ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

BEYAZ PEYNİRDE AROMA PROFİLİNİN KARAKTERİZASYONU

Fatma SEZEN DEMİRCİ

SÜT TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2012

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

BEYAZ PEYNİRDE AROMA PROFİLİNİN KARAKTERİZASYONU

Fatma SEZEN DEMİRCİ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Celalettin KOÇAK

Bu tezin amacı ülkemizde yaygın olarak tüketilen inek, koyun ve keçi peynirlerinin aroma profillerinin belirlenmesidir. Bu amaçla aroma açısından yoğun örneklerin seçilebilmesi için önce panelist grup tarafından duyusal analiz yapılmıştır. Sonra peynir örneklerindeki uçucu bileşikler direk solvent ekstraksiyonu ve yüksek vakum distilasyonu teknikleri kullanılarak izole edilmiş ve gaz kromatoğrafisi-kütle spektrometresi ile belirlenmiştir. Ayrıca gaz kromatoğrafi-olfaktometre kullanılarak aroma-aktif bileşikler tespit edilmiştir. Aroma ekstraksiyon dilüsyon tekniği ile de anahtar aroma bileşikleri belirlenmiştir. Gaz kromatoğrafisi-kütle spektrometresi analizleri sonucu inek beyaz peynirinde nötral/bazik fazda; 6 ester, 7 keton, 5 aldehit, 16 alkol; asidik fazda 9 tane asidik bileşik olmak üzere toplam 43 tane bileşik belirlenmiştir, koyun peynirinde nötral bazik fazda; 6 ester, 7 keton, 2 aldehit, 13 alkol, 3 terpen; asidik fazda ise 9 tane asidik bileşik olmak üzere toplam 40 tane bileşik belirlenmiştir, keçi peynirinde ise nötral bazik fazda; 8 ester, 6 keton, 4 aldehit, 14 alkol, 11 terpen, 3 lakton, 2 sülfürlü bileşik, 1 tane de muhtelif bileşik; asidik fazda ise 11 tane asidik bileşik olmak üzere 60 tane bileşik belirlenmiştir. Bu örneklerin gaz kromatoğrafisi-olfaktometri analizi sonucu ise inek beyaz peynirinde nötral/bazik fazda 11, asidik fazda 3, koyun peynirinde nötral/bazik fazda 11, asidik fazda 3, keçi peynirinde ise nötral/bazik fazda 11, asidik fazda 5 tane aroma aktif madde belirlenmiştir. Bu örneklerin aroma ekstraksiyon dilüsyon tekniği kullanılarak yapılan analiz sonucu ise inek beyaz peynirinde karakter aroma maddeleri olarak etil bütanoat, etil hekzanoat, etil dekanoat, 3-hidroksi-2-bütanon ile asetik asit, bütirik asit ve hekzanoik asit; koyun peynirinde etil hekzanoat, etil asetat, 3-hidroksi-2-bütanon, 2-bütanol, 2-nonanon ile asetik asit, bütirik asit ve hekzanoik asit ve keçi peynirinde ise metil bütanoat, 3-hidroksi-2-bütanon,δ-dodekalakton, δ-nonalakton, α-pinen, γ-terpinen, kamfen ile asetik asit, bütirik asit ve hekzanoik asit, nonanoik asit, oktanoik asit bileşikleri karakter aroma maddeleri olarak belirlenmiştir.

Mayıs 2012, 114 sayfa

Anahtar Kelimeler: Beyaz peynir, aroma profili

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

CHARACTERIZATION OF AROMA PROFILE OF WHITE CHEESE

Fatma SEZEN DEMİRCİ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Dairy Technology Department

Supervisor: Prof. Dr. Celalettin KOÇAK

The purpose of this thesis is to determine aroma profile of cow milk, sheep and goat cheese that are commonly consumed in our country. Firstly sensory analyses was held by the panelist group to choose extensive aromatic samples. Then, volatile compounds in cheeses were extracted and isolated by using direct solvent extraction and high vacuum distillation techniques and determined by using gas chromatograpy-mass spectrometer. Aroma-active compounds were determined by using gas chromatography olfactometer. Key aroma compounds were determined by using aroma extraction dilution technique. Then, in cow's milk cheeses total 43 compounds were determined consisting of 6 esterases, 7 ketones, 5 aldehydes, 16 alcohols in nötral-basic phases and 14 acidic compounds in acidic phases. In sheep cheeses total 40 compounds were determined consisting of 6 esterases, 7 ketones, 2 aldehydes, 13 alcohols, 3 terpenes in nötral-basic phases and 9 acidic compounds in acidic phases. In goat cheeses total 60 compounds were determined consisting of 8 esterases, 6 ketones, 4 aldehydes, 14 alcohols, 11 terpenes, 3 lactones, 2 sulphur containing compounds, 1 miscellanous compounds in nötral-basic phases and 11 acidic compounds in acidic phases. After gas chromatography-olfactometer analyses of this samples, 11 aroma-active compouds were determined in nötral-basic phases and 3 compounds in acidic phases in cow's milk cheeses, 11 aroma-active compounds were determined in nötral-basic phases and 3 compounds in acidic phases in sheep cheeses, 11 aroma-active compounds were determined in nötral-basic phases and 5 compounds in acidic phases in goat cheeses. Aroma extraction dilution analysis resulted in cow's milk cheeses "3-hydroxy-2-butanone, ethyl butanoate, ethyl hexanoate, ethyl decanoate and acetic acid, butyric acid, hexanoic acid" were key compounds because of their high dilution factor. In sheep cheeses, "ethyl hexanoate, ethyl acetate, 2-butanol, 2-nonanone and acetic acid, butyric acid, hexanoic acid were key compounds. In goat cheeses, methyl butanoate, 3-hydroxy-2-butanone, δ-dodecalactone, δ-nonalactone, α-pinene, γ-terpinene, camphene and acetic acid, butyric acid, hexanoic acid, nonanoic acid, octanoic acid were key compunds.

May 2012, 114 pages

Key Words: White cheese, aroma profile

TEŞEKKÜR

Çalışmamda bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım bana araştırma olanağı sağlayan danışman hocam Prof. Dr. Celalettin KOÇAK'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü), uzakta olmasına rağmen çalışmamın başından sonuna desteklerini ve bilgilerini benden hiç esirgemeyen tez izleme komitesi üyelerinden hocam Doç. Dr. Yahya Kemal AVŞAR'a (Mustafa Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü) ve hocam Prof. Dr. Asuman GÜRSEL KIRAL'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü), her zaman bilgilerine başvurduğum hocam Doç. Dr. Yonca KARAGÜL YÜCEER'e (Çanakkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü), bilgilerini ve desteklerini benden hiç esirgemeyen hocam Yrd. Doç. Dr. Ebru ŞENEL'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü), değerli yönlendirmelerinden faydalandığım hocam Doç. Dr. Ali TOPCU (Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü), bölümdeki laboratuar çalışmalarım esnasında yoğun günlerde benden yardımlarını hiç esirgemeyen laborant arkadaşımız Seval MUNGAN'a, Arş. Gör. H. Ceren AKAL'a ve Yüksek Lisans öğrencisi arkadaşımız Yasin SEZER'e ve tez çalışmam süresince destekleri ve anlayışları ile yanımda olmalarından mutluluk duyduğum eşim Yrd. Doç. Dr. Nedret DEMİRCİ (Kırıkkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi) ve bana uğur getirdiğine inandığım minik bebeğimiz Ahmet DEMİRCİ ve sevgili anne, baba ve kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatma SEZEN DEMİRCİ

