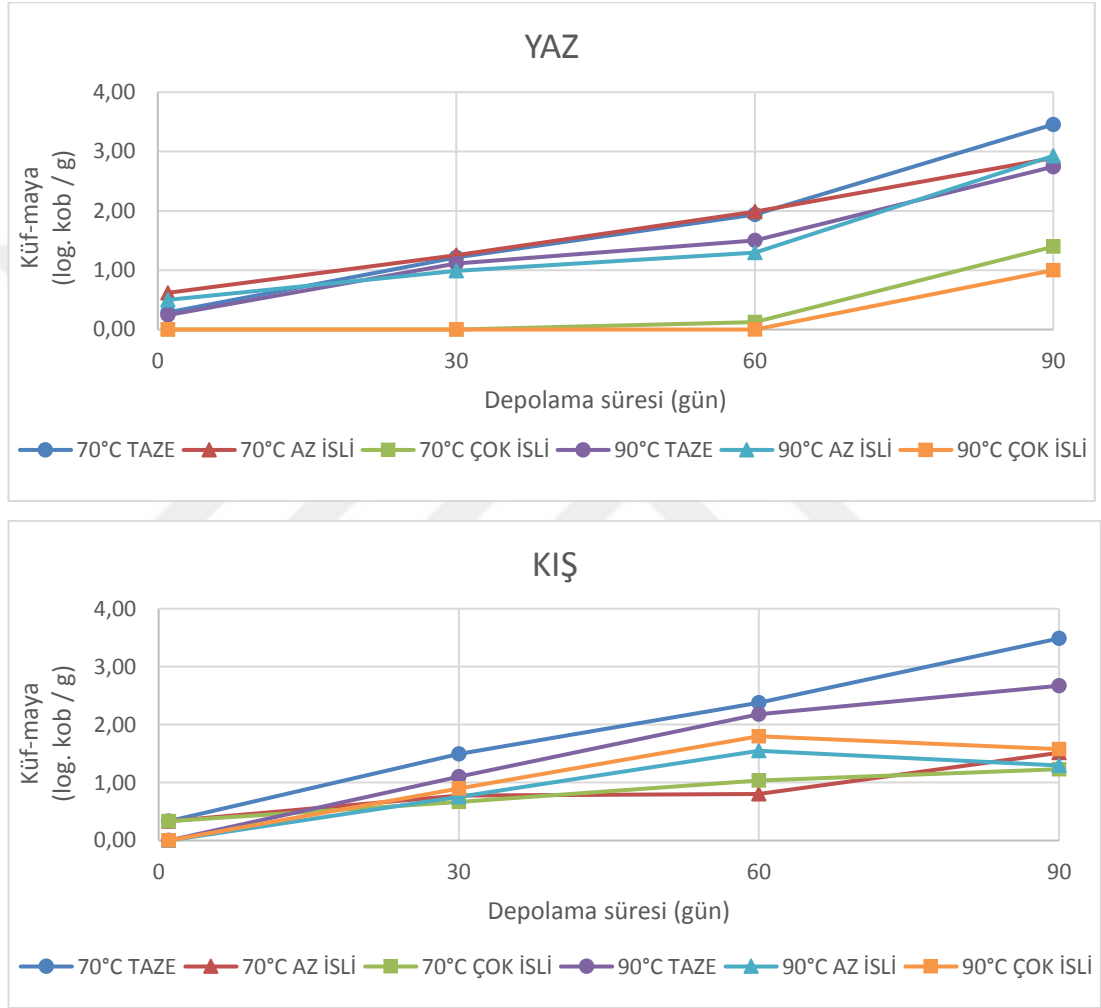
* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Sıçramaz ve ark. (2017), 90 günlük depolama süresince taze Çerkez peynirinde TMAB sayısının önemli bir değişime uğramadığını, fakat sıcak tutsüleme yapıldığında taze ürüne göre 3 log.kob/g kadarlık indirgenme olduğunu tespit etmişlerdir. Sikorski (2016), sıcak tutsülenmiş et ürününde TMAB sayısının 2 log azalabileceğini belirtmiştir. İlhan (2012), Çerkez peynirlerinde yaptığı piyasa araştırmasında TMAB yükünün tutsülenmiş ürünlerde, taze ürünlerden ortalama 2 log.kob/g daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Aydınol (2010) da depolamanın 15. gününde TMAB yükünde taze ürüne göre sıvı dumanlanmış Çerkez peynirinde 0,6 log.kob/g'lık, fırında kurutularak üretilen isli Çerkez peynirinde ise 1 log.kob/g'lık indirgenme gözlemlemiştir. İlhan'ın ve Aydınol'un analiz ettiği örneklerdeki TMAB sayısı, 5-6 log.kob/g kadar olup, bu değerler bizim çalışmamızdakinden oldukça yüksektir (Aydınol, 2010; İlhan, 2012). Polonya'da üretilen Oscypek peynirinin mikrobiyolojik yükünü belirlemek üzere yapılan araştırmada, taze peynir ile tutsülenmiş peynirin TMAB sayıları, bizim çalışmamızın raf ömrü başında olduğu gibi, aynı bulunmuş olup bu çalışmada elde edilen sonuçlar, bizim verilerimizden oldukça yüksektir (8,0 log.kob/g). Yine aynı çalışmada, 3 aylık olgunlaştırma sonucunda Oscypek peynirinin TMAB sayısında 2,2 log.kob/g bir artış ile 10,2 log.kob/g'lık yük tespit edilmiştir (Pyz-Łukasik ve ark., 2018). Thabet ve ark. (2013) da Yemen'deki yerel marketlerden topladıkları tutsülenmiş peynirlerde 5-8 log.kob/g mezofilik bakteri saptamış olup 3-5 log.kob/g da *E. coli* tespit etmişlerdir. Mikrobiyal yükü bizim çalışmamızdan oldukça yüksek olan bu peynirlerin açıkta satıldığı belirtilmiştir.

4.3.2. Toplam küf-maya sayımı sonuçları

Örneklerin Tablo 4.4.'te yer alan küf-maya sayım sonuçlarına göre, taze peynirlerde raf ömrü boyunca küf-maya miktarı önemli ölçüde artmıştır. Tutsüleme işleminin ise küf-maya miktarını indirgediği belirlenmiştir. Bu indirgeme yaz peynirlerinde 60. günden itibaren taze peynirle tutsülenmiş peynir arasında istatistiksel olarak önemli bir farka ulaşmıştır. Kış peynirlerinde ise tutsülemenin küf-maya sayısındaki etkisi istatistiksel olarak gözlenmemiştir ($P > 0,01$). Depolama sırasında küf-maya miktarları artarken bu artış oranları özellikle taze peynirlerde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Farklı sıcaklıklarda pıhtılaştırmanın, peynirlerdeki küf-maya

sayıları üzerine hiçbir etkisi olmamıştır ($P > 0,01$). Sütteki mevsimsel farklılık ise genel olarak depolamanın 60. gününde küf-maya sonuçları üzerine önemli bir etki oluşturmuştur; kışın üretilen peynirlerde küf-maya miktarları yaz peynirlerinden daha yüksek elde edilmiştir ($P < 0,05$). Peynirlerin küf-maya sayım sonuçları, Şekil 4.3.'te grafiğe aktarılmıştır.



Şekil 4.3. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince gözlenen küf-maya miktarı değişim grafikleri

Tablo 4.4. Üretilen peynirlerin depolama süresince küf-maya sayım sonuçları

	Küf-maya (log. kob / g)							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	0,29 ± 0,29	1,22 ± 0,20	1,94 ± 0,28	3,46 ± 0,29	0,33 ± 0,58	1,49 ± 0,37	2,38 ± 0,28	3,49 ± 0,31
HS*	a C	a BC	a B	a A	a C	a BC	a AB	a A
70°C AZ İSLİ	0,62 ± 0,36	1,25 ± 0,58	1,99 ± 0,26	2,89 ± 0,09	0,33 ± 0,58	0,77 ± 0,35	0,81 ± 0,73	1,51 ± 0,41
HS*	a C	a BC	a AB	a A	a A	a A	a A	a A
70°C ÇOK İSLİ	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,12 ± 0,21	1,40 ± 0,81	0,33 ± 0,58	0,67 ± 0,58	1,04 ± 0,06	1,23 ± 0,33
HS*	a A	a A	b A	bc A	a A	a A	a A	a A
90°C TAZE	0,24 ± 0,30	1,11 ± 0,19	1,50 ± 0,10	2,74 ± 0,31	0,00 ± 0,00	1,10 ± 0,18	2,18 ± 0,14	2,67 ± 0,31
HS*	a C	a BC	ab B	ab A	a C	a B	a A	a A
90°C AZ İSLİ	0,50 ± 0,50	0,99 ± 0,99	1,29 ± 1,12	2,93 ± 0,23	0,00 ± 0,00	0,76 ± 0,67	1,55 ± 0,95	1,30 ± 1,33
HS*	a A	a A	ab A	a A	a A	a A	a A	a A
90°C ÇOK İSLİ	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,90 ± 0,18	1,80 ± 0,26	1,58 ± 0,52
HS*	a	a	b	c	a B	a AB	a A	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tütsülenmiş Oscypek peynirinde yapılan bir çalışmada küf maya miktarı tütsülemeyle azalmış, fakat bu düşüş istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. 3 aylık depolama sonucunda ise 5,2 log.kob/g olan küf-maya miktarı 7,7 log.kob/g'a çıkmıştır (Pyz-Łukasik ve ark., 2018). Yine Oscypek peyniri üzerine yapılan başka bir çalışmada ise, 1 gün ve 3 gün soğuk tütsülemeye maruz bırakılan ürünlerin tütsüleme sırasında oluşan bakteriyostatik ve bakterisidal özellikteki fenolik bileşikler nedeniyle bakteriyel açıdan daha güvenli olduğu, fakat bizim çalışmamızın aksine, tütsüleme süresiyle orantılı olarak maya miktarında artış görüldüğü, bunun muhtemel sebebinin de post-kontaminasyon olabileceği belirtilmiştir (Majcher ve ark., 2011). Scarano ve ark. (2019), 1, 2 ve 3 saat tütsüledikleri Ricotta peynirlerinde 45 günlük raf ömrü takibinde küf ve maya miktarlarında tütsüleme süresinin önemli bir etkisini gözlemlememiştir. Raf ömrü başında küf-maya tespit etmezken 4°C'de 45 günlük depolama sonunda, bizim sonuçlarımıza göre oldukça yüksek değerlerde, yaklaşık 3 log.kob/g küf ve 3 log.kob/g'a ulaşan mikrobiyal veriler elde etmişlerdir. Aydınol (2010) ise, taze ve fırında kurutma yöntemiyle tütsülenmiş Çerkez peynirlerinde toplam küf-maya sayılarını raf ömrü başında, bizim çalışmamızdan oldukça yüksek değerlerde, her iki grup için de 5,5 log.kob/g olarak elde etmiştir. Raf ömrünün 90. gününde sırasıyla 5,2 ve 3,0 log.kob/g küf-maya tespit etmiştir. İlhan (2012), piyasadaki Çerkez peynirlerinin analizlerini gerçekleştirdiğinde, taze ürünlerde 2,2 - 7,1 log.kob/g ve tütsülenmiş ürünlerde 2,3 - 6,8 log.kob/g toplam küf-maya miktarları tespit etmiştir. Bu değerler bizim çalışmamızın raf ömrü sonuna doğru elde edilmiş olan değerlere yakındır.

Bizim çalışmamızda raf ömrü boyunca ürünlerin hiçbirinde koliform grubu bakteriye rastlanmamıştır. Literatür incelendiğinde İlhan (2012)'ın analiz ettiği taze ve tütsülenmiş Çerkez peynirlerinde 2 log.kob/g kadar koliforma rastladığı ve tütsülemenin koliform sayısına etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Aydınol (2010) ise ürettiği taze ve isli Çerkez peynirlerinde raf ömrünün 30. gününe kadar koliform tespit etmiş, 30. günden itibaren koliform bulunmadığını belirlemiştir. Scarano (2019), 1, 2 ve 3 saat tütsüleyip 4°C ve 7°C'de depoladığı Ricotta peynirlerinde 45 günlük depolama süresince sadece 1 saat tütsülenmiş olan peynirde *Enterobacter*'e

rastlamamıştır. 4°C’de 45. günde ve 7°C’de depolandığında 30. günde ilk sayılabilir değere ulaşmışlardır; bu çalışmada taze Ricotta’nın analizleri gerçekleştirilmemiştir.

4.4. Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal analizler 11 başlıkta incelenmiştir. Bunlar; renk, sıklık, yapı, çiğnenebilirlik, elastikiyet, tuzlu tat, yoğurdumsu tat, ekşimsi tat, tat, tutsü yoğunluğu ve genel beğeni başlıklarını içermektedir. Renk değerlendirmesi raf ömrü boyunca tekrarlanmış olup, taze ürünlerin 90. gün mikrobiyal gelişimlerinin uygun olmayacağı öngörülerek diğer kriterler bu ürünlerde değerlendirmeye alınmamıştır.

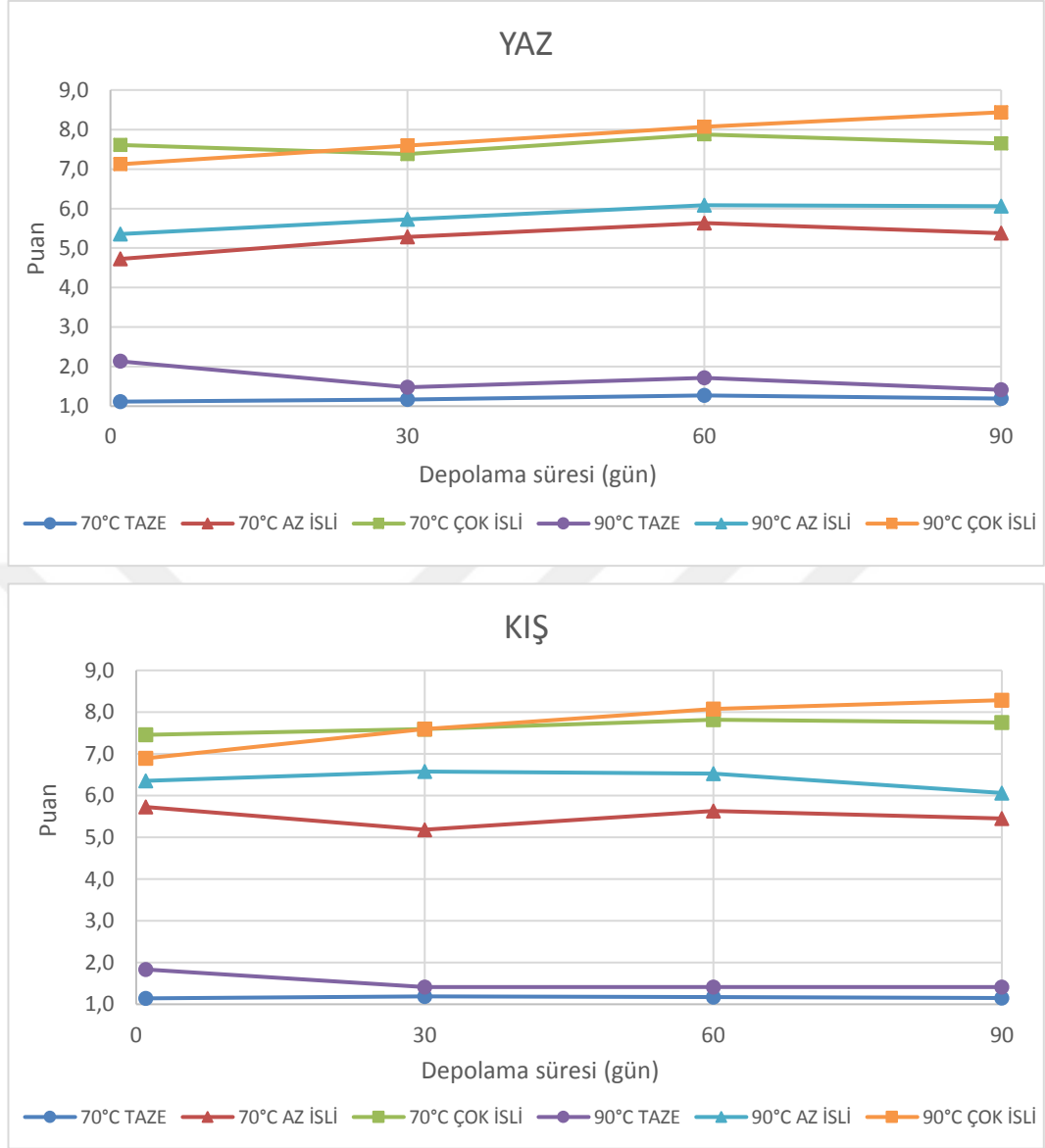
4.4.1. Renk değerlendirmesi

Çalışma kapsamında üretilen peynirler depolama süresince renk açısından duyusal olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Şekil 4.4. ve Tablo 4.5.’te verilmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda örneklerde, kışın üretilen 90°C çok isli ürünün raf ömrü başı ve sonu arasındaki puan farkı hariç, raf ömrü boyunca önemli bir renk değişimine rastlanmamıştır. Ürün gruplarının raf ömrü sırasında rastgele seçilen analiz numunelerinin raf ömrü boyunca benzer renk puanlarını alması, aynı zamanda tutsüleme fırını içerisinde ürünlerin bulunduğu konumun önemli olmadığını, homojen bir renk dağılımının bulunduğunu göstermektedir.

Sütteki başlıca pigmentler hayvanın beslenmesinden ileri gelen karotenoidlerdir. Beslenmede kullanılan yeşil otun içeriğindeki klorofil pigmenti, β -karoten ve diğer karotenoidlerin renginin görünürlüğünü baskılamaktadır, fakat ineklerde karotenoidler yağ dokusunda depolanabildiği için, süte aktarılıp sarı renk verir (Fox ve ark., 2017). Bu nedenle taze olarak üretilen Çerkez peynirleri de tam beyaz değildirler. Analiz sırasında panelistlerden puanlamaları en beyazdan en sarıya doğru birbirleriyle kıyaslayarak puanlamaları istenmiştir. Dolayısıyla taze ürünler en düşük puan olan 1,0’a çok yakın çıkmıştır.

2,5 saat ve 6 saatlik tütsüleme işlemlerinin renkte sarılık yönünde önemli arta neden olduğu belirlenmiştir ($P > 0,01$). Literatüre göre, geleneksel tütsüleme enstriyel ttslemeden daha uzun sürede tamamlanabildiği için elde edilen ürünlerin daha koyu turuncu renkte olduğu (kaljac ve ark., 2018) ve tütsüleme sıcaklığının ürünün renk tonunu değiştirdiği, 30°C’de daha sarımsı ürün elde edilirken 20°C’de kırmızımsı tonun baskın olduğu (Cardinal ve ark., 2001) belirtilmiştir.

Mevsimler arası renk farklılıkları incelendiğinde, yaz-kı örnekleri arasında homojen dağılım olduğu belirlenmiş ve T-test ile analiz edildiğinde, taze ürünler dahil, hiçbir grupta mevsimsel renk farklılığına rastlanmamıştır. Emmental peynirinde yapılan bir çalışmada renk değerı yeşillik indeksi olarak belirlenmiş ve yazın üretilen peynirlerde kıın üretilen peynirlere göre yeşillik indeksinin oldukça yüksek değerde olduğu belirlenmiştir (Rohm ve Jaros, 1997). Peynirdeki renk değerleri, aslında mevsimsel değerime göre değer, hayvanın besin kaynağının içeriğine ve sütteki yağ oranına göre değerilmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmalar arasında farklılıkların bulunması doğal bir sonuçtur.



Şekil 4.4. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan renk değerlendirme değişim grafikleri

Tablo 4.5. Üretilen peynirlerin depolama süresince renk değerlendirme sonuçları

	Duyusal Renk Değerlendirmesi							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,2	1,3 ± 0,2	1,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1
HS*	c A	c A	c A	c A	c A	c A	d A	c A
70°C AZ İSLİ	4,7 ± 1,6	5,3 ± 1,4	5,6 ± 0,7	5,4 ± 0,5	5,7 ± 0,3	5,2 ± 0,4	5,6 ± 0,5	5,5 ± 0,5
HS*	ab A	b A	b A	b A	b A	b A	c A	b A
70°C ÇOK İSLİ	7,6 ± 0,5	7,4 ± 0,2	7,9 ± 0,2	7,6 ± 0,1	7,5 ± 0,4	7,6 ± 0,4	7,8 ± 0,2	7,8 ± 0,0
HS*	a A	ab A	a A	a A	a A	a A	a A	a A
90°C TAZE	2,1 ± 0,7	1,5 ± 0,3	1,7 ± 0,2	1,4 ± 0,3	1,8 ± 0,4	1,4 ± 0,4	1,4 ± 0,0	1,4 ± 0,3
HS*	bc A	c A	c A	c A	c A	c A	d A	c A
90°C AZ İSLİ	5,4 ± 0,7	5,7 ± 0,6	6,1 ± 0,3	6,1 ± 0,4	6,4 ± 0,3	6,6 ± 0,2	6,5 ± 0,2	6,1 ± 0,4
HS*	a A	ab A	b A	b A	ab A	a A	b A	b A
90°C ÇOK İSLİ	7,1 ± 0,9	7,6 ± 0,4	8,1 ± 0,1	8,4 ± 0,3	6,9 ± 0,6	7,6 ± 0,4	8,1 ± 0,1	8,3 ± 0,1
HS*	a A	a A	a A	a A	ab B	a AB	a AB	a A

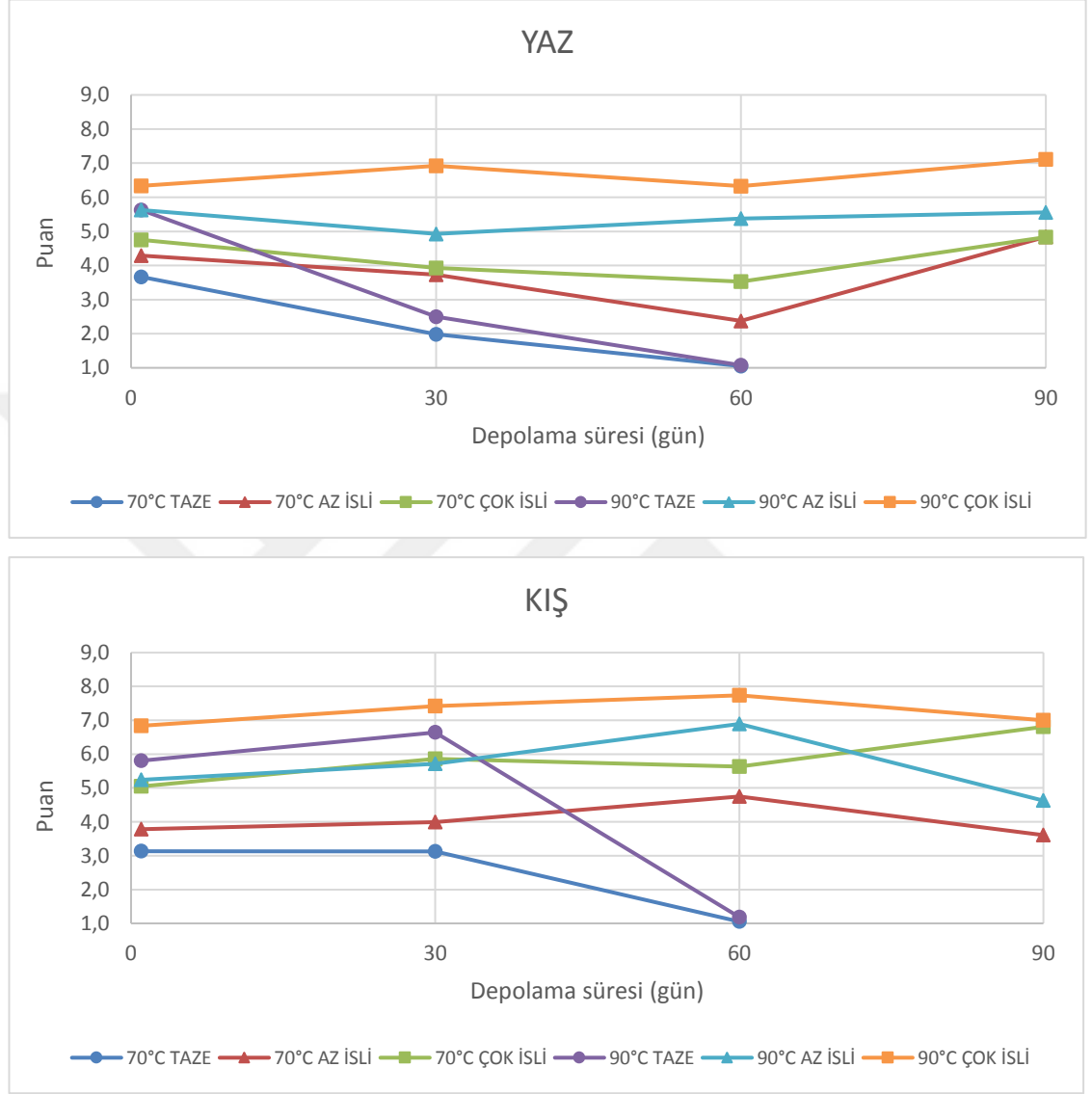
* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Riha ve Wendorff (1993), piyasadan temin ettikleri tütülenmiş Cheddar ve Swiss peynirlerinin duyuşal ve analitik renk ölçümlerini birbiriyle kıyaslamış ve panelist değeriendirmelerinin, analitik renk cihazının ölçeceği renk değerileriyle oldukça uyumlu olduğunu belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda biri hariç tüm ürünlerde raf ömrü süresince verilen renk puanları arasında istatistiksel farklılık gözlenmezken, Calzada ve ark. (2014), ürettikleri peynirlerde raf ömrü sırasında yaptıkları renk ölçümlerinde hem görsel hem analitik olarak depolama boyunca bazı farklılıklar tespit etmişlerdir. Oluşan bu farklılıkların sadece kabukta gözlenmesi ve sarıyla kırmızı arasında değışmesi nedeniyle, renk pigmenti üreten mayaların aktivitesi sonucunda geliştiğı fikrine varmışlardır.

