

**FARKLI MATERYALLER (FINDIK  
KABUĞU VE MEŞE ODUN TOZU) İLE  
YAPILAN DUMANLAMANNIN ÇERKEZ  
PEYNİRİNİN DEPOLAMA SÜRESİNCE  
FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE  
UÇUCU AROMA PROFİLİNE ETKİSİ**

**Abdülkadir GENÇ**

**Yüksek Lisans Tezi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Binnur KAPTAN  
2019**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FARKLI MATERYALLER (FINDIK KABUĞU VE MEŞE ODUN TOZU)  
İLE YAPILAN DUMANLAMANIN ÇERKEZ PEYNİRİNİN DEPOLAMA  
SÜRESİNCE FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE UÇUCU AROMA  
PROFİLİNE ETKİSİ**

**Abdulkadir GENÇ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ BİNNUR KAPTAN**

**TEKİRDAĞ-2019**

**Her hakkı saklıdır**

Dr. Öğr. Üyesi Binnur KAPTAN'nın danışmanlığında, Abdulkadir GENÇ tarafından hazırlanan "Farklı Materyaller (Fındık Kabuğu ve Meşe Odun Tozu) ile Yapılan Dumanlamanın Çerkez Peynirinin Depolama Süresince Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Uçucu Aroma Profiline Etkisi" isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Ömer ÖKSÜZ

*İmza:*

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Harun URAN

*İmza:*

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Binnur KAPTAN (**Danışman**)

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### FARKLI MATERYALLER (FINDIK KABUĞU VE MEŞE ODUN TOZU) İLE YAPILAN DUMANLAMANNIN ÇERKEZ PEYNİRİNİN DEPOLAMA SÜRESİNCE FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE UÇUCU AROMA PROFİLİNE ETKİSİ

**Abdulkadir GENÇ**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Binnur KAPTAN

Bu çalışmada “Farklı materyaller (findık kabuğu ve meşe odun tozu) ile yapılan dumanlamanın Çerkez peynirinin depolama süresince fiziko-kimyasal özellikleri ve uçucu aroma profiline etkisi” incelenmiştir. Tütsüleme materyali olarak findık kabuğu veya meşe odunu kullanılması peynir örneklerinin kurumadde, protein, pH, titredilebilir asitlik, tuz, yağ ve suda erir azot değerlerinin değişmesine etkisi olmamıştır. Depolama süresinin, deneme peynir örneklerinin kurumadde ve protein içeriğindeki değişime benzer olduğu görülmüş, pH, titre edilebilir asitlik, tuz, yağ ve suda çözünür azot değerlerinin de değişmesine etkili olmuştur. Deneme örneklerinin uçucu aroma bileşenleri olarak 18 alkol, 19 keton, 26 ester, 13 aromatik asit, 33 aromatik karbonil, 7 furan, 9 fenol ve 6 aldehit olmak üzere toplam 131 uçucu aroma bileşikleri belirlenmiştir. Tütsülenmeyen peynirde genel aroma bileşenleri belirlenirken, tütsülenen peynirlerde dumandan gelen aroma bileşenleri de olduğu görülmüştür. Tütsüleme işlemi aromatik bileşenlerin çeşitliğini artırmıştır. En fazla çeşitlilik olan peynir türü, findık kabuğu ile tütsülenen peynir örneğidir. Findık kabuğu ile tütsülenen peynirde fenol ve furan bileşiklerinin varlığı peynirdeki tütsü aromasının yoğun hissedilmesine sağlamıştır. Duyusal olarak panelistler tarafından yapılan değerlendirmede meşe odunu ile tütsülenen peynire göre findık kabuğu ile tütsülenen peynirin daha çok tercih edilebilir olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde tütsülenen peynirlerde, tütsüleme materyali olarak findık kabuğunun da kullanılabileceği görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Çerkez peyniri, sepet peyniri, dumanlama, findık kabuğu, meşe odunu tozu

2019 , 101 sayfa

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

**THE EFFECTS OF FUMIGATION MADE WITH DIFFERENT MATERIALS (HAZELNUT SHELL AND OAK WOOD) TO THE ÇERKEZ CHEESE IN PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND AROMA PROFILE**

**Abdulkadir GENÇ**

Tekirdağ Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Binnur KAPTAN

In this study, “The effect of different materials (hazelnut shell and oak wood powder) on the physico-chemical properties of the circulating cheese during storage and the effect of the aromatic aroma profile” was investigated. The use of hazelnut shell or oak wood as a fuming material did not have any effect on the change of dry matter, protein, pH, titratable acidity, salt, oil and water-soluble nitrogen values. The storage period was similar to the change in the dry matter and protein content of the test cheese samples, and was effective in changing the pH, titratable acidity, salt, oil and water soluble nitrogen values. A total of 131 compounds were identified as volatile aroma components of the trial samples: 18 alcohols, 19 ketones, 26 esters, 13 aromatic acids, 33 aromatic carbonyls, 7 furan, 9 phenols and 6 aldehydes. While the general aroma components were determined in the non-smoked cheese, the aroma components from the smoked cheese were also determined. The smoking process increased the diversity of aromatic components. The maximum variety of hazelnut shells was determined with cheese. The presence of phenol and furan compounds in cheese smoked with hazelnut shell caused the incense aroma to be felt intensely. In the evaluation made by the sensory panelists, it was determined that cheese smoked with hazelnut shell was more preferable than cheese smoked with oak wood. When the obtained results were evaluated, it was seen that the hazelnut shell could be used in the smoked cheese.

**Keywords:** Çerkez, circassian, hazelnut shell, oak wood

**2019, 101 Pages**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iii
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	vi
<b>KISALTMALAR</b> .....	vii
<b>ÖNSÖZ</b> .....	viii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	4
2. 1. Dumanlama .....	4
2. 1. 1. Direkt dumanlama .....	4
2. 1. 1. 1. Soğuk dumanlama .....	4
2. 1. 1. 2. Sıcak dumanlama .....	5
2. 1. 1. 3. Islak dumanlama .....	5
2. 1. 2. İndirekt dumanlama .....	5
2. 1. 2. 1. Sıvı dumanlama .....	5
2. 1. 1. 2. Sürtünme jeneratör tarafından üretilen duman ile tütsüleme .....	6
2. 1. 1. 3. Elektostatik dumanlama .....	6
2. 2. Dumanın Bileşimi .....	7
2. 3. Dumanlanmış Peynirler ile İlgili Yapılan Çalışmalar .....	8
2. 4. Dumanlanmış Çerkez Peynirleri İle Yapılan Çalışmalar .....	12
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	15
3. 1. Materyal .....	15
3. 1. 1. Peynir yapımında kullanılan süt ve nitelikleri .....	15
3. 1. 2. Peynir yapımında kullanılan ekşi peyniraltı suyu .....	15
3. 1. 3. Tuz .....	15
3. 1. 4. Peynirin tütsülenmesinde kullanılan ağaç .....	15
3. 2. Yöntem .....	15
3. 2. 1. Peynir yapımı .....	15
3. 2. 2. Peynirlerde tütsüleme işlemi .....	19
3. 2. 3. Peynirlerde yapılan kimyasal analizler .....	23
3. 2. 3. 1. Kurumadde analizi (%) .....	23
3. 2. 3. 2. Protein analizi (%) .....	23
3. 2. 3. 3. pH ölçümü .....	23
3. 2. 3. 4. Titre edilebilir asitlik (% Laktik asit) .....	24
3. 2. 3. 5. Tuz tayini (%) .....	24
3. 2. 3. 6. Yağ tayini (%) .....	25
3. 2. 3. 7. Suda çözünür azot tayini .....	25
3. 2. 4. GC-MS ile uçucu aroma bileşenlerin belirlenmesi .....	26
3. 2. 5. Duyusal değerlendirme .....	27
3. 2. 6. İstatistiksel analizler .....	28
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA</b> .....	29

4. 1. Kimyasal Analizler .....	29
4. 1. 1. Kurumadde analiz sonuçları (%) .....	29
4. 1. 2. Toplama protein analiz sonuçları (%).....	31
4. 1. 3. pH asitlik ölçüm sonuçları .....	33
4. 1. 4. Titre edilebilir asitlik (% Laktik asit cinsinden) analiz sonuçları (%L. A).....	35
4. 1. 5. Tuz analiz sonuçları (%).....	38
4. 1. 6. Yağ analiz sonuçları (%).....	40
4. 1. 7. Suda çözünür azot analiz sonuçları (%) .....	42
4. 2. Uçucu Aroma Bileşenleri .....	44
4. 2. 1. Aromatik alkol bileşenleri yoğunluğu (%) .....	44
4. 2. 2. Aromatik keton bileşenleri yoğunluğu (%) .....	46
4. 2. 3. Aromatik ester bileşenleri yoğunluğu (%).....	48
4. 2. 4. Aromatik asitli bileşenleri yoğunluğu (%).....	50
4. 2. 5. Aromatik karbonil bileşenleri yoğunluğu (%).....	52
4. 2. 6. Aromatik furan bileşenleri yoğunluğu (%).....	54
4. 2. 7. Aromatik fenol bileşenleri yoğunluğu (%) .....	55
4. 2. 8. Aromatik aldehit bileşenleri yoğunluğu (%) .....	57
4. 3. Duyusal Analiz .....	58
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>64</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>69</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>78</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>90</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 3. 1. Uçucu bileşiklerin analizinde kullanılan GC-MS koşulları .....	27
Çizelge 3. 2. Deneme Çerkez peynirlerinin duyusal değerlendirme formu .....	28
Çizelge 4. 1. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynirlerin kurumadde değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları* .....	29
Çizelge 4. 2. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynirlerin protein değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları* .....	31
Çizelge 4. 3. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynirlerin pH değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları* .....	33
Çizelge 4. 4. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynirlerin titre edilebilir asitlik değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları* .....	36
Çizelge 4. 5. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynirlerin tuz değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları* .....	38
Çizelge 4. 6. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynirlerin yağ değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları* .....	40
Çizelge 4. 7. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynirlerin suda çözünür azot değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları* .....	42
Çizelge 4. 8. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik alkol bileşenleri yoğunluğu (%) .....	45
Çizelge 4. 9. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik keton bileşenleri yoğunluğu (%).....	47
Çizelge 4. 10. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik ester bileşenleri yoğunluğu (%).....	49
Çizelge 4. 11. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik asitli bileşenleri yoğunluğu (%).....	51
Çizelge 4. 12. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik karbonil bileşenler yoğunluğu (%) .....	53
Çizelge 4. 13. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince furan aroma bileşenleri yoğunluğu (%) .....	55
Çizelge 4. 14 Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince fenol bileşenleri yoğunluğu (%) .....	56
Çizelge 4. 15. Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik aldehit bileşenler yoğunluğu (%).....	58
Çizelge 4. 16. Duyusal analiz sonuçları .....	59



## ŞEKİL DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 3. 1. Sütün ısıtılması .....	16
Şekil 3. 2. Peynir yapımında kullanılan peyniraltı suyu .....	16
Şekil 3. 3. Ekşi peyniraltı suyu ilavesi .....	17
Şekil 3. 4. Pıhtılaştırmanın tamamlanması için bekleme .....	17
Şekil 3. 5. Peynir pıhtısının sepete alınması .....	17
Şekil 3. 6. Peynir pıhtısının sepette toplanması .....	17
Şekil 3. 7. Peynirin baskılanması .....	18
Şekil 3. 8. Peynirin tuzlanması .....	18
Şekil 3. 9. Tütsülemeye hazır peynir .....	19
Şekil 3. 10. Tütsüleme fırını .....	19
Şekil 3. 11. Meşe odununun kor haline getirilmesi .....	20
Şekil 3. 12. Dumanlama işlemi tamamlanmış Çerkez peynirleri .....	20
Şekil 3. 13. Hazırlanan deneme Çerkez peynirleri .....	21
Şekil 3. 14. Çerkez peynir için geleneksel üretim prosesi .....	22
Şekil 4. 1. Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenmiş peynirlerin suda çözünür azot değerleri değişimi .....	30
Şekil 4. 2. Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenmiş peynirlerin protein değerleri değişimi .....	32
Şekil 4. 3. Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenmiş peynirlerin pH değerleri değişimi .....	34
Şekil 4. 4. Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenmiş peynirlerin titre edilebilir asitlik değerleri değişimi .....	37
Şekil 4. 5. Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenmiş peynirlerin tuz değerleri değişimi .....	39
Şekil 4. 6. Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenmiş peynirlerin yağ değerleri değişimi .....	41
Şekil 4. 7. Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenmiş peynirlerin suda çözünür azot değerleri değişimi .....	43
Şekil 4. 8. Panelistler tarafından peynir örneklerinin yapı ve görünüm değerlendirilmesi .....	60
Şekil 4. 9. Panelistler tarafından peynir örneklerinin tat değerlendirilmesi .....	61
Şekil 4. 10. Panelistler tarafından peynir örneklerinin koku değerlendirilmesi .....	61
Şekil 4. 11. Panelistler tarafından peynir örneklerinin renk değerlendirilmesi .....	62
Şekil 4. 12. Panelistler tarafından peynir örneklerinin aroma yoğunluğu değerlendirilmesi .....	63

## KISALTMALAR

%	: Yüzde Değer
°C	: Santigrat Derece
ÇA	: Çözünür Azot
G	: Gram
GC	: Gaz Kromotografisi
Kg	: Kilogram
MS	: Kütle Spektrometresi
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	: Sodyum Sülfat
PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
PP-N	: Proteoz–Pepton Azotu
PTA-ÇA	: Fosfotungustik Asitte Çözünür Azot
SÇA	: Suda Çözünür Azot
TCA-ÇA	: Trikloroasetik Asitte Çözünür Azot
µg	: Mikrogram

## ÖNSÖZ

Tez konumun belirlenmesinde, çalışmaların yürütülmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde bana yol gösteren ve çalışmalarım boyunca destek olan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Binnur Kaptan'a;

Uçucu bileşen analizlerinde bana desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Osman Sağdıç ve Şeyma Bayraktar'a;

Bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren Doç. Dr. Onur Güneşer ve Ketenciler Köyünden Nimet Hanım'a;

Bulduğum konuma gelmemde büyük emekleri olan ve maddi manevi tüm destekleriyle yanımda olan ve benim için herşey olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım

Mayıs,2019

Abdulkadir GENÇ

Gıda Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Gıdaların korunması son Buzul Çağı'na kadar uzanmaktadır. Dumanlama ya da tütüleme gıdaların korunmasındaki en eski korunma yöntemlerinden biri olarak MÖ 150.000 yıllarda insanların tütüleyerek gıdaları korumanın bir yolunu keşfetmiş olduğu Fransa'daki Dordogne'deki Les Eyzies mağaralarında, oymalar, gravürler ve resimlerde tasvir edilmiştir (Malagié ve ark. 1998). En eski tütüleme evi ise, arkeologlar tarafından Krakow yakınlarındaki Zwierzyniec'te bir Taş Devri kolonisinde bulunmuştur(Möhler 1978).

Tütüleme işleminin gıda üzerinde koruyucu, görünüş, tat ve aroma geliştirici etkileri olduğu kabul edilmektedir. Tütüleme işlemi aynı zamanda tütü bileşiminde bulunan bileşikler antioksidatif etkiside mevcut olan yaklaşık 250 bileşik tarafından gerçekleştirilmektedir (Gökalp ve ark. 2004). Fenol türevleri, karboniller, organik asitler ve bunların esterleri, laktonlar, pirazinler, pirollar ve furan türevleri gibi duyuasal aktif bileşenler, tütülenen gıdaların aromatik özelliklerinden sorumludur (Šimko 2002). Gıdaların bozulmaması için en iyi yollardan biri olan tütüleme, odun dumanının içerdiği maddeler ile bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişimini engelleyerek ürünün kalitesini artırmaktadır (Wendorff ve ark. 1993; Khamis 2011).

Günümüzde, gıdaların tütülenmesi soğuk zincirin yaygın olarak bulunmadığı bazı Afrika ve Asya ülkeleri hariç (FAO-Thiaroye 2015; Ogbadu 2014), geleneksel koruyucu etkisinden daha çok, tüketiciler tarafından geniş ölçüde talep edilen gıdanın lezzet, renk ve koku özelliklerini iyileştirerek, gıdaya özgü gelişmiş spesifik bir organoleptik profil kazandırmak için uygulanmaktadır (Vaz-Velho 2003; Lorenzo ve ark. 2010). Tütülenmiş gıdalardaki nonenzimatik esmerleşme renk oluşumu bir tüketici için ürünün duyuasal kabul edilebilirliğini değerlendirmek için kullandığı ilk kalite özelliklerinden biridir (Riha ve Wendorff 1993). Tütülenen ya da en azından duman aroması içeren birçok ürün türü bulunmaktadır. En yaygın tütülenen ürünler etlerdir. Almanya ve Polonyada satılan bütün etlerin %60'ı, ABD' de satılan etlerin %30'u tütülenmiş ve büyük çoğunluğu sosis olarak satılmaktadır (Marianski ve ark. 2009).

Balık, sos, baharat ve hatta bira gibi içeceklerde tütülenen ürünlerdedir. Peynirlerde tütüleme veya tütü aroması kazandırılması, doğal duman flavosu veya sıvı dumanın süte doğrudan eklenmesi, salamuraya ilavesi, peynirlerin yüzeyine püskürtülmesi ve peynirlere doğrudan ilave edilmesi yöntemleri ile aromalandırılma uygulanmaktadır. Modern dönemde

soğutularak muhafaza edilen tütülenmiş gıdalar tüketiciler tarafından, korunma durumları için değil, daha çok tütülenmeden kaynaklanan karakteristik lezzet için tercih edilmektedir.(Chambers ve ark. 1998).

Tütülenmede kullanılacak odun türü peynirin son flavosunun oluşumunda etkili olacaktır. Bölgede yetişen yerel ağaçların odunlarının tütülenme amacıyla daha çok tercih edilmesi, elde edilecek dumanın bileşimi ve kalitesi peynirin flavosunu etkileyecektir. Kiraz, elma, armut ve şeftali gibi meyve ağaçları daha çok tercih edilmektedir, bunun yanında badem, ceviz ve fındık ağaçları da kullanılabilir. Bunlardan başka fındık kabukları, bambu ve hatta çay da tütülenme amaçlı kullanılabilir.

Birçok peynir özellikle de sert peynirlerde tütülenme uygulanmaktadır. Olgunlaştırılmış sert peynirlerin birçoğu tütülenebilir. En yaygın olarak tütülenen peynirler Cheddar ve Provolone'dur. Bunun yanında Seretpanir (İran), Caramakase (Almanya), Bandal (Hindistan), Provolone (İtalya) ve Proses peyniri (Mısır) Taizzy (Yemen) tütülenen peynirlerdendir. Avrupa ülkeleri ve ABD'de ise Cheddar, Gouda, Gruyere ve Mozzarella peynirleri tütülenmede en çok kullanılan peynirlerdendir.

Türkiye'de tek tütülenmiş peynir olarak bilinen Çerkez peyniri, yöresel bir peynir olup orijinal ismi Adyghe Koaye'dir. Ülkemizde farklı yöntemlerle daha çok Çerkezlerin yoğun olduğu Sinop, Düzce, Adapazarı, Balıkesir Bursa, Samsun, Sivas, Kayseri, Biga çevresinde ve özellikle bazı Çerkez kökenli aile işletmelerinde ve küçük mandıralarda inek, koyun, keçi sütünden ya da bunların karışımından asit kuagülasyonu ile üretilmektedir. Asitle pıhtılaştırılmış bir çeşidi olan Çerkez peyniri, starter kültür kullanılmış ya da enzimle pıhtılaştırılmış peynirlerden farklı özelliklere sahip olarak diğer peynirler gibi taze olarak veya olgunlaştırılarak tüketilir. Krem veya açık sarı renge sahip olan peynir dumanlanarak üretildiğinde dumanlanmış, tütülenmiş, isli ya da füme Çerkez peyniri olarak adlandırılmaktadır.

Geleneksel Çerkez peyniri üretimi için kaynatılan süt, soğutulur, pıhtılaştırıcı olarak % 3-4 ekşi peyniraltı suyu veya ekşi yoğurt eklenerek karıştırılır. Oluşan pıhtı peynir için özel hazırlanmış (30 cm çapında ve 5-10 cm yüksekliğinde) sepetlere aktarılır. Peyniraltı suyunun ayrılması için 5-10 dk beklenerek aynı sepette kalıplanır. Peynirin üst yüzeyi tuzlanır ve ertesi gün peynir ters çevrilerek diğer tarafı da tuzlanır. Peynir taze tüketim için tütülenmeden güneşte alt üst edilerek kurutulur. Tütülenecek olanlar bir bezle sarıldıktan sonra 3-4 gün kayın ya da

meşe ağacının yanmasıyla elde edilen dumanı ile tütülenir(Güneşer ve Yuceer 2011; Uysal ve ark. 2006).

Endüstriyel Çerkez peyniri üretiminde, süt pastörizasyondan sonra 30-32 ° C'ye kadar soğutulur ve daha sonra pıhtılaşma için ekşi peynir altı suyu ilave edilir. Pıhtılaşma yaklaşık 40-45 dakikada tamamlandıktan sonra oluşan lor, özel pıhtı kesme özel bir bıçak veya tel ile küçük parçalara (bezelye büyüklüğü) kesilir, peyniraltı suyu drenajı için cendere bezlerine alınır. Bloklar halinde kesilen peynir kalıpları oda sıcaklığında fermantasyon odasında 10-16 saat bekletilir. Daha sonra bloklar küçük parçalara bölünerek 70 ° C'de 2-2,5 dk ısıtma işlemi uygulanır. Soğuduktan sonra, lor temiz bir yüzeye aktararak elle yoğrulur. Oda sıcaklığında 6-10 saat tutularak 17–20 °C'deki raflara yerleştirilerek her gün alt üst edilerek tuzlanır. Peynir hem tütülenmiş hemde tütülenmemiş olarak tüketilir. Peynirin tütülenmesinde sadece geleneksel dumanlama değil aynı zamanda sıvı dumanlama (0.01–0.1% sıvı duman, pH 2–4) 15–60 dakika boyunca yapılır (Uçar ve Tekinşen 2004).

Tütülemede, gürgen ya da meşe gibi yağsız ve katranı az olan ağaçlar kullanılmaktadır. Peynirlerin dumanlanması, ocak içerisinde özel olarak yapılmış çengellere asılı bulunan ızgaralar üzerinde yapılmaktadır. Günümüzde ise bu sistem yerine şömine üzerine özel fırınlar yapılarak tütüleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Burada altta yanan ateşin çıkardığı dumanla peynir hem islenmekte hem de sıcaklık etkisiyle kurumaktadır. Tütüleme işlemi 1 günden 1 haftaya kadar sürmektedir.

Bu çalışmada amaç yöresel olarak üretilen Çerkez peynirinin dumanlama aşamasında materyal olarak kullanılan fındık kabuğu ve meşe odun tozunun peynirin aroma bileşenleri oluşumuna etkisi ve depolama süresince peynirlerdeki değişimi belirlemek ve doğal dumanlama da kullanılan fındık kabuğunun meşe tozunun yerine bir alternatif olabilme ihtimalini incelemektir.

## **2. KAYNAK ÖZETLERİ**

### **2. 1. Dumanlama**

Genel olarak dumanlama, odun ve talaşların için için yanan dumanının işlenmesini içerir (Majcher ve ark. 2011). Tütsüleme, ilk gıda işleme biçimlerinden biri olarak başlangıçta gıda muhafaza yöntemi olarak kullanılmıştır (Maga 1988). Tütsüleme bir koruma yöntemi olarak daha çok İspanya ve İtalya gibi güney ülkelerde yaygınlaşarak etleri kurutmak için uygulanmıştır (Marianski ve ark. 2009). Zamanla tuzlama ile birleştirilen tütsülemenin, çok etkili bir koruma yöntemi olduğu dünya kültürleri tarafından kabul görmüştür.

Bu gün gıda işleme teknolojisinin bir süreci haline gelmiş olan gıdaların dumanlama tekniği oldukça gelişmiş olup direkt ve indirekt olarak uygulanmaktadır.

#### **2. 1. 1. Direkt dumanlama**

Direkt dumanlama, geleneksel dumanlama ya da tütsüleme yöntemi olup, kolayca elde edilebilir duyuşal özelliklere dayalı oldukça basit geleneksel ekipmanlar içerir (Ahmad 2003). Tütsüleme ise, özel olarak yapılan fırınlara yüklenen odunların yanması ile açığa çıkan dumanın tütsülenecek gıdaya yönlendirilmesi ile doğrudan temas sağlanmasıdır. Bu geleneksel dumanlamanın başlıca hedefleri istenilen duyuşal özellikleri (lezzet, aroma ve görünüm) vermek ve geliştirmek özellikleriyle ürünü tüketim için güvenilir kılmaktır (Fessmann 1995). Bir gıdanın tütsülenmesi hammaddeden gıdanın üretilme aşamasının herhangi bir noktasında tütsülenebilir. Duman elde edilmesi amacıyla, genel olarak kullanılan ağaçlardan başka hindistan cevizi kabukları, mısır koçanları, meyve çekirdekleri ve hatta gazete veya mobilya (boya ile işlenmiş ahşap) (CAC / RCP 68/2009) ateş yakmak için kullanılmaktadır. Ürüne tütsü aroması veya flavosu vermek için kullanılan dumanlama ya da tütsüleme yöntemi dumanın sıcaklığına göre sınıflandırılır.

##### **2. 1. 1. 1. Soğuk dumanlama**

Soğuk dumanlama, 15 ila 25°C aralığında (Šimko 2009), maksimum 32°C'de (Wendorff 2010) genellikle ürün tuzlandıktan sonra uygulanır. Tütsülenecek gıdaya uygulama süresi birkaç saatten birkaç güne kadardır (Kolsarıcı ve Özkaya 1998). Soğuk dumanlama, başta peynir olmak üzere balık gibi gıdaların tütsülenmesinde yaygın olarak kullanılır. Dumanlama yöntemi ile

proteinlerin pişmeleri veya koagüle olmaları önlenir. Dumanlama öncesi yapılan tuzlama, ürünün düşük su içermesi özelliği ile dumanlamanın kurutucu ve konserve edici etkisi birleşerek ürünün raf ömrünün uzun olmasında etkili olmaktadır. Yöntemde ısı kullanılmadığından ürünü pişirmez, pişirme aşaması olmayan peynir gibi ürünlerin tütsülenmesinde tercih edilir.

### **2. 1. 1. 2. Sıcak dumanlama**

Sıcak dumanlamada, yüksek sıcaklığın etkisi ile pişirme ve kurutma işlemleri aynı anda uygulanır. 30 ile 100 °C aralığında uygulanan sıcak dumanlama, Woods (2003) tarafından 55 ile 80°C derece arasında olduğu bildirilmiştir. Sıcak dumanlama için ette 80°C, dumanda ise 130°C derece sıcaklığın gerekli olduğu vurgulanmıştır (Ahmad 2003, Möhler 1978). Sıcak dumanlama uygulama sonunda duman aroması kazanan ürün, soğuk dumanlamayla tütsülenen ürüne göre daha kısa raf ömrüne sahiptir. Soğuk dumanlamaya göre çok daha hızlı ve tütsüleme süresi 3-8 saattir. Duman gıda ile 7 kat daha hızlı birleşir (Draudt 1963). Yöntem genellikle avantajlı olsada sıcak tütsüleme uygulanmış ürünlerin yüksek oranda su, düşük oranda tuz içeriklerinden dolayı raf ömürleri kısadır (Aktaş ve Kaya 2010)

### **2. 1. 1. 3. Islak dumanlama**

Islak dumanlama ya da yoğunlaşmış duman, odun ve suyun bir arada ısıtılmasıyla elde edilen duman ve buhar karışımıdır. Genellikle 80°C sıcaklıkta uygulanır. İşlem kısa süreli ve iyi bir duman verimine sahiptir (Fessman ve Fessman 1979).

### **2. 1. 2. İndirekt dumanlama**

İndirect dumanlama tütsülenecek gıdalarda PAH kontaminasyonunun azaltılmasına yardımcı olmak amacıyla geliştirilen yöntemleri içermektedir.

#### **2. 1. 2. 1. Sıvı dumanlama**

Bu yöntemde, odunun damıtılmasıyla elde edilen duman hızlı bir şekilde kondansatörlerde soğutulur ve bileşiminde suda çözünür bileşikler içerir. Duman sıvısı belli oranda seyreltilir. Rafinasyon işlemi ile kanserojen olduğu düşünülen (Ferlay ve ark. 2015) polisiklik aroma bileşiklerin uzaklaştırılması için filtre edilir (Cadwallader 2007; Varlet ve ark. 2010; Lingbeck ve ark. 2014). Bu nedenle, kullanımı genellikle geleneksel duman ile tütsülemeye



göre daha az sağlık sorunu olduğu düşünülmektedir. Sıvı tütsüleme metodunda, genellikle sıvı tütsü ürün üzerine püskürtülerek yapılmaktadır. İçersine % 0,5-2 oranında tuz ve istenirse çeşitli baharatlar katılan çözelti içinde bırakılan ürün uzun süre bekletilerek lezzet kazandırılır. Sıvı dumanlamada asıl amaç, kurutma veya konserve teknolojisi uygulanacak ürünlere duman aroması vermektir (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999). Sıvı duman genellikle et ve balık için koruyucu ve aromatize edici olarak kullanılmaktadır (Hattula ve ark. 2001). Geleneksel tütsüleme işlemlerine göre hem odun hammaddesi hem de gıdalara uygulanan konsantrasyon kontrol edilebilirliği ile daha çevrecidir (Lingbeck ve ark. 2014). Sıvı duman, *Listeria* (Gedela ve ark. 2007, Martin ve ark. 2010), *Escherichia coli* (Van Loo ve ark. 2012), *Staphylococcus aureus* ve *Staphylococcal* enterotoxins (Lingbeck ve ark. 2014, Taormina ve Bartholomew 2005) karşı antimikrobiyal aktivite sergiledikleri belirlenmiştir.

### **2. 1. 1. 2. Sürtünme jeneratör tarafından üretilen duman ile tütsüleme**

Duman üretimine yönelik bu teknik Rasmussen(1961) tarafından modern bir teknoloji olarak geliştirilmiştir. O zamandan beri, gıdaların tütsülenmesi için teknikler getirilmiş ve uygulanmıştır. Dumamlama odaları, ön ısıtma ve kızılaltı duman tahliyesi, sürtünme ile duma üretim işlemleri de dahil olmak üzere tütsülemenin tüm işlem basamaklarını kontrol edilebilecek şekilde tasarlanmıştır (Maurer-Atmos 2015).

Bu işlem basamakları sayısı ve süresi tütsülenecek gıdanın türüne bağlı olarak döngüsel olarak tekrarlanmaktadır. Daha çok et türü ürünlerin tütsülenmesinde uygulanan sistemde sıcaklığın 180-380 °C' arasında (Varlet ve ark. 2007), duman üretim değerleri ise, ahşap ile bir dişli çarkın 20 s aralıklarla sürekli sürtünmesi, 60 ile 240 s arasında ara verme olarak belirlenmiştir (Pöhlmann ve ark. 2013). Sürtünme dumanı üretimi ile çalışma süresi ve odun gereksiniminin azalması, tütsülemenin kontrol edilebilirliği, PAH oluşumunun çok düşük düzeylerde olması ile gıdanın tütsülenme güvenliği arttırılmıştır (Pöhlmann ve ark. 2013).

### **2. 1. 1. 3. Elektostatik dumanlama**

Bu yöntemde, ürün sürekli 20 - 60 kV arasında şarj edilen elektrik telleri arasında bir tünele yerleştirilerek tütsüleme işlemi gerçekleştirilir. Daha çok Japonya ve İskandinav ülkelerinde balık ürünlerinin tütsülenmesinde kullanılmaktadır. Pozitif yük ile yüklenmekte olan tünelin birinci kısmında ürün 30-40°C derece aralığına kadar ısıtılır. Tünelin ikinci kısmında

tütsüleme işlemi yapılarak, tütsülenen ürün tünelin üçüncü bölümüne alınır. Renk stabilitesi sağlamak için 65-68°C'de ısıtma işlemi uygulanan tütsülenen ürüne, işlem sonunda tekrar 30-40°C sıcaklık işlemi uygulanarak ürün soğutulur.