Ankara, Mayıs 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET……..……...i
ABSTRACT…….. ….ii
TEŞEKKÜR…….....iii
ŞEKİLLER DİZİNİ ……...vi
ÇİZELGELER DİZİNİ……... vii
1. GİRİŞ…….....1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETİ…….5
2.1 Tepe Boşluğu Analizleri.....11
2.1.1 Statik tepe boşluğu analizi.....11
2.1.2 Dinamik tepe boşluğu analizi.....11
2.2 Distilasyon ve Ekstraksiyon Metotları.....12
2.3 Katı Faz Mikroekstraksiyon Metodu (SPME).....12
3. MATERYAL VE YÖNTEM……..……20
3.1 Materyal……...20
3.2 Yöntem……..…20
3.2.1 Örneklerin toplanması ve analize hazırlanması.....20
3.2.2 Peynir örneklerine uygulanacak analizler.....21
3.2.2.1 Kimyasal analizler.....21
3.2.2.1.1 Toplam kurumadde içerikleri.....21
3.2.2.1.2 Yağ içeriği.....21
3.2.2.1.3 Tuz içeriği.....21
3.2.2.1.4 Toplam protein içeriği.....21
3.2.2.1.5 Toplam azot içeriği.....21
3.2.2.1.6 Suda çözünen azot içeriği.....21
3.2.2.1.7 pH değeri.....21
3.2.2.1.8 Titrasyon asitliği.....22
3.2.2.1.9 Olgunlaşma indeksi.....22
3.2.2.2 Duyusal değerlendirme.....22
3.2.2.3 Aroma ve aroma-aktif bileşenlerin belirlenmesi.....23
3.2.2.3.1 Örnek hazırlama.....23
3.2.2.3.2 Gaz kromatoğrafisi/kütle spektrometresi-olfaktometri analizleri……..……26
3.2.2.3.3 Aroma-aktif maddelerin belirlenmesi.....28
3.2.2.3.4 Aroma aktif maddelerin miktarının belirlenmesi.....28
3.2.2.4 İstatistiksel analizler.....29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI……..…...30
4.1 İnek Beyaz Peynir Örneklerine İlişkin Özellikler.....30
4.1.1 İnek Beyaz peynirlerinin bazı kimyasal özellikleri.....30
4.1.2 İnek Beyaz peynirlerinin duyusal değerlendirmesi.....31
4.1.3 İnek Beyaz peynirlerinin aroma-aktif bileşenlerine dair sonuçlar 31
4.1.3.1 Uçucu aroma bileşikleri.....31
4.1.3.2 İnek Beyaz peynirlerinde belirlenen aroma-aktif bileşenler.....36
4.2 Koyun Beyaz Peyniri Örneklerine İlişkin Özellikler.....39
4.2.1 Koyun Beyaz peynirlerinin bazı kimyasal özellikleri.....39

4.2.2 Koyun Beyaz peynirlerinin duyusal değerlendirmesi.....40
4.2.3 Koyun Beyaz peynirlerinin aroma-aktif bileşenlerine dair sonuçlar 41
4.2.3.1 Uçucu aroma bileşikleri.....41
4.2.3.2 Koyun Beyaz peynirlerinde belirlenen aroma-aktif bileşenler.....45
4.3 Keçi Beyaz Peyniri Örneklerine İlişkin Özellikler.....47
4.3.1 Keçi Beyaz peynirlerinin bazı kimyasal özellikleri.....47
4.3.2 Keçi Beyaz peynirlerinin duyusal değerlendirmesi.....48
4.3.3 Keçi Beyaz peynirlerinin aroma-aktif bileşenlerine dair sonuçlar.....49
4.3.3.1 Uçucu aroma bileşikleri.....49
4.3.3.2 Keçi Beyaz peynirlerinde belirlenen aroma-aktif bileşenler.....56
4.3.4 İnek, koyun ve keçi peynirlerinin bileşikler bazında karşılaştırılması…….....59
4.3.5 Referans kimyasal bileşiklerin alıkonma indeksleri……..69

5. SONUÇLAR…….....73
KAYNAKLAR…….....77
EKLER…….....88
EK 1 İnek peyniri 1.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı……....89
EK 2 İnek peyniri 2.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı……90
EK 3 İnek peyniri 3.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı……91
EK 4 İnek peyniri 4.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı……....92
EK 5 İnek peyniri 1.tekerrür asidik faz kromatogramı……...93
EK 6 İnek peyniri 2.tekerrür asidik faz kromatogramı……...94
EK 7 İnek peyniri 3.tekerrür asidik faz kromatogramı…….....95
EK 8 İnek peyniri 4.tekerrür asidik faz kromatogramı…….....96
EK 9 Koyun peyniri 1.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı……97
EK 10 Koyun peyniri 2.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı……..……...98
EK 11 Koyun peyniri 3.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı…….....99
EK 12 Koyun peyniri 4.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı…….....100
EK 13 Koyun peyniri 1.tekerrür asidik faz kromatogramı……..……101
EK 14 Koyun peyniri 2.tekerrür asidik faz kromatogramı……...102
EK 15 Koyun peyniri 3.tekerrür asidik faz kromatogramı……...103
EK 16 Koyun peyniri 4.tekerrür asidik faz kromatogramı……..……104
EK 17 Keçi peyniri 1.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı……....105
EK 18 Keçi peyniri 2.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı……106
EK 19 Keçi peyniri 3.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı……107
EK 20 Keçi peyniri 4.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı……..……..108
EK 21 Keçi peyniri 1.tekerrür asidik faz kromatogramı……..……109
EK 22 Keçi peyniri 2.tekerrür asidik faz kromatogramı……..……110
EK 23 Keçi peyniri 3.tekerrür asidik faz kromatogramı……..……111
EK 24 Keçi peyniri 4.tekerrür asidik faz kromatogramı……..……112
ÖZGEÇMİŞ…….……113

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Süt ürünlerinde aroma oluşumu.....2

Şekil 21 Lipitlerden aroma maddelerinin oluşumu.....5

Şekil 2.2 Peynir olgunlaşması esnasında amino asitlerin mikrobiyolojik katabolizması.....6

Şekil 2.3 Laktoz ve sitrat metabolizması.....7

Şekil 3.1 Yüksek vakum transfer düzeneği.....25

Şekil 3.2 Gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresi olfaktometre ünitesi.....27

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Örneklerin kabulünde kullanılan kategorik hedonik skala.....20
Çizelge 3.2 Duyusal değerlendirme cetveli.....23
Çizelge 4.1 İnek Beyaz peynirlerine ait kimyasal değerler.....30
Çizelge 4.2 İnek Beyaz peynirlerine ait duyusal değerlendirme sonuçları.....31
Çizelge 4.3 İnek Beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri……..……...…32
Çizelge 4.4 İnek Beyaz peynirlerinin asidik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri…….....35
Çizelge 4.5 GC-O tekniği ile peynir ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları.....37
Çizelge 4.6 GC-O tekniği ile peynir ekstraktlarının asidik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları……..…38
Çizelge 4.7 Koyun Beyaz peynirlerine ait kimyasal değerler.....40
Çizelge 4.8 Koyun Beyaz peynirlerine ait duyusal değerlendirme sonuçları……..41
Çizelge 4.9 Koyun Beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri……...……42
Çizelge 4.10 Koyun Beyaz peynirlerinin asidik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri…….....44
Çizelge 4.11 GC-O tekniği ile koyun peynir ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları……..……..45
Çizelge 4.12 GC-O tekniği ile koyun peynir ekstraktlarının asidik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları.....46
Çizelge 4.13 Keçi beyaz peynirlerine ait kimyasal değerler.....48
Çizelge 4.14 Keçi beyaz peynirlerine ait duyusal değerlendirme sonuçları……....49
Çizelge 4.15 Keçi beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri……...……...……50
Çizelge 4.16 Keçi beyaz peynirlerinin asidik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri…….....54

