



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANTEP PEYNİRİNİN AROMA PROFİLİNİN  
BELİRLENMESİ**

**TUBA KARATOP**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Antakya/HATAY**

**EYLÜL-2010**



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANTEP PEYNİRİNİN AROMA PROFİLİNİN**  
**BELİRLENMESİ**

**TUBA KARATOP**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Antakya/HATAY**

**EYLÜL-2010**


MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTEP PEYNİRİNİN AROMA PROFİLİNİN BELİRLENMESİ

TUBA KARATOP  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Doç. Dr. Yahya Kemal AVŞAR danışmanlığında hazırlanan bu tez, 06/09/2010 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Y. Kemal AVŞAR  
Başkan



Doç. Dr. Serkan SELLİ  
Üye

Doç. Dr. Zehra GÜLER  
Üye

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

**Kod No:**

Prof. Dr. Necat AĞCA  
Enstitü Müdürü

Bu çalışma M.K.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca desteklenmiştir.

Proje No: 01-Y-0101

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

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	I
ABSTRACT .....	II
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	V
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	4
2.1. Antep Peyniri Üretimi .....	4
2.2. Antep Peyniri İle ilgili Çalışmalar .....	6
2.3. Peynir Aroması İle İlgili Çalışmalar .....	7
2.3.1. Aroma Analizlerinde Kullanılan Teknikler .....	8
2.3.2. Yabancı Peynirler .....	9
a. Ekstra sert peynirler .....	10
b. Sert peynirler .....	11
c. Yarı sert peynirler .....	12
d. Gözlü peynirler .....	14
e. Yüzeyi veya iç kısmı küflendirilerek üretilen peynirler .....	15
f. Yüzeyi karışık mikroflora kullanılarak olgunlaştırılan peynirler .....	16
g. Taze yumuşak peynirler .....	16
2.3.3. Geleneksel Peynirlerimiz .....	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	20
3.1. Materyal .....	20
3.1.1. Antep Peyniri Örnekleri .....	20
3.2. Yöntem .....	21
3.2.1. Peynir Örneklerinin Seçimi .....	21
3.2.2. Örnek Hazırlama .....	21
a. Direkt solvent ekstraksiyon yöntemi.....	21
b. Yüksek vakum distilasyon yöntemi .....	24

	<b>Sayfa</b>
3.2.3. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi Analizleri .....	25
3.2.4. Gaz Kromatografisi-Olfaktometri Analizleri .....	26
3.2.5. Aroma Aktif Bileşenlerin Belirlenmesi .....	28
3.2.6. Aroma Aktif Maddelerinin Miktarının Belirlenmesi .....	29
3.2.7. İstatistiksel Analizler .....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	30
4.1. Örneklerin Duyusal Analizleri .....	30
4.2. Antep Peyniri Örneklerinin Uçucu Bileşenlerinin Belirlenmesi .....	30
4.2.1. Nötral/Bazik Fraksiyonlar .....	30
a. Ketonlar .....	30
b. Esterler .....	36
c. Alkoller .....	38
d. Laktonlar .....	38
e. Aldehitler .....	40
f. Hidrokarbonlar .....	40
g. Terpenler .....	41
4.2.2. Asidik Fraksiyon .....	41
4.3. Antep Peyniri Aroma Profilinin Belirlenmesi .....	45
4.3.1. Nötral/Bazik Fraksiyon .....	45
4.3.2. Asidik Fraksiyon .....	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	51
KAYNAKLAR .....	53
TEŞEKKÜR .....	62
ÖZGEÇMİŞ .....	63

**ÖZET****ANTEP PEYNİRİNİN AROMA PROFİLİNİN BELİRLENMESİ**

Bu çalışmada, Gaziantep'in geleneksel peynir çeşitlerinden biri olan Antep peynirinin aroma profili belirlenmiştir. Bu amaçla, Kasım 2008 tarihinde Gaziantep piyasasında 10 adet Antep peyniri temin edilmiştir. Peynir örnekleri, 20-50 yaş grubu aralığında Gaziantep doğumlu ve günlük hayatlarında Antep peyniri tüketen 10 kişilik bir panelist grubu tarafından 9 nokta hedonik skala kullanılarak değerlendirilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre Antep peynirlerinden en yüksek puanı alanlarda uçucu bileşikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Örnekler dietil eter ekstraksiyonu ve yüksek vakum distilasyonu kullanılarak hazırlanmıştır. Uçucu bileşikler gaz kromatografisi/kütle spektrometresi ve gaz kromatografisi/olfaktometre kullanılarak analiz edilmiştir.

Peynir örneklerinde, 48'i nötral/bazik fraksiyonda (2 keton, 19 ester, 3 alkol, 4 lakton, 2 aldehit, 8 hidrokarbon ve 9 terpen), 17'si asidik fraksiyonda (4 dallanmış, 12 düz zincirli, 1 aromatik) olmak üzere 65 uçucu bileşen belirlenmiş ve bağlı miktarları saptanmıştır. Olfaktometre portunda, gaz kromatografisi/kütle spektrometresinde belirlenemeyen 8 bileşik ile birlikte, 26'sı nötral/bazik, 15'i asidik fraksiyonda olmak üzere toplam 49 aroma aktif bileşen belirlenmiştir. Aroma dilüsyon analiz sonuçları, peynir aroması üzerinde bitki kaynaklı bileşiklerin (i) ve nötral/bazik fraksiyona kıyasla asidik fraksiyonun daha etkili olduğunu göstermiştir (ii).

2010, 63 sayfa

**Anahtar kelimeler:** Antep peyniri, aroma profili, gaz kromatografisi kütle spektrometresi, gas kromatografisi olfaktometre, yüksek vakum distilasyonu.

**ABSTRACT****DETERMINATION OF AROMA PROFILES OF ANTEP CHEESE**

This study aimed at characterization of aroma profile of Antep cheese, a pasta-filata and white-brined type cheese, one of the traditional dairy product of Gaziantep region. Ten Antep cheese samples aging 5 to 7 months were purchased from the Gaziantep market and subjected to sensory analyses by 10 locals as panelists, using 9-point hedonic scale. Cheese samples with the highest odour, taste and aroma were selected for further analysis. Cheese samples were extracted with diethyl ether, distilled using high vacuum distillation unit. The extracts were further injected to gas chromatography/mass spectrometer for the determination of volatile components and to gas chromatography-olfactometre for the determination of aroma active compounds.

Totally 65 volatile compounds, 48 from neutral/basic fractions (2 ketons, 19 esters, 3 alcohols, 4 lactones, 2 aldehydes, 8 hydrocarbons, 9 terpens) and 17 from acidic fractions (4 branched chain, 12 alifatic, 1 aromatic), were determined by gas chromatography-mass spectrometer. On olfactometre port, 49 aroma active compounds were determined, 8 new compounds that did not detected with gas chromatography-mass spectrometer, 26 from neutral/basic fractions and 15 from acidic fractions. Results based on aroma extraction dilution analysis have showed that Antep cheese aroma is mainly arisen from the aroma active compounds of plant origin (i) and that the compounds of acidic fraction contributed to the cheese aroma more than neutral/basic fractions did (ii).

2010, 63 pages

**Key words:** Antep cheese, aroma profile, gas chromatography/mass spectrometry, gas chromatography/olfactometry, high vacuum distillation.

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<b>AECA</b>	Aroma Ekstrakt Konsantrasyon Analizi
<b>AEDA</b>	Aroma Ekstrakt Dilüsyon Analizi
<b>BD</b>	Buhar Distilasyonu
<b>DT</b>	Dinamik Tepe Boşluğu Analizi
<b>FDF</b>	Flavor Dilüsyon Faktörü
<b>FID</b>	Alev İyonizasyon Dedektörü
<b>GK-KS</b>	Gaz kromatografisi-Kütle spektrometresi
<b>GK-O</b>	Gaz kromatografisi-Olfaktometri
<b>ILE</b>	İzolösin Amino Asidi
<b>LEU</b>	Lösin Amino Asidi
<b>MET</b>	Metiyonin Amino Asidi
<b>NIF</b>	Yüzey Koku Etki Sıklığı Analizi
<b>RI</b>	Alıkonma İndeksi (Retention Indeks)
<b>SNIF</b>	Koku Etki Sıklığı Analizi
<b>SPME</b>	Katı Faz Mikro Ekstraksiyonu
<b>SSE</b>	Süperkritik Sıvı Ekstraksiyonu
<b>ST</b>	Statik Tepe Boşluğu Analizi
<b>TD-GCO</b>	Termal Desorpsiyon Gaz Kromatografisi-Olfaktometri
<b>TYR</b>	Tirozin Amino Asidi
<b>YVD</b>	Yüksek Vakum Distilasyonu



**ÇİZELGELER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4. 1. Antep peynirlerinin bazı duyuşal özelliklerine ait skorlar .....	31
Çizelge 4. 2. Antep peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan uçucu bileşenler ve bağıl miktarları .....	32
Çizelge 4. 3. Antep peyniri ekstraktlarının asidik fazında bulunan uçucu bileşenler ve bağıl miktarları .....	42
Çizelge 4. 4. Gaz kromatografisi-olfaktometri tekniğı ile Antep peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında saptanan aroma-aktif bileşenlerin RI değerleri (retention index) ve aroma ekstrakt dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları .....	46
Çizelge 4. 5. Gaz kromatografisi-olfaktometri (GK-O) tekniğı ile Antep peyniri ekstraktlarının asidik fazında saptanan aroma-aktif bileşenlerin RI değerleri (retention index) ve aroma ekstrakt dilüsyon analizi (AEDA) sonuçları .....	49

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

		<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1	Güneydoğu Anadolu peynir haritası .....	2
Şekil 2.1.	Antep peyniri üretimi .....	5
Şekil 3.1.	Antep peyniri örnekleri .....	20
Şekil 3.2	Antep peyniri duyu analizi formu .....	22
Şekil 3.3.	Örnek hazırlama protokolü .....	23
Şekil 3.4.	Yüksek vakum distilasyon aparatı .....	24
Şekil 3.5.	Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi .....	25
Şekil 3.6	Nötral/bazik fraksiyon kromatogramı .....	27
Şekil 3.7.	Asit fraksiyon kromatogramı .....	27
Şekil 3.8.	Gaz kromatografisi-olfaktometri .....	28

## 1. GİRİŞ

Dünya’da en fazla çeşidi olan besin peynirdir. Peynirin üretim aşamalarındaki farklılıklar ve gelişmeler sonucu, özellikle tekstür ve lezzet bakımından 2000’den fazla çeşidi olduğu sanılmakta; ancak özde farklı 12 peynir çeşidinin bulunduğu kabul edilmektedir (Tekinşen, 2000). Peynirler birçok özelliği bakımından birbirinden ayrılmaktadır. En önemli kriterlerden birisi kaliteyi belirleyen ve tüketicinin tercihinde temel rol oynayan duyuşal özelliklerdir. Duyuşal özellikler içerisinde aromanın önemli bir yeri vardır.

Peynir, süt kaynağı hayvan, üretim aşaması ve bunların yanında birçok faktör tarafından etkilenen ve birçok biyokimyasal reaksiyonun meydana geldiği kompleks bir olgunlaşma süreci geçirerek kendisine özgü tat ve kokuyu kazanır (Fox ve ark., 1993). Bu süreç içerisinde peynirde yüzlerce uçucu madde oluşabilir (McSweeney ve Sousa, 2000; Urbach, 1993, 1997). Ancak bu uçucu maddelerden bir kısmının peynirin aroması üzerinde hiçbir etkisi yok iken, bir kısmı arka plan aromasında rol oynamakta, bir kısmı ise peynire karakteristik aromasını vermektedir (Urbach, 1993, 1997). Oluşan uçucu bileşenlerden hangilerinin aroma aktif olduğunun; aroma aktif olanlar arasından ise hangilerinin karakteristik aromayı yansıttığının belirlenmesi, aroma kimyası ile uğraşan bilim insanlarının ilgi odağı haline gelmiştir (Parliament ve McGorin, 2000). Bilim insanları 50 yıldır her peynirin karakteristik tat ve kokusuna katkı sağlayan aroma aktif maddelerinin profilini çıkartarak, belirli bir peynire özgü bir nevi “**parmak izi**” oluşturma çabası içindedirler (Lawlor ve ark., 2002; O’Riordan ve Delahunty, 2001; Milo ve Reineccius, 1997).

Bir ürünün aroması duyuşal yöntemlerle değerlendirilebilir. Ancak bu değerlendirme subjektif ve kişiye bağlı olduğundan sonuçlar hatalı olabilir. Bu nedenle aroma maddelerinin kalitatif ve kantitatif olarak güvenilir bir şekilde belirlenmesinde gaz kromatografisi ve kütle spektrometresi gibi hassas instrümantal cihazlar kullanılmalı ve sonuçlar duyuşal analizler ile desteklenmelidir (Buttery, 1981). Bu konuda ileri teknoloji ürünü cihazların (gaz kromatografisi-olfaktometri, gaz kromatografisi-kütle spektrometresi gibi) devreye girmesi ile de yeni bilgilere ulaşılmaktadır (Van Ruth, 2001).

Türkiye’deki peynir çeşitlerinin tüketimdeki payının % 85-89’unu beyaz salamura, kaşar ve tulum peynirleri, geri kalan % 11-15’ini de çeşitli yöresel peynirler oluşturmaktadır (Tekinşen, 2000). Türkiye’nin güney illerinde mahalli usül ve metotlarla üretilen telemesi suda haşlanarak üretilen çeşitli peynir tipleri mevcuttur (Şekil 1.1). Bu tiplerin, temelde telemeleri sıcak suda haşlandığı için bazı araştırmacılar tarafından eritme (kaynamış) peynir olarak da belirtilmekte, Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu’nun önemli bir kısmında üretildiği ve tüketimde bu tip peynirlerin % 60-65 düzeyinde bir paya sahip olduğu tahmin edilmektedir. Antep peyniri de bu gruba ait bir peynir çeşididir (Tekinşen, 2000).



Şekil 1.1. Güneydoğu Anadolu Peynir Haritası (Anonim, 2008)

Antep peyniri, Gaziantep ilinde yöresel olarak üretilen, bir tür kalıplanmamış kaşar peyniri olan salamurada bekletilen uzun ömürlü bir peynirdir. Antep peynirinin en beğenileni merkeze bağlı Kışkapanlı ve Mahkanlı ile İslahiye’ nin Yarıyeli köylerinde üretilir (Ünsal, 1997). Yöresel olarak ‘sıkma’ ya da ‘pişken’ olarak da adlandırılır (Kamber ve Terzi, 2008). 1970’li yıllarda bu peynirin üretiminde geçici bir düşüş yaşandığında, bir kez belediye kararı ile kent dışına çıkarılıp satılması yasaklanmıştır (Ünsal, 1997).

Antep peyniri geleneksel olarak inek, koyun, keçi sütü veya bu sütlerin karışımlarıyla yapılmakta olup, endüstriyel üretiminde inek sütünden yapılmaktadır (Kaya ve ark., 1999). Lezzeti kendine özgü (tuzlu ve aromatik), tekstürü homojen, gözeneksiz, pürüzsüz, sıkı (kesilince ufalanmayan, iyice kaynamış, biraz sert, esnek, ağızda kolayca dağılabilen) ve görünümü temiz, keskin kokusu ve tadı olan bir peynir çeşididir. Antep peyniri;

- Telemenin haşlanması ve elle şekillendirilmesi göz önüne alındığında pasta filata (plastik teleme) peynirler,
- İç niteliklerine göre gözeneksiz peynirler,
- Kimyasal bileşimlerine göre tekstürel bakımdan yapılan sınıflandırmada yarı sert peynirler,
- Kuru maddedeki yüzde yağ oranı dikkate alındığında FAO/WHO'nun öngördüğü standartta ve Türk Standartları Enstitüsü' nün Kaşar Peyniri Standardına (TS 3272) göre (kuru maddede yağ miktarı % 24-45 arasında olan) yarım yağlı peynirler grubuna ait geleneksel bir peynirdir (Tekinşen, 2000).

Günümüze kadar Antep peyniri üzerinde yapılan araştırmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Yapılan çalışmalarda, kimyasal bileşim (Çağlar ve ark., 1998), Antep peynirinin su aktivitesi ve nem sorpsiyon izotermi tespit edilmiş (Kaya ve Öner, 1995), tuz konsantrasyonunun ransidite (Kaya ve ark., 1999), sertlik ve beyazlık üzerine etkisi (Kaya, 2002), ısı işlem ve yağ azaltmanın Antep peynirinin reolojik ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkisi (Kahyaoğlu ve Kaya, 2003) araştırılmıştır. Ancak, Antep peynirinin sahip olduğu aroma profilini tespiti ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

Ülkemizdeki başta peynir olmak üzere, birçok süt ürününün aroması üzerinde çok az sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu konuda literatürde büyük bir boşluk bulunmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada, Gaziantep piyasasında satışa sunulan kaliteli bir Antep peynirini karakterize eden aroma aktif bileşenlerin, gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GK-KS) ve gaz kromatografisi-olfaktometri (GK-O) teknikleri kullanılarak, belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Antep Peyniri Üretimi

Geleneksel olarak Antep peyniri üretimi çok aşamalı bir üretim sürecidir (Şekil 2.1). Geleneksel üretimde çoğunlukla keçi, inek veya bunların karışık taze sütleri, bazen de koyun sütü karıştırılarak kullanılır. Süt ilk olarak süzülür. Isıl işlem uygulanarak (a) ticari maya ilave edilip (b) yaklaşık 1 saatte pıhtılaştırılır (c). Pıhtılaşma gerçekleştiğinde, pıhtı bez torbalara konularak (d) baskıya alınır (e). Bakır süzgeçlere teleme alınır, soğutulur ve sertleşir (f). Peynirden kaşıkla parçalar alınır ve küçük tülbentlerde kıvrılır, hafif sıkılır ve yağı alınır (g). Sonra ısıtılan kendi peynir altı suyunun içine atılır ve haşlanır (h). Peynir parçaları kazandan alınır, tepsilere bırakılır, soğumaları beklenir. Süzgeçlere alınan peynir tuzlanarak küpe veya tenekelere konur (i). Soğuk hava depolarında muhafaza edilir (i) (Ünsal, 1997).

Endüstriyel üretimde ise süte 68°C'de 10 dakika süreyle ısıtma işlemi uygulanır. 42-45°C'de % 0.02 oranında kalsiyum klorür ilave edilir. Starter kültürü olarak beyaz peynir kültürü (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ile *Lactobacillus casei* subsp. *casei*'nin sırasıyla 1.0:0.5:0.5 oranında karışım süte %2 oranında ilave edilir. Sütün asiditesi titre edilebilir laktik asit cinsinden % 0.21 oluncaya kadar (yaklaşık 30 dak) bekletilir. Sıcaklığı 30°C olan süte % 0.010 oranında yaklaşık on kat soğuk suyla seyreltilmiş 1: 10000 kuvvetinde rennet katılır. Pıhtı tam oluştuğunda (yaklaşık 45 dak) kesme bıçağı ile yaklaşık 3x3x3cm ebadında kesilir. Pıhtı, peynir altı suyu süzildükten sonra, cendere bezinde toplanır ve üretimde kullanılan süt miktarının 1:5'i ağırlığında baskı bir saat süreyle uygulanır. Teleme üzeri örtülü olarak oda sıcaklığında (22°C) yeterince fermente (titre edilebilir asidite laktik asit cinsinden % 1.0–1.2) oluncaya kadar(10 saat) bekletilir. Teleme 5x3.5x2cm ebadında kesilerek parçalara bölünür. Teleme parçaları 70±1°C' de 5 dakika süreyle haşlanır ve el ayasında sıkılarak şekillendirilir. Peynir, soğuduktan sonra % 1 oranında kuru tuzlamaya tabi tutulur; bir gün sonra %13 oranında sodyum klorür içeren

salamurada plastik bidonlara veya laklı teneke kutulara konulur. Ambalajlanan peynir numuneleri  $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilir (Tekinşen, 2000).



a. Isıl işlem



b. Maya ilavesi



c. Pıhtı



d. Torbaya koyma



e. Baskı uygulama



f. Soğuma



g. Şekil verme



h. Haşlama



ı. Tuzlama



i. Muhafaza

Şekil 2.1. Antep peyniri üretimi.

## 2.2. Antep Peyniri İle ilgili Çalışmalar

Antep peyniri ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Çağlar ve ark., (1998), Kahramanmaraş piyasından topladıkları 34 sıkma peynirin bileşimini ortalama olarak %53,0 kurumadde, %43,9 kurumadede yağ, %20,3 protein, %3,3 suda eriyebilir protein, %6,1 kurumadede tuz miktarı %1,7 titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden), %17.05 olgunluk derecesi olarak belirlemiştir.

Kaya ve Öner (1995) tarafından yapılan ilk çalışmada, laboratuvar ortamında üretilen Gaziantep peynirinde su aktivitesi 0.95 olarak bulunmuştur. Laboratuvar koşullarda üretilen Antep peynirinde tuz konsantrasyonunun (90, 170, 200 ve 230 mg/100 g), farklı sıcaklıklarda (4, 10 ve 20°C) oksidatif ve hidrolitik ransidite üzerine etkisi incelendiğinde, depolama boyunca oksidatif ransiditenin artan sıcaklık ve tuz konsantrasyonu ile artış, hidrolitik ransiditenin ise artan sıcaklık ve tuz konsantrasyonu ile sırasıyla azalışı ve artış gösterdiği bildirilmiştir (Kaya ve ark., 1999). Sonuçlar, oksidatif ransiditenin hidrolitik ransiditeden daha yüksek olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar, oksidatif ransiditeyi en aza indirmek için saklama sıcaklığının 10°C den fazla olmaması, tuz konsantrasyonu binde 9'dan yüksek, binde 23'den düşük olması gerektiğini önermektedirler. İki aylık bir depolama sürecinde, 20°C sıcaklıkta, 90, 170, 230 mg tuz çözeltisi içinde depolandıktan sonra, 1 meq/kg peroksida değerinde bile peynirin tadında kabul edilebilir seviyede değişiklikler gözlenmiş ve peynirin tekstürel özelliklerinin tuzlu su derişimine bağlı olarak değiştiği görülmüştür.