4.4.2. Sıklık değeriendirmesi

Düşük pH'daki peynirlerde daha fazla PAS çıktığından ve kalsiyum fosfatın çözünürlüğü arttığından sıklık değeri bu peynirlerde daha yüksek olmaktadır. Sadece Tablo 4.17.'deki pH değeri göz önüne alındığında yaz peynirlerinin kış peynirlerinden daha düşük sıklıkta olması, tüm peynirlerde raf ömrü sırasında sıklık değeriinin azalması ve tütülemeyle de sıklık değeriinin önemli ölçüde değışmemesi beklenmektedir. Fakat Tablo 4.16.'daki tekstür verilerine göre, tütülenmiş peynirlerde 6 saatlik tütülemenin sonucunda sertlik değeri önemli ölçüde artmıştır. pH verilerine göre de yaz peynirlerinin daha gevşek yapıda olması beklenirken 70°C'de pıhtılaştırılan yaz peynirleri pH'dan bağımsız olarak, kış ürünlerinden daha sert, 90°C pıhtılaştırılan yaz peynirleri ise kış peynirlerinden daha yumuşak yapıda elde edilmiştir (Tablo 4.16.). Dolayısıyla pH'nın sıklığa etkisinin aynı peynirde görülebileceğı, fakat proses parametreleri değıştiğinde yapının pH'dan bağımsız olacağı söylenebilir. Şekil 4.5.'te şematize edilen ve Tablo 4.6.'da verilen duyuşal sıklık değeriendirmesi sonuçlarına göre ise, hem 70°C'de hem de 90°C'de pıhtılaştırılmış Çerkez peynirlerinin çoğunda mevsimsel farklılıklar görülmüş ve bu farklılıklar yaz peynirlerinin daha düşük sıklık değeriine sahip olması yönünde puanlanmıştır. Analitik ölçümlerle duyuşal ölçümler arasında gelişen bu farklılığın nedeninin duyuşal olarak ölçülen “sıklık” ifadesinin tam karşılığının “sertlik değeri”

olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ürün sert, fakat ufalanan bir yapıdaysa sıklık değeri düşük puanlanabilmektedir.



Şekil 4.5. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan sıklık değerlendirme değışim grafikleri

Tablo 4.6. Üretilen peynirlerin depolama süresince sıklık değerlendirme sonuçları

	Duyusal Sıklık Değerlendirmesi							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	3,7 ± 0,5	2,0 ± 0,1	1,1 ± 0,1	AY [#]	3,1 ± 0,8	3,1 ± 0,5	1,1 ± 0,1	AY [#]
HS*	c A	d B	e B		b A	c A	d B	
70°C AZ İSLİ	4,3 ± 0,4	3,7 ± 0,1	2,4 ± 0,1	4,8 ± 0,1	3,8 ± 0,7	4,0 ± 0,4	4,8 ± 0,6	3,6 ± 0,6
HS*	bc AB	c B	d C	b A	b A	c A	c A	b A
70°C ÇOK İSLİ	4,7 ± 0,2	3,9 ± 0,1	3,5 ± 0,1	4,8 ± 0,8	5,0 ± 0,9	5,9 ± 0,4	5,6 ± 1,0	6,8 ± 0,8
HS*	bc A	c A	c A	b A	ab A	b A	bc A	a A
90°C TAZE	5,6 ± 0,3	2,5 ± 0,5	1,1 ± 0,0	AY [#]	5,8 ± 0,3	6,6 ± 0,3	1,2 ± 0,1	AY [#]
HS*	ab A	d B	e C		ab A	ab A	d B	
90°C AZ İSLİ	5,6 ± 0,7	4,9 ± 0,1	5,4 ± 0,1	5,6 ± 0,1	5,2 ± 0,8	5,7 ± 0,5	6,9 ± 0,5	4,6 ± 0,1
HS*	ab A	b A	b A	b A	ab AB	b AB	ab A	b B
90°C ÇOK İSLİ	6,3 ± 0,2	6,9 ± 0,1	6,3 ± 0,1	7,1 ± 0,3	6,8 ± 1,0	7,4 ± 0,4	7,7 ± 0,6	7,0 ± 0,3
HS*	a B	a AB	a B	a A	a A	a A	a A	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. AY[#]: Analiz yapılmamıştır.

Tablo 4.6.'da yer alan verilerin istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre, tutsüleme işlemiyle sıklık önemli ölçüde artmaktadır. Raf ömrü boyunca özellikle taze ürünlerde sıklık puanları önemli ölçüde azalmaktadır. Öyle ki, 60. analiz gününde taze ürünler en düşük sıklık değeriyle puanlanmıştır. 6 saatlik tutsüleme işlemi ise depolama sırasında ürünlerin sıklık değerini korumuş, hatta raf ömrünün bazı günlerinde ürünlerin daha yüksek sıklık değerleriyle puanlanmasını sağlamıştır.

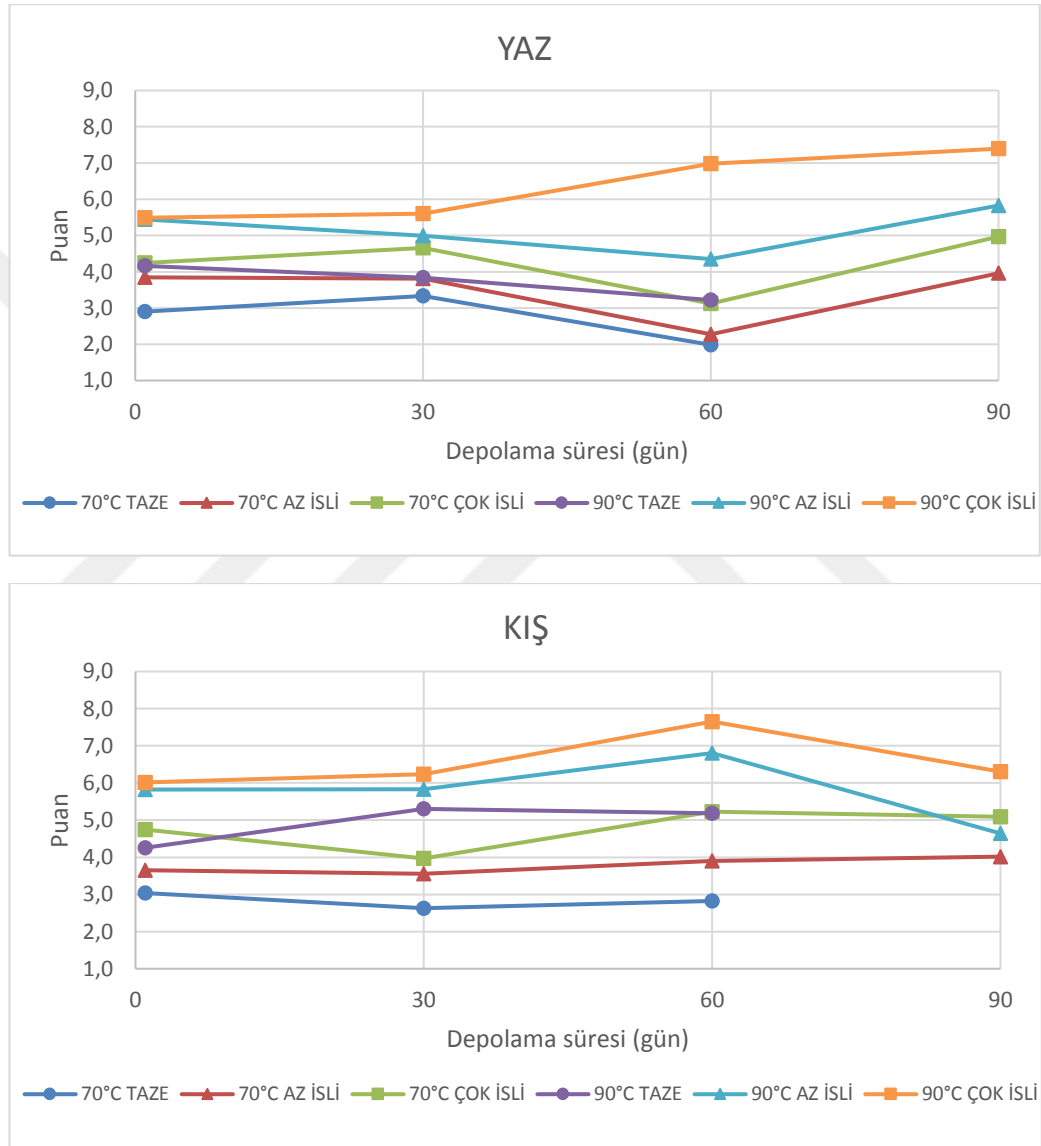
Zajác ve ark. (2019), tutsülenmiş peynirin sıklık değerinin temel bileşen analiziyle değerlendirmesi sonucunda protein, yağ gibi değerlerin aksine, ürünün kuru maddesiyle aynı doğrultuda olduğunu belirlemiştir. Johnson ve Law (2010) da tuzlama tekniğinin ve tuzlamanın pıhtı oluşumunun hangi aşamasında yer aldığının ürünün yapısına önemli etkisinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Kazeinlerin hidrolizi olgunlaşma sırasında peynirin yapısının gelişmesini sağlamaktadır (Fox ve ark., 2017). Birincil proteoliz gelişiminin ürün yapısı üzerine önemli etkisinin olduğu bilinmektedir. Yetersiz proteoliz durumunda yavan tat ve lastiksi uzayan yapı oluşurken, proteoliz aşırı olması durumunda keskin tat ve kısa yapıda peynir elde edilmektedir (Fröhlich-Wyder ve Bachmann, 2004). Proteoliz ise çok farklı kaynaklardan bakteri ve enzimler tarafından yürütülebilmektedir (Fox, 1989). Dolayısıyla ürünün yapısını etkileyen, parametreler mikro ölçekte ve çok yönlüdür.

4.4.3. Yapı değerlendirmesi

Yapı değerlendirmesinde panelistlere ürünün ağız içerisindeki dağılma kolaylığı sorulmuştur. Yapı değerlendirme sonuçları mevsimsel değişimden etkilenmemiştir. Raf ömrü sırasında da bazı ürünlerde 90. günde değişim gözlenmiş, birçok üründe yapı, depolama süresinden etkilenmemiştir. 70°C yerine 90°C'lik pıhtılaştırma sıcaklığı uygulamasının ve 6 saatlik tutsülemenin ürünlerin yapısı üzerine olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir.

Olgunlaşmış peynirlerin, proteinleri daha fazla parçalanmış olduğu için, diğer peynirlere göre ağızda dağılma oranları fazladır (Delahunty ve Piggott, 1995). Tablo 4.19.'daki birincil proteoliz derecesi verilerine göre, ürünlerin pıhtılaştırma sıcaklığı

ve tutsüleme işlemi yapıyı hiç etkilemeyip raf ömrünün yapı değerlendirmesinde önemli bir parametre olması beklenmekteydi. Fakat proteolizin yanı sıra birçok farklı parametre yapıyı etkilediği için duyuşal değerlendirme sonucunda beklenenin aksine, yukarıda da bahsedildiği gibi, raf ömrünün etkisi gözlenmeyip, tutsüleme işleminin ise ürünün yapısını geliştirdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan yapı değerlendirme değışim grafikleri

Tablo 4.7. Üretilen peynirlerin depolama süresince yapı değerlendirme sonuçları

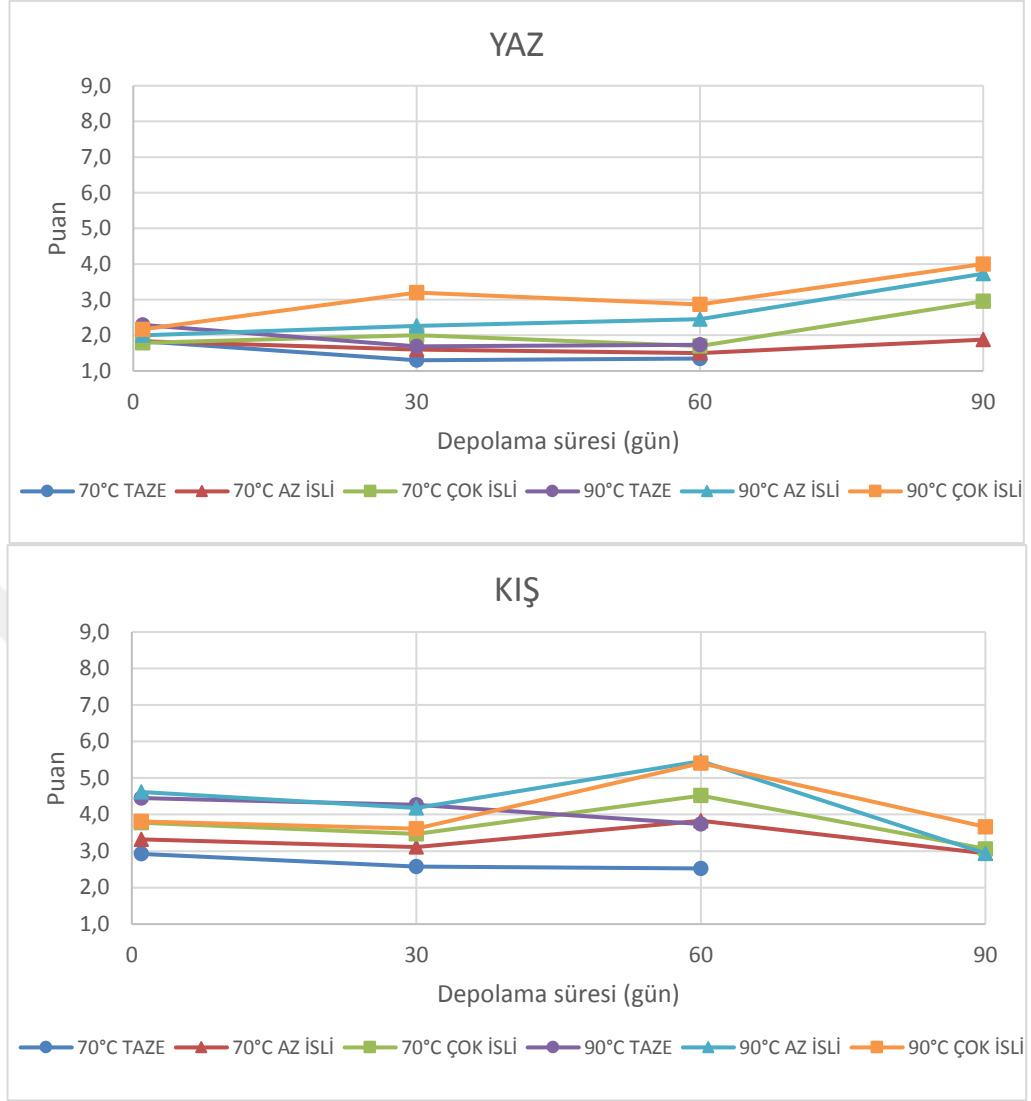
	Duyusal Yapı Değerlendirmesi							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	2,9 ± 0,6	3,3 ± 0,9	2,0 ± 0,6	AY [#]	3,0 ± 0,8	2,6 ± 0,5	2,8 ± 0,1	AY [#]
HS*	b A	a A	d A		d A	d A	d A	
70°C AZ İSLİ	3,9 ± 0,2	3,8 ± 0,3	2,3 ± 0,8	4,0 ± 0,4	3,7 ± 0,7	3,6 ± 0,4	3,9 ± 0,6	4,0 ± 0,6
HS*	b A	a A	cd B	b A	cd A	cd A	cd A	b A
70°C ÇOK İSLİ	4,2 ± 0,3	4,7 ± 0,6	3,1 ± 0,4	5,0 ± 0,9	4,7 ± 0,9	4,0 ± 0,4	5,2 ± 1,0	5,1 ± 0,8
HS*	ab AB	a AB	c B	b A	abc A	bcd A	bc A	ab A
90°C TAZE	4,2 ± 0,5	3,8 ± 0,3	3,2 ± 0,2	AY [#]	4,3 ± 0,3	5,3 ± 0,3	5,2 ± 0,1	AY [#]
HS*	ab A	a A	c A		bcd A	abc A	bc A	
90°C AZ İSLİ	5,4 ± 0,1	5,0 ± 0,6	4,4 ± 0,9	5,8 ± 0,3	5,8 ± 0,8	5,8 ± 0,5	6,8 ± 0,5	4,6 ± 0,1
HS*	a A	a A	b A	ab A	ab AB	ab AB	ab A	ab B
90°C ÇOK İSLİ	5,5 ± 0,8	5,6 ± 0,4	7,0 ± 0,2	7,4 ± 0,5	6,0 ± 1,0	6,2 ± 0,4	7,7 ± 0,6	6,3 ± 0,3
HS*	a B	a B	a AB	a A	a A	a A	a A	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. AY[#]: Analiz yapılmamıştır.

4.4.4. Çiğnenebilirlik değerlendirmesi

Peynir üzerine yapılan bazı çalışmalarda çiğnenebilirlik, sertlik ile doğru orantılı sonuçlar vermiştir ve KM'deki protein oranı yüksek (veya protein denatürasyonu yüksek) olan peynirlerde, KM'de yağ oranı yüksek peynirlere göre çiğnenebilirlik daha fazla bulunmuştur (Joshi ve ark., 2004; Zheng ve ark., 2016). Portekiz peyniri üzerine yapılan bir çalışmada, çiğnenebilirliğin ilk 20 günlük depolamada arttığı, ürünün 20. depolama gününden sonra ise çiğnenebilirlik değerinin düştüğü belirlenmiştir ve bu değişimin, ilk 20 gün pH'da düşüşün ve sonraki depolama sürecinde su aktivitesinin azalmasıyla birlikte pH'da bir miktar artışın gözlenmesiyle ilişkilendirilmiştir. (Pinho ve ark., 2004). Peynir bileşimi, pH, kazein ile serum proteinleri arasındaki etkileşimler, proteoliz, kalsiyum içeriği, iyonik kuvvet, tuz içeriği ve proses farklılıkları gibi çok fazla parametrenin ürünün tekstür değerleri üzerine etkisi bilinmektedir (Guinee ve ark., 2002).

Çalışmamız kapsamında üretilen peynirlerin çiğnenebilirlik değerlendirmesi sonuçları, sütteki mevsimsel değişimden etkilenmemiştir. Tablo 4.6.'da verilen sıklık değerlerine göre yaz peynirleri daha düşük sıklıktaydı. Literatürdeki çalışmalara ve Tablo 4.8.'deki puanlara göre çiğnenebilirlik değerleri de sıklıkla doğru orantılı şekilde puanlar almıştır; yaz peynirlerinde çiğnenebilirlik daha düşük bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak incelendiğinde bu farkın önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma kapsamında üretilen Çerkez peynirleri panelistlerce kolay çiğnenebilir bulunmuş ve bu durum pıhtılaştırma sıcaklığından, tütsüleme işleminden ve depolama sürecinden genel olarak etkilenmemiştir.



Şekil 4.7. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan çiğnenebilirlik değerlendirme değişim grafikleri

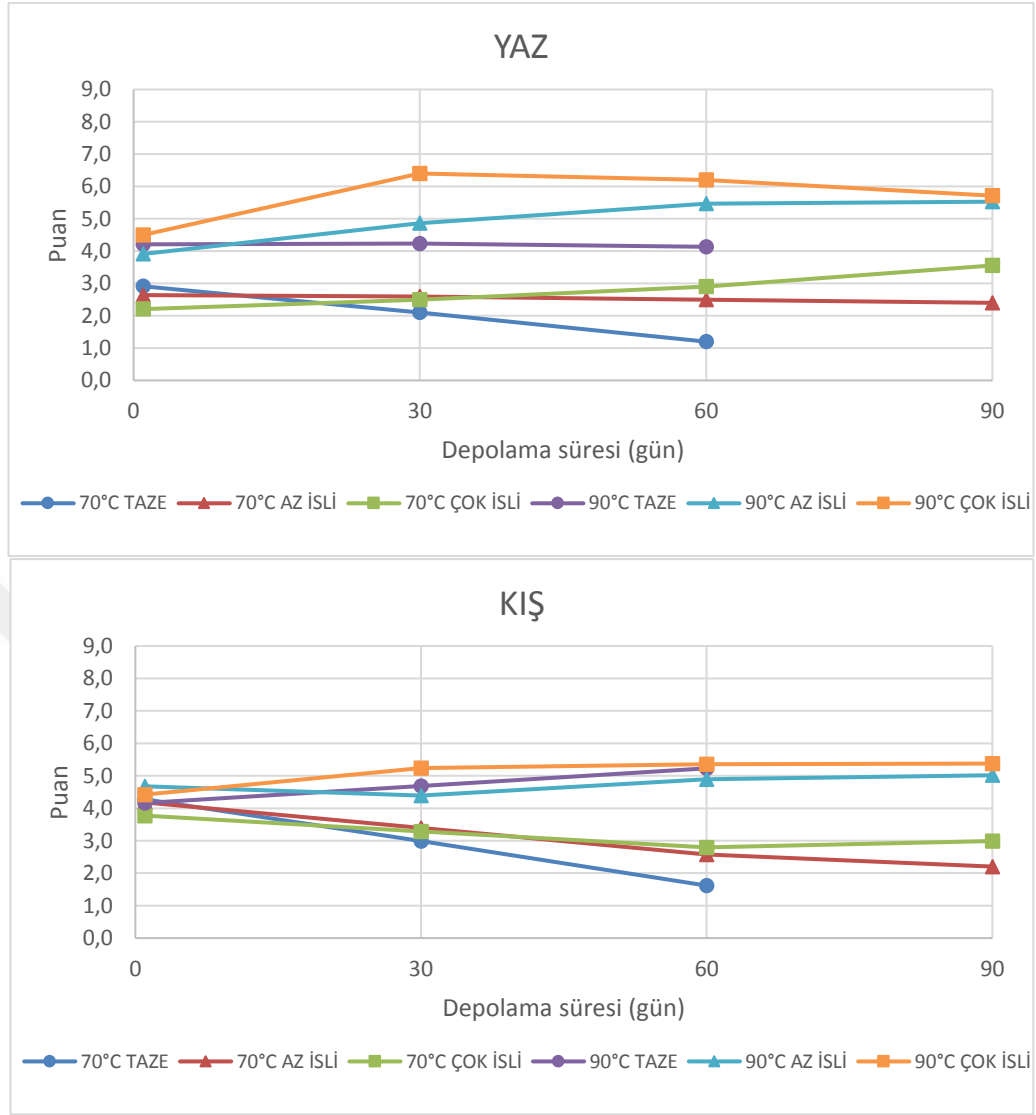
Tablo 4.8. Üretilen peynirlerin depolama süresince çiğnenebilirlik değerlendirmesi sonuçları

	Duyusal Çiğnenebilirlik Değerlendirmesi							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	1,8 ± 0,3	1,3 ± 0,3	1,4 ± 0,0	AY [#]	2,9 ± 0,8	2,6 ± 0,5	2,5 ± 0,1	AY [#]
HS*	a A	b A	a A		a A	a A	c A	
70°C AZ İSLİ	1,8 ± 0,8	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,1	1,9 ± 0,4	3,3 ± 0,7	3,1 ± 0,4	3,8 ± 0,6	2,9 ± 0,6
HS*	a A	ab A	a A	a A	a A	a A	b A	a A
70°C ÇOK İSLİ	1,8 ± 0,5	2,0 ± 0,1	1,7 ± 0,1	3,0 ± 0,8	3,8 ± 0,9	3,5 ± 0,4	4,5 ± 1,0	3,1 ± 0,8
HS*	a A	ab A	a A	a A	a A	a A	ab A	a A
90°C TAZE	2,3 ± 0,0	1,7 ± 0,0	1,7 ± 0,1	AY [#]	4,5 ± 0,3	4,3 ± 0,3	3,7 ± 0,1	AY [#]
HS*	a A	ab B	a B		a A	a A	b A	
90°C AZ İSLİ	2,0 ± 1,0	2,3 ± 0,8	2,5 ± 0,9	3,7 ± 0,7	4,6 ± 0,8	4,2 ± 0,5	5,5 ± 0,5	2,9 ± 0,1
HS*	a A	ab A	a A	a A	a AB	a AB	a A	a B
90°C ÇOK İSLİ	2,2 ± 0,2	3,2 ± 0,9	2,9 ± 0,6	4,0 ± 0,5	3,8 ± 1,0	3,6 ± 0,4	5,4 ± 0,6	3,7 ± 0,3
HS*	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. AY[#]: Analiz yapılmamıştır.