Çizelge 4.17 GC-O tekniği ile keçi peynir ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları……...…….57
Çizelge 4.18 GC-O tekniği ile keçi peynir ekstraktlarının asidik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları……...….58
Çizelge 4.19 İnek, koyun ve keçi peynirlerinin nötral-bazik fazdaki aroma profilleri…….59
Çizelge 4.20 İnek, koyun ve keçi peynirlerinin asidik fazdaki aroma profilleri……67
Çizelge 4.21 Nötral bazik fazdaki referans bileşiklerin alıkonma indeksi değerleri…..69
Çizelge 4.22 Asidik fazdaki referans bileşiklerin alıkonma indeksi değerleri…...……72

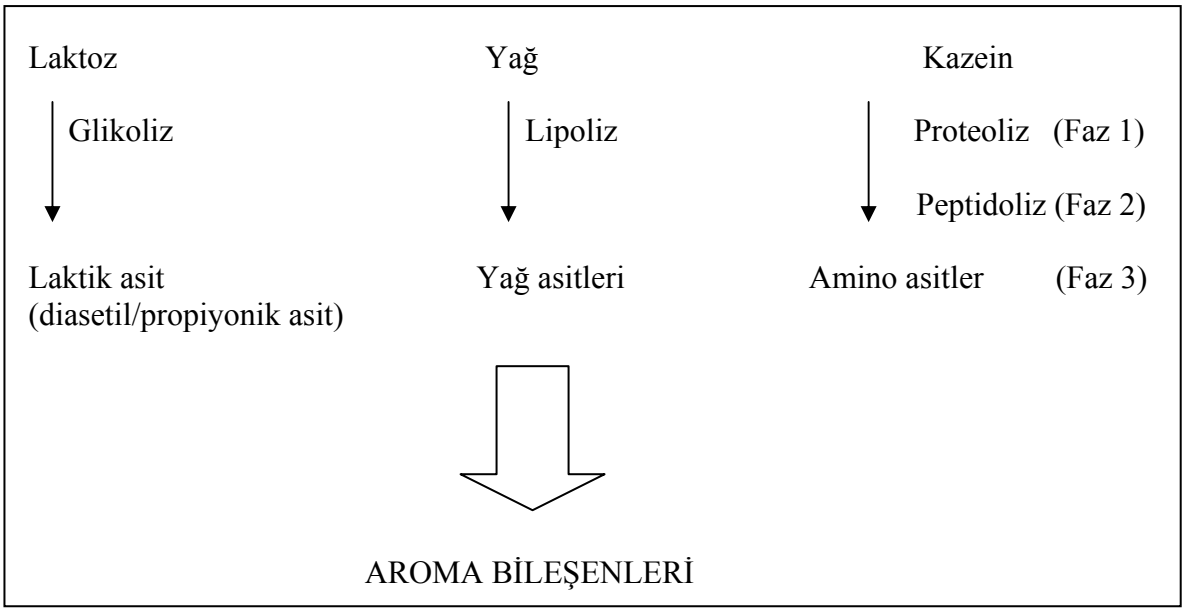
1. GİRİŞ

Peynir; yağlı süt, krema, kısmen ya da tamamen yağı alınmış süt, yayıkaltı veya bunların birkaçının veya tümünün karışımının peynir mayası denilen uygun proteolitik enzimlerle ve/veya zararsız organik asitlerle pıhtılaştırıldıktan sonra, peyniraltı suyunun ayrılması, pıhtının şekillendirilmesi ve tuzlanmasıyla elde edilen taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen bir süt ürünüdür (Üçüncü 2004). Peynir, dünyanın hemen hemen her yerinde değişik tür sütlerden esas olarak da inek, koyun, keçi ve manda sütleri veya bunların karışımlarından yapılan bir süt ürünüdür. Bunların yanında, peynir yapımında, krema, peyniraltı suyu, yayıkaltı, rekombine ve rekonstitüe sütler veya bunların kendi aralarındaki karışımları da kullanılabilmektedir (Aydemir ve Koçak 2007: Koçak 2010). Dünyada üretilen peynirlerin büyük bölümü (yaklaşık %75'i) sütün peynir mayasıyla pıhtılaştırılması sonucunda elde edilen ve kendilerine özgü tat, aroma ve yapı gibi özellikleri kazanabilmeleri için olgunlaştırılan peynirlerdir (Koçak 2010). Bu nedenle olgunlaştırılan peynirler besleyici yönü yanında aroma yönünden de zengin süt ürünleridir. Peynirler genel olarak protein, yağ, mineral maddeler, vitaminler gibi önemli besin ögelerini konsantre olarak içermektedirler (Belitz vd. 2004).

Gıdaların kalitesinin tüketiciler tarafından belirlenmesinde duyusal analizler önemli yer tutmaktadır. Gıda kalitesi "tüketicinin tercihinde rol oynayan, her biri ayrı ayrı ölçülüp kontrol edilebilen, söz konusu gıda ünitesini diğerlerinden ayırt etmeye yarayan karakteristiklerin bileşimi" olarak tanımlanmaktadır (Altuğ ve Elmacı 2005). Bu tanımdan hareketle gıda kalitesi; tat ve aroma bileşenleri içeriği, tekstür ve diğer duyusal etmenler gibi bir çok faktörden etkilenen kompleks bir olgu olarak ifade edilebilmektedir. Bu faktörlerden gıdaların tat ve aromaları tüketici için anahtar niteliktedir ve bu anlamda değerlendirmede önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda peynir, olgunlaşma sonunda kazandığı duyusal özellikleriyle önem taşımaktadır (Drake 2007). Fermente süt ürünlerinde aroma, süt bileşenlerinden mikroorganizmaların enzimatik aktiviteleri ile oluşmaktadır. Örneğin; peynirde temel olarak çok çeşitli aroma maddeleri tanımlanmış ve bu aroma maddelerinin çoğunun oluşum mekanizmasının temelinde kazein degradasyonu olayının yattığı belirlenmiştir (Şekil 1.1). Lipoliz gibi diğer bir enzimatik proses ise, Camembert ve Roquefort gibi olgunlaşmasında küflerin

rol aldığı peynirlerde en dikkat çekici aşamadır. Bunlar yanında, laktoz fermentasyonu ise, propiyonik asit gibi aroma maddelerinin oluşumuna neden olabilmektedir (Smit vd. 2000).

Peynir olgunlaşması esnasında, aroma oluşumu ve gelişimi için esas teşkil eden "lipoliz ve glikoliz" reaksiyonları dışında gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlardan en önemlisi "proteoliz" olayıdır. Proteoliz esnasında gerçekleşen kazein parçalanması aroma gelişimi için ön şarttır. Proteoliz; peptitler ve serbest amino asitlerde artışa neden olmaktadır. Peptitler direkt olarak acılık ile ilişkilendirildiği halde serbest amino asitler temel peynir aromasına katkıda bulunmaktadırlar. Proteoliz ve peptidoliz olayları arasında kurulan iyi bir dengenin peynirde istenmeyen acı tadı engellediği ifade edilmiştir. Proteoliz olayı temel olarak peynir tekstürü ve fonksiyonelliğindeki değişimlerden sorumludur ve "amino asitlerin ve küçük peptitlerin" oluşumu yolu ile temel aromaya önemli katkıda bulunmaktadır. Amino asitlerin katabolizması sonucu, peynir aromasına önemli katkıda bulunan; "aminler, asitler, karboniller, amonyum ve sülfür bileşikleri" gibi hoş, çeşnili ve aromalı bir çok bileşik oluşmaktadır (Fox 2002).