## 2. 2. Dumanın Bileşimi

Duman hava, su buharı, CO<sub>2</sub>, CO ve en az birkaç yüz organik bileşiğin bir karışımı ile birlikte farklı konsantrasyonlarda küçük sıvı damlacıklar halinde dağılmış gazlar ve uçucu kül parçacıkları karışımıdır. Duman bileşimi yakıt cinsi (odun), duman oluşturma koşulları (sıcaklık, nem, zaman, hava akış hızı) ve daha sonra uygulanacak dumanlama işlemlerine göre değişim gösterir. Gıdaların tütsülenmesi amacıyla kullanılan odun dumanı sert ağaçlardan kayın, hickory ve meşe, yumuşak ağaçlardan çam ve köknar, bazı bölgelerde küspe ya da şeker üretiminden kaynaklanan atıkların kısmi yanması ile elde edilir. Odun dumanında 1100 kadar kimyasal bileşik tanımlanmıştır (Wilms 2000). Bu gün biline 400'den fazla uçucu bileşen Woods (2003) tarafından 22 alkol, 48 asit, 22 ester, 75 fenol, 46 furan, 131 karbonil, 16 lakton ve yaklaşık 50 çeşitli bileşikler olarak saptanmıştır. Gıdalara tütsü aroması vermek amacıyla kullanılan kondanse dumanda ise ana bileşenler olarak, su (% 82.4), katran (% 4.8), kalıntı (% 4.2), aktif kömürden elde edilen ekstrakt (% 4.1), asetik asit ve yüksek moleküler ağırlıklı asitler (% 1.7), metanol (% 1.0), ketonlar (% 0.7), yüksek molekül ağırlıklı aldehytlar (% 0.6), formik asit (% 0.4), formaldehit (% 0.1) ve fenoller (% 0.1) belirlenmiştir (Ahmad 2003).

Dumanlama, ya da tütsüleme işlemi uygulanan gıda da arzu edilen ve arzu edilmeyen etkilerine bağlı olarak duman bileşenleri 2 ana gruba ayrılabilir. Timol, formaldehit, formik, asetik ve benzoik asitler, o-Cresol, m-Cresol, p-Cresol, guaiacol, creosol ve xinelonse gibi bileşiklerin koruyucu etkilere sahip olarak bakteri yok edici, antimikrobiyal, biyosidal, mantar öldürücü özelliklerde bulunmaktadır (Möhler 1978). Guaiacol, vinilguaiacol ve butirik, valerik, kaproik, enantik, kaprilik ve pelargonik asit gibi bileşikler ise ürünlere güzel bir koku verme özellikleri ile bilinirler (Möhler 1978). Öte yandan, bazı bileşiklerin fenol (kötü tat), aseton ve doymamış uzun zincirli bileşikler üründe arzu edilmeyen yan etkilerde bulunarak istenmeyen aromaya neden olan bileşiklerdir (Möhler 1978).

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) istenmeyen bileşikler arasında en önemlileri olarak bulunmaktadır. PAH toksisitesinin en önemli son noktası kanserdir (ATSDR 2009).

PAH'lar, füme balık, midye, kahve, ekmek ve füme peynir gibi insan beslenmesinde yer alan çeşit gıdalarda bulunur (Martorell ve ark. 2010). Ayrıca, hububat ve tahıl ve tahıl ürünler (diyetlerde tüketimlerinin yüksek olması nedeniyle), bitkisel yağlar, yağlar (bu grubda daha yüksek PAH konsantrasyonları bulunması nedeniyle) PAH alımına katkıda bulunurlar (CAC / RCP 68/2009)

### **2. 3. Dumanlanmış Peynirler ile İlgili Yapılan alışmalar**

Peynirlerin tütsülenmesi bazı Avrupa lkelerinde ve Amerika Birleşik Devletleri'nde uzun zamandır bilinmektedir. Öte yandan, füme peyniri Mısır'da yabancıların ve turistlerin ihtiyaçlarını karşılayan bir ürün olarak bilinmektedir (Ismail 2016) .Peynir gibi süt ürünlerinin tütsülenmesi aromalı gıda üretilmesi ve korunmasındaki en eski yöntemlerden birisidir. Katma değeri yüksek bir kategoriye temsil eden özellikle doğal olarak tütsülenmiş peynirler, Amerika Birleşik Devletleri'nde özel peynirler olarak kabul edilmektedir (US Dairy Export Council 2007).

Rehman ve ark. (2003) doğal odun dumanı uygulamasının edar peyniri olgunlaşmasına etkilerini incelemek ve olgunlaşmadan önce veya sonra tütsülemenin peynir kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, doğal odun dumanı uygulamasının olgunlaşma sırasındaki peynir pH'sını veya primer proteolizi önemli ölçüde etkilemediğini belirlenmiştir. Bununla birlikte, serbest amino asitlerin konsantrasyonları ile değerlendirilen sekonder proteolizin, genellikle olgunlaşmanın 6. ayından sonra tütsülenen peynirlerde kontrol peynirlerinden daha yüksek olduğu grlmştir. 6 ay olgunlaştırılan tütsülenmiş peynirlerin, 9 ay olgunlaştırılan tütsülenmiş peynirlere göre daha iyi tütsülenmiş tada sahip olduğu belirlenmiştir. 3 ay olgunlaştırılan tütsülenmiş peynirler ile 6 aylık olgunlaştırılmış peynirlerde en yoğun tütsü aromasına sahip olduğu tespit edilirken. Tütsülenmiş peynirlerin en az 3 ay boyunca olgunlaştırılmasının en iyi sonucu verdiği vurgulanmıştır.

Yakın zamanda menşei koruma altına alınan artisan bir peynir olan Palmero peyniri, Palma Adası (Kanarya Adaları)'nda sadece Palmera keçilerinin sütünden geleneksel yöntemler takip edilerek üretilen ada ekonomisinin önemli bir bölümünü oluşturan tütsülenen füme peynirlerdendir. Çiğ sütten üretilen peynirin yapımında yasal izin verilmiş pıhtılaştırıcı enzim ve ya buzağı renneti kullanılarak üretilen peynirler daha sonra ttslenmektedir. Tütsüleme işlemi badem kabukları (*Prunus dulcis*), kuru dikenli armut (*Opuntia ficus indica*), Kanarya Adaları

çamının odun veya iğneleri (*Pinus canariensis*) kullanılarak, Ortaçağ'dan beri üretilen bu peynirin organoleptik özelliklerinden dolayı tüketici tarafından kabul edilebilirliği oldukça yüksektir. Geleneksel yöntemler ile üretilen, çam iğneleri kullanılarak tütülenen, altı farklı esnaftan toplanan 6 farklı artisanal Palmero peynirlerinde yapılan çalışmada peynirlerin genel olarak nem ( $45,64 \pm 1,06$ ), protein ( $20,65 \pm 1,05$ ), yağ ( $22,56 \pm 2,4$ ) ve pH ( $5,77 \pm 0,23$ ) değerleri bakımından birbirine çok benzer bir bileşime sahip oldukları belirtilmiştir. Katı fazlı mikro ekstraksiyonun (SPME) ile gaz kromatografisi / kütle spektrometrisi kullanılarak peynirin farklı bölgelerinde (dış, iç ve kesit) belirlenen uçucu aromatik bileşiklerin 320'den fazlasının dış bölgede olduğu belirlenmiştir. Saptana bileşenler başlıca asitler, alkoller, esterler, hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, furan ve piran türevleri, terpenler ve seskiterpenler, azot türevleri, fenol, guaiacol ve syringol türevleri, eterler olmak üzere belirlenmiştir. Bunlar arasında tipik peynir bileşikleri yanında, tipik duman bileşenleri de tespit edilmiştir. Dış bölgede önemli konsantrasyonlarda yer alan duman bileşenlerinin iç bölgede bulunduğu fakat konsantrasyonlarının dış bölgeye göre daha az olduğu saptanmıştır. Ana bileşen olarak asitler ve fenolik türevleri tespit edilmiştir. Peynirin tadında ve aromasında önemli bir rol oynayan fenolik bileşikler ve türevleri, çam yapraklarından elde edilen spesifik duman bileşenleri olarak belirlenmiştir (Guillén ve ark. 2004).

Tütülenme işleminden peynirlerin tütülenme konumunun uçucu aroma profili oluşumunda etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla iki farklı yükseklikte incir ağacı odun (*Ficus carica*) ve kuru dikenli armut (*Opuntia ficus indica*) karışımının yanması ile üretilen Duman ile tütülenen Herreño peynirlerde yapılan çalışmada divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane fiber katı faz mikroekstraksiyonu kullanılarak gaz kromatografisi / kütle spektrometrisi ile toplamda 228 bileşen tespit edilmiştir. Tütülenmeyen peynirlerde çok sayıda hidrokarbon bileşikler ve bunu takiben terpenler ve seskiterpenler tespit edilmiş, asit ve ketonların ise yoğun oranda bulunduğu bildirilmiştir. Tütülenme işleminin Herreño peynirinin uçucu profilini oluşturan ketonlar ve diketonlar, metil esterler, alifatik ve aromatik aldehitler, hidrokarbonlar, terpenler, azotlu bileşikler ve özellikle eterler ve fenolik türevleri ile zenginleştirdiği belirlenmiştir. Bunlar arasında daha önce tütülenen peynirlerde belirlenmemiş olan  $\alpha$ -terpinolen gibi bazı terpenler de bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan tütülenme sırasında peynirlerin dumana olana mesafesinin peynirlerin aroma profilinde etkili olmadığı görülmüştür. (Palencia ve ark. 2014).

Huş ağacı (*Betula celtiberica*) kullanılarak 2 ile 7 saat süreyle tütülenen, yarı sert (45 gün olgunlaşmış) menşei korumalı (PDO) San Simón da Costa ineği sütü ile üretilen tütülenmiş San Simón da Costa'da peynirlerin modifiye atmosfer paketlemenin kimyasal, biyokimyasal ve duyuşsal parametrelerine olan etkisi araştırılmıştır. Çalışmada Peynirler 45 gün boyunca aşğıdaki vakumlu paketleme, % 100 N<sub>2</sub>'de paketleme, % 20 CO<sub>2</sub> /% 80 N<sub>2</sub> gaz karışımı içinde paketleme ve % 50 CO<sub>2</sub> /% 50 N<sub>2</sub> gaz karışımı içinde paketlenen peynirler 45 gün süresince depolanmıştır. Yüksek miktarda laktik, oksalik ve sitrik asit gibi organik asit ile karakterize edilen San Simón da Costa peynirlerinde en yoğun bulunan uçucu bileşikler olarak etanol, diasetil, 2 bütanol, izopropil alkol, furfural, asetaldehit, 2-bütanon, aseton ve 2 -methylfuran belirlenmiştir. Kontrol peynirleriyle karşılaştırıldığında modifiye atmosferle paketlemenin, lipoliz göstergesi olan butirik ve propiyonik asit konsantrasyonları düşük olması ile olgunlaşma işlemlerini değıştirdiğı, yüksek miktarda dallı zincirli alkol oluşumu ile proteoliz oluşumunu etkilediğı, duman derivatları olan 2 furankarboksialdehit (furfural) gibi aldehitler, 2 metoksifenol (guaiacol) gibi alkoller, 2-siklopenten-1-on gibi ketonların bir kaç bileşimin birikmesine neden olduğı, metil furankarboksilat gibi ester bileşimi ile peynirin lezzeti arasında negatif bir korelasyon bulunduğunu ortaya koymuşlardır (Garabal ve ark. 2010).

Hafif ekşi, kesilmiş, tuzlanmış ve tütülenmiş olarak tanımlanan kendine özgü bir tada sahip olan Polonya tütülenmiş Oscypek koyun peynirinin uçucu, duyuşsal ve mikrobiyal profili, haşlama, tuzlama ve tütüleme aşamalarında analiz edilmiştir. Tütülenmiş Oscypek koyun peynirinde 54 uçucu bileşik (serbest yağ asitleri, esterler, ketonlar, alkoller, aldehitler, furanlar / furanonlar, fenoller, kükürt bileşikleri, terpenler) tanımlanmıştır. Tütülenmiş ve tütülenmeyen peynirlerin duyuşsal aroma profili analizi, uçucu bileşiklerin analizi ile önemli bir korelasyon göstermiştir. Tütülenen peynirlerde belirlenen aroma bileşenleri biyokimyasal reaksiyonlardan açığa çıkan derivatlar (serbest yağ asitleri, ester, keton, aldehit, sülfür bileşikleri), duman aromaları (furan, furanon ve fenoller) ve süt aroma bileşenleri (terpenler) olarak gruplandırılarak, tütüleme işleminin tipik aroma oluşumunda etkili olduğı bildirilmiştir. Tütülenmiş Oscypek peynirinin mikrobiyolojik içeriğinin ise peynire uygulanan işlem aşamaları ile birlikte (haşlanma, salamura gibi) tütüleme aşamalarının bir sonucu olarak azaldığı gözlenmiştir (Majcher ve ark. 2011).

Geleneksel olarak üretilmiş ve duman giriş deliğinin üzerinde, 2 farklı yükseklikte (yerden 1,20 ve 1,80 m) metal ızgaralara yerleştirilerek tütünlenmiş Herreño peynirlerinde polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) kontaminasyon derecesi SIM modunda gaz kromatografisi-kütle spektrometresi ile incelenmiş ve tütünlenmeyen peynirle karşılaştırılmıştır. Ayrıca, peynirlerin konumlarının, PAH kontaminasyon seviyeleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Kanserojenlerin çoğunun dahil olduğu ağır PAH konsantrasyonlarının çok düşük olduğu, incelenen tüm tütünlenmiş örneklerde benzen [a] antrasen, chrysene + trifenilen ile birlikte tespit edilen tek ağır PAH bileşeni olduğu belirtilmiştir. Buna karşın, hafif PAH konsantrasyonu olarak, özellikle naftalen ve insan sağlığı üzerindeki etkisi henüz tam olarak belirlenemeyen alkil türevleri tespit edilmiştir. Peynirlerin tütünlenmesinde dumanlama odasına yerleştirilme durumları peynirlerde bulunabilecek duman bileşiklerde farklılığa neden olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle elde edilen bulgular tütünlenmiş peynirlerde PAH kontaminasyon derecesini azaltmak ve kontrol altında tutulmasında dumanlama odalarının iyi tasarlanmasında yardımcı olabileceği belirlenmiştir (Guillén ve ark. 2011).

Doğal dumanlama ve sıvı dumanlama ile tütünlenen Cheddar ve İsviçre peynirlerinin 3,4-benzo (a) piren içeriğini belirlemek için yapılan piyasa araştırmasında, 0,1 ppb metot duyarlılığında peynirlerin hiç birinde Benzo(a)pyrene tespit edilmemiştir. Bu durum, peynir ürünleri için mevcut tütünleme uygulamalarının, potansiyel kanserojen olan 3,4-benzo (a) pirenin, tütünleme sürecinde çökmesinin kontrol edilebileceğini göstermiştir (Riha ve ark. 1992)

Guillén ve ark (2007) tütünlemede 2 farklı materyal (badem kabukları ve kuru dikenli armut) kullanılarak tütünlenen geleneksel Palmero peynirlerinde polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH) oluşumu incelenmiştir. Toplam en yüksek PAH konsantrasyonu badem kabukları ile tütünlenen peynirde PAH kontaminasyon derecesinin, geleneksel şekilde tütünlenen diğer peynirlerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Tütünleme için kullanılan bitkisel materyalin yapısının özellikle alkil derivatları ve bazı hafif PAH'ların tütünleme sonrasında peynirlerde oluşan PAH tipini etkilediği görülmüştür. Artisanal ve üretim sürecindeki değişikliklere rağmen bu peynirlerin PAH profilleri arasında birçok benzerlik bulunmuştur. Benzo (a) piren sadece 2 örnekte ve izin verilen maksimum yasal limitlerden çok daha düşük konsantrasyonlarda bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, bu tip peynirlerin duyuşal ve geleneksel özelliklerinden ödün verilmeden güvenilir bir şekilde üretilmelerinin mümkün olduğu vurgulanmıştır.

## 2. 4. Dumanlanmış Çerkez Peynirleri İle Yapılan Çalışmalar

Farklı üretim prosesleri uygulanarak Çerkez peyniri yapımı üzerine bir çalışmada bir grup peynir için kültür kullanılmış, diğer bir gruba da tütsü aroması ilave edilerek geleneksel yöntemler esas alınarak yöresel bir fırında tütsülenmiş Çerkez peyniri üretilerek 90 günlük olgunlaşmaya bırakılmıştır. Olgunlaşma süresince peynirlerin kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri analiz edilmiştir. Üretimin prosedürüne bağılı olarak üretilen Çerkez peynirinde kurumadde %51,42-62,38, su aktivitesi 0,938-0,977, pH 4.71-6.82 arasında değıştiğı, geleneksel standart metotla üretilen ve tütsü aroması ilave edilen peynirlerde olgunlaşma oranının daha yüksek olduğı belirlenmiştir. Serbest yağ asitleri değerinin kültür ilaveli ve tütsülenmemiş peynirlerde daha yüksek olduğı, tütsüleme işlemleri ve artan kurumadde peynirlerde sertliğı arttırdığı vurgulanmıştır. Farklı aroma kazandırmasının yanında tütsülemenin peynirlerin raf ömrünü uzattığı saptanmıştır (Ayar ve ark. 2015).

Güneşer ve ark. (2011) tarafından yerel üreticilerden sağlanan yedi geleneksel Çerkez peynirinin temel bileşimi, aroma ve duyuşal özelliklerini tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada suda çözünür, trikloroasetik asitte çözünür ve fosfotungstik asitte çözünür azot fraksiyonları, sırasıyla% 2,30 – 29,35, % 2,48 - 9.96 ve % 3,33 – 6,26 arasında değıştiğı belirlenmiştir. Katı faz mikro ekstraksiyon yöntemi ile çoğı düşük yoğunlukta olmakla birlikte 38 aktif uçucu aroma bileşen belirlenmiştir. Butirik asit (rancid), 2-asetil-1-pirrolin (patlamış mısır), heksanoik asit (terli), diasetil (tereyağılı) ve 1-okten-3-one (mantar) bileşiklerinin yüksek yoğunlukları ile Çerkez peynirinin başlıca aktif aroma - bileşiklerini oluşturduğu, 2-metoksifenol ve p-kresol aroma bileşenlerinin ise tütsülenmiş Çerkez peynirlerinin lezzetinde önemli rol oynadığı bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada 15 duyuşal nitelik geliştirilmiş, Çerkez peynirlerinin karakteristik flavosunu pişmiş', 'peynir altı suyu', 'kremalı' ve 'fermente' terimleri ile tanımlamışlardır.

Sıçramaz (2017) tarafından yapılan “Değışik yöntemlerle üretilen Çerkez peynirlerinin biyojen amin içeriklerinin tespiti” başlıklı çalışmada peynirlerdeki biyojen aminlerin incelenmesinde tütsülenmiş peynirlerde biyojen amin miktarının tütsülenmemiş peynirlere göre daha az olduğı tespit edilmiştir. Bunun yanında yapılan çalışmada histamine ve tiramin biyojen aminlerin olmadığı görülmüştür. Ama az miktarda da olsa putresin ve kadaverin gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmada bir ürünün raf ömrünü belirleyen kimyasal analizlerden titrasyon asitliğı,

pH, kuru madde, protein, toplam serbest amino asit miktarı ve toplam serbest yağ asitlerinin miktarı gibi belirleyici kalite kriterlerinin tütülenmiş olan peynirlerde daha iyi olduğu, suda çözünen azot ve su aktivitesinin ise tütülenmiş ve tütülenmemiş ürünlerde bir farklılık olmadığı belirtilmiştir.

Mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde *E.coli*-koliform, küf-maya, toplam aerobik bakteri sayısı gibi ürünün kalitesini ve rafta durma süresini uzatan ve mikrobiyolojik olarak da kalite değerini belirleyen sonuçların yine tütülenmiş peynirlerde daha üstün olduğu gözlenmiştir.

Tütülenmiş ve tütülenmemiş Çerkez peynirlerinin fiziksel, kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri konulu çalışmasında, duyuşal değerlendirmeler sonucunda tütülenmiş geleneksel ev yapımı ve tütülenmiş fabrikasyon Çerkez peynirleri lezzet bakımından birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Mikrobiyolojik olarak tütülenmiş geleneksel Çerkez peynirlerinde en düşük toplam aerobik mezofilik, maya-küf, laktobasil, laktokok belirlendiği *E.coli* tespit edilmediği belirtilmiştir. Bu durum doğal tütünün bakteriostatik, bakteriosid ve fungostatik etkisinden dolayı olduğu vurgulanmıştır (İlhan 2012).

Orta Karadeniz Bölgesi'nde satışa sunulan Çerkez peynirlerinin bazı kimyasal nitelikleri üzerine yapılan bir çalışmada, evde yapımı tütülenmemiş taze Çerkez peynirlerinin ortalama analiz sonuçlarını titre edilebilir asitlik %1,02, pH 5,20, kurumadde %46,70, tuz %6,19, yağ %19,26, protein %25,15, çözünen azot %0,47 olarak; endüstriyel olarak üretilen tütülenmemiş taze Çerkez peynirlerinin ortalama analiz sonuçlarını ise, titre edilebilir asitlik %1,22, pH 5,28, kurumadde %53,63, tuz %1,69, yağ %21,63, protein %26,54, çözünen azot %0,51 olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada endüstriyel olarak üretilen tütülenmiş taze Çerkez peynirlerinde ortalama olarak titre edilebilir asitlik %0,34, pH 5,52, kurumadde %58,96, tuz %2,40, yağ %21,36, protein %25,01, suda çözünen azot %0,40 olduğu bulunmuştur (Üçüncüoğlu 2009).

Uysal ve ark.(2006) Türkiye'de üretilen geleneksel Çerkez peynirlerinin bileşimi ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, yerel pazarlardan toplanan farklı kurutma yöntemi (20 taze, 20 güneşte kurutulmuş ve 20 sobada kurutulmuş) uygulanmış 60 Çerkez peyniri incelenmiştir. Yapılan çalışmada taze peynirlerin toplam kurumadde, yağ, protein, suda çözünen azot, tuz ve titre edilebilir asitliği daha düşük olmasına rağmen, pH değerlerinin birbirine yakın olduğu saptamıştır. Toplam mezofilik bakteri ve maya-küf sayımlarının ise taze peynirlere göre kurutma işlemi uygulanmış peynirlerde daha düşük olarak tespit etmişlerdir.



Yaklaşık 3 ay olgunlaştırılmış, İzmir yakınlarında farklı ilçelerden toplanan 52 sepet peyniri fizikokimyasal bileşimi ve aroma bileşenlerinin karakterize edildiğinde çalışmada; ortalama kurumadde %55,16, kurumadde de yağ %45,80, protein %29,18, kurumadde de tuz %12,88, su aktivitesi 0,83, pH 5,50, titre edilebilir asitlik %1,69 olgunlaşma ve lipoliz indeksi sırasıyla 11,06 ve 6,36 olarak belirlenmiştir. Bu peynirlerde, balmumu ve keçi kokusundan sorumlu olan heksanoik, oktanoik, dekanoik ve bütirik asitin en yoğun bulunan uçucu bileşikler olarak tespit edilmiş, çoğu uçucu bileşiklerin ise üretim ve olgunlaşma sırasında önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir. Tanımlayıcı duyu analizler sonucunda, Sepet peynirleri serbest yağ asidi, hayvansal, kükürtlü, kremi, pişmiş ve peynir altı suyu gibi yüksek tuzlu tadı olan aromatik tanımlayıcılarla tanımlanmıştır (Ercan ve ark. 2011).

Aydinol (2010) “Farklı Dumanlama Tekniklerinin Füme Çerkez Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkisi” başlıklı çalışmada, doğal duman ile tütsüleyerek ve sıvı tütsü aroması kullanarak ürettiği Çerkez peynirlerinde doğal dumanlanarak üretilen peynirlerin daha lezzetli olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, Çerkez peyniri örnekleri mikrobiyolojik olarak incelendiğinde doğal dumanlama ile tütsülen peynirlerde, tütsülenmeden sıvı tütsü aroması kullanılarak üretilen peynirlere göre toplam mezofilik aerobik mikroorganizma sayısı, maya-küf sayısı ve toplam koliform grubu sayısı daha düşük bulunmuştur. Peynirlerin olgunlaşma sırasında örneklerde *Escherichia coli* saptanmamıştır.

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) belirlenmesi amacıyla, 2011–2012 döneminde Türkiye'nin 7 temsili ilinden (Antalya, Düzce, İzmir, İstanbul, Sakarya, Samsun ve Sinop) yerel pazarlarda, süpermarketlerde ve marketlerde rastgele toplanan geleneksel 20 (10 tütsülenmiş, 10 tütsülenmemiş) ve endüstriyel olarak 50 (25 tütsülenmiş ve 25 tütsülenmemiş) üretilmiş Çerkez peynirlerinde katı faz ekstraksiyonu yöntemi kullanılarak floresan dedektörlü yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yapılan analizde, tütsülenmiş geleneksel ve endüstriyel Çerkez peynirlerinde 9 PAH bileşiğinin ortalama olarak sırasıyla 19,6 ve 6,73  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , tütsülenmemiş geleneksel ve endüstriyel peynirlerde ise sırasıyla 0,77 ve 0,49  $\mu\text{g kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bulunan baskın PAH naphthalene and acenaphthene olmuştur. Karsinojenik PAH temsilcisi olarak Benzo[a]pyrene geleneksel tütsülenmemiş ve tütsülenmiş Çerkez peynirlerinde %30 ve %90 olarak, endüstriyel tütsülenmemiş ve tütsülenmiş Çerkez peynirlerinde %25 ve %52 olarak belirlenmiştir (Gül ve ark. 2015).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3. 1. Materyal**

##### **3. 1. 1. Peynir yapımında kullanılan süt ve nitelikleri**

Deneme Çerkez peynirleri üretimi için İzmit ili Ketenciler köyünden sağlanana, toplam kurumadde içeriği %11,45, protein %3,13, yağ oranı %3,20 ve titrasyon asitliği %0,17 olarak belirlenen çiğ inek sütü kullanılmıştır.

##### **3. 1. 2. Peynir Yapımında Kullanılan Ekşi Peyniraltı Suyu**

Deneme Çerkez peynirlerinin yapımında bir önceki yapılan peynirden elde edilen toplam kurumadde %5,7, yağ % 0,2, protein % 0,7, pH 4,3 ve titrasyon asitliği %0,63 peyniraltı suyu kullanılmıştır

##### **3. 1. 3. Tuz**

Peynirlerin tuzlanması için kullanılan kaya tuzu ticari olarak temin edilmiştir.

##### **3. 1. 4. Peynirin Tütsülenmesinde Kullanılan Ağaç**

Deneme peynirlerin tütsülenmesinde kullanılan fındık kabuğu, çeşitli fındık üreticilerinden meşe odunu piyasadan temin edilmiştir.

#### **3. 2. Yöntem**

##### **3. 2. 1. Peynir yapımı**

Araştırmada kullanılacak deneme Çerkez peynirleri üretimi, geleneksel uygulama parametrelerine sadık kalınarak İzmit ili Ketenciler köyünde tütsülenmiş ve tütsülenmemiş Çerkez peyniri üretimi yapan bir aile işletmesinde her üretimde 40 L çiğ inek sütü kullanılarak iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Deneme Çerkez peynirleri üretiminde biri tütsülenmeyen

(kontrol), fındık kabuğu ile tütsülenen ve meşe odunu ile tütsülenen olmak üzere üç farklı şekilde üretilmiştir.

Bu amaçla ttslenmek üzere üretilen deneme Çerkez peynirleri üretimi için 40 L i inek sütüne, kaynama balayana kadar yaklaşık 1 saat ısıl işlem uygulanmıştır (ekil 3. 1). Kaynayan süt 32-35°C'ye kadar soğutularak 40 L süte pıhtılatırma işlemi için asitliği gelimi 4 L eki peyniraltı suyu (ekil 3. 2) süt tamamen pıhtılaıncaya (kesilinceye) kadar kenardan yavaş yavaş ilave edilmiştir (ekil 3. 3)



**Şekil 3. 1** Sütün ısıtılması



**Şekil 3. 2** Peynir yapımında kullanılan peyniraltı suyu



**Şekil 3. 3** Ekşi peyniraltı suyu ilavesi



**Şekil 3. 4** Pıhtılaşmanın tamamlanması için bekleme

Ekşi peyniraltı suyu ilavesi ile oluşmaya başlayan pıhtıların üstte toplanması ve pıhtılaşmanın tamamlanması (suyu yeşil renge dönmesi) için 15 dk beklenilmiştir (Şekil 3. 4). Pıhtılaşma işlemi tamamlandıktan sonra yüzeye çıkmaya başlayan pıhtılar bir delikli kevgir (kevgir) vasıtasıyla toplanarak sepetlere alınmıştır (Şekil 3. 5, Şekil 3. 6).



**Şekil 3.5** Peynir pıhtısının sepete alınması



**Şekil 3.6** Peynir pıhtısının sepette toplanması



Şekil 3.7 Peynirin baskılanması



Şekil 3.8 Peynirin tuzlanması

Sepetlere alınan peynirlerde peyniraltı suyunun tamamen çıkması için sepetlerde ters düz edilerek her iki yüzeyine de ayrı ayrı hafif bir baskılama işlemi uygulanmıştır (Şekil 3. 7). Baskılama işlemi bittikten sonra peynirin her iki yüzeyine de tuz serpilerek tuzlama işlemi yapılmıştır (Şekil 3. 8). Tuzlama işlemi yapılan deneme Çerkez peyniri örnekleri, tutsüleme işlemine hazır hale gelmesi için işletmenin soğuk depolarında (+4°C-6) bir gün bekletilerek dış düzeyin sertleşmesi sağlanmıştır (Şekil 3. 9).







**Şekil 3.9** Tütsülemeye hazır peynir

### 3. 2. 2. Peynirlerde tütsüleme işlemi

Soğuk depolama şartlarında (+4- 6°C) bir gün bekletilerek dış düzeyi sertleşmesi sağlanan peynir örnekleri, tütsüleme işlemi için özel yapılmış fırınlarda yanan kordan (zayıf ateş) 2 metre yükseklikte yer alan içerisinde ızgara sistemi bulunan tütsüleme odalarında tütsüleme (isleme) işlemine tabii tutulmuştur (Şekil 3. 10).



**Şekil 3.10** Tütsüleme fırını



**Şekil 3.11** Meşe odunun kor haline getirilmesi

Tütsüleme işlemi ve bir grup peynir için fındık kabuğu, diğer grup için meşe odunu kullanılmıştır (Şekil 3. 11).

Yakılarak kor haline getirilen odundan elde edilen duman tütsüleme odasından alınarak soğuk dumanlama olarak 25°C’de yapılmıştır Izgaralara yerleştirilen Çerkez peynirleri tütsülenmek üzere 1 gün süreyle dumanlama işlemi uygulanmıştır (Şekil 3. 12).