Değişik tuz konsantrasyonlarında (%5, 10, 15, 20 ve 25) hazırlanan salamuralarda depolanan Antep peynirlerinde, yüksek tuz içerikli salamuraların (%20 ve 25) peynir kitlesini önemli ölçüde sertleştirdiği, düşük tuz içerikli salamuralardakilerin (%5 ve 10) ise peynire salamuradan su geçişi neticesinde, tekstürde yumuşamaya neden olduğu gözlenmiştir (Kaya, 2002). Nitekim, %5, 10, 15, 20 ve 25 tuz içeren salamuralarda depolanan Antep peynirlerinin 13. gününde belirlenen sertlik değerleri sırasıyla 3.31, 8.19, 11.89, 44.60, 52.45 N olarak belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonu ile *L* değerinde azalmaya bağlı olarak peynirin beyazlığında azalmalar meydana geldiği saptanmıştır.

Antep peynirinin tuz içeriği gibi, yağ içeriği (%50.4, 33.4 ve 13.5) ve haşlama sıcaklığı (75, 85 ve 95°C) da peynirin reolojik ve fonksiyonel özellikleri üzerinde



önemli rol oynamaktadırlar (Kahyaoğlu ve Kaya, 2003). Öncelikle, yağ oranındaki azalma, proteinde ve nem miktarında önemli artışlara sebep olmuş ve yağsız kuru maddedeki nem miktarında azalmayla sonuçlanmıştır ( $P<0.05$ ). Yağ içeriğindeki artış, haşlama işlemi ile birlikte elastik kesme modulünü artırmaktadır. Yağ içeriğindeki azalış ise peynirlerin erime sıcaklığını artırmakta, ancak erime kabiliyetini azaltmaktadır. Haşlama işlemi, peynirlerin diğer tekstürel özelliklerinden sertlik, sakızimsılık, ve yapışkanlık özelliklerini de artırmıştır (Kahyaoğlu ve ark., 2005). Artan yağ miktarı peynirlerin  $L$  ve  $b$  değerlerin düşürmüş, haşlama işlemi ise  $L$  değerini artırıp  $b$  değerini önemli ölçüde azaltmıştır (Kahyaoğlu ve ark., 2005).

### 2.3. Peynir Aroması İle İlgili Çalışmalar

Peynirin tat ve kokusu üzerindeki etkili olan bileşenlerin tespiti üzerinde çalışmalar 60 yılı aşkın bir süredir devam etmektedir. Aynı yapım teknolojisi kullanılsa bile farklı bölgelerde ve hatta farklı yüksekliklerde (rakımlarda) üretilen peynirlerin farklı niteliklerde olduğu gösterilmiştir (Langler ve ark., 1967). Peynirlerde günümüze kadar 600'ün üzerinde uçucu bileşen tespit edilmiştir. Ancak, genel olarak bu uçucu bileşenlerin çok az bir kısmının peynirin aromasına katkı sağladığı saptanmıştır. Peynir aroması tek başına peynir lezzetini etkilemeyen yüzlerce uçucu bileşenin meydana getirdiği kompleks bir karışımdır. Proteinlerin, yağların ve karbonhidratların parçalanması (aldehitler, ketonlar, laktonlar, pirazinler, sülfürlü bileşikler vb.) veya parçalanma ürünlerinin birbiri ile reaksiyona girmesi (Strecker aldehitleri gibi) ile oluşmaktadır (McSweeney ve Sousa, 2000; Urbach,1993,1997). Peynir mikroflorası, üretilen peynirlerin aroma ve lezzetini etkileyen çok sayıda uçucu bileşenin oluşumunda önemli bir yere sahiptir (Bintsis ve Robinson, 2004). Peynir üretimini takiben birçok faktör tarafından etkilenen (kullanılan pıhtılaştırıcı, starter kültür, depolama sıcaklığı gibi) ve birçok kimyasal reaksiyonun meydana geldiği kompleks bir olgunlaşma süresi geçirerek kendine özgü tat ve kokuyu kazanır (Fox ve ark. , 1993).

Peynirde lezzet oluşumuna katkıda bulunan en önemli bileşenler, peynir olgunlaşması süresince proteoliz sonucunda oluşmaktadır. Peynirin temel proteini kazein, peynir pıhtılaştırıcı enzimler ve çeşitli diğer faktörlerle küçük peptitlere ve

serbest aminoasitlere kadar parçalanarak ürünün lezzetini ve yapısını önemli düzeyde etkilemektedir. Starter ve starter olmayan bakterilerin aminoasit katabolizması ile peynirlerin spesifik lezzetleri oluşur. Peynirde enzimatik dönüşümlerin yanı sıra enzimatik olmayan, kimyasal dönüşümler ile de bazı lezzet bileşenleri oluşmaktadır (Ertekin ve ark., 2008).

### 2.3.1. Aroma Analizlerinde Kullanılan Teknikler

Aroma maddelerinin belirlenmesi ile ilgili olarak yapılan bilimsel çalışmaların çoğunda gaz kromatografisi ile birlikte kütle spektrometresi (GK-KS) kullanılmaktadır (Badings ve Neeter, 1980; Engels ve ark. , 1997; Sablé ve Cottenceau, 1999; Lawlor ve ark., 2002). İlk olarak 1956 yılında çilek aromasının analizinde kullanılan gaz kromatografisi teknikleri günümüzde kütle spektroskopisi ile birlikte kullanılmakta, peynir gibi kompleks bileşime sahip gıdalardaki aroma oluşumundan sorumlu uçucu bileşenlerin ayrıntılı ve hassas bir şekilde analiz edilmesini kolaylaştırmaktadır (Altun ve Orak, 2002). Ancak, GK-KS her ne kadar aroma maddelerinin tanımlanmasında ve miktarının belirlenmesinde yararlı bir metot ise de, belirlenen bileşenlerin koku-aktif özellikleri olup olmadıklarını göstermez. Bu durumda tamamlayıcı olarak, gaz kromatografi-olfaktometri (GK-O) kullanılır. GK-O, belirlenen bileşenlerin hem koku tanımının yapılmasında hem de aktivitesi hakkında bilgi edinilmesinde kullanılır. GK-O, uçucu bileşenlerin bilinen gaz kromatografik yöntemleri ile ayrıştırılmasından sonra, olfaktometri veya insan burnunun detektör olarak kullanılmasını içeren kolektif bir teknik olarak tanımlanabilir (Friedrich ve Acree, 1998). Teorik olarak, insan burnunun bazı kokuları algılama eşiği  $10^{-19}$  mol kadar düşük bir düzeydedir. Bu nedenle, birçok durumda bir detektör olarak kullanılabilir. Hatta, gaz kromatografisinde en çok kullanılan dedektör olan alev iyonizasyon dedektöründen (FID) çok daha hassastır ( $10^{-12}$  mol). GK-O tekniğinin prensibi gaz kromatografisine enjekte edilen saf haldeki örneğin detektör çıkışına bağlanan koklama ünitesinden koklanarak kolondan geçiş zamanının ve aroma özelliğinin kaydedilmesine dayanmaktadır. Standart aroma bileşikleri kullanılmadan yapılan tahmini tanımlamada, alıkonma zamanı indeks kütüphanelerinden yararlanılmakta ve bileşenin kütle spektrumuna en yakın spektrumlar içerisinden bileşik tahmini yapılmaktadır (Gürsoy, 2005). Oluşan uçucu bileşenlerden hangilerinin aroma aktif olduğunun; aroma aktif olanlar arasından ise hangilerinin

karakteristik aromayı yansıttığının belirlenmesi aroma kimyası ile uğraşan bilim insanlarının yoğun olarak çalıştığı bir ilgi odağı haline gelmiştir (Parliament ve McGorin, 2000).

Süt ve ürünlerinde aroma maddelerinin ekstraksiyonu, izolasyonu ve saptanması ile ilgili olarak değişik teknikler geliştirilmiştir (Bosset ve Gauch, 1993; Mariaca ve Bosset, 1997; Deibler ve ark., 1999). Bu teknikler beş ana grup altında toplanmaktadır.

Bunlar:

- Sıvı-sıvı veya sıvı katı ekstraksiyonu
- Süperkritik sıvı ekstraksiyonu (karbondioksit kullanarak) (SSE)
- Buhar distilasyonu (BD)
- Yüksek vakum distilasyonu (moleküler distilasyon) (YVD)
- Statik ve dinamik tepeboşluğu analizleri (ST, DT)

Gaz kromatografisi-olfaktometri tekniğinin kullanması ile de aroma maddelerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi aşağıdaki teknikler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

- Aroma ekstrakt dilüsyon analizi (AEDA) (Ullrich ve Grosch, 1987; Grosch, 1994),
- Aroma ekstrakt konsantrasyon analizi (AECA) (Kerscher ve Grosch, 1997),
- Charm-Analysis™ (Combined Hedonic Aroma Response Measurement) (Acree ve Barnard, 1984; Acree ve ark., 1984)
- Osme (Yunanca “koku” kelimesinden alınmıştır) (McDaniel ve ark., 1990; Miranda-Lopez ve ark., 1992),
- Yüzey koku etki sıklığı analizi (NIF) ve koku etki sıklığı analizi (SNIF) (Pollien ve ark., 1997).

### 2. 3. 2. Yabancı Peynirler

Yabancı tip peynirlerin birçoğunun aroma aktif maddeleri değişik teknikler kullanılarak belirlenmiştir. Aroma aktif maddelerin oluşum mekanizmaları ve değişik peynirlerin aroma aktif bileşenlerinin tespiti sık sık derlemelere ve kitap bölümlerine konu olmuştur. Daha detaylı bilgiler için Urbach (1995, 1997a, 1997b), Molimard ve Spinler (1996), Fox ve Wallace (1997), Parliament ve McGorin (2000), Yvon ve

Rijnen (2001), Curioni ve Bosset (2002), McSweeney ve Sousa (2002), Ardö (2006), ve Ertekin ve ark. (2009) gibi kaynaklara başvurmaları önerilmektedir.

Bu bölümde kısaca, peynirlerin tekstürel özellikleri esas alınarak yapılan bir sınıflandırılma esas alınarak aroma konusundaki çalışmalar özetlenmeye çalışılacaktır.

#### **a. Ekstra sert peynirler**

Ekstra sert peynirler, yağsız peynir kitlesindeki su oranı %51'den az olan peynirlerdir. Genellikle rendelik peynir olarak kullanılırlar. Bu sınıf peynirler içerisinde en çok bilinenleri İtalyan peynirlerinden Parmezan, Romano, Asiago, Ragusano gibi peynirlerdir (Robinson, 1995; Üçüncü, 2005).

Bu sınıf peynirler içerisinde 21 adet Parmesan peyniri ile yapılan çalışmada toplam 167 adet uçucu bileşen (23 hidrokarbon, 19 aldehit, 19 keton, 29 alkol, 24 ester ve 25 asit) tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra serbest yağ asitleri ve laktik asit fermantasyonundan kaynaklı etanol, asetaldehit, diasetil ve asetoin saptanmıştır (Barbieri ve ark., 1994). Sicilya'nın 7 farklı bölgesinden gelen Pecarino Scilyono peynirlerinin aroma profillerinin birbirlerinden farklı olduğu bildirilmektedir (Carpino ve ark., 2000). Bu peynirlerin 2, 4 ve 8 ay olgunlaştırılması süresince uçucu bileşenler gözlemlendiğinde, en iyi aroma profilinin 8 aylık olgunlaştırılmış peynirde olduğu saptanmış ve peynirlerin aroma profiline esas alınarak olgunlaştırılması gerektiği tavsiye edilmiştir. Grana Padano GP, Parmigiano Reggiano PR ve Grana Trentino GT (Grana peynir çeşidi) peynirlerinin, koku profilinin büyük bir kısmını "meyvemsi" kokuya sahip olan etil hekzanoat, etil bütanoat ve 2-heptanon oluşturduğu, 1-okten-3-on'un düşük olsa da var olduğu tespit edilmiştir (Boscaini ve ark., 2003). Farklı teknikler ile aroma aktif bileşenleri araştırılan Parmigiano Reggiano peynirinde, statik tepeboşluğu tekniği ile asetaldehit, 2-metilpropanal, 3-metilbütanal, etilbütanoat, ve etil hekzanoat, solvent ekstraksiyon ve yüksek vakum distilasyonu tekniği ile ise asetik, bütanoik, hekzanoik, oktanoik ve dekanolik asitlerin yanında etilbutanot, etilhekzanoat, dimetiltrisülfid, metiyonal ve fenilasetaldehitin yüksek flavor dilüsyon katsayılarına sahip olduğu gözlemlenmiştir (Qian ve Reineccius, 2003). Araştırmada, bir kısım pirazinin de aromaya katkıda bulunabileceği ileri sürülmektedir. Aynı tip peynirin, farklı bir teknik olan dinamik tepe boşluğu ile çalışılmasında ise, bir önceki çalışmaları destekler nitelikte, asetaldehit, 2-metilpropanal, 3-metilbütanal, etilbütanoat, etilhekzanoat,

etiloktanoat, metiyonal, dimetiltrisülfit, diasetil ve 2,6-dimetilpirazinin en etkili aroma bileşenleri olduğu ortaya çıkmıştır (Qian ve Reineccius, 2003).

### **b. Sert peynirler**

Sert peynirler, yağsız peynir kitlesindeki su oranı %49-56 olan peynirlerdir. Olgunlaştırılmaları yüzeyden olabildiği gibi, tüm kitlede de gerçekleştirilebilir. Bu sınıf peynirler içerisinde en çok bilinenleri Cantal, Derby, Cheddar, Gloucester, Manchego, Ras gibi peynirlerdir (Üçüncü, 2005).

Literatürdeki çalışmaların büyük bir çoğunluğu Cheddar peyniri üzerindedir. Yağ içeriği Cheddar peynirinin aroma profillerini önemli bir şekilde etkilemektedir. Yağlı Cheddar peynirinde, 2-(5)-etil-5(2)metil-4-hidroksi-3(2)furanone, diasetil, asetik asit ve bütirik asit yoğun olarak tespit edilirken, az yağlı Cheddar peynirinde kötü koku kusuru sayılan, 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanone (Furaneol), homofuraneol ve metiyonal bileşeni saptanmıştır (Milo ve ark., 1997). %33 yağlı Cheddar peynirine soya lesitinin ilave edilmesi, (E,E)-2,4-nonadienal (yağ/şekerimsi), (E,Z)-2,4-dekadienal (mısır/ bayat / saman), (E,E)-2,4-dekadienal (yağ/ kızartılmış) ve (E)-2-nonenal (bayat/acı) gibi yoğun koku bileşenlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Suriyaphan ve ark., 1999).

Avustralya Cheddar peynirinde ise 70 adet uçucu bileşen saptanmıştır (Frank ve ark., 2006). 13 adet bileşik ise GK/KS ile değil GK/O tekniği ile tentatif olarak saptanmıştır. Araştırmacılar toplam olarak 29 adedinin koku aktif olduğunu rapor etmişlerdir. İngiliz çiftlik üretimi Cheddar peynirlerinde solvent ekstraksiyonu ve yüksek vakum transferi tekniğiyle yüksek konsantrasyonda p-kresol, 2-izopropil, 3-metoksipirazin, düşük konsantrasyonda ise 2-izobütil-3-metoksipirazin tespit edilmiştir (Suriyaphan ve ark., 2001). Amerika'da satışa sunulan Cheddar peynirlerinde yapılan çalışmalarda “findığımsı” lezzetten Strecker aldehitlerinin (2/3-metilbütanal) (Avşar ve ark., 2004), “gülümsü/çiçeğimsi” aromadan 2-feniletanol (Whetstine ve ark., 2005) ve “dolmabiber” aromasından alkilmetoksipirazinlerin (özellikle 2-sec-butil-3-metoksipirazin ve 2-isopropil-3-metoksipirazin) (Neta ve ark., 2008) sorumlu olduğu saptanmıştır. Yukarıdaki bileşenlerin yanı sıra, uçucu sülfürlü bileşenlerinde Cheddar peyniri aromasında önemli rol oynadığı bilinmektedir. Nitekim, metiyoninden metiyonine  $\gamma$ -liyaz enzimi vasıtasıyla metantiyol üreten *brevibakteri*, *basiller* ve

pseudomonasların ilavesinin, Cheddar peynirinin aromasını artırdığı belirlenmiştir (Weimer ve ark., 1999).

Sülfürlü bileşenler (metanetiyoil, metiyonal, dimetil trisülfid) sadece Cheddar değil sert ve küflü peynirlerin aromasında da rol oynamaktadır (Frank ve ark., 2003). Araştırmacılar, farklı üç grup peynirde de (Cheddar, sert peynirler, küflü peynirler) metanetiyoil, metiyonal, dimetil trisülfid ve bütirik asit temel aroma maddeleri olarak bulmuşlardır. Peynirlerdeki kavrulmuş fındık, çiğ patates ve tuzlu su gibi aromalar alkali pirazin bileşenlerinden kaynaklandığı görülmüştür (Frank ve ark., 2003).

Sert peynirlerden Gruyere, Manchego ve Ragusano ile yapılan çalışmalarda; Gruyere peynirinde, alkenler, aldehitler, metil ketonlar, bütan-2,3-dion, alkoller, 2,6-dimetilpirazin; Manchego peynirinde, alkanlar, alkanoller, prop-2-en-1-ol, propan-2-on, bütan-2-on, propan-2-ol, bütan-2-ol, propil esterler; Ragusano peynirlerinde, serbest yağ asitleri, etil-bütül esterler yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir (Mallia ve ark., 2004). Roncal peynirinde ise hidrokarbonlar, yağ asitleri, esterler, kükürt ve karbonil bileşenler (özellikle) alkoller grubundan toplam 68 adet bileşen tespit edilmiştir. Bu peynirlerin mevsim değişikliğine bağlı olarak uçucu profilinin değiştiği ve bu nedenle mevsimine göre sınıflandırılması gerektiği saptanmıştır (Izco ve Torre, 1999). Sert bir peynir olan Cantal peynirinde ise aroma aktif 42 bileşen arasında bütanoik asit, 2,3-bütandion, 3-metiltiyo-propanal, hekzanal, asetik asit, izobütanoik asit ve 1-okten-3-ol bileşenleri yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Cornu ve ark., 2009).

Koyun sütünden elde edilen Terrincho peynirinin, uçucu maddelerinin tespiti için değişik fiberlerin kullanıldığı bir çalışmada, 11 asit, 14 alkol, 9 keton, 3 aldehit, 7 ester, 8 diğer olmak üzere 52 uçucu bileşen tespit edilmiş ve bunların aroma üzerindeki muhtemel etkileri araştırılmıştır (Pinho ve ark., 2003). Keçi sütünden üretilen sert peynirlerde ise dallı zincirli serbest yağ asitlerinin, özellikle de 4-metiloktanoik asit, metildekanoik asit, 3-metilbütanoik asit, 4-etiloktanoik asit ve 4-metiloktanoik asitin tipik aromanın oluşumundan sorumlu oldukları saptanmıştır (Attaie ve Richter, 1996).

### **c. Yarı sert peynirler**

Yarı sert peynirler, yağsız peynir kitlesindeki su oranı %54-63 arasında değişen peynirlerdir. Olgunlaştırılmaları yüzeyden olabildiği gibi, tüm kitlede de

gerçekleştirilebilir (Üçüncü, 2005). Bu tip peynirler arasında Bara, Colby, Lancashire, Mahon, Majorero, Kashkaval, Domiati, Feta sayılabilir (Robinson, 1995).

Mısır'ın salamura peynirlerinden en bilineni olan Domiati peynirinin aroması üzerinde farklı yağ içeriğinin (%1, 3.5 ve 7) etkisi olduğu saptanmıştır (El-Mageed, 1997). Olgunlaşma dönemleri dikkate alınarak az yağlı peynirin uzun ömürlü olmadığı fakat yarım yağlı peynirin lezzetinde olgunlaşma döneminde artış gözlenmiştir. Tam yağlı peynirde ise 1 ay sonunda kötüleşmeler tespit edilmiştir. Peynirlerde ana bileşenin akrolein (propenal) olduğu bunun yanında heptanal, aseton, butan-2, etanol, butan-2 ol, 2-metil-propan-1-ol, 3-metil-butan-1-ol, etil propionat, propil propionat, pentan propiyonat ve oktan bileşenleri tespit edilmiştir. Peynirde saptanan metil merkaptan, metil propil butirat ile tiyopropiyonat ve dimetiltrisülfitin, Domiati peynirinin lezzeti üzerinde olumsuz etki gösterdiği, peynirlerde olgunlaşma süresinden 1 ay sonra bu bileşenlerin geliştiği tespit edilmiştir.