4.4.5. Elastikiyet değerlendirmesi

Elastikiyet, uygulanan kuvvet geri çekildiğinde peynirin tekrar eski şeklini alabilme özelliğinin bir ölçüsüdür. Peynirin elastikiyet değerlendirmesinin, parmaklar arasında sıkıştırılarak veya ağızdaki kırılma ve akışın ortak katkılarıyla ölçülebildiğı bildirilmiştir (Fox ve ark., 2016). Kazein konsantrasyonundaki artış, ağ yapının genişlemesini sağlar ve ürüne elastikiyet kazandıran en önemli kriterdir (Fox ve ark., 2016). Yani peynirin birim alanındaki kalsiyum fosfat *para*-kazein ağının zincir sayısı, elastikiyet veya jel kuvvetin bir ölçüsüdür (Guinee, 2016). Ayrıca, asit ve ısıyla pıhtılaştırılmış peynirlerde, kazein ile β -laktoglobulin arasındaki kovalent (disülfid) bağın, jel oluşumu ve elastikiyete önemli katkısının olduğu düşünülmektedir (Fox ve ark., 2017). Yapısal etkileşimlerin pıhtının pH'sından oldukça önemli ölçüde etkilendiğı bilinmektedir. Örneğın, yapılan bir çalışmada, pH'nın 5,6'dan 5,2'ye düşmesiyle Mozzarella peynirinde elastikiyet önemli ölçüde artmıştır. Aynı çalışmada, ürüne eklenen asit türünün de elastikiyete önemli etkisinin bulunduğu belirlenmiştir; peynirin pH'sı 5,6'dan 5,2'ye malik asitle düşürüldüğünde elde edilen elastikiyet değeri, asetik asit, sitrik asit ve hidroklorik asit ilavesiyle elde edilen değerlerden daha yüksek ölçülmüştür (Keller ve ark., 1974). Fresno ve ark. (1999) da tutsülemeye kullanılan ağaç materyalinin cinsinin ürünün elastikiyetinde önemli etkisinin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Her ne kadar belirli değişkenlerle sınırlandırılmaya ve formüleştirmeye çalışılsa da, peynirin kompleks yapısı gereğı elastikiyetini etkileyen çok sayıda parametre bulunmaktadır. Çalışmamızda elde edilen ürünlerin elastikiyet değerlendirmesi sonuçları Şekil 4.8. ve Tablo 4.9.'da verilmiştir.



Şekil 4.8. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan elastikiyet değerlendirme değişim grafikleri

Tablo 4.9. Üretilen peynirlerin depolama süresince elastikiyet değerlendirme sonuçları

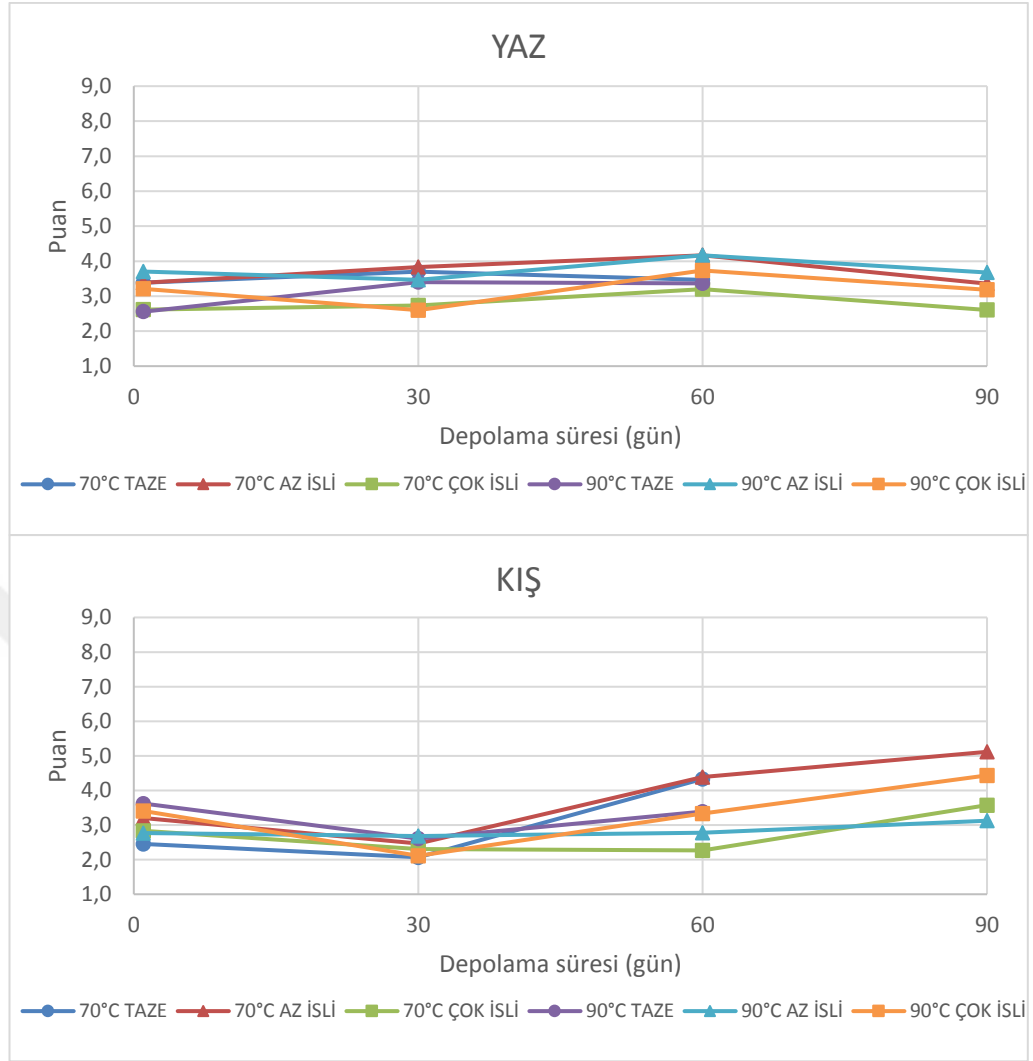
	Duyusal Elastikiyet Değerlendirmesi							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	2,9 ± 0,1	2,1 ± 0,2	1,2 ± 0,3	AY [#]	4,3 ± 0,7	3,0 ± 1,3	1,6 ± 0,5	AY [#]
HS*	a A	c B	d C		a A	a A	c A	
70°C AZ İSLİ	2,6 ± 0,4	2,6 ± 0,3	2,5 ± 0,5	2,4 ± 0,3	4,2 ± 0,8	3,4 ± 0,9	2,6 ± 1,0	2,2 ± 0,9
HS*	a A	c A	cd A	c A	a A	a A	bc A	b A
70°C ÇOK İSLİ	2,2 ± 0,5	2,5 ± 0,4	2,9 ± 0,5	3,6 ± 0,6	3,8 ± 0,8	3,3 ± 1,6	2,8 ± 1,3	3,0 ± 1,1
HS*	a A	c A	bc A	bc A	a A	a A	abc A	ab A
90°C TAZE	4,2 ± 0,5	4,2 ± 0,4	4,1 ± 0,3	AY [#]	4,2 ± 0,8	4,7 ± 0,8	5,2 ± 0,5	AY [#]
HS*	a A	b A	b A		a A	a A	ab A	
90°C AZ İSLİ	3,9 ± 1,4	4,9 ± 0,3	5,5 ± 0,2	5,5 ± 0,7	4,7 ± 0,1	4,4 ± 0,9	4,9 ± 0,1	5,0 ± 0,4
HS*	a A	b A	a A	ab A	a A	a A	ab A	a A
90°C ÇOK İSLİ	4,5 ± 1,0	6,4 ± 0,2	6,2 ± 0,4	5,7 ± 0,6	4,4 ± 0,9	5,2 ± 1,0	5,4 ± 0,4	5,4 ± 0,5
HS*	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. AY[#]: Analiz yapılmamıştır.

Analiz sonuçlarının istatistiksel analizine göre, mevsimsel değişimin peynirlerin elastikiyet değerlendirmeleri açısından önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Ürünler genel olarak raf ömrü boyunca elastikiyet özelliklerini korumuş, 90°C’de pıhtılaştırılan ürünler 70°C’de pıhtılaştırılanlardan daha elastik bulunmuştur. Üretim sonrası ilk veriler değerlendirildiğinde, tutsüleme işleminin ürünün elastikiyetine önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir ($P > 0,01$). Fakat raf ömrü sırasında muhtemelen olgunlaşma farklılığı nedeniyle, bazı ürünlerde tutsülenmiş olanların elastikiyeti daha yüksek bulunmuştur.

4.4.6. Tuzlu tat değerlendirmesi

Çalışma kapsamında üretilen peynirlerde kuru tuzlama uygulanmıştır. Bu nedenle difüzyonun henüz tamamlanmadığı raf ömrü başında ürünün farklı bölgelerinde farklı tuzluluklar algılanması öngörülür bir sonuçtu. Tuzlu tat değerlendirmesini yapmaktaki amacımız, pıhtılaştırma sıcaklığındaki farklılıkların yol açtığı tekstürel farklılığın, tuzlu tat algısına olan etkisinin araştırılması ve tutsü aromasının veya olgunlaşmanın tuzlu tada etkilerinin incelenmesiydi. Ürün formülasyonundaki ve ürünün yağ miktarındaki değişimlerin, tutsü aroması ile tuzlu tat yoğunluğunda algı farklılıklarına yol açtığı bilinmektedir (Shamil ve ark., 1991; Kostyra ve Barylko-Pikielna, 2007). Çalışmamız kapsamında analiz edilen örneklerin tuzlu tat değerlendirme sonuçları Şekil 4.9. ve Tablo 4.10.’da verilmiştir.



Şekil 4.9. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan tuzlu tat değerlendirme değişim grafikleri

Tablo 4.10. Üretilen peynirlerin depolama süresince tuzlu tat değerlendirme sonuçları

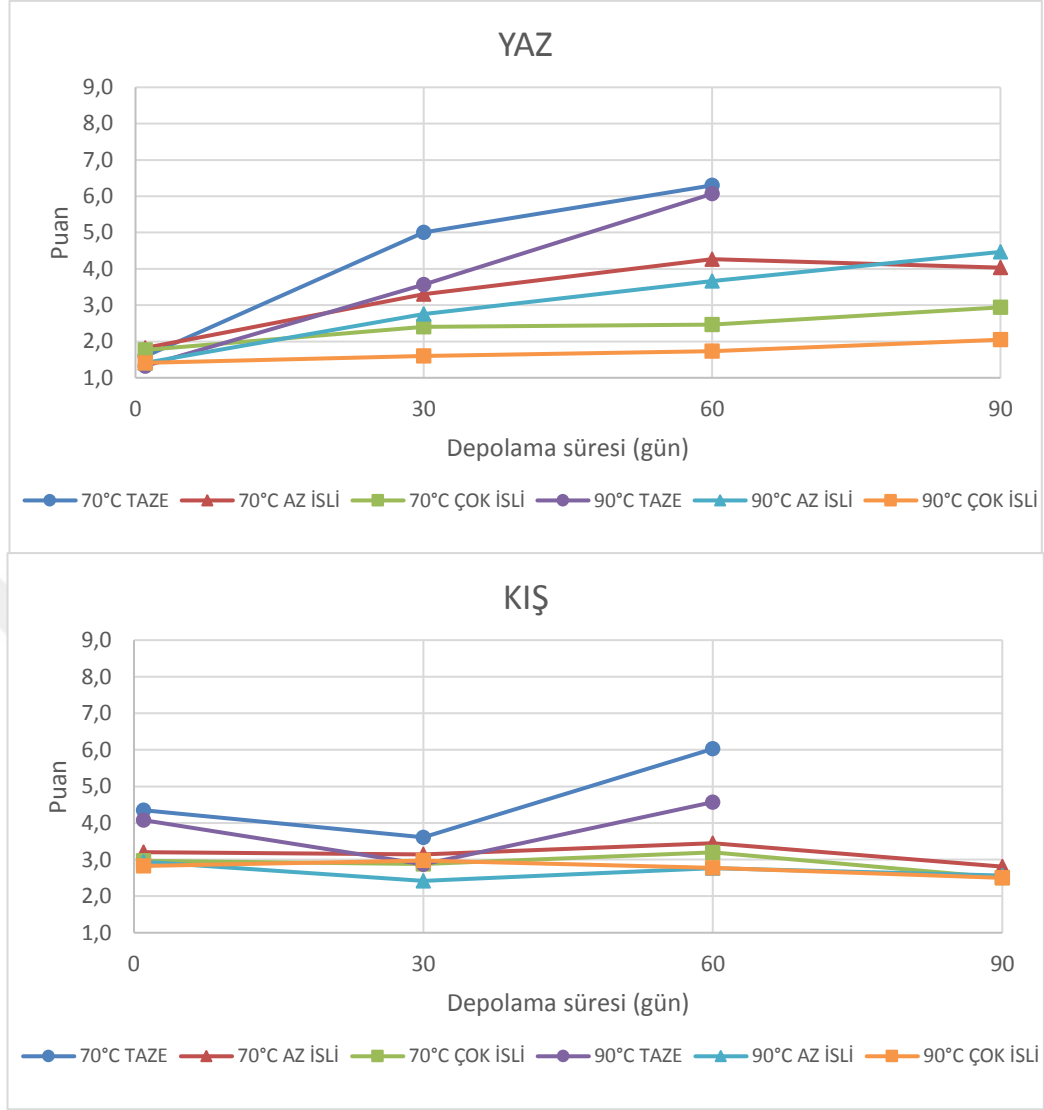
	Duyusal Tuzlu Tat Değerlendirmesi							
	YAZ				KIŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	3,4 ± 0,1	3,7 ± 0,5	3,5 ± 0,5	AY [#]	2,5 ± 0,7	2,1 ± 1,3	4,3 ± 0,5	AY [#]
HS*	a A	a A	a A		a A	a A	a A	
70°C AZ İSLİ	3,4 ± 0,1	3,8 ± 0,6	4,2 ± 0,8	3,4 ± 0,2	3,2 ± 0,8	2,5 ± 0,9	4,4 ± 1,0	5,1 ± 0,9
HS*	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A
70°C ÇOK İSLİ	2,6 ± 0,1	2,7 ± 0,2	3,2 ± 0,9	2,6 ± 0,9	2,8 ± 0,8	2,3 ± 1,6	2,3 ± 1,3	3,6 ± 1,1
HS*	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A
90°C TAZE	2,6 ± 0,4	3,4 ± 0,5	3,4 ± 0,5	AY [#]	3,6 ± 0,8	2,6 ± 0,8	3,4 ± 0,5	AY [#]
HS*	a A	a A	a A		a A	a A	a A	
90°C AZ İSLİ	3,7 ± 1,5	3,5 ± 0,9	4,2 ± 1,0	3,7 ± 0,7	2,8 ± 0,1	2,7 ± 0,9	2,8 ± 0,1	3,1 ± 0,4
HS*	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A
90°C ÇOK İSLİ	3,2 ± 1,0	2,6 ± 0,5	3,7 ± 0,6	3,2 ± 0,9	3,4 ± 0,9	2,1 ± 1,0	3,3 ± 0,4	4,4 ± 0,5
HS*	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. AY[#]: Analiz yapılmamıştır.

İstatistiksel değerlendirme sonucunda tuzlu tat algısına tütsüleme işleminin önemli bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Tütsü aromasının tuzluluk algısına etkisinin olmadığı, Kostyra ve Baryłko-Pikielna (2007)'nın yapmış olduğu çalışmada da doğrulanmıştır. Pıhtılaştırma sıcaklığının da tuzlu tat algısına etkisi olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca, raf ömrü boyunca tuzlu tatta önemli bir fark gözlenmemiştir ($P > 0,01$). Verilen puanlar göz önüne alındığında, tuzluluk seviyesinin Tebliğ'in izin verdiği limitler de dikkate alınarak bir miktar artırılabilceği sonucuna varılmıştır. Panelistlerden en hoş giden tuzlu tat için "5" puan vermeleri istenmiş ve analiz sonucunda puanlar "az tuzlu" seviyesinde elde edilmiştir. Çalışmamızda yaklaşık % 1 tuz içerikli ürünler değerlendirilmiş olup, Aydınol (2010)'un çalışmasında % 3 kadar tuz içeren ürünler "yeterli" ve "iyi" arasında puanlar almıştır. Yine aynı çalışmada, tütsülemenin ve depolamanın istatistiksel açıdan, bizim çalışmamızda da olduğu gibi, tuzlu tada etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

4.4.7. Yoğurdumsu tat değerlendirmesi

Yoğurt aromasının, laktik asidin yanı sıra asetaldehit, diasetil, asetoin ve 2-butanon bileşiklerinden kaynaklanmakta olduğu ve bunların birbirleriyle sinerjistik etkide bulunarak aromayı belirginleştirdiği belirlenmiştir (Tian ve ark., 2020). Farklı kaynaklardan elde edilen laktik asit bakterisi suşlarının da farklı düzeylerde yoğurdumsu aroma oluşturduğu bilinmektedir (Menéndez ve ark., 2000; Gutiérrez-Méndez ve ark., 2008). Çok çeşitli peynirlerin PAS aromalarının incelendiği bir çalışmada, laktik kültür eklenmeden sadece asitle pıhtılaştırılmış peynirde de yoğurdumsu tadın yüksek algılandığı belirlenmiş ve bu durumun, asidin tat-koku etkileşiminin yoğurdumsu algıya neden olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Aynı çalışmada, laktik kültür eklenmeden sadece sitrik asit ilavesiyle üretilen Paneer peynirinde karakteristik bir aroma bulunmayışının da rennet ve starter eklenmeden üretim yapılmış olmasından kaynaklandığı tahmin edilmiştir (Gallardo-Escamilla ve ark., 2005). Çalışmamız kapsamında üretilen peynirlerin yoğurdumsu tat panelist değerlendirmeleri Şekil 4.10. ve Tablo 4.11.'de verilmiştir.



Şekil 4.10. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan yoğurdumsu tat değerlendirme değişim grafikleri

Tablo 4.11. Üretilen peynirlerin depolama süresince yoğurdumsu tat değerlendirmesi sonuçları

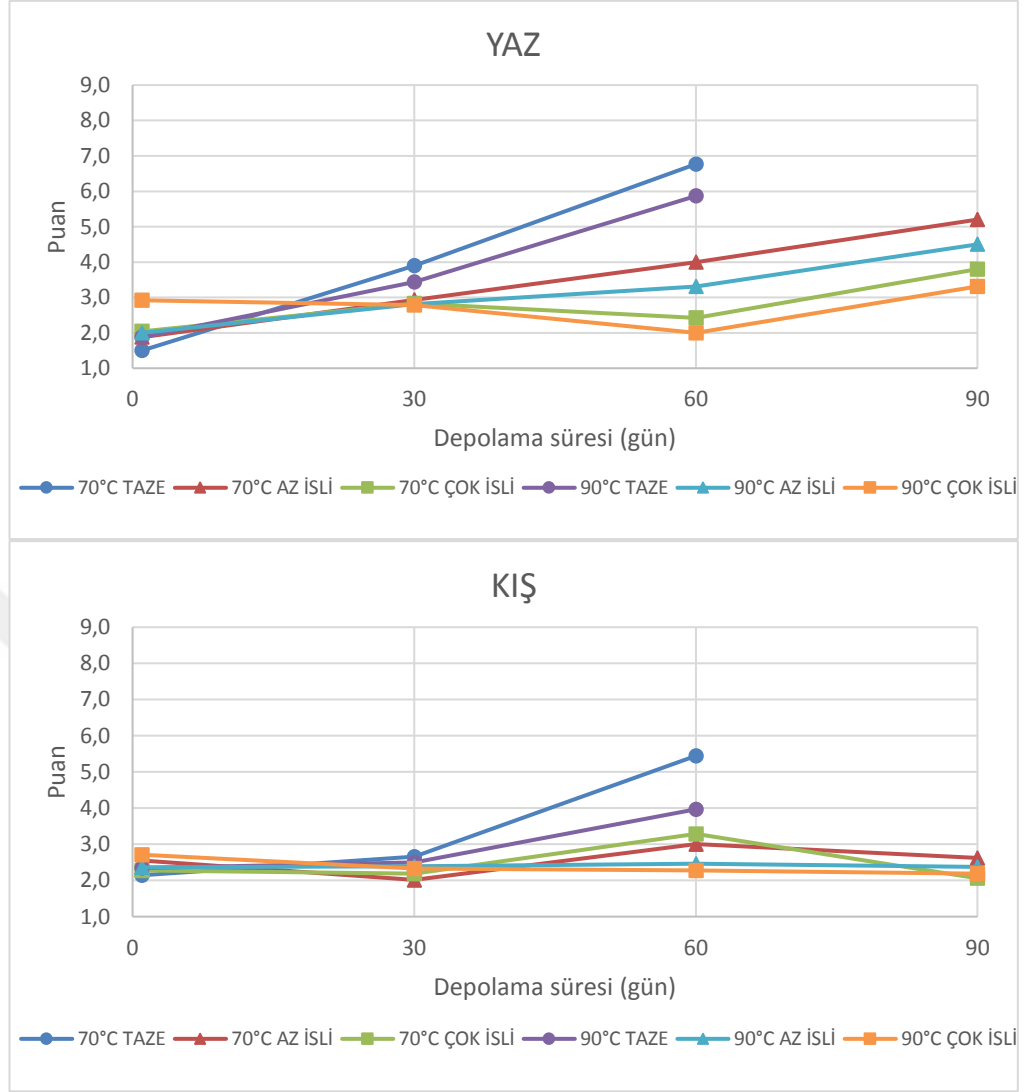
	Duyusal Yoğurdumsu Tat Değerlendirmesi							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	1,6 ± 0,6	5,0 ± 0,6	6,3 ± 0,8	AY [#]	4,4 ± 0,1	3,6 ± 1,0	6,0 ± 0,2	AY [#]
HS*	a B	a A	a A		a AB	a B	a A	
70°C AZ İSLİ	1,8 ± 0,3	3,3 ± 0,4	4,3 ± 0,8	4,0 ± 0,5	3,2 ± 0,3	3,1 ± 0,7	3,4 ± 0,7	2,8 ± 0,6
HS*	a B	abc AB	bc A	a A	bc A	a A	b A	a A
70°C ÇOK İSLİ	1,8 ± 0,8	2,4 ± 0,2	2,5 ± 0,6	2,9 ± 1,2	3,0 ± 0,1	2,9 ± 0,8	3,2 ± 0,9	2,5 ± 0,3
HS*	a A	bc A	cd A	a A	c A	a A	b A	a A
90°C TAZE	1,3 ± 0,3	3,6 ± 0,4	6,1 ± 0,2	AY [#]	4,1 ± 0,4	2,9 ± 0,2	4,6 ± 0,4	AY [#]
HS*	a C	ab B	ab A		ab AB	a B	ab A	
90°C AZ İSLİ	1,4 ± 0,4	2,8 ± 0,8	3,7 ± 0,2	4,5 ± 0,6	2,9 ± 0,4	2,4 ± 0,9	2,8 ± 0,5	2,6 ± 0,3
HS*	a B	bc AB	cd A	a A	c A	a A	b A	a A
90°C ÇOK İSLİ	1,4 ± 0,4	1,6 ± 0,3	1,7 ± 0,3	2,0 ± 0,6	2,8 ± 0,3	3,0 ± 0,7	2,8 ± 0,7	2,5 ± 0,3
HS*	a A	c A	d A	a A	c A	a A	b A	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. AY[#]: Analiz yapılmamıştır.