Şekil 1.1 Süt ürünlerinde aroma oluşumu (Peynir) (Smit vd. 2000)
Peynir olgunlaşması esnasında glikoliz, lipoliz ve proteoliz ile peptidoliz olayları sırasıyla faz 1 ve faz 2 olarak tanımlanmıştır. Peynirin esas aromasına neden olan amino asitlere, yağ asitlerine vb dönüşümler ise faz 3 olarak adlandırılmıştır

Şekil 1.1'de bahsedilen peynir olgunlaşması sırasında gerçekleşen ve peynir aromasında önemli rol oynayan birçok bileşiğin oluştuğu biyokimyasal reaksiyonlardan en temel olanları laktoz, lipitler ve proteinlerde meydana gelen parçalanmalardır (Forde ve Fitzgerald 2000: Sienkiewicz ve Yetişemiyen 2009).

Peynir aromasının oluşumunda bu üç metabolik olay temeldir. Bu metabolik olayların gerçekleşmesinde ise "laktoz, lipitler ve proteinler" gibi üç temel süt bileşeni önemli rol oynamaktadır (Marilley ve Casey 2004). Bu metabolik olayların aktivatörleri; sütün yapısında bulunan doğal enzimler, pıhtılaştırıcı enzimler ve peynir yapımı ve olgunlaştırılmasında kullanılan mikroorganizmalardan kaynaklanan enzimlerdir (Sousa vd. 2001, Wilkinson ve Kilcawley 2005). Mikroorganizma ve enzimler peynir matriksinde süt karbonhidratı (laktoz), sitrat, protein ve lipitleri aroma bileşiklerine çevirirler. Laktik asit bakterileri burada önemli anahtar mekanizmaların oluşmasında rol oynamaktadır (Kranenburg vd. 2002: Meijer vd. 2004). Bu mekanizmalar:

1- Proteinlerin peptitler ve serbest amino asitlere hidrolizi
2- Serbest amino asitlerin katabolizması
3- Lipitlerin serbest yağ asitlerine parçalanması ve serbest yağ asitlerinin esterlere dönüşümü'dür (Steele ve Broadbent 2004).

Burada en son maddede bahsedilen esterleşme peynir aromasına katkısı çok önemlidir (Holland 2004). Bu metabolik olaylar sonucu oluşan başlıca bileşikler; yağ asitleri, ketonlar, alkoller, laktonlar, esterler, aldehitler, sülfür bileşikleri, aminler ve pirazinlerdir (Surburg ve Panten 2006). Bu bileşiklerin önemli kısmının varlığı, yokluğu, konsantrasyon ve oranları belirli tip peynirlerin karakteristiğini oluşturmaktadır (Le Quéré ve Molimard 2002).

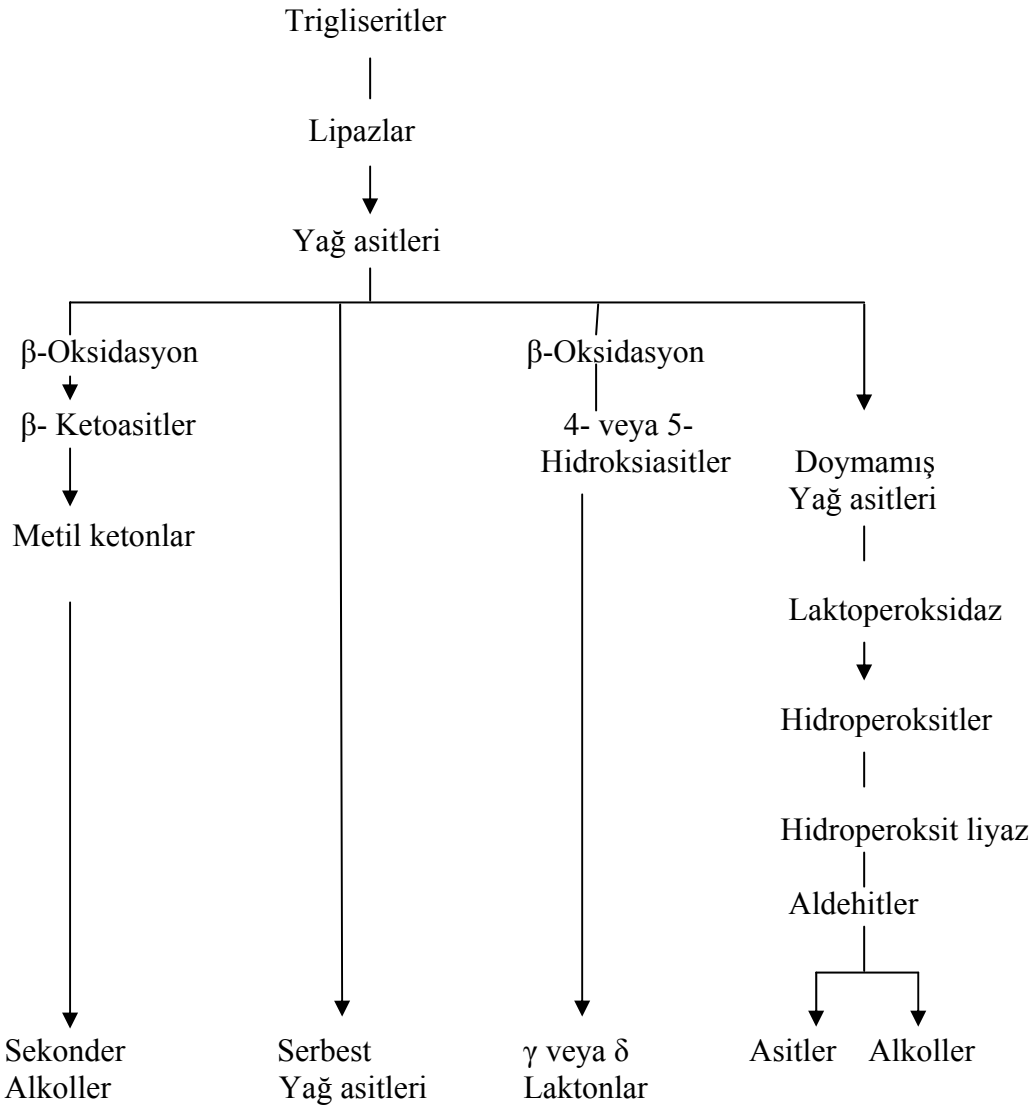
Yukarıda bahsedilen metabolik yollar ile peynirlerde çok çeşitli uçucu bileşikler oluşmaktadır. Uzun yıllara dayanan aroma kimyası çalışmaları sonucu, gıdaların aromalarından sorumlu uçucu bileşiklerin araştırılmasına yönelik enstrümantel yöntem ve çalışmalar kaydedilmiştir. Çeşitli süt ürünlerinde uçucu aroma bileşenleri büyük ilgi toplamıştır. Özellikle de peynir aroması konusunda pek çok ülkede pek çok araştırmacı