Pastörize koyun sütü ile üretilen yarı sert peynirlere sistein proteinaz enzim sistemine sahip bakterilerin (*Micrococcus* sp) eklenmesiyle, toplam kırk beş bileşen (hidrokarbonlar, alkoller, ketonlar, aldehitler, esterler, terpenler ve sülfür bileşenler) tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresinde etanol ve 2,3-bütandion azalmış, bunların dışında diğer bileşenler artmıştır (Mariaca ve ark., 2001). İtalyan yarı sert peynirlerinden olan ve koyun peynirinden üretilen Canestrato Pugliese peynirinin, çiğ veya pastörize süttten yapılmış olması durumunda aromalarının farklılaştığı, bu peynirin farklı bir coğrafyada üretilen pastörize koyun sütü peyniri Canestrato Sardo peyniri ile kıyaslandığında ise her peynirin pastörize koyun sütünden üretilmesine karşın, GK/O analizlerinde farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir (Piombino ve ark., 2008).

İspanya'da üretimi yapılan ve inek sütünden üretilen Mahón peynirinde ise 21 adet önemli aroma bileşeni tespit edilmiştir (Mulet ve ark., 1999). Ticari olgunlaşma süresi 60-90 gün olan bu peynir olgunlaşma süresince 16 bileşende değişiklik olmuştur. Bunlar izovalerik, hekzanoik, oktanoik, bütanoik ve dekanıik yağ asitleri ( $p < 0.001$ ), heptanoik asit ( $p < 0,005$ ), 2-metil pentanon, 2-metil heptanon, 2-metil nonanon, metilketon ( $p < 0,001$ ), etilbütanoat, etilhekzanoat, etiloktanoat, etildekanoat, etil tetradekanoat, etil hekzadekanat ve etil esterler ( $p < 0,001$ ) olarak tespit edilmiştir. Bu değişkenlerin kimyasal özellikleri yağ asitleri, metil keton ve etil ester olan gruplar olduğu tespit edilmiştir (Mulet ve ark., 1999).

İspanya'nın değişik bölgelerinde keçi sütünden yapılan yarı-sert peynirlerde GK/KS tekniği ile 50 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir (Poveda ve ark., 2007). GK/O analizleri ise bu bileşenlerden yoğun olarak bulunan 3-metilbütanoik asit, dekalakton, hekzanoik asit, dodekanoik asit, etil ester, benzen fenilasetaldehyt, heksanol, feniletanol, dekanoik asit etil ester, 2-pentadekanon, oktanoik asit, tetradekanoik asit, 3-hidroksi-2-bütanon, 2-nonanon ve 2-heptanolün bu peynirlerin aromasında önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Benzer olarak, keçi sütünden yapılan Jack peynirlerin uçucu kompozisyonun tespiti için yapılan araştırmada, 2-hekzanon, 2-heptanon, 2-nonanon, 2,3-bütandion (diasetil), bütanoik asit, 2-metil-pentanoik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit, propanal ve pentanal bileşenleri tespit edilmiştir (Attaie, 2009).

Yarı sert peynirlerden olan ve salamurada olgunlaştırılan teleme peynirinde temel aroma maddeleri aldehitler, ketonlar, alkoller ve yağ asitleri olarak gruplandırılmıştır. Bu gruplar içerisinde de asetaldehyt, hekzanal, heptanal, aseton, asetoin, asetik asit ve bütirik asit önemli miktarlarda tespit edilmiştir (Massouras ve ark., 2006). Keçi-koyun sütünden üretilen Hellim peynirlerinde  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -pinen, kopaen, timol,  $\alpha$ -karyofilen,  $\beta$ -karyofilen ve dekadien bileşenleri, sığır sütünden elde edilenlerde ise  $\alpha$ -pinen,  $\alpha$ -karyofilen,  $\delta$ -karvon ve eukaliptol bileşenleri tespit edilmiştir. Keçi ve koyun sütü kullanılan peynirlerde hayvanların beslendiği bitkilerden kaynaklı terpen bileşenlerinin yoğun olduğu görülmüştür (Papademas ve Robinson, 2002). Hellim peyniri ile yapılan diğer bir çalışmada ise Kaminarides ve ark (2007), etanol ve asetik asit en önemli aroma maddeleri olarak saptanmıştır. Ayrıca alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler, hidrokarbonlar ve sülfür bileşenleri de belirlenen diğer uçucu bileşenlerdir.

#### **d. Gözlü peynirler**

Genellikle İsviçre tipi peynirler bu sınıfa girmektedirler ve bu peynirler yapılarında 1-4 cm çapında genellikle propiyonik asit bakterilerinin faaliyeti ile oluşmuş 1000-2000 civarında gözenek (delik) bulundurlar (Robinson, 1995). Appenzeller, Edam, Emmental, Gruyère, Gouda bu tip peynir grubundadırlar (Robinson, 1995).

Gruyère peyniri üzerinde yapılan instrumental ve duyu analizler, bu peynirin tipik aromasına 2-/3-metilbütanal, metiyonal, dimetiltrisülfid, fenilasetaldehyt, 2-etil-3,5-dimetilpirazin, 2,3-dietil-5-metilpirazin, metantiyol, 2-/3-metilbütirik ve fenilasetik



asitin katkıda bulunduğunu, bu peynirde algılanan “patates karakterinin” ise 2-etil-3,5-dimetilpirazin ve 2,3-dietil-5-metilpirazin bileşenlerinden kaynaklandığını göstermiştir (Bosset ve Rychlik, 2001a,2001b). Pirazinlerin (2,5-dimetilpirazin, 2,6-dimetilpirazin, etilpirazin, 2,3-dimetilpirazin, etilmetilpirazin, trimetilpirazin, tetrametilpirazin, etiltrimetilpirazin) bu tip peynirin aroma profiline katkıda bulunduğu önceki çalışmalar ile de ortaya konmuştur (Liardon ve ark., 1982).

Bir Hollanda peyniri olan Gouda peynirinde ile yapılan çalışmalar, diğer çalışmaları destekler nitelikte, çiğ süt ve pastörize süttten üretilen peynirlerin uçucu bileşenlerinde önemli farklılıklar bulunduğunu göstermiştir (Van Leuven ve ark., 2008). Bu çalışmada, çiğ süttten üretilen ve 6 hafta olgunlaştırılan Gouda peynirlerinin “tatlı” ve meyvemsi” bir karakterde tanımlandığı, pastörize süttten üretilen Gouda peynirlerinde ise daha ileri olgunlaştırmalarda aroma yoğunluğundaki artışın sülfürlü bileşenler ile ilişkili olduğu bildirilmektedir. Gouda peynirinin aromasına katkıda bulunan laktonların olgunlaşma boyunca, bir aşamalı bir reaksiyon ile hidroksiasitlerin intramoleküler olarak *trans*-esterifikasyon ile oluştuğu saptanmıştır (Alewjn ve ark., 2007).

#### **e. Yüzeyi ve/veya iç kısmı küfle olgunlaştırılan peynirler**

Bu tip peynirlerin iç kısmı ve/veya yüzeyi küfle olgunlaştırılırlar. İç kısmı küfle olgunlaştırılanlar mavi-damarlı olarak da bilinirler. Genellikle, *Penicillium roqueforti*'nin küfünün kullanıldığı peynirler arasında en çok bilinenleri Danish Blue, Gorgonzola, Roquefort ve Stilton'dır (Robinson, 1995). Yüzeyi küfle olgunlaştırılan peynirlerde ise yüzey küfü olarak çoğunlukla *Penicillium camamberti* kullanılır. Brié, Camambert, Neuchatel bu tip peynirlerin en bilinenleridir (Robinson, 1995). Bu tip peynirlerin aromasına metilketonlar önemi bir katkıda bulunmaktadır. Küflerin yüksek lipolitik aktivitesi sonucu bu metilketonların yanı sıra alkoller, serbest yağ asitleri gibi diğer aromatik bileşenlerin oluşumu da teşvik edilmektedir (Molimard ve Spinnler, 1996).

Nitekim, İspanyol mavi damarlı peynirlerinden olan Gamonedo peynirinde 100 adet uçucu bileşen tespit edilmiş, ancak 40 tanesi tanımlanabilmiştir (de Llano ve ark., 1990). Araştırmacılar, bu peynirin metil keton (özellikle 2-heptanon ve 2-nonanon) ve 2-alkanol bileşikleri yönünden zengin olduğu saptamış ve 60 gün depolama sonrasında metil keton ve 2-alkanolun arttığını tespit edilmiştir (de Llano ve ark., 1990).

Bir İtalyan mavi damarlı peyniri olan Gorgonzola peynirinin kremi ve doğal çeşitlerinin karşılaştırılmasında ise GK/KS tekniği ile kremi Gorgonzola'da 17 ester, 12 keton, 10 alkol, 5 aldehit, 1 kükürt bileşeni, 5 aromatik bileşenler ve 2 terpen olmak üzere toplam 52 adet bileşene rastlanmıştır. Doğal Gorgonzola peynirinde ise 21 ester, 13 keton, 14 alkol, 5 aldehit, 1 kükürt bileşeni, 7 aromatik bileşen ve 2 terpen olmak üzere toplam 63 adet bileşen tespit edilmiştir. Olfaktometrik çalışmalar her iki peynirde de tipik aromanın 2-nonanon, 1-okten-3-ol, 2-heptanol, etil hekzanoat, metilanol ve 2-heptanon bileşenlerinden kaynaklı olduğunu göstermiştir (Moio ve ark. , 2000). Benzer şekilde, bir Çek mavi damarlı peyniri olan Niva peynirinde uçucu bileşenleri kompozisyonunun, 3 hidrokarbon, 5 aldehit, 11 keton, 18 alkol, 3 ester ve 10 serbest yağ asitinden oluştuğu saptanmıştır (Vitova ve ark., 2006). Araştırmacıları bu bileşenlerin birçoğunun olgunlaşmanın başından beri var olduğunu, ancak olgunlaşma boyunca miktarsal olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

#### **f. Yüzevi karışık mikroflora kullanılarak olgunlaştırılan peynirler**

Bu tip peynirler, peynirin dış kısmında bakterilerin gelişmesi ile olgunlaştırılan peynirlerdir. Genellikle, yüzevi bakteriler ile olgunlaştırılanlarda *Brevibacterium linens* kullanılır. Bu tip peynirlere örnek olarak Brick, Havarti, Limburger, Munster, Pont l'Évêque, Serra de Estrêla ve Tilsit peynirleri sayılabilir (Robinson, 1995).

#### **g. Taze yumuşak peynirler**

Bu tip peynirlerin yağsız peynir kitlesindeki su oranı %67'den yüksektir (Üçüncü, 2005). Üretimlerinde genelde rennet ile birlikte mezofilik starter kullanılır ve çoğunlukla baskı uygulanmaz. Olgunlaşma süreleri çok kısa olan veya hiç olmayan bu peynirlerin hızlı bir şekilde pazarlanması ve tüketilmesi gerekir. Burgos, Cottage, Galotiri, Kopanisti bu tip peynirlere örnek verilebilir (Robinson, 1995).

Geleneksel Sainte-Maure yumuşak peynirinde olgunlaşma döneminde kazein proteolizi arttıkça uçucu bileşenlerde artışlar gözlenmiştir. Toplam 38 adet bileşen tespit edilirken, bunlardan 7 tanesinin (keçi sütünden kaynaklı) karakteri oluşturduğu saptanmıştır. Bulunan bileşenler oktanoik, nonanoik, dekanoik, 3-4-metiloktanoik, metilbütanoik, hekzanoik ve 4-etiloktanoiktir. Olgunlaşma ile asitlikte artış gözlenmiş, sonuç olarak olgunlaşma ile peynirin tadında farklılık olduğu görülmüştür (Le Quere ve

ark., 1998). Sicilyanın Enna kentinde üretimi yapılan geleneksel Piacentinu peynirinde ise üretimde kullanılan sütün çiğ veya pastörize olmasına göre peynirlerin aroma karakterlerinin farklılaştığı gözlenmiştir (Horne ve ark., 2005). Duyusal verilerde, çiğ süt ile yapılan peynirlerde meyve aroması (terpen grubunun) yoğunluğu gözlenirken, pastörize süt ile yapılanda tuz ve baharat aroması yoğun olarak tespit edilmiştir.

Yedi farklı çiflikte üretilen Ricotto peynirleri üzerindeki çalışmalar, peynirlerin uçucu bileşenleri arasında terpenlerin önemli sayıda terpen ( $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -pinen, kampen, *p*-kimen,  $\beta$ -mirken, limonen,  $\alpha$ -karyofilen,  $\alpha$ -kopaen ve 9-epi-karyofilen) tespit edilmiştir (Guiseppe ve ark., 2004). Chevre tipi yumuşak peynirlerde ise aroma aktif bileşenler olarak 2,3 bütandion (tereyağ), 1-okten-3-on (mantar), *o*-aminoasetofenon (üzüm) , laktonlar (hindistan cevizi, şeftali), oktanoik asit (ekşi / balmumu), 4-metil ve 4-etil oktanoik asitler (balmumu / hayvan) bileşenleri saptanmıştır (Carunchiawhetstine ve ark., 2003). Araştırmacılar, duyusal analizler de, 4-metil ve 4-etil oktanoik asitin karakteristik lezzeti oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

### 2.3.3. Geleneksel Peynirlerimiz

Geleneksel peynirlerimizin çok azı üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle de Beyaz (Hayaloğlu ve ark., 2002; Kuplulu ve ark., 2004; Çıtak ve ark., 2004; Gürsoy ve ark., 2003; Dağdemir ve ark., 2003), Tulum (Turantaş ve ark.,1989; Şengül ve ark., 2003; Erdoğan ve ark., 2003; Öner ve ark., 2003, Hayaloğlu ve ark. 2007), Kaşar (Koçak ve ark.,1995; Güler ve Uraz, 2004; Yüzbaşı ve ark., 2003) ve Küflü peynirler (Hayaloğlu ve ark., 2008) üzerinde yoğun bir şekilde araştırmalar yapılmıştır. Ancak bu araştırmalar çoğunlukla bu peynirlerin yapım teknikleri, bileşimleri, olgunlaşma sürecindeki kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerin tespiti üzerine olmuştur.

Ülkemizde geleneksel peynirlerimizin uçucu bileşenleri üzerinde yoğun çalışmalar yapılmasına karşın, aroma bileşenleri üzerindeki olfaktometrik çalışmalar ancak 2000'li yıllardan sonra başlamıştır. Günümüze kadar ancak sınırlı sayıda peynirimizin aroma profili karakterize edilmiştir. Termal desorpsiyon tekniği kullanılarak Ezine (Karagül-Yüceer ve ark., 2009) ve Mihaliç (Aday, 2010) peynirlerinin aroma profili belirlenmiştir. Ezine peynirinin karakteristik aroma maddelerinin asetaldehit, dimetil sülfid, diasetil, etil bütirat, hekzanal, 3-metiltiyofen,

etil pentanoat, (Z)-4-heptanal, 1-okten-3-on, 2-heptanol, 1 bilinmeyen ve 2,2-nonanon, metiyonal, nonanal, asetik asit ve bütirik asit olarak bildirilmiştir. Karagül-Yüceer ve arkadaşları (2007) tarafından, yerel üreticilerden sağlanan ve farklı olgunluk düzeylerine sahip (3 ay–2 yıl) Ezine peynirlerinin (22 adet) tanımlayıcı duyu özelliklerini ortaya konulmuştur. Karakteristik lezzet özellikleri serbest yağ asidi, kremamsı, keçimsi, peyniraltı suyu, tuzlu ve ekşi olarak belirlenmiştir.

Ezine peynirinde yapılan çalışmada, aroma-aktif bileşenlerinde ve duyu özelliklerinde meydana gelen değişimi belirleyerek instrumental ve duyu analizler sonucu elde edilen bulgular arasındaki ilişkiyi gösterilmeye çalışılmıştır. Peynir örneklerindeki aroma-aktif bileşenler Termal Desorpsiyon-Gaz Kromatografisi Olfaktometri sistemi (TD-GCO) kullanılarak saptanmıştır. Yüksek aroma yoğunluğuna sahip bazı aroma maddeleri şunlardır: asetaldehit (yeşil elma), diasetil (tereyağı), hekzanal (kesilmiş çimen), etilbütanoat (şekerli sakız), dimetil sülfid (kaynamış mısır), (Z)-4-heptanal (okside yağ), 1-okten-3-on (mantar), asetik asit (sirke) ve bütirik asit (ransit). Peynirlerde pişmiş, pas, kremamsı ve fermente terimleri de karakteristik duyu tanımlayıcılar olarak belirlenmiştir (Karagül-Yüceer ve ark., 2008).

Yüksek vakum distilasyon metodu yardımıyla Ezine, Kars Kaşarı, Erzincan Tulum, İzmir Tulum, Carra ve Antep peynirlerinin aroma profilleri karakterize edilmeye çalışılmıştır. Ezine peynirinde 50'nin üzerinde uçucu bileşen belirlenmiş ve bunlardan 12 tanesinin (etilbütirat, 3-metil-1-bütanol, etilhekzanoat, 1-okten-3-on, 2-asetil-1-prolin, 2-nonanon, nonanal, etiloktanoat, metiyonal, asetik asit, bütanoik asit ve hekzanoik asit) aroma aktif olduğu saptanmıştır (Avşar ve Karagül-Yüceer, 2009a).

Ülkemizde en çok tüketilen pasta-filata tipi peynir olan Kars Kaşar peynirinde de benzer teknik kullanılarak 130'un üzerinde uçucu bileşen tespit edilmiştir (Avşar ve Karagül-Yüceer, 2009b). Olfaktometrik çalışmalar bu bileşenlerin 30 dan fazlasının aroma-aktif olduğu, AEDA analizi ise diasetil, 3-metil-1-bütanol, etilbütanoik, hekzanal, metiyonal, asetik asit, bütanoik asit ve 3-metilbütanoik asitin aromaya önemli ölçüde katkıda bulunduğunu göstermiştir. Aynı çalışmada, aromatik özellikte olan çok sayıda terpenin varlığı da tespit edilmiştir.

Geleneksel peynirlerimizden coğrafik işaretlemeye sahip olan Erzincan Tulum peyniri örneklerinde 100'ün üzerinde uçucu bileşen ve bunların relatif miktarları belirlenmiştir (Avşar ve Karagül-Yüceer, 2009c). Kaşar peyniri örneklerinde 24'ü

nötral/bazik fraksiyonda 7 tanesi asidik fraksiyonda olmak üzere 31 adet aroma aktif bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşikler arasında diasetil, 3-metil-1-bütanol, hekzanal, etilbütanoat, asetik asit, propanoik asit, 2-metilpropanoik asit, bütanoik asit, 3-metilbütanoik asitin başlıca rol oynadığı belirlenmiştir.

İzmir Tulum peynirinde 85 adeti nötral/bazik fazda, 15 tanesi asidik fazda olmak üzere 100 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir (Avşar ve ark., 2008). AEDA testi ise nötral/bazik fazda belirlenen dört bileşenin (diasetil, 3-hidroksi-2-bütanon, etilbütanot ve okten-1-on), asidik fazda belirlenen beş bileşenin (asetik, propanoik, bütanoik, pentanoik ve hekzanoik asitler) aromaya en fazla katkıda bulunduğunu göstermiştir.

Carra peynirinde 21 ester, 8 keton, 7 alkol, 4 lakton, 3 fenolik bileşik, 1 terpen, 1 sülfürlü bileşik ve 13 serbest yağ asidi belirlenmiştir (Güleryüz, 2009). Peynir örnekleri arasında farklılıklar olmasına karşın, nötral/bazik fazda saptanan etilbütanoat, 2-pentanol, 3-metil-2-bütanol, etiloktanoat, 2-isobutil-3-metoksipirazin ve asidik fazda saptanan propanoik, bütanoik, 3-metilbütanoik, pentanoik, hekzanoik ve oktanoik asitlerin Carra peynirini karakterize edebilecek bileşenler olabileceği belirlenmiştir.

### 3) MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Antep Peyniri Örnekleri

Araştırmada kullanılan Antep peynirleri, Kasım 2008 tarihinde Gaziantep piyasasından temin edilmiştir (şekil 3.1.). Bu amaçla, geleneksel ynlemle üretilen 10 farklı Antep peyniri (her biri en az 1. 5kg) satın alınmıştır. Peynir rnekleri etiketlenmiş, izolasyonu yapılmış kaplar içerisinde laboratuara getirilmiş, duyuusal ve kimyasal testler yapılıncaya kadar buzdolabı sıcaklığında (+4°C) muhafaza edilmiştir.



şekil 3.1. Antep peyniri rnekleri

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Peynir Örneklerinin Seçimi

Aroma profili belirlenecek olan Antep peynir örneklerinin seçimi duyu analizler yapılarak belirlenmiştir (Şekil 3.2.). Bu amaçla, örnekler 9 nokta hedonik skala kullanılarak, görünüş, renk, yapı, koku, tat ve genel değerlendirme açısından değerlendirilmiştir (Meilgaard ve ark., 1999). Duyusal analizler için on panelist, 20-50 yaş grubunda Gaziantep doğumlu olup, günlük yaşantılarında sıklıkla Antep peyniri tüketen kişiler arasından seçilmiştir. Antep peynir örnekleri, 3 rakamlı kodlanarak tesadüf olarak panelistlere sunulmuştur. Örnekler 7-10°C de servis edilmiştir. Panelistlere duyu testlerinden önce hedonik değerlendirme ile ilgili bilgiler verilmiş ve değerlendirmeyi nasıl yapacakları konusunda eğitilmişlerdir. Ayrıca, panelistlerden duyu analiz sırasında örnekler arasında su ve tuzsuz kraker ile ağızlarını temizlemeleri istenmiştir. Duyusal analizlerden en yüksek puanı alan 3 peynir örneği analizlerde kullanılmıştır. Benzer duyu puanları alan örnekler arasında ise, duyu test forumunda belirtilen tercih sırası esas alınarak seçim yapılmıştır.