Üretilen ürünlerin yoğurdumsu tat puanları, T-test değerlendirme sonuçları incelendiğinde, sütün elde edildiği mevsimden önemli derecede etkilenmiştir. Kışın üretilen peynirlerin yoğurdumsu özellikleri üretim sonrası 1. gün analizlerinde yaz sütüyle üretilen peynirlerden yüksek çıkmıştır. Raf ömrü sırasında bu sıralama bazı ürünlerde değişiklik göstermiştir. Süt ürünlerinden izole edilen kültürlerin laktoz fermentasyonunun, süt ürünü haricindeki kaynaklardan izole edilenlere göre daha hızlı olduğu belirlenmiştir (Gutiérrez-Méndez ve ark., 2008). Dolayısıyla yoğurdumsu tadın peynirlerde hızlı ilerlemesi beklenmektedir. Tütsülenmemiş taze ürünlerin yoğurdumsuluğu hızlı ilerlemiştir. Raf ömrünün 60. günü, orta düzeyden daha ileri seviyede, “aşırı yoğurdumsu” yönde puanlar almıştır. Tütsüleme işlemi yoğurdumsu tadın ilerlemesini yavaşlatmıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre pıhtılaştırma sıcaklığındaki değişimin ürünün yoğurdumsu tadına etkisi olmamıştır. Atasoy, doktora tezi kapsamında inek, koyun ve keçi sütleriyle Urfa peyniri üretmiş olup ürünlerin hiçbirinde raf ömrü sırasında yoğurdumsu tada rastlanmadığını belirlemiştir (Atasoy, 2004). Reyes-Díaz ve ark. (2020), farklı *L. lactis* suşlarını kullanarak ürettikleri 5 çeşit peynirde yoğurdumsu not veren suşlarla üretilen peynirlerin, panelistler tarafından yoğurdumsu olarak tanımlandıklarını belirtmişlerdir. Çalışmamız kapsamında ürettiğimiz peynirlerde tütsülemenin yoğurdumsu tadı baskılamasının nedenleri; tütsüden gelen fenollerin antimikrobiyal etkileri sonucu peynir florasındaki bakteri yükünü azaltması veya tütsüden gelen bu fenollerin ürüne kazandırdığı odunsu aromanın yoğurdumsu aroma notunu baskılaması olabilir.

4.4.8. Ekşimsi tat değerlendirmesi

Ekşimsi tat değerlendirmesinde panelistlerin, ürünleri limon ekşiliği cinsinden tanılamaları istenmiştir. Aslında bu tanım asidik tada denk gelmektedir. Ürüne eklenen laktik asidin yanı sıra peynirin proteolizi sonucu oluşan glutamik asit ve aspartik asit de asidik aroma kazandıran amino asitlerdir (Kilcawley, 2017). Ürünlerin ekşimsi tat değerlendirme sonuçları Şekil 4.11. ve Tablo 4.12.’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan ekşimsi tat değerlendirme değişim grafikleri

Tablo 4.12. Üretilen peynirlerin depolama süresince ekşimsi tat değerlendirme sonuçları

	Duyusal Ekşimsi Tat Değerlendirmesi							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	1,5 ± 0,5	3,9 ± 0,3	6,8 ± 0,9	AY [#]	2,1 ± 0,8	2,7 ± 1,3	5,4 ± 0,6	AY [#]
HS*	b C	a B	a A		a A	a A	a A	
70°C AZ İSLİ	1,9 ± 0,1	2,9 ± 0,1	4,0 ± 0,5	5,2 ± 0,6	2,6 ± 0,4	2,0 ± 0,6	3,0 ± 0,1	2,6 ± 0,5
HS*	ab C	a BC	bc AB	a A	a A	a A	bc A	a A
70°C ÇOK İSLİ	2,0 ± 0,3	2,8 ± 0,0	2,4 ± 0,1	3,8 ± 0,6	2,3 ± 0,4	2,2 ± 0,4	3,3 ± 0,3	2,1 ± 0,2
HS*	ab B	a AB	c B	a A	a AB	a AB	bc A	a B
90°C TAZE	1,9 ± 0,4	3,4 ± 0,4	5,9 ± 0,3	AY [#]	2,3 ± 0,4	2,5 ± 0,6	4,0 ± 0,3	AY [#]
HS*	ab C	a B	ab A		a B	a AB	b A	
90°C AZ İSLİ	2,0 ± 0,0	2,8 ± 0,6	3,3 ± 0,4	4,5 ± 0,1	2,4 ± 0,4	2,4 ± 0,8	2,5 ± 0,0	2,4 ± 0,6
HS*	ab B	a B	c AB	a A	a A	a A	c A	a A
90°C ÇOK İSLİ	2,9 ± 0,6	2,8 ± 0,8	2,0 ± 1,0	3,3 ± 0,9	2,7 ± 0,5	2,3 ± 0,4	2,3 ± 0,2	2,2 ± 0,2
HS*	a A	a A	c A	a A	a A	a A	c A	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. AY[#]: Analiz yapılmamıştır.

Sütteki mevsimsel değişimin peynirin ekşiliğine etkisi raf ömrü başında olmamış, fakat depolamanın sonunda kış peynirleri daha ekşi bulunmuştur. Bu durumda ekşiliğe proteoliz seviyelerindeki farklılığın etki ettiği, raf ömrü başında eklenen laktik asit miktarları aynı olduğu için laktik asidin ürünleri ayrıştırmada bir etkisinin bulunmadığı anlaşılmaktadır. 70°C taze ürünle 90°C çok isli ürün arasında ekşilik farkı algılansa da, genel olarak tutsüleme işlemiyle ekşilik algısının değişmediği söylenebilir. Bahsedilen iki ürün arasındaki farkın, tutsüleme prosesinde odunun pirolizi sonucu oluşan asitlerden (Sikorski ve Sinkiewicz, 2014) kaynaklandığı düşünülmektedir.

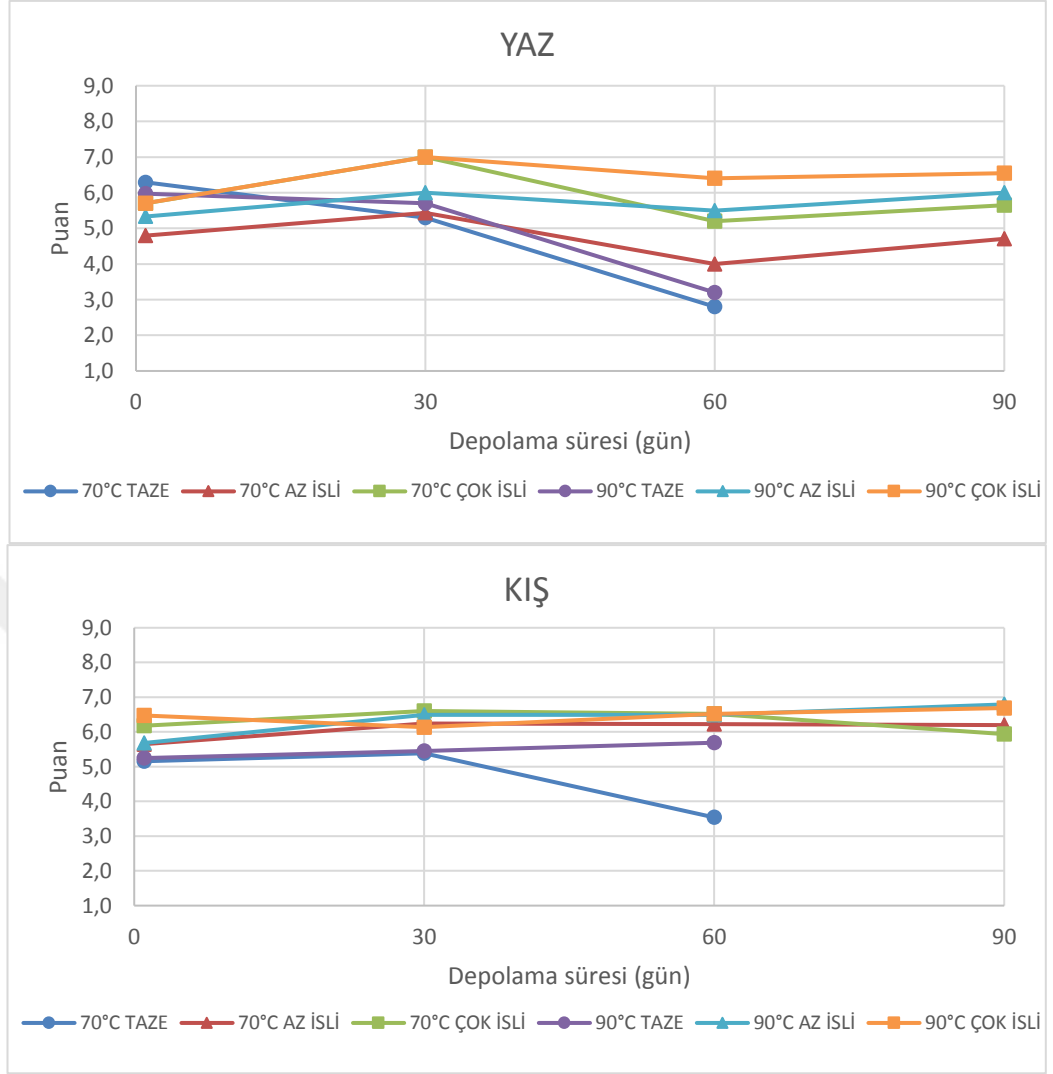
Ekşilik, depolama süresince taze ürünlerde hızla ilerlemiş, çok isli ürünlerde ise özellikle 90°C'lik pıhtılaştırmada istatistiksel açıdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Pıhtılaştırma sıcaklığındaki değişim, ürünlerin ekşiliğini raf ömrü başında etkilememiş, fakat taze ürünlerde son duyusal analizin yapıldığı 60. günde 90°C'de pıhtılaştırılan ürünler 70°C'de pıhtılaştırılardan daha az ekşi bulunmuştur. İsli ürünlerde de aynı durum gözlenirse de, tutsülemenin ekşilik ilerlemesini yavaşlatması nedeniyle pıhtılaştırma sıcaklığının etkisi istatistiksel açıdan önemsiz olmuştur.

4.4.9. Tat değerlendirmesi

Tutsülenmiş keçi peynirin aroma bileşenlerinin biyokimyasal reaksiyonlardan kaynaklanan serbest yağ asitleri, esterler, ketonlar, alkoller, aldehitler ve kükürtlü bileşikler ile tutsüden gelen furanlar, furanonlar ve fenoller ve süttten gelen terpenler olduğu belirlenmiştir. Tutsülenmiş Oscypek peyniri üzerine yapılan aynı çalışmada, tipik aromayı tutsüleme prosesinin sağladığı sonucuna varılmıştır (Majcher ve ark., 2011). Bir başka çalışmada ise, geleneksel tutsülemenin kullanıldığı proseslerde, tutsüleme süresi ve sıcaklığının, üründeki fenolik bileşiklere önemli bir etkisinin olduğu belirtilmiştir (Sérot ve ark., 2004). Shakeel-Ur-Rehman ve ark.nın (2003) tutsülenmiş üründe yaptığı duyusal analiz sonucunda da panelistler, tutsülenmemiş taze üründe süt yağı tadı alırken tutsüleme sonrası süt yağı tadının hiç bulunmadığını, pişmiş ve kesilmiş süt tatlarının tutsülemeyle azaldığını, tutsülenmiş üründe tutsü

aromasının baskın olduğunu belirtmişlerdir. Majcher ve ark. (2011) da salamura keçi peynirinde tutsülemenin aroma üzerine etkilerini incelemiş, sütlü tadı azalttığını, tereyağımsı tadı arttırdığını, kızarmış algısını değiştirmeyip tutsü aroması ve bütirik aromayı artırdığını tespit etmişlerdir. Bu bilgilere göre duyuusal analiz sonuçlarında, tutsülenmiş peynirlerde diğer aroma bileşenlerinin baskılanması beklenmiştir.

Ürünlerin tat açısından duyuusal değerlendirme sonuçları Şekil 4.12. ve Tablo 4.13.'te verilmiştir. Taze ürünler mikrobiyolojik açıdan riskli görüldüğü için 90. günde duyuusal değerlendirmeye alınmamıştır. Ürünlerin mevsimsel süt değişiminden etkilenmediği T-test yardımıyla belirlenmiştir. Czyżak-Runowska ve ark. (2020) da yaz sütüyle ürettikleri peynirlerin tat puanlarında kış peynirinden istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığını belirlemişlerdir. Çalışmamız kapsamında yazın üretilen taze peynirlerin tat puanlarında 60. analiz gününde düşüş gözlenirken kışın üretilenlerde raf ömrü boyunca istatistiksel fark olmamıştır. Tutsülenmiş ürünlerden 6 saatlik tutsüleme yapılanlar ise istatistiksel açıdan önemli bulunmamakla birlikte, raf ömrünün bazı günlerinde daha yüksek puanlar almıştır. Bunun nedeninin olgunlaşma ile oluşan aromatik bileşenler olabileceği düşünülmektedir. Peynirin, tutsüleme fırını içerisindeki konumuna göre aroma profilindeki değişimin incelendiği bir çalışmada ise fırın içerisindeki konumunun, tutsülenmiş peynirin aroma profilini önemli derecede etkilemediği belirlenmiştir (Palencia ve ark., 2014). Bizim çalışmamızda da ürünlerin fırın içerisindeki konumlarının aroma ve yapı açısından önemli olmadığı düşünülmektedir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre, pıhtılaştırma sıcaklığının ürün tadına etkisi olmamıştır. Fakat Hydamaka ve ark. (2001), bizim sonuçlarımızın aksine, 70°C'de pıhtılaştırılan ürünlerin 90°C'de pıhtılaştırılardan daha yüksek aroma, yapı, görünüş puanları aldığını ve genel beğeni düzeylerinin önemli ölçüde daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 4.12. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan tat değerlendirmesi değişim grafikleri

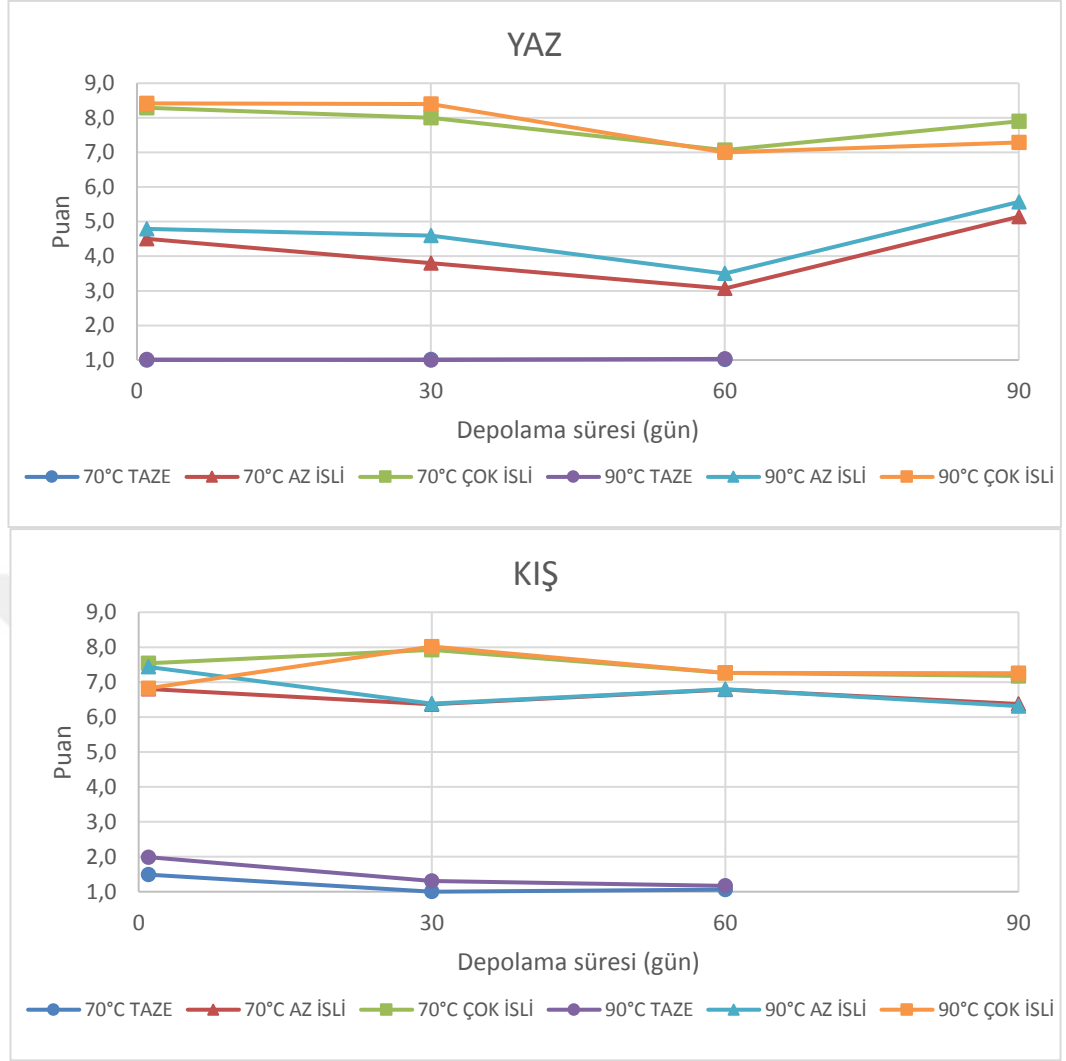
Tablo 4.13. Üretilen peynirlerin depolama süresince tat değerlendirme sonuçları

	Duyusal Tat Değerlendirmesi							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	6,3 ± 0,5	5,3 ± 0,3	2,8 ± 0,3	AY [#]	5,2 ± 0,6	5,4 ± 0,9	3,5 ± 0,3	AY [#]
HS*	a A	b A	c B		a A	a A	b A	
70°C AZ İSLİ	4,8 ± 0,5	5,4 ± 0,6	4,0 ± 0,6	4,7 ± 0,5	5,6 ± 0,7	6,2 ± 1,0	6,2 ± 0,8	6,2 ± 0,1
HS*	b A	b A	bc A	a A	a A	a A	a A	a A
70°C ÇOK İSLİ	5,7 ± 0,0	7,0 ± 0,2	5,2 ± 0,2	5,7 ± 0,5	6,2 ± 1,1	6,6 ± 0,5	6,5 ± 0,6	5,9 ± 0,9
HS*	ab B	a A	ab B	a B	a A	a A	a A	a A
90°C TAZE	6,0 ± 0,2	5,7 ± 0,7	3,2 ± 0,6	AY [#]	5,2 ± 1,0	5,5 ± 0,6	5,7 ± 0,0	AY [#]
HS*	ab A	ab A	c B		a A	a A	a A	
90°C AZ İSLİ	5,3 ± 0,3	6,0 ± 0,5	5,5 ± 0,5	6,0 ± 0,6	5,7 ± 0,9	6,5 ± 0,5	6,5 ± 0,1	6,8 ± 0,1
HS*	ab A	ab A	ab A	a A	a A	a A	a A	a A
90°C ÇOK İSLİ	5,7 ± 0,5	7,0 ± 0,1	6,4 ± 0,4	6,5 ± 0,9	6,5 ± 1,3	6,1 ± 0,2	6,5 ± 0,6	6,7 ± 0,3
HS*	ab A	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. AY[#]: Analiz yapılmamıştır.

4.4.10. Tütsü yoğunluğu değerdendirmesi

Odunun piroliziyle elde edilen tütsünün aromatik bileşimi elde edildiğı ağacın kaynağına göre değışmektedir. Bu konuda çokça çalışmalar yapılmıştır (Fujimaki ve ark., 1974; Fresno ve ark., 2005; Conde ve ark., 2005; Guillén ve Manzanos, 2005; Genç, 2019). Yapılan bir çalışmada ise, küçük çiftliklerden elde edilen sütlerde bulunmamasına rağmen, büyük çiftliklerden elde edilen sütlerden yaz ve kış mevsimlerinde üretilen peynirlerde panelistlerce önemli ölçüde tütsü aroması tespit edilmiştir (Giaccone ve ark., 2016). Bizim çalışmamız küçük çiftlik sütüyle yapılmış olsa da, bu çalışma taze peynirlerde tütsü aromasının hissedilebileceğini göstermiştir. Başka bir çalışmada ise tütsüleme süresi ve sıcaklığının aromatik bileşenlere etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak 32°C'lik tütsüleme odasında elde edilen aromalar 24°C'lik odadakinden çok daha yoğun olmuş ve yine tütsüleme süresiyle tütsü yoğunluğu da doğru orantılı olarak artmıştır (Sérot ve ark., 2004). Çalışmamız kapsamında ürettiğimiz peynirlerde de tütsü yoğunluğunun tütsüleme süresiyle orantılı olarak artması beklenmiştir. Ürünlerin tütsü yoğunluğu değerdendirme sonuçları Şekil 4.13. ve Tablo 4.14.'te verilmiştir.



Şekil 4.13. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan tütsü yoğunluğu değerlendirme değişim grafikleri

Tablo 4.14. Üretilen peynirlerin depolama süresince tutsü yoğunluğu değerlendirmesi sonuçları

	Duyusal Tutsü Yoğunluğu Değerlendirmesi							
	YAZ				KIŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	AY [#]	1,5 ± 0,2	1,0 ± 0,0	1,1 ± 0,1	AY [#]
HS*	c A	d A	c A		c A	c B	b B	
70°C AZ İSLİ	4,5 ± 0,0	3,8 ± 0,2	3,1 ± 0,1	5,1 ± 0,2	6,8 ± 0,2	6,4 ± 0,6	6,8 ± 0,2	6,4 ± 0,3
HS*	b B	c C	b D	b A	b A	b A	a A	ab A
70°C ÇOK İSLİ	8,3 ± 0,0	8,0 ± 0,2	7,1 ± 0,2	7,9 ± 0,2	7,5 ± 0,0	7,9 ± 0,3	7,3 ± 0,1	7,2 ± 0,4
HS*	a A	a A	a B	a A	a A	a A	a A	ab A
90°C TAZE	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,1	AY [#]	2,0 ± 0,2	1,3 ± 0,4	1,2 ± 0,2	AY [#]
HS*	c A	d A	c A		c A	c A	b A	
90°C AZ İSLİ	4,8 ± 0,0	4,6 ± 0,1	3,5 ± 0,2	5,6 ± 0,2	7,4 ± 0,2	6,4 ± 0,5	6,8 ± 0,1	6,3 ± 0,1
HS*	b B	b B	b C	b A	ab A	b B	a AB	b B
90°C ÇOK İSLİ	8,4 ± 0,6	8,4 ± 0,1	7,0 ± 0,3	7,3 ± 0,3	6,8 ± 0,3	8,0 ± 0,3	7,3 ± 0,1	7,3 ± 0,1
HS*	a A	a A	a B	a AB	b B	a A	a AB	a B

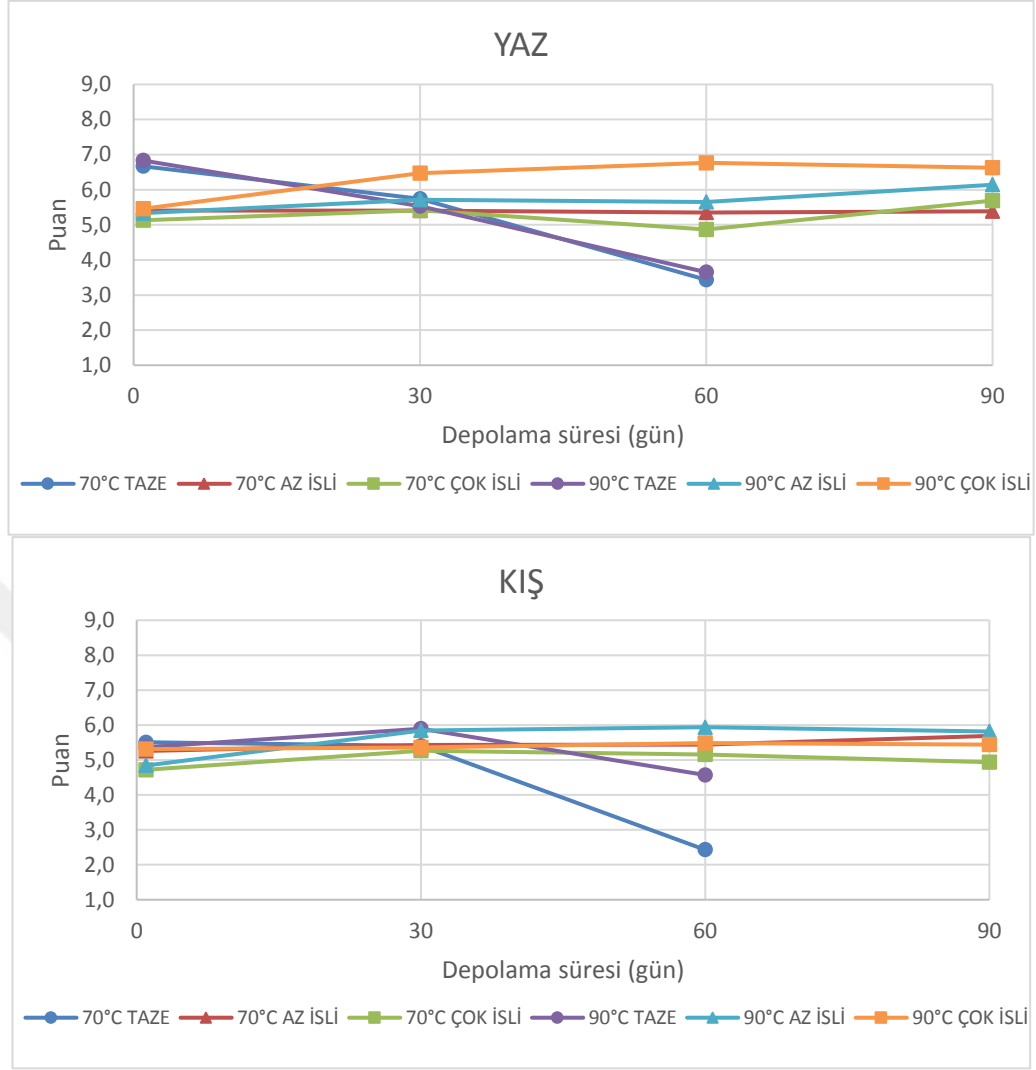
* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. AY[#]: Analiz yapılmamıştır.