**Şekil 3.12** Dumanlama işlemi tamamlanmış Çerkez peynirleri



Tütsülenmemiş (Kontrol)

Fındık kabuğu ile tütsülenmiş

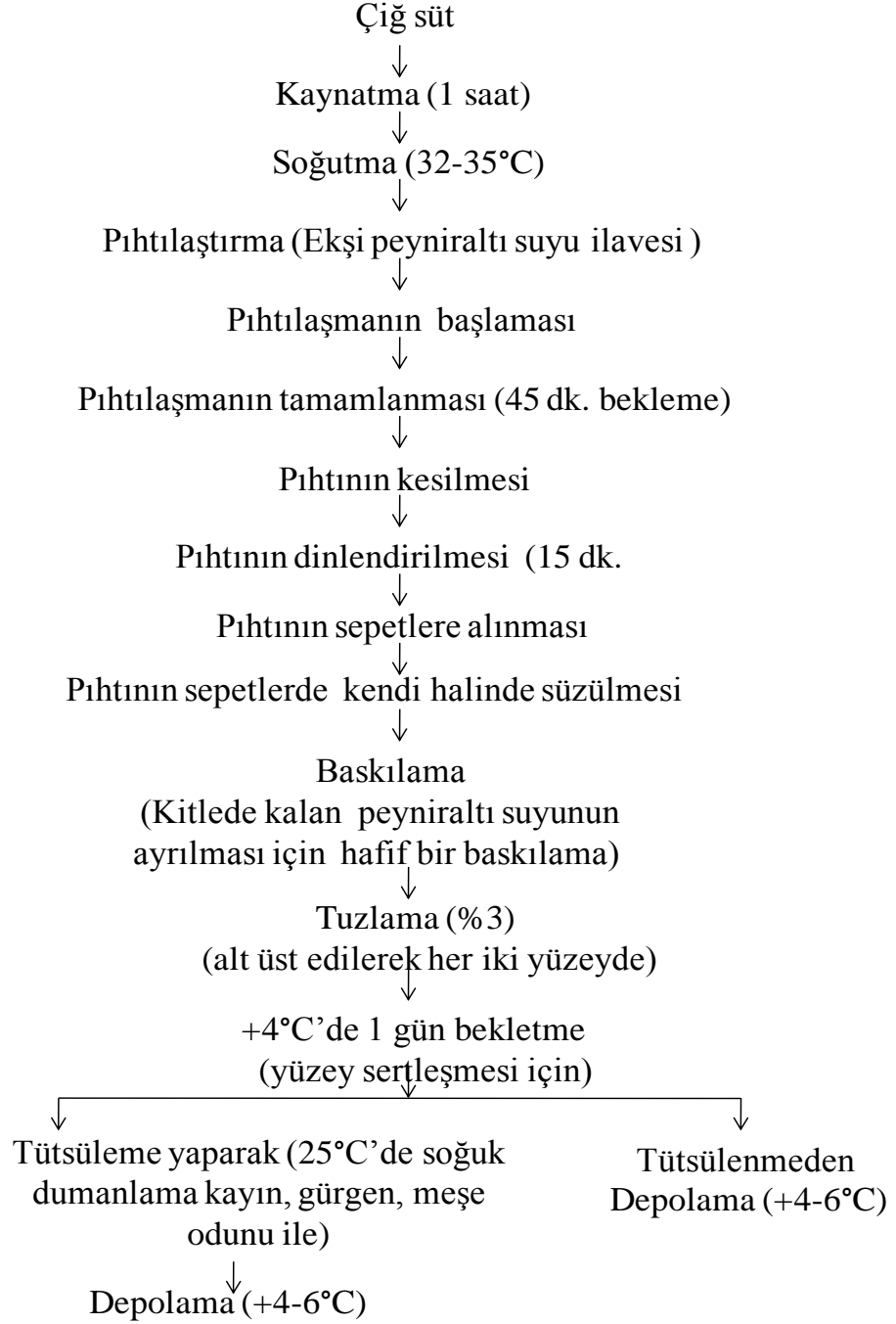
Meşe odunu tozu ile tütsülenmiş

**Şekil 3.13** Hazırlanan deneme Çerkez peynirleri

Hazırlanan fındık kabuğu ve meşe odunu ile tütsülenmiş (Şekil 3. 13) Çerkez peynirleri yine buzdolabı sıcaklığında 90 gün olgunlaştırılmaya bırakılmıştır. Olgunlaşma döneminin 0, 15, 30, 60 ve 90. günlerinde 3 paralelli olarak analizleri yapılmıştır. Çerkez peynir için üretim prosesi henüz standart olmamakla beraber geleneksel yöntemle üretim akış diyagramı Şekil 3. 14'de verilmiştir.



### Çerkez peynir için geleneksel üretim prosesi



Şekil 3.14 Çerkez peynir için geleneksel üretim prosesi

### 3. 2. 3. Peynirlerde yapılan kimyasal analizler

#### 3. 2. 3. 1. Kurumadde analizi (%)

Deneme Çerkez peyniri örneklerinin toplam kuru madde içeriği, gravimetrik yöntemle sabit ağırlığa getirilen kaplara tartılan homojen peynir örneklerinin 102±2°C deki 2 saat etüvde kurutulmasıyla aşağıdaki formül (3. 1) ile hesaplanarak % kurumadde olarak belirlenmiştir (ISO 2004).

$$\text{Kuru Madde (\%)} = \frac{(M_2 - M_0)}{(M_1 - M_0)} \times 100 \quad (3.1)$$

$M_0$  = Kurutma kabı ağırlığı (g)

$M_1$  = Numune ve kurutma kabı ağırlığı (g)

$M_2$  = Kurutma kabı ağırlığı ve kalıntının ağırlığı (g)

#### 3. 2. 3. 2. Protein analizi (%)

Peynirlerdeki protein miktarının tayini mikro kjeldahl yöntemi ile belirlenen % toplam azotlu madde değeri ve % protein olarak (6,38 katsayısı ile çarpılarak) aşağıdaki formüllere ((3. 2) ve (3. 3)) göre hesaplanmıştır (IDF 2001).

$$\text{Toplam Azot (\%)} = \frac{(V_1 - V_2) \times 0,014 \times N}{M} \times 100 \quad (3.2)$$

$$\text{Protein (\%)} = \% \text{ Toplam Azot} \times 6,38 \quad (3.3)$$

$V_1$  = Titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisi in hacmi (mL)

$V_2$  = Şahit deneyde titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi (mL)

$N$  = Ayarı yapılan hidroklorik asit çözeltisinin normalitesi

$M$  = Alınan örneğin ağırlığı (g)

#### 3. 2. 3. 3. pH ölçümü

Deneme peynirin örneklerinin pHdeğerleri standart tampon çözeltiler ile (pH 4,01 ve pH 7,0) kalibre edilen Nel 890 marka dijital pH - metre kullanılarak, 1:1 oranında saf suyla sulandırılmış oda sıcaklığındaki örnek içerisine cihazın elektrodu daldırılarak ölçülmüştür Cihaz göstergesinde sabitlenen pH değeri okunarak kaydedilmiştir.

### 3. 2. 3. 4. Titre edilebilir asitlik (% Laktik asit)

25 g olarak alınan peynir örneği, 40 °C sıcaklıktaki saf suyla havanda ezilip 250 ml'lik ölçü balonuna aktarılmış, iyice karıştırıldıktan sonra soğumaya bırakılan balon işaret çizgisine kadar saf suyla tamamlanmıştır. Hazırlanan örnek çözelti filtre kağıdından süzülerek, süzüntüden 25 mL bir erlene alınıp üzerine 2-3 damla %1'lik fenolftalein indikatöründen (%95'lik nötr alkolde %1'lik çözeltisi) damlatılıp 0,1 N NaOH ile değişmez açık pembe oluncaya kadar titre edilmiş ve 0,1 N NaOH miktarı formülde yerine konularak laktik asit cinsinden % asitlik aşağıdaki formül (3. 4) yardımıyla hesaplanmıştır (AOAC 2000).

$$\text{Asitlik (\%)} = \frac{V \times N \times 0,09}{\text{Önek Miktarı}} \times 100 \quad (3.4)$$

V: Titrasyonda harcanan NaOH miktarı (mL),

N: NaOH normalitesi (0,1N)

M: Hazırlanan örnek çözültiden alınan miktarı (mL)

### 3. 2. 3. 5. Tuz tayini (%)

Deneme Çerkez peynir örneklerinin %tuz içerikleri Mohr metoduna göre belirlenmiştir. 25 g tartılan peynir örnekleri sıcak su yardımıyla havanda iyice ezilerek sulu kısım 250 ml'lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Peynir örneği içindeki tuzun tamamen suya geçmesini sağlamak için bu işlem 5-6 kez tekrarlanmıştır. Oda sıcaklığında soğutulan ölçü balonunun hacmi çizgine kadar saf su ile tamamlanarak filtre kağıdından süzölmüştür. Hazırlanan bu süzüntüden 10 ml alınıp 1-2 damla potasyum kromat indikatörü (saf suda %5'lik çözeltisi) damlatılarak kiremit kırmızısı renge kadar 0.1N AgNO<sub>3</sub> çözeltisi titre edilmiştir. Harcanan AgNO<sub>3</sub> çözeltisi miktarı formülde yerine konularak peynir örneklerinde tuz miktarı aşağıdaki formül (3. 5) ile hesaplanmıştır (IDF 1988).

$$\text{Tuz (\%)} = \frac{V \times N \times 0,0585}{\text{Önek Miktarı}} \times 100 \quad (3.5)$$

N: Gümüş nitratın (AgNO<sub>3</sub>) normalitesi (0.1)

V: Titrasyonda harcanan 0,1 N AgNO<sub>3</sub>çözeltisi (mL)

### 3. 2. 3. 6. Yağ tayini (%)

Peynir örneklerinin % yağ miktarı Gerber butirometresi kullanılarak Van Gulik yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla butirometre kadehçesine homojen hale getirilmiş peynir örneğinden 3 g tartılmış ve üzerine 1.55 g/cm<sup>3</sup> ağırlığındaki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave ederek 65-70°C'deki su banyosunda ara sıra çalkalanarak kadehcik içindeki peynirin erimesi sağlanmıştır. Daha sonra 1 mL amil alkol (d=0.82 g/mL) ve 35 taksimatına kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilerek ısıtıcılı Gerber santrifüjünde (Gerber Instruments, Micro II, İsviçre) 1100-1200 devir/dk 5 dk süre ile santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında butirometre skalasından % g olarak yağ miktarı okunmuştur (ISO 2008).

### 3. 2. 3. 7. Suda çözüdür azot tayini

Deneme peynir örnekleri suda çözüdür azot içeriğinin belirlenmesi amacıyla 10 g peynir örneği, 40 ml su ile karıştırılıp homojenizatör kullanılarak (Wiggen Hauser D130) 2 dk homojenize edilmiştir. Karışım 1 saat 40°C'deki su banyosunda tutulmuş ve ardından 5000 rpm de +4°C'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırılan Whatman No.42 beyaz bant filtre kağıdından süzölmüştür. Filtrattın suda çözüdür azot içeriği protein tayininde belirtildiği gibi mikro-Kjeldahl yöntemi (IDF 1993). Kullanılarak aşağıdaki formül (3. 6) ile hesaplanmıştır.

$$\text{Suda çözüdür azot (\%)} = \frac{(V_1 - V_0) \times N \times F \times 1.4}{m} \times 100 \quad (3.6)$$

V<sub>0</sub>: Kör denemede harcanan HCl (mL)

V<sub>1</sub>: Örnek için harcanan HCl (mL)

N: HCl'nin normalitesi

F: HCl çözeltisinin faktörü

m: Örnek miktarı (g)

### 3. 2. 4. GC-MS ile uçucu aroma bileşenlerin belirlenmesi

Peynir örneklerinde uçucu aroma bileşenleri tepe boşluğu katı faz mikro ekstraksiyon tekniği kullanılarak GC-MS yöntemiyle TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsünde (Gebze, Kocaeli) belirlenmiştir.

Bu amaçla olgunlaşmanın 0, 15, 30, 60 ve 90. günlerinde peynirlerden örnekler alınarak analiz edilinceye kadar -20°C’de muhafaza edilmiştir. Tüm örnekler çalışmadan bir gün önce buzdolabı şartlarında çözündürülmüş ve oda sıcaklığında rendelenmiştir. Rendelenen peynirlerden 5 g tartılarak 5 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile karıştırılmıştır. 40 mL vial (Agilent Tech, USA) alınarak ağız hermetic olarak kapatılmıştır. Hazırlanan örnek vialleri 40 °C’deki su banyosunda 20 dk bekletilmiştir. Daha sonra SPME fiberi vial üst boşluğuna yerleştirilip 40 °C’lik su banyosunda 20 dk daha tutularak uçucuların ekstraksiyonu sağlanmış, GC-MS’e manuel enjeksiyonlama işlemi yapılmıştır.

Deneme tütülenmiş ve tütülenmemiş peynir örneklerinde uçucu bileşenlerin belirlenmesinde kütle spektrometresi (DSQ MS, Thermo, USA) ile kombine edilmiş gaz kromatografisi (GC ultra, Thermo Italy) kütle spektrometresi (GC-MS) sistemi kullanılmıştır. Peynirlerde uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu katı faz mikroekstraksiyon (SPME) *Carboxen/Polydimethylsiloxane* fiberi (75µm PDMS/Carboxen™ film, Sigma Aldrich, USA) ile yapılmıştır. Fiber kullanılmadan önce 250°C’de 1 saat GC-enjeksiyon portunda bekletilerek şartlandırılmıştır. Uçucu bileşiklerin ayrılması fused silika kapiler kolon (HP-INNOWAX 30 m uzunluk x-0,25mm iç çap x-0,25 µm film kalınlığı (df), Agilent) ile yapılmıştır.

GC-MS fırın sıcaklığı 60°C den 240°C’ye; 60 °C’ de 3 dk bekletilip; sonra 3 °C/dk artış ile 150 °C’ ye çıkarılıp; daha sonra bekletilmeden 25°C/dk artış ile 250°C’ye çıkarılarak bu sıcaklıkta 1 dk bekleyecek şekilde programlanmış, enjeksiyon portu sıcaklığı 240°C, dedektör sıcaklığı 250°C’ye ayarlanmıştır. MS-DSQ şartları ise: ara yüz sıcaklığı:200 °C; iyonizasyon enerjisi (ionization energy): 70 eV; kütle aralığı (mass range) 40-450 m/z olarak belirlenmiş ve taşıyıcı gaz olarak sabit akış hızı 1mL/dk olarak ayarlanan helyum kullanılmıştır (Çizelge 3. 1).

Uçucu bileşenlerin tanımlanmasında National Institute of Standards and Technology (NIST 2008) ve Wiley Registry of Mass Spectral Data (Wiley 2005) kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Sonuçlar her bir bileşik için yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

**Çizelge 3. 1** Uçucu bileşiklerin analizinde kullanılan GC-MS koşulları

<b>GC /MS Şartları</b>	
<b>GC</b>	Thermo, Trace GC ultra, Italy
Kolon	HP-INNOWAX 30 m uzunluk x-0,25mm iç çap x-0,25 µm film kalınlığı (df), Agilent
GC Programı	60°C de 1 dk 3°C/dk artışla 150°C'ye 25°C/dk artışla 250°C'ye, 250°C de 1dk
Inlet Temp	250°C
Injection Mode	Splitless
Carrier Flow	1ml/dk
Tranfer Line Temp	200°C
<b>MS Şartları</b>	
<b>MS</b>	Thermo, Trace DSQ, USA
Mass Range	40-450 m/z
Ion Source Tep	200°C
<b>SPME Şartları</b>	
SPME Fiber	75µm PDMS/Carboxen™ film, SigmaAldrich USA
Incubation Time	30dk.
IncubationTemp	60°C

### 3. 2. 5. Duyusal Değerlendirme

Fındık kabuğu ve meşe odunu ile tütsülenmiş ve tütsülenmeyen kontrol Çerkez peynirinin yapı ve görünüm, tat, koku, renk ve aroma yoğunluğu özelliklerinin değerlendirilmesi olgunlaşmanın 90. gününde Ayad ve ark. (2004)'na göre modifiye edilerek 10 deneyimli (Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları) 10 deneyimsiz (Namık Kemal Üniversitesi çalışan personel) toplam 20 kişilik panelist grubu tarafından yapılmıştır.

Çizelge 3. 2’de verilen “Duyusal Değerlendirme Formu” kullanılarak her panelisten yapı, tat, koku, renk ve aroma yoğunluğu kriterlerini dikkate alarak deneme peynir örneklerini ayrı ayrı değerlendirmesi istenmiştir. Değerlendirmede peynirler panalistlere sunulmadan 2 saat önce buzdolabından (+4°C) çıkarılmış ve oda sıcaklığında (22 ± 2 ° C) tutulmuştur.

### 3. 2. 6. İstatistiksel analizler

Deneme peynir örneklerinde elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 16.0 (version 16; SPSS Institute Inc., Chicago, IL ) bilgisayar paket programı ile tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ) ve peynir grupları arasındaki farklılıkları belirlemek için Duncan’ın Çoklu Karşılaştırma Testi (Duncan’s multiple comparison ) uygulanarak yapılmıştır.

**Çizelge 3. 2** Deneme Çerkez peynirlerinin duyuşal değerlendirme formu

<b>DUYUSAL DEĞERLENDİRİLMESİ FORMU</b>					
<b>PANELİSTİN ADI SOYADI</b>					
<b>ÖRNEK</b>	<b>YAPI ve GÖRÜNÜM</b>	<b>TAT</b>	<b>KOKU</b>	<b>RENK</b>	<b>AROMA YOĞUNLUĞU</b>
	1. Elastik	1. Tatlı	1. Kötü	1. Koyu	1. Hafif
	2. Yumuşak	2. Ekşi	2. Normal	2. Normal	2. Normal
	3. Normal	3. Yavan	3. Yeterli	3. Açık	3. Yoğun
	4. Sert	4. Tuzlu	4. İyi	4. Çok açık	4. Az ya da yok
<b>NUMUNE 1</b>					
<b>NUMUNE 2</b>					
<b>NUMUNE 3</b>					
<b>NUMUNE 1:</b> Kontrol (Tütsülenmemiş) Çerkez Peyniri, <b>NUMUNE 2:</b> Fındık Kabuğu ile Tütsülenmiş Çerkez Peyniri, <b>NUMUNE 3:</b> Meşe Odunu Tozu ile Tütsülenmiş Çerkez Peyniri					

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4. 1. Kimyasal Analizler

#### 4. 1. 1. Kurumadde analiz sonuçları (%)

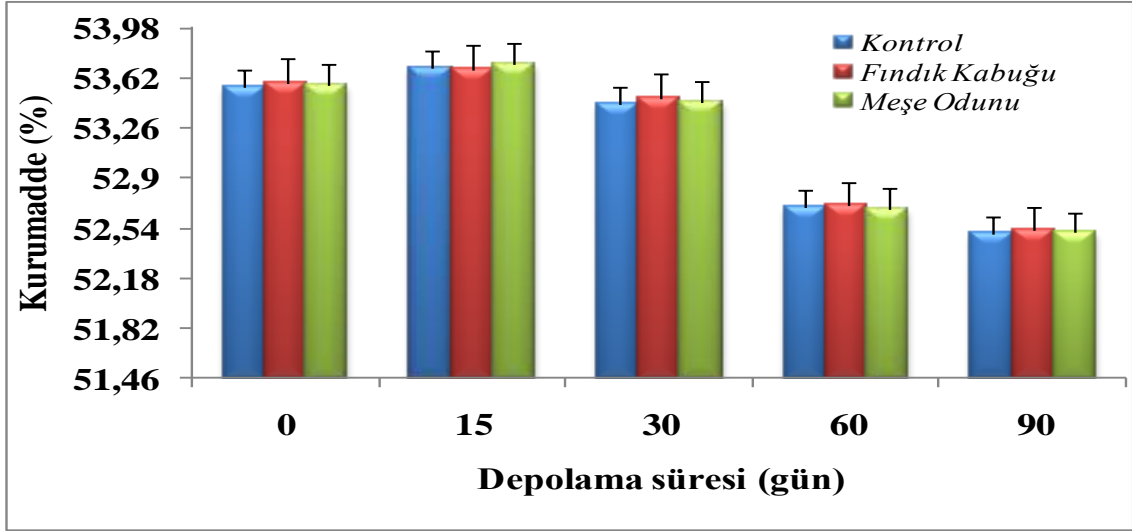
Tütsüleme materyali olarak kullanılan meşe odunu ve fındık kabuğu ile tütsülenmiş Çerkez peynir örnekleri ile tütsülenmeyen kontrol örneğinin depolama süresince kurumadde değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ile Çizelge 4. 1’de, değişime ait grafik ise Şekil 4. 1’de verilmiştir. Deneme peynir örneklerinde depolamanın başında belirlenen en düşük kurumadde kontrol peynir örneğinde (% 53,56) belirlenirken en yüksek değer fındık kabuğu ile tütsülenen peynir örneğinde (%53,59) belirlenmiştir. Örneklerin kurumadde değerleri depolama süresince azalma 0. günden 15. güne kadar artma daha sonraki günlerde depolama sonuna doğru azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 4. 1). Depolamanın 90. gününde en düşük kurumadde %52,5 ile kontrol peynir örneğinde, depolamanın başında olduğu gibi en yüksek değer ise %52,53 ile fındık kabuğu ile tütsülenen peynir örneğinde belirlenmiştir. Peynir örnekleri ve depolama günleri arasında en yüksek değer ise %53,72 değeri ile 15. günde meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneğinde tespit edilmiştir. Genel olarak depolama süresince her üç peynir örneğinde de kurumadde değerleri olgulaşmanın 15. gününden itibaren depolama sonuna doğru düşme eğilimi göstermiştir.

**Çizelge 4. 1** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynirlerin kurumadde değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

ÖRNEKLER	Depolama Süresi (gün)				
	0	15	30	60	90
<b>Kontrol</b>	53,56±1,30 <sup>Aa</sup>	53,7±0,50 <sup>Aa</sup>	53,44±0,04 <sup>Aa</sup>	52,7±0,22 <sup>Aa</sup>	52,5±1,40 <sup>Aa</sup>
<b>Fındık Kabuğu</b>	53,59±0,58 <sup>Aa</sup>	53,69±2,01 <sup>Aa</sup>	53,48±2,40 <sup>Aa</sup>	52,71±0,82 <sup>Aa</sup>	52,53±1,35 <sup>Aa</sup>
<b>Meşe Odunu</b>	53,57±1,75 <sup>Aa</sup>	53,72±0,46 <sup>Aa</sup>	53,45±2,06 <sup>Aa</sup>	52,68±1,50 <sup>Aa</sup>	52,51±0,80 <sup>Aa</sup>

\* (<sup>A,B,C</sup>) Aynı sütun içinde farklı büyük harfle gösterilen değerler; örnekler arasındaki farklar önemlidir.  
\*(<sup>a,b,c</sup>) Aynı satır içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler; depolama günleri arasındaki farklar önemlidir..





**Şekil 4. 1** Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenmiş peynirlerin kurumadde değerleri değişimi

Fındık kabuğu veya meşe odunu ile tütsülenen deneme peynir örneklerinin kurumadde miktarları değişimi üzerine tütsüleme materyali ve depolama süresinin etkisi yapılan varyans analizine göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Peynir örneklerinin kurumadde ortalamalarına ait varyans analiz değerleri **EK Çizelge 1**'de verilmiştir.

Kurumadde değişiminde tütsülenmemiş kontrol peyniri ile birlikte fındık kabuğu ve meşe odunu ile tütsülenen deneme peynirleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre, her üç peynir örneği arasında kurumadde belirlenen farklılık istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur (Çizelge 4. 1). Tütsüleme materyali değişimi ile tütsülenen peynirlerin kurumadde içeriği değişimi kontrole benzer bulunmuştur.

Kontrol peyniri (tütsülenmemiş), fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynir örneklerinin kurumadde değişiminde, depolanan günler arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre 90 günlük depolama süresince depolama günleri arasında kurumadde değerlerinde belirlenen farklılık birbirine benzer bulunmuştur (Çizelge 4. 1). Tütsüleme materyali değişimi peynirlerin kurumadde içeriğinde depolama günlerinde kontrole göre benzer değişimler göstermiştir. Ayrıca peynir örneklerinin depolama günleri ile kurumadde değişiminde negatif yönde 0,386 değerinde  $p < 0,01$  düzeyinde korelasyon belirlenmiştir (**EK Çizelge 8**).

Çerkez peynirleri ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalarda peynirin % kurumadesi %44,56- %55,16 (Ercan ve ark. 2011), tütülenmeyen ve tütülenen Çerkez peynirlerd sırasıyla %60,0 ve %62,2 (Aydinol 2010) olarak tespit edilmiştir. Ev yapımı tütülenmmemiş Çerkez peynirlerinde ise % kurumadde değeri 44.31 to 54.11% arasında saptanmıştır(Üçüncüoğlu 2009)

#### 4. 1. 2. Toplama protein analiz sonuçları (%)

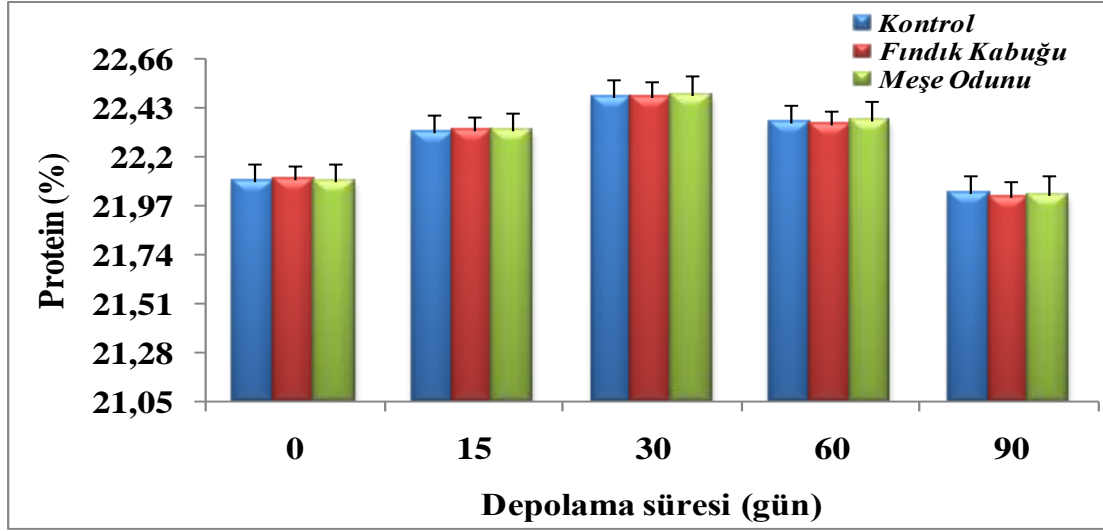
Tütülenen (findık kabuğu ve meşe odunu dumanı kullanılarak) ve tütülenmeyen Kontrol Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince % protein değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ile birlikte Çizelge 4. 2’de verimiştir.

Deneme peynir örnekleri protein içeriği değişimi Şekil 4. 2’de de görüldüğü üzere depolamanın 30. gününe kadar her üç peynirde de artış göstermiş, daha sonra depolama sonuna (90. gün) doğru azalma belirlenmiştir. Depolamanın başında (0. gün) findık kabuğu ile tütülenen peynir % 22,09 değeri en yüksek, 90. günde ise %22,01 değeri ile en düşük protein içeriği göstermiştir. Depolama süresince ise peynir örnekleri arasında en yüksek protein içeriği 30 günde meşe odunu ile tütülenen peynirde (%22,49) belirlenmiştir.

**Çizelge 4. 2** Findık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütülenen peynirlerin protein değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

ÖRNEKLER	Depolama Süresi (gün)				
	0	15	30	60	90
<b>Kontrol</b>	22,08±1,09 <sup>Aa</sup>	22,31±1,48 <sup>Aa</sup>	22,48±1,03 <sup>Aa</sup>	22,36±0,91 <sup>Aa</sup>	22,03±0,15 <sup>Aa</sup>
<b>Findık Kabuğu</b>	22,09±0,07 <sup>Aa</sup>	22,32±0,84 <sup>Aa</sup>	22,48±0,95 <sup>Aa</sup>	22,35±0,86 <sup>Aa</sup>	22,01±0,66 <sup>Aa</sup>
<b>Meşe Odunu</b>	22,08±0,30 <sup>Aa</sup>	22,32±1,18 <sup>Aa</sup>	22,49±0,80 <sup>Aa</sup>	22,37±0,81 <sup>Aa</sup>	22,02±1,020 <sup>Aa</sup>

\* (<sup>A,B,C</sup>) Aynı sütun içinde farklı büyük harfle gösterilen değerler, örnekler arasındaki farklar önemlidir.  
\* (<sup>a,b,c</sup>) Aynı satır içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler, depolama günleri arasındaki farklar önemlidir.



**Şekil 4. 2** Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenmiş peynirlerin protein değerleri değişimi

Fındık kabuğu veya meşe odunu ile tütsülenen deneme peynir örneklerinin protein miktarları değişimi üzerine tütsüleme materyali ve depolama süresinin etkisi, yapılan varyans analizine göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Peynir örneklerinin protein ortalamalarına ait varyans analiz değerleri **EK Çizelge 2'**de verilmiştir.

Protein değerleri değişiminde tütsülenmemiş kontrol peyniri ile birlikte fındık kabuğu ve meşe odunu ile tütsülenen deneme peynirleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre ise her üç peynir örneği arasında proteinde belirlenen farklılık birbirine benzer bulunmuştur (Çizelge 4. 2). Tütsüleme materyali farklılığı tütsülenen peynirlerin protein içeriğine etkide bulunmamış değişim kontrol peynir örneğine benzer olmuştur.

Kontrol peyniri (tütsülenmemiş), fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynir örneklerinin protein değerleri değişiminde depolanan günler arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre ise 90 günlük depolama süresince depolama günleri arasında protein değerlerinde belirlenen farklılık birbirine benzer bulunmuştur (Çizelge 4. 2). Tütsüleme materyali değişimi, peynirlerin protein içeriğinde depolama günlerinde kontrole benzer değişim göstermiştir.

Ayrıca peynir örneklerinin protein değerleri ile protein değişiminde pozitif yönde 0,455 değerinde  $p < 0,01$  düzeyinde korelasyon belirlenmiştir (**EK Çizelge 8**).

Çerkez peyniri üretiminde uygulanan yöntemlere göre kurumadde içeriği ile birlikte protein miktarının etkilediği fakat depolama sırasında peynirlerin protein içeriğinin değişmediği belirtilmiştir (Ayar ve ark. 2015). Yapılan çalışmalarda Çerkez peynirlerine ait protein değerleri %32,42-%16,74 arasında belirlenmiştir. (Uysal ve ark. 2010). Çerkez peynirlerinin protein içeriği toplam azot olarak ise tütsülenen Çerkez peynirlerde %3,52-%4,01, tütsülenmemiş Çerkez peynirlerinde ise %2,54-%3,95 arasında (Güneşer ve ark. 2011) saptamıştır.

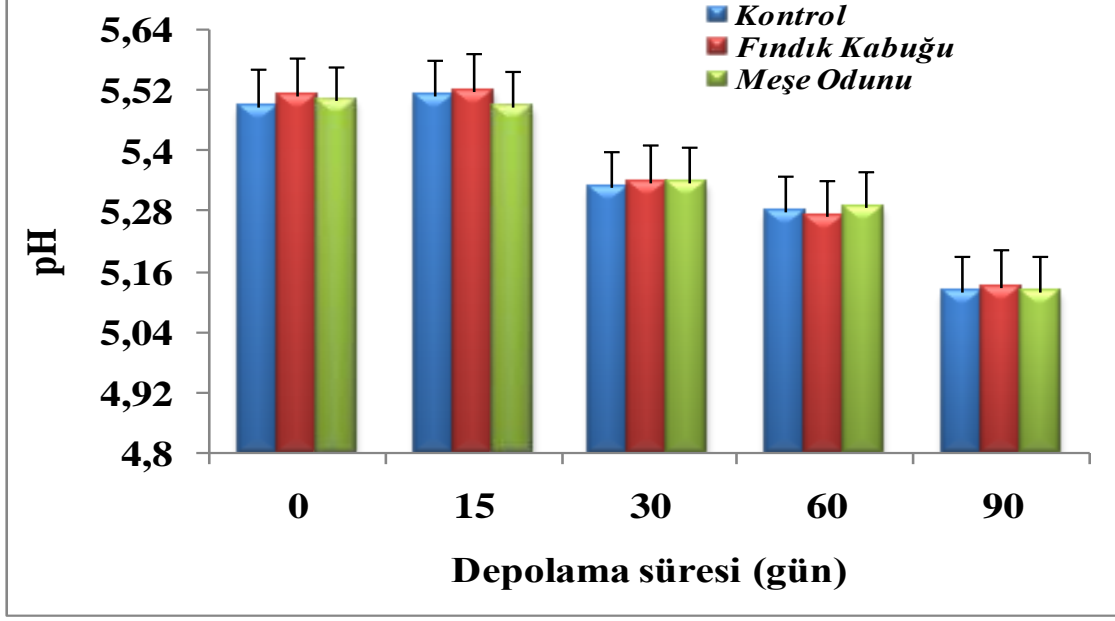
#### 4. 1. 3. pH asitlik ölçüm sonuçları

Deneme peynir örneklerine ait pH değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişimler Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ile birlikte Çizelge 4. 3’de bunlara ait grafik ise Şekil 4. 3’de verilmiştir. Deneme peynir örneklerinin pH’sı değer olarak 0. Günden 15. güne kadar hafif bir artış, daha sonra azalma eğilimi göstermiştir. Depolama süresince deneme peynir örneklerinde değer olarak ölçülen en yüksek pH 5,52 ile depolamanın 15. gününde fındık kabuğu ile tütsülenen peynir örneğinde ölçülmüştür. Depolamanın başından sonuna kadar peynir örneklerinde ölçülen pH değeri 5,51-5,12 arasında belirlenmiştir.