geleneksel ve yaygın olarak tüketilen peynirlerin aroma profillerini çıkartmaya çalışmışlardır. Aroma, peynir gibi kompleks gıda matrikslerinde yer alan uçucu veya uçucu olmayan bileşikler gibi değişik kimyasal ve fizikokimyasal bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda uçucu olmayan bileşikler sadece ürünün tadını etkilerken uçucu bileşikler hem tadını hem de aromasını etkilemektedirler. Alkoller, aldehitler, esterler, dikarboniller, kısa ve orta zincirli serbest yağ asitleri, metil ketonlar, laktonlar, fenolik bileşikler ve sülfür bileşikleri peynir aromasına önemli etkisi olan başlıca aroma bileşikleridir (Longo ve Sanromán 2006). Peynirlerde aroma profili çalışmaları sonucu 600'den fazla uçucu bileşik literatüre geçmiştir. Fakat bunlardan sadece küçük bir kısmı gerçekten peynir aromasından sorumludur (Curioni ve Bosset 2002). Bu noktada aroma-aktif maddeler bulunarak peynirin karakteristik aroma maddeleri saptanmakta ve o peynire özgü aroma profili çıkartılmış olmaktadır. Böylece yöresel ve yaygın olarak tüketilen peynirlerin karakteristiği yani coğrafik işaretleme çalışmaları için gerekli veriler elde edilmiş olmaktadır. Bu konu günümüzde tüketicilerin kaynağını bildiği güvenilir ürünler tüketme isteği doğrultusunda önem kazanmıştır (Luykx ve van Ruth 2008). Türkiye'de de bu yönde çalışmalar artarak devam etmektedir (Avşar vd. 2003: Yüceer 2006).

Bizim yaptığımız bu tez çalışmasında ise, ülkemizde piyasada bulunan ve yaygın olarak tüketilen inek, koyun ve keçi Beyaz peynirlerinden duyusal analizlerle belirlenen ve en çok beğenilen Beyaz peynir örneklerinin aroma profilleri belirlenerek ülkemizdeki Beyaz peynir üretiminin değerlendirilmesi yapılmıştır. Günümüzde ürünü tanımlayıcı terminoloji çalışmaları önem kazanmıştır (Drake ve Civille 2002: Drake 2004: Delahunty ve Drake 2004). Bu nedenle araştırma peynirin duyusal değerlendirme çalışmalarında terminolojide bulunan eksikliklerin giderilmesine katkı sağlayacağı düşüncesiyle gerçekleştirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

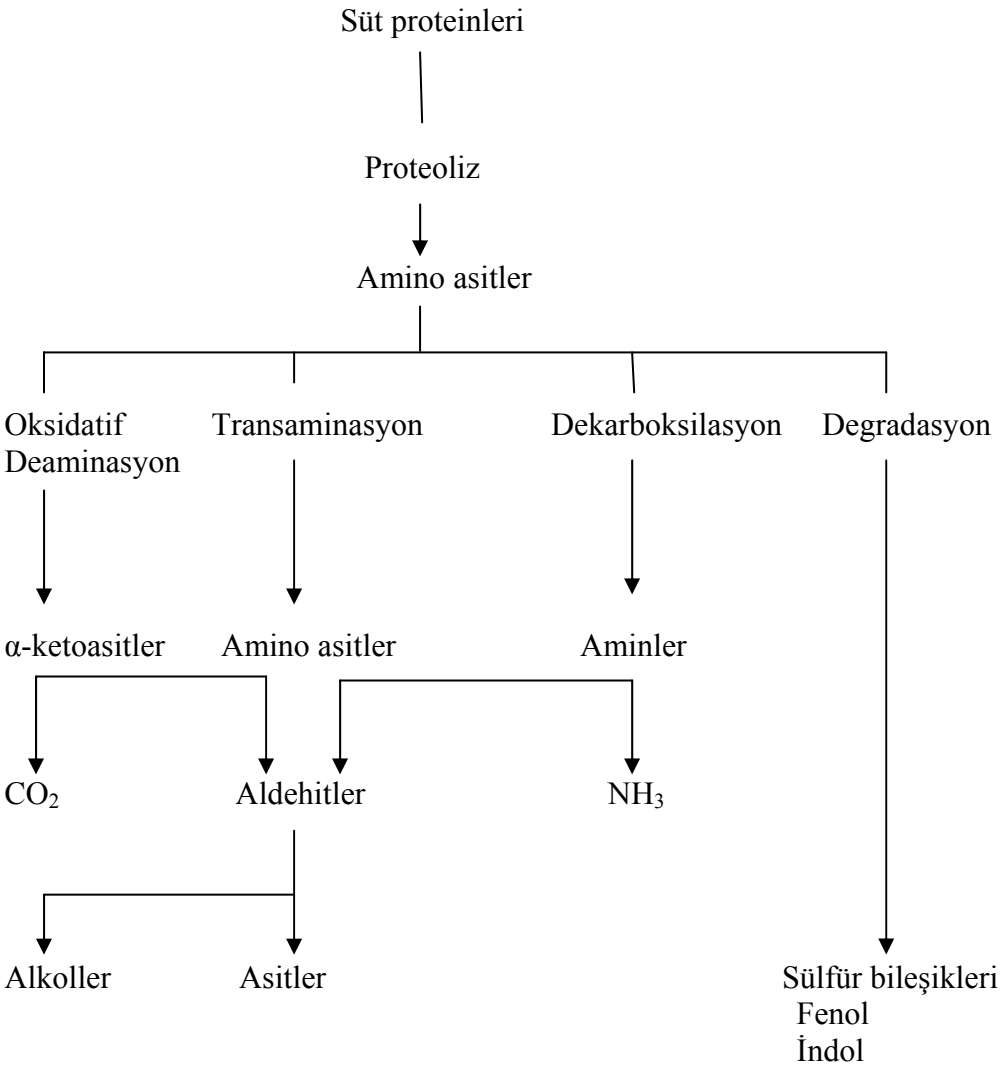
Peynir aromasının oluşumunda önemli rol oynayan temel metabolik olaylar şekil 2.1-2-3'de görüldüğü gibi şematize edilebilmektedir.



Şekil 2.1 Lipitlerden aroma maddelerinin oluşumu (Le Quéré ve Molimard 2002)

Süt trigliseritlerinin lipolizi çok sayıda kısa ve orta zincirli yağ asidinin oluşumuna neden olmaktadır. Kısa zincirli yağ asitleri önemli aroma bileşikleridir. Tüm süt ürünlerinde tat ve aromaya katkısından dolayı istenmektedir, yalnızca lipoliz belli bir değerin üzerinde olduğunda acılığa neden olduğu için istenmemektedir. Serbest yağ

asitleri, istenen aromanın oluşabilmesi için diğer aroma maddeleri ile karşılıklı denge oluşturmalıdır. Serbest yağ asitleri aroma oluşumu için gerekli enzimatik reaksiyonların önemli bileşikleridirler. β-oksidasyon ve dekarboksilasyon sonucu "metil ketonlar ve sekonder alkoller" ve hidroksi yağ asitlerinin esterifikasyonu sonucu da "laktonlar" oluşmaktadır. Yağ asitleri esterleri oluşturmak için alkol grupları ile reaksiyona girmektedir. Peynirlerdeki bütirik asit konsantrasyonunun lipazların hidrolitik aktivitesi sonucu oluştuğu belirtilmektedir (Marilley ve Casey 2004).