Mevsim değişiminin peynirlerin tütsü yoğunluğuna etkisi incelendiğinde, az isli (2,5 saat tütsülenmiş) rnlerde raf ömrü boyunca mevsimin önemli etkisinin bulunduğu gözlenmiştir. Bunun nedeninin, kiş mevsiminde yaza göre daha fazla gözlenen hava akımının, tütsünün yanma hızını artırması olduğu düşünülmektedir. Tütsüleme süreleri aynı da olsa hava akımı piroliz seviyesini artırarak tütsü yoğunluğunu artırmıştır. Çok isli (6 saat ttslenen) rnler zaten tütsü yoğunluğu açısından “aşırı yoğun” bulunduğu için bu ürünlerde mevsimsel farklılık gözlenmemiştir. Taze ürünlerde ise tütsü aroması sadece kişin üretilen 70°C’de pıhtılaştırılan ürünün raf ömrü başında, istatistiksel olarak anlamlı farklılıkta, bir miktar tespit edilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde tütsü yoğunluğunun, beklendiği gibi, tütsüleme süresiyle doğru orantılı olarak arttığı belirlenmiştir. 2,5 saat ttslenen “az isli” ürün grubunun aldığı puanlar, istenilen tütsü yoğunluğuna yakın puanlar alırken, 6 saat ttslenen ürünlerin tütsü aroması “aşırı yoğun” olarak değerlendirilmiştir. rnlerde algılanan tütsü yoğunluğu, genel olarak raf ömrü boyunca düşmüş, fakat yazın üretilen peynirlerde raf ömrünün 90. gününde artışa uğramıştır.

4.4.11. Beğeni değerlendirmesi

Üretilen peynirlerin beğeni değerlendirme sonuçları şekil 4.14. ve Tablo 4.15.’te verilmiştir. Depolamanın ilk gününde beğeni puanları taze ürünlerde daha yüksek olduğu halde, raf ömrü ilerledikçe taze ürünün beğeni puanları düşmüştür. 60. depolama gününde taze ürünler beğenilmemiş, isli ürünler ise depolama süresince aynı düzeyde ve ortalama skalanın üzerinde (5 puanın üstünde) beğenilmiştir. Tütsüleme işleminin depolama stabilitesine olumlu etkisi bu değerlendirme türünde oldukça net gözlenmiştir.



Şekil 4.14. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince yapılan beğeni değerlendirme değişim grafikleri

Tablo 4.15. Üretilen peynirlerin depolama süresince beğeni değerlendirilmesi sonuçları

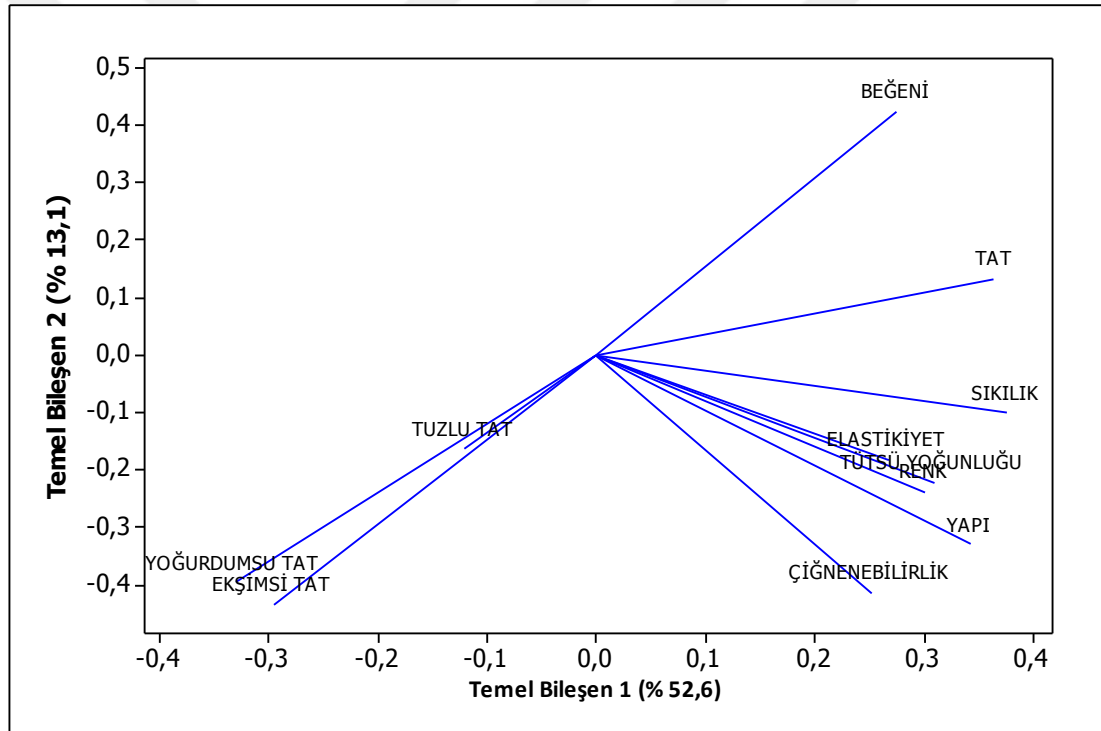
	Duyusal Beğeni Değerlendirmesi							
	YAZ				KIŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	6,7 ± 0,3	5,7 ± 0,4	3,4 ± 0,3	AY [#]	5,5 ± 0,4	5,4 ± 0,6	2,4 ± 0,2	AY [#]
HS*	ab A	a A	c B		a A	a A	c B	
70°C AZ İSLİ	5,4 ± 0,2	5,4 ± 0,2	5,4 ± 0,8	5,4 ± 0,1	5,3 ± 0,4	5,4 ± 0,7	5,4 ± 0,4	5,7 ± 0,2
HS*	bc A	a A	ab A	c A	a A	a A	ab A	ab A
70°C ÇOK İSLİ	5,1 ± 0,6	5,4 ± 0,4	4,9 ± 0,2	5,7 ± 0,0	4,7 ± 0,8	5,3 ± 0,9	5,2 ± 0,3	4,9 ± 0,1
HS*	c A	a A	bc A	c A	a A	a A	ab A	b A
90°C TAZE	6,8 ± 0,2	5,5 ± 0,1	3,7 ± 0,1	AY [#]	5,4 ± 0,4	5,9 ± 0,5	4,6 ± 0,5	AY [#]
HS*	a A	a B	c C		a A	a A	b A	
90°C AZ İSLİ	5,3 ± 0,4	5,7 ± 0,2	5,6 ± 0,4	6,1 ± 0,0	4,8 ± 0,4	5,8 ± 0,2	5,9 ± 0,1	5,8 ± 0,3
HS*	c A	a A	ab A	b A	a B	a A	a A	a A
90°C ÇOK İSLİ	5,5 ± 0,2	6,5 ± 0,3	6,8 ± 0,3	6,6 ± 0,2	5,3 ± 0,9	5,4 ± 0,3	5,5 ± 0,3	5,4 ± 0,3
HS*	bc B	a A	a A	a A	a A	a A	ab A	ab A

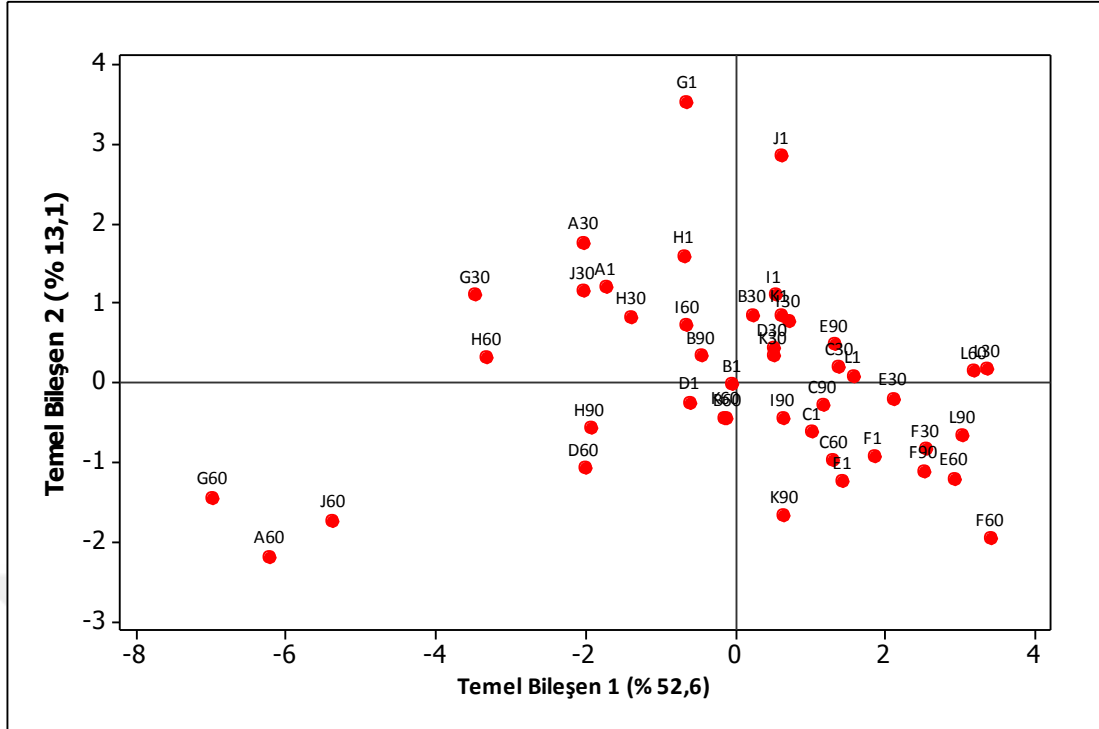
* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. AY[#]: Analiz yapılmamıştır.

4.4.12. Duyusal analize ait temel bileşen analizi ve veri dağılım yükleri

Şekil 4.15.'te duyusal değerlendirme sonuçları için temel bileşen analizi yer almaktadır. Analize göre ürünler elastikiyet, tutsü yoğunluğu, renk, yapı açısından gruplandırılabilir. Tuzlu tat, yoğurdumsu tat ve ekşimsi tat açısından da bir gruplandırma söz konusu olabilir.

Temel bileşen analizine göre ürünlerin artan tutsü yoğunluğuyla birlikte renginde sararma, elastikiyetinde, yapısında, çiğnenebilirlik ve sıkılığında artış görülmüştür. Yoğurdumsu ve ekşimsi tatlar arttıkça ise beğeni aynı oranda düşmüştür.





A: 70°C taze kış, B: 70°C az isli kış, C: 70°C çok isli kış, D: 90°C taze kış, E: 90°C az isli kış, F: 90°C çok isli kış, G: 70°C taze yaz, H: 70°C az isli yaz, I: 70°C çok isli yaz, J: 90°C taze yaz, K: 90°C az isli yaz, L: 90°C çok isli yaz. Harflendirmenin yanında yer alan 1, 30, 60 ve 90 raf ömrü depolama günleridir.

Şekil 4.15. Duyusal değerlendirmeye ait temel bileşen analizi ve veri dağılım yükleri

4.5. Tekstür Analiz Sonuçları

Örneklerin sertlik değerleri ölçülmüş, değerler Tablo 4.16.'da verilmiş ve aynı değerler Şekil 4.16.'da aktarılmıştır. Veriler incelendiğinde sütteki mevsimsel değişimlerin ürünlerin çoğunda önemli bir tekstürel farklılık oluşturduğu gözlenmiştir ($P < 0,05$). Pıhtılaştırma sıcaklığının, ürünün sertliği üzerine önemli bir etkisi olduğu gözlenmiştir. 70°C'de pıhtılaştırılarak üretilen peynirlerin 90°C'de pıhtılaştırılan ürünlerden daha düşük KM içeriğine sahip olmaları nedeniyle, daha düşük sertlikte olmaları beklenmekteydi. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre de 70°C'deki pıhtılaştırma işlemi ürünlerin sertliklerinde önemli bir düşüşe neden olmuştur. Hydamaka ve ark.nın (2001) çalışması da bizim verilerimizi doğrulamaktadır; 90°C'ye ısıtılan sütlerden 70°C'ye soğutulup pıhtılaştırılanı, 90°C'de pıhtılaştırılana göre daha düşük sertliğe sahiptir.

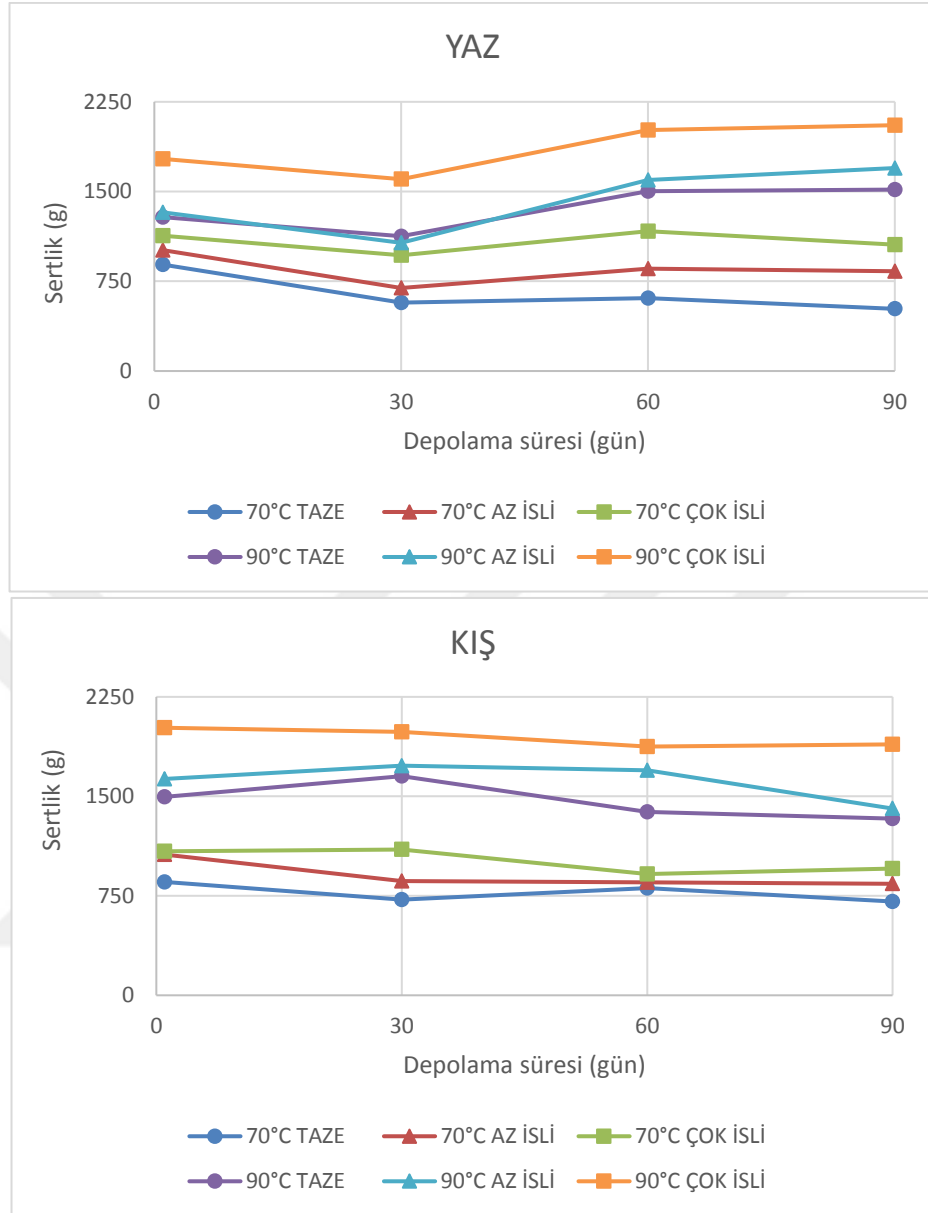
Tablo 4.16. Üretilen peynirlerin depolama süresince tekstür analizi sonuçları

	Sertlik (g)							
	YAZ				KIŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	890 ± 50	571 ± 62	608 ± 75	520 ± 53	855 ± 33	721 ± 48	807 ± 80	707 ± 82
HS*	c A	c B	d B	d B	d A	d A	c A	d A
70°C AZ İSLİ	1011 ± 86	694 ± 112	854 ± 12	834 ± 55	1061 ± 60	861 ± 56	853 ± 57	841 ± 49
HS*	c A	c B	d AB	c AB	c A	d B	c B	cd B
70°C ÇOK İSLİ	1131 ± 94	967 ± 31	1169 ± 64	1056 ± 127	1086 ± 64	1099 ± 76	914 ± 87	954 ± 33
HS*	bc A	b A	c A	c A	c A	c A	c A	c A
90°C TAZE	1287 ± 76	1127 ± 72	1503 ± 109	1516 ± 82	1496 ± 61	1652 ± 29	1382 ± 11	1332 ± 81
HS*	b AB	b B	b A	b A	b AB	b A	b B	b B
90°C AZ İSLİ	1327 ± 62	1072 ± 66	1596 ± 58	1697 ± 91	1631 ± 27	1731 ± 76	1696 ± 22	1408 ± 68
HS*	b B	b C	b A	b A	b A	b A	a A	b B
90°C ÇOK İSLİ	1774 ± 61	1603 ± 42	2015 ± 79	2055 ± 52	2017 ± 58	1986 ± 88	1876 ± 10	1891 ± 80
HS*	a B	a B	a A	a A	a A	a A	a A	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Çalışmamız kapsamında yazın üretilen ürünlerin raf ömrü başında kış peynirlerinden daha düşük sertlikte olduğu belirlenmiş olup bu durum raf ömrü boyunca korunmamıştır. Yazın üretilen peynirlerin genelinde 30. günden sonra sertlik değerleri önemli ölçüde artmıştır. Kışın üretilen peynirlerde ise az isli grup haricinde diğer ürünlerin raf ömrü başı ve sonu istatistiksel açıdan incelendiğinde önemli olmayan bir yumuşama görülmüştür. Hem yaz hem kış peynirlerinde depolama süresince 6 saatlik tütsülemenin ürün sertliğinde önemli ölçüde artışa neden olduğu belirlenmiş, 2,5 saatlik tütsülemenin ise taze ürüne yakın sertlik değerine yol açtığı gözlenmiştir. Bu sonuçların eldesinde ürünlerin KM farklılıklarının etkili olduğu düşünülmektedir. Fakat Baranowska ve ark.nın (2017) Mozzarella peyniri üzerine yaptıkları çalışmada soğuk tütsülemeyle üretilen peynirlerin tütsülenmemiş taze peynirle istatistiksel olarak KM farklılığı bulunmamasına rağmen, tekstürel açıdan sertlik değeri soğuk tütsülenmiş ürünlerde taze peynirlerden daha yüksek ölçülmüştür. Bu durumda toplam kitlede bir KM farklılığı olmasa da probun temas ettiği peynirin dış tabakasında bir kurumanın gerçekleşmiş olması ihtimali araştırılmalıdır.

Tablo 4.6.'da yer alan duyusal olarak belirlenmiş sıklık değerlerinde de Tablo 4.16.'daki analitik ölçümlerde olduğu gibi, az isli ürünler genellikle taze ürünlere daha yakın sertlikte bulunmuş, çok isli ürünlerin sertliği istatistiksel açıdan önemli derecede yüksek puanlar almış ve 70°C'de pıhtılaştırılan ürünler 90°C'de pıhtılaştırılardan daha gevşek bulunmuştur. Adhikari ve ark. (2003) da tütsülenmiş peynirlerde yapılan duyusal analiz sonuçlarını enstrümental ölçümlerle kıyaslamış ve aralarındaki korelasyonu doğrulamıştır.