**Çizelge 4. 3** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynirlerin pH değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

ÖRNEKLER	Depolama Süresi (gün)				
	0	15	30	60	90
<b>Kontrol</b>	5,49±0,40 <sup>Aa</sup>	5,51±0,05 <sup>Aa</sup>	5,33±0,16 <sup>Aa</sup>	5,28±0,19 <sup>Aa</sup>	5,12±0,14 <sup>Aa</sup>
<b>Fındık Kabuğu</b>	5,51±0,39 <sup>Aa</sup>	5,52±0,09 <sup>Aa</sup>	5,34±0,05 <sup>Aa</sup>	5,27±0,15 <sup>Aa</sup>	5,13±0,11 <sup>Aa</sup>
<b>Meşe Odunu</b>	5,50±0,20 <sup>Ab</sup>	5,49±0,25 <sup>Ab</sup>	5,34±0,06 <sup>Ab</sup>	5,29±0,10 <sup>Ab</sup>	5,12±0,09 <sup>Aa</sup>

\* (<sup>A,B,C</sup>) Aynı sütun içinde farklı büyük harfle gösterilen değerler, örnekler arasındaki farklar önemlidir.  
\* (<sup>a,b,c</sup>) Aynı satır içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler, depolama günleri arasındaki farklar önemlidir..



Şekil 4. 3 Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütülenmiş peynirlerin pH değerleri değişimi

Deneme peynir örneklerinin pH değerleri değişimi üzerine fındık kabuğu veya meşe odunu tozuyla yapılan tütülenmenin etkisi ve depolama süresince meydana gelen değişim, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Peynirlerin pH ortalamalarına ait varyans analiz değerleri **EK Çizelge 3**'te verilmiştir

Tütülenmemiş kontrol peynirine göre fındık kabuğu veya meşe odunu ile tütülenen peynirlerin pH değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre, her üç peynir örneğinin pH değerleri arasında belirlenen farklılık  $p \leq 0,05$ 'e göre birbirine benzer bulunmuştur (Çizelge 4. 3). Tütülenme kullanılan materyalin değişimi, tütülenen peynirlerin pH değerlerine etkisi olmamış, değişim kontrol peynirine benzer bulunmuştur.

Kontrol peyniri (tütülenmemiş), fındık kabuğu veya meşe odunu tozu ile tütülenen peynir örneklerinin pH değerleri değişiminde, depolanan günler arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre tütülenmemiş Kontrol peynir ile fındık kabuğu tozu ile tütülenmiş peynir örneğinde depolama günleri arasındaki farklılık birbirine benzer bulunmuştur ( $p \leq 0,05$ ).

Meşe odunu kabuğu tozu ile tütülenen peynir örneğinin pH değerleri hem kontrol peynir örneği hem de fındık kabuğu tozu ile tütülenen peynir örneğine göre depolamanın 90. günü hariç diğer günler arasında belirlenen farklılık istatistiksel olarak  $p < 0,05$ 'e göre önemli bulunmuştur (Çizelge 4. 3). Tütüleme materyali olarak meşe odunu kabuğu tozu ile yapılan tütüleme peynir örneğinin pH değeri değişiminde depolama süresi etkili olmuştur.

Peynir örneklerinin pH değeri değişiminde istatistiksel olarak  $p < 0,01$ 'e göre depolama süresi ve titrasyon asitliği arasında negatif yönde sırasıyla 0,647 ve 0,627 değerinde, kurumadde ve yağ ile ise pozitif yönde sırasıyla 0,552 ve 0,416 değerinde korelasyon belirlenmiştir (**EK Çizelge 8**).

Güneşer ve Yüceer (2011) Kayseri, Çanakkale (Biga) ve Balıkesir (Susurluk)'den toplanan tütülenemiş Çerkez peynirlerinde pH 5,45-5,66 arasında, tütülenmeyen Çerkez peynirlerinde ise 5,27-5,52 arasında, Uysal ve ark. (2010) Çerkez peynirlerinin pH değerlerini 5,50-5,64 arasında belirlemişlerdir. Ayar ve ark. (2015) ise depolama sırasında tütülenmiş Çerkez peynir numunelerindeki pH değişiminin, tütülenmeyenlere göre daha düşük olduğunu belirtmiştir.

#### **4. 1. 4. Titre edilebilir asitlik (% Laktik asit cinsinden) analiz sonuçları (%L. A)**

Tütülenen ve tütülenmeyen (Kontrol) deneme Çerkez peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişimlerin ortalaması Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ile birlikte Çizelge 4. 4'de verilmiştir. Peynir numunelerinin depolanması sırasında titre edilebilir asitlikte gözlenen değişikliklere ait grafik ise Şekil 4. 4'de verilmiştir.

Hem tütülenen hemde tütülenmeyen (Kontrol) deneme peynir örneklerinde titre edilebilir asitlik 90 günlük depolama süresince artış göstermiştir. Deneme peynirleri arasında titre edilebilir asitlik en düşük ve en yüksek olarak depolamanın başında ve sonunda fındık kabuğu ile tütülenen peynirde (%1,11-%1,89) belirlenmiştir. Tütülenen peynirlerde belirlenen asitlik değerleri tütülenmeyen kontrol peyniri değerleri ile birbirine yakın değişim göstermiştir (Çizelge 4. 4).

**Çizelge 4. 4** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütülenen peynirlerin titre edilebilir asitlik değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

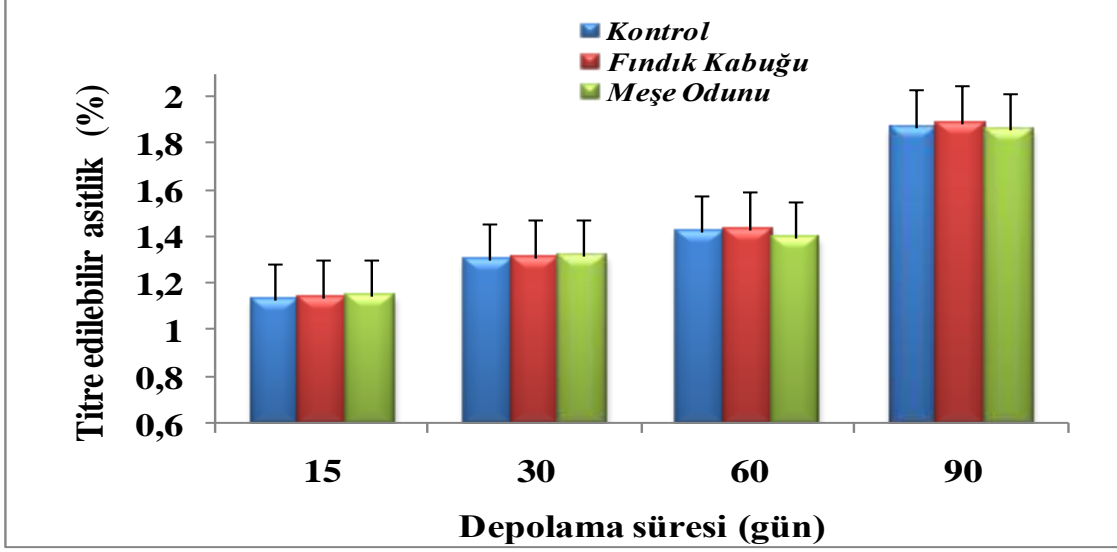
ÖRNEKLER	Depolama Süresi (gün)				
	0	15	30	60	90
<b>Kontrol</b>	1,12±0,19 <sup>Aa</sup>	1,13±0,05 <sup>Aa</sup>	1,3±0,33 <sup>Aa</sup>	1,42±0,39 <sup>Aa</sup>	1,87±0,05 <sup>Ab</sup>
<b>Fındık Kabuğu</b>	1,11±0,07 <sup>Aa</sup>	1,14±0,005 <sup>Ab</sup>	1,31±0,02 <sup>Abc</sup>	1,43±0,14 <sup>Ac</sup>	1,89±0,15 <sup>Ad</sup>
<b>Meşe Odunu</b>	1,13±0,05 <sup>Aa</sup>	1,15±0,02 <sup>Aa</sup>	1,32±0,19 <sup>Ab</sup>	1,40±0,17 <sup>Ab</sup>	1,86±0,03 <sup>Ac</sup>

\* (<sup>A,B,C</sup>) Aynı sütun içinde farklı büyük harfle gösterilen değerler; örnekler arasındaki farklar önemlidir.  
\*(<sup>a,b,c</sup>) Aynı satır içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler; depolama günleri arasındaki farklar önemlidir.

Deneme peynir örneklerinin titre edilebilir asitlik değerleri değişimi üzerine fındık kabuğu veya meşe odunu tozunun ile tütülenmenin etkisi ve depolama süresince meydana gelen değişim, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Peynirlerin titre edilebilir asitlik ortalamalarına ait varyans analiz değerleri **EK Çizelge 4'**de verilmiştir

Tütülenmemiş kontrol peynirine göre fındık kabuğu veya meşe odunu ile tütülenen deneme peynirleri titre edilebilir asitliği arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre ise her üç peynir örneği arasında titre edilebilir asitlik değerlerinde belirlenen farklılık birbirine benzer bulunmuştur (Çizelge 4. 4). Tütüleme materyali olarak meşe odunu ya da fındık kabuğu kullanılması tütülenen peynirlerin titre edilebilir asitlik değerlerini etkilememiştir. Tütülenen peynirlerin titre edilebilir asitlik değerlerindeki değişim kontrol peynirine benzer olmuştur.

Depolama süresince kontrol peyniri (tütülenmemiş), fındık kabuğu veya meşe odunu tozu ile tütülenen peynir örneklerinin titre edilebilir asitlik değerleri değişiminde depolanan günler arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre ise tütülenmemiş kontrol peynir örneğinde depolama günleri arası farklılık birbirine benzer bulunmuştur ( $p<0,05$ ).



**Şekil 4. 4** Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenmiş peynirlerin titre edilebilir asitlik değerleri değişimi

Meşe odunu veya fındık kabuğu tozu ile tütsülenen peynir örneklerinin titre edilebilir asitlik değerleri hem kontrol peynir örneği hem de kendi aralarında depolamanın 1. günü hariç diğer günler arasında belirlenen farklılık istatistiksel olarak  $p < 0,05$ 'e göre önemli bulunmuştur (Çizelge 4. 4). Tütsüleme materyali değişimi, tütsülenen peynirlerin titre edilebilir asitlik değerleri değişiminde kontrol peynir örneğine göre depolama süresi etkili olmuştur.

Peynir örneklerinin depolama süresince titre edilebilir asitlik değerleri değişiminde  $p < 0,01$ 'e göre pozitif yönde 0,861 değerinde korelasyon belirlenmiştir (**EK Çizelge 8**).

Çerkez peynir ile ilgili yapılan çalışmalarda, depolama süresince peynirlerde titre edilebilir asitliğin arttığı bildirilmiştir (Aydınol 2010; İlhan 2012; Ayar ve ark. 2015). Satışa sunulmuş tütsülenmiş peynirlerde titre edilebilir asitlik %1,26-%1,28 arasında, tütsülenmeyen Çerkez peynirlerinde ise %0,54 - %1,06 arasında olduğu belirlenmiştir (Güneşer ve Yüceer 2011).



#### 4. 1. 5. Tuz analiz sonuçları (%)

Tütsülenmeyen (Kontrol) deneme ve tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince belirlenen % tuz değerleri ortalaması ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4. 5’de, değişim grafiği ise Şekil 4. 5’de verilmiştir.

Deneme peynir örneklerinin en yüksek ortalama tuz içeriği olgunlaşmanın 90. gününde %1,24 olarak fındık kabuğu ile tütsülenen peynir örneğinde, en düşük ise olgunlaşmanın 15. gününde kontrol ve meşe odunu dumanı ile tütsülenen peynirde belirlenmiştir (% 0,77). Depolama boyunca peynirlerde belirlenen tuz değerleri birbirine yakın bulunmuştur.

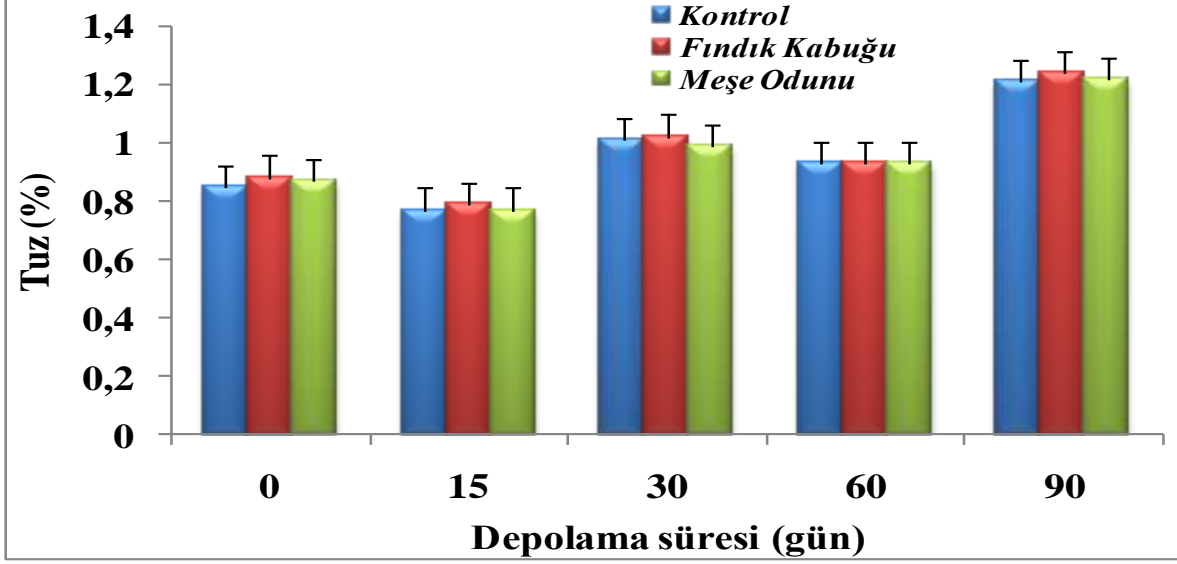
Tütsüleme materyali olarak kullanılan fındık kabuğu veya meşe odunu tozu ile tütsülenen peynir örneklerinin tuz değerlerine etkisi ve depolama süresince meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Peynir örneklerinin tuz ortalamalarına ait varyans analiz değerleri **EK Çizelge 5**’de verilmiştir.

Örnekler arası tuz içeriğinde meydana gelen farklılığı belirlemek için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre tüm deneme peynir örneklerinin tuz değerleri değişimi istatistiksel ( $p\leq 0,05$ ) açıdan benzerlik göstermiştir (Çizelge 4. 5).

**Çizelge 4. 5** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynirlerin tuz değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

ÖRNEKLER	Depolama Süresi (gün)				
	0	15	30	60	90
<b>Kontrol</b>	0,85±0,02 <sup>Ab</sup>	0,77±0,05 <sup>Aa</sup>	1,01±0,08 <sup>Ac</sup>	0,93±0,07 <sup>Abc</sup>	1,21±0,07 <sup>Ad</sup>
<b>Fındık Kabuğu</b>	0,88±0,09 <sup>Ab</sup>	0,79±0,001 <sup>Aa</sup>	1,02±0,01 <sup>Ab</sup>	0,93±0,05 <sup>Ab</sup>	1,24±0,18 <sup>Ac</sup>
<b>Meşe Odunu</b>	0,87±0,11 <sup>Aa</sup>	0,77±0,15 <sup>Aa</sup>	0,99±0,16 <sup>Ab</sup>	0,93±0,12 <sup>Aa</sup>	1,22±0,10 <sup>Ac</sup>

\* (<sup>A,B,C</sup>) Aynı sütun içinde farklı büyük harfle gösterilen değerler, örnekler arasındaki farklar önemlidir.  
\* (<sup>a,b,c</sup>) Aynı satır içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler, depolama günleri arasındaki farklar önemlidir.



**Şekil 4. 5** Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenmiş peynirlerin tuz değerleri değişimi

Tütsü materyali olarak fındık kabuğu veya meşe odunu tozunun kullanılmasının tütsülen peynirlerin tuz değerlerine etki etmemiştir. Peynirlerin tuz değerleri değişimi kontrol peynirine benzer olmuştur.

Depolama günlerine göre kontrol peyniri (tütsülenmemiş), fındık kabuğu veya meşe odunu tozu ile tütsülen peynir örneklerinin tuz değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre ise depolamanın 15. gününde örneklerin tuz içeriği birbirine benzer, diğer günler arasında belirlenen farklılık istatistiksel olarak  $p < 0,05$ 'e göre önemli bulunmuştur (Çizelge 4. 5). Hem kontrol peynirinde hem de tütsüleme materyali olarak meşe odunu kabuğu tozu ile yapılan tütsüleme peynir örneklerinin tuz değeri değişiminde depolama süresi etkili olmuştur.

Fındık kabuğu veya meşe odunu tozu ile tütsülenmiş ve tütsülenmemiş kontrol peyniri deneme örneklerinin tuz değerleri değişiminde istatistiksel olarak  $p < 0,01$ ' e göre depolama süresi 0,732 ile pozitif, titrasyon asitliği ile 0,817 değerinde korelasyon belirlenmiştir (**EK Çizelge 8**).

Tütsülenmiş ya da tütsülenmemiş Çerkez peyniri ile yapılan çalışmalarda peynirlerin tuz içeriğinin uygulanan üretim yöntemi ve tuzlama metoduna (pıhtının tuzlanması ya da salamurada) göre değişim gösterdiği bildirilmiştir (Aydınol 2010; Ayar ve ark. 2015). Satışa sunulmuş peynirlerde ise Çerkez peynirlerinin % tuz içeriği % 4,81-% 6,27 olarak saptanmıştır (Uysal ve ark. 2010).

#### 4. 1. 6. Yağ analiz sonuçları (%)

Tütsülenen ve tütsülenmeyen deneme Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince belirlenen % yağ değerleri ortalaması ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4. 6’de, değişim grafiği ise Şekil 4. 6’de verilmiştir. Deneme Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince belirlenen % yağ değerleri değişim grafiği Şekil 4. 6’da verilmiştir.

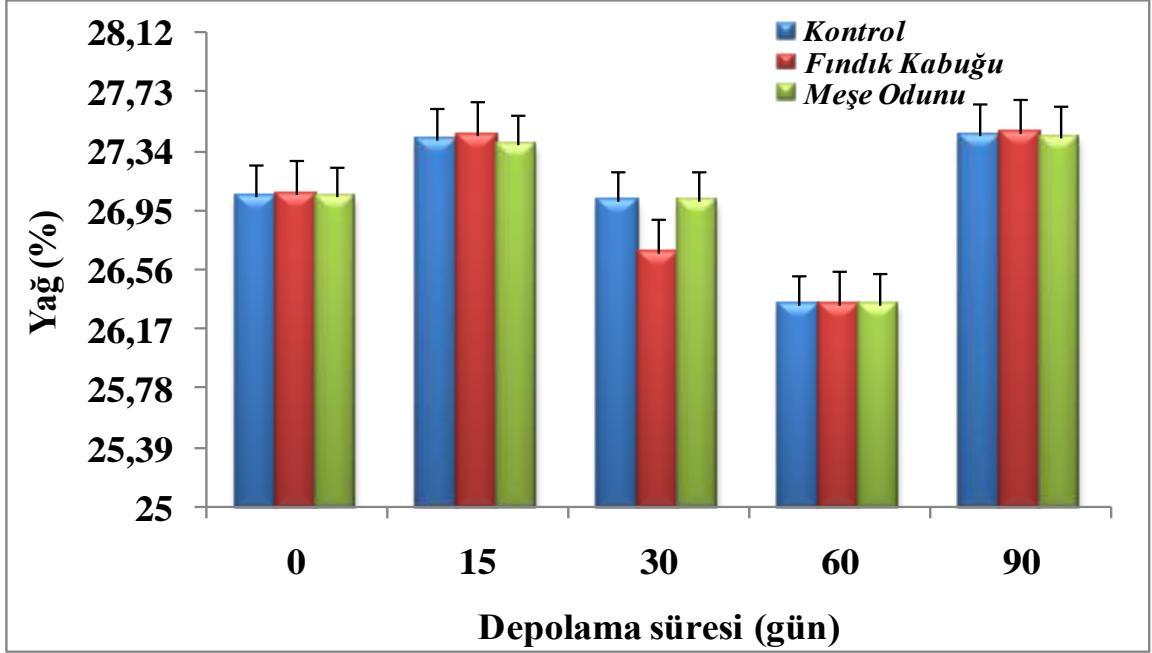
Deneme Çerkez peyniri örneklerinin % yağ değerleri depolamanın başından (0 gün) 30. güne kadar artış, 60. gün azalma, 90. günde ise tekrar artma yönünde değişim göstermiştir. Depolama süresince en düşük % yağ değerleri her üç deneme peynirinde de 60.günde tespit edilmiştir. Genel olarak peynirlerin % yağ değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Depolamanın başından sonuna kadar % yağ değerleri en düşük ve en yüksek olarak %26,33-% 27,46 arasında bulunmuştur.

Peynir örneklerinin yağ miktarları değişimi üzerine fındık kabuğu veya meşe odunu tozunun etkisi ve depolama süresince meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Peynirlerin yağ ortalamalarına ait varyans analiz değerleri **EK Çizelge 6**’da verilmiştir.

**Çizelge 4. 6** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen peynirlerin yağ değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

ÖRNEKLER	Depolama Süresi (gün)				
	0	15	30	60	90
<b>Kontrol</b>	27,05±1,57 <sup>Aa</sup>	27,42±0,59 <sup>Aa</sup>	27,01±0,54 <sup>Aa</sup>	26,33±0,84 <sup>Aa</sup>	27,45±0,44 <sup>Aa</sup>
<b>Fındık Kabuğu</b>	27,06±0,64 <sup>Ab</sup>	27,45±0,19 <sup>Ab</sup>	26,68±0,50 <sup>Ab</sup>	26,33±0,21 <sup>Aa</sup>	27,46±0,48 <sup>Ab</sup>
<b>Meşe Odunu</b>	27,04±0,52 <sup>Aa</sup>	27,39±0,02 <sup>Aa</sup>	27,01±0,88 <sup>Aa</sup>	26,34±1,15 <sup>Aa</sup>	27,44±0,59 <sup>Aa</sup>

\* (<sup>A,B,C</sup>) Aynı sütun içinde farklı büyük harfle gösterilen değerler, örnekler arasındaki farklar önemlidir.  
\* (<sup>a,b,c</sup>) Aynı satır içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler, depolama günleri arasındaki farklar önemlidir.



**Şekil 4. 6** Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütülenmiş peynirlerin yağ değerleri değişimi

Tütülenmemiş kontrol peyniri ile birlikte fındık kabuğu veya meşe odunu ile tütülenen deneme peynirleri yağ içerikleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre her üç peynir örneğinin % yağ değerleri arasında belirlenen farklılık birbirine benzer bulunmuştur (Çizelge 4. 6). Tütüleme materyali değişimine karşın tütülenen peynirlerin yağ içeriğindeki değişim kontrol peynirine benzer bulunmuştur.

90 günlük depolama süresince kontrol peyniri (tütülenmemiş), fındık kabuğu veya meşe odunu tozu ile tütülenen peynir örneklerinin yağ içeriği değişiminde, depolanan günler arasındaki farklılığı belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre tütülenmeyen ve meşe odunu tozu ile tütülenen peynir örneklerinde depolama günleri arasında yağ değerlerinde belirlenen farklılık birbirine benzer ( $p \leq 0,05$ ), fındık kabuğu ile tütülenen peynirde ise depolama günleri arası farklılık istatistiksel olarak  $p < 0,05$ 'e göre önemli bulunmuştur (Çizelge 4. 6). Fındık kabuğu tozu ile tütülenen peynir örneğinin yağ içeriği hem kontrol hem de meşe odunu tozu ile tütülemeye göre depolama süresi etkili olmuştur.

Örneklerin yağ ve kurumadde içerikleri değişiminde  $p < 0,01$ 'e göre pozitif yönde 0,545 değerinde bir korelasyon belirlenmiştir (**EK Çizelge 8**).

Sıçramaz ve ark. (2017) tütülenmiş ve tütülenmemiş Çerkez peynirlerinin depolama süresince genel kimyasal kompozisyonunda % yağ içeriğini tütülenmeyen peynirde %27,0-%27,5, tütülenen peynirde ise %29,0-%30,3 olarak saptamıştır. Uysal ve ark.(2010) piyasadan toplanan Çerkez peynirleri üzerine yapılmış çalışmalarda peynirlerin %yağ içeriğini %21,17-%29,25 aralığında belirlenmiştir.

#### 4. 1. 7. Suda Çözünür Azot analiz sonuçları (%)

Deneme peynir örneklerine ait suda çözünür azot değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişimler Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ile birlikte Çizelge 4. 7’de bunlara ait grafik ise Şekil 4. 7’de verilmiştir.

Tütülenen ve tütülenmeyen Çerkez peynir örneklerinin suda çözünür azot miktarlarının 90 günlük depolama süresince arttığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada depolamanın başında tütülenen her iki peynirde de %0,255 oranında belirlenen suda erir azot değeri kontrol peynirine (%0,259) göre daha düşük bulunmuştur.

Depolama sonunda ise peynirlerin belirlenen suda erir azaot değerleri Kontrol, fındık kabuğu ve meşe odunu ile tütülenen peynirler olmak üzere sırayla %0,331, %0,337 ve %0,331 olarak saptanmıştır.

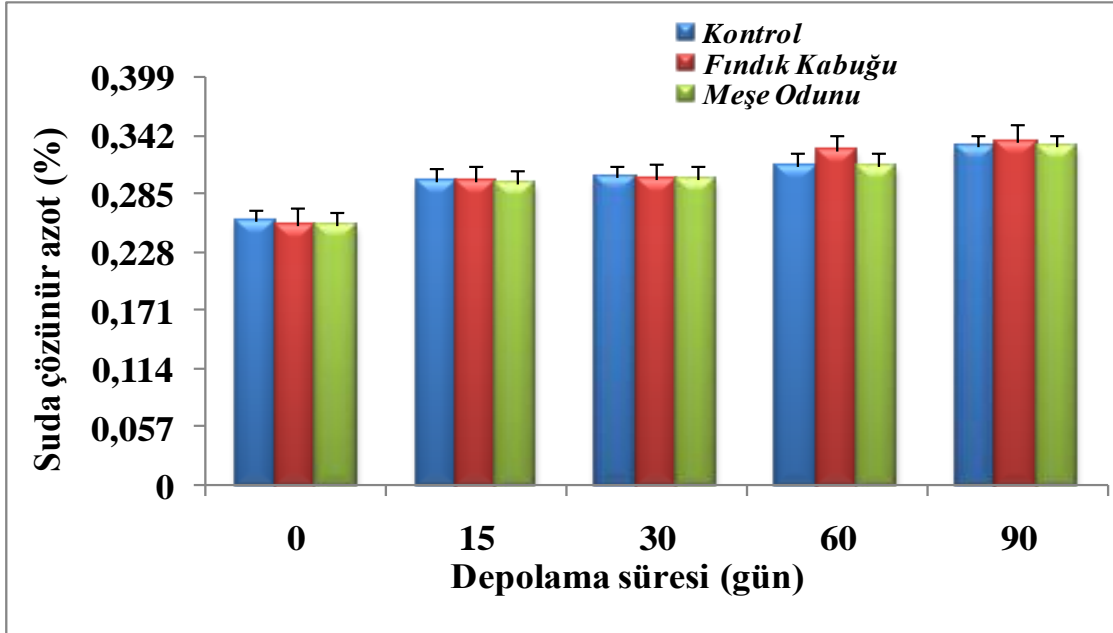
**Çizelge 4. 7** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütülenen peynirlerin suda çözünür azot değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

ÖRNEKLER	Depolama Süresi (gün)				
	0	15	30	60	90
<b>Kontrol</b>	0,259±0,036 <sup>Aa</sup>	0,298±0,012 <sup>Ab</sup>	0,301±0,017 <sup>Ab</sup>	0,313±0,008 <sup>Ab</sup>	0,331±0,016 <sup>Ab</sup>
<b>Fındık Kabuğu</b>	0,255±0,016 <sup>Aa</sup>	0,297±0,054 <sup>Aab</sup>	0,299±0,018 <sup>Aab</sup>	0,327±0,047 <sup>Ab</sup>	0,337±0,023 <sup>Ab</sup>
<b>Meşe Odunu</b>	0,255±0,037 <sup>Aa</sup>	0,295±0,021 <sup>Aab</sup>	0,300±0,0125 <sup>Aab</sup>	0,312±0,016 <sup>Ab</sup>	0,331±0,044 <sup>Ab</sup>
* ( <sup>A,B,C</sup> ) Aynı sütun içinde farklı büyük harfle gösterilen değerler, örnekler arasındaki farklar önemlidir.					
* ( <sup>a,b,c</sup> ) Aynı satır içinde farklı küçük harfle gösterilen değerler, depolama günleri arasındaki farklar önemlidir.					

Fındık kabuğu veya meşe odunu tozunun ile tütülemenin peynir örneklerinin suda çözünür azot değerlerine etkisi ve depolama süresince meydana gelen değişim, yapılan varyans analizi sonucunda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Peynir örneklerinin suda çözünür azot ortalamalarına ait varyans analiz değerleri **EK Çizelge 7**'de verilmiştir.

Tütülenmemiş kontrol peynirine göre fındık kabuğu veya meşe odunu ile tütülen peynirlerin suda çözünür azot değerleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre, her üç peynir örneğinin suda çözünür azot değerleri arasında belirlenen farklılık istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur (Çizelge 4. 7). Farklı tütüleme materyali kullanılmasının, tütülen peynirlerin suda çözünür azot değerleri değişimine etkisi olmamıştır. Tütülen peynirlerde suda erir azot değişimi kontrol peynirine benzer olmuştur.

Depolama süresince kontrol peyniri (tütülenmemiş), fındık kabuğu veya meşe odunu tozu ile tütülen peynir örneklerinin suda çözünür azot değerleri değişiminde depolanan günler arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre ise her üç peynir için depolamanın 1. gününde belirlenen farklılık  $p<0,05$ 'e göre birbirine benzer bulunmuştur.



**Şekil 4. 7** Depolama süresince fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütülenmiş peynirlerin suda çözünür azot değerleri değişimi

Kontrol peynir örneğinde 15, 30, 60 ve 90. günlerde farklılık birbirine benzer olarak tespit edilirken, fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütülenen peynirlerde 15. ve 30. gün ile 60. ve 90. günleri arası farklılık birbirine benzer fakat bu iki grup arasında belirlenen farklılık ise istatistiksel olarak  $p < 0,05$ 'e göre önemli bulunmuştur (Çizelge 4. 7). Depolama süresi hem kontrol peyniri hem de tütülenen peynirlerin suda çözünür azot değerleri değişiminde etkili olmuştur.

Deneme peynir örneklerinin suda çözünür azot değerleri ile depolama süresi arasında 0,667, titrasyon asitliği ile 0,603 ve tuz ile 0,561 değerinde istatistiksel olarak  $p < 0,01$  düzeyinde korelasyon belirlenmiştir (EK Çizelge 8).

Peynirde proteolizin bir göstergesi olarak özellikle depolama süresince peynirin olgunlaşma oranı hakkında bilgi sağlaması bakımından önemli olan azot fraksiyonlarından suda erir azot taze, güneşte ve sobada kurutulmuş Çerkez peynirlerinde sırasıyla %0.38%, %1.86% ve 1.52% olarak belirlenmiştir (Uysal 2006).