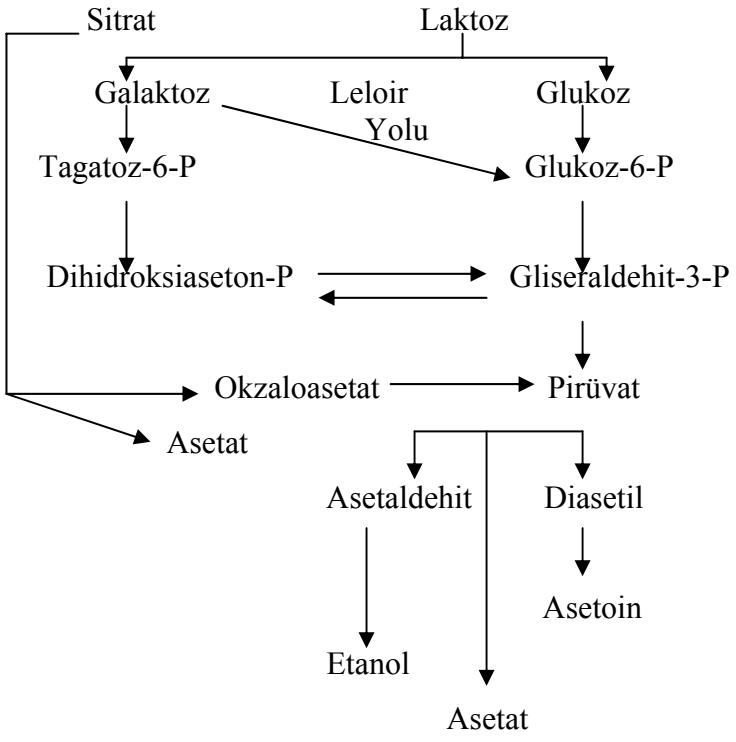


Şekil 2.2 Peynir olgunlaşması esnasında amino asitlerin mikrobiyolojik katabolizması (Le Quéré ve Molimard 2002)

Proteoliz olayı peptitler ve aminoasitlerin salınımı ile peynir aromasına katkıda bulunmaktadır (Ardö 2006). Aminoasitler; transaminasyon, dehidrojenasyon,

dekarboksilasyon ve redüksiyon olayları vasıtası ile "fenilasetikasit, fenetanol, p-krezol, metantiyol, dimetildisülfit, 3-metil bütirat, 3-metil bütanal, 3-metil bütanol, 3-metil-2-bütanon, 2-metil propiyonat, 2-metil-1-propanal, 2-metil bütirat ve 2-metil bütanal" gibi geniş aralıkta bileşenin oluşumuna neden olan bileşiklerdir.

Proteoliz olayı temel olarak tat aromaya katkısı yanında peynir matriksinde tekstürel değişimlere de katkıda bulunmaktadır. Burada protein ağının parçalanmasından dolayı su tutma kapasitesi artmaktadır. Bu durum ise karboksil ve amino grupların açığa çıkmasından kaynaklanmaktadır ve ortamda pH'da yükselmektedir, bu olay çiğneme esnasında lezzet bileşenlerinin serbest kalmasını kolaylaştırmaktadır. Tüm bu olaylar serisi direkt olarak peynir aromasını ve istenmeyen aroma (acılık vb.) gelişimini etkilemektedir (Smit vd. 1997). Aroma gelişimi; birincil olarak peptitler ve serbest amino asitlerin oluşumu ve amino asitlerin açığa çıkması, ikincil olarak da transaminasyon, deaminasyon, dekarboksilasyon, desülfürasyon, aromatik amino asitlerin katabolizması ve amino asitlerin diğer bileşikler ile reaksiyona girmesi ile oluşmaktadır (Sousa vd. 2001, Kieronczyk vd. 2001).



Şekil 2.3 Laktoz ve sitrat metabolizması (Marilley ve Casey 2004)

Laktoz starter kültürler ile glukoz ve galaktoza metabolize olmaktadır. Sonrasında ise glukoz glikoliz olayı ve Emden-Meyerhof yolu ile pirüvata okside olmaktadır. Pirüvat ise; diasetil, asetoin, asetat, asetaldehit ve etanol gibi kısa zincirli aroma bileşenlerinin oluşumu için başlatıcı etkendir. Termofilik starter bakteriler sitrat-negatif olmasına rağmen, sitrat, asetolaktat, diasetil ve asetoin üretimi için metabolize olurlar.

Bu bilgiler temel alınarak yapılan peynir aroma kimyası çalışmaları gıda kimyası alanında gelişen konulardandır. Bu bağlamda peynirlerin aromalarından sorumlu aroma-aktif maddelerin tespiti, tanımlanması, kategorize edilmesi ve sonuç olarak aroma profilinin çıkartılması günümüzün çizgisi yükselen araştırma konularıdır. Çünkü bunu yapmak bir nevi tükettiğimiz gıda maddelerinin karakteristik kimliklerinin çıkartılması işlemidir. Bu işlemler sonucunda:

-Gıdalardaki aroma-aktif maddelerin profili çıkartılarak onların oluşum mekanizmalarının temeline inilerek ürünün üretimi ile ilgili standardizasyon sağlanacak,
-Ayrıca istenmeyen tat-aroma maddeleri belirlenerek üretim esnasında gerekli tedbirlerin alınması ve üreticinin yönlendirilmesi ve daha sağlıklı ürünlerin tüketilmesi mümkün olacak,
-Sonrasında bu dönemde yine geliştirilmiş olan coğrafik işaretleme çalışmaları için veri eldesi mümkün olacaktır.

Bu kapsamda peynir 1950 yılından bu yana yaygın olarak çalışılan ürünlerden bir tanesidir (Mc Gorrin 2000). Bizim yaptığımız çalışmada da piyasada yaygın olarak tüketilen inek, koyun ve keçi beyaz peynirlerinin aroma-aktif madde profili çıkartılarak peynirlerin kimlikleri belirlenmiştir. Bu çalışma esnasında duyusal ve enstrümantel cihazlardan faydalanılmıştır. Tat ve aroma duyusal kavramlar oldukları için tek başlarına sadece enstrüman kullanarak başarılı sonuç elde edilemez. Bu amaçla insan duyularının da kullanılması gerekmektedir (Yüceer vd. 2009). Çünkü "aroma" kelimesi tanımlanırken "tat" ve "koku" gibi iki terimden faydalanılmaktadır (Bayrak 2006). Süt ve ürünlerinin aroma profillerini belirlerken gaz kromatoğrafisi-kütle spektrometresi (GC-MS) cihazı kullanılarak yapılan bir çok çalışma söz konusudur (Wilkes vd. 2000). GC-MS ile aroma profili belirleme son dönemde yaygın olarak kullanılan bir analiz

yöntemidir. Bu teknik vasıtasıyla aroma profil tanımlanması direkt yapılmaktadır (Cserháti 2010). Burada GC-MS, aroma maddelerinin tanımlanması ve ölçülmesi için kullanılmasına rağmen hangi aroma maddesinin aroma-aktif olduğunun belirlenmesine izin vermemektedir. Bunun için devreye Gaz kromatoğrafisi-Olfaktometri (GC-O) tekniği girmektedir. "Olfaktometre" diye adlandırılan koklama ünitesi gaz kromatoğrafisi cihazına ilave edilerek analiz edilen süt ürününün aroma profilinde yer alan uçucuların hangisinin aroma-aktif olduğu saptanabilmektedir (Plutowska ve Wardencki 2008). "Aroma-aktif maddeler", gıdalarda genellikle düşük konsantrasyonlarda bulunan, belirli bir kokuya ve uçucu özelliğe sahip olan bileşenler olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca bu maddelerin aroma algılanma eşik değerleri de düşüktür (Yüceer ve Avşar 2003). GC-O; uçucuların belirli hava akımında gaz kromatoğrafik ayrımları esnasında aroma-aktif olanlarının belirlenebilmesi için olfaktometre ve dedektör olarak insan burnunun kullanılması ile gerçekleştirilen işlemlerin kombinasyonu olarak tanımlanmaktadır (Berdagué vd. 2007). Teorik olarak insan burnu belirli kokular için 10^{-19} limitine kadar düşebilmektedir. Bundan dolayı kromatoğrafik çıktıların analizinde başarı ile kullanılabilmektedir. Hatta çoğu durumda alev iyonizasyon dedektörü (FID) gibi enstrümantel dedektörden çok daha duyarlı olduğu söylenebilmektedir (Curioni ve Bosset 2002).