Şekil 4.16. Yaz ve kış peynirlerinde depolama süresince sertlik değeri değişim grafikleri

4.6. Raf Ömrü Olgunlaşma Kimyasal Analiz Sonuçları

4.6.1. pH ve titrasyon asitliği analiz sonuçları

Sütteki mevsimsel değişimlerin peynirin pH'sı üzerine önemli etkisi olduğu gözlenmiştir ($P < 0,05$). Titrasyon asitliğinde ise anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($P > 0,05$). Literatürde yer alan bir çalışmada, çiğ sütün kış mevsimindeki pH'sının

yaz sütünden yüksek olduğu, fakat tamponlama kapasitesinin yıl içerisinde istatistiksel olarak önemli bir farklılığa ulaşmadığı belirlenmiştir (Chen ve ark., 2014). Başka bir çalışmada ise pH'nın ve asit jel oluşum derecesinin laktasyon dönemiyle ilişkili olduğu ve geç laktasyon döneminde düşük jelleşme oranının ve yüksek tamponlama kapasitesinin gözlemlendiği belirlenmiştir (Li ve ark., 2020). Bizim çalışmamızda peynirde kullanılmak üzere temin edilen yaz ve kış sütlerinin pH analiz sonuçları aynı olup, aynı miktarda PAS ve LA eklenerek üretilen peynirlerden kış sütüyle üretilende daha yüksek pH değerleri elde edilmiştir. Çalışmamızda mevsimsel süt farklılığı incelenmiş, laktasyon dönemi için ayrı bir inceleme yapılmamıştır. Fakat kullanılan kış sütünün tamponlama kapasitesinin yaz sütüne kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna varılabilir. Öyle ki, yaz sütüyle üretilen peynirlerin taze ve az isli olanlarında 90 günlük depolama sırasında önemli bir pH düşüşü gözlenirken, kış sütüyle üretilen peynirlerde raf ömrü boyunca pH'da istatistiksel açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir (Tablo 4.17.). Titrasyon asitliği sonuçlarında da yine depolama sırasında kış sütündeki asitlik artışının yaz sütündekinden daha düşük olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır (Tablo 4.18.). Raf ömrü sırasındaki pH'da düşüşünün bu tip peynirlerde, süt kaynaklı sıcaklığa dayanıklı bakterilerden veya post-kontaminasyon sonucu gelişen bakterilerden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Tablo 4.17. Üretilen peynirlerin depolama süresince pH analizi sonuçları

	pH							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	5,64 ± 0,03	5,54 ± 0,02	5,47 ± 0,00	5,41 ± 0,02	5,86 ± 0,14	5,87 ± 0,05	5,77 ± 0,25	5,57 ± 0,07
HS*	bc A	c B	c C	b C	a A	a A	a A	a A
70°C AZ İSLİ	5,61 ± 0,01	5,55 ± 0,03	5,48 ± 0,01	5,44 ± 0,02	5,87 ± 0,11	5,87 ± 0,02	5,77 ± 0,18	5,71 ± 0,27
HS*	c A	bc A	bc B	b B	a A	a A	a A	a A
70°C ÇOK İSLİ	5,59 ± 0,07	5,53 ± 0,04	5,49 ± 0,07	5,45 ± 0,03	5,87 ± 0,15	5,87 ± 0,01	5,81 ± 0,11	5,74 ± 0,26
HS*	c A	c A	bc A	b A	a A	a A	a A	a A
90°C TAZE	5,76 ± 0,01	5,64 ± 0,04	5,61 ± 0,04	5,60 ± 0,03	5,90 ± 0,06	5,90 ± 0,01	5,83 ± 0,08	5,71 ± 0,04
HS*	a A	ab B	ab B	a B	a A	a A	a A	a A
90°C AZ İSLİ	5,73 ± 0,02	5,66 ± 0,01	5,64 ± 0,04	5,60 ± 0,03	5,90 ± 0,08	5,87 ± 0,05	5,84 ± 0,07	5,77 ± 0,06
HS*	ab A	a AB	a AB	a B	a A	a A	a A	a A
90°C ÇOK İSLİ	5,70 ± 0,02	5,67 ± 0,01	5,67 ± 0,01	5,65 ± 0,04	5,92 ± 0,03	5,91 ± 0,02	5,89 ± 0,03	5,86 ± 0,09
HS*	abc A	a A	a A	a A	a A	a A	a A	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tablo 4.18. Üretilen peynirlerin depolama süresince titrasyon asitliği analizi sonuçları

	Titrasyon asitliği (%)							
	YAZ				KIŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	0,44 ± 0,03	0,64 ± 0,04	0,82 ± 0,03	1,11 ± 0,01	0,42 ± 0,05	0,68 ± 0,07	0,78 ± 0,04	1,20 ± 0,06
HS*	ab D	a C	a B	a A	a C	a B	a B	a A
70°C AZ İSLİ	0,47 ± 0,03	0,61 ± 0,08	0,74 ± 0,05	0,89 ± 0,06	0,47 ± 0,04	0,57 ± 0,05	0,71 ± 0,06	1,01 ± 0,06
HS*	ab C	a BC	ab AB	bc A	a C	ab BC	a B	ab A
70°C ÇOK İSLİ	0,53 ± 0,00	0,62 ± 0,07	0,72 ± 0,01	0,88 ± 0,08	0,50 ± 0,05	0,55 ± 0,04	0,69 ± 0,07	0,95 ± 0,10
HS*	a C	a BC	b B	c A	a B	abc B	a B	bc A
90°C TAZE	0,42 ± 0,03	0,57 ± 0,06	0,76 ± 0,01	1,03 ± 0,03	0,38 ± 0,03	0,52 ± 0,02	0,64 ± 0,05	0,97 ± 0,07
HS*	b D	a C	ab B	ab A	a C	bc B	a B	ab A
90°C AZ İSLİ	0,48 ± 0,05	0,55 ± 0,06	0,69 ± 0,05	0,87 ± 0,08	0,39 ± 0,06	0,47 ± 0,01	0,61 ± 0,03	0,85 ± 0,02
HS*	ab C	a BC	b B	c A	a C	bc C	a B	bc A
90°C ÇOK İSLİ	0,47 ± 0,06	0,53 ± 0,02	0,67 ± 0,04	0,83 ± 0,05	0,41 ± 0,05	0,42 ± 0,01	0,56 ± 0,11	0,80 ± 0,05
HS*	ab C	a C	b B	c A	a B	c B	a B	c A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Aynı gün içerisinde örnekler arasındaki farklılığı tespit ederken mevsimin etkisi dikkate alınmamış, yaz ve kış peynirleri tüm raf ömrü analizlerinde ayrı ayrı gruplar halinde değerlendirilmiştir. Tablo 4.17.'ye göre yaz sütüyle üretilen peynirlerin pH değerleri pıhtılaştırma sıcaklığından önemli ölçüde etkilenmiş olup, kış sütüyle üretilen peynirlerin pıhtılaştırma sıcaklığından etkilenmediği gözlenmiştir. El Zoghby ve ark. (2009) taze Çerkez peynirine çok benzer proseste ürettikleri Queso Blanco peynirinde üretimin hemen sonrasında 5,22 pH'da ve % 0,55 asitlikte peynir elde etmişlerdir.

2,5 saat tütülen az isli peynirlerde yaz sütü pH değerleri raf ömrü sırasında azalırken 6 saatlik tütüleme işlemi sonrası 90 günlük depolamanın pH'ya etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Tütülemenin Cheddar peynirine etkisi üzerine yapılan bir çalışmada 46°C'lik tütüleme kabinde 20 dk tütülen peynirlerin, tütüleme işlemiyle istatistiksel olarak önemli bir pH değişimine uğramadığı, fakat 9 aylık olgunlaşma süresinin pH'da önemli bir artışa neden olduğu belirlenmiştir (Shakeel-Ur-Rehman ve ark., 2003). Gezmiş (2019), inek sütüne yoğurt ekleyerek ürettiği Çerkez peynirinde üretim sonrası % 0,58 ve 90 günlük depolamanın sonunda % 0,65 asitlik değerlerine ulaşmış olup depolama sırasındaki asitlik artışı bizim çalışmamızdan oldukça düşük çıkmıştır. Aydınol (2010) da benzer şekilde, yüksek lisans tezi kapsamında ürettiği taze Çerkez peynirinde % 0,54 asitlik saptamışken, depolamanın 90. gününde taze üründe % 0,72, tütülenmiş olanda % 0,45 asitlik ölçmüştür. Parlak (2016) ise, % 0,54 ile başlayan asitlik değerini, 90. günün sonunda % 1,13 olarak ölçmüş olup bu değerler bizim çalışmamızdakine oldukça yakındır.

Tablo 4.17. ve 4.18.'e göre tütüleme işleminin üründe pH düşüşüne ve asitlik artışına neden olduğu belirlenmiştir, fakat bu artışın kış peynirinde asitlik derecesine önemli etkisinin olmadığı bulunmuştur ($P > 0,01$). Tütülemenin asitlik artışına etkisi, tütüleme sırasında ürünün bekleme koşullarındaki mikrobiyal aktivitesinden kaynaklanabileceği gibi, tütü bileşiminde bulunan organik asitlerden de kaynaklanıyor olabilir. Tütü bileşiminde, odunun piroliziyle açığa çıkan ve ürüne aroma, renk ve antimikrobiyal özellikler kazandıran fenoller, karboniller ve organik asitler mevcuttur (Lingbeck ve ark., 2014). Farklı oranlarda sıvı tütü eklenerek

peynirlerin üretildiği bir çalışmada, artan tütsü miktarlarıyla orantılı şekilde peynirlerdeki asitliğin arttığı belirtilmiştir (Ammar ve ark., 2015). Genç (2019) ise, yüksek lisans tez çalışmasında meşe odun tozu tütsüsüne 1 gece maruz bırakarak ürettiği Çerkez peynirlerinin taze olanlardan istatistiksel açıdan farklı olmadığını, asitlik artışının sadece depolama süresiyle ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Tablo 4.18.'e göre tütsüleme işlemi ürünün başlangıç asitliğini artırırken, 90 günlük depolama sürecinde asitlik, tütsülenmiş ürünlerde daha yavaş artmıştır. Tütsüleme süresi arttıkça ürünlerdeki asitlik gelişimi de orantılı şekilde azalmıştır. Pıhtılaştırma sıcaklığındaki uygulama farklılığının (70°C ve 90°C) ise ürün asitliğine herhangi bir etkisi olmamıştır.

4.6.2. Suda çözünen azot ve olgunlaşma derecesi analiz sonuçları

Tablo 4.19.'da yer alan verilere homojenlik testinin ardından T-test uygulandığında, sütteki mevsimsel değişimlerin peynirin SÇA değeri üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür ($P > 0,05$). Endrizzi ve ark. (2012) 18 ay olgunlaştırılmış Trentingrana peynirine mevsimin etkisini incelemiş, pH 4,6'da çözünen azot oranlarını kışın üretilen peynirde % 1,48 ve yazın üretilen peynirde ortalama % 1,40 olarak ölçmüş ve bu değerlerin istatistiksel açıdan farklı olduğu sonucuna varmıştır.

Yaz ve kış peynirleri, ürün grupları ve depolama süreleri bazında incelendiğinde tütsüleme işleminin üründe SÇA değeri açısından hiçbir farklılığa neden olmadığı, raf ömrü boyunca bu durumun korunduğu belirlenmiştir (Tablo 4.19.). Depolama sürecinde ise SÇA değerinin tüm ürünlerde düzenli olarak arttığı, özellikle 90. günde artışların tüm ürünlerde istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Genç (2019), tezi kapsamında ürettiği taze Çerkez peynirinin 0. ve 90. depolama günlerinde SÇA miktarlarını sırasıyla % 0,259 ve % 0,331 olarak ölçmüş olup, bizim çalışmamızda da olduğu gibi tütsüleme işlemiyle bu değerlerin değişmediğini ortaya koymuştur. Shakeel-Ur-Rehman ve ark. (2003) da, soğuk tütsüleme yapılmış Cheddar peynirlerinde SÇA oranlarının tütsüleme işlemiyle değişmediğini belirtmiştir. Buna

karşılık aynı çalışmada, serbest amino asit miktarlarının tütsüleme sonrası önemli düzeyde arttığını ve bunun sebebinin anlaşılamadığını belirtmişlerdir.



Tablo 4.19. Üretilen peynirlerin depolama süresince suda çözünen azot analizi sonuçları

	SÇA (%)							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	0,263 ± 0,015	0,294 ± 0,012	0,373 ± 0,017	0,433 ± 0,012	0,222 ± 0,011	0,335 ± 0,012	0,388 ± 0,007	0,487 ± 0,015
HS*	a C	a C	a B	a A	a D	a C	a B	a A
70°C AZ İSLİ	0,285 ± 0,010	0,301 ± 0,010	0,364 ± 0,009	0,422 ± 0,009	0,232 ± 0,015	0,326 ± 0,020	0,381 ± 0,017	0,467 ± 0,019
HS*	a C	a C	a B	a A	a C	a B	a B	a A
70°C ÇOK İSLİ	0,276 ± 0,016	0,292 ± 0,018	0,329 ± 0,017	0,414 ± 0,011	0,227 ± 0,011	0,301 ± 0,008	0,373 ± 0,008	0,445 ± 0,004
HS*	a B	a B	a B	a A	a D	a C	a B	a A
90°C TAZE	0,250 ± 0,017	0,327 ± 0,008	0,374 ± 0,010	0,427 ± 0,009	0,214 ± 0,006	0,322 ± 0,017	0,383 ± 0,011	0,485 ± 0,017
HS*	a D	a C	a B	a A	a D	a C	a B	a A
90°C AZ İSLİ	0,272 ± 0,016	0,319 ± 0,013	0,337 ± 0,012	0,404 ± 0,010	0,233 ± 0,011	0,337 ± 0,010	0,384 ± 0,011	0,476 ± 0,014
HS*	a C	a B	a B	a A	a D	a C	a B	a A
90°C ÇOK İSLİ	0,274 ± 0,019	0,304 ± 0,026	0,335 ± 0,024	0,386 ± 0,034	0,216 ± 0,020	0,296 ± 0,007	0,385 ± 0,019	0,448 ± 0,011
HS*	a B	a AB	a AB	a A	a D	a C	a B	a A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tablo 4.20. Üretilen peynirlerin depolama süresince olgunlaşma derecesi analiz sonuçları

	Olgunlaşma Derecesi							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	9,77 ± 0,57	10,92 ± 0,45	13,82 ± 0,64	16,07 ± 0,44	7,83 ± 0,38	11,81 ± 0,43	13,69 ± 0,23	17,17 ± 0,52
HS*	a C	a C	a B	a A	ab D	a C	a B	a A
70°C AZ İSLİ	10,32 ± 0,35	10,90 ± 0,35	13,19 ± 0,31	15,30 ± 0,31	8,08 ± 0,51	11,37 ± 0,71	13,27 ± 0,59	16,29 ± 0,65
HS*	a C	a C	ab B	ab A	a C	a B	ab B	ab A
70°C ÇOK İSLİ	9,27 ± 0,54	9,79 ± 0,61	11,04 ± 0,58	13,90 ± 0,37	7,31 ± 0,34	9,71 ± 0,27	12,01 ± 0,27	14,35 ± 0,12
HS*	a B	a B	c B	bc A	ab D	bc C	bc B	c A
90°C TAZE	8,72 ± 0,59	11,40 ± 0,28	13,03 ± 0,36	14,89 ± 0,32	7,25 ± 0,22	10,93 ± 0,58	13,00 ± 0,37	16,46 ± 0,56
HS*	a D	a C	ab B	ab A	ab D	ab C	abc B	ab A
90°C AZ İSLİ	9,12 ± 0,52	10,71 ± 0,44	11,32 ± 0,40	13,56 ± 0,33	7,41 ± 0,34	10,69 ± 0,30	12,19 ± 0,33	15,12 ± 0,44
HS*	a C	a B	bc B	bc A	ab D	ab C	bc B	bc A
90°C ÇOK İSLİ	8,79 ± 0,61	9,75 ± 0,84	10,73 ± 0,76	12,38 ± 1,09	6,55 ± 0,60	8,99 ± 0,21	11,69 ± 0,58	13,62 ± 0,33
HS*	a B	a AB	c AB	c A	b D	c C	c B	c A

* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Olgunlaşma derecesi açısından incelendiğinde (Tablo 4.20.), 6 saat tütülenmiş ürünlerin taze peynirden depolama sürecinde farklılaştığı, bu farklılaşmanın yazın 60. günden itibaren, kışın ise 30. günden itibaren istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olarak ortaya çıktığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre olgunlaşma derecesindeki artışın depolama sırasında, artan tütüleme süresiyle orantılı şekilde azaldığı söylenebilir.

Milesi ve ark. (2007), ürettikleri yumuşak peynirin depolamanın 3., 30. ve 60. günlerinde pH 4,6'daki olgunlaşma derecesini sırasıyla 5,5, 11,8 ve 15,1 olarak ölçmüşlerdir. Bu değerler, bizim çalışmamızda üretilen peynirin olgunlaşma derecesinden raf ömrü başında daha düşük olup 30. ve 60. günlerde daha yüksek ölçülmüştür; rennet ve starter streptokok içeriği nedeniyle proteolizi daha hızlı gerçekleşmiştir. Parlak (2016), doktora tezi kapsamında üretilen taze Çerkez peynirinde olgunlaşma derecesini depolamanın 1 ve 90. günlerinde sırasıyla 2,87 ve 37,70 olarak ölçmüştür. Bu değerlere göre proteoliz seviyesi, 90 günlük depolama süresince bizim çalışmamızdakinden çok daha yüksek ölçülmüştür. Tez çalışması incelendiğinde pH düşüşünün de bizim çalışmamızdakinden daha hızlı gerçekleştiği görülmüştür. Olgunlaşma hızındaki farklılıkların üretim tekniğindeki değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Gezmiş (2019), bizim çalışmamıza benzer şekilde, taze Çerkez peynirinin raf ömrü başında 10,2 olarak ölçtüğü olgunlaşma derecesini, raf ömrünün 90. gününde 14,0 olarak ölçmüştür.

4.6.3. Toplam serbest yağ asidi analiz sonuçları

Serbest azot miktarı ürünün proteolitik aktivitesinin bir göstergesi iken, serbest yağ asidi oluşumu lipolitik aktivitenin sonucudur ve uçuculuk özelliklerinden dolayı ürünün aromasını proteolizden çok daha fazla etkilemektedir (McSweeney ve ark., 2006). TSYA miktarı, proses, olgunlaştırma ve depolama sırasında ürünün kalitesini belirleyen önemli bir göstergedir. Ürüne aroma, yapısal nitelik ve kalite kazandıran, fakat aşırısının ürünün raf ömrünü sınırlandırdığı bir kriterdir (McSweeney ve Sousa, 2000). Çalışma kapsamında üretilen peynirlerin TSYA miktarları Tablo 4.21.'de verilmiştir.

Tablo 4.21. Üretilen peynirlerin depolama süresince toplam serbest yağ asidi analiz sonuçları

	TSYA							
	YAZ				KİŞ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
70°C TAZE	0,102 ± 0,025	0,176 ± 0,023	0,199 ± 0,043	0,389 ± 0,022	0,131 ± 0,042	0,211 ± 0,026	0,224 ± 0,015	0,303 ± 0,024
HS*	a B	b B	b B	c A	a B	b AB	b AB	d A
70°C AZ İSLİ	0,131 ± 0,016	0,225 ± 0,025	0,264 ± 0,031	0,483 ± 0,009	0,129 ± 0,029	0,214 ± 0,048	0,241 ± 0,023	0,347 ± 0,016
HS*	a C	b B	b B	b A	a C	b BC	b AB	cd A
70°C ÇOK İSLİ	0,184 ± 0,038	0,366 ± 0,001	0,458 ± 0,029	0,737 ± 0,016	0,191 ± 0,040	0,351 ± 0,013	0,465 ± 0,029	0,672 ± 0,019
HS*	a D	a C	a B	a A	a D	a C	a B	a A
90°C TAZE	0,099 ± 0,046	0,192 ± 0,035	0,226 ± 0,007	0,416 ± 0,012	0,135 ± 0,048	0,191 ± 0,023	0,254 ± 0,013	0,411 ± 0,044
HS*	a C	b BC	b B	c A	a B	b B	b B	b A
90°C AZ İSLİ	0,122 ± 0,050	0,225 ± 0,017	0,273 ± 0,019	0,491 ± 0,022	0,146 ± 0,029	0,230 ± 0,049	0,317 ± 0,037	0,498 ± 0,022
HS*	a C	b BC	b B	b A	a C	b BC	b B	bc A
90°C ÇOK İSLİ	0,155 ± 0,011	0,387 ± 0,022	0,468 ± 0,024	0,716 ± 0,014	0,174 ± 0,036	0,395 ± 0,031	0,501 ± 0,044	0,758 ± 0,025
HS*	a D	a C	a B	a A	a C	a B	a B	a A

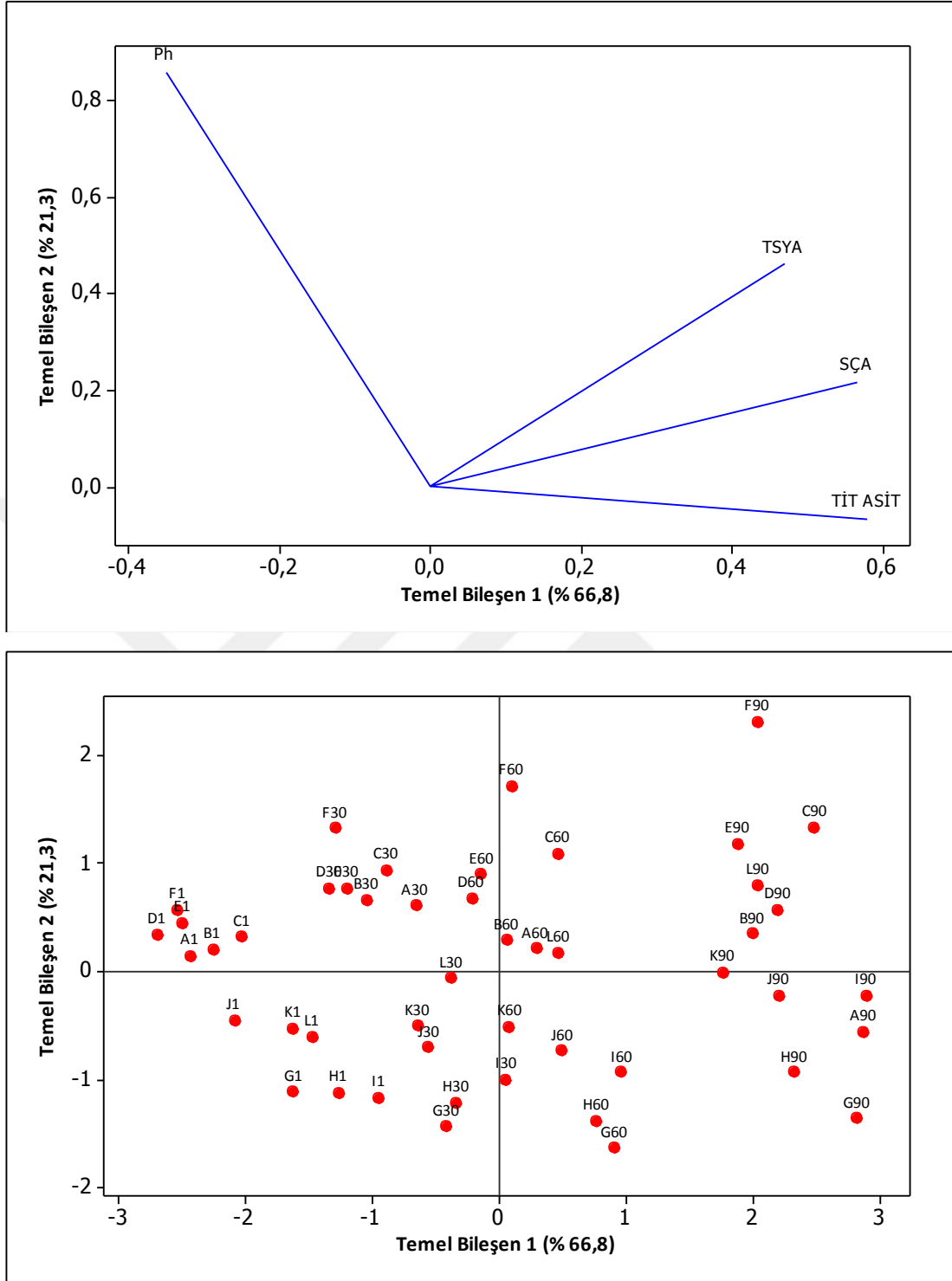
* HS: $P < 0,01$ 'e göre aynı gün örnekler arası gözlenen farklılık durumu küçük harflerle, aynı örnekte günler arası gözlenen farklılık durumu büyük harflerle gösterilmiştir. Yaz ve kış peynirleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Sütteki mevsimsel değişimlerin peynirin TSYA değeri üzerine anlamlı bir etkisi görülmemiştir ($P > 0,05$). Tütsüleme işleminin, depolama başında üründeki TSYA miktarına etkisinin gözlenmediği ($P > 0,01$), fakat depolamanın 30. gününden itibaren 6 saatlik tütsülemeyle, 90. gününde ise 2,5 saatlik tütsülemeyle TSYA miktarının önemli ölçüde arttığı ($P < 0,01$) belirlenmiştir. Idiazabal peynirinde tütsüleme ve depolama sürecinin incelendiği bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Nájera ve ark., 1994). Polonyada üretilen tütsülü peynirlerin piyasa araştırması üzerine yapılan bir çalışmada ise tütsülenmiş peynirlerin tütsülenmemiş taze peynirlere göre daha yüksek miktarda kısa zincirli yağ asidi ve daha düşük miktarda doymuş yağ asidi içerdiği belirlenmiştir (Paszczyk ve ark., 2020). Kısa zincirli yağ asitlerinin peynirde aromayı geliştiren bileşenler olduğu bilinmektedir (McSweeney ve ark., 2006). Nieva-Echevarría ve ark. (2017)'nin buldukları araştırma sonuçlarının, sıvı tütsü aroması kullanımının üründe lipolitik aktiviteyi yavaşlattığını gösteren ilk bulgular olduğunu belirtse de; bizim çalışmamız ve yukarıda belirtilen diğer çalışmalar, tütsüleme işlemiyle lipolitik aktivitenin arttığını göstermektedir.

Depolama süresince tüm ürünlerde TSYA miktarı artış göstermiştir (Tablo 4.21.). Domiati peynirinde yapılan raf ömrü çalışmasında da 90 günlük depolama sürecinde bizim çalışmamızda olduğu gibi TSYA miktarı depolama başlangıcındakinin 3-4 katına çıkmıştır (Ammar ve ark., 2015). Tablo 4.21.'deki analiz sonuçları incelendiğinde lipolizin zincirleme reaksiyon sonucu raf ömrü sırasında katlanarak arttığı görülmüştür. En büyük artışlar 60. günden 90. güne kadar olan depolama sürecinde görülmüştür.