## 4. 2. Uçucu Aroma Bileşenleri

### 4. 2. 1. Aromatik alkol bileşenleri yoğunluğu (%)

Depolama süresince tütülenmemiş kontrol Çerkez peynir örneği ile tütülenmiş Çerkez peynir örneklerinde belirlenen aromatik alkol bileşenleri yoğunluğu (%) Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Peynir lezzetine karakteristik meyvemsi ve fındığımsı aroma ile katkıda bulunan birincil ve ikincil alkol bileşiklerine ait 18 aromatik alkol bileşen tanımlanmıştır. Tütülenmemiş kontrol peynir örneğinde depolamanın başında (0 gün) belirlenen 7 adet aromatik alkol bileşiği depolamanın ilerleyen 60. ve 90. günlerinde belirlenememiştir.

Depolamanın başında tanımlanam 3-methyl -1-butanol diğerlerinden daha yoğun oranda bulunmuştur. Tütülenmiş peynirlerde hemen hemen tüm alkol bileşikleri olgunlaşmanın 90. gününe kadar düşük miktarlarda da olsa da tespit edilmiş ve en yoğun tespit edilen aromatik alkol bileşiği etanol olmuştur.

**Çizelge 4. 8** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik alkol bileşenleri yoğunluğu (%)

N	Alkoller (%)	RT	Depolama Süresi (gün)																
			Kontrol					Fındık Kabuğu					Meşe Odunu						
			0	15	30	60	90	0	15	30	60	90	0	15	30	60	90		
1	Ethanol	1.98			9,5					20,09						13,05		7,78	
2	2-butanol	2.71	0,48	2,08							1,8	4,73	0,83				1,72		
3	2-pentanol	3.99		2,08					1,36	3,13	1,84				7,16	3,67	1,42		
4	1-butanol	4.59			0,11	1,17					0,15	0,31					0,17	0,29	
5	1-pentanol (amilol)	6.93	0,39	1,12															
6	1-hexanol	10.0	0,22						1,36	0,33						0,09			
7	2-heptanol, (S)-	8.82			0,1				0,35	3,39	2,52	1,25	1,22	1,78	0,13			0,09	
8	2-ethyl -1-hexanol,	14.8	1,06		0,18				0,57	0,72	0,5	0,55	0,31	0,63	0,25			0,15	
9	3-methyl -1-butanol,	5.86	8,33	1,12					2,51	2,06	0,63	0,22			2,36	1,41	0,6	0,34	
10	2,6-dimethyl- 4-heptanol	14.0	0,22																
11	2-methyl-2,3-pentenediol	9.72	0,23																
12	benzeneethanol	29.6			0,88					0,19	0,21	0,18	0,42	0,25	0,08				0,18
13	2-phenoxy -ethanol,	33.1							1,14	0,55	0,29	0,71	1,22						
14	2-nonanol	15.7								0,77	0,55	1,08	1,67						
15	2,3-butanediol	18.1								0,55	0,51								
16	1-methyl -3-cyclohexen-1-ol,	6.14									0,46								
17	5-methyl-2-hexanol	8.71							0,35				1,22						0,09
18	2-propyl-1-pentanol	14.6												0,63	0,24				

Fındık kabuğu ile tütsülenmiş peynirde, kontrol ve meşe odunu ile tütsülenen peynirden farklı olarak 2,3-butanediol, 2-nonanol, 1-methyl -3-cyclohexen-1-ol,, 2-phenoxy –ethanol tanımlanmıştır. Öte yandan bir duman bileşeni olan Benzeneethanol her iki tütsülenen peynirindeki varlığı dikkati çekmiştir. Genel olarak fındık kabuğu ile tütsülenen peynirlerin aromatik alkol bileşen yoğunluğu kontrol ve meşe odunu ile tütsülenen peynire göre daha yüksek bulunmuştur.

Yapılan çalışmada tütsülenmiş peynirlerin aromatik alkol bileşikleri, incir ağacı (*Ficus carica*) ve kuru dikenli armut (*Opuntia ficus indica*) odunu karışımının yanması ile üretilen



dumanla tütsülenen Herreo peynirlerinde belirlenenlere benzer bulunmuştur (Palencia ve ark. 2014). Lipid oksidasyonu ile açığa çıkan çoğu düz zincirli olan birincil alkoller ile amino asitlerin Strecker bozulmasından kaynaklanan 3-methyl-1-butanol (Pugliese ve ark. 2015; Song 2008) Parmesan, edar ve Rokfor gibi çeşitli peynir tiplerinde mevcut olduğu rapor edilmiş, (Barbieri ve ark. 1994; Arora ve ark. 1995; Gallois ve Langlois 1990), inek sütü mozzeralle peynirlerinin küçük bir koku maddesi ve hoş bir taze peynir aroması olarak tanımlanmıştır (Moio ve ark. 1993).

#### **4. 2. 2. Aromatik keton bileşenleri yoğunluğu (%)**

Ttslenmemi kontrol Çerkez peynir rnei ile fındık kabuğu ve meşe odunu dumanı ile tütsülenmiş Çerkez peynir rneklelerinde depolama süresince tanımlanan keton bileşenlerine % yoğunluğu **izelge 4. 9'**da verilmiştir. Kontrol ve tütsülenen peynirler ait farklı younlua sahip 19 ketonlar grubu bileşik tanımlanmıştır.

Depolama süresince hem ttsl ve hem de ttslenmemi (kontrol) peynirlerde, ortak peynir bileşeni olarak 5 keton ( 2-propanone, 2-butanone, 2-pentanone, 2-hexanone, 2-heptanone, 3-hydroxy-2-butanone (asetoin) bileşeni belirlenmiştir. Belirlenen ketonlardan 2-pentanone, 2-octanone ve 2-nononone, blue peynirlerin ve meyveli aromaların (García-González ve ark. 2008), 2-butanone ise tereya aromasını karakterize eder ve genel olarak temel bilinen peynir bileşenleridir (Curioni ve Bosset 2002).

Genellikle süt ürünlerinde bulunan karakteristik bir kokuya ve düşük algılama eiklerine sahip olan keton bileşikleri, ya asitlerinin  $\beta$ -oksidasyonu sonucu üretilmektedir(Guilln ve ark. 2004a). Bu çalışmada tanımlanan ketonlar hem tür hem de miktar olarak deneme peynir rnekleleri arasında büyük farklılıklar göstermiştir.

**Çizelge 4. 9** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik keton bileşenleri yoğunluğu (%)

No	Ketonlar (aliphatic linear, cyclic keton ve diketonlar) (%)	RT	Depolama Süresi (gün)														
			Kontrol					Fındık Kabuğu					Meşe Odunu				
			0	15	30	60	90	0	15	30	60	90	0	15	30	60	90
1	2-propanone (Acetone)	1.55	5,98					7,26					10,81				
2	2-butanone (methyl ethyl ketone)	1.82		1,81						24	27,29	28,86				2,97	
3	2-pentanone (Ethyl acetone)	2.29		3,79				24,39	22,24	10,82	4,58	28,85	8,24	3,19			
4	2-hexanone (Propylacetone)	3.35			0,52				0,72			1,31					
5	2-heptanone (Butylacetone)	5.06			1,31			3,82	3,37	2,69	2,83	1,21	0,55	0,67			
6	2-nonanone (Heptyl methyl ketone)	10.90						1,13	5,8	1,42	2,88	2,08	0,15			0,09	0,33
7	2-butanone, 3-hydroxy (Acetoin)	8.06	6,79					0,1	0,74		0,51						
8	2,3-butanedione (Diacyetyl)	2.35	2,08														
10	2-undecanone (2-Hendecanone)	18.42							0,13	0,23	0,27						
11	2-octanone (Hexyl methyl ketone)	7.65							0,3								
12	2-propanone, 1-phenyl (Phenylacetone, 1-phenylpropan-2-one, benzyl methyl ketone, Phenyl-2-propanone)	2.84										0,55					
13	6-methyl- 7-octen-2-one-	12.86							0,54			0,75					
14	2-methyl-2-cyclopentenone (2-cyclopenten-1-one, 2-methyl)	10.45					0,75	0,33	0,18								
15	3-methyl-2-cyclopentenone (2-cyclopenten-1-one, 3-methyl)	15.59					1,09	0,49	0,19	0,41	0,24						
16	2,3-dimethyl-2-cyclopenten-1-one	16.32					0,53	0,33		0,3	0,25						
17	3,4-dimethyl-3-penten-2-one (3-penten-2-one, 3,4-dimethyl)	20.50					0,37										
18	2-methylcyclopentanone (Cyclopentanone, 2-methyl)	5.35						0,66									
19	(2-hydroxy-3-methyl-2-cyclopentenone (2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl )	26.79						0,1	0,13	0,17							0,17

Ketonlar arasında % 2,08 oranında 2,3-butanedion (diasetil) depolamanın başında yalnızca tütsülenmeyen kontrol peynirinde tespit edilmiştir. Bazı laktik asit bakterileri tarafından piruvat, laktoz veya sitrat metabolizması ile ilişkili (İrmler ve ark. 2013) olan indirgenme ürünü 2-butanon, 3-hidroksi- (asetoin) depolamanın başında kontrol peynirinde (%6,79) ve fındık kabuğu ile tütsülenen örnekte depolamanın 15. 30. ve 90. (%0,1,% 0,74 ve %0,51) günlerde

düşük oranlarda belirlenmiştir. Kısa zincirli ketonlardan 2- butanone kontrol peynirde 15. günde (%1,81), meşe odunu ile tütülenen peynirde ise 30 günde (%2,97) belirlenmiştir. Fındık kabuğu ile tütülenen peynirde 2- butanone depolama süresince artmış ve 90.günde yoğunluğu %28,86 olarak tespit edilmiştir. Birincil yolu, laktoz veya sitrat metabolizmaları tarafından oluşturulan diasetil bozulması ile oluşan 2- pentanone ise kontrol peynirinde yalnızca 15. günde (%3,79), meşe odunu tütülü peynirde (0, 15 ve 30 günlerde) ve fındık kabuğu tütülü peynirde (0, 15, 30, 60 ve 90 günde) depolama sonuna doğru azalan oranlarda belirlenmiştir. 2-heptanone depolama süresince tütülü peynirlerde azalırken, kontrol peynir örneğinde sadece depolamanın 30. gününde (%1,31) belirlenmiştir. Tütüleme işlemi tütülenen peynirlerde ketonların varlığını önemli ölçüde artırmıştır. Tütülenen peynir çeşitlerinde görüldüğü üzere alifatik ve siklik ketonların konsantrasyonunu arttırmakla birlikte, tütülenmeyen peynirlerde farklı olarak tipik duman bileşenleri olan (Guillén ve ark. 1996) çeşitli aromatik ketonların oluşumunu sağlamıştır. Bunların arasında, fındık kabuğu ile tütüleme peynirde siklopentenonların oluşumuna neden olmuştur. Ceviz, yanmış, brendi, kahve, karamel ve akçaağaç şurubu aroması (Maga 1988) ile nitelendirilen siklik diketonlar tütü için kullanılan materyale göre değişmekle birlikte ana ketonlardan Cyclohexasiloxane, dodecamethyl kontrol peynirde de %0,48 yoğunlukta tespit edilmiştir.

#### **4. 2. 3. Aromatik ester bileşenleri yoğunluğu (%)**

Depolama süresince kontrol ile fındık kabuğu ve meşe odunu dumanı ile tütülenmiş Çerkez peynir örneklerine ait belirlenen aromatik ester bileşiklerine ait aroma bileşenleri % yoğunluğu Çizelge 4.10'da verilmiştir. Yapılan çalışmada 26 aromatik ester bileşeni belirlenmiştir. Oda sıcaklığında yüksek uçuculuklarından dolayı, düşük konsantrasyonlarda bile (Bontinis ve ark. 2012) birçok peynirin lezzetine önemli katkılarda bulunan (Urbach 1995) ester bileşiklerinden 15 tanesi her üç peynirde de tanımlanmıştır.

Depolama süresince deneme peynirlerinde belirlenen bu bileşikleri içinde, meyveli flavo sağlayan bileşikler olarak kabul edilen butanoik asit, ethyl ester ve hexanoik asit, ethyl ester ve asetik asit ethyl ester depolama süresince tanımlanmış, diğer bileşiklere oranla daha yüksek yoğunluk göstermiştir ve depolama sonuna doğru azalmıştır

**Çizelge 4. 10** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik ester bileşenleri yoğunluğu (%)

No	Esterler (%)	RT	Depolama Süresi (gün)														
			Kontrol					Fındık Kabuğu					Meşe Odunu				
			0	15	30	60	90	0	15	30	60	90	0	15	30	60	90
1	Butanoic acid, ethyl ester	2.84	26,42	23,17	20,72	12,24	3,27	25,23	12,92	8,33	5,13	1,24	27,41	25,32	18,51	14,83	2,83
2	Hexanoic acid, ethyl ester	6.25	0,27	4,42	27,29	23,19		0,36	5,84	11,54	9,5	4,11	0,24	23,6	16,23	24,18	7,3
3	Acetic acid, ethyl ester	1.80	5,36	3,14	2,26			4,82	2,23	1,62			5,73	3,59	3,15	2,58	
4	Pentanoic acid, ethyl ester (Valeric acid, ethyl ester)	4.05		0,28	0,25	0,37			0,32	0,46	0,53			0,55	0,62	0,51	
5	Octanoic acid, ethyl ester (Caprylic acid ethyl ester)	12.53		3,87	6,85	3,47			1,63	4,81	4,25	5,35		3,93	5,15	5,23	5,31
6	4-Ethylbenzoic acid, cyclopentyl ester	25.46	3,07	0,29	0,18			0,8	0,32	0,26	0,22	0,27	0,13	0,21	0,24	0,18	
7	3,6-Octadecadiynoic acid, methyl ester	3.68	0,36					0,32					0,34				
8	Eicosanoic acid, phenylmethyl ester (Arachic acid benzyl ester)	3.25	1,15					1,27					1,19				
9	2-Pyridinepropanoic acid, $\alpha$ -methyl- $\alpha$ -oxo-, ethyl ester	3.67			0,06	0,43		0,32	0,1		0,29			0,04		0,29	
10	Ethanol, 2-nitro-, propionate (ester)	16.54		1,46		1,22					0,51					0,51	
11	Benzoic Acid, 2,6-Dihydroxy, Tri-Tms; 2,6-Bis(trimethylsilyloxy)Benzoic Acid Trimethylsilyl Ester	4.51		0,52					0,36					0,21			
12	Heptanoic acid, ethyl ester (ethyl heptanoate)	9.05			0,2					0,18				0,16		0,19	0,2
13	Ethyl Dec-9-Enoate (9-Decenoic acid, ethyl ester)	21.89			0,1							0,25				0,14	1,18
14	Butanoic acid, 2-methylbutyl ester	7.00			0,3												
15	Hexadecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester	58.50				1,09							0,34				
16	Butanoic Acid, 3-Methylbutyl Ester (Isoamyl butyrate)	7.02							0,18		0,48		0,47	0,41		0,12	
17	Benzoic acid, 2,5-bis(trimethylsiloxy)-, trimethylsilyl ester	4.48						0,56	0,44		0,15					0,15	
18	Benzeneacetic acid, $\alpha$ ,4-bis(trimethylsilyloxy)-, trimethylsilyl ester	16.68						0,99								0,37	0,38
19	Butanoic acid, butyl ester (Butyl butanoate)	4.50							0,17					0,25			
20	Propanoic acid, 2-hydroxy-, ethyl ester (Lactate) (lactic acid ethyl ester)	9.79						0,37									
21	Acetic acid, butyl ester (Butyl acetate) (Butyl ethanoate)	3.28						0,36									
22	Hexanoic acid, butyl ester (Butyl hexanoate)	9.59														0,07	
23	Butanoic Acid, 3-Methylbutyl Ester (Isoamyl butyrate)	7.02							0,18		0,48		0,47	0,41		0,12	
24	Acetic acid ethenyl ester (Vinyl Acetate)	2.25										4,58					
25	Acetic acid, trifluoro-, octyl ester	7.67							0,13								
26	Octanoic acid, 1-cyclopentylethyl ester	15.39														0,41	

Peynirdeki asetik asit ethyl ester (ethyl acetate), butanoik asit etil esters, oktanoik asit etil ester ve hexanoik asit etil ester en önemli aromatik bileşikler arasındadır (Singh ve ark. 2003). Bu esterlerin Montasio peynirinde (Innocente ve ark. 2013), Grana Padano peynirinde (Wolf ve ark. 2010) lezzette oluşumunda önemli rol oynayan baskın esterler olduğu belirtilmiştir.

Tütsülenmeyen kontrol peynirinin aksine düşük yoğunluk oranında olsa da, başta metil esterleri olmak üzere alifatikler aynı zaman da methyl acetate ve benzoate gibi tanımlanan aromatik ester bileşiklerin tütsülenen peynirlerde bulunması dumandan gelen bileşenler olduğunu düşündürmektedir. Tütsülenmiş Herreño peynirlerinde tütsülenmeyenlerde farklı olarak metil grubu bileşiklerin bulunduğu ve bu bunların dumandan kaynaklanan bileşenler olduğunu belirtilmiştir (Palencia ve ark. 2014).

Bu bileşiklerin neredeyse sadece tütsülenen peynirlerde bulunması ve kökenlerinin dumandan olduğu daha önce peynirlerin tütsülemesi ile ilgili yapılmış çalışmalarda da saptanmıştır (Guillén ve ark. 1996; Guillén ve ark. 1998).

#### **4. 2. 4. Aromatik asitli bileşenleri yoğunluğu (%)**

Meşe odunu ve fındık kabuğu dumanı ile tütsülenen Çerkez peyniri ile tütsülenmeyen kontrol Çerkez peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen aromatik asit bileşenleri % yoğunluğu **Çizelge 4. 11**'da verilmiştir. Yapılan çalışmada 13 aromatik asit bileşeni belirlenmiştir.

Depolamanın başında asetik asit diğerlerine göre kontrol peynirinde daha yüksek yoğunluk göstermiş, olgunlaşmanın sonuna doğru azalmış, tütsülenen peynirlerde ise sabit değişim göstermiştir. 2-methyl-1-propanoic ve 3-methyl-1-butanoic asitin küflü olgunlaştırılmış Civil peynirinde temel yoğun belirlenen yağ asitleri (Çakmancı ve ark. 2012) olarak belirtilmesine rağmen düşük yoğunlukta tütsülenmeyen (kontrol) ve tütsülenen Çerkez peynirlerinde de belirlenmiştir

Asitler peynirlerde yaygın olarak bulunan bileşenler olsa da (Ferreira ve ark. 2009; Wolf ve ark. 2010) tütsülenmeyen kontrol peyniri ile değerlendirildiğinde tütsülenen Çerkez peynirlerinin de bu bileşenler bakımından zengin olduğu belirlenmiştir. Tütsülenen ve tütsülenmeyen peynir örneklerinin serbest yağ asitleri arasında asetik, propanoik, butanoik, nananoik, hexanoik ve octonoik asit farklı depolama günleride farklı yoğunluk değerleri göstermiştir.

**Çizelge 4. 11** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik asitli bileşenleri yoğunluğu (%)

No	Asitler (%)	RT	Depolama Süresi (gün)														
			Kontrol					Fındık Kabuğu					Meşe Odunu				
			0	15	30	60	90	0	15	30	60	90	0	15	30	60	90
1	Acetic acid	13.57	17,13	10,72	8,95	6,35	4,72	7,2	7,44	7,2	6,79	5,08	6,42	7,21	6,86	5,76	4,39
2	Propanoic acid	16.65	5,42	1,46	0,19	1,22		0,57	0,69	0,53	0,51		0,51	0,42	0,32		
3	Butanoic acid	20.08	1,11	59,22	14,39	71,56		0,71	13,06	1,92	14,29	8,74	13,72	13,26	63,11	19,63	8,8
4	Nonanoic acid	38.13	0,9				2,27	0,68									
5	Hexanoic acid (caproic acid)	27.79	0,63	11,34	8,66	18,18	10,84	0,46	6,64	1,21	13,64	11,44	0,73	5,99	9,16	11,64	23,39
6	2-methyl-1- propanoic acid, (Isobutyric acid; Isobutanoic acid)	17.72	0,45	0,56	0,13			0,41	0,57	0,18			0,88	0,51	0,24		
7	3-methyl -1 butanoic acid (isovaleric) -	21.43		1,27	0,33		0,64				0,46		1,59	0,41	1,28	0,31	
8	Pentanoic acid	23.90		0,43	0,1	0,9	52,12		0,18	0,46	0,26	0,19		0,07	0,31	0,14	
9	Octanoic acid	34.83	0,35		0,79			0,23	0,4	0,18	1,29	2,49		0,52	0,23	1,08	7,54
10	Propanedioic acid, propyl ( $\alpha$ - Carboxyvaleric acid)	17.61		0,56	0,13				0,41	0,24			0,88	0,15		0,12	0,88
11	Decanoic acid (capric acid)	41.18					0,47					0,36					0,76
12	Hexadecanoic acid (palmitic acid)	51.67						0,34					0,31				
13	2-Butenedioic acid (Fumaric acid)	18.20						0,54									

Depolamanın sonunda hem kontrol hemde tütsülenmiş peynirlerde orta zincirli doymuş 10 karbonlu yağ asiti olan dekonik asit (kaprik asit) sırasıyla %0,47, %0,36 ve %0,76 yoğunluğunda tanımlanmıştır. Heksedekanoik asid (palmitik asit) fındık kabuğu ve meşe odunu ile tütsülene peynirlerde sırasıyla %0,34 ile %0,31 yoğunlukta depolamanın başında tespit edilmiştir. Tütsülenen Herreño peynirlerinde heksadekanoik asit (palmitik asit) yoğunluğu %0,09-%0,16 olarak belirlenmiştir (Palencia ve ark. 2014).

Fumarik asit ise sadece fındık kabuğu ile tütülenen peynirde depolamanın başında % 0,54 yoğunluğunda belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada belirlenen asit bileşikleri tütülenen Herreño Cheese peynirleri asit bileşimi bakımından benzer bulunmuştur (Palencia ve ark. 2014). Peynirlerde karakteristik keskin peynir aroması sağlayan butanoik asit ve keçi benzeri kokuya sahip olan hexanoik asit farklı peynirlerde peynir lezzetinin önemli başlıca aroma bileşeni olarak belirlenmiştir (Toso ve ark. 2002; Frank ve ark. 2004). 2-methyl-1-propanoic asit çürük meyve ve ter, 3-methyl-1-butanoic asit meyveli, ekşi ve ter flavosundan sorumlu bileşenler olduğu bildirilmiştir (Avsar ve ark. 2011).

#### **4. 2. 5. Aromatik karbonil bileşenleri yoğunluğu (%)**

Meşe odunu ve fındık kabuğu tozu dumanı ile tütülenen Çerkez peyniri ile tütülenmeyen kontrol Çerkez peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen aromatik karbon bileşenleri % yoğunluğu **Çizelge 4.12**'de verilmiştir. Aromatik karbonlar, peynir aromasına ana katkı maddesi olmamasına rağmen, aromatik bileşiklerin oluşumu için öncü görevi görmektedirler (Munoz ve ark. 2003).

Yapılan çalışmada yoğunluğu düşük olmakla birlikte 33 aromatik karbon bileşeni tanımlanmıştır. Tanımlanan aromatik karbon bileşiklerinden 14 tanesi yalnızca tütülenen peynirlerde belirlenmiştir. Kontrol peynirinden depolanın başında D-Limonene (%1,91) ve depolamanın 15. gününde l-Limonene (%0,86) olarak 2 terpen tanımlanmıştır. Terpenlerin peynirde bulunma durumları (Molimard ve Spinnler, 1996).peynirin yapımı ya da olgunlaşması ile ilgili olmayıp hayvanın beslenmesi ile süte geçme durumu ile ilişkili (Wolf ve ark. 2010) olduğu belirtmiştir.

Tütülenmeyen kontrol peynirden farklı olarak fındık kabuğu ile tütülenen peynirde 1-methoxy-3-(2-hydroxyethyl)nonane, 2-hydroxy-2-(p-methoxyphenyl)-3-hydroxycarbonyl-3-methyl-butane, 2-(hydroxymethyl)phenyl 2-(hydroxymethyl)benzene-thiosulfonate, cyclooctasiloxane, hexadecamethyl, tricyclo[3.1.0.0(2,4)]hex-3-ene-3-carbonitrile, benzene, ethoxy., 4[h]-pyridone, 1-benzyl-3,5-dichloro-2,6-dimethyl aromatik karbonlar, meşe odunu ile tütülenen peynirlerde ise ,4-dihydro-6,7-dimethoxyisoquinoline 2-oxide, 1H-purin-6-amine, [(2-fluorophenyl)methyl, nonacosane aromatik karbonil bileşikler olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4. 12** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütülen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik karbonil bileşenler yoğunluğu (%)

No	Hidrokarbonlar (%)	RT	Depolama Süresi (gün)																			
			Kontrol					Fındık Kabuğu					Meşe Odunu									
			0	15	30	60	90	0	15	30	60	90	0	15	30	60	90					
1	Heptacosane	52.41		0,41		0,56																
2	Heptane, 2,2,4,4,6,6-pentamethyl	2.07	25,7 5	16,6	11,2	7,4		52,4 5	36,1 2	14,2 1	8,62			19,7 8	14,7 1	7,46	5,76					
3	Octane, 2,2,4,4-tetramethyl	2.56	1,29	0,76	0,23			1,12	0,82	0,29				1,08	0,54	0,42	0,24					
4	Heptadecane, 2,6,10,15-tetramethyl	7.49	0,36					0,42						0,39								
5	2,2-dimethyl-decane,	2.07	25,7 5	6,6		0,74		22,2 7	5,74		0,52			29,7 8	4,26		0,66					
6	1-methoxy-3-(2-hydroxyethyl) nonane	17.62									0,23	0,24										
7	2-hydroxy-2-(p-methoxyphenyl)-3-hydroxycarbonyl-3-methyl-butane	25.47						0,8														
8	2-(hydroxymethyl) phenyl 2-(hydroxymethyl)benzene-thiosulfonate	2.84										0,55										
9	2-Butanone, 3,3-dimethyl-1-(methylsulfonyl)-, O-[(methylamino)carbonyl]oxime	2.85				0,87					0,65						0,24					
10	Cyclotrisiloxane, hexamethyl	4.12	0,61				2,08	0,72				2,98	0,57									0,78
11	Cyclopentasiloxane, decamethyl	4.59	0,93					0,27	0,44	0,11	0,15	0,91	0,15	0,22	0,32	0,18	0,82					
12	Cyclooctasiloxane, hexadecamethyl	23.52						0,56														
13	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl	10.31	0,48					0,53			0,16	0,11	0,47		0,15	0,06						
14	Benzene, methyl (Toluen)	2.97	4,5	6,01				4,73		1,23			1,28		3,5							
15	Benzene, 2-[(tert-butyl(dimethylsilyl)oxy]-1-isopropyl-4-methyl	4.12	0,66																			
16	Benzeneethanamine, 2-fluoro- $\alpha$ ,3-dihydroxy-N-methyl	3.99				1,17																
17	4H-3-(p-methylanilino)1-benzothioopyran-4-one 1-oxide	16.82					1,53			0,53		0,52										
18	3,4-dihydro-6,7-dimethoxyisoquinoline 2-oxide	5.07																				0,31
19	1,2-dihydro-1,4-diphenylphthalazine	5.39						3,26														0,2
20	N-ethyl-1,3-dithioisindoline	3.65			0,03			0,38	0,21	0,19	0,1	0,41	0,29	0,35	0,13	0,31	0,23					
21	4-nitrophthalamide	15.74			0,13			0,28					0,33	0,19	0,21	0,17						
22	Benzonitrile	18.87						0,57	0,31	0,22	0,45											0,45
23	D-Limonene	5.27	1,91																			
24	l-Limonene	5.18		0,86																		
25	(S)-(E)-(-)-4-Acetoxy-1-phenyl-2-dodecen-1-one	4.44			0,06	1,17				1,14	0,29	0,19			0,12	0,85						
26	N-(P-ANISIDINOMETHYL)-4-METHYLPHthalimide	5.02			0,43						0,39											0,24
27	Tricyclo[3.1.0.0(2,4)]hex-3-ene-3-carbonitrile	18.87						0,57	0,31	0,22	0,45											
28	Benzene, ethoxy	33.12						1,14														
29	Benzonitrile, m-phenethyl	29.54							0,22													0,18
30	Pyridine	5.5									0,18											0,18
31	4[h]-Pyridone, 1-benzyl-3,5-dichloro-2,6-dimethyl	29.55										0,42										
32	1H-Purin-6-amine, [(2-fluorophenyl)methyl]	56.94													0,22							
33	Nonacosane	50.75												0,18								

Bu tür bileşiklerin neredeyse sadece tütülen peynirlerde bulunması, kökenlerinin dumandan geldiği, ya da dumandan gelen bileşenler veya alkol ve asitler arasında tütüleme işlemi sırasında meydana gelebilecek reaksiyonlardan kaynaklanan bileşenler olarak bulunduğunu belirtilmiştir (Guillén ve ark. 1998; Guillén ve ark. 2004b).



Parmesan, Gruyère Comté ve Manchego gibi peynirlerde yapılan çalışmalarda da karbonlar grubunda alifatik ve aromatik hidrokarbonlar tanımlanmıştır. Poliaromatik karbonların kökeni duman olup tütsülene peynirlerle birlikte daha düşük yoğunlukta tütsülenmemiş kontrol peynirinde de tespit edilmiştir. Tespit edilen hidrokarbonların çoğu sadece dış bölgede bulunduğu bildirmiştir(Careri ve ark. 1994; Guichard ve ark. 1987; Martinez-Castro ve ark. 1991).

Herreño peynirinde yapılan çalışmada hem alifatik hem de aromatik olan çok sayıda karbonil bileşik tanımlanmış, alifatik karbonlar arasında çoğu, tütsülenmeyen ve tütsülenmiş peynirlerde oldukça fazla miktarda bulunduğu, ancak sadece tütsülenmiş peynirde 4-metil-2-penten tanımlandığı belirtilmiştir (Palencia ve ark. 2014). Tütsülenen peynirlerin aromatik karbonil bileşikleri kullanılan tütsü materyaline ve duman oluşumunda uygulanan sıcaklık derecesine bağlı olarak çeşitlilik gösterebilmektedir.

#### **4. 2. 6. Aromatik furan bileşenleri yoğunluğu (%)**

Tütsülenen (Meşe odunu ve fındık kabuğu tozu dumanı ile) ve tütsülenmeyen kontrol Çerkez peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen aromatik furan bileşenleri % yoğunluğu Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Deneme peynirlerinde tütsülenmeyen kontrol peynirinde furan bileşik belirlenemezken, fındık kabuğu ve meşe odunu ile tütsülenen peynirde toplam 7 furan bileşiği tanımlanmıştır.

Belirlenen furan bileşiklerinden 4’ü (2-furanmethanol (furfurol), Furan, 2,4-dimethyl, 2(3H)-Furanone, dihydro ( $\gamma$ - butyrolactone), 3-methyl-6-hydroxy-5-(trimethylsilyl)benzo[c]-dihydrofuran, )sadece fındık kabuğu ile tütsülenen peynirde bulunmuştur. Bununla birlikte 3-methyl-2(5H)-furanone, 5-methyl-2(5H)-Furanone, 3,5-dimethyl-2(5H)-furanone bileşikleri ise heriki tütsülenen peynirde de tanımlanmıştır.

Yapılan çalışmada furan bileşikleri içinde bir primer alkol olarak mailard reaksiyonu ürünü olan 2-Furanmethanol (furfurol) depolamanın başında %3,83en yüksek yoğunluk gösteren olarak belirlenmiştir.  $\gamma$ - butyrolactone olarak bilinen ve tütsülenen peynirlerde tanımlanan 2(3H)-furanone fındık kabuğu ile tütsülene peynirde depolamanın 0. ve 15. günlerinde tanımlanmıştır.