GC-O prensibi, analize alınan süt ürününden hazırlanan ve aroma-aktif kimyasal maddeleri içeren ekstraktın gaz kromatoğrafisi enjeksiyon bloğuna enjekte edilmesinden sonra dedektör çıkışına bağlanan koklama ünitesinden (olfaktori dedektör) koklanarak her bir aroma maddesinin alıkonma zamanı ve aroma kalitesinin belirlenmesine dayanmaktadır (Yüceer vd. 2009). Diğer bir ifade ile insan burnu burada ikinci bir dedektör olarak kullanılmaktadır (Friedrich ve Acree 1998). Çünkü burada gerçekleşen olay; peynir ağza alınarak çiğnenmeye başladığında uçucu bileşiklerin serbest hale geçmesi ve burnun üst kısmında bulunan olfaktori epitellere ulaşarak aroma reseptörleri tarafından algılanmasıdır (Ross 2009). İnsan çok farklı yapıda kokuları algılayabilmek için tam 350 tane olfaktori reseptöre sahiptir (Sanz vd. 2006). GC-O tekniğinin önemi aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Yüceer ve Avşar 2003):

1- Bir gıdada bulunan aroma maddelerinin kimyasal yapısının bilinmesi yeni ürün geliştirmede yardımcı olmaktadır:

a. üretim/katkı maddesi standardizasyonu

b. depolama koşullarının değerlendirilmesi/optimizasyonu

c. raf ömrü testleri

2- Kimyasal bozulmaların veya istenmeyen aromaların kaynağının bulunmasını sağlamaktadır.

3- Ürünlerin sınıflandırılması ve kalite güvencesinde yardımcı olmaktadır.

4- Gıdaların duyusal özellikleriyle kimyasal yapısının karşılaştırılmasını sağlamaktadır.

Fermente süt bazlı ürünler olarak tanımlanan peynirlerin 500 den fazla çeşidi vardır. Her bir peynirde laktoz, sitrat, lipitler ve proteinler gibi temel süt bileşenlerinin degradasyonundan kaynaklanan kompleks, çeşitli ve tip-spesifik aroma profili sunmaktadır (Zellner vd. 2008). Bu kompleks sistemde aroma maddelerini ayırmak ve izole etmek çeşitli analitik zorlukları beraberinde getirmektedir. Örneğin; süt yağının analiz esnasında karışması, doymamış karbonil bileşikleri veya sülfür bileşikleri gibi aroma maddelerinin konsantrasyon ve izolasyon gibi işlemler esnasında enzimatik reaksiyonlara olan doğal duyarlılığı nedeniyle parçalanmaları gibi olumsuzluklar yüzünden süt ürünlerinde aroma aktif uçucu maddelerin ekstraksiyonu ve izolasyonu için değişik teknikler uygulanmaktadır (Mc Gorrin 2000). Bu metodlar; tepe boşluğu analizleri (statik ve dinamik), distilasyon-ekstraksiyon metodları ve katı faz mikroekstraksiyon (SPME) olarak bildirilmektedir (Avşar ve Yüceer 2003: Alewijn vd. 2003). Esasında bu metodların hiçbirisi tek başına yeterli sonuç vermemektedir. Bu metodlar kombine halde kullanılırlarsa daha etkili sonuçlar elde edilebilmektedir. Çünkü birbirlerini tamamlamaktadırlar. Şöyle ki, örneğin tepe boşluğu metodu düşük molekül ağırlıklı ve yüksek uçuculuğa sahip aroma maddelerini izole etmektedir, solvent ekstraksiyonu ve distilasyon yöntemi ise orta ve yüksek molekül ağırlıklı uçucuları belirlemektedir (Reineccius 1999: Avşar ve Yüceer 2003). Aroma maddelerinin izolasyonu için kullanılacak metodun seçimi zaman ve amaca göre belirlenebilmektedir. Örneğin; kısa süreli hızlı kalite kontrol analizleri için basit katı faz mikro ekstraksiyon yöntemi, uzun süreli araştırmalarda ayrıntılı aroma profili tayini için solvent ekstraksiyon ve destilasyon metodu kullanılmalıdır (Mariaca ve Bosset 1997).

Aroma maddelerinin izolasyonu için kullanılan metodların prensibi; aroma maddeleri ile ürün matriksinin uçuculuk veya polarite özellikleri arasındaki farka dayanmaktadır (Augusto vd. 2003). Aroma maddelerinin izolasyonu için kullanılan teknikler aşağıda açıklanmaktadır.

2.1 Tepe Boşluğu Analizleri

Aroma maddelerinin izolasyonu için kullanılan hızlı, pratik ve kısa süre gerektiren bir yöntemdir (Penton 2010). Bu yöntemle yüksek uçuculuğa sahip düşük molekül ağırlıklı aroma maddeleri çok iyi bir şekilde izole edilebilmektedir (Reid 2000). Bu yöntemde uçucu aroma maddelerinin toplandığı tepe boşluğundaki hava çekilerek enjekte edilmektedir. Yani likit veya katı örneğin tepe boşluğunda gaz halinde yoğunlaşan bileşikler toplanarak aroma maddeleri izolasyonu gerçekleştirilmiş olmaktadır (Rouseff ve Cadwallader 2001). Bu teknik pratiktir, zahmetli örnek hazırlama prosesi yoktur ve solvent de kullanılmaz. Bu teknik uygulama ve teknoloji açısından iki şekilde uygulanabilmektedir (Snow ve Slack 2002).

2.1.1 Statik tepe boşluğu analizi

Çok uçucu özellikteki aroma maddelerinin belirlenmesinde kullanılır. Yani ürün direk koklandığında oluşan karakteristik aroma bileşimi hakkında bilgi verebilmektedir. Sızdırmasız bir örnek vialinin ısıtılması ile aroma maddelerinin tepede yoğunlaşması ve yine sızdırmaz bir şırıngayla çekilerek gaz kromatoğrafisine enjekte edilmesiy gerçekleşmektedir. Bu yöntemle asetaldehit, diasetil gibi çok uçucu temel aroma maddeleri belirlenebilmektedir (Avşar ve Yüceer 2003).

2.1.2 Dinamik tepe boşluğu analizi

Bu teknik düşük ve orta uçuculuktaki aroma bileşiklerinin tespitinde kullanılan bir yöntemdir. Belirli sıcaklık ve sürede tepe boşluğunda toplanan bileşenler gaz kromatoğrafisine enjeksiyon öncesi adsorbent trap (tutucu) üzerinde konsantre edilir (Bellesia vd. 2003).