4.6.4. Raf ömrü olgunlaşmasına ait kimyasal analiz sonuçlarının temel bileşen analizi ve veri dağılım yükleri

Raf ömrü sırasında olgunlaşma kimyasal analizlerinde gözlenen değişim temel bileşen analiziyle incelenmiş ve sonuçlar Şekil 4.17.'de verilmiştir. Buna göre ürünlerin pH değerleri düşerken TSYA, SÇA ve titrasyon asitliği değerleri pozitif yönde artmıştır.



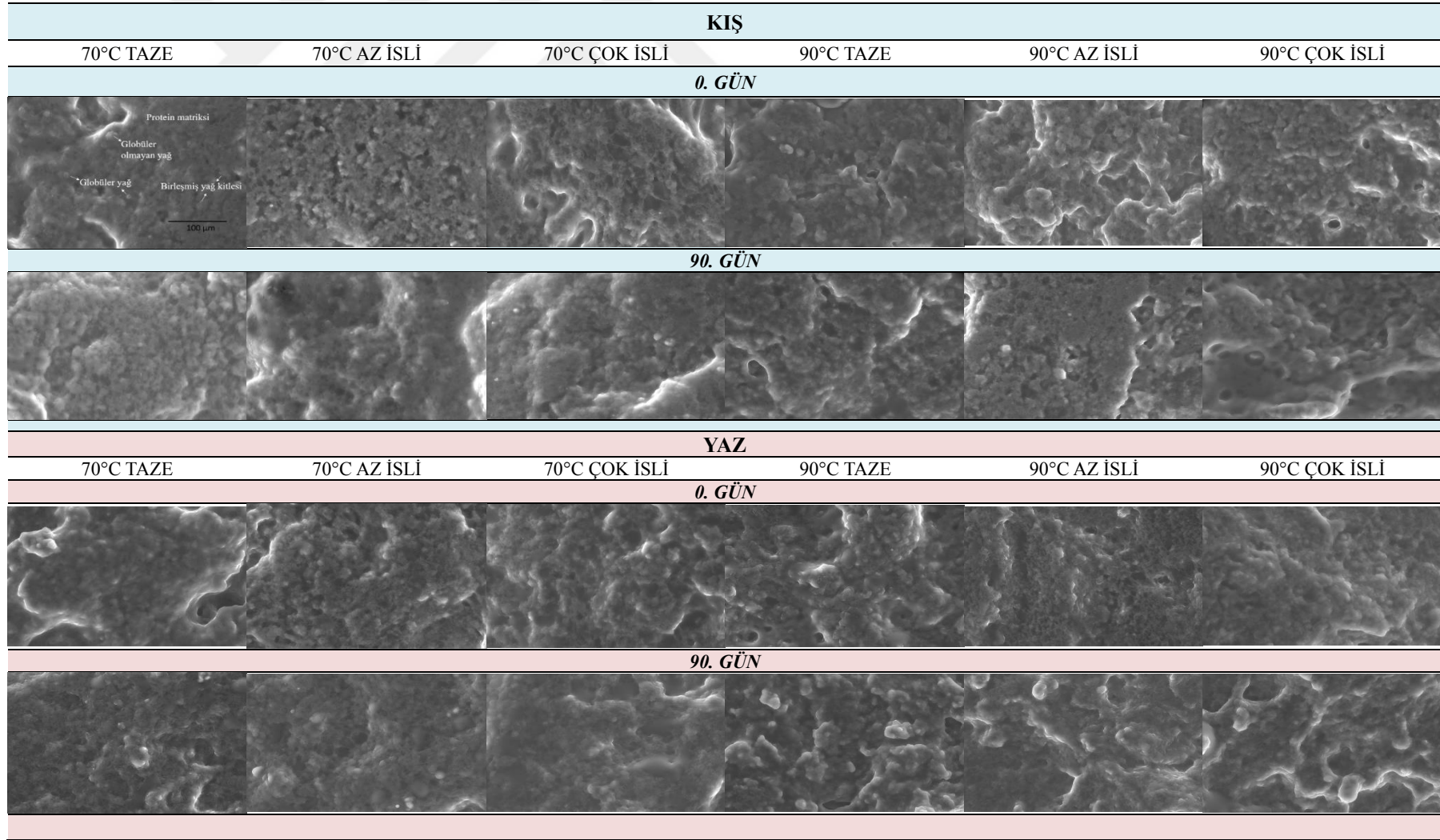
A: 70°C taze kış, B: 70°C az isli kış, C: 70°C çok isli kış, D: 90°C taze kış, E: 90°C az isli kış, F: 90°C çok isli kış, G: 70°C taze yaz, H: 70°C az isli yaz, I: 70°C çok isli yaz, J: 90°C taze yaz, K: 90°C az isli yaz, L: 90°C çok isli yaz. Harflendirmenin yanında yer alan 1, 30, 60 ve 90 raf ömrü depolama günleridir.

Şekil 4.17. Raf ömrü olgunlaşmasına ait kimyasal analiz sonuçlarının temel bileşen analizi ve veri dağılım yükleri

4.7. Mikroyapı Değerlendirme Sonuçları

Peynirin mikroyapısı, yağ, su, mineraller, bakteri kolonileri ve metabolitleri gibi birçok bileşeni içine alan bir protein matriksi şeklinde karmaşık bir sistemdir. Bu yapı peynirin üretimi, olgunlaşması ve depolanması sırasında sürekli değişime uğrayan canlı bir sistemdir (Lucey ve ark., 2003). Fizikokimyasal özellikleri ve besinsel biyoyararlılık özelliği de mikroyapıyla ilişkilidir (Parada ve Aguilera, 2007). İstenilen tekstürün elde edilmesi için peynirin mikroyapısının bilinmesi önemlidir; sertlik, kırılganlık, elastikiyet gibi makro özellikler mikroyapı tarafından kontrol edilir.

Çalışma kapsamında üretilen peynirlerin mikroyapıları Şekil 4.17.'de verilmiştir. 1000x büyütme ile elde edilen görüntülerde protein matriksinin içerisinde dağılmış olan globüler yağ ve birleşmiş yağ kitleleriyle boşluklu yapılar gözlenmiştir.



Şekil 4.18. Yaz ve kış peynirlerinde uygulanan işlemler ve depolama sonucunda elde edilen mikroyapı görüntüleri.

Kışın ve yazın üretilen 70°C ve 90°C’de pıhtılaştırılan taze, az isli ve çok isli peynirlerin 0. ve 90. günlerinde mikroyapıları incelendiğinde protein matriksinin 70°C’de pıhtılaştırılan peynirlerde daha düzgün ve daha sürekli yapıda olduğu, daha ince protein dizilerinin mevcut olduğu gözlenmiştir. 90°C’de pıhtılaştırılan peynirlerde boşluklu ve kırılğan yapılar fazladır, kaba ve düzensiz bir yapı gözlenmiştir. Kazein partiküllerinin aggregasyonunu tetikleyen hidrofobik etkileşimlerin yüksek sıcaklıkta daha fazla gözlendiği (Madadlou ve ark., 2006) ve protein ağ yapısındaki kırılmaların kazein agregatı oluşumunun artmasıyla gerçekleştiği (Lucey ve ark., 1997) bilinmektedir. Çalışma kapsamındaki peynirler 90°C’de pıhtılaştırıldığında, kazein partiküllerinin aggregasyonu artmış, protein zincirleri sıkışmış, bu da sarmallarda iç basıncı artırarak sineresisi desteklemiş (van Vliet ve ark., 1991) ve bunun sonucunda 70°C’de pıhtılaştırılardan daha büyük kümelenmeler ve daha büyük boşluklu yapılar oluşmuştur. Tütsüleme süresindeki artışların da sineresisi desteklediği ve kırılğanlığı artırdığı gözlenmiştir. Depolamanın 90. gününde ise yağ globülleri azalmış, birleşmiş yağ kitleleri artmıştır. Bunun muhtemel sebebi yağ globüllerini yerinde tutan protein matriksinin bozulmuş olmasıdır (Tunick ve ark., 1993). Yaz ve kış peynirleri arasında mikroyapı farklılığı gözlenmemiştir.

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

İsli Çerkez peynirinin üretim proses optimizasyonunun ve raf ömrü analiz sonuçlarının sanayiye önemli bir kaynak sağlaması çalışmanın temelini teşkil etmiştir. Bu kapsamda, isli Çerkez peyniri üretimi için tesis kurulmuş, cidardan ısıtmalı pastörizasyon ünitesinde PAS ve LA ile pıhtılaştırılarak üretilen peynirler, plastik süzgeçli kalıplara alınıp tuzlanmış, dinlendirilmiş ve tütsülenecek gruplar için üretilen tütsüleme fırınında meşe odunu talaşı yakılarak tütsüye maruz bırakılmıştır. Yaz ve kış sütleriyle üretimleri yapılan Çerkez peynirleri 70°C ve 90°C'lik iki farklı sıcaklıkta pıhtılaştırılarak üretilmiş ve tütsülenmemiş (taze), 2,5 saat tütsülenmiş (az isli) ile 6 saat tütsülenmiş (çok isli) ürünler olarak gruplandırılmıştır. Ürünlerin randımanları ve genel kimyasal bileşimleri belirlenmiş, 90 günlük depolama süresince belirli aralıklarla (1., 30., 60. ve 90. günlerde) mikrobiyolojik, duysal, tekstürel analizlerle olgunlaşma kriterlerini belirleyen pH, titrasyon asitliği, SÇA, OD ve TSYA analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, depolamanın 1. ve 90. günlerinde ürünlerin mikroyapıları incelenmiştir.

Randımanın kışın arttığı, 6 saatlik tütsüleme işlemiyle ise % 4 kadar düştüğü gözlenirse de, bu farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir. Yaz sütüyle üretilen peynirlerde KM beklendiği üzere düşük ölçülmüştür. 2,5 saatlik tütsülemenin KM'ye etkisi düşük olurken 6 saatlik tütsülemeyle önemli ölçüde artış gözlenmiştir. Yağ ve protein KM'de bakıldığında mevsimsel olarak değişmemiştir. Pıhtılaştırma sıcaklığı ve tütsüleme işleminin de bu değerlere istatistiksel açıdan önemli bir etkisi olmamıştır.

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarında hem TMAB hem de küf-maya miktarları açısından 6 saatlik tütsüleme işlemi sonucunda iyileşme görülmüştür. Ürünlerin hiçbirinde koliforma rastlanmamıştır.

Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, soğuk tutsüleme yapılmış olmasına rağmen ürünlerdeki renk değişimi ayırt edilebilmiştir. Çok isli ürünler oldukça sarı-kahverengi tonda elde edilmiştir. Tutsüleme işlemiyle hem analitik hem de duyusal açıdan sertlik değerleri de artmıştır. Ayrıca 90°C’de pıhtılaştırma işlemi de 70°C’lik uygulamaya göre KM’leri daha yüksek, tekstürleri daha sert ürünler elde edilmesini sağlamıştır. 90°C’lik pıhtılaştırma, ürünlerdeki elastikiyeti de artırmıştır. Bazı ürünlerde elastikiyet, tutsüleme işlemiyle de artmıştır. Panelistlere ağızda dağılma hissinin sorulduğu yapı değerlendirmesinde raf ömrü sırasında ürünlerde farklılık gözlenmezken tutsüleme işlemiyle iyileşmenin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yaz peynirlerinin sıklık ve çiğnenebilirlik değerlerinin kış peynirinden daha düşük olduğu, fakat bu farkın istatistiksel açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yaklaşık % 1 tuz içeren tüm peynirler “az tuzlu” olarak değerlendirilmiş ve tutsüleme işleminin tuzlu tat algısına bir katkısı olmamıştır. Yoğurdumsu ve ekşimsi tatta taze peynirlerde raf ömrü boyunca artış olduğu belirlenmiş, tutsüleme süresiyle orantılı olarak bu artışın azaldığı belirlenmiştir. Çok isli ürünlerde yoğurdumsu ve ekşi tatlarda depolama süresince bir değişim olmamıştır. Tat değerleri çok isli ürünlerde ortalamanın (5 puanın) üzerinde puanlar alsa da, tutsü yoğunluğu bu ürünlerde fazla bulunmuştur. 2,5 saatlik tutsülemeyle üretilen ürünlerdeki tutsü yoğunluğu ise istenilen aroma şiddetinde bulunmuştur. Beğeni puanları isli ürünlerde raf ömründe aynı kalırken taze ürünlerde 60. depolama gününde önemli ölçüde düşmüştür.

Olgunlaşmayı belirleyen analiz sonuçlarından pH değerleri, raf ömrü sırasında yaz sütüyle üretilen taze ürünlerde hızla düşmüştür. Tutsüleme süresi arttıkça depolama sırasındaki pH düşüşü yaz peynirlerinde azalmıştır. Kış peynirlerinde ise ürünler arasında ve depolama süresince istatistiksel açıdan pH farklılığı gözlenmemiştir. Çiğ süt pH’ları aynı olmasına rağmen kış peynirlerinde üretim sonrası pH değerleri yaz peynirlerinden daha yüksek ölçülmüştür. Titrasyon asitliğinde ise mevsimsel bir farklılık gözlenmemiştir. Bu konunun proteinlerin tamponlama etkisi de göz önüne alınarak incelenmesi gerekmektedir.

Depolama sırasında tüm ürünlerde asitlik artışı gözlenirse de, tutsüleme işlemiyle asitlik artış hızının azaldığı gözlenmiştir. Bunun nedenlerinin mikrobiyal iyileşme ve kuru

madde artışı (serbest suda azalma) olduğu düşünülmektedir. SÇA değerinde tütülemenin istatistiksel bir etkisinin bulunmadığı, depolamayla arttığı belirlenmiştir. OD değerine göre raf ömründe tütüleme işlemi sonucunda proteoliz yavaşlamıştır. Lipolizde ise tütülemenin etkisinin tam tersi yönde olduğu görülmüştür. TSYA değeri tütülenmiş ürünlerde 90 günlük depolama süresince hızla artmıştır ve bu artış tütüleme süresiyle de orantılı gerçekleşmiştir.

Mikroyapıları incelendiğinde 90°C’de pıhtılaştırılan ürünlerin 70°C’lik pıhtılaştırma yapılan ürünlere göre daha büyük agregatlar oluşturduğu ve bunun da peynirde daha büyük boşluklu yapılara neden olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda geleneksel isli Çerkez peyniri üretiminin sanayiye uyarlanabileceği ortaya konulmuştur. Üretilcek Çerkez peynirinin pıhtılaştırma sıcaklığı ve tütüleme süresi gibi önemli parametrelerin de bu tez sonucunda belirlenebilmesi mümkün olmuştur. Ayrıca üretimlerde gözlenecek mevsimsel farklılıkların hangi boyutta olacağı ve ürünlerin raf ömrünün ne kadar süreyle sınırlandırılacağı da bu çalışmayla gösterilmiştir. Hem yaz hem kış için üçer tekerrürlü üretim gerçekleştirilerek üretimlerin tekrarlanabilirliği de ortaya konulmuştur. Bundan sonraki aşamada geleneksel ürün özelliklerini korumak için coğrafi işaretlemenin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Adhikari, K., Heymann, H., Huff, H. E. (2003). Textural characteristics of lowfat, fullfat and smoked cheeses: Sensory and instrumental approaches. *Food Quality and Preference*, 14(3), 211–218. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00067-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00067-8)
- Ahmad, J. I. (2003). Applications of Smoking. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 1997, 5309–5316. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/01094-4>.
- Ammar, E. M. A., Ismail, M. M., El-Metwally, R. I. (2015). Effect of adding smoke liquid or powder to goat's milk on some characteristics of Domiatti cheese. 2(2), 47–56.
- Amran, A. M., Abbas, A. A. (2011). Microbiological Changes and Determination of Some Chemical Characteristics for Local Yemeni Cheese. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 4(2), 93–100.
- Anonim. (2002). European Comission, 2002. IP/02/1240 Brussels. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_02_1240
- Aslam, M., Hurley, W. L. (1997). Proteolysis of milk proteins during involution of the bovine mammary gland. *Journal of Dairy Science*, 80, 2004–2010. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76144-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76144-7)
- Atasoy, A. F. (2004). Farklı Tür Sütlerden Yapılan Urfa Peynirlerinin Nitelikleri Üzerine Değişik Pastörizasyon Normlarının ve Starter Kültürlerinin Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aydinol, P. (2010). Farklı dumanlama tekniklerinin füme Çerkez peynirinin özellikleri üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Baranowska, H. M., Tomaszewska-Gras, J., Cais-Sokolińska, D., Bierzuńska, P., Kaczyński, Ł. K. (2017). Difuzivnost vode i toplinska svojstva dimljenog mekog sira. *Mljekarstvo*, 67(3), 188–196. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2017.0303>
- Barron, L. J. R., Fernández de Labastida, E., Perea, S., Chávarri, F., De Vega, C., Soledad Vicente, M., Isabel Torres, M., Isabel Nájera, A., Virto, M., Santisteban, A., Pérez-Elortondo, F. J., Albisu, M., Salmerón, J., Mendiá, C., Torre, P., Clemente Ibáñez, F., De Renobales, M. (2001). Seasonal changes in the composition of bulk raw ewe's milk used for Idiazabal cheese manufacture. *International Dairy Journal*, 11(10), 771–778. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00120-0](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00120-0)

- Berkok, M. (1994). Kuzey Kafkas mutfak kültürü ve yemekleri, Şapsığ-Abzah-Hatkoy-Kabartay-Besney-Abaza-Ubih-Asetin-Çeçen-Dağıstan-Karaça Malkar. Takav Matbaacılık.
- Betrozov, R., Uravelli, O. (Çev. . (2009). Çerkeslerin etnik tarihi. KafDav Yayınları.
- Bridson, E. Y. (1998). The Oxoid manual (8th ed.). Oxoid.
- Büyükoğlu, T., Secilmis Canbay, H., Canbaz, A. A., Uyguralp, İ. C., Tuncer, E. (2017). Effect of Feeding Management and Seasonal Variation on Fatty Acid Composition and Tocopherol Content of Cows ' Milk in Region of West Mediterranean , Turkey. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), 85–91.
- Calzada, J., del Olmo, A., Picon, A., Nuñez, M. (2014). Effect of high-pressure-processing on lipolysis and volatile compounds of Brie cheese during ripening and refrigerated storage. *International Dairy Journal*, 39(2), 232–239. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.07.007>
- Cardinal, M., Knockaert, C., Torrissen, O., Sigurgisladottir, S., Morkore, T., Thomassen, M., Luc Vallet, J. (2001). Relation of smoking parameters to the yield, colour and sensory quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Research International*, 34(6), 537–550. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00069-2](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00069-2)
- Caridi, A., Micari, P., Caparra, P., Cufari, A., Sarullo, V. (2003). Ripening and seasonal changes in microbial groups and in physico-chemical properties of the ewes' cheese Pecorino del Poro. *International Dairy Journal*, 13(2–3), 191–200. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00157-7](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00157-7)
- Chandan, R. C. (2007). Cheese varieties made by direct acidification of Hot Milk. In *Handbook of Food Products Manufacturing* (pp. 635–650).
- Chen, B., Lewis, M. J., Grandison, A. S. (2014). Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chemistry*, 158, 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.118>
- Conde, F. J., Ayala, J. H., Afonso, A. M., González, V. (2005). Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoke used to smoke cheese produced by the combustion of rock rose (*Cistus monspeliensis*) and tree heather (*Erica arborea*) wood. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(1), 176–182. <https://doi.org/10.1021/jf0492013>
- Czyżak-Runowska, G., Wójtowski, J. A., Gogół, D., Wojtczak, J., Skrzypczak, E., Stanisławski, D. (2020). Properties of rennet cheese made from whole and skimmed summer and winter milk on a traditional polish dairy farm. *Animals*, 10(10), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ani10101794>
- Delahunty, C. M., Piggott, J. R. (1995). Current methods to evaluate contribution and interactions of components to flavour of solid foods using hard cheese as an example. *International Journal of Food Science Technology*, 30(5), 555–570. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb01403.x>

- El Zoghby, A. S., Gamal El-Din, A. M., El-Sharaihy, W. E. (2009). Technological and Chemical Study on White Cheese (Queso Blanco) Ii- Effect of Type of Milk on the Quality of Queso Blanco Cheese. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 34(5), 4675–4684. <https://doi.org/10.21608/jfds.2009.113675>
- Endrizzi, I., Fabris, A., Biasioli, F., Aprea, E., Franciosi, E., Poznanski, E., Cavazza, A., Gasperi, F. (2012). The effect of milk collection and storage conditions on the final quality of Trentingrana cheese: Sensory and instrumental evaluation. *International Dairy Journal*, 23(2), 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.10.004>
- Farkye, N. Y. (2004). Acid- and Acid / Rennet-curd Cheeses Part C : Acid-heat Coagulated Cheeses. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Vol. 2, pp. 343–348). [https://doi.org/10.1016/S1874-558X\(04\)80051-4](https://doi.org/10.1016/S1874-558X(04)80051-4)
- Farkye, N. Y. (2017). Acid-Heat Coagulated Cheeses. In *Cheese* (Fourth Edi). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4/00044-2>
- Farkye, N. Y., Imafidon, G. I. (1995). Thermal denaturation of indigenous milk enzymes. In P F Fox (Ed.), *Heat-induced Changes in Milk* (2nd ed., pp. 331–348).
- Fox, P. F. (1989). Proteolysis During Cheese Manufacture and Ripening. *Journal of Dairy Science*, 72(6), 1379–1400. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79246-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79246-8)
- Fox, P F, Kelly, A. L. (2006). Indigenous enzymes in milk: Overview and historical aspects—Part 1. *International Dairy Journal*, 16(6), 500–516. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.09.013>
- Fox, P F, Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., O'Mahony, J. A. (2015). *Dairy Chemistry and Biochemistry* (2nd ed.). Springer International Publishing Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14892-2>
- Fox, Patrick F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L. H. (2016). Fundamentals of cheese science, second edition. In *Fundamentals of Cheese Science, Second Edition*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9>
- Fox, Patrick F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L. H. (2017). Fundamentals of Cheese Science. In *Fundamentals of Cheese Science* (2nd Editio). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9_19
- Fresno, M., Pino, V., Álvarez, S., Darmanin, N., Fernández, M., Guillén, M. D. (1999). The effects of the smoking materials used in the sensory characterisation of the Palmero (PDO) cheeses. 199(67), 195–199.
- Fresno, M., Pino, V., Álvarez, S., Darmanin, N., Fernández, M., Guillén, M. D. (2005). The effects of the smoking materials used in the sensory characterisation of the Palmero (PDO) cheeses. In H. Ben Salem, K. Biala, E. Molina Alcaide, P. Morand-Fehr (Eds.), *Sustainable grazing, nutritional utilization and quality of sheep and goat products* (Vol. 67, pp. 195–199). Zaragoza : CIHEAM. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a67/06600042.pdf>

- Fröhlich-Wyder, M. T., Bachmann, H. P. (2004). Cheeses with propionic acid fermentation. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 2(C), 141–XV. [https://doi.org/10.1016/S1874-558X\(04\)80042-3](https://doi.org/10.1016/S1874-558X(04)80042-3)
- Fujimaki, M., Kim, K., Kurata, T. (1974). Analysis and comparison of flavor constituents in aqueous smoke condensates from various woods. *Agricultural and Biological Chemistry*, 38(1), 45–52. <https://doi.org/10.1080/00021369.1974.10861116>
- Gallardo-Escamilla, F. J., Kelly, A. L., Delahunty, C. M. (2005). Sensory characteristics and related volatile flavor compound profiles of different types of whey. *Journal of Dairy Science*, 88(8), 2689–2699. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72947-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72947-7)
- Gasparini, G. B. F. B., Amorim, F. R., de Souza Correa, S., Bruzaroski, S. R., Fagnani, R., de Souza, C. H. B., Damião, B. C. M., de Santana, E. H. W. (2020). Psychrotrophs in raw milk: effect on texture, proteolysis index, and sensory evaluation of smoked provolone cheese. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(8), 3291–3296. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10329>
- Gastaldi, E., Lagaude, A., De La Tarodo Fuente, B. (1996). Micellar transition state in casein between pH 5.5 and 5.0. *Journal of Food Science*, 61(1), 59–64. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb14725.x>
- Genç, A. (2019). Farklı materyaller (findık kabuğu ve meşe odun tozu) ile yapılan dumanlamanın Çerkez peynirinin depolama süresince fiziko-kimyasal özellikleri ve uçucu aroma profiline etkisi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Gezmiş, Y. E. (2019). Geleneksel Çerkez peynirine ilave edilen baharatların olgunlaşmaya etkisinin belirlenmesi. In Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Giaccone, D., Revello-Chion, A., Galassi, L., Bianchi, P., Battelli, G., Coppa, M., Tabacco, E., Borreani, G. (2016). Effect of milk thermisation and farming system on cheese sensory profile and fatty acid composition. *International Dairy Journal*, 59, 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.02.047>
- Guillén, M. D., Manzanos, M. J. (2005). Characteristics of smoke flavourings obtained from mixtures of oak (*Quercus* sp.) wood and aromatic plants (*Thymus vulgaris* L. and *Salvia lavandulifolia* Vahl.). *Flavour and Fragrance Journal*, 20(6), 676–685. <https://doi.org/10.1002/ffj.1599>
- Guillén, M. D., Palencia, G., Ibargoitia, M. L., Fresno, M., Sopelana, P. (2011). Contamination of cheese by polycyclic aromatic hydrocarbons in traditional smoking. Influence of the position in the smokehouse on the contamination level of smoked cheese. *Journal of Dairy Science*, 94(4), 1679–1690. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2010-3647>
- Guinee, T. P., Feeney, E. P., Auty, M. A. E., Fox, P. F. (2002). Effect of pH and calcium concentration on some textural and functional properties of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 85(7), 1655–1669. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74238-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74238-0)