**Çizelge 4. 13** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince furan aroma bileşenleri yoğunluğu (%)

No	Furans (%)	RT	Depolama Süresi (gün)														
			Kontrol					Fındık Kabuğu					Meşe Odunu				
			0	15	30	60	90	0	15	30	60	90	0	15	30	60	90
1	2-furanmethanol (furfurol)	21.33						3,83	2,38		1,89	0,73					
2	2,4-dimethyl -furan,	15.59						1,09				0,24					
3	2(3H)-furanone, dihydro butyrolactone)	19.76						0,49	0,13								
4	3-methyl-2(5H)-furanone	22.82							0,2		0,12					0,12	
5	5-methyl-2(5H)-Furanone	22.72									0,12					0,12	
6	3,5-dimethyl-2(5H)-furanone	20.50						0,37								0,29	
7	3-methyl-6-hydroxy-5-(trimethylsilyl)benzo[c]-dihydrofuran	4.12									0,29						

Peynirde Bulunan furanlar, bir amino asit ve bir şeker arasındaki Maillard reaksiyonunun bir sonucu olabilir, ancak pastörizasyonun peynirdeki furanların içeriği üzerindeki etkisi hala belirsizdir (Garabal ve ark. 2010). Yanık, karamel ya da pişmiş flavo sağlayan furfurol tütsülenmeyen peynirler hariç tütsülenen San Simón da Costa peyniri (Garabal ve ark. 2010), tütsülenmiş Palmero peyniri (Guillén ve ark. 2004a; Guillén ve ark. 2004b), Herreño peynirinde (Palencia ve ark. 2014) tanımlanan furan bileşenlerinden biri olarak belirlenmiş, tütsüleme işlemi sırasında oluşabilen bu bileşiklerin peynirde karakteristik tütsü aroması oluşumuna büyük ölçüde katkıda bulunduğu bildirilmiştir. Furan bileşenlerin aynı zamanda inek sütü peynirleri hariç tütsülenmeyen keçi sütü peynirlerinde de tespit edilmiştir (Poveda ve ark. 2008; Bontinis ve ark. 2012).

#### 4. 2. 7. Aromatik fenol bileşenleri yoğunluğu (%)

Tütsülenen ve tütsülenmeyen (kontrol) Çerkez peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen aromatik fenol bileşenleri % yoğunluğu Çizelge 4. 14'de verilmiştir. Yapılan çalışmada tütsülenmeyen kontrol peynirinde fenol bileşiği tanımlanamazken, fındık kabuğu ile tütsülenen peynirde depolama süresince farklı yoğunluklarda olmakla birlikte 9 adet aromatik fenol bileşiği tanımlanmıştır. Meşe odunu ile tütsülenen peynirde ise sadece depolamanın 60. gününde %0,68 yoğunluğunda 2-methylphenol bileşeni tanımlanmıştır.

**Çizelge 4. 14** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülenen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince fenol bileşenleri yoğunluğu (%)

No	Phenolic derivatives	RT	Depolama Süresi (gün)														
			Kontrol					Fındık Kabuğu					Meşe Odunu				
			0	15	30	60	90	0	15	30	60	90	0	15	30	60	90
1	2-methylphenol,	32.87						0,22	0,31	0,56	0,71	1,22-				0,68	
2	4-methylphenol	35.77						0,21	0,27	0,08	0,21	0,34					
3	3,5-dimethylphenol	35.31									0,21	0,27					
4	2-methoxyphenol (guaiacol)	28.14						3,32	2,16	1,13	2,82	4,64					
5	2-methoxy-5-methylphenol	31.20						0,94	0,72	0,37	0,26	0,22					
6	2-methoxy 4-methylphenol (4-methylguaiacol)	31.32						1		0,39	1,2	2,2					
7	4-methoxy-3-methylphenol,	28.22										0,16					
8	2,6-dimethoxyphenol (syringol)	40.83									0,12	0,24					
9	4-ethyl-2-methoxyphenol (4-ethylguaiacol)	33.71						0,23	0,82	0,1	0,36	0,68					

Depolama süresince fındık kabuğu ile tütsülenen peynirde belirlenen yoğunluk sırasına göre fenol bileşeni methoxyphenol derivatları olarak 2-methoxyphenol (guaiacol), 2-methoxy 4-methylphenol (4-methylguaiacol) ve 4-ethyl-2-methoxyphenol (4-ethylguaiacol) belirlenmiştir.

Fenolik bir ester olan 2-methoxyphenol dumanlı, keskin, tatlı, fenolik ve baharatlı kokulara sahip olarak lignin, selüloz veya hemiselülozun termal bozulmasıyla oluşabilmektedir (Sung ve ark. 2007). Fenoller çok düşük duyuşal eşik değerleri göstermelerine rağmen isli flavonun ana nedeni olarak görülmüştür.

Fenolik bileşikler, tütsülenmiş yarısirt San Simón da Costa peynirlerinde de genel olarak düşük yoğunlukta tespit edilmiş ve esas olarak 2-methoxyphenol (guaiacol) ve 3-metilphenol yoğunluğu yüksek olan fenol bileşikleri olarak belirlenmiştir (Garabal ve ark. 2010). Tütsülenmiş Herreño peynirlerinde de belirlenen en yoğun fenol derivatlar olarak, methoxy- ve dimethoxyphenol derivatives, olan guaiacol (2-methoxyphenol), phenol ve diğer derivatlar tanımlanmış, tütsülenmeyen peynirde belirlenememiştir (Palencia ve ark. 2014).

Yapılan çalışmalarda belirlenen aromatik fenollerin sınıflandırılması, çeşitliliği ve yoğunluğu tütsüleme de kullanılan ağacın sertlik/yumuşak ve özü ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Tütsüleme işlemi sırasında oluşan guaiacol, 4-methylphenol, 2,6-dimethoxyphenol bileşenleri de duman flavosu olarak tespit edilmiştir (Maga 1992).

#### 4. 2. 8. Aromatik aldehit bileşenleri yoğunluğu (%)

Fındık kabuğu ve meşe odunu ile tütsülenen ve tütsülenmeyen (kontrol) Çerkez peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen aromatik aldehit bileşenleri % yoğunluğu Çizelge 4. 15’de verilmiştir.

Peynirin ana bileşikler olmayan aldehitler hızla alkollere veya bunlara karşılık gelen asitlere dönüştürülürler (Curioni ve Bosset 2002; Lemieux ve Simard 1992). Peynirlerde düşük aldehit çeşitliliği ve yoğunluğu uygun bir olgunlaşmanın göstergesi olduğu, belirlenen aldehit grubu bileşiklerin konsantrasyonunun yüksek olması ise istenmeyen tat yoğunluğunun artması olarak bildirilmiştir (Moio ve Addeo 1998). Bu nedenle olgunlaşmış peynirlerde düşük miktarda aldehitler beklenir (Rodríguez-Alonso ve ark. 2009).

Aldehitler tütsülenmiş ve tütsülenmemiş heriki peynir grubunda bulunabilen bileşenler olarak genellikle benzer konsantrasyonlara sahiptirler. Buna rağmen tütsüleme sürecinin bir sonucu olarak tütsülenen peynirlerde, dumandan gelen etki ile bir miktar artma olabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada 6 aldehit bileşiğinden aromatik aldehitlerden; 4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzaldehyde (Syringaldehyde), 4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde (vanillin), doymuş alifatik aldehitlerden; pentanal, doymamış alifatik aldehitlerden 3-methylbutyraldehyde (isovaleraldehyde) ve 3-hydroxybutyraldehyde (3-hydroxy-butanal) farklı yoğunluklarda tanımlanan aldehitler olmuştur. Yalnızca tütsülenmeyen kontrol peynirinde 3-hydroxybutyraldehyde ve pentanal tanımlanan aldehitler olmuştur.

Yapılan çalışmada her üç peynirde de belirlenen diğer aldehitler göre en yoğun bileşen olarak 3-methylbutyraldehyde (isovaleraldehyde) tanımlanmıştır. Her üç peynirde de depolamanın 30. ve 60. günlerinde belirlenen 3-methylbutyraldehyde (isovaleraldehyde) olgunlaşma periyodunun başında ve sonunda (0. 15. ve 90.) tanımlanmamıştır. 3-methylbutyraldehyd alkole indirgenmesi nedeniyle peynir aromasına önemli katkı yapan bir aldehit olarak (Kaminarides ve ark. 2007) Strecker reaksiyonu ile bir amino asit olan lösinden üretilir.

Yalnızca tütsülenen peynirlerde belirlenen organoleptik özellikleri, acı tat ve ot kokusu olarak tanımlanan (Kim ve ark. 1974) 3-hydroxybutyraldehyde (3-hydroxy,-butanal), 4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde (Vanilin), 4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzaldehyde (Syringaldehyde) bileşikleri Montazeri ve ark. (2013) tarafından sıvı tütsülerde belirlenmiştir.

**Çizelge 4.15** Fındık kabuğu ve meşe odunu tozu ile tütsülen Çerkez peynir örneklerinin depolama süresince aromatik Aldehit bileşenler yoğunluğu (%)

No	Aldehitler	RT	Depolama Süresi (gün)																			
			Kontrol					Fındık Kabuğu					Meşe Odunu									
			0	15	30	60	90	0	15	30	60	90	0	15	30	60	90					
1	Pentanal	3.35				0,24					0,1					1,31						
2	3-methylbutyaldehyde (isovaleraldehyde)	2.26			0,47	0,24						1,04	0,56					1,31	0,72			
3	3-hydroxybutyaldehyde (3-hydroxy,-Butanal)	3.58											0,48								0,25	
4	4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde (Vanilin)											0,73	0,25						0,47	0,17		
5	4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzaldehyde (Syringaldehyde)	25.47								0,8						0,13						
6	2,4-bis(trimethylsilyloxy)benzaldehyde	16.57								0,27	0,35				0,74	0,18	0,23					0,54

Genellikle odun dumanı veya sıvı duman içinde buldukları yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Maga 1987; Guillen et al. 1995; Guillen ve Manzanos 1996; Guillen ve Ibarcoitia 1999).

Koyun sütünden yapılan La Serena peynirinde belirlenen dallanmış zincirli aldehitlerin, özellikle 3-metil-1-butanal (3-methylbutyaldehyde) konsantrasyonunun, taze peynirde daha yüksek olduğu ilk iki ay boyunca azaldığı ve daha sonra 120. güne kadar tekrar arttığı belirtilmiştir (Carbonell ve ark. 2002). Izco ve Torre (2000) Roncal peynirinde aromatik uçucu bileşenlerde benzer değişimler tespit etmişlerdir. Sert peynirlerden olan Fossa peynirinde de diğer aroma bileşenlerine göre aldehitlerin oldukça düşük oranlarda olduğu tespit edilmiştir (Gioacchini ve ark. 2010).

#### 4. 3. Duyusal Analiz

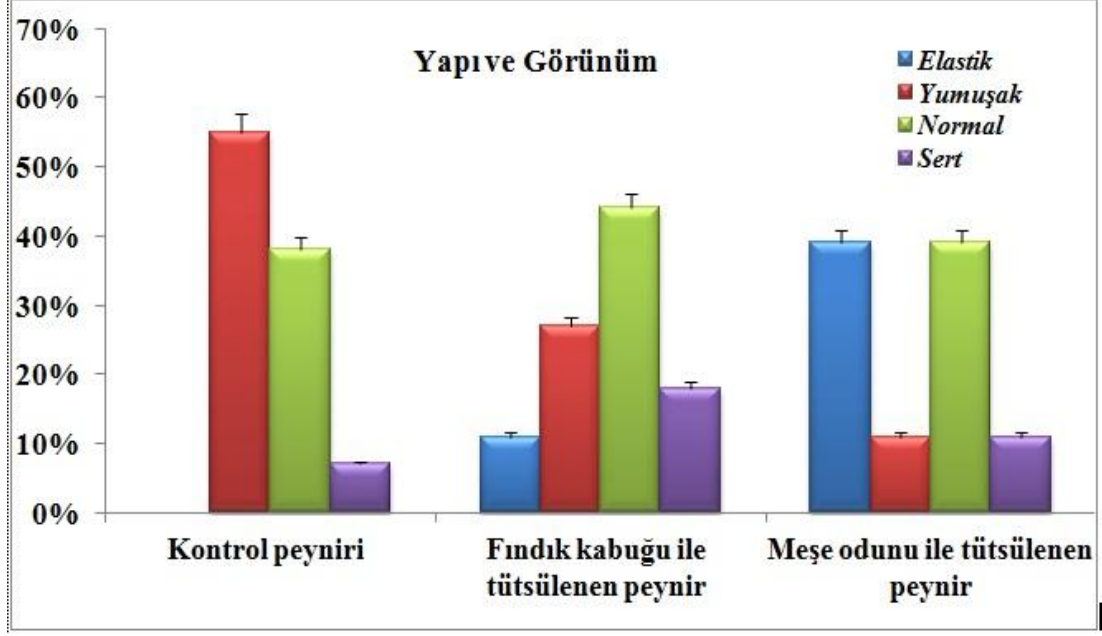
Tütsülenmiş ve tütsülenmeyen Çerkez peynirlerinin depolamanın 90 gününde yapılan yapı ve görünüm, tat, koku, renk ve aroma yoğunluğu olmak üzere 5 ayrı bölümde yapılan duyusal değerlendirmeye ait sonuçlar Çizelge 4. 16’da verilmiştir.

Fındık kabuğu ve meşe odunu ile tütsülenmiş ve tütsülenmeyen kontrol Çerkez peynirlerinin yapı ve görünüm, tat, koku, renk ve aroma yoğunluğu özelliklerinin değerlendirilmesi 10 deneyimli (Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları) 10 deneyimsiz (Namık Kemal Üniversitesi çalışan personel) toplam 20 kişilik panelist grubu tarafından yapılmıştır. Panelistlere sunulmadan 2 saat önce buzdolabından (+4°C)

çıkarılmış ve oda sıcaklığında ( $22 \pm 2$  ° C) tutulan deneme peynirleri Çizelge 3. 2’de verilen “Duyusal Değerlendirme Formu” kullanılarak her panelist tarafından yapı, tat, koku, renk ve aroma yoğunluğu kriterlerini dikkate alarak ayrı ayrı değerlendirmiştir. Yapılan değerlendirmede Yapı ve görünüm için 1, elastik; 2, yumuşak; 3, normal; 4, sert;. Tat için 1, tatlı; 2, ekşi, 3, yavan; 4, tuzlu; Koku için 1, kötü; 2, normal, 3, yeterli; 4, iyi ; Renk için 1, koyu; 2, normal, 3, açık; 4, çok açık ve Aroma yoğunluğu için 1, hafif; 2, normal; 3, yoğun; 4, az ya da yok değerlendirme ölçeği kullanılmıştır.

**Çizelge 4. 16** Duyusal Analiz Sonuçları

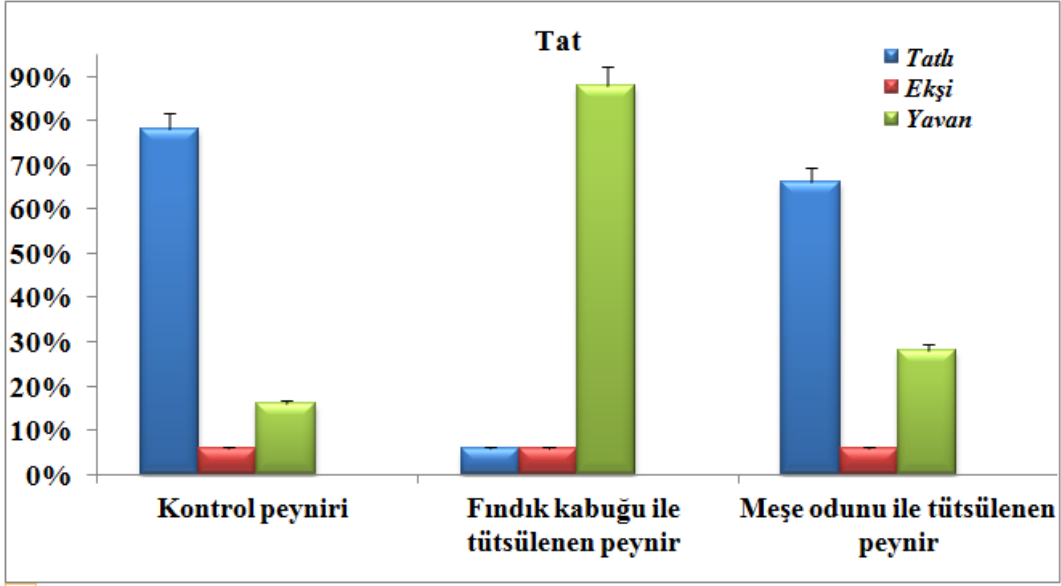
	<b>Özellik</b>	<b>Kontrol Örneği</b>	<b>Fındık Kabuğu ile Tütsülenen Örnek</b>	<b>Meşe Odunu Tozu ile Tütsülenen Örnek</b>
<b>Yapı ve Görünüm</b>	Elastik	0	11	39
	Yumuşak	55	27	11
	Normal	38	44	39
	Sert	7	18	11
<b>Tat</b>	Tatlı	78	6	66
	Ekşi	6	6	6
	Yavan	16	88	28
	Tuzlu	0	0	0
<b>Koku</b>	Kötü	6	33	0
	Normal yeterli	28	17	39
	Yeterli	33	11	28
	İyi	33	39	27
<b>Renk</b>	Koyu	0	0	89
	Normal	28	89	11
	Açık	61	11	0
	Çok Açık	11	0	0
<b>Aroma Yoğunluğu</b>	Hafif	6	28	11
	Normal	60	33	53
	Yoğun	28	28	18
	Az ya da yok	6	11	18
<b>Toplam</b>		<b>500</b>	<b>500</b>	<b>494</b>



**Şekil 4. 8** Panelistler tarafından peynir örneklerinin yapı ve görünüm değerlendirilmesi

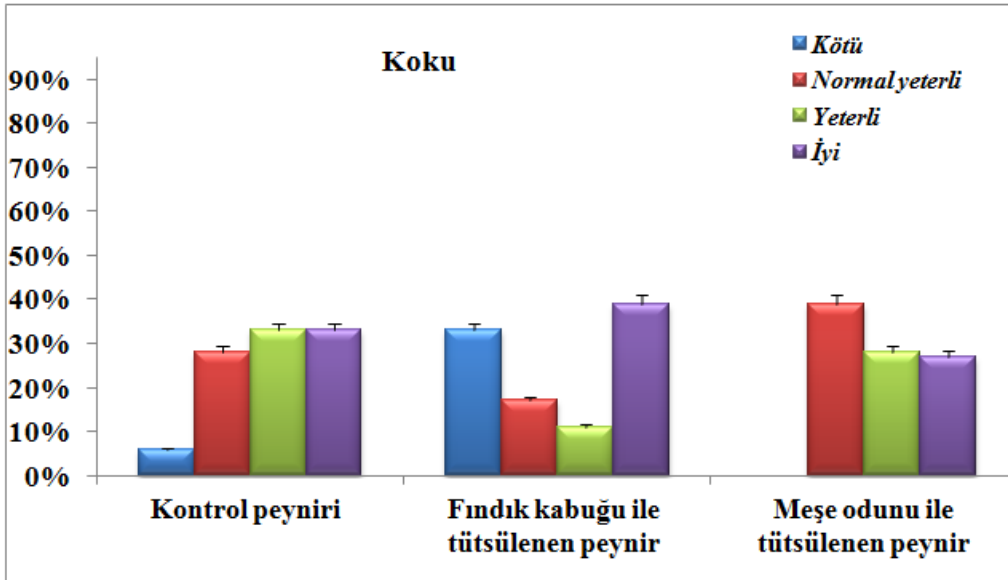
Yapılan duyuşal değerlendirme sonunda panelistler tarafından, tütülenmeyen kontrol peynir örneği yapı ve görünüm açısından diğer peynirlere göre yumuşak olarak değerlendirilmiş, panelistlerin hiç biri kontrol örneğini elastik bulmamıştır (Şekil 4. 8). Panelistler tarafından fındık kabuğu ile tütülen peynir örneği yapı ve görünüş bakımından normal bulunurken, meşe odunu ile tütülen peynir ise hem elastik hemde normal olarak değerlendirilmiştir.

Deneme peynir örnekleri tat bakımından panelitler tarafından yapılan değerlendirmede peynirlerin hiç birinde tuzlu tad algılanmamıştır (Şekil 4. 9). Tütülenmeyen kontrol peyniri panelitler tarafından hoşā giden tat (tatlı) olarak, fındık kabuğu ile tütülen peynir yavan (%88) ve meşe odunu ile tütülen peynir %66 oranında tatlı %28 oranında yavan olarak değerlendirilmiştir.



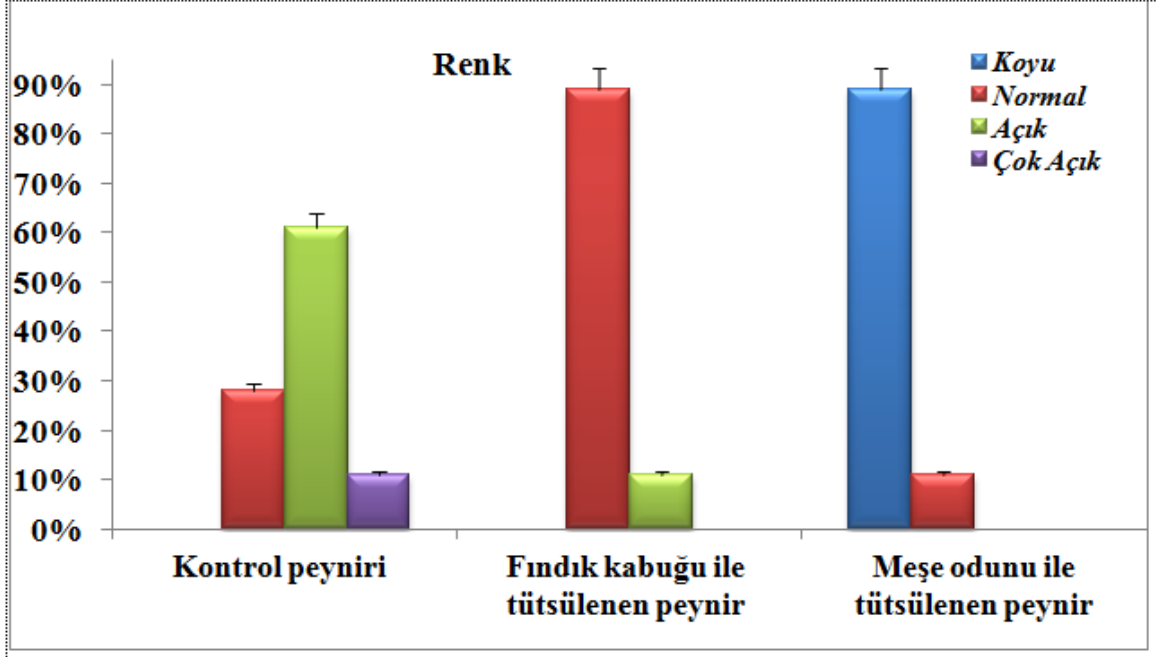
Şekil 4. 9 Panelistler tarafından peynir örneklerinin tat değerlendirilmesi

Koku olarak deneme peynirleri panelistler tarafından değerlendirilmesi Şekil 4.10'da verilmiştir. Kontrol peyniri koku olarak %33 ile iyi ve yeterli olarak değerlendirilirken, fındık kabuğu ile tütsülenen peynir %39 iyi, %11 yeterli bulunmuştur. Meşe odunu ile tütsülenen peynir ise koku bakımından %39 ile normal olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4. 10 Panelistler tarafından peynir örneklerinin koku değerlendirilmesi

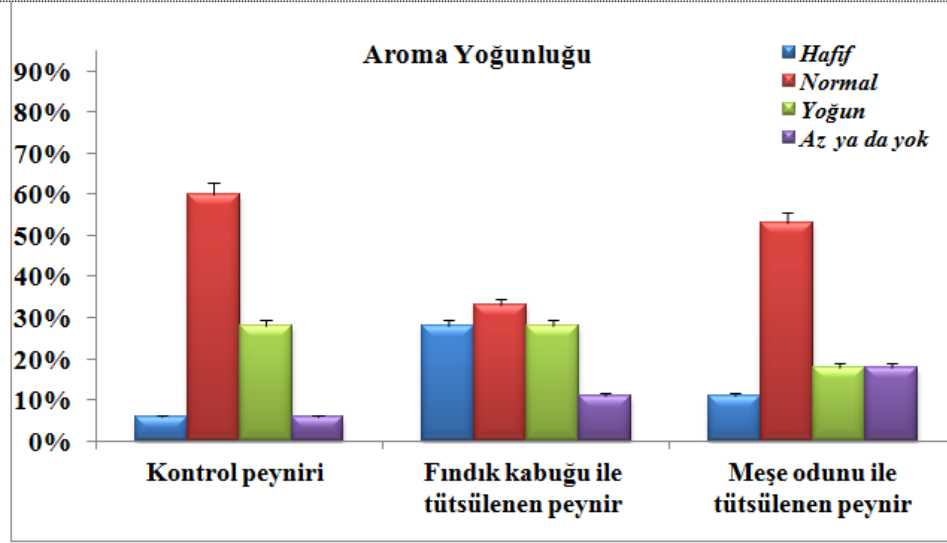




**Şekil 4. 11** Panelistler tarafından peşir örneklerinin renk değeriendirilmesi

Deneme peşirlerinin renk özellikleri bakımından panelitler tarafından yapılan değeriendirmesi Şekil 4. 11’de verilmiştir. Yapılan değeriendirmede meşe odunu ile tütülen peşir %89 koyu, fındık kabuğu ile tütülen peşir ise %89 normal olarak değeriendirilmiştir. Açık renk durumu panelistlerce %61 ile tütülenmeyen kontrol Çerkez peşir örneğinde belirtilmiştir.

Peşirlerin aroma yoğunluğu hakkında panelistlerin yaptığı değeriendirmede tütülenmeyen kontrol peşiri (%60) ve meşe odunu ile tütülen Çerkez peşir örneği (%53) normal bulunurken, fındık kabuğu ile tütülen peşir örneği %33 normal, %28 ile hem yoğun hemde hafif olarak aroma yoğunluğunu değeriendirmişlerdir (Şekil 4. 12).



**Şekil 4. 12** Panelistler tarafından peşir örneklerinin aroma yoğunluğu değeriendirilmesi

Duyusal analizlerde peşir örneklerinin panelistler tarafından ayrı ayrı incelenen sonuçları toplam olarak gözden geçirildiğinde (Çizelge 4. 16) kontrol Çerkez peşiri ve fındık kabuğu ile tütülen Çerkez peşirinin, meşe odunu ile tütülen peşire göre daha çok tercih edilebilir olduğu görülmüştür.

## 5. SONUÇ

Süt endüstrisinde yöresel ya da bölgesel olarak geleneksel süt ürünleri sosyal, ekonomik ve kültürel durumlarından dolayı üretim ve tüketim açısından önemli rol oynarlar. Geleneksel süt ürünleri arasında peynirlerin önemli bir yeri vardır. Çerkez peyniri Çerkezlerin yoğun olarak yaşadığı bölgelerde aile işletmelerinde ve küçük mandıralarda üretilen geleneksel peynirlerdendir. Tütsülenmiş, dumanlanmış, isli ya da füme peyniri olarak da bilinen Çerkez peyniri daha çok tütsülenerek tüketilmektedir.

Yapılan bu çalışmada “Farklı Materyaller (Fındık Kabuğu ve Meşe Odun Tozu) ile Yapılan Dumanlamanın Çerkez Peynirinin Depolama Süresince Fiziko-Kimyasal Özellikleri Ve Uçucu Aroma Profiline Etkisi” incelenmiştir. Çalışmada biri tütsülenmeyen (Kontrol) peyniri olmak üzere fındık kabuğu ve meşe odunu dumanı ile tütsülenen Çerkez peynirleri, 4 °C’de 90 gün süre ile depolanarak 0,15, 30, 60 ve 90. günlerinde peynirlerin analizleri yapılmıştır.

Genel olarak tütsüleme materyali değişiminin, tütsülenen ve tütsülenmeyen (Kontrol) Çerkez peynir örneklerindeki kurumadde, protein, pH, titre edilebilir asitlik, tuz, yağ ve suda çözünür azot değerleri değişimine etkisi olmayıp, bileşenlerinde meydana gelen farklılıklar birbirine yakın bulunmuştur. Depolama süresince her üç peynir örneğinde de kurumadde değerleri olgulaşmanın 15. gününden itibaren depolama sonuna doğru düşme eğilimi gösterdiği ve depolama günleri arasındaki farklılık örneklerin kurumadde ve protein değerleri değişimine benzer bulunmuştur. Depolama süresi Deneme örneklerinin pH, titre edilebilir asitlik, tuz, yağ ve suda çözünür azot değerleri değişiminde etkili olduğu görülmüştür.

Peynirin lezzetine karakteristik meyvemsi ve fındığımsı aroma ile katkıda bulunan birincil ve ikincil alkol bileşiklerine ait 18 aromatik alkol bileşen tanımlanmıştır. Fındık kabuğu ile tütsülenmiş peynirde, kontrol ve meşe odunu ile tütsülenen peynirden farklı olarak 2,3-Butanediol, 2-nonanol, 1-methyl -3-cyclohexen-1-ol., 2-phenoxy –ethanol tanımlanmıştır. Öte yandan bir duman bileşeni olan benzeneethanol her iki tütsülenen peynirdeki varlığı önemli görülmüştür.. Aromatik alkol bileşen yoğunluğu kontrol ve meşe odunu ile tütsülenen peynire göre fındık kabuğu ile tütsülenen peynirde daha yüksek bulunmuştur.

Süt ürünlerinde bulunan karakteristik bir kokuya ve düşük algılama eşiklerine sahip olan keton bileşikleri, yağ asitlerinin  $\beta$ -oksidasyonu sonucu üretilmektedir. Tanımlanan ketonlar hem

tür hem de miktar olarak deneme peynir örnekleri arasında büyük farklılıklar göstermiştir. Tütsüleme işlemi tütsülen peynir çeşitlerinde alifatik ve siklik ketonların konsantrasyonunu arttırmakla birlikte, tütsülenmeyen peynirden farklı olarak tipik duman bileşenleri olan çeşitli aromatik ketonların oluşumunu sağlamıştır. Ortak keton bileşeni olarak 5 keton ( 2-propanone, 2-butanone, 2-pentanone, 2-hexanone ,2-heptanone, 3-hydroxy-2-butanone (asetoin)) belirlenmiştir. Belirlenen ketonlardan 2-pentanone, 2-octanone ve 2-nononone, blue peynir ve meyveli aroması, 2-butanone ise tereyağ aromasını karakterize eden temel bilinen peynir bileşenleridir. Fındık kabuğu ile tütsüleme peynirde siklopentenonların oluşumuna neden olmuştur. Ceviz, yanmış, brendi, kahve, karamel ve akçaağaç şurubu aroması ile nitelendirilen siklik diketonlar tütsü için kullanılan materyale göre değişmekle birlikte ana ketonlardan Yapılan çalışmada 26 aromatik ester bileşeni belirlenmiştir.15 tanesi her üç peynirde de tanımlanmıştır Deneme peynirlerinde belirlenen bu bileşikler içinde, meyveli flavo sağlayan bileşikler olarak kabul edilen butanoik asit, ethyl ester, hexanoik asit, ethyl ester ve asetik asit, ethyl ester depolama süresince tanımlanmıştır. Peynirdeki asetik asit ethyl ester (ethyl acetate), butanoik asit etil esters, oktanoik asit etil ester ve hexanoik asit etil ester önemli aromatik bileşikler arasındadır. Tütsülenmeyen kontrol peynirinin aksine düşük yoğunluk oranında, başta metil esterleri olmak üzere alifatikler aynı zaman da methyl acetate ve benzoate gibi tanımlanan aromatik ester bileşiklerin tütsülen peynirlerde bulunması dumandan gelen bileşenler olduğunu düşündürmektedir.

Deneme peynir örneklerinde 13 aromatik asit bileşeni belirlenmiştir. Tütsülen ve tütsülenmeyen peynir örneklerinin serbest yağ asitleri arasında asetik, propanoik, butanoik, nanonoik, hexanoik ve oktonoik asit farklı depolama günleride farklı yoğunluk değerleri göstermiştir. Depolamanın sonunda hem kontrol hemde tütsülenmiş peynirlerde orta zincirli doymuş 10 karbonlu yağ asiti olan dekonnoik asit (kaprik asit) sırasıyla %0,47, %0,36 ve %0,76 yoğunluğunda tanımlanmıştır. Fındık kabuğu ve meşe odunu ile tütsülene peynirlerde depoamanın başında tespit edilen hexadekanoik asid (palmitik asit), tütsülen farklı peynirlerde de farklı yoğunluğu oranlarında belirlenmiştir. Fumarik asit ise sadece fındık kabuğu ile tütsülen peynirde depolamanın başında % 0,54 yoğunluğunda belirlenmiştir.