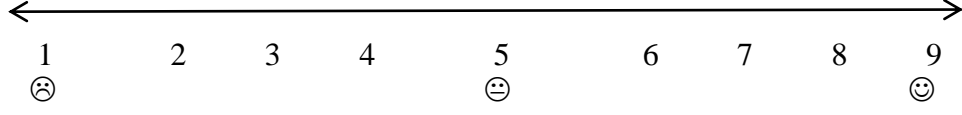
### 3.2.2. Örnek Hazırlama

**a. Direk solvent ekstraksiyonu:** Bu çalışmada aşağıda işlem aşamaları gösterilen örnek hazırlama protokolü izlenmiştir (Şekil 3.3.). Örnek hazırlama ile ilgili detaylı bilgiler ileriki bölümlerde verilmiştir.

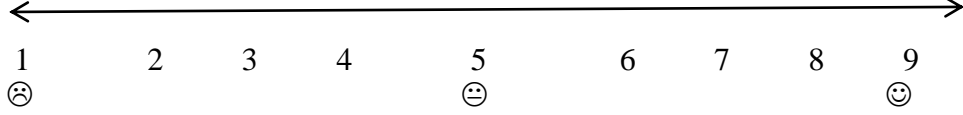
Antep peyniri örnekleri Milo ve Reineccius (1997)'a göre hazırlanmıştır. Her bir peynir örneği oda koşullarında rendelenerek (300 g) üç adet Tefzel kapaklı Teflon şişe (250 mL kapasiteli) içerisine tartılmış (100 g/şişe) ve içerisine 50 µL iç standart (50µl 2-metilpentanoik asit +50 µL 2-metil-3-heptanon/5 mL metanol) katılmış olan 450mL eter (150 mL eter/şişe) ile ekstrakte edilmiştir. Bunun için, şişeler, karıştırıcı üzerinde (Johanno Otto GmbH, Type KS15, Almanya) 30 dakika süreyle 300 d/dak hızda çalkalanmıştır. Çalkalama işlemi sonunda, şişeler 325 x g de santrifüj edilmiştir (Hettict, Rotanta 460,

Ürün: Antep peyniri örnekleri

Görünüş→



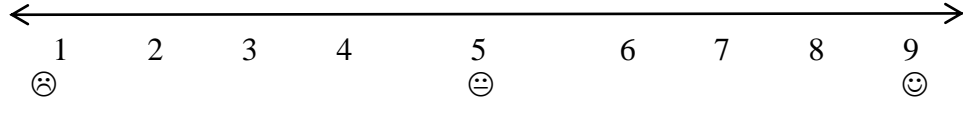
Renk →



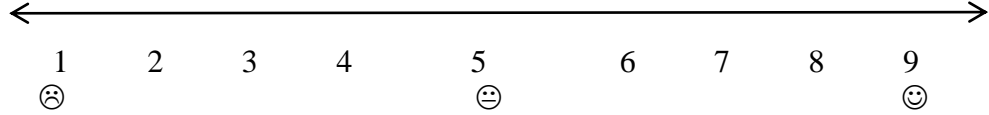
Koku→



Tat ve aroma→



Ağızdaki kıvam →



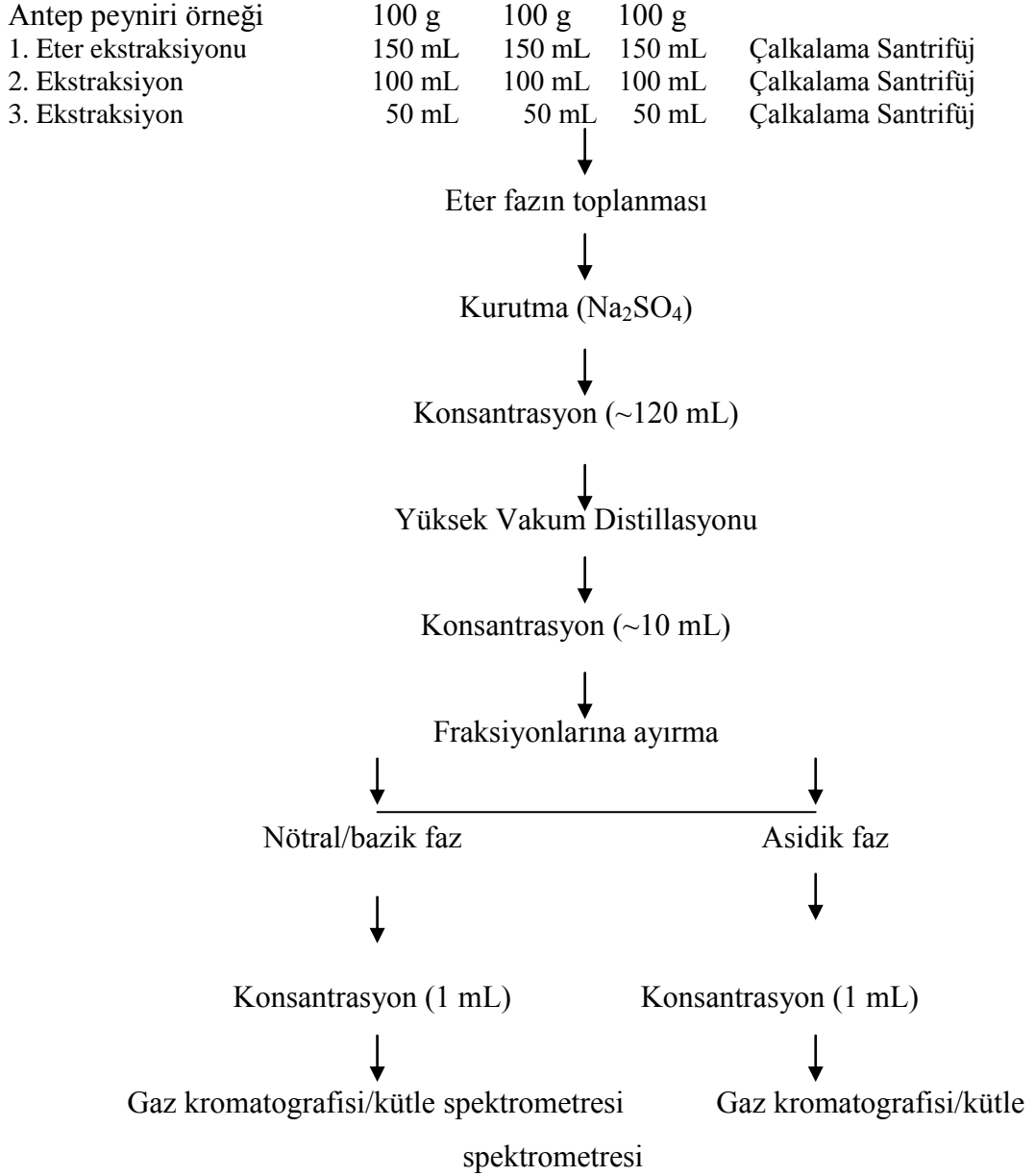
En çok beğendiğiniz 3 ürünün kodunu aşağıya sırasıyla yazınız.

- 1.
- 2.
- 3.

Varsa ürün hakkındaki diğer düşünceleriniz: .....

Şekil 3.2. Antep peyniri duyusal analiz formu





Şekil 3.3. Örnek hazırlama protokolü.

Almanya). Santrifüj sonunda üst kısımda toplanan eter fazı bir pipet yardımıyla kapaklı bir şişeye (1000 mL kapasiteli) aktarılmıştır. Yukarıdaki ekstraksiyon işlemi 2 kez (sırasıyla 100 mL ve 50 mL eter/şişe) daha ve iç standart kullanılmadan tekrar

edilmiştir. Elde edilen ekstrakt daha sonra sodyum sülfat kullanılarak nemi alınmış ve azot gazı altında yaklaşık 120 mL'ye konsantre edilmiştir.

**b. Yüksek vakum distilasyonu:** Antep peynir örneklerinde bulunan uçucu bileşenler yüksek vakum düzeneği kullanılarak Karagül-Yüceer ve ark. (2002) göre elde edilmişlerdir (Şekil 3.4.). Bu işlem aşamasında Sen ve ark. (1991) tarafından belirtilen aparata benzer cam aparat kullanılmıştır. Bu aparat, ekstraktın koyulduğu 1 L lik balon, 1 adet distilat silindiri ve bir adet atık silindirinden oluşmaktadır. Distilasyon işlemine dieterler ekstraktların 1 L'lik yuvarlak balonlara aktarılması ve balonun içerisinde sıvı azot bulunan Dewar kabına (Isotherm, USA) daldırılması ve içindeki ekstraktın dondurulması ile başlamıştır.



Şekil 3.4. Yüksek vakum distilasyon aparatı.

Dondurulmuş ekstraktı içeren balon joje distilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Distilasyon düzeneğinde yüksek vakum sağlamak için birbirine seri bağlanmış bir adet döner pompa (Edwards 1.5, UK) ve bir adet difüzyon pompa (EO50/60 Edwards, UK) kullanılmıştır. Örnek toplama tüpleri ve atık toplama tüplerinin her biri içerisinde sıvı azot bulunan ayrı Dewar kaplar içerisinde muhafaza edilmiştir. Distilasyon işlemine yüksek vakum altında ( $10^{-5}$  Torr) 4 saat devam edilmiştir. Bu sürenin ilk 2 saatinde balon oda sıcaklığında tutulmuş, son 2 saatinde ise 50°C lik su banyosuna daldırılarak devam edilmiştir. Distilasyon sonucunda, elde edilen distilat azot gazı altında 20 mL ye konsantre edilmiştir. Konsantre edilmiş distilat iki kez 3 mL sodyum bikarbonat (0.5 M) kuvvetli çalkayarak yıkanmıştır. Daha sonra ise distillat üç kez 2 mL doymuş sodyum klorür çözeltisi ile yıkanmıştır. Üst kısımda bulunan ve nötral/bazik fraksiyonu içeren

dietileter kısmı ayrı bir tüpe aktarılmış, azot gazı altında 1 mL ye kadar konsantre edilmiştir. Asidik uçucular ise su fazının hidroklorik asit (%18) ile pH sınır 2-2.5 mL ye ayarlanması ve üç defa dietileter (toplam 15 mL) ile tekrar ekstrakte edilmesi ile elde edilmiştir. Ekstrakte edilmiş uçucular daha sonra susuz sodyum sülfat ile kurutulduktan sonra 1 mL ye konsantre edilmiştir.

### 3.2.3. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GK-KS) Analizleri

Antep peynir örneklerinin aroma maddeleri analizleri HP6890 Series GC/HP 5972 kütle selektif dedektör (MSD, Hewlett Packard) marka GK/KS kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (HP6890, Agilent, USA).

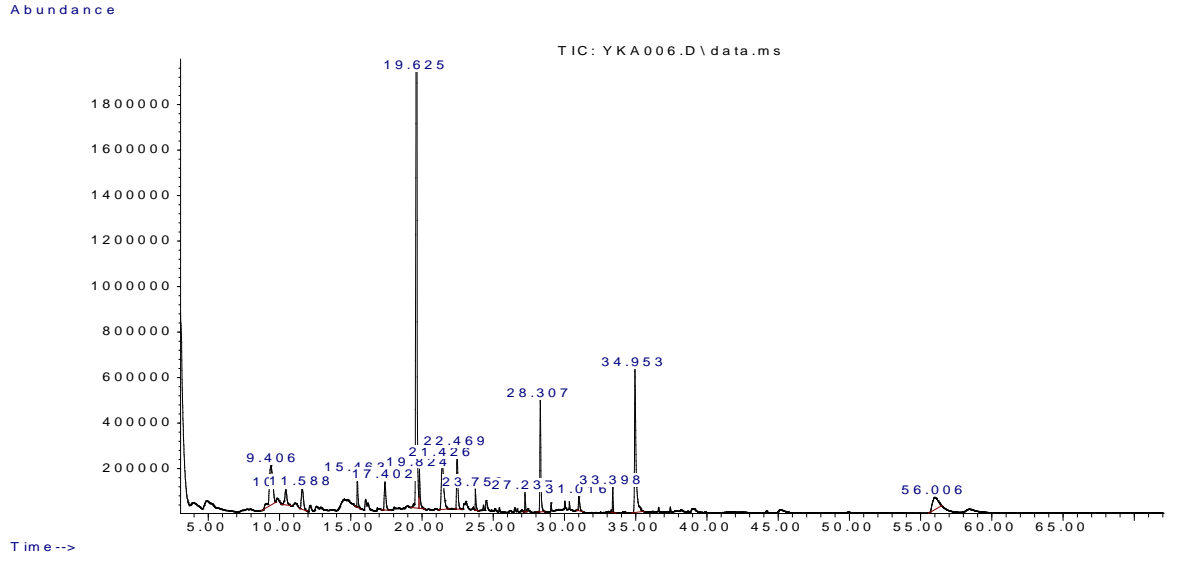
Uçucuların ayrıştırılmasında fused silika kapillar kolon (INNOWAX, 30 m uzunluk x 0.24 mm iç çap x 0.25  $\mu$ m film kalınlığı ( $d_f$ ), J & W Scientific, USA) ve taşıyıcı gaz olarak helyum (1 mL/dak sabit akış hızı) kullanılmıştır. Fırın sıcaklığı 40°C den 200 °C ye 5°C/dak sıcaklık artış hızı, ve başlangıç ve bitiş sıcaklıkları sırasıyla 5 ile 45 dakika olacak şekilde programlanmıştır. MSD şartları ise: kapillar direkt arayüzey sıcaklığı, 280°C; enjeksiyon portunun sıcaklığı 250°C; iyonizasyon enerjisi, 70 eV; kütle aralığı 30 dan 330 a.m.u.; tarama hızı 5 tarama/saniye. Her bir ekstraktan “splitless

mode” da 1 µL enjekte edilmiştir. Analiz her örnek için iki kez tekrarlanmıştır. Şekil 3.6. ve 3.7.’de sırasıyla GK-KS elde edilen kromatogram örnekleri gösterilmektedir.

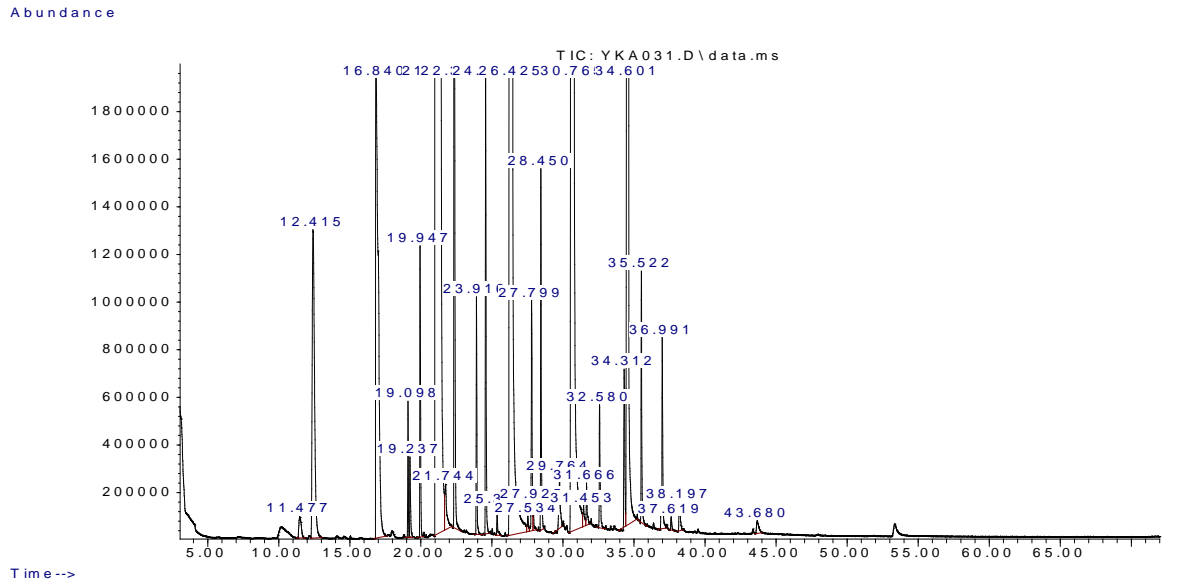
Piklerin tanısı, bileşenin kütle spektrumunun bilgisayarda bulunan kütüphanelerindeki (Wiley 7.0 ve NIST-98) bileşenlerin kütle spektrumlarıyla karşılaştırılması, standart referans maddenin enjeksiyonu ve Kovats tutunma indeksinin (retention index) hesaplanmasıyla yapılmıştır. Piklerin tanısından sonra uçucu maddelerinin konsantrasyonları iç standart yöntemiyle hesaplanmıştır (Schneider ve ark., 2001).

### **3.2.4. Gaz Kromatografisi-Olfaktometri (GK-O) Analizleri**

Ekstraktların GK/O analizlerinde üzerinde alev iyon dedektör (flame ion dedector, FID) bulunan ve kapilar kolonun bir ayırıcı (splitter) yardımıyla iki kolona (biri FID dedektör için diğeri koklama portu için) bağlamasıyla oluşturulan koklama portu bulunan GC2010 Model Shimadzu (Japonya) gaz kromatografisi kullanılmıştır (Şekil 3.8.). Bu amaçla hem nötral bazik hem de asidik faz ekstraktlardan 2 µL polar (INNOWAX, 30 m x 0.25mm x 0.25 µm; J&W Scientific) ve polar olmayan (HP-5, 30 m x 0.25mm x 0.25 µm; J&W Scientific) kolona “splitless modda” enjekte edilerek aroma aktif moleküllerin koklama portunda saptanması ve koku tanımının yapılması sağlanmıştır. Koklama işleminde deneyimli (en az 60 saat koklama yapmış) üç araştırmacı yer almıştır. Gaz kromatografisi kolon programı 40°C de 5 dakika bekletme, 10°C’lik artışlarla 200°C ye ısıtma ve 200°C de 20 dakika bekleme olarak düzenlenmiştir.



Şekil 3.6. Nötral/bazik fraksiyon kromatogramı



Şekil 3.7. Asidik fraksiyon kromatogramı

Aroma bileşenlerin aromaya olan katkısı ekstraktların aroma ekstratı dilüsyon analizi yöntemi (AEDA) ile belirlenmiştir (Friedrich ve Acree, 1998). AEDA testi, yukarıda belirtilen şartlarda, ekstraktların 1/3 oranında seyreltilerek ve koklama portunda herhangi bir koku belirlenmemesine kadar seri halinde seyreltmeler yaparak gerçekleştirilmiştir. Böylece, belli bir kokuya ait flavor dilüsyon faktörleri (FDF) bulunmuştur.



Şekil 3.8. Gaz kromatografisi/olfaktometri

### 3.2.5. Aroma Aktif Maddelerin Belirlenmesi

Aroma aktif maddeler bileşenin tutunma indeksi (retention index, RI), kütle spektrometresi sonuçları ve koku özellikleri yardımıyla belirlenmiştir. Bazı bileşikler GK/O de koklanabildiği halde, GK-KS de pik vermemektedir. Bu durum, insan burnunun bazı kokulara karşı, kullanılan cihazlardan daha hassas olduğundan kaynaklanmaktadır. Böyle durumlarda aroma aktif bileşenin belirlenmesi tentatif olarak yapılmıştır. Bunun için bilinmeyen bileşenin GK-O da saptanan Kovats tutunma indeksi (RI) ve koku özellikleri, literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırılarak veya varsa referans madde ile karşılaştırarak belirlenmiştir. Tutunma indeksinin hesaplanmasında n-alkan serisi kullanılmıştır (Van Den Dool ve Kratz, 1963).

$$RI = [t_{\text{bilinmeyen}} - t_{r(n)} / t_{r(N)} - t_{r(n)}] * (100 * z) + (100 * n)$$

RI = Kovats tutunma indeksi,

n = Bir bileşenden önce gelen alkanın karbon sayısı,

N = Bir bileşenden sonra gelen alkanın karbon sayısı,

z = Büyük ve küçük (önce ve sonra gelen) karbon atomları arasındaki fark,

t<sub>r</sub> = alıkonma zamanı,

### 3.2.6. Aroma Aktif Maddelerin Miktarının Belirlenmesi

Aroma aktif maddelerin miktarlarının belirlenmesi ekstraksiyon esnasında katılan GK-KS ile saptanan iç (internal) standardın alanı ve GK-KS de elde edilen aroma aktif maddelerin alanları kullanılarak aşağıdaki formüle göre bağlı olarak hesaplanmıştır (Avşar ve ark., 2004).

Relatif miktar (µg/kg) = (Aroma aktif maddenin alanı/iç standardın alanı) x iç standardın miktarı x hesaplama faktörü

### 3.2.8. İstatistiksel Analizler

Elde edilen duyuşal analize ait veriler tek yönlü ANOVA analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla SPSS for Windows (SPSS Inc., USA) paket programı kullanılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Örneklerin Duyusal Analizleri

Aroma profilleri belirlenecek olan Antep peynir örneklerinin seçimi için yapılan duyusal analizlere ait sonuçlar incelendiğinde (Çizelge 4.1.), örneklerin, görünüş, renk, koku, tat ve aroma, ve ağızdaki kıvam açısından birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Araştırmanın amacı açısından örnek seçiminde, peynirlerin koku, tat ve aroma özellikleri esas alınmıştır. Örneklere verilen duyusal puanların benzer olduğunda, analiz edilecek örneklerin seçimi panelistlerin tercih sırası göz önüne alınarak belirlenmiştir. Buna göre seçilen 567, 874 ve 721 kodlu peynir örnekleri, sırasıyla Antep#1, Antep#2 ve Antep#3 şeklinde kodlanarak aroma profillerinin belirlenmesine karar verilmiştir.