- Guinee, Timothy P. (2016). Protein in Cheese and Cheese Products: Structure-Function Relationships. In P. L. H. McSweeney J. A. O'Mahony (Eds.), *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1B: Proteins: Applied Aspects* (pp. 347–415). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2800-2_14
- Gutiérrez-Méndez, N., Vallejo-Cordoba, B., González-Córdova, A. F., Nevárez-Moorillón, G. V., Rivera-Chavira, B. (2008). Evaluation of aroma generation of *Lactococcus lactis* with an electronic nose and sensory analysis. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 49–57. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0193>
- Hamburg, A., Hamburg, A. (1991). N-NITROSOPROLINE AND N-NITROSOSARCOSINE IN ESTONIAN FOODSTUFFS. *Journal of Food Safety*. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.1991.tb00073.x>
- Harrison, R. (2006). Milk xanthine oxidase: Properties and physiological roles. *International Dairy Journal*, 16(6), 546–554. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.08.016>
- Harwalkar, V., Kalab, M. (1988). The Role of B-Lactoglobulin in the Development of the Core-and-Lining Structure of Casein Particles in Acid-Heat-Induced Milk Gels. *Food Structure*, 7(2), 7.
- Hermansson, A.-M. (1994). Microstructure of protein gels related to functionality. In R. Y. Yada, R. L. Jackman, J. L. Smith (Eds.), *Protein Structure-Function Relationships in Foods* (pp. 22–42). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2670-4_2
- Hydamaka, A. W., Wilbey, R. A., Lewis, M. J., Kuo, A. W. (2001). Manufacture of heat and acid coagulated cheese from ultra ® ltered milk retentates. 34.
- İlhan, E. (2012). Tütsülenmiş ve tütsülenmemiş Çerkez peynirlerinin fiziksel, kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri. In Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- International Dairy Federation, I. (2001). IDF (2001). Milk. Determination of nitrogen content. Part 5: Determination of protein nitrogen content. Standard 020.5.
- International Dairy Federation, I. (2004). ISO 5534:2004 (IDF 4:2004). Cheese and processed cheese - Determination of the total solids content (Reference method).
- International Standardization Organization, I. (2006). ISO 5943:2006 (IDF 88: 2006). Cheese and processed cheese—determination of chloride content, Potentiometric titration method.
- International Standardization Organization, I. (2008). ISO 3433:2008 (IDF 222: 2008). Cheese, determination of fat content—Van Gulik method.
- Jaeggi, J. J., Wendorff, W. L., Romero, J., Berger, Y. M., Johnson, M. E. (2005). Impact of seasonal changes in ovine milk on composition and yield of a hard-pressed cheese. *Journal of Dairy Science*, 88(4), 1358–1363. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72802-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72802-2)
- Johnson, M., Law, B. A. (2010). The Origins, Development and Basic Operations of Cheesemaking Technology. In *Technology of Cheesemaking: Second Edition*. <https://doi.org/10.1002/9781444323740.ch2>

- Joshi, N. S., Jhala, R. P., Muthukumarappan, K., Acharya, M. R., Mistry, V. V. (2004). Textural and rheological properties of processed cheese. *International Journal of Food Properties*, 7(3), 519–530. <https://doi.org/10.1081/JFP-200032962>
- Kalab, M., Modler, H. W. (1985). Development of microstructure in a cream cheese based on Queso Blanco cheese. *Food Microstructure*, 4(1), 89–98.
- Kamber, U. (2005). Geleneksel Anadolu peynirleri. *Miki Matbaacılık*.
- Keller, B., Olson, N. F., Richardson, T. (1974). Mineral Retention and Rheological Properties of Mozzarella Cheese Made by Direct Acidification. *Journal of Dairy Science*, 57(2), 174–180. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(74\)84856-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(74)84856-3)
- Kilcawley, K. N. (2017). Cheese Flavour. In *Fundamentals of Cheese Science* (pp. 443–474). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9_13
- Kitchen, B. J. (1985). Indigenous Milk Enzymes. In *Developments in Dairy Chemistry-3* (pp. 239–279).
- Kljajevic, N. V., Tomasevic, I. B., Miloradovic, Z. N., Nedeljkovic, A., Miocinovic, J. B., Jovanovic, S. T. (2018). Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 299–303. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2938-4>
- Koçak, C., Güzel-Seydim, Z. B. (2011). Kazein Kimyası ve Sütün Pıhtılaşma Mekanizması. In *Peynir Biliminin Temelleri* (pp. 53–78).
- Koksal, Z., Gulcin, I., Ozdemir, H. (2016). An important milk enzyme: lactoperoxidase. In *Milk Proteins - From Structure to Biological Properties and Health Aspects* (pp. 141–156). <https://doi.org/10.5772/64416>
- Kostyra, E., Barylko-Pikielna, N. (2007). The effect of fat levels and guar gum addition in mayonnaise-type emulsions on the sensory perception of smoke-curing flavour and salty taste. *Food Quality and Preference*, 18(6), 872–879. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.02.002>
- Kuchroo, C. N., Fox, P. F. (1982). Soluble nitrogen in Cheddar cheese: comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft*, 37(6), 331–335.
- Kumar, S., Rai, D. C., Niranjan, K., Bhat, Z. F. (2014). Paneer - An Indian soft cheese variant: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(5), 821–831. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0567-x>
- Larsen, M. K., Andersen, K. K., Kaufmann, N., Wiking, L. (2014). Seasonal variation in the composition and melting behavior of milk fat. *Journal of Dairy Science*, 97(8), 4703–4712. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7858>
- Law, A., Banks, J., Horne, D., Leaver, J., West, I. (1994). Denaturation of the whey proteins in heated milk and their incorporation into Cheddar cheese. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 49(2), 63–67.
- Lawless, H. T., Heymann, H. (2010). Sensory evaluation of food: principles of good practice. In *Sensory Evaluation of Food*. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-7843-7_3

- Li, S., Ye, A., Singh, H. (2020). Effect of seasonal variations on the acid gelation of milk. *Journal of Dairy Science*, 103(6), 4965–4974. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17603>
- Lin, Y., O'Mahony, J. A., Kelly, A. L., Guinee, T. P. (2017). Seasonal variation in the composition and processing characteristics of herd milk with varying proportions of milk from spring-calving and autumn-calving cows. *Journal of Dairy Research*, 84(4), 444–452. <https://doi.org/10.1017/S0022029917000516>
- Lingbeck, J. M., Cordero, P., O'Bryan, C. A., Johnson, M. G., Ricke, S. C., Crandall, P. G. (2014). Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. *Meat Science*, 97(2), 197–206. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.02.003>
- Lucey, J. A., Johnson, M. E., Horne, D. S. (2003). Invited review: Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*, 86(9), 2725–2743. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73869-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73869-7)
- Lucey, J. A., Munro, P. A., Singh, H. (1999). Effects of heat treatment and whey protein addition on the rheological properties and structure of acid skim milk gels. *International Dairy Journal*, 9(3–6), 275–279. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(99\)00074-6](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(99)00074-6)
- Lucey, J. A., Singh, H. (1997). Formation and physical properties of acid milk gels: A review. *Food Research International*, 30(7), 529–542. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(98\)00015-5](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(98)00015-5)
- Lucey, J. A., Van Vliet, T., Grolle, K., Geurts, T., Walstra, P. (1997). Properties of acid casein gels made by acidification with glucono- δ -lactone. 1. Rheological properties. *International Dairy Journal*, 7(6–7), 381–388. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(97\)00027-7](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(97)00027-7)
- Lucey, John A, Teo, C. T., Munro, P. A., Singh, H. (1998). Microstructure, permeability and appearance of acid gels made from heated skim milk. *Food Hydrocolloids*, 12(2), 159–165. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(98\)00012-5](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(98)00012-5)
- Madadlou, A., Khosroshahi, A., Mousavi, S. M., Djome, Z. E. (2006). Microstructure and Rheological Properties of Iranian White Cheese Coagulated at Various Temperatures. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2359–2364. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72308-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72308-6)
- Maga, J. A. (1987). The flavor chemistry of wood smoke. *Food Reviews International*, 3(1:2), 139–183. <https://doi.org/10.1080/87559128709540810>
- Maga, J. A. (1992). Contribution of Phenolic Compounds to Smoke Flavor.
- Majcher, M. A., Goderska, K., Pikul, J., Jeleń, H. H. (2011). Changes in volatile, sensory and microbial profiles during preparation of smoked ewe cheese. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(8), 1416–1423. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4326>

- McSweeney, P., Hayaloglu, A., O'Mahony, J., Bansal, N. (2006). Perspectives on cheese ripening. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 61(2), 69–77.
- McSweeney, P. L. H., Sousa, M. J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80(3), 293–324. <https://doi.org/10.1051/lait:2000127>
- Menéndez, S., Centeno, J. A., Godínez, R., Rodríguez-Otero, J. L. (2000). Effects of *Lactobacillus* strains on the ripening and organoleptic characteristics of Arzuoa-Ulloa cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 59(1–2), 37–46. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00286-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00286-5)
- Milesi, M. M., Candioti, M., Hynes, E. (2007). Mini soft cheese as a simple model for biochemical studies on cheese-making and ripening. *LWT - Food Science and Technology*, 40(8), 1427–1433. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.08.003>
- Nájera, A., Barron, L., Barcina, Y. (1994). Changes in free fatty acids during the ripening of idiazabal cheese: Influence of brining time and smoking. *Journal of Dairy Research*, 61(2), 281–288. <https://doi.org/10.1017/S0022029900028296>
- Nieva-Echevarría, B., Goicoechea, E., Guillén, M. D. (2017). Effect of liquid smoking on lipid hydrolysis and oxidation reactions during in vitro gastrointestinal digestion of European sea bass. *Food Research International*, 97, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.032>
- Núñez, M., García-Aser, C., Rodríguez-Martin, M. A., Medina, M., Gaya, P. (1986). The effect of ripening and cooking temperatures on proteolysis and lipolysis in Manchego cheese. *Food Chemistry*, 21(2), 115–123. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0308-8146\(86\)90156-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0308-8146(86)90156-1)
- Palencia, G., Ibargoitia, M. L., Fresno, M., Sopelana, P., Guillén, M. D. (2014). Complexity and uniqueness of the aromatic profile of smoked and unsmoked herreño cheese. *Molecules*, 19(6), 7937–7958. <https://doi.org/10.3390/molecules19067937>
- Parada, J., Aguilera, J. M. (2007). Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *Journal of Food Science*, 72(2), 21–32. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00274.x>
- Parlak, Y. (2016). Çerkez peynirinde ikame tuz kullanılarak sodyum miktarını azaltma olanakları. In Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Paszczyk, B., Polak-śliwińska, M., Łuczyńska, J. (2020). Fatty acids profile, trans isomers, and lipid quality indices in smoked and unsmoked cheeses and cheese-like products. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph17010071>
- Pinho, O., Mendes, E., Alves, M. M., Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2004). Chemical, physical, and sensorial characteristics of “Terrincho” ewe cheese: Changes during ripening and intravarietal comparison. *Journal of Dairy Science*, 87(2), 249–257. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73163-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73163-X)

- Pyz-Łukasik, R., Knysz, P., Gondek, M. (2018). Hygiene Quality and Consumer Safety of Traditional Short- and Long-Ripened Cheeses from Poland. *Journal of Food Quality*, 2018, 8732412. <https://doi.org/10.1155/2018/8732412>
- Pyz-Łukasik, R., Knysz, P., Gondek, M. (2018). Hygiene Quality and Consumer Safety of Traditional Short-and Long-Ripened Cheeses from Poland. *Journal of Food Quality*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8732412>
- Reyes-Díaz, R., González-Córdova, A. F., del Carmen Estrada-Montoya, M., Méndez-Romero, J. I., Mazorra-Manzano, M. A., Soto-Valdez, H., Vallejo-Cordoba, B. (2020). Volatile and sensory evaluation of Mexican Fresco cheese as affected by specific wild *Lactococcus lactis* strains. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 242–253. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17188>
- Riha, W. E., Wendorff, W. L. (1993). Evaluation of color in smoked cheese by sensory and objective methods. *Journal of Dairy Science*, 76(6), 1491–1497. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77480-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77480-9)
- Rohm, H., Jaros, D. (1997). Colour of hard cheese: 2. Factors of influence and relation to compositional parameters. *European Food Research and Technology*, 204(4), 259–264. <https://doi.org/10.1007/s002170050074>
- Sawyer, W. H. (1969). Complex Between β -Lactoglobulin and κ -Casein. A Review. *Journal of Dairy Science*, 52(9), 1347–1355. [https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(69\)86753-6](https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(69)86753-6)
- Saylan, K. (2014). Doksanüç Harbi'nden sonra Kafkaslardan Orta Karadeniz Bölgesine yapılan göçler. In M. Hacısalıhoğlu (Ed.), 1864 Kafkas Tehciri - Kafkasya'da Rus Kolonizasyonu, Savaş ve Sürgün (pp. 295–314). Balkar İrcıca.
- Scarano, C., Spanu, C., Mocci, A. M., Piras, F., Demontis, M., Murittu, G., Pinna, G., Santoru, A., De Santis, E. P. L. (2019). Microbiological and physicochemical properties of smoked ricotta cheese during refrigeration and temperature abuse storage. *Italian Journal of Food Safety*, 8(2), 102–109. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2019.8009>
- Sérot, T., Baron, R., Knockaert, C., Vallet, J. L. (2004). Effect of smoking processes on the contents of 10 major phenolic compounds in smoked fillets of herring (*Cuplea harengus*). *Food Chemistry*, 85(1), 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.06.011>
- Shakeel-Ur-Rehman, Farkye, N. Y., Drake, M. A. (2003). The effect of application of cold natural smoke on the ripening of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 1910–1917. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73777-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73777-1)
- Shamil, S., Wyeth, L. J., Kilcast, D. (1991). Flavour release and perception in reduced-fat foods. *Food Quality and Preference*, 3(1), 51–60. [https://doi.org/10.1016/0950-3293\(91\)90023-8](https://doi.org/10.1016/0950-3293(91)90023-8)
- Sharma, R., Kaur, S., Rajput, Y. S., Kumar, R. (2009). Activity and thermal stability of indigenous enzymes in cow , buffalo and goat milk. *Milchwissenschaft*, 64(2), 173–175.

- Sikorski, Z. E. (2016). Smoked Foods: Principles and Production. In B. Caballero, P. M. Finglas, F. Toldrá (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health* (1st ed.). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00630-9>
- Sikorski, Z. E., Sinkiewicz, I. (2014). Traditional. *Encyclopedia of Meat Sciences*, 3, 321–327. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00227-0>
- Sıçramaz, H., Ayar, A., Öztürk, M. (2017). The effect of smoking on the formation of biogenic amines in Circassian cheese. *Journal Fur Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, 12(2). <https://doi.org/10.1007/s00003-017-1102-4>
- Škaljac, S., Jakanović, M., Tomović, V., Ivić, M., Tasić, T., Ikonić, P., Šojić, B., Džinić, N., Petrović, L. (2018). Influence of smoking in traditional and industrial conditions on colour and content of polycyclic aromatic hydrocarbons in dry fermented sausage “Petrovská klobása.” *LWT - Food Science and Technology*, 87, 158–162. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.038>
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S. (2012). *Using Multivariate Statistics* (6th ed.). Pearson.
- Thabet, H. M. (2013). Microbiological Characteristics and Mineral Content of Local Smoked Cheese Produced in Yemen. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 1(4), 65. <https://doi.org/10.11648/j.jfns.20130104.16>
- Tian, H., Yu, B., Yu, H., Chen, C. (2020). Evaluation of the synergistic olfactory effects of diacetyl, acetaldehyde, and acetoin in a yogurt matrix using odor threshold, aroma intensity, and electronic nose analyses. *Journal of Dairy Science*, 103(9), 7957–7967. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17495>
- Topçu, M. (2014). Anadolu’da Kafkas göçmenlerinin etnik yapısı, yerleşimi ve nüfusu. In M. Hacısalihoğlu (Ed.), *1864 Kafkas Tehciri - Kafkasya’da Rus Kolonizasyonu, Savaş ve Sürgün* (pp. 413–420). Balkar Ircica.
- Tóth, L., Potthast, K. (1984). Chemical Aspects of the Smoking of Meat and Meat Products (C. O. Chichester, E. M. Mrak, B. S. B. T.-A. in F. R. Schweigert (eds.); Vol. 29, pp. 87–158). Academic Press. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60056-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60056-7)
- TSE. (2006). TS 591 - Beyaz Peynir: Vol. ICS 67.100. Türk Standartları Enstitüsü.
- Tunick, M. H., Mackey, K. L., Shieh, J. J., Smith, P. W., Cooke, P., Malin, E. L. (1993). Rheology and microstructure of low-fat Mozzarella cheese. *International Dairy Journal*, 3(7), 649–662. [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(93\)90106-A](https://doi.org/10.1016/0958-6946(93)90106-A)
- van Vliet, T., Keetels, C. (1995). Effect of preheating of milk on the structure of acidified milk gels. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 49, 27–35.
- van Vliet, T., van Dijk, H. J. M., Zoon, P., Walstra, P. (1991). Relation between syneresis and rheological properties of particle gels. *Colloid Polymer Science*, 269(6), 620–627. <https://doi.org/10.1007/BF00659917>
- Vaz-Velho, M. (2003). SMOKED FOODS | Production (B. B. T.-E. of F. S. and N. (Second E. Caballero (ed.); pp. 5302–5309). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/01373-0>

- Wilińska, A., Bryjak, J., Illeová, V., Polakovič, M. (2007). Kinetics of thermal inactivation of alkaline phosphatase in bovine and caprine milk and buffer. *International Dairy Journal*, 17(6), 579–586. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.08.008>
- Woods, L. (2003). *SMOKED FOODS | Principles* (B. B. T.-E. of F. S. and N. (Second E. Caballero (ed.); pp. 5296–5301). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/01093-2>
- Yılmaz, K. (2017). *Çerkes mutfak kültürü, gelenek ve görenekleri*. Tunç Yayıncılık.
- Zajác, P., Martišová, P., Čapla, J., Čurlej, J., Golian, J. (2019). Characteristics of textural and sensory properties of Oštiepok cheese. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 13(1), 116–130. <https://doi.org/10.5219/855>
- Zheng, Y., Liu, Z., Mo, B. (2016). Texture profile analysis of sliced cheese in relation to chemical composition and storage temperature. *Journal of Chemistry*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/8690380>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hatice SIÇRAMAZ

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Doktora	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Gıda Mühendisliği	2021
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Gıda Mühendisliği	2014
Lisans	Hacettepe Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Gıda Mühendisliği	2007

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2013 - ...	Sakarya Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2009 - 2013	AK Gıda San. Tic. A.Ş.	ARGE Mühendisi
2008 - 2009	Camuzoğlu Miksed LTD. ŞTİ.	Kalite Yönetim Temsilcisi
2007 - 2008	Hacettepe Üniversitesi Gıda Müh.Böl.	Proje Asistanı

YABANCI DİL

İngilizce
Almanca

ESERLER

PATENT

Seri enzimatik reaksiyon tabanlı sıcaklık zaman indikatörü-akıllı göstergeler (ulusal patent, 2007).

PROJELER

1. Fonksiyonel özelliklere sahip balkabağının yoğurt, dondurma ve peynirde kullanılabilirliği ve bu ürünlerin özellikleri üzerine olan etkisi (SAÜ BAP Koordinatörlüğü, 2016-2018, Yardımcı Araştırmacı)
2. Diyet Lif Değeri Yüksek Bazı Gıda Sanayi Artıklarının Antioksidan Madde İçeriklerinin Belirlenmesi, Bazı Süt Tatlılarında Kullanılabilirliği ve Bu Ürünlerin Rengi Üzerine Etkilerinin Araştırılması (SAÜ BAP Koordinatörlüğü, 2012-2014, Yardımcı Araştırmacı)
3. Sakarya "İsli Çerkez Peynirinin" Üretim Teknolojisinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma (SAÜ BAP Koordinatörlüğü, 2012-2014, Yardımcı Araştırmacı)

MAKALELER

1. Probiotic properties of ice creams produced with dietary fibres from by-products of the food industry - International Journal of Dairy Technology - doi : 10.1111/1471-0307.12387 – (SCI) - 2017.
2. The effect of smoking on the formation of biogenic amines in Circassian cheese – Journal of Consumer Protection and Food Safety - doi : 10.1007/s00003-017-1102-4 – (SCI) - 2017.
3. The Effect of bovine colostrum on the lactic flora of yogurt and kefir - JSM Biotechnology & Biomedical Engineering – 2016.
4. The evaluation of some dietary fiber rich by products in ice creams made from the traditional pudding Kesme Muhallebi - Abstract of Applied Sciences and Engineering – 2016.
5. Effect of different processes on chemical textural and sensory properties of Sakarya Circassian cheese - Akademik Gıda – 2015.

BİLDİRİLER

1. Determination of the stability of antioxidant and total phenolic compounds in cream cheeses produced with black carrot, blackberry and beetroot juice concentrates. International Eurasian Conference on Biotechnology and Biochemistry, 16.12.2020 - 18.12.2020. Sözlü sunum

2. Effects of coagulation temperature, smoking and storage time on the textural properties of acid-heat coagulated circassian cheese. The International Symposium on Food Rheology and Texture, 19.10.2018 - 21.10.2018. Sözlü sunum
3. Physicochemical, textural and sensory properties of orange pomace added tavuk göğsü ice cream. 1st International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences, 26.04.2018 - 27.04.2018. Poster sunum
4. The evaluation of the effects of pH and protein:fat ratio on rheological properties of plain yogurt. 1st International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences, 26.04.2018 - 27.04.2018. Sözlü sunum
5. A study for increasing the functionality of traditional Turkish "Semolina Dessert" ice cream by the addition of some industrial wastes and probiotic culture, International Conference on Advances in Science, 15.09.2017 - 13.09.2017. Poster sunum
6. The effect of lecithin and fat contents on the spreadability of cream cheese. International Conference on Advances in Science, 13.09.2017 - 15.09.2017. Poster sunum
7. The effects of starter culture addition to the acid coagulated Circassian cheese. International Conference on Advances in Science, 13.09.2017 - 15.09.2017. Sözlü sunum
8. Enginar yan ürünlerinin sürülebilir peynire fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla kullanımı. V. Uluslararası Gıda AR-GE Proje Pazarı, 25.05.2017 - 25.05.2017. Poster sunum
9. The evaluation of some dietary fiber rich by products in ice creams made from the traditional pudding Kesme Muhallebi. 16th International Scientific Conference on Agricultural, Animal and Veterinary Research, 26.11.2016 - 27.11.2016. Sözlü sunum
10. Relationship between the other properties with the sensorial characteristics of yogurts produced commercially in Turkey. International Congress on Food of Animal Origin, 10.11.2016 - 13.11.2016. Poster sunum

11. A research on the development of production of Sakarya Circassian cheese. The 3rd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, 01.10.2015 - 04.10.2015. Poster sunum
12. Farklı işlemler uygulanmış bal kabağından dondurma üretimi. 8. Gıda Mühendisliği Kongresi, 07.11.2013 - 09.11.2013. Poster sunum
13. Bazı gıda sanayi artıklarının sağlık ve beslenme yönünden özellikleri. 8.Gıda Mühendisliği Kongresi, 07.11.2013 - 09.11.2013. Poster sunum

KİTAP

Mineral analizinde geleneksel yöntemler. Gıda Analizi Laboratuvar El Kitabı, Bölüm 12. Kitap Tercümesi. Nobel yayıncılık, 2020.