Aromatik karbonlar, peynir aromasında ana katkı maddesi olmamasına rağmen, aromatik bileşiklerin oluşumu için öncü görevi görmektedirler. Yoğunluğu düşük olmakla birlikte 34 aromatik karbon bileşeni tanımlanmıştır. Tanımlanan aromatik karbon bileşiklerinden 14 tanesi

yalnızca tütülenen peynirlerde belirlenmiştir. Kontrol peynirinden farklı olarak fındık kabuğu ile tütülenen peynirde 1-methoxy-3-(2-hydroxyethyl) nonane, 2-hydroxy-2-(p-methoxyphenyl)-3-hydroxycarbonyl-3-methyl-butane, 2-(hydroxymethyl)phenyl 2-(hydroxymethyl) benzene-thiosulfonate, cyclooctasiloxane, hexadecamethyl, tricyclo[3.1.0.0(2,4)] hex-3-ene-3-carbonitrile, benzene, ethoxy., 4[h]-pyridone, 1-benzyl-3,5-dichloro-2,6-dimethyl aromatik karbonlar, meşe odunu ile tütülenen peynirlerde ise ,4-dihydro-6,7-dimethoxyisoquinoline 2-oxide, 1H-purin-6-amine, [(2-fluorophenyl) methyl, nonacosane aromatik karbonil bileşikler olarak belirlenmiştir. Bu tür bileşiklerin neredeyse sadece tütülenen peynirlerde bulunması, kökenlerinin dumandan geldiği, ya da dumandan gelen bileşenler veya alkoller ve asitler arasında tütüleme işlemi sırasında meydana gelebilecek reaksiyonlardan kaynaklanan bileşenler olarak bulunduğunu tanımlanmıştır.

Deneme peynirlerinde tütülenmeyen kontrol peynirinde furan bileşik belirlenemezken, fındık kabuğu ve meşe odunu ile tütülenen peynirde toplam 7 furan bileşiği tanımlanmıştır. Belirlenen furan bileşiklerinden 4'ü (2-furanmethanol (furfurol), Furan, 2,4-dimethyl , 2(3H)-furanone, dihydro ( $\gamma$ - butyrolactone), 3-methyl-6-hydroxy-5-(trimethylsilyl)benzo[c]-dihydrofuran, ) sadece fındık kabuğu ile tütülenen peynirde bulunmuştur. Bununla birlikte 3-methyl-2(5H)-furanone, 5-methyl-2(5H)-Furanone, 3,5-dimethyl-2(5H)-furanone bileşikleri ise heriki tütülenen peynirde de tanımlanmıştır. Furan bileşikleri içinde bir primer alkol olarak mailard reaksiyonu ürünü olan 2-furanmethanol (furfurol) depolamanın başında,  $\gamma$ - butyrolactone olarak bilinen ve tütülenen peynirlerde tanımlanan 2(3H)-furanone fındık kabuğu ile tütülene peynirde depolamanın 0. ve 15. günlerinde tanımlanmıştır. Yanık, karamel ya da pişmiş flavo sağlayan furfurol tütülenmeyen peynirler hariç tütülenen peynirinde tanımlanan furan bileşenlerinden biri olarak, tütüleme işlemi sırasında oluşabilen bu bileşiklerin peynirde karakteristik tütü aroması oluşumuna büyük ölçüde katkıda bulunduğu bildirilmiştir.

Tütülenmeyen kontrol peynirinde fenol bileşiği tanımlanamazken, fındık kabuğu ile tütülenen peynirde depolama süresince farklı yoğunluklarda olmakla birlikte 9 adet aromatik fenol bileşiği tanımlanmıştır. Meşe odunu ile tütülenen peynirde sadece depolamanın 60. gününde %0,68 yoğunluğunda 2-methylphenol bileşeni tanımlanmıştır. Depolama süresince fındık kabuğu ile tütülenen peynirde belirlenen yoğunluk sırasına göre fenol bileşeni methoxyphenol derivatları olarak 2-methoxyphenol (guaiacol), 2-methoxy 4-methylphenol (4-

methylguaiacol) ve 4-ethyl-2-methoxyphenol (4-ethylguaiacol) belirlenmiştir. Fenolik bir ester olan 2-methoxyphenol dumanlı, keskin, tatlı, fenolik ve baharatlı kokulara sahip olarak lignin, selüloz veya hemiselülozun termal bozulmasıyla oluşabilmektedir. Fenoller çok düşük duyuşal eşik değerleri göstermelerine rağmen isli flavonun ana nedeni olarak görölmüştür. 2-methoxyphenol (guaiacol) ve 3-metilphenol yoğunluğu yüksek olan fenol bişelikleri olarak San Simón da Costa peynirlerinde belirlenmiştir. Tütsülenmiş Herreño peynirlerinde de belirlenen en yoğun fenol derivatlar olarak, methoxy- ve dimethoxyphenol derivatives, olan guaiacol (2-methoxyphenol), phenol ve diğer derivatlar tanımlanmış, tütsülenmeyen peynirde belirlenememiştir (Palencia ve ark. 2014).Yapılan çalışmalarda belirlenen aromatik fenollerin sınıflandırılması, çeşitliliği ve yoğunluğu tütsüleme de kullanılan ağacın sertlik/yumuşak ve özü ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Tütsüleme işle mi sırasında oluş an guaiacol, 4-methylphenol, 2,6-dimethoxyphenol bileşenleri de duman flavosu olarak tespit edilmiştir.

Peynirin ana bileşikler olmayan aldehitlerler hızla alkollere veya bunlara karşılık gelen asitlere dönüştürölürler. Peynirlerde düşük aldehit çeşitliliği ve yoğunluğu uygun bir olgunlaşmanın göstergesi olduğu, belirlenen aldehit grubu bileşiklerin konsantrasyonunun yüksek olması ise istenmeyen tat yoğunluğunun artması olarak bildirilmiştir (Moio ve Addeo 1998). Bu nedenle olgunlaşmış peynirlerde düşük miktarda aldehitler beklenir (Rodríguez-Alonso ve ark. 2009). Aldehitler tütsülenmiş ve tütsülenmemiş her iki peynir grubunda bulunabilen bileşenler olarak genellikle benzer konsantrasyonlara sahiptirler. Buna rağmen tütsüleme sürecinin bir sonucu olarak tütsülen peynirlerde, dumandan gelen etki ile bir miktar artma olabilmektedir. Yapılan bu çalışmada aromatik aldehitlerden; 4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzaldehyde (Syringaldehyde), 4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde (vanillin), doymuş alifatik aldehitlerden; pentanal, doymamış alifatik aldehitlerden 3-methylbutyraldehyde (isovaleraldehyde) ve 3-hydroxybutyraldehyde (3-hydroxy-butanal) farklı yoğunluklarda tanımlanan aldehitler olmuştur. Yalnızca tütsülenmeyen kontrol peynirinde 3-hydroxybutyraldehyde tanımlanamamıştır. Çalışmada her üç peynirde de tanımlanan diğer aldehitler göre en yoğun bileşen olarak 3-methylbutyraldehyde (isovaleraldehyde) depolanmanın 30. ve 60. günlerinde belirlenmiş depolanın 0, 15 ve 90.günlerinde belirlenememiştir. 3-methylbutyraldehyd alkole indirgenmesi nedeniyle peynir aromasına önemli katkı yapan bir aldehid olarak Strecker reaksiyonu ile bir amino asit olan lösinden üretilir

Sonuç olarak, tütsüleme materyali olarak fındık kabuğu ya da meğe odunu kullanılması deneme örneklerin kurumadde, protein, pH, titredilebilir asitlik, tuz, yağ ve suda erir azot değerleri değişimine etkisi olmamıştır. Deneme rneklerinin kurumadde ve protein içeriğindeki değişime depolama süresinin etkisi benzer bulunmuş, pH, titre edilebilir asitlik, tuz, yağ ve suda çözünür azot değerleri değişiminde depolama süresi etkili olmuştur. Deneme rneklerinin uçucu aroma bileşenleri tütsülenmeyen peynirde genel aroma bileşenleri belirlenirken, tütsülenen peynirlerde dumandan gelen aroma bileşenleri de belirlenmiştir. Tütsüleme işlemi aromatik bileşenlerin çeşitliğini artırmıştır. En fazla çeşitlilik fındık kabuğu ile tütsülenen peynirde belirlenmiştir. Fındık kabuğu ile tütsülenen peynirde fenol ve furan bileşiklerinin varlığı peynirde tütsü aromasının yoğun hissedilmesine neden olmuştur. Peynirlerin tütsülenmesinde Meğe odunu yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan duyusal analizlerde peynir örneklerinin panelistler tarafından ayrı ayrı incelenen sonuçları toplam olarak gözden geçirildiğinde kontrol Çerkez peyniri ve fındık kabuğu ile tütsülenen Çerkez peynirinin, meğe odunu ile tütsülenen peynire göre daha çok tercih edilebilir olduğu görülmüştür. Tütsülenen peynirlerde yoğun tütsü aromasının hissini oluşumun istenilmesi durumunda fındık kabuğunun tütsüleme materyali olarak kullanılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Ahmad JI (2003). Smoked foods/applications of smoking. Encyclopedia of food sciences and nutrition (2nd ed.), pp. 5309-5316.
- Aktaş N, Kaya M (2010). Balıkların bileşimi, kalite kriterleri ve işlenmesi. Et ve Et Ürünlerinin Kalite Kontrolü. Ed. M. Kıvanç. Anadolu Üniversitesi Yayınları, ISBN 978-975-06- 0763-9, Eskişehir
- AOAC (2000). Acidity of cheese. Titrimetric method. AOAC 920.124. Official methods of analysis of AOAC International, 17th edn. Association of Analytical Chemists, Washington, DC.
- Arora G, Cormier F, Lee B (1995). Analysis of odor active volatiles in Cheddar cheese headspace by multidimensional GC/MS/sniffing. J. Agric Food Chem 43:748 –752.
- ATSDR (2009) Agency for toxic substances and disease registry (ATSDR). Case studies in environmental medicine toxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)<http://www.atsdr.cdc.gov/csem/pah/docs/pah.pdf>
- Aydınoğlu P (2010). Farklı Dumanlama Tekniklerinin Füme Çerkez Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Avşar YK, Karagül-Yüceer Y, Hayaloğlu AA (2011). Peynirde aroma. (263-302). In: Hayaloğlu, AA, Özer B (Ed.), Peynir Biliminin Temelleri. Sidaş, İzmir
- Ayar A, Sıçramaz H, Sert D (2015). Effect of Different Processes on Chemical, Textural and Sensory Properties of Sakarya Circassian Cheese Akademik Gıda 13(4) 276-285.
- Barbieri G, Bolzoni L, Careri M, Mangia A, Parolari G, Spagnoli S (1994). Study of the volatile fraction of Parmesan cheese. J Agric Food Chem. 42:1170– 1176.
- Bontinis TG, Mallatou H; Pappa EC, Massouras T, Alichanidis E (2012). Study of proteolysis, lipolysis and volatile profile of a traditional Greek goat cheese (Xinotyri) during ripening. Small Rumin. Res.105, 193–201.
- CAC/RCP 68 (2009). Codex alimentarius commission (CAC). Code of practice for the reduction of contamination of food with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) from smoking and direct drying processes.[http://www.codexalimentarius.org/download/standards/11257/CXP\\_068e.pdf](http://www.codexalimentarius.org/download/standards/11257/CXP_068e.pdf)



- Carbonell M, Nuñez M, Fernández-García E (2002). Evolution of the volatile components of ewe raw milk La Serena cheese during ripening Correlation with flavour characteristics. *Lait* 82 (6) 683-698 DOI: 10.1051/lait:2002042
- Careri M, Manini P, Spagnoli S, Barbieri G, Bolzoni L (1994). Simultaneous distillation extraction and dynamic headspace methods in the gas chromatographic analysis of Parmesan cheese volatiles, *Chromatographia* 38: 386–394.
- Cadwallader KR (2007). Wood smoke flavor. pp. 201–210 in L. M. L. Nollet, ed. *Handbook of meat, poultry and seafood quality*. Blackwell Publishing, Ames, IA
- Chambers DH, Chambers EIV, Seitz L.M, Sauer DB, Robinson K, Allison AA (1998). Sensory characteristics of chemical compounds potentially associated with smoky aroma in foods. *Developments in Food Science* 40:187-194.
- Curioni PMG, Bosset JO (2002). Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *Int Dairy J* 12: 959–984. doi:10.1016/S0958-6946(02)00124-3
- Çakmakçı S, Gundogdu E, Hayaloglu AA, Dagdemir E, Gurses M, Cetin B, Tahmas-Kahyaoglu D (2012). Chemical and microbiological status and volatile profiles of mouldy Civil cheese a Turkish mould-ripened variety. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 2405–2412.
- Draudt HN (1963). The meat smoking process: A review. *Food Technology*. 17:1557–1561
- Ercan D, Korel F, Karagül Yüceer Y, Kınık Ö (2011). Physicochemical, textural, volatile, and sensory profiles of traditional Sepet cheese *Journal of Dairy Science* 94:9
- FAO-Thiaroye (2015). Guide for developing and using the FAO-thiaroye processing technique (FTT-Thiaroye) National Training Centre for Fish and Aquaculture Technicians Thiaroye (Thiaroye)-Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). <http://www.fao.org/3/a-i4174e.pdf>, <http://www.fao.org/news/audio-video/detail-video/en/c/10566/?uid=10566>
- Ferreira, IM.P.L.V.O, Pinho O, Sampaio P (2009). Volatile fraction of DOP “Castelo Branco” cheese: Influence of breed. *Food Chem.*, 112, 1053–1059.
- Fessman G, Fessman KD (1979). Steam-generated smoke for hot and cold smoking. *Fleischerei* 30(12), 1006.
- Fessmann KD (1995). Smoking technology at a time of change. *Fleischwirtsch.* 75: 1123-1128.

- Frank DC, Owen CM, Patterson J (2004). Solid phase microextraction (SPME) combined with gas-chromatography and olfactometry-mass spectrometry for characterization of cheese aroma compound. *Lebensm Wiss Technol.*37:139–154. doi: 10.1016/S0023-6438(03)00144-0.
- Gallois A, Langlois D (1990). Volatile compounds of French Blue cheeses. *Lait* 70:89– 106.
- Garabal JI, Rodríguez-Alonso P, Franco D, Centeno JA (2010). Chemical and biochemical study of industrially produced San Simón da Costa smoked semi-hard cow's milk cheeses: Effects of storage under vacuum and different modified atmospheres, *Journal of Dairy Science*, 93:(5) 1868-1881, <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2749>
- Gedela S, Gamble RK, Macwana S, Escoubas JR, Mariana PM (2007). Effect of inhibitory extracts derived from liquid smoke combined with postprocess pasteurization for control of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats *Journal of Food Protection*, 70: 2749-2756
- Gioacchini AM, De Santi M, Guescini GB, Stocchi V (2010). Characterization of the volatile organic compounds of Italian “Fossa”cheese by solid-phase micro extraction gas chromatography/ mass spectrometry. *Rapid Commun Mass Sp* 24:3405–3412. doi:10.1002/rcm.4782.
- Gökalp HY, Kaya M, ve Zorba Ö (2004). Et ürünleri işleme mühendisliği Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.
- Guichard E, Berdagué JL, Grappin R (1987). Ripening and quality of Gruyère of Comté cheese. Change in the amounts of volatile compounds in relation to season of manufacture and ripening conditions, *Lait* 67 : 319–337.
- Guillén MD, Manzanos MJ, Zabala L (1995). Study of a commercial liquid smoke flavoring by means of gas-chromatography mass-spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 43:463–468.
- Guillén MD, Manzanos MJ (1996). Study of the components of a solid smoke flavouring preparation. *Food Chem.* 55:251–257.
- Guillén MD, Ibargoitia ML (1996). Volatile Components of aqueous liquid smokes from *vitis vinifera* L shoots and *fagus sylvatica* L Wood. *J. Sci. Food Agric.* 72, 104–110.
- Guillén MD, Ibargoitia ML (1998). New components with potential antioxidant and organoleptic properties, detected for the first time in liquid smoke flavoring preparations. *J. Agric. Food Chem.* 46, 1276–1285

- Guillén MD, Ibargoitia ML, Sopelana P, Palencia G, Fresno M (2004a). Components detected by means of solid-phase microextraction and gas chromatography/mass spectrometry in the headspace of artisan fresh goat cheese smoked by traditional methods. *J. Dairy Sci.* 87, 284–299
- Guillén MD, Ibargoitia ML, Sopelana P, Palencia G (2004b). Components detected by headspace-solid phase microextraction in artisanal fresh goat's cheese smoked using dry prickly pear (*Opuntia ficus indica*). *Lait*, 84, 385–397.
- Guillén MD, Palencia G, Sopelana P, Ibargoitia ML (2007). Occurrence of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Artisanal Palmero Cheese Smoked with Two Types of Vegetable Matter. *Journal of Dairy Science* 90 (6) 2717-2725.
- Guillén MD, Palencia G, Ibargoitia ML, 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.
- Gül O, Dervisoğlu M, Mortas M, Aydemir O, Ihand E, Aksehire K (2015). Evaluation of polycyclic aromatic hydrocarbons in Circassian cheese by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. *Journal of Food Composition and Analysis*, 37, 82-86.
- Gülyavuz H, Ünlüsayın M (1999). Dumanlanmış Ürün Teknolojisi, pp. 191-206, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Ders Kitabı, Şahin Matbaası, Ankara
- Güneşer O, Yüceer YK (2011). Characterisation of aroma active compounds, chemical and sensory properties of acid- coagulated cheese: Circassian cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 64: 517-525. doi:[10.1111/j.1471-0307.2011.00703.x](https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2011.00703.x)
- Hattula T, Elfving K, Mroueh UM, Luoma T (2001). Use of liquid smoke flavourings as an alternative to traditional flue gas smoking of rainbow trout Fillets (*Oncorhynchus mykiss*) *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 34: 521-525
- IDF (International Dairy Federation) 1988. Determination of salt content (Mohr method). International Dairy Federation IDF Standard 12B. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- IDF (1993). Milk Determination of Nitrogen Content. IDF: 20B, International Dairy Federation: 41, Brussels, p:12.

- IDF (2001) Milk. Determination of nitrogen content. Part 5: Determination of protein nitrogen content. Standard 020.5. International Dairy Federation. Brussels, Belgium
- Innocente N, Munari M, Biasutti M (2013). Characterization by solidphase micro extraction-gas chromatography of the volatile profile of protected designation of origin Montasio cheese during ripening. *J Dairy Sci* 96:26–32. doi:10.3168/jds.2012-5689
- Ismail MM (2016). Smoking of dairy products. *J Nutr Health Food Eng*, 4(1): 00115. DOI:[10.15406 / jnfe.2016.04.00115](https://doi.org/10.15406/jnfe.2016.04.00115)
- ISO (2004). Cheese and processed cheese—Determination of the total solids content (Reference method) ISO 5534:2004. International Organization for Standards.
- ISO (2008). Cheese, determination of fat content—Van Gulik method. ISO 3433:2008 (IDF 222: 2008). International Standardization Organization, Geneva
- Izco JM, Torre P (2000). Characterization of volatile flavour compounds in Roncal cheese extracted by the purge and trap method and analysed by GC-MS, *Food Chem.* 70:409–417.
- İlhan E (2012). Tütsülenmiş ve Tütsülenmemiş Çerkez Peynirlerinin Fiziksel, Kimyasal, Biyokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Khamis EFM (2011). Studies on the manufacture of smoked cheese. M.Sc. Agric. (Dairying), Fac. of Agric., Kafrelsheikh, Univ.
- Kolsarıcı N, Özkaya Ö (1998). Gökkuşluğu alabalığı (*Salmo gairneri*)’nın raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22: 273-284
- Lemieux L, Simard RE (1992). Bitter flavour in dairy products. A review of bitter peptides from caseins: their formation, isolation and identification, structure masking and inhibition *Le Lait*, 72:335-382.
- Lingbeck JM, Cordero P, O'Bryan CA, Johnson MG, Ricke SC, Crandall PG (2014). Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation *Meat Science*, 97: 197-206.
- Lorenzo JM, Purriños L, García Fontán MC, Franco D (2010). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in two Spanish traditional smoked sausage varieties: “Androlla” and “Botillo” *Meat Science*, 86: pp. 660-664.

- Maga JA (1987). The flavor chemistry of wood smoke. *Food Rev. Int.* 3:139–183.
- Maga JA (1988). *Smoke in Food Processing*. Boca Raton: CRC Press, <https://doi.org/10.1201/9781351076647>.
- Maga JA (1992). Contribution of Phenolic Compounds to Smoke Flavor. *Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health I*. October I, pp 170-179. DOI:10.1021/bk-1992-0506.ch013
- Malagié M, Jensen G, Graham JC, Donald LS (1998). *Food industry processes*. (3rd edn), Encyclopaedia of Occupational Health, Food Industry.
- Majcher MA, Goderska K, Pikul J, Jeleń HH (2011). Changes in volatile, sensory and microbial profiles during preparation of smoked ewe cheese. *J. Sci. Food Agric.* 91, 1416–1423.
- Marianski S, Marianski A, Marisanski R (2009). *Meat Smoking and Smokehouse Design*. United States of America, Second Edition Press, 315 pp. <https://www.amazon.com/Smoking-Smokehouse-Design-Robert-Marianski/dp/0982426704>
- Martin EM, O'Bryan CA, Lary Jr RY, Griffis CL, Vaughn KLS, Marcy JA, Ricke SC, Crandall PG (2010). Spray application of liquid smoke to reduce or eliminate *Listeria monocytogenes* surface inoculated on frankfurters *Meat Science*, 85: 640-644
- Martinez-Castro I, Sanz J, Amigo L, Ramos M, Martin-Alvarez P (1991). Volatile components of Manchego cheese, *J. Dairy Res.* 58: 239–246.
- Martorell I, Perelló G, Martí-Cid R, Castell V, Llobet JM, Domingo JL (2010). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in foods and estimated PAH intake by the population of Catalonia, Spain: temporal trend. *Environment International*, 36:424-432
- Maurer-Atmos (2015). Friction smoke generator data. <http://www.maurer-atmos.de/en/home-en>
- Moio L, Addeo F (1998). Grana Padano cheese aroma *Journal of Dairy Research*, 65; 317-333
- Moio L, Langlois D, Etievant PX, Addeo F (1993). Powerful odorants in water buffalo and bovine Mozzarella cheese by use of extract dilution sniffing analysis *Italian Journal of Food Science*, 3: 227-237.
- Molimard P, Spinnler HE (1996). Review: Compounds involved in the flavor of surface mould-ripened cheeses: Origins and Properties. *J. Dairy Sci.* 79, 169-184.

- Montazeri N, Oliveira ACM, Himelbloom BH, Leigh MB, Crapo AA (2013). Chemical characterization of commercial liquid smoke products. *Food Science & Nutrition*1(1): 102–115. <https://doi.org/10.1002/fsn3.9>. doi: 10.1002/fsn3.9
- Möhler K (1978). *Das Räuchern [The smoking process]* A.V.D. Rhein Hessischen Druckwerkstätte, Alzey, Germany.
- Ogbadu LJ (2014). *Traditional preservatives-Wood smoke (2nd ed.)* C.A. Batt, M.L. Tortorello (Eds.), *Encyclopedia of food Microbiology*, Vol. 3, Elsevier, Ltd, London, (UK), Burlington, MA, (USA), San Diego, CA, (USA), pp. 141-148
- Palencia G, Luisa Ibargoitia M, Fresno M, Sopelana P, Guillén MD (2014). Complexity and Uniqueness of the Aromatic Profile of Smoked and Unsmoked Herreño Cheese. *Molecules*, 19, 7937-7958; doi:10.3390/molecules19067937
- Poveda JM, Sánchez-Palomo E, Pérez-Coello MS, Cabezas L (2008). Volatile composition, olfactometry profile and sensory evaluation of semi-hard Spanish goat cheeses. *Dairy Sci. Technol.* 88, 355–367.
- Pöhlmann M, Hitzel A, Fredi Schwägele F, Speer K, Jira W (2013). Influence of different smoke generation methods on the contents of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances in frankfurter-type sausages. *Food Control*, 34: 347-355
- Pugliese C, Sirtori F, Škrlep M, Piasentier E, Calamai L (2015). The effect of ripening time on the chemical, textural, volatile and sensorial traits of Biceps femoris and Semimembranosus muscles of the Slovenian dry-cured ham Kraški pršut. *Meat Sci.*, 100, 58-68.
- Rasmussen HR, Rasmussen HJ (1961). *Treating of food products with smoke* United States Patent and Trademark Office. <https://patentimages.storage.googleapis.com/ac/5b/f5/c493feda88a5d0/US3001879.pdf>
- Rehman S, Farkye NY, Drake MA (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).
- Riha WE, Wendorff WL, Rank S (1992). Benzo(a)pyrene Content of Smoked and Smoke-Flavored Cheese Products Sold in Wisconsin. *Journal of Food Protection*. Vol. 55, No. 8: 636-638.
- Riha WE, Wendorf WL (1993). Evaluation of Colour in Smoked Cheese by Sensory and Objective Methods. *Journal of Dairy Science*, 76: 1491-1497.

- Rodríguez-Alonso P, Centeno JA, Garabal JI (2009). Comparison of the volatile profiles of Arzúa-Ulloa and Tetilla cheeses manufactured from raw and pasteurized milk *Lebensm. Wiss. Technol.*, 42; 1722-1728.
- Sıçramaz H, Ayar A, Öztürk M (2017). The effect of smoking on the formation of biogenic amines in Circassian cheese. *J Consum Prot Food Saf.* 12:139–146.
- Šimko P (2002). Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat products and smoke flavoring food additives. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci* 770(1-2): 3-18.
- Šimko P (2009). Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meats. *Safety of meat and processed meat. Food microbiology and food safety Springer, New York*, pp. 343-363
- Singh TK, Drake MA, Cadwallader KR (2003). Flavor of Cheddar cheese: a chemical and sensory perspective. *Compr Rev Food Sci F* 2:166– 189. doi:10.1111/j.1541-4337.2003.tb00021.x
- Song HL (2008). *Food Flavor Chemistry*; Chemical Industry Press: Beijing, 76–87.
- Sung W S, Huang C, Ming Sun F (2007). Volatile components detected in liquid smoke flavoring preparations from two types of rice hull. *Chai-Nan Annual Bulletin* 33 13–20.
- Taormina PJ, Bartholomew GW (2005). Validation of bacon processing conditions to verify control of *Clostridium perfringens* and *Staphylococcus aureus* *Journal of Food Protection*, 68: 1831-1839
- Toso B, Procida G, Stefanon B (2002). Determination of volatile compounds in cows' milk using headspace GC-MS. *J. Dairy Res.* 69, 569–577.
- Uçar G, Tekinşen OC (2004). Farklı Dumanlama Tekniklerinin Selçuklu Tulum Peynirinin Kimyasal Mikrobiyolojik ve Duyusal Niteliklerine Etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 35 (3-4), 183-191.
- Urbach G (1995). Contribution of lactic acid bacteria to flavour compound formation in dairy products. *Int. Dairy J.* 5, 877–903.
- US Dairy Export Council (2007). U.S. specialty cheeses. *USDEC News.* June: 5–10. <http://www.usdec.org/>
- Uysal H, Kavas G, Kesenkas H, Akbulut N (2006). Some properties of traditional Circassian cheese produced in Turkey. *International Journal of Dairy Science* 1: 9–11.