### 4.2. Antep Peyniri Örneklerinin Uçucu Bileşenleri

#### 4.2.1. Nötral/Bazik Fraksiyon

Antep peyniri örneklerinin nötral/bazik fraksiyonuna ait uçucu bileşenler ve relatif miktarları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Bu uçucu bileşenler ketonlar, esterler, alkoller, laktonlar, terpenler, aldehitler ve aromatik hidrokarbonlar olmak üzere yedi değişik sınıfa ait toplam 48 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, belirlenmiş olan uçucu bileşenlerin çeşidi ve miktarı örneklerle göre farklılık göstermekte ve toplam uçucu bileşenlerin %7-10' nu oluşturmaktadır.

**a. Ketonlar:** Antep peynir örneklerinde toplam 2 adet keton, 3-hidroksi-2-bütanon (asetoin) ve 2-nonanon (15 ve 17 nolu bileşenler), belirlenmiştir. Ketonlar, eşik değerlerinin düşük olmasından dolayı aroma da önemli bir rol oynarlar. Bu bileşenlerin meyvemsi, çiçeğimsi ve mantarimsi kokuları vardır (Quin ve ark., 2002).



Çizelge 4. 1. Antep peynirlerinin bazı duysal özelliklerine ait skorlar (ortalama±standart sapma) (n=10).

Örnek kodu	Koku	Görünüş	Renk	Tat ve Aroma	Ağızdaki kıvam <sup>1</sup>
533	3,8±0,79 <sup>a</sup>	8,0±0,94 <sup>e</sup>	6,0±0,67 <sup>c</sup>	7,1±0,88 <sup>c</sup>	5,0±0,82 <sup>a</sup>
571	6,0±0,94 <sup>c</sup>	5,0±0,94 <sup>b</sup>	5,0±0,94 <sup>b</sup>	7,3±0,95 <sup>c d</sup>	6,0±1,15 <sup>b</sup>
654	8,0±0,82 <sup>e</sup>	6,0±0,82 <sup>c</sup>	5,0±0,82 <sup>b</sup>	6,0±0,67 <sup>b</sup>	6,0±1,05 <sup>b</sup>
721	5,0±0,82 <sup>b</sup>	5,0±0,67 <sup>b</sup>	5,0±0,67 <sup>b</sup>	5,0±0,82 <sup>a</sup>	5,0±0,67 <sup>a</sup>
<b>874</b>	<b>9,0±0,82<sup>f</sup></b>	<b>7,0±0,94<sup>d</sup></b>	<b>6,0±0,94<sup>c</sup></b>	<b>6,0±0,82<sup>b</sup></b>	<b>7,0±0,94<sup>c</sup></b>
556	6,0±0,94 <sup>c</sup>	8,0±0,67 <sup>e</sup>	5,0±0,82 <sup>b</sup>	7,0±0,82 <sup>c</sup>	6,0±0,94 <sup>b</sup>
908	8,0±0,81 <sup>e</sup>	5,0±0,67 <sup>b</sup>	7,0±1,05 <sup>d</sup>	6,0±1,05 <sup>b</sup>	7,0±0,82 <sup>c</sup>
<b>721</b>	<b>7,0±0,82<sup>d</sup></b>	<b>7,0±0,67<sup>d</sup></b>	<b>7,0±0,82<sup>d</sup></b>	<b>7,0±0,82<sup>c</sup></b>	<b>6,0±0,82<sup>b</sup></b>
<b>567</b>	<b>9,0±0,82<sup>f</sup></b>	<b>8,0±0,82<sup>e</sup></b>	<b>6,0±0,82<sup>c</sup></b>	<b>8,0±0,82<sup>d</sup></b>	<b>9,0±0,94<sup>d</sup></b>
456	5,0±0,67 <sup>b</sup>	3,0±0,94 <sup>a</sup>	4,0±0,82 <sup>a</sup>	6,0±0,82 <sup>b</sup>	6,0±0,82 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Peynirlerin ağızda çiğnenmesi esnasındaki izlenimler.

Çizelge 4. 2. Antep peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan uçucu bileşenler ve bağıl miktarları<sup>a, b, c,</sup>

Bileşiğin ismi	CAS#	RT (dak)	RI	Ortalama ± standart hata (µg/kg)			Tanımlama metodu <sup>d</sup>	
				Antep#1	Antep#2	Antep#3	KS, RI, Std	
1	α-Pinen	80-56-8	4.851	1026	-	177,2±106,8	-	KS, RI, Std.
2	Etanol	64-17-5	7.346	1108	-	-	168,3±97,2	KS, RI, Std.
3	Etilbenzen	100-41-4	7.916	1122	-	-	381,1±107,1	KS, RI
4	<i>p</i> -Ksilen	95-47-6	8.382	1136	-	-	1491,8±1146,0	KS, RI
5	<i>m</i> -Ksilen	108-38-3	9.772	1159	-	-	606,25±411,9	KS, RI
6	Metil hekzanoat	106-70-7	9.554	1176	-	201,4±116,3	-	KS, RI, Std.
7	<i>o</i> -Ksilen	106-42-3	9.865	1177	-	-	805,2±468,6	KS, RI
8	Limonen	5989-27-5	9.801	1183	-	-	45,0±26,0	KS, RI
9	3-Metil-1-bütanol	123-51-3	10.570	1206	-	-	617,1±356,3	KS, RI
10	Dodekan	112-40-3	11.070	1224	-	-	85,15±50,0	KS, RI
11	Etil hekzanoat	123-66-0	11.527	1231	-	164,4±23,7	235,8±35,3	KS, RI, Std.
12	Stiren	100-42-5	12.139	1252	-	44,0±25,4	56,55±33,9	KS, RI
13	Benzosiklobüten	694-87-1	12.036	1257	-	50,0±28,8	47,4±27,4	KS, RI
14	3-metilbütül bütanoat	106-27-4	12.510	1264	-	-	42,4±25,0	KS, RI
15	3-Hidroksi-2-bütanon (asetoin)	513-86-0	13.962	1321	245,9±141,9	397,9±248,7	76,6±44,2	KS, RI, Std.

Çizelge 4. 2. (Devam). Antep peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan uçucu bileşenler ve bağıl miktarları.

Bileşimin ismi	CAS#	RT (dak)	RI	Ortalama ± standart hata (µg/kg)			Tanımlama metodu <sup>d</sup>	
				Antep#1	Antep#2	Antep#3		
16	Metil oktanoat	111-11-5	15.595	1378	-	226,4±130,7	-	KS, RI, Std.
17	2-Nonanon	821-55-6	15.940	1390	23,9±17,0	40,3±31,4	49,8±6,2	KS, RI, Std.
18	Nonanal	124-19-6	16.224	1402	-	-	29,6±17,1	KS, RI, Std.
19	(E,E)-2,4-Hekzadienal	142-83-6	16.293	1403	-	-	30,1±3,9	KS, RI, Std.
20	Etil oktanoat	106-32-1	17.404	1434	-	91,6±77,4	279,7±42,0	KS, RI, Std.
21	Izopentil hekzanoat	2198-61-0	18.029	1462	-	-	38,9±8,1	KS, RI
22	α-Kopaen	17699-14-8	18.650	1493	31,4±18,1	-	-	KS, RI
23	Izokaryofilen	118-65-0	20.690	1578	41,3±24,3	-	-	KS, RI, Std.
24	Metil dekanooat	110-42-9	20.874	1583	-	263,1±151,9	-	KS, RI, Std.
25	β-Karyofilen	87-44-5	21.221	1593	589,0±67,1	287,1±182,2	328,8±47,0	KS, RI, Std.
26	Etil dekanooat	110-38-3	22.370	1647	21,45±12,8	196,0±130,8	399,1±60,7	KS, RI, Std.
27	α-Karyofilen (α-Humulen)	6753-98-6	22.900	1664	109,9±16,7	79,8±46,8	66,9±19,8	KS, RI, Std.
28	D-Karvon	2244-16-8	24.245	1729	-	26,1±15,1	13,4±7,7	KS, RI
29	Naftalin	91-20-3	24.400	1737	84,1±48,5	-	-	KS, RI
30	Azulen	275-51-4	24.435	1740	-	65,9±38,4	-	KS, RI, Std.
31	α-Farnezen	502-61-4	24.537	1743	-	-	55,1±31,8	KS, RI

Çizelge 4. 2. (Devam). Antep peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan uçucu bileşenler ve bağıl miktarları.

Bileşimin ismi	CAS#	RT (dak)	RI	Ortalama ± standart hata (µg/kg)			Tanımlama metodu <sup>d</sup>	
				Antep#1	Antep#2	Antep#3	KS, RI, Std	
32	δ-hekzalakton	823-22-3	25.450	1782	13,6±7,9	15,2±8,7	-	KS, RI KS, RI
33	Etil undekanoat	627-90-7	27.020	1858	-	-	54,8±31,6	KS, RI
34	Etil dodekanoat	106-33-2	27.022	1846	-	-	47,25±27,3	KS, RI
35	3-metilbütil pentadekanoat	2306-91-4	27.378	1875	-	30,3±17,5	29,7±17,3	KS, RI
36	δ-oktalakton	698-76-0	29.120	1958	30,9±17,9	18,9±10,9	16,85±10,0	KS, RI
37	2-Feniletanol	60-12-8	30.829	2049	-	-	51,5±29,7	KS, RI, Std.
38	Metil hegzadekanoat	112-39-0	34.170	2276	105,6±93,1	-	-	KS, RI
39	Fenol	108-95-2	29.442	2287	-	-	26,5±15,3	KS, RI
40	γ-Undekalakton	104-67-6	36.520	2364	7,6±4,4	-	14,1±9,1	KS, RI
41	δ-Dodekalakton	713-95-1	37.330	2410	28,2±16,3	-	16,7±9,8	KS, RI
42	Metil oktadekanoat	112-61-8	37.810	2435	70,6±40,8	-	-	KS, RI
43	11-metil oktadekenoat	1937-63-9	38.100	2450	66,1±38,2	-	-	KS, RI
44	9- metil oktadekenoat	1937-62-8	38.160	2453	279,9±161,6	-	-	KS, RI
45	12- metil oktadekenoat	56554-46-2	38.290	2460	21,4±12,3	-	-	KS, RI

Çizelge 4. 2. (Devam). Antep peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan uçucu bileşenler ve bağıl miktarları.

				Ortalama ± standart hata (µg/kg)				Tanımlama metodu <sup>d</sup>
Bileşimin ismi	CAS#	RT (dak)	RI	Antep#1	Antep#2	Antep#3	KS, RI, Std.	
46	9,15-metil oktadekadienoat	17309-05-6	39.010	2497	143,4±82,8	-	-	KS, RI
47	9,12- metil oktadekadienoat	112-63-0	39.140	2504	537,1±310,1	-	-	KS, RI
48	9, 12, 15- metil oktadekatrienoat	301-00-8	40.620	2564	68,9±39,8	-	-	KS, RI

<sup>a</sup> Bağıl miktarlar HP-Innowax kolon kullanılarak elde edilen pik alanlarından hesaplanmıştır.

<sup>b</sup> Değerler iki enjeksiyon ortalamasıdır (ortalama±standart hata).

<sup>c</sup> Bağıl miktar = Bağıl miktar (µg/kg) = (Aroma aktif maddenin alanı/iç standardın alanı) x iç standardın miktarı x hesaplama faktörü

<sup>d</sup> KS: Kütle spektrometresi, RI: Tutunma indeksi, Std: Standard madde.

3-hidroksi-2-bütanon, laktik asit bakterileri tarafından sitrat metabolizması yoluyla meydana gelen ve diasetil-redükdaz enzimi vasıtasıyla indirgenerek oluşan “tereyağ” aroması veren bir ketondur (Urbach, 1993; Curioni ve Bosset, 2002). 2-nonanon ise yağların lipolizi ile açığa çıkan serbest yağ asitlerinin,  $\beta$ -ketoasitlere oksidasyonu ve daha sonra dekarboksilasyon yolu ile oluşan bir metil ketondur (Engels ve ark., 1997; McSweeney ve Sousa, 2000). Bu bileşen Gorgonzola ve Ragusano peynirlerinin dominant aroma profilini oluşturur. Camambert peynirinde “meyvemsi”, Mozeralla ve Ragusano peynirlerinde “sıcak süt” aromasının oluşumundan sorumlu bileşiktir (Curioni ve Bosset, 2002). Olgunlaşmış mavi damarlı peynirlerde de yüksek konsantrasyonda bulunmaktadır (Llano ve ark., 1990). Peynirdeki serbest yağ asidi miktarının değişmesi, meydana gelen metil keton kompozisyonuna da yansır (Leclercq ve ark., 2004).

Bu çalışmada belirlenen ketonlara geleneksel peynirlerimizden Erzincan Tulum (Hayaloğlu ve ark., 2007; Avşar ve ark., 2008), Küflü peynir (Hayaloğlu ve ark., 2008) ve Kars Kaşarı (Avşar ve ark., 2008; Hayaloğlu, 2009) ve Beyaz peynir (Gürsoy, 2005) de tespit edilmiştir. Ancak, bu çalışmada belirlenen keton çeşidi diğer geleneksel peynirlerimiz ile karşılaştırıldığında oldukça azdır. Nitekim, Küflü peynirde 20 (Hayaloğlu ve ark., 2008), Erzincan Tulum peynirinde 12 (Hayaloğlu ve ark., 2007), Kars Kaşar peynirinde ise 16 (Hayaloğlu, 2009) keton belirlenmiştir. Antep peynirinde diğer geleneksel peynirler ile karşılaştırıldığında, düşük miktarda keton bulunması, bu peynirin yapımı esnasında uygulanan haşlama ve daha sonrasında yüksek tuz konsantrasyondaki salamurada muhafazası nedeniyle (Kaya, 2002), mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal reaksiyonların engellenmiş olması ile açıklanabilir (Guinee ve Fox, 1993).

**b. Esterler:** Antep peyniri nötral/bazik fraksiyonunda en fazla sayıda bulunan bileşikler esterlerdir ve toplam 19 adet ester (6, 11, 14, 16, 20, 21, 24, 26, 33, 34, 35, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 47 ve 48 nolu bileşenler) belirlenmiştir. Ancak, peynir örnekleri ester içerikleri açısından farklılık göstermiştir. Antep#1 peynirinde 9, Antep#2 peynirinde 7 ve Antep#3 peynirinde 8 adet ester belirlenmiştir. Antep peyniri örneklerinde ortak olarak tespit edilen ester 12 karbonlu etil dekanoyattır. Bu bileşen içinde bulunduğu gıdaya “üzümsü” aroma vermektedir (Anonymous, 2010).

Esterlere, peynirlerin uçucu bileşenler kısmında sıklıkla rastlanır. Özellikle metil ve etil esterler yumuşak peynirlerde yüksek konsantrasyonda bulunur (Adda ve ark., 1982; Karahadian ve ark., 1985). Esterler, yağ asitleri ile alkollerin birleşmesinden veya alkolisiz yoluyla meydana gelmektedir. Aroma aktif esterler ise kısa veya orta zincirli yağ asitleri ile alkollerin reaksiyonu (esterleşme) sonucu oluşan bileşenlerdir (McSweeney ve Sousa, 2000). Laktoz fermentasyonu veya amino asit katabolizması ile de esterifikasyon reaksiyonları oluşmaktadır (Bosset ve Liardon, 1985). Mikroorganizma faaliyeti sonucu ortaya çıkan bu bileşenler, içinde buldukları gıdalara ‘meyvemsi’ kokular kazandırarak katkıda bulunurlar (Gatfield, 1988; Maarse, 1991; Liu ve ark., 2004). Peynirlerde tespit edilen çoğu ester “meyvemsi” veya “çiçeğimsi” lezzet hissi verdikleri ve duyuşsal algılanma eşiklerinin düşük olduğu bildirilmektedir (Molimard ve Spinnler, 1996). Özellikle etil esterler peynirde “meyvemsi” kokuyu oluşturur. Bu bileşenler, peynirlerde yağ asitleri ve aminlerden kaynaklı keskin ve acımsı aromaya azaltmak yönünde katkıda bulunurlar (Gallois ve Langlois, 1990).

Yabancı tip peynirlerin (Cheddar, Gorgonzola, Grana Parodo, Pecorino, Ragusano, Guia, Mozzarella) uçucu bileşen profili üzerinde yapılan araştırmalarda sıklıkla ester bileşenler belirlenmiştir (Mendoza ve ark., 1993; Moio, 1993; Kubickova ve Grosch, 1997; Preininger ve Grosch, 1997; Bosset ve ark., 2002).

Geleneksel peynirlerimizden Erzican Tulum peynirinde 16 (Hayaloğlu ve ark., 2007), Küflü peynirde 21 (Hayaloğlu ve ark., 2008) ve Kars Kaşar peynirinde 16 (Hayaloğlu, 2009) adet ester katı faz mikro ekstraksiyon tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan tekniğe bağlı olarak 10 karbon ve daha düşük sayıdaki asitlerin esterleri rapor edilmiştir. Antep peyniri ile yapılan bu araştırmada ise kullanılan yüksek vakum distilasyonu tekniği sayesinde, 10 karbonun üzerindeki yağ asitlerinin de esterleri tespit edilebilmiştir. Ancak, geleneksel peynir örnekleri ile karşılaştırıldığında, Antep peynir örneklerinde 10 karbon ve altındaki yağ asitlerinin oluşturduğu ester sayısı 8 adet (Antep#1 peynirinde 1 adet, Antep#2 peynirinde 4 adet ve Antep#3 de 4 adet) olarak belirlenmiştir.

Bu açıdan karşılaştırıldığında, Antep peynirinde 19 farklı bileşen bulunmuşsa da her biri ayrı değerlendirildiğinde, diğer geleneksel peynirlere nazaran düşük sayıda ester bulunması, peynirin yapımı esnasında uygulanan işlemlerin (haşlama ve yüksek tuz

konsantrasyondaki salamurada muhafaza), ester oluşumu ile ilgili mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal reaksiyonların engellenmiş olabileceğini göstermektedir.

**c. Alkoller:** Peynirde alkoller; laktoz metabolizması, metil ketonların indirgenmesi, amino asit metabolizması, linoleik veya linolenik asidin parçalanması gibi farklı metabolik yollarla oluşabilmektedir (Molimard ve Spinnler, 1996; Collins ve ark., 2003). Aldehitlerin indirgenmesiyle birincil alkoller oluşur ve içinde bulunduğu gıdaya “meyvemsi” ve “fındığımsı” aroma verir (Vitova ve ark., 2006). İkincil alkoller ise enzimatik yollarla metil ketonun indirgenmesiyle oluşur. İkincil alkollerin aroması metil ketona benzer ama daha yoğundur. Etanol laktoz fermantasyonu ile oluşur, peynirlerde yüksek seviyede olmasına rağmen aromada sınırlı bir role sahiptir ama ester oluşumunda rol oynar (Carbonell ve ark., 2002).

Bu araştırmada, 1 adet birincil alkol, (etanol, 2 nolu), 1 adet birincil dallı alkol (3-metil-1-bütanol, 9 nolu), 1 adet aromatik alkol (2-feniletanol, 37 nolu) olmak üzere toplam 3 adet alkol bileşeni tespit edilmiştir. 3-metil-1-bütanol, aminoasitlerin (özellikle lösin, Leu) Strecker degradasyonu ile meydana gelen aldehitlerin indirgenmesinden oluşabilmektedir (Larsen, 1998; Bintsis ve Robinson, 2004). Kondyli ve ark. (2002) tarafından 3-metil-1-bütanol’ün Yunanistan’da üretilen Feta peynirlerinde yüksek konsantrasyonda bulunduğu ve bu bileşenin bazı yumuşak peynirlerin hoşça giden aromasının oluşumunda etkili olduğu bildirilmektedir. Bu bileşen alkol ve meyvemsi aroma vermektedir (Thierry ve Maillard, 2002). 2-Feniletanol, fenilalanin (Phe) amino asitinin transaminasyon, dekarboksilasyon ve redüksiyon katabolizması ile peynirlerde oluşabilmektedir (McSweeney ve Sousa, 2000). Bu bileşen peynirlerde “gül-benzeri” aromaya katkıda bulunmaktadır (Wheststine ve ark., 2005).

Peynirlerin aromasına alkolik, şarabımsı, meyvemsi olarak katkıda bulunan alkoller, geleneksel peynirlerimizden Tulum peynirinde 22 (Hayaloğlu ve ark., 2007), Küflü peynirde 32 (Hayaloğlu ve ark., 2008) ve Kaşar peynirinde 27 (Hayaloğlu, 2009) alkol tespit edilmiştir. Ketonlara ve esterlere benzer şekilde, Antep peynirlerinin alkol içeriği üretimden kaynaklı faktörler nedeniyle düşük bulunmuştur.

**d. Laktonlar:** Antep peynir örneklerinde  $\delta$ -hekzalakton (32),  $\delta$ -oktalakton (36),  $\gamma$ -undekalakton (40) ve  $\delta$ -dodekalakton (41) olmak üzere 4 adet lakton bileşeni tespit



edilmiştir. Antep peynir örneklerinin tümünde  $\delta$ -oktalakton, ortak bileşen olarak belirlenmiştir.

Laktonlar, hidroksi yağ asitlerinin kendi molekülü içinde ester oluşturması ile meydana gelmiş halkalı yapıdaki bileşenlerdir (Curioni ve Bosset, 2002). Bazı küf ve maya türlerinin bu bileşenleri fermantasyon yoluyla ürettikleri belirlenmiştir. Örneğin  $\gamma$ -dekalakton, uzun zincirli hidroksi yağ asitlerinin bazı mayalar tarafından dönüşümüyle elde edilebilmektedir (Wache ve ark., 2003).

Süt ürünlerinde genellikle 5 ve 6 kenarlı halkalardan oluşan  $\gamma$ - ve  $\delta$ -laktonlar bulunur. Laktonlar genellikle  $\gamma$ - ve  $\delta$ -hidroksi yağ asitlerinden oluşur (Curioni ve Bosset, 2002). Bu moleküller stabildirler ve gıdalara hindistan cevizi, meyvemsi ve tereyağımsı bir aroma verirler (Keeney ve Patton, 1956; Maarse, 1991; Wache ve ark., 2003). Hidroksi asitlerin memede oksidasyon yoluyla oluşması laktonların taze sağılmış sütte bulunmasına neden olur (Eriksen, 1975). Çiğ sütte sadece  $\delta$ -dekalakton bulunmaktadır. Ancak laktonlar, süt ürünlerinde lipoliz ile serbest hale geçmiş yağ asitlerinden eş zamanlı olarak oluşabilirler. Nitekim, Alewjin ve ark. (2007) peynirde lakton oluşumunun laktik asit bakterileri vasıtası ile değil bir-aşamalı ve enzimatik olmayan bir reaksiyon sonucu oluştuğunu göstermişlerdir. Urbach (1995) ise  $\delta$ -dekalakton'un peynir olgunlaşması esnasında miktarının arttığı gözlemlenmiştir (Urbach, 1995).

Yabancı tip peynirlerin aroma profiline laktonlar “şeftali, kayısı ve hindistancevizi” aroması ile katkıda bulunmaktadırlar. Özellikle keçi peyniri (Carunchia-Whetstine ve ark., 2003) ve İngiliz çiftlik Cheddar peynirinde  $\delta$ -oktalakton ve  $\delta$ -dodekalaktonun önemi açıkça gösterilmiştir (Suriyaphan ve ark., 2005).

Laktonların varlığı geleneksel peynirlerimizden, Erzincan Tulum (Hayaloğlu ve ark., 2007) ve Küflü peynirde (Hayaloğlu ve ark., 2008) rastlanmamış olup, sadece Kars Kaşar peynirinde iki lakton (bütirilakton ve  $\delta$ -hekzalakton) bulunduğu rapor edilmiştir (Hayaloğlu, 2009). Bu araştırmalarda, uçucu bileşenlerin analizlerinde SPME (katı faz mikroekstraksiyonu) yöntemi kullanılmıştır. Oysaki, yüksek vakum distilasyon tekniği kullanılarak, Güteryüz (2009) tarafından Carra peynirinde 4 lakton, Avşar ve ark. (2008) tarafından Ezine peynirinde 4, Kars Kaşar peynirinde 6, Erzincan Tulum peynirinde 3 ve İzmir Tulum peynirinde 6 lakton tespit edilmiştir.

**e. Aldehitler:** Antep peynir örneklerinde nonanal (18), ve 2-4 heksadienal (19) olmak üzere 2 adet aldehit bileşeni tespit edilmiştir. Aldehitler çoğunlukla aminoasitlerin transaminasyonu sonucu oluşan imitlerin dekarboksilasyonu, amino asitlerin Strecker degradasyonu veya doymamış yağ asitlerinin  $\beta$ -oksidasyonu ile oluşabilmektedir (Urbach, 1995; Molimard ve Spinnler, 1996; Collins ve ark., 2003). Aldehitler, çoğunlukla ara bileşen olarak davranırlar ve peynirlerde hızlıca alkollere veya asitlere dönüşebilirler (Molimard ve Spinnler, 1996).

Asetaldehit, bütanal, 3-metil-bütanal, pentanal, 4-pentanal, heksanal, heptanal, oktanal, dekanal ve benzaldehit çeşitli peynirlerde tespit edilen önemli aroma bileşenleri arasındadır. Bazı aldehitlerin duyuşsal algılanma eşiklerinin düşük olması peynir aroması bakımından önemlerini arttırmaktadır (Izco ve ark., 1999).

**f. Hidrokarbonlar:** Bu araştırmada, etilbenzen (3), *p*-ksilen (4), *m*-ksilen (5), *o*-ksilen (7), dodekan (10), stiren (12), benzosiklobüten (13) ve fenol (39) bileşikler olmak üzere toplam 8 adet hidrokarbon bileşeni tespit edilmiştir. Hidrokarbonlar genellikle lipit otooksidasyonunun ikincil ürünleridir (Bintsis ve Robinson, 2004). Peynir aroma profiline direk katkıları yoktur, fakat diğer aroma maddelerinin oluşumuna öncülük ederler (Ortigosa ve ark., 2001). Carbonell ve ark. (2002)'nin yaptığı çalışmada her ne kadar düşük konsantrasyonda olsa da birçok peynirde bu bileşenleri tespit etmişlerdir. Johnson ve ark., (1969), benzil içeren bu bileşiklerin bir kısmının sütteki karotenin parçalanmasından oluştuğunu gösterdiği gibi, bu bileşenlerin ekstraksiyonda kullanılan solventlerden de gelebileceği bildirilmektedir (Molimmard ve Spinnler, 1996).

*m*-ksilen ve *p*-ksilen plastik, *o*-ksilen "sardunya", etilbenzen "baharat", dodekan ve tetradekan "alkan", stiren "plastik veya balzamik" aromaya sahiptir (Anonymous, 2010). Miltz (1980) stirenin güçlü bir plastik kokusu olduğunu ve kremalarda 9 ppb düzeyinde bile algılandığını bildirmektedir (Molimard ve Spinnler, 1996). Adda ve ark. (1989), stirenin Camambert peynirinde oldukça yüksek miktarda oluştuğunu (5mg/kg) ve bunun oluşumunda *Penicillium camamberti*'nin rol oynadığını göstermiştir (Molimmard ve Spinnler, 1996).

**g. Terpenler:** Antep peynir örneklerinde toplam 9 adet (8, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30 ve 31 nolu bileşikler) terpen bileşiği saptanmıştır. Terpenler yeşil yem bitkilerinin

yapısında yer aldığından (Mariaca ve ark., 1997), özellikle çayır ve meralarda yeşil ot yiyen hayvanların sütlerine ve bu sütlerden üretilen peynirlere geçmektedir (Bugnad ve ark., 2001 a; 2001b; Papademas ve Robinson, 2002). Bu nedenle terpenlerin olgunlaşma süreci ile ilgisi yoktur. Bu bileşiklere, özellikle yüksek dağlarda otlatılan hayvanların sütünden yapılan peynirlerde rastlandığından, peynir sütünün elde edildiği üretildiği coğrafya ve hayvanın beslenmesi hakkında ipucu vermesi açısından önemlidir (Viallon ve ark., 2000; Curioni ve Bosset, 2002; Papademas ve Robinson, 2002). Nitekim, yapay sinir ağları kullanılarak, peynirlerin terpen içeriklerine göre, farklı dağlık bölgelerden gelen peynirlerin hangi çiftliklerden üretilebileceğinin belirlenebileceği ileri sürülmektedir (Giuseppe ve ark., 2005).

Bu çalışmada peynir örneklerinde saptanan terpen varlığı, sütlerin bahar sütünden üretilmiş olduğunu ve dolayısı ile süt hayvanlarının taze ot ile beslendiğini göstermektedir. Antep peynir örneklerinin tümünde  $\beta$ - ve  $\alpha$ -karyofilen ortak terpen olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, saptanan bu bileşenler dağlarda yabani olarak yetişen kekik ve nane gibi aromatik yem bitkilerinin bünyesinde bulunmaktadır (Papademas ve Robinson, 2002). Çalışmamızda saptanan benzer terpenler, Cheddar (Curioni ve Bosset, 2002) ve Halloumi (Papademas ve Robinson, 2002), Bitto (Panseri ve ark., 2008), Küflü peynirde (Hayaloglu ve ark., 2008) ve Kaşar peynirinde (Avşar ve ark., 2008; Hayaloglu, 2008) de rapor edilmiştir.

#### **4. 2. 2 Asidik Fraksiyon**

Antep peynir örneklerinin asidik fraksiyonunda saptanan uçucu yağ asidi bileşenleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Peynir örneklerinde 4 dallanmış (51, 53, 55 ve 57 nolu bileşenler), 12 düz zincirli (49, 50, 52, 54, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 64 ve 65 nolu

Çizelge 4. 3. Antep peyniri ekstraktlarının asit fazında bulunan uçucu bileşenler ve bağıl miktarları<sup>a, b, c, d</sup>

Bileşenin ismi	CAS#	RT (dak)	RI	Ortalama ± standart hata (µg/kg)			Tanımlama metodu <sup>d</sup>	
				Antep#1	Antep#2	Antep#3		
49	Asetik asit	64-19-7	17,186	1431	869,9±222,9	2671,2±444,9	3471,3±500,4	KS, RI, Std
50	Propanoik asit	79-31-2	20,214	1522	270,2±156,0	115,8±66,8	111,2±18,2	KS, RI, Std.
51	2-metil propanoik asit	79-31-2	20,268	1554	263,4±152,1	433,6±88,4	176,4±19,0	KS, RI
52	Bütanoik asit	107-92-6	21,421	1599	1326,6±256,2	29151,1±1363,7	28052,9±856,9	KS, RI, Std.
53	3-metil bütanoik asit	503-74-2	22,635	1655	866,5±112,9	1416,1±66,6	799,8±42,4	KS, RI
54	Pentanoik asit	109-52-4	24,216	1747	158,6±16,3	279,1±161,3	234,3±246,8	KS, RI
55	4-metil pentanoik asit	646-07-1	25,781	1785	-	34,3±7,0	24,9±14,4	KS, RI
56	Hekzanoik asit	142-62-1	26,573	1846	11428,5±315,9	16779,5±14481,9	13733,7±9155,8	KS, RI
57	4-metil hekzanoik asit	1561-11-1	27,917	1901	20,2±11,6	-	-	KS, RI
58	Heptanoik asit	111-14-8	28,803	1941	296,4±20,2	452,5±46,9	695,0±14,1	KS, RI, Std.
59	Oktanoik asit	124-07-2	30,963	2055	11599,0±356,4	18677,2±799,2	12331,2±10576,4	KS, RI, Std.
60	Nonanoik asit	112-05-0	33,037	2154	119,4±91,2	64,4±111,6	193,3±223,0	KS, RI
61	Dekanoik asit	334-48-5	34,901	2267	8022,6±446,8	7303,8±598,7	10272,3±478,8	KS, RI, Std.
62	Benzoik asit	65-85-0	37,776	2418	186,4±96,4	455,25±313,5	507,3±146,8	KS, RI, Std.
63	Dodekanoik asit	143-07-7	38,944	2464	149,0±86,0	76,2±44,0	70,3±40,6	KS, RI

64	Tetradekanoik asit	544-63-8	43,598	2628	46,1±26,6	-	-	KS, RI
65	Hekzadekanoik asit	57-10-3	56,168	2858	-	-	597,3±344,8	KS, RI

<sup>a</sup> Bağıl miktarlar HP-Innowax kolon kullanılarak elde edilen pik alanlarından hesaplanmıştır.

<sup>b</sup> Değerler iki enjeksiyon ortalamasıdır (ortalama±standart hata).

<sup>c</sup> Bağıl miktar = Bağıl miktar (µg/kg) = (Aroma aktif maddenin alanı/iç standardın alanı) x iç standardın miktarı x hesaplama faktörü

<sup>d</sup> KS: Kütle spektrometresi, RI: Tutunma indeksi, Std: Standard madde.

bileşenler) ve 1 aromatik (62 nolu bileşen) olmak üzere toplam 17 adet serbest yağ asiti saptanmıştır. Bu fraksiyon toplam uçucu bileşenlerin %90-93' nü oluşturmaktadır.

Yağ asitleri birçok peynir çeşidinde dominant uçucu bileşenlerdir. Asitler peynirde direk olarak da aromaya katkıda buldukları gibi, metilketonlar, alkoller, esterler ve laktonlar gibi diğer aromatik bileşenlerinde öncül maddesidirler (McSweeney ve Sousa, 2000).

Bu araştırmada saptanan 4 veya daha fazla karbonlu yağ asitleri genel olarak sütteki trigliseridlerin lipoliz olması sonucu ortaya çıkmaktadır (Urbach, 1993). Lipoliz, genellikle çiğ süt kullanıldığı takdirde sütün kendi lipaz enzimi ve/veya mikrobiyel lipaz enzimi ile meydana gelmektedir. Yapılan araştırmalarda; nonanoik asit keçi peynirinde (Le Quere ve ark., 1996), pentanoik, hekzanoik, dekanoik ve dodekanoik asit Cheddar peynirinde (Curioni ve Bosset, 2002), hekzanoik asit Grana Padano ve Roncal peynirlerinde (Curioni ve Bosset, 2002) temel aroma bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Araştırmada saptanan 2 ve 6 karbonlu yağ asitleri ise genellikle laktozun ve amino asitlerin parçalanması sonucu mikroorganizma faaliyeti ile ortaya çıkmaktadır. Kısa zincirli yağ asitleri ketonların, esterlerin ve aldehitlerin oksidasyonu sonucu da oluşabilmektedir (Brennand ve ark.,1989; Molimard ve Spinnler, 1996).

Dallanmış yağ asitleri koyun ve keçi peynirlerinin karakteristik yağ asitleridir. Bu tip yağ asitleri arasında özellikle 2- ve 3-metilbütanoik asitin (isobutirik ve izovalarik asit) önemli bir yeri bulunmaktadır. Bu yağ asitleri, proteinlerin ileri derecede parçalanması sonucu ortaya çıkmaktadırlar (Curioni ve Bosset, 2002). Bu iki yağ asidinin muhtemelen Ile ve Leu aminoasitlerinden meydana geldiği ileri sürülmektedir (Kuzdzal-Savoie, 1980). Her ikisi de "terimsi" kokuya sahiptir ve olgun peynir aromasına katkıda bulunmaktadır. Olgunlaşma süresi uzun süren peynirlerde 3-metil bütanoik asit ransit, şekerimsi, peynirimsi ve kötü aroma verir (Yvon ve Rijnen, 2001). 4-metilpentanoik asit ve 4-metilhekzanoik asitlerin oluşum mekanizması ile ilgili bir bilgiye rastlanmamıştır. Ancak, bu asitlerin varlığı Guyère, Manchego, Ragusano, (Mallia ve ark., 2005) ve keçi sütünden üretilen İspanyol Garrotxa peynirinde gösterilmiştir (Saldo ve ark., 2003).

Aromatik bir yağ asiti olan benzoik asit ise, laktik asit bakterileri tarafından hippürik asitten oluşturulmaktadır (Sieber ve ark., 1995).

### 4.3. Antep Peynirinin Aroma Profilinin Belirlenmesi

#### 4.3.1. Nötral/bazik Fraksiyon

Antep peynir örneklerinin nötral/bazik fraksiyonuna ait GK-O analizi ve AEDA testi sonuçları Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. Aroma-aktif bileşenlerin belirlenmesinde hassas olfaktometrik yöntemlerden biri olan “Aroma Ekstrakt Dilüsyon Analizi (AEDA)” yöntemi kullanılmıştır. Çizelge incelendiğinde GK-O analizi ile GK-KS ile tespit edilemeyen 8 bileşiğin daha (66, 67, 68, 69, 70, 71, 72 ve 73 nolu bileşikler) varlığı ortaya konmuştur. Bu durum, insan burnunun dedektörlerden daha hassas olması durumundan kaynaklanmaktadır (Reineccius, 1994).

Çizelge 4.4’den, nötral/bazik fazda saptanan 34 bileşenin Antep peynirlerinin aromasına katkıda bulunduğu görülmektedir. Ancak, saptanan bileşenlerin Antep peyniri aromasına etkisi farklılık gösterdiği gibi, bileşenlerin birçoğunun aromaya katkısı da düşük bulunmuştur. Bu farklılıkların, örneklerin farklı yerlerden tesadüfi olarak satın alındığı düşünülürse, süt hayvanının beslenmesinden, çiğ süt kalitesinden, işleme ve olgunlaştırma işlemlerinin farklılıklarından kaynaklanabileceği ileri sürülebilir. Saptanan bileşenlerin bir çoğunun aromaya katkısının düşük olması ise daha önceki bölümlerde de ifade edildiği üzere, her ne kadar çiğ süttten üretilse bile, Antep peynirinin pıhtısının haşlanıyor olmasının, hem sütte bulunan enzim sistemlerini inaktive ettiği hem de sütte bulunan mikroorganizmaları imha etmesi dolayısıyla olgunlaşmayı, diğer bir deyişle aroma oluşumunu engellediği şeklinde speküle edilebilir. Benzer şekilde, peynirlerin yüksek tuz içerikleri de hem enzimatik reaksiyonları hem de mikrobiyolojik aktiviteyi yavaşlattığı bilinmektedir. Nitekim, aynı olgunlaşma derecesine sahip ve aynı teknikler kullanılarak analiz edilmiş Kars Kaşar peynirinde 130’un üzerinde uçucu ve 30’dan fazla aroma aktif bileşen (Avşar ve Karagül-Yüceer, 2009b), Erzincan Tulum peynirinde 100’ün üzerinde uçucu ve 31 adet aroma aktif bileşen (Avşar ve Karagül-Yüceer, 2009c) belirlenmiştir. Ancak, süte ısıtma işlem uygulanan ve starter bakteri kullanılmadan salamurada olgunlaştırılan Ezine peynirlerinde ise 50 civarında uçucu ve 12 adet aroma aktif bileşen (Avşar ve Karagül-Yüceer, 2009a) belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Gaz kromatografisi-olfaktometri tekniği ile Antep peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında saptanan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (retention index, RI) ve aroma ekstrakt dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları

Nr	Bileşik <sup>1</sup>	Koku tanımı <sup>2</sup>	RI <sup>3</sup>			FDF <sup>4</sup>			Tanımlama Metodu <sup>4</sup>
			HP-INNOWAX	HP-5ms		Antep#1	Antep#2	Antep#3	
66	Etilasetat	Ananas	936	-		1	1	-	RI, Aroma
67	Diasetil	Tereyağı	978	608		1	-	9	RI, Aroma
68	İzobütülasetat	meyve, elma, muz	1013	774		1	-	-	RI, Aroma, Std.
1	$\alpha$ -pinen	çam, reçine	1028	937		9	1	9	RI, Aroma, KS, Std.
69	Dimetildisülfid	Kükürt	1069	793		27	1	27	RI, Aroma, Std.
70	Hekzanal	elma, çimen	1080	811		1	3	-	RI, Aroma, Std.
4	<i>p</i> -Ksilen	Plastik	1138	880		-	-	27	RI, Aroma, KS
5	<i>o</i> -Ksilen	Sardunya	1174	-		-	-	1	RI, Aroma, KS
6	Metil hekzanoat	meyve, ferah, şeker	1176	-		-	9	-	RI, Aroma, KS, Std.
8	<i>d</i> -Limonen	limon, portakal	1182	1040		1	-	1	RI, Aroma, KS
71	E-2-hekzenal	yaprak, çimen	1201	-		1	-	-	RI, Aroma, Std.
9	3-Metil-1-bütanol	viski, malt, yanık	1203	735		-	3	3	RI, Aroma, KS
10	Dodekan	Alkan	1223	1186		-	-	1	RI, Aroma, KS
11	Etilhekzanoat	Floral	1230	1004		-	3	1	RI, Aroma, KS, Std.
12	Stiren	balzamik, benzin	1247	892		1	1	3	RI, Aroma, KS
13	Benzosiklobuten	Kimyasal	1257	-		-	-	1	RI, Aroma, KS
14	3-Metilbütül bütirat	Floral	1266	1064		-	-	3	RI, Aroma, KS
15	Asetoin	tereyağ	1298	714		3	1	1	RI, Aroma, KS, Std.
16	Metil oktanoat	Portakal	1386	1127		-	27	-	RI, Aroma, KS, Std.



Çizelge 4.4. (Devam). Gaz kromatografisi-olfaktometri tekniği ile Antep peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında saptanan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (retention index, RI) ve aroma ekstrakt dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları

Nr	Bileşik	Koku tanımı <sup>1</sup>	RI <sup>2</sup>		FDF <sup>3</sup>			Tanımlama Metodu <sup>4</sup>
			HP-INNOWAX	HP-5ms	Antep#1	Antep#2	Antep#3	
17	2-Nonanon	Sabunumsu	1389	1092	9	3	1	RI, Aroma, KS, Std.
19	2,4-Hekzadienal	Çimen	1422	-	-	-	3	RI, Aroma, KS, Std.
20	Etiloktanoat	Meyvemsi	1435	1196	-	9	3	RI, Aroma, KS, Std.
21	İsopentil heksanoat	Meyvemsi	1458	1253	-	-	1	RI, Aroma, KS
22	$\alpha$ -Kopaen	odunsu, baharat	1485	1357	1	3	3	RI, Aroma, KS
25	$\beta$ -Karyofilen	odunsu, baharat	1593	1432	9	1	1	RI, Aroma, KS, Std.
26	Etil dekanoat	Üzümsü	1632	-	1	1	1	RI, Aroma, KS, Std.
27	$\alpha$ -Karyofilen	Odunsu	1673	-	1	-	1	RI, Aroma, Std.
72	$\beta$ -Selenin	Otsu	1706	-	1	-	-	RI, Aroma
28	Karvon	Nane	1731	1242	-	-	1	RI, Aroma, KS
29	Naftalin	Katran	1733	1212	1	-	-	RI, Aroma, KS
32	$\delta$ -Hekzalakton	yağ, meyve	1776	-	1	27	-	RI, Aroma, KS
33	Etildodekanoat	Meyvemsi	1829	1594	-	-	1	RI, Aroma, KS
36	$\delta$ -Oktalakton	Hindistancevizi	1961	-	-	-	1	RI, Aroma, KS
73	3- Metilindol	naftalin, dışkı	2480	-	-	-	1	RI, Aroma

<sup>1</sup> Koku tanımları gaz kromatografisi-olfaktometri koklama portunda yapılmıştır

<sup>2</sup> Alıkonma indeksi değerleri gaz kromatografisi-olfaktometri sonuçlarından hesaplanmıştır.