- Uysal H, Kavas G, Kesenkas H, Akbulut N (2010). Some properties of traditional Circassian cheese produced in Turkey. *International Journal of Dairy Science* 5: 150-152.
- Üçüncüoğlu D (2009). Orta Karadeniz Bölgesi'nde Satışa Sunulan Çerkez Peynirlerinin Bazı Kimyasal Nitelikleri. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Van Loo EJ, Babu D, Crandall PG, Ricke SC (2012). Screening of commercial and pecan shell-extracted liquid smoke agents as natural antimicrobials against foodborne pathogens *Journal of Food Protection*, 75: 1148-1152.
- Vaz-Velho M (2003). Smoked foods/Production. *Encyclopedia of food sciences and nutrition* (2nd ed.) (2003), pp. 5302-5309.
- Varlet V, Serot T, Prost C (2010). Smoke flavoring technology in seafood. Pp. 233–254 in L. M. L. Nollet and F. Toldra, eds. *Handbook of seafood and seafood products analysis*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Wendorff WL, Riha WE, Emily Muehlkamp (1993). Growth of molds on cheese treated with heat or liquid smoke. *J Food Prot* 56(11): 963-966
- Wendorff WL (2010). Smoked cheese, Wisconsin Center for Dairy Research, Wisconsin, USA.
- Woods L. (2003) Smoked foods/principles. *Encyclopedia of food sciences and nutrition* (2nd ed.) pp. 5296-5301
- Wolf IV, Perotti MC, Bernal SM, Zalazar CA (2010). Study of the chemical composition, proteolysis, lipolysis and volatile compounds profile of commercial Reggianito Argentino cheese: characterization of Reggianito Argentino cheese. *Food Res Int* 43:1204–1211. doi: 10.1016/j.foodres.2010.02.018



## EKLER

**EK Çizelge 1.** Peynir örneklerinin kurumadde ortalamalarına ait varyans analiz değerleri

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kurumadde %

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10,648 <sup>a</sup>	6	1,775	1,249	,304
Intercept	127306,542	1	127306,542	89612,487	,000
ÜRÜN ADI	3,160E-03	2	1,580E-03	,001	,999
DEPOLAMA	10,645	4	2,661	1,873	,135
Error	53,984	38	1,421		
Total	127371,174	45			
Corrected Total	64,633	44			

a. R Squared = ,165 (Adjusted R Squared = ,033)

**EK Çizelge 2.** Peynir örneklerinin protein ortalamalarına ait varyans analiz değerleri

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PTOTEIN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,365 <sup>a</sup>	6	,227	,363	,898
Intercept	22283,153	1	22283,153	35553,540	,000
ÜRÜN_ADY	2,800E-04	2	1,400E-04	,000	1,000
DEPOLAMA	1,365	4	,341	,544	,704
Error	23,816	38	,627		
Total	22308,334	45			
Corrected Total	25,181	44			

a. R Squared = ,054 (Adjusted R Squared = -,095)

**EK Çizelge 3.** Peynir örneklerinin pH ortalamalarına ait varyans analiz değerleri

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,932 <sup>a</sup>	6	,155	5,095	,001
Intercept	1287,692	1	1287,692	42237,762	,000
ÜRÜN ADI	5,200E-04	2	2,600E-04	,009	,992
DEPOLAMA	,931	4	,233	7,638	,000
Error	1,158	38	3,049E-02		
Total	1289,782	45			
Corrected Total	2,090	44			

a. R Squared = ,446 (Adjusted R Squared = ,358)

**EK Çizelge 4.** Peynir örneklerinin titre edilebilir asitlik ortalamalarına ait varyans analiz değerleri

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Titrasyon asitliği

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3,397 <sup>a</sup>	6	,566	25,348	,000
Intercept	84,570	1	84,570	3786,899	,000
ÜRÜN ADI	5,911E-04	2	2,956E-04	,013	,987
DEPOLAMA	3,396	4	,849	38,016	,000
Error	,849	38	2,233E-02		
Total	88,815	45			
Corrected Total	4,245	44			

a. R Squared = ,800 (Adjusted R Squared = ,769)

**EK Çizelge 5.** Peynir örneklerinin tuz ortalamalarına ait varyans analiz değerleri

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TUZ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,036 <sup>a</sup>	6	,173	20,957	,000
Intercept	41,530	1	41,530	5042,547	,000
ÜRÜN_ADY	2,920E-03	2	1,460E-03	,177	,838
DEPOLAMA	1,033	4	,258	31,347	,000
Error	,313	38	8,236E-03		
Total	42,878	45			
Corrected Total	1,349	44			

a. R Squared = ,768 (Adjusted R Squared = ,731)

**EK Çizelge 6.** Peynir örneklerinin yağ ortalamalarına ait varyans analiz değerleri

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YAĞ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7,495 <sup>a</sup>	6	1,249	3,043	,016
Intercept	32875,238	1	32875,238	80091,567	,000
ÜRÜN ADI	2,242E-02	2	1,121E-02	,027	,973
DEPOLAMA	7,472	4	1,868	4,551	,004
Error	15,598	38	,410		
Total	32898,330	45			
Corrected Total	23,093	44			

a. R Squared = ,325 (Adjusted R Squared = ,218)

**EK Çizelge 7.** Peynir örneklerinin suda çözünür azot ortalamalarına ait varyans analiz değerleri

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Suda özünür azot

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,920E-02 <sup>a</sup>	6	4,867E-03	7,287	,000
Intercept	4,063	1	4,063	6082,874	,000
ÜRÜN_ADý	9,738E-05	2	4,869E-05	,073	,930
DEPOLAMA	2,911E-02	4	7,277E-03	10,894	,000
Error	2,538E-02	38	6,680E-04		
Total	4,118	45			
Corrected Total	5,459E-02	44			

a. R Squared = ,535 (Adjusted R Squared = ,462)

**EK Çizelge 8.** Peynir örneklerinin ortalama bileşenlerine ait korelasyon analiz değerleri

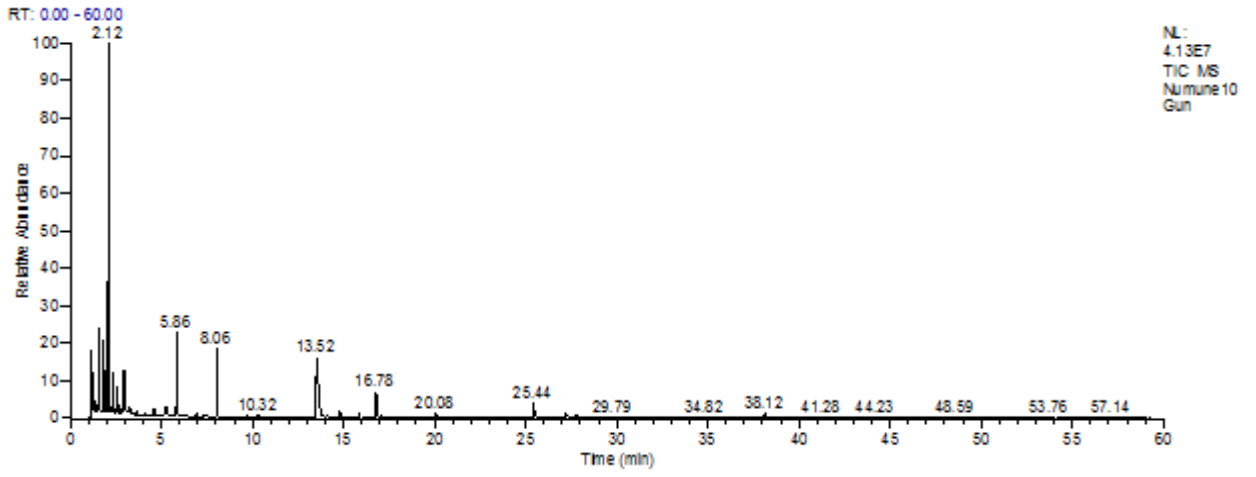
**Correlations**

		Depolama	Kurumadde (%)	Yag (%)	Titrasyon asitligi (%LA)	pH	Tuz (%)	Suda çözüdür azot (%)	Protein (%)
ÜRÜN_KOD	Pearson Correlation								
	Sig. (2-tailed)								
	N								
DEPOLAMA	Pearson Correlation								
	Sig. (2-tailed)								
	N								
Kurumadde (%)	Pearson Correlation	-,386**							
	Sig. (2-tailed)	,009							
	N	45							
Yag (%)	Pearson Correlation	-,015	,545**						
	Sig. (2-tailed)	,921	,000						
	N	45	45						
Titrasyon asitligi (%LA)	Pearson Correlation	,861**	-,216	,183					
	Sig. (2-tailed)	,000	,154	,229					
	N	45	45	45					
pH	Pearson Correlation	-,647**	,552**	,416**	-,627**				
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,004	,000				
	N	45	45	45	45				
Tuz (%)	Pearson Correlation	,732**	-,013	,291	,819**	-,432**			
	Sig. (2-tailed)	,000	,933	,053	,000	,003			
	N	45	45	45	45	45			
Suda çözüdür azot (%)	Pearson Correlation	,667**	,177	,211	,603**	-,191	,561**		
	Sig. (2-tailed)	,000	,246	,163	,000	,208	,000		
	N	45	45	45	45	45	45		
Protein (%)	Pearson Correlation	-,057	,455**	,175	,229	,111	,206	,292	
	Sig. (2-tailed)	,712	,002	,250	,131	,467	,176	,052	
	N	45	45	45	45	45	45	45	

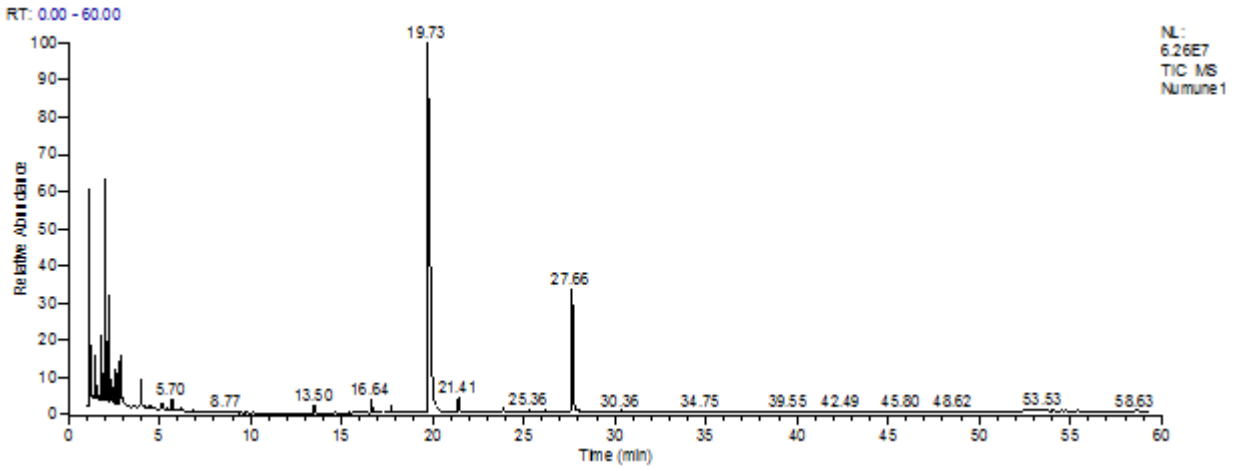
Table Caption <sup>a</sup>

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

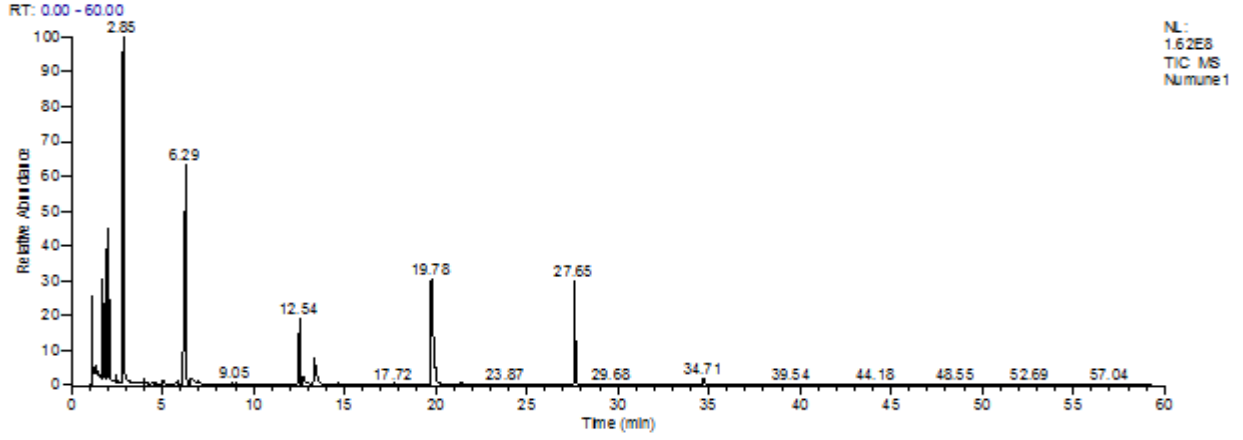
<sup>a</sup> Footnote



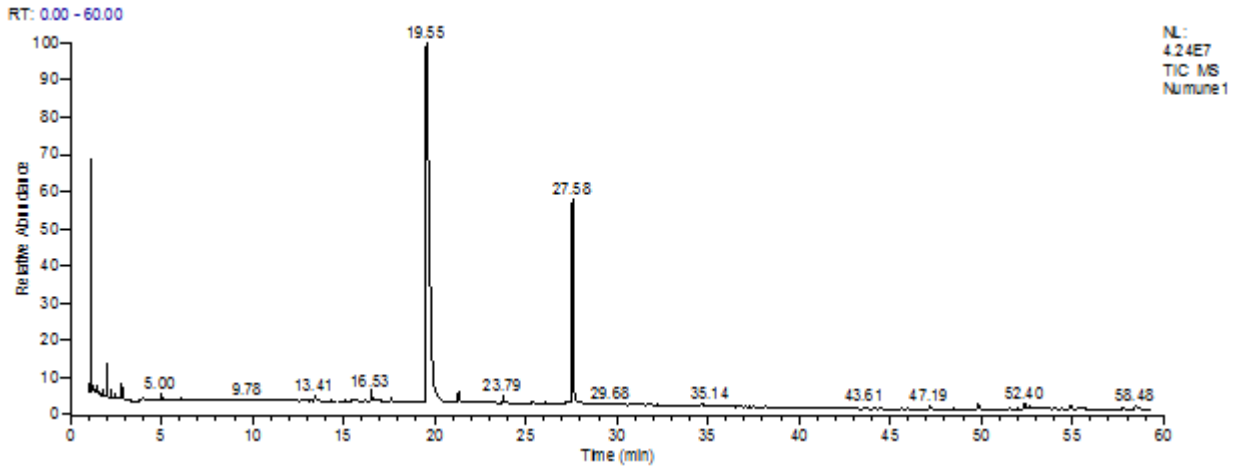
Ek Şekil 1. Kontrol örneği 0.gün kromotogramı



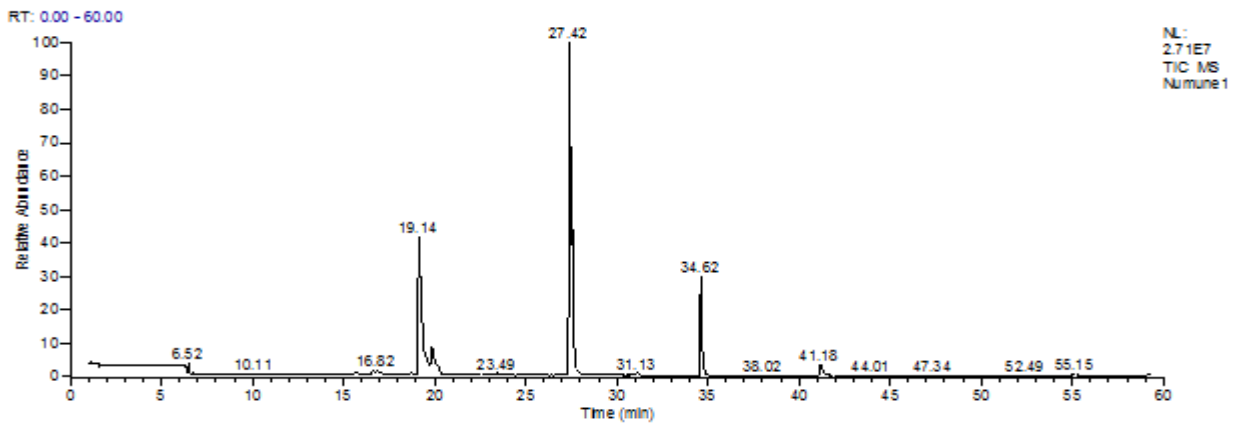
Ek Şekil 2. Kontrol örneği 15.gün kromotogramı



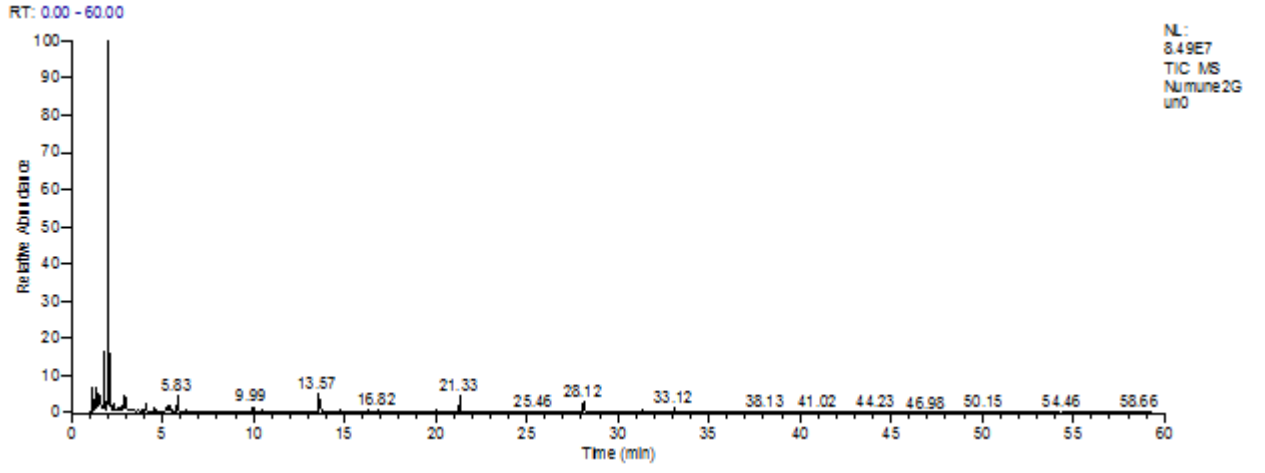
Ek Şekil 3. Kontrol örneği 30.gün kromotogramı



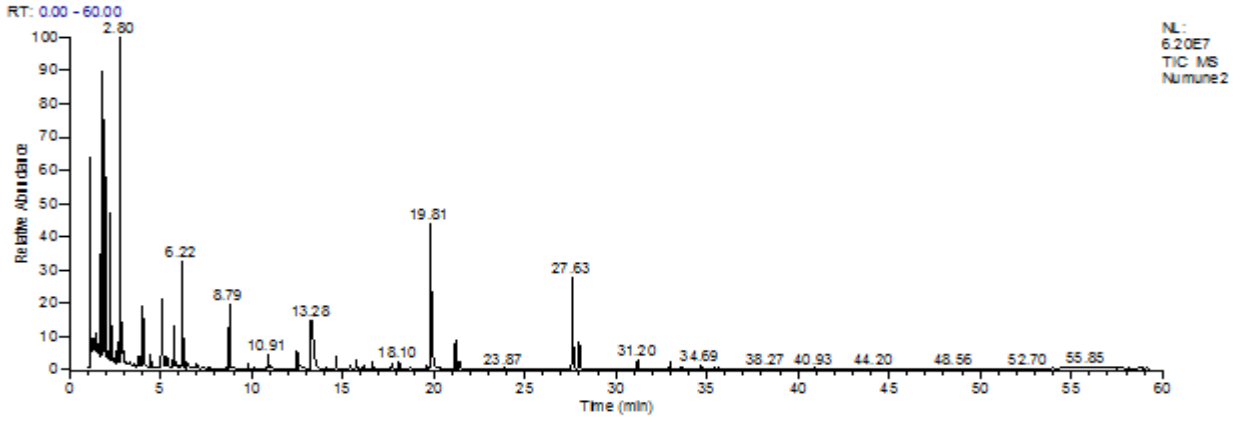
Ek Şekil 4. Kontrol örneği 60.gün kromotogramı



Ek Şekil 5. Kontrol örneği 90.gün kromotogramı

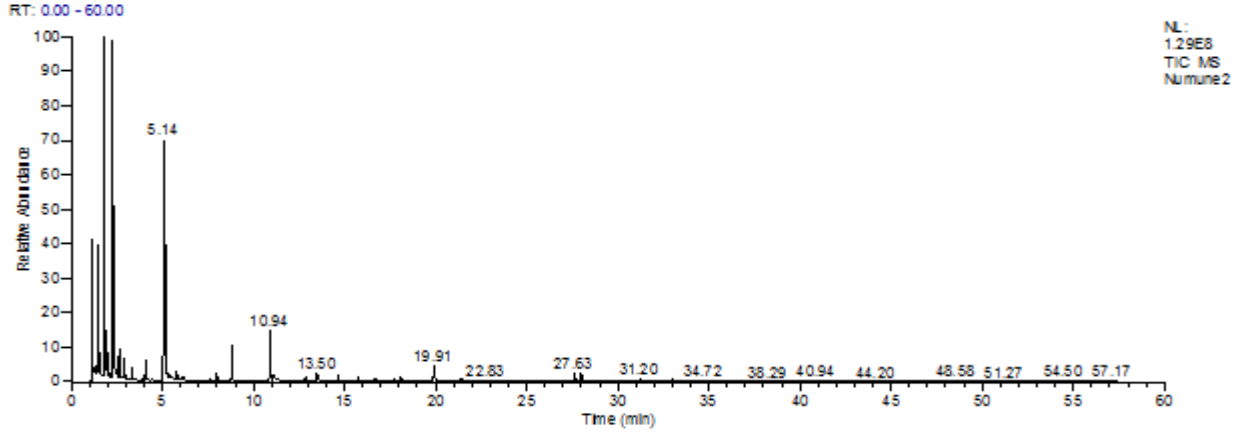


**Ek Şekil 6.** Fındık kabuğu ile islenen peynir örneğinin 0.gün kromotogramı

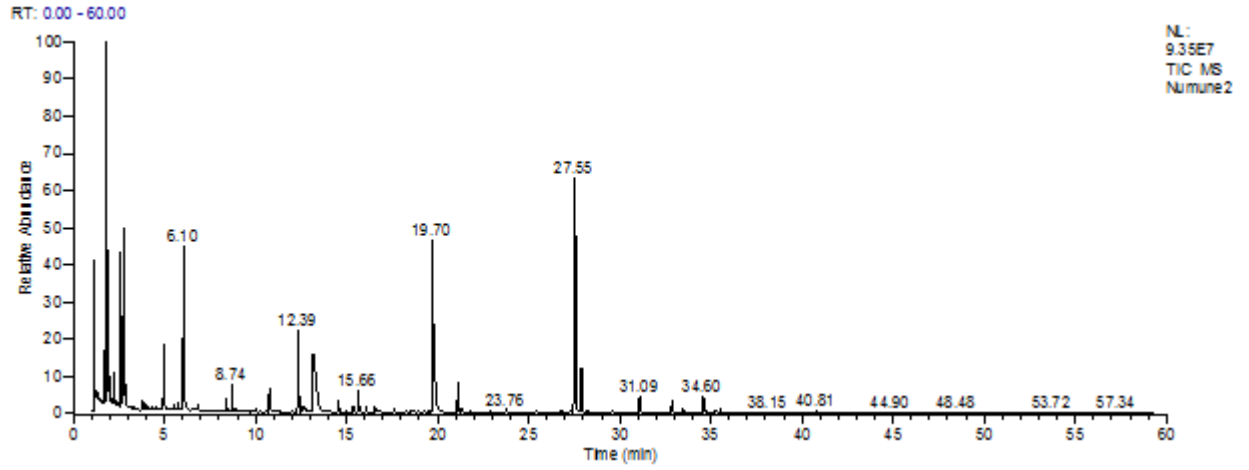


**Ek Şekil 7.** Fındık kabuğu ile islenen peynir örneğinin 15.gün kromotogramı

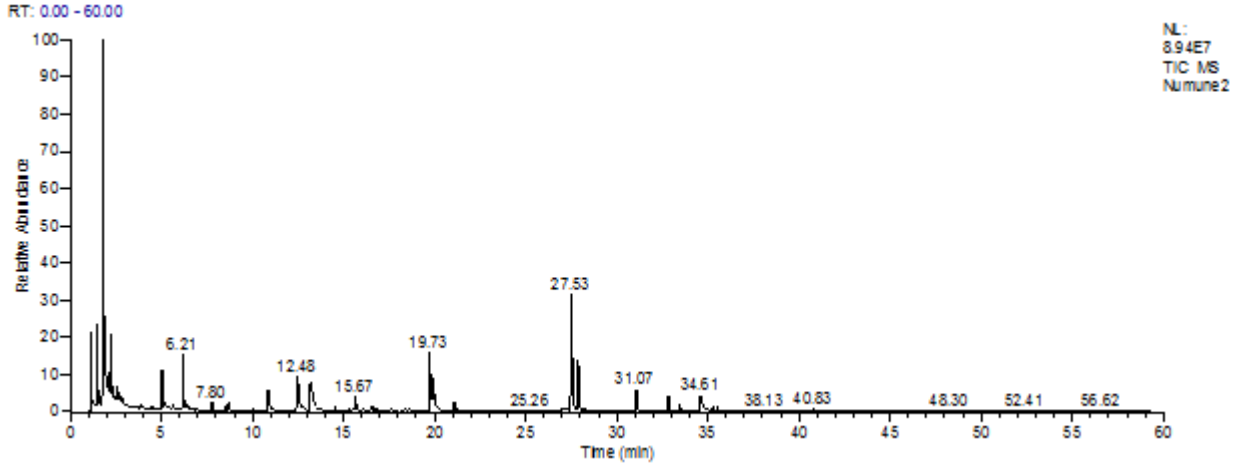




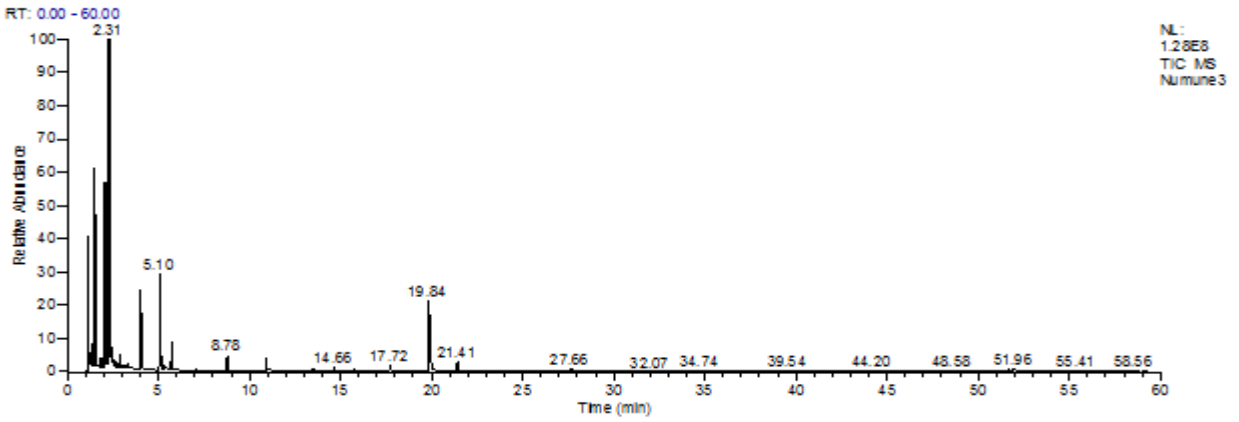
**Ek Şekil 8.** Fındık kabuğu ile islenen peynir örneklerinin 30.gün kromotogramı



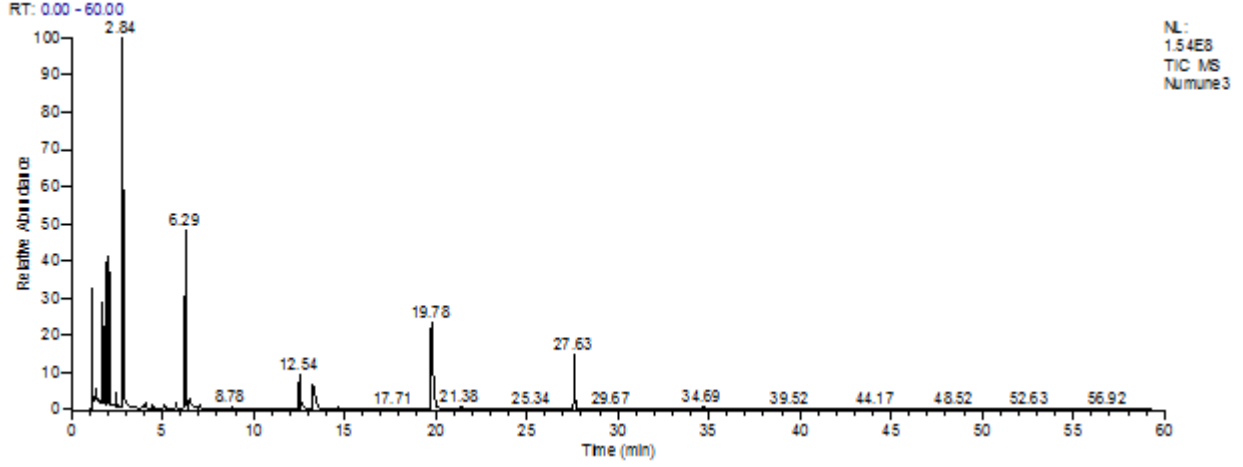
**Ek Şekil 9.** Fındık kabuğu ile islenen peynir örneklerinin 60.gün kromotogramı



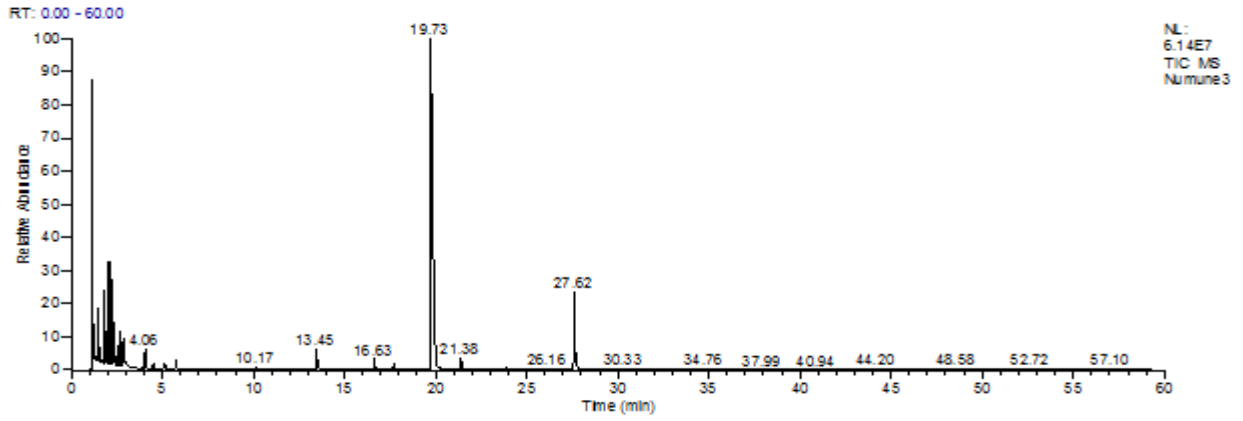
**Ek Şekil 10.** Fındık kabuğu ile islenen peynir örneklerinin 90.gün kromotogramı



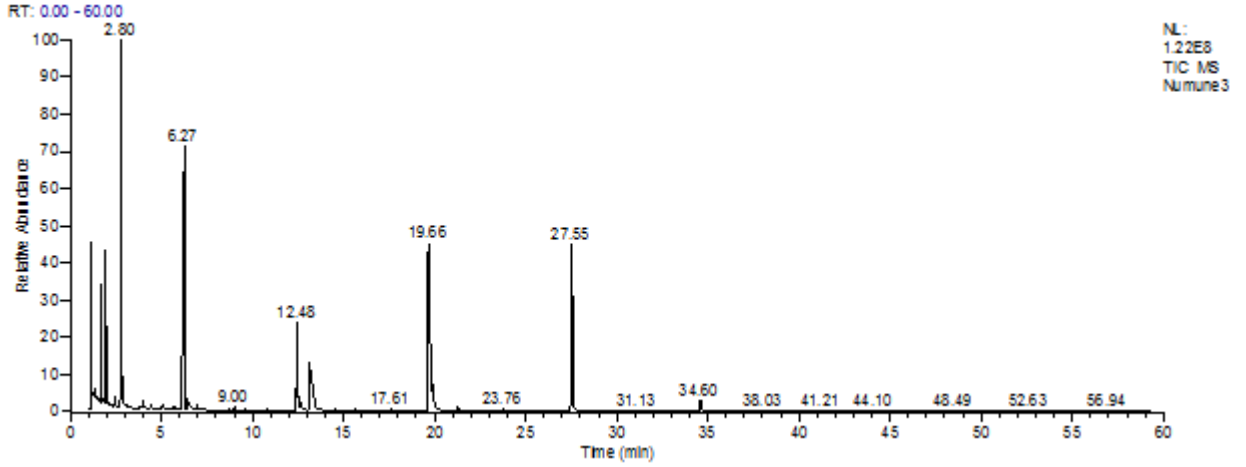
**Ek Şekil 11.** Meşe odunu tozu ile islenen peynir örneklerinin 0.gün kromotogramı



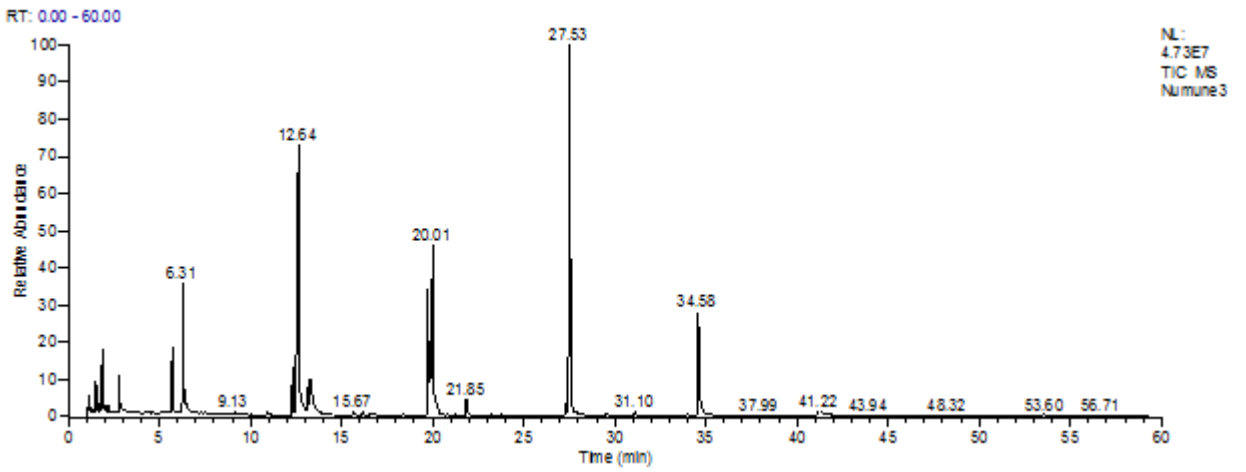
**Ek Şekil 12.** Meşe odunu tozu ile islenen peynir örneklerinin 15.gün kromotogramı



**Ek Şekil 13.** Meşe odunu tozu ile islenen peynir örneklerinin 30.gün kromotogramı



Ek Şekil 14. Meşe odunu tozu ile islenen peynir örneklerinin 60.gün kromotogramı



Ek Şekil 15. Meşe odunu tozu ile islenen peynir örneklerinin 90.gün kromotogramı

## **ÖZGEÇMİŞ**

1984 yılında Görele’de doğdu. 2000-2004 yılında lise eğitimini Seyrantepe Dr. Sadık Ahmet Lisesinde tamamladı. 2005 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMU) Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2009 yılında lisans eğitimini tamamladı. 2010 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi (TNKÜ) Gıda Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisansa başlamıştır.