<sup>3</sup> Flavor dilüsyon faktörü.

<sup>4</sup> RI: Tutunma indeksi, Aroma: Koklama, KS: Kütle spektrometresi, Std: Standard madde.

Yukarıda bahsedilen farklılığa rağmen, bazı bileşenlerin yüksek FDF değerlerine sahip olması ve tesadüfi örneklemeğe rağmen her örnekte tespit edilmesi, Antep peynirinin aromasının oluşmasında bu peynir çeşidine ait bir “aromatik parmak izi” oluşturulmasının mümkün olabileceğini göstermektedir. Örneğin, nötral/bazik faz ile ilgili AEDA sonuçları göz önüne alındığında, birinci derecede Antep peynirinin  $\alpha$ -pinen, dimetildisülfid, stiren, asetoin, 2-nonanon,  $\alpha$ -kopaen, karyofilen ve etil dekaonat bileşenlerinin aroma profilini bir ölçüde karakterize ettiği görülmektedir.

#### 4.3.2. Asidik fraksiyon

Antep peynir örneklerinin asit fraksiyonuna ait GK-O analizi ve AEDA testi sonuçları Çizelge 4. 5’de gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde, GK-KS ile tespit edilen 16 bileşimin 15’i olfaktometre portunda tespit edilmiştir. Ancak, nötral/bazik fraksiyonda da gözleendiği gibi, asidik fraksiyonda saptanan serbest yağ asitlerinin aromaya olan etkileri peynir örneklerinde farklılıklar göstermektedir. Bu durum, daha önce de ifade edildiği gibi, analiz edilen örneklerin tesadüfi olarak seçilmesi, yapım tekniği, olgunlaşma koşulları ve süresi gibi birçok faktörden kaynaklanabilir.

Çizelge 4.5 incelendiğinde, mikroorganizma faaliyetinden kaynaklanan yağ asitlerinden ziyade, lipaz enzimi vasıtasıyla meydana gelen serbest yağ asitleri ortamda dominant durumdadırlar. Yapılan araştırmalar, düz zincirli yağ asitlerinin peynir aromasına katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Le Quere ve ark., 1996).

Kısa ve orta uzunluktaki ve çift karbon sayılı yağ asitleri oldukça düşük algılanma eşliğine sahip olduklarından, peynir aroması açısından daha önemli bir yer tutarlar. Örneğin, asetik asit ve propanoik asitin kendilerine özgü “sirke” kokusu bulunmaktadır. Bütanoik asit, yine “acı tereyağı” kokusu ile karakterize edilmektedir. Ancak, bütanoik asit fermentasyonu sonucu aşırı miktarda üretilmiş bütanoik asit peynirlerde kabul edilemez aroma kusurlarına yol açar (Curioni ve Bosset, 2002).

Ancak, nötral/bazik fraksiyon ile karşılaştırıldığında, peynir aroması üzerine asidik fraksiyonun daha etkili olduğu, dolayısıyla da lipolizin Antep peyniri aromasında önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Benzer durum, geleneksel peynirlerimizden Kars Kaşarı ve Erzincan Tulumun da da gözlenmiştir (Avşar ve Karagül-Yüceer, 2009b; 2009c).

Çizelge 4.5. Gaz kromatografisi-olfaktometri (GK-O) tekniği ile Antep peyniri ekstraktlarının asidik fazında saptanan aroma-aktif bileşenlerin tutunma indeks (retention index, RI) ve aroma ekstrakt dilüsyon analizi (AEDA) sonuçları.

Bileşik	Koku tanımı <sup>1</sup>	RI <sup>2</sup>	FDF <sup>3</sup>			Tanımlama Metodu <sup>4</sup>	
		HP-INNOWAX	Antep#1	Antep#2	Antep#3		
49	asetik asit	Sirke	1464	1	81	243	RI, Aroma, KS, Std.
50	propanoik asit	Ransit	1514	1	27	-	RI, Aroma, KS, Std.
51	2-metil propanoik asit	acı tereyağı	1558	1	-	-	RI, Aroma, KS
52	bütanoik asit	acı tereyağı	1591	1	-	-	RI, Aroma, KS, Std.
53	3-metil bütanoik asit	ter kokusu	1664	27	81	27	RI, Aroma, KS
54	pentanoik asit	ter kokusu	1733	81	1	81	RI, Aroma, KS
55	4-metil pentanoik asit	ter kokusu	1795	1	1	81	RI, Aroma, KS
56	hekzanoik asit	Asit	1827	3	1	81	RI, Aroma, KS
57	4-metil hekzanoik asit	Ahırmsı	1901	1	1	-	RI, Aroma, KS
58	heptanoik asit	Peynirimsi	1945	81	1	3	RI, Aroma, KS, Std.
60	nonanoik asit	Peynirimsi	2140	81	81	1	RI, Aroma, KS, Std.
61	dekanoik asit	Peynirimsi	2253	81	1	81	RI, Aroma, KS
62	benzoik asit	İdrar	2414	81	81	27	RI, Aroma, KS, Std.
63	dodekanoik asit	peynirimsi	2473	81	81	27	RI, Aroma, KS, Std.
64	tetradekanoik asit	peynirimsi	2609	1	1	-	RI, Aroma, KS

<sup>1</sup> Koku tanımları gaz kromatografisi-olfaktometri koklama portunda yapılmıştır,

<sup>2</sup> Alıkonma indeksi değerleri gaz kromatografisi-olfaktometri sonuçlarından hesaplanmıştır,

<sup>3</sup> Flavor dilüsyon faktörü,

<sup>4</sup> RI: Tutunma indeksi, Aroma: Koklama, KS: Kütle spektrometresi, Std: Standard madde.

Ancak, Kars Kaşarı (Avşar ve Karagül-Yüceer, 2009a) ve Erzincan Tulum (Avşar ve Karagül-Yüceer, 2009c) ile karşılaştırıldığında, Antep peynirindeki lipolizin hem miktar olarak hem de aromaya etkisi açısından çok daha düşük düzeyde gerçekleştiği görülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma Gaziantep ilinin geleneksel ürünü olan Antep peynirinin aroma profilinin belirlenmesine çalışılmıştır. Örneklerin seçiminde 9 nokta hedonik skala kullanılmıştır. Panelistler, farklı yaşlarda yöre insanı olup günlük yaşamlarında sıklıkla Antep peyniri tüketenler arasından seçilmiştir. Bu seçimin sebebi, yöre insanı dışındaki kişiler tarafından o ürünün geleneksel niteliklerinin yanlış değerlendirilmesi veya göz ardı edilmesi riskinin olmasıdır. Araştırmada Gaziantep ilinin farklı noktalarından alınan 10 farklı Antep peyniri duyuşal olarak değerlendirilmiş, aralarından en yüksek koku ve tat-aroma değerlerine sahip olan 3 tanesi analiz edilmiştir

Bu araştırmada elde edilen bulguları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür: Antep peyniri örneklerinin nötral/bazik fraksiyonunda 48 adet bileşen, asit fraksiyonunda ise 17 adet bileşen saptanmıştır. Asit fraksiyonu toplam uçucu bileşik miktarının %90-93' nü oluştururken, nötral bazik fraksiyon %7-10'nu oluşturmaktadır. GK/O yöntemi ile Antep peyniri örneklerinin nötral/bazik fraksiyonunda GK-KS yöntemi ile tespit edilmeyen 8 aroma aktif bileşen daha tespit edilmiştir. Örneklerde, 34 tanesi nötral/bazik, 15 tanesi asidik fazda olmak üzere toplam 49 aroma aktif bileşen belirlenmiştir. Örneklerin tesadüfi olarak toplanmasına karşın, GK-KS sonuçları, nötral/bazik fazda 6 bileşenin (asetoin, 2-nonanon,  $\beta$ -karyofilen, etildekanoat,  $\alpha$ -karyofilen ve  $\delta$ -oktalakton); asidik fazda ise 13 bileşenin (asetik, propanoik, 2-metilpropanoik, butanoik, 3-metilbutanoik, pentanoik, hekzanoik, heptanoik, oktanoik, nonanoik, dekanonik, benzoik ve dodekanoik asitler) ortak olduğunu göstermektedir. GK-O sonuçları ise nötral/bazik fazda 8 bileşiğin ( $\alpha$ -pinen, dimetildisülfid, stiren, asetoin, 2-nonanon,  $\alpha$ -kopaen,  $\beta$ -karyofilen ve etildekanoat ), asidik fazda ise 10 asitin (asetik, 3-metilbutanoik, pentanoik, hekzanoik, heptanoik, oktanoik, nonanoik, decanonik, benzoik ve dodekanoik asitler) Antep peyniri aromasına ortak katkıda buldukları tespit edilmiştir.

Antep peynirinin, diğere bazı geleneksel peynirler ile (Erzincan Tulum, Kars Kaşarı, Küflü peynir gibi) uçucu ve aroma aktif bileşenler açısından değerlendirildiğinde çok zengin ve aromatik olduğu söylenemez. Sonuçlar bu peynirde aroma aktif maddelerin terpenler gibi süt hayvanının yeşil ot ile beslenmesinden

kaynaklanan, sınırlı mikroorganizma ve biyokimyasal reaksiyonlardan ve yine sınırlı düzeyde gerçekleşen lipolizden kaynaklandığını göstermektedir.

Bu durumun, peynirin üretim ve muhafaza yöntemi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Antep peynirinde, çiğ süt kullanılsa bile, peynir üretimi takiben yapılan haşlama işleminin ve daha sonra muhafaza esnasında kullanılan salamuranın tuz konsantrasyonunun yüksekliği nedeni ile, peynirdeki başka mikroorganizma faaliyeti olmak üzere diğer kimyasal ve biyokimyasal olayların durduğu veya yavaşladığı kuvvetle ileri sürülebilir.

Ülkemizde 100'ün üzerinde geleneksel süt ürünü bulunmaktadır. Bu ürünlerin çok az bir kısmı ülke genelinde ticari başarı sağlamış, büyük bir kısmı ise yerel olarak üretilip tüketilmektedir. Geleneksel ürünlerin değişen sosyoekonomik ortamlarda yok olma riski olduğu gibi, sahip çıkıldığı taktirde, yörenin kalkınmasında da rol oynayabilecek potansiyelleri bulunmaktadır. Antep peyniri, ulusal çapta talep görmeye başladığından, endüstriyel ölçekte üretilmeye ve dağıtılmaya başlanmış bir peynir çeşididir.

Antep peynirinin aroması üzerinde daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Süt hayvanının beslenmesinden başlayarak, peynir üretiminin her aşamasının Antep peyniri aroması üzerindeki etkilerinin belirlenmesine, böylece, tüketici açısından tercih edilebilirliği yüksek, geleneksel lezzetinden uzaklaşmayan peynir üretilmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır. Yapılan bu çalışma ile bu boşluk kısmen doldurulmaya çalışılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Acree, T.E. ve Barnard, J., 1984. The analysis of odor-active volatiles in gas chromatographic effluents (P. Schreier, Editör). In: **Analysis of volatiles methods and applications** (pp. 251–267). London: Schreier.
- Acree, T.E., Barnard, J., Cunningham, D.G., 1984. A procedure for the sensory analysis of gas chromatographic effluents. **Food Chemistry**, 14 (4): 273–286.
- Adda, J., Gripon, J.C., Vassal, L., 1982. The chemistry of flavour and texture generation in Cheese. **Food Chemistry**, 9 (2): 115–129.
- Alewjin, M., Smit, B.A., Sliwinski, E. L., Wouters, J.T.M., 2007. The formation mechanism of lactones in Gouda cheese. **International Dairy Journal**, 17 (1): 59-66.
- Altun, M. ve Orak, H., 2002. Kaşar peynirinin uçucu aroma bileşikleri. **XVI. Ulusal Kimya Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı**, 10-13 Eylül 2002, s.459, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Anonymous, 2007. <http://www.flavornet.com>.
- Ardö, Y., 2006. Flavour formation by aminoacid catabolism. **Biotechnology Advances**, 24 (2): 238-242.
- Attaie, R., 2009. Quantification of volatile compounds in goat milk Jack cheese using static headspace gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, 92 (6): 2435–2443.
- Attaie, R., Richter, R.L., 1995. Formation of volatile free fatty acids during ripening of Cheddar-like hard goat cheese. **Journal of Dairy Science**, 79 (5): 717-724.
- Avşar, Y.K., Karagül-Yüceer, Y., Drake, M. ,A., Singh, T.K., Yoon, Y., Cadwallader, K., 2004. Characterization of nutty flavor in cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, 87 (7): 1999-2010.
- Avşar, Y.K., Karagül-Yüceer, Y., 2009a. Ezine peynirinin aroma profilinin belirlenmesi. **Pamukkale Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu**, 21-23 Mayıs, s. 13, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Avşar, Y.K., Karagül-Yüceer, Y., 2009b. Kars Kaşarının aroma profilinin belirlenmesi. **Geleneksel Gıdalar Sempozyumu**, 27-29 Mayıs 2009, s.172, YüzüncüYıl Üniversitesi, Van.
- Avşar, Y.K., Karagül-Yüceer, Y., 2009c. Erzincan Tulum peynirinin aroma profilinin belirlenmesi. **6.Gıda Mühendisliği Kongresi**, 06-08 Kasım 2009, Kemer, Antalya.
- Avşar, Y.K., Karagül-Yüceer, Y.K., Akdemir-Evrendilek, G., Eştürk, O., 2008. **Ekonomik Öneme Sahip Geleneksel Bazı Peynirlerin (Erzincan Tulum, Kars Kaşar, İzmir Tulum ve Ezine Beyaz peynir) Aroma Profillerinin Belirlenmesi**. TUBİTAK KARIYER 104-0-530 Nolu proje raporu, TUBİTAK, Ankara.
- Badings, H.T., Neeter, R., 1980. Recent advances in the study of aroma compounds of milk and dairy products. **Netherlands Milk Dairy Journal**, 34 (1): 9–30.
- Barbieri, G., Bolzoni, L., Careri, M., Mangia, A., Paroları, G., Spagnoli, S., Virgili, R., 1994. Study of the volatile fraction of Parmesan cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 42 (5): 1170-1176.
- Bintsis, T. and Robinson, R.K., 2004. A study of the adjunct cultures on the aroma compounds of Feta-type cheese. **Food Chemistry**, 88 (3): 435-441.

- Boscaini, E., Ruth, S., Biasioli, F., Gasperi, F., Mark, T.D., 2003. Gas chromatography–olfactometry (GC-O) and proton transfer reaction–mass spectrometry (PTR-MS) analysis of the flavor profile of Grana Padano, Parmigiano Reggiano, and Grana Trentino Cheeses. **Food Chemistry**, 51 (7): 1782-1790.
- Bosset, J.O., Gauch, R., 1993. Off-flavour in the rind of Swiss Emmental cheese due to volatile compounds from the epoxy resin coated surface in a cheese ripening cellar. **Forschungsanstalt fuer Milchwirtschaft**, Liebefeld Switzerland.
- Bosset, J. O., Liardon R., 1985. The aroma composition of Swiss Gruyère. III. Relative changes in the content of alkaline and neutral components during ripening. **Lebensm Wiss u Technology**, 18 (3): 178–185.
- Brennand, C.P., Ha, J.K., Lindsay, R.C., 1989. Aroma properties and thresholds of some branched-chain and other minor volatile fatty acids occurring in milk fat and meat lipids. **Journal of Sensory Studies**, 4 (2): 105-120.
- Buguad, C., Buchin, S., Coulon, J.B., Hauwuy, A., Dupont, D., 2001a. Influence of the nature of alpine pastures on plasmin activity, fatty acid and volatile compound composition of milk. **Le Lait**, 81 (3): 401-414.
- Buguad, C., Buchin, S., Coulon, J.B., Hauwuy, A., 2001b. Relationships between flavour and chemical composition of Abondance cheese derived from different types of pastures. **Le Lait**, 81 (4): 757-773.
- Buttery, R.G., 1981. Vegetable and fruit flavors. (Eds: Teranishi, R., Flath, A., Sugisawa, H.), **In Flavor Research**, 175-215.
- Cabonell, M., Nunuz, M., Fernandez-Garcia, E., 2002. Evolution of the volatile components of ewe raw milk La Serena cheese during ripening. **Le Lait**, 82 (6): 683–698.
- Çağlar, A., Türkoğlu, H., Ceylan, Z. G., Dayısoylu, K. S., 1998. Sıkma peynirinin yapılışı ve bileşimi. **V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu**, 274-281, 21-22 Mayıs, Tekirdağ.
- Carpino, S., Scahdt, I., La Terra, S., Belvedere, G., Rapisarda, T., Licitra, G., 2000. Characterization of Sicilian Pecorino cheese by area of production. **Journal of Dairy Science**, 86: 512-513.
- Carunchia-Whetstine, M.E., Karagül-Yüceer, Y., Avsar, Y.K., Drake, M.A., 2003. Identification and quantification of aroma components in fresh Chevre-style goat cheese. **Journal of Food Science**, 68 (8): 2441-2447.
- Collins, Y.F., McSweeney, P.L.H., Wilkinson, M. G., 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. **International Dairy Journal**, 13 (11): 841-866.
- Cornu, A., Rabiau, N., Kondjoyan, N., Verdier-Metz, I., Pradel, P., Tournayre, P., Berdague, J.L., Martin, B., 2009. Odour-active compound profiles in Cantal-type cheese: Effect of cow diet, milk pasteurization and cheese ripening. **International Dairy Journal**, 19 (10): 588–594.
- Curioni, P.M.G., Bosset, J.O., 2002. Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. **International Dairy Journal**, 12 (12): 959-984.
- Çıtak, S., Yücel, N., ve Orhan, S., 2004. Antibiotic resistance and incidence of Enterococcus species in Turkish white cheese. **International Journal of Dairy Technology**, 57 (1): 27-31.



- Dağdemir, E., Çelik, S., 2003. The effects of some starter cultures on the properties of Turkish white cheese. **International Journal of Dairy Technology**, 56 (4): 215-218.
- Dahl, S., Tavaría, F.K., Malcata, X.F., 2000. Relationships between flavour and microbiological profiles in Sera de Estrela cheese throughout ripening. **International Dairy Journal**, 10 (4): 255-262.
- Deibler, K.D., Acree, T.E., Lavin, E.H., J., 1999. Solid phase microextraction application in gas chromatography/olfactometry dilution analysis, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 47 (4): 1616–1618.
- El-Mageed, M., 1997. Volatile compounds of Domiati cheese made from buffalo's milk with different fat content. **Grasas y Aceites**, 48 (6): 391-396.
- Engels, W.J .M., Dekker, R., De Jong, C., Neeter, R., Visser, S. 1997. A comparative study of volatile compounds in the water– soluble fraction of various types of ripened cheese. **International Dairy Journal**, 7 (4): 255–263.
- Erdoğan, A., Gürses, M., Sert, S.C., 2003. Isolation of moulds capable of producing mycotoxins from blue moldy Tulum cheeses produced in Turkey. **International Journal of Food Microbiology**, 85 (1-2): 83-85.
- Eriksen, S., 1975. Flavor of milk and milk products. The role of lactones. **Milchwissenschaft**, 31: 549-552.
- Ertekin, B., Okur, Ö. D., Güzel-Seydim, Z., 2008. Peynirde aminoasit katabolizması ve lezzet bileşenlerinin oluşumu. **Gıda**, 34 (1): 43-50.
- Frank, D.C., Owen, C.M., Patterson, J., 2004. Solid phase microextraction (SPME) combined with gas-chromatography and olfactometry-mass spectrometry for characterization of cheese aroma compounds. **Lebensm-Wiss u-Technology**, 37 (2): 139-154.
- Frank, D., O'riordan, P., Zabarás, D., Varelis, P., 2006. Cheddar cheese volatile profiling using dynamic headspace and gas chromatography-mass spectrometry olfactometry. **Australian Journal of Dairy Technology**, 61 (2): 105-107.
- Friedrich, J.E., Acree, T.E., 1998. Gas chromatography olfactometry (GC/O) of dairy products. **International Dairy Journal**, 8 (3): 235–241.
- Fox, P.F., Wallace, J.M., 1997. Formation of flavour compounds. **Advanced Applied Microbiology**, 45 (1): 17-85.
- Fox, P.F., Law, J., McSweeney, P.L.H., Wallece, J., 1993. Biochemistry of cheese ripening. (P.F. Fox, Editör). In **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**, Chapman and Hall, 1: 389-438, London.
- Gallois, A., Langlois, D., 1990. New results in the volatile odorous compounds of French cheeses. **Le Lait**, 70 (2): 89-106.
- Gatfield, I.L., 1988. Production of Flavor and Aroma Compounds by Biotechnology. **Food Technology**, 42 (10): 110-121.
- Guinee, T. P., Fox, P. F., 1993. Salt in Cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects. (P.F. Fox, Editör). In **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**, Chapman and Hall, 1: 257-302, London.
- Güler, Z., ve Uraz, T., 2004. Correlations in flavour and chemical parameters of Kasar cheese. **Milchwissenschaft**, 59(3/4): 149-154.
- Güleryüz, S., 2009. **Carra peynirinin aroma profilinin belirlenmesi**. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.

- Gürsoy, O., Seçkin, A. K., Kınık, Ö., ve Metin, M., 2003. Conjugated linoleic acid (CLA) content of most popular Turkish hard and soft cheese. **Milchwissenschaft**, 58 (11-12): 622-623.
- Gürsoy, O., 2005. **Bazı probiyotik bakterilerin destek kültür olarak beyaz peynir üretiminde kullanımı**. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Grosch, W., 1994. Determination of potent odourants in food by aroma extract dilution analysis (AEDA) and calculation of odour activity values (OAVs). **Flavour and Fragrance Journal**, 9 (4): 147-158.
- Giuseppe, Z., Manuela, G., Marta, B., Vincenzo, G., 2005. Application of artificial neural network on mono- and sesquiterpenes compounds determined by headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry for the Piedmont ricotta cheese traceability. **Journal of Chromatography A**, 1071 (1-2): 247-253.
- Hayaloğlu, A.A., Güven, M., Fox, P.F., 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese 'Beyaz Peynir'. **International Dairy Journal**, 12 (8): 635-648.
- Hayaloğlu, A.A., Çakmakçı, S., Berchany, E.Y., Deegan, K.C., Mcsweeney, P.L.H., 2007. Microbiology, biochemistry and volatile composition of Tulum cheese ripened in goat's skin or plastic bags. **Journal of Dairy Science**, 90 (3): 1102-1121.
- Hayaloğlu, A.A., Berchany, E.Y., Deegan, K.C., Mcsweeney, P.L.H., 2008. Characterization of the chemistry, biochemistry and volatile profile of Kuflu cheese, a mould-ripened variety. **LWT-Food Science and Technology**, 41 (7): 1323-1334.
- Hayaloğlu, A.A., 2009. Volatile composition and proteolysis in traditionally produced mature Kashar cheese. **International Journal of Food Science and Technology**, 44 (7): 1388-1394.
- Horne, J., Caprino, S., Tuminello, L., Corallo, L., Licitra, G., 2005. Differences in volatiles, and chemical, microbial and sensory characteristics between artisanal and industrial Piacentinu Enese cheeses. **International Dairy Journal**, 15 (6-9): 605-617.
- Izco, J.M., Torre, P., 1999. Characterisation of volatile flavour compounds in Roncal cheese extracted by the 'purge and trap' method and analysed by GC-MS. **Food Chemistry**, 70(3): 409-417.
- Jollivet, N., Bézenger, M.C., Vayssier, Y., Belin J.M., 1992. Production of volatile compounds in liquid cultures by six strains of coryneform bacteria. **Applied Microbiology and Biotechnology**, 36 (6): 790-794.
- Karahadian, C., Lindsay, R.C., 1987. Integrated roles of lactate, ammonia, and calcium in texture development of mold surface-ripening cheese. **Journal of Dairy Science**, 70 (5): 909-918.
- Karagül-Yüceer, Y., Cadwallader, K.R., Drake, M.A., 2002. Volatile flavor compounds of stored nonfat dry milk. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 50 (2): 305-312.
- Karagül-Yüceer, Y., Cadwallader, K.R., Drake, M.A., 2003. Aroma-active components of liquid Cheddar whey. **Journal of Food Science**, 68 (4): 1215-1219.
- Karagül-Yüceer, Y., İsleten, M., Uysal-Pala, C., 2007. Sensory characteristics of Ezine cheese. **Journal of Sensory Studies**, 22 (1): 49-65.

- Karagül-Yüceer, Y., İşleten, M., Mendes, M., 2008. Ezine peyniri I. aroma karakterizasyonu. **Journal of Food Science**, 34 (6): 373-380.
- Karagül-Yüceer, Y., Tuncel, Güneşer, O., Engin, B., İşleten, B., Yasar, K., Mendes, M., 2009. Characterization of aroma-active compounds, sensory properties, and proteolysis in ezine cheese. **Journal of Dairy Science**, 92 (9): 4146-4157.
- Kaya, S., 2002. Effect of salt on hardness and whiteness of Gaziantep cheese during short-term birining. **Journal of Food Engineering**, 52 (2): 155-159.
- Kaya, S. ve Öner, M.D., 1995. Water activity and moisture sorption isotherms of Gaziantep cheese. **Journal of Quality**, 19 (2): 121-132.
- Kaya, S., Kaya, A., Öner, M.D., 1999. The effect of salt concentration on rancidity in Gaziantep cheese. **Journal of the Science Food and Agriculture**, 79 (2): 213-219.
- Kahyaoğlu, T. ve Kaya, S., 2003. Effects of head treatment and fat reduction on the rheological and functional properties of Gaziantep cheese. **International Dairy Journal**, 13 (11): 867-875.
- Kaypak, D., Avşar, Y.K., 2007. **Hatay ilinde geleneksel olarak üretilen tuzlu yoğurtların aroma profillerinin tentatif olarak belirlenmesi**. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, 42 s, Hatay.
- Keeney, P.G. and Patton, S., 1956. The coconut-like flavour defect of milk fat I. isolation of the flavor compound from butter oil and its identification as delta decalactone. **Journal of Dairy Science**, 39 (8): 1104-1114.
- Kerscher, R. and Grosch, W., 1997. Comparative evaluation of potent odorants of boiled beef by aroma extract dilution and concentration analysis. **European Food Research and Technology**, 204 (1): 3-6.
- Koçak, C., Avşar, Y.K., Gürsel, A., Semiz, A., 1995. Effects of lipase enzyme (Palatase A 750L) on the ripening of Tulum Cheese. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 19: 171-173.
- Kondyli, E., Katsiari, M.C., Massouras, T., Voutsinas, L.P, 2002. Free fatty acids and volatile compound of low fat Feta-type cheese made with a commercial adjunct culture. **Food Chemistry**, 79 (2): 199-205.
- Kubickova, J., Grosch, W., 1997. Evaluation of potent odorants of Camambert cheese by dilution and concentration techniques. **International Dairy Journal**, 7 (1): 65-70.
- Kuplulu, O., Sarımehmetoğlu, B., Çelik, T.H., 2004. Determination of the enterotoxigenity of coagulase positive staphylococci isolated from cheese by ELISA. **Milchwissenschaft**, 59 (1-2): 17-19.
- Kuzdzal-Savoie, S., 1980. Determination of free fatty acids in milk and milk products. **International Dairy Federation, Annual Bulletin**, 118: 53-66.
- Langler, J.E. , Libbey, L.M., Day, E.A., 1967, Identification and evaluation of selected compounds in Swiss cheese flavor. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 15 (3): 386-391.
- Larsen, T.O., 1998. Volatile flavour production by *Penicillium caseifulvum*, **International Dairy Journal**, 8(10): 883-887.
- Lawlor, J.B., Delahunty, C.M., Wilkinson, M.G., Sheehan, J., 2002 Relationships between the gross, non-volatile and volatile compositions and the sensory attributes of eight hard-type cheeses. **International Dairy Journal**, 12 (6): 493-509.

- Lecanau, L., Ducruet, V., Gratadoux, J.J., Feigenbaum, A., 2002. Optimization of headspace solid-phase microextraction (SPME) for the odor analysis of surface-ripened cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 50 (13): 3810-3817.
- Leclercq, P.M.N., Corrieu, G., Spinnler, H.E., 2004. Comparison of volatile compounds produced in model cheese medium deacidified by *Debaryomyces hansenii* or *K. marxianus*. **Journal of Dairy Science**, 87 (5): 1545-1550.
- Le Quere, J.L., Pierre, A., Riaublanc, A., Demaizieres, D., 1998. Characterization of aroma compounds in the volatile fraction of soft goat cheese during ripening. **Le Lait**, 78 (3): 279-290.
- Le Quere, J.L., Septier, C., Demazières, D., Salles, C., 1996. Identification and sensory evaluation of the character-impact compounds of goat cheese flavour. **Flavour Science**, 325-330.
- Liardon, R., Bosset, J.O., Blanc, B., 1982. The aroma composition of Swiss Gruyere cheese. I. The alkaline volatile components. **Lebensm-Wiss u-Technology**, 15, 143-147.
- Liu, S.Q., Holland, R., Crow, V. L., 2004. Esters and their biosynthesis in fermented Dairy products: a review, **International Dairy Journal**, 14 (11): 923-945.
- Maarse, H., 1991. Volatile compounds in foods and beverages. New York, NY, USA: Marcel Dekker.
- Mallia, S., Fernandez-Garcia, E., Bosset, O.J., 2004. Comparison of purge and trap and solid phase microextraction techniques for studying the volatile aroma compounds of three European PDO hard cheeses. **International Dairy Journal**, 15 (6-9): 741-758.
- Mariaca, R., Bosset, J.O., 1997. Instrumental analysis of volatile (flavour) compounds in milk and dairy products. **Le Lait**, 77 (1): 13-40.
- Mariaca, R.G., Fernandez-Garcia, E., Mohedano, A.F., Nufiez, M., 2001. Volatile fraction of ewe's milk semi-hard cheese manufactured with and without the addition of a Cysteine Proteinase. **Food Science and Technology**, 7(2): 131-139.
- Massouras, T., Papa, E.C., Mallatou, H., 2006. Headspace analysis of volatile flavour compounds of Teleme cheese made from sheep and goat milk. **International Journal of Dairy Technology**, 59 (4): 250-256.
- Mcdaniel, M.R., Miranda-Lopez, R., Watson, B.T., Michaels, N.J., Libbey, L.M., 1990. Pinot noir aroma: a sensory/gas chromatography approach. in G. Charalambous (Ed.), **Flavors and Off-flavors** (pp. 23-26). Amsterdam: Elsevier Science.
- Mcsweeney, P.L.H. and Sousa, M.J., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: A Review. **Le Lait**, 80 (3): 293-324.
- Meilgaard, M., Civille G.V., Carr, B.T., 1999. **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press, New York., s. 387.
- Milo, C., Reineccius, G.A., 1997. Identification and quantification of potent odorants in regular-fat and low-fat mild cheddar cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 45 (9): 3590-3594.
- Miranda-Lopez, R., Libbey, L.M., Watson, B.T., Mcdaniel, M.R., 1992. Odor analysis of Pinot Noir wines from grapes of different maturities by a gas chromatography-olfactometry technique (Osme). **Journal of Food Science**, 57 (4): 985-1090.

- Moio, L., Dekimpe, J., Etievant, P. X., Addeo, F., 1993a. Volatile flavour compounds of water buffalo Mozzarella cheese. **Italian Journal of Food Science**, 5: 57–68.
- Moio, L., Langlois, D., Etievant, P.X., Addeo, F., 1993b. Powerful odorants in water buffalo and bovine Mozzarella cheese by use of extract dilution sniffing analysis. **Italian Journal of Food Science**, 5 (3): 227–237.
- Moio, L., Piombino, P., Addeo, F., 2000. Odour-impact compounds in Gorgonzola cheese. **Journal of Dairy Research**, 67 (10): 273–285
- Molimard, P., Spinnler, H.E., 1996. Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: A Review Origin. **Journal of Dairy Science**, 79 (2): 169–184.
- Mulet, A., Escriche, I., Rossello, C., Tarroza, J., 1999. Changes in the volatile fraction during ripening of Mahón cheese. **Food Chemistry**, 65 (2): 219-225.
- Neta, E.R.D., Miracle, R.E., Sanders, T.H., Drake, M.A. 2008. Characterization of alkylmethoxypyrazines contributing to earthy/bell pepper flavor in Farmstead Cheddar cheese. **Journal of Food Science**, 73 (9): 632-638.
- O'riordan, P.J., Delahunty, C.M., 2001. Comparison of volatile compounds released during the consumption of Cheddar cheese with compounds extracted by vacuum distillation using gas chromatography-olfactometry. **Flavour and Fragrance Journal**, 16 (6): 425-434.
- Ortigosa, M., Torre, P., Izco, J.M., 2001. Effect of pasteurization of ewe's milk and use of a native starter culture on the volatile components and sensory characteristic of Roncal cheese. **Journal of Dairy Science**, 84 (6): 1320–1330.
- Öner, Z., Şimşek, B., Sağdıç, I., 2003. Determination of some properties of Turkish Tulum Cheeses. **Milchwissenschaft**, 58 (3-4): 152-154.
- Panseri, S., Giani, I., Mentasti, T., Bellagamba, F., Caprino, F., Moretti, V. M., 2008. Determination of flavour compounds in a mountain cheese by headspace sorptive extraction-thermal desorption-capillary gas chromatography-mass spectrometry. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, 41 (2): 185-193.
- Papademas, P., Robinson, R.K., 2002. Some volatile plant compounds in Halloumi cheeses made from ovine or bovine milk. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, 35 (6): 512–516.
- Parliament, T.H., McGorin, R.J., 2000. **Flavour Chemistry**, American Chemical Society: Washington, D.C.
- Pollien, P., Ott, A., Montigon, F., Baumgartner, M., Munoz-Box, R., Chaintreau, A., 1997. Hyphenated headspace-gas chromatography sniffing technique: Screening of impact odorants and quantitative aromagram comparisons. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 45 (7): 2630–2637.
- Poveda, J.M., Sánchez-Palomo, E., Pérez-Coello, M.S., Cabezas, L., 2008. Volatile composition, olfactometry profile and sensory evaluation of semi-hard Spanish goat cheeses. **Dairy Science Technology**, 88 (3): 355-367.
- Piombino, P., Pessina, R., Genovese, A., Lisanti, M. T., 2008. Sensory profiling, volatiles and odor-active compounds of Canestrato Pugliese PDO cheese made from raw and pasteurized ewes' milk. **Italian Journal of Food Science**, 20 (2) : 225-237.
- Preininger, M., W., Grosch., 1997. Evaluation of key odorants of the neutral volatiles of Emmentaler cheese by the calculation of odour activity values. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, 27 (3): 237–244.
- Robinson, R.K. 1995. **A Colour Guide to Cheese and Fermented Milks**. R.K. Robinson (Baş editör), Chapman & Hall, London.

- Rychlik, M., Bossset, J.O., 2001. Flavour and off-flavour compounds of Swiss Gruyère cheese. Evaluation of potent odorants. **International Dairy Journal**, 11 (11-12): 895-901.
- Rychlik, M., Bossset, J.O., (2001b). Flavour and off-flavour compounds of Swiss Gruyère cheese. Identification of key odorants by quantitative instrumental and sensory studies. **International Dairy Journal**, 11 (11-12): 903-901.
- Qian, M., Reineccius, G., 2002. Identification of aroma compounds in Parmigiano-Reggiano cheese by gas chromatography/olfactometry. **Journal of Dairy Science**, 85 (6) : 1362-1369.
- Qian, M., Reineccius, G., 2002. Potent aroma compounds in Parmigiano Reggiano cheese studied using a dynamic headspace (purge-trap) method. **Flavour and Fragrance Journal**, 18 (3) :252-259.
- Pinho, O., Peres, C., Ferreira, O., 2003. Solid-phase microextraction of volatile compounds in "Terrincho" ewe cheese: comparison of different fibers. **Journal of Chromatography A**, 1011 (1-2): 1-9.
- Sable, S., Cottenceau, G., 1999. Current knowledge of soft cheeses flavor and related compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 47 (12): 4825-4836.
- Saldo, J., Fernández, A., Sendra, E., Peter, B., Tauscher, B., Guamis, B., 2003. High pressure treatment decelerates the lipolysis in caprine cheese. **Food Research International**, 36 (9-10): 1061-1068.
- Sen, A., Laskawy, G., Schierberle, P., Grosch, W., 1991. Quantitative determination of (E)- $\beta$ -damascenone in foods using stable isotope dilution assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 39 (4): 757-759.
- Seiber, R., Buetikofer, U., Bossset, J. O., 1995. Review. Benzoic acid as a natural compound in cultured dairy products and cheese. **International Dairy Journal**, 5 (3): 227-246.
- Suriyaphan, O., Drake, M.A., Cadwallader, K.R., 1999. Identification of volatile off-flavors in reduced-fat cheddar cheeses containing lecithin. **Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft And Technologie**, 32 (5): 250-254.
- Suriyaphan, O., Drake, M.A., Chen, X.Q., Cadwallader, K.R., 2001. Characteristic aroma components of British Farmhouse Cheddar cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49 (3): 1382-1387.
- Şengül, M., ve Çakmakçı, S., 2003. Characterization of natural isolates of lactic acid bacteria from Erzincan (Şavak) Tulum cheese. **Milchwissenschaft**, 58 (9-10): 510-513.
- Tekinşen, K., 2000. Maraş Peyniri ve Benzer Peynirler. <http://www.kentmaras.com>.
- Thierry, A., Maillard, M.B., 2002. Production of cheese flavour compounds derived from amino acid catabolism by *Propionibacterium freudenreichii*, **Le Lait**, 82 (1): 17-32.
- Urbach, G., 1993. Relations between cheese flavour and chemical composition. **International Dairy Journal**, 3 (4-6): 389-422.
- Urbach, G., 1995. Contribution of lactic acid bacteria to flavour compound formation in dairy products. **International Dairy Journal**, 5 (8): 877-903.
- Urbach, G., 1997a. The chemical and biochemical basis of cheese and milk aroma (pp:253-298). In: B.A. Law (Ed.), **Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk**, Blackie Academic and Professional, London, UK.

- Urbach, G., 1997b. The flavour of milk and dairy products: II. Cheese: contribution of volatile compounds. **International Journal of Dairy Technology**, 50 (3): 79-88.
- Ullrich, F., Grosch, W. 1987. Identification of the most intense volatile flavour compounds formed during autoxidation of linoleic acid. **Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung**, 184 (4): 277-282.
- Ünsal, A., 1997. Süt Uyuyunca. (P. Özer, Editör). Türkiye Peynirleri. **Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık Ticaret ve Sanayi**. 1: 158-161, İstanbul.
- Van Den Dool, H., Kratz, P.D., 1963. A generalization of the retention index system including linear programmed gas liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, 11: 463-471.
- Van Leuven, I., Van Caelenberg, T., Dirinck, P., 2008. Aroma characterisation of Gouda-type cheeses. **International Dairy Journal**, 18 (8): 790-800.
- Van Ruth, S.M., 2001. Methods for gas chromatography-olfactometry: a review. **Biomolecular Engineering**, 17 (4-5): 121-128.
- Viallon, C., Martin, B., Verdier-Metz, I., 2000. Transfer of monoterpenes and sesquiterpenes from forages into milk fat. **Le Lait**, 80 (6): 635-641.
- Vitova, E., Loupancova, B., Zemanova, J., Stoudkova, H., Brezina P., Babak, L., 2006. Solid phase microextraction for analysis is of mould cheese aroma. **Czech Journal of Food Sciences**, 24 (6): 268-274.
- Vitova, E., Loupancova, B., Stoudkova, H., Zemanova, J., 2007. Application of SPME-GC method for analysis of the aroma of white surface mould cheeses. **Journal of Food and Nutrition Research**, 46 (2): 84-90.
- Whetstone, M.E.C., Cadwallader, K. R., Drake, M.A. 2005. Characterization of aroma compounds responsible for the rosy/floral flavor in Cheddar cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 53 (8), 3126-3132.
- Weimer, B., Seefeldt, K., Benjamin, D., 1999. Sulfur metabolism in bacteria associated with cheese. [Antonie van Leeuwenhoek](#), 76 (1-4): 247-261.
- Welsh, F.W., Murray, W.D., William, R.E., 1989. Microbiological and enzymatic in production of flavour and fragrance chemicals. **Critical Reviews Biotechnology**, 9 (2): 105-169.
- Yvon, M., Rijnen, L., 2001. Cheese flavor formation by amino acid catabolism. **International Dairy Journal**, 11 (4-7): 185-201.
- Yüzbaşı, N., Sezgin, E., Yıldırım, M., ve Yıldırım, Z., 2003. Survey of lead, cadmium, iron, copper, zinc in Kasar cheese. **Food Additives and Contaminants**, 20 (5):464-469.

**TEŞEKKÜR**

Tez konumun belirlenmesinde, araştırmalarım ve tezimin yazımı süresince yol gösteren ve desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Yahya Kemal AVŞAR'a, jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren sayın hocalarım Doç. Dr. Serkan SELLİ ve Doç. Dr. Zehra GÜLER tüm öğrenim hayatım boyunca maddî, manevî büyük fedakarlıklar yaparak benim bu noktaya gelmemi sağlayan tüm aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



## ÖZGEÇMİŞ

13.01.1985 tarihinde Gaziantep'te doğdum. İlköğrenimimi Kenan Evren İlköğretim okulunda ve orta öğrenimimi Tekerekoğlu Anadolu Lisesinde Gaziantep'de tamamladım. 2003 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandım ve 2007 yılında mezun oldum. 2005 yılında Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme bölümünü kazandım ve halen 4.sınıfta okumaktayım. 2008 yılı Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimime başladım ve halen devam etmekteyim. 3 yıldır yemek sektöründe sorumlu müdür olarak hizmet vermekteyim.