2.2 Distilasyon ve Ekstraksiyon Metotları

Bu teknik özellikle orta ve düşük uçuculuğa sahip aroma bileşenlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Distilasyonun prensibi uçucu aroma bileşenleri ile uçucu olmayanlar arasındaki uçuculuk farkına dayanmaktadır. Distilasyon tekniğinin uygulamada değişik teknolojilere sahip farklı çeşitleri bulunmaktadır. Bunlar; buhar distilasyonu, moleküler distilasyon (yüksek vakum), eşzamanlı distilasyon teknikleridir (Stephan vd. 2000).

Yüksek vakum destilasyon tekniği uçucu ve uçucu olmayan aroma bileşiklerinin izolasyonunda kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde istenilen vakumu sağlamak için kaba vakum ve difüzyon pompası kullanılmaktadır. Solvent ekstraksiyon metoduyla aroma izolasyonunda ise aroma maddelerinin organik solventler (dietil eter vb.) çözünürlüklerinden faydalanılmaktadır. Burada dietil eter kullanılmasının nedeni su ile arasında yoğunluk farkı olması ve düşük kaynama noktasına sahip olmalarıdır. Ayrıca nonpolar yapılarından dolayı ve bu çözücüde kolay ve çok fazla bileşik çözülmesinden ve de ucuz ve güvenli olmasından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Eter ekstraktları GC-O koklamaları için daha güvenlidir. Bu yöntem yağlı ürünlere uygulanacaksa ekstraksiyona ilave olarak uçucuların uçucu olmayanlardan ayrılması için distilasyon uygulanması gerekmektedir. Bunlara ilaveten destilatlar bileşenlerin belirlenmesine yardımcı olması için faz ayrımı işlemine tabi tutulmaktadır. Faz ayrımı işlemi teorik olarak destilatı istenilen bir çok faza ayırmasına rağmen, yaygın olarak kullanılan asidik ve nötral/bazik faza ayırma işlemidir (Avşar ve Yüceer 2003).

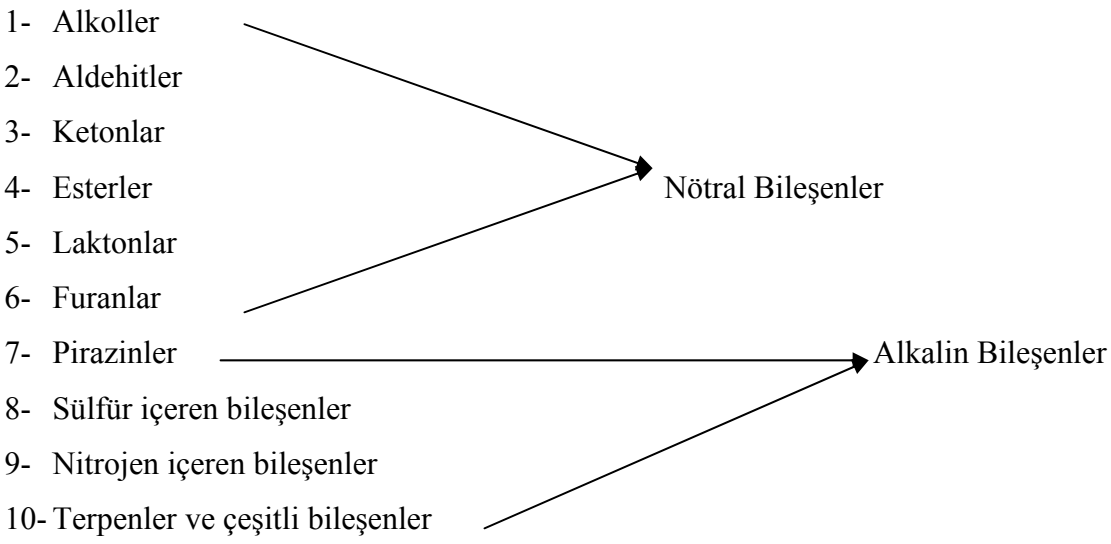
2.3 Katı Faz Mikroekstraksiyon Metodu (SPME):

Solvent kullanmadan hızlı ve pratik bir şekilde kısa sürede aroma maddelerinin ekstraksiyonunu sağlayan bir metoddur (Feria vd. 2008). Farklı fiberler kullanılmak suretiyle düşük, orta ve yüksek uçuculuğa sahip aroma bileşikleri ekstrakte edilebilmektedir (Stashenko ve Martínez 2007). Metodun prensibi, sıvı veya katı haldeki örneklerin tepe boşluğunda ısıtılma yolu ile yoğunlaştırılan değişik uçuculuktaki bileşiklerin polimer film ile kaplı (fused silika) fiber üzerine toplanması ile bu bileşiklerin termal desorpsiyon yoluyla gaz kromatoğrafisine enjekte edilmesidir.

Aroma bileşiklerinin polaritesi ve uçuculuğuna göre Car-PDMS (karboksen-polidimetil silokzan) ve daha karışık bileşikler için ise DVB-Car-PDMS (Divinilbenzen-karboksen-polidimetil silokzan) fiberleri kullanılabilmektedir. Burada kullanılan fiberin tipi ve kalınlığı, örneklemenin tepe boşluğundan mı yoksa direkt içine daldırılarak mı yapıldığı, örneklemenin süresi ve sıcaklığı SPME metodunu etkileyen önemli faktörlerdir (Kataoka vd. 2000: King vd. 2003: Avşar ve Yüceer 2003: Hinshaw 2003).

Bu yöntemler kullanılarak örnekten izole edilen aşağıda da ayrıntılı olarak belirttiğimiz uçucu aroma aktif maddeler gaz kromatoğrafisi-olfaktometre (GC-O) ve gaz kromatoğrafisi- kütle spektrometresi (GC-MS) teknikleri ile tanımlanmaktadırlar. Burada prensip, solventten ilgili bileşenleri ayırıp tanımlamaktır. Gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresi ile belirlenen uçucu aroma bileşiklerinin hepsi aroma-aktif değildir. Bu nedenle aroma-aktif maddelerin belirlenebilmesi ancak olfaktometrik yöntemle mümkün olmaktadır. Gaz kromatoğrafisi olfaktometre tekniğinin prensibi; gaz kromatoğrafisine enjekte edilen konsantre ekstraktın dedektör çıkışına bağlanan koklama ünitesinden koklanarak kolondan geçiş zamanının ve aroma özelliğinin tanımlanmasına dayanmaktadır. Gaz kromatoğrafisi-kütle spektrometresi ile de pozitif tanımlama yapılabilmektedir (Avşar ve Yüceer 2003).

Peynirlerde yukarıda bahsedilen tekniklerden gaz kromatoğrafisi-olfaktometre yöntemiyle belirlenen aroma-aktif maddeler aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Fischer ve Scott 1997: Curioni ve Bosset 2002):



11- Aromatik Bileşenler ve Serbest yağ asitleri ⟶ Asidik Bileşenler

Peynirdeki bu aroma maddeleri esas olarak; karbonhidratlar (esasen laktoz), sitrat, protein (esasen kazein), ve süt yağı gibi temel süt bileşenlerinden, glikoliz, sitrat fermentasyonu, mikroorganizmaların neden olduğu proteoliz ve lipoliz olayları vasıtası ile oluşmaktadırlar. Burada ayrıca, doğal süt enzimleri (Fox ve Kelly 2006) ve/veya dışarıdan ilave edilen enzimler de proteoliz ve lipolize katkıda bulunmaktadırlar (Holland vd. 2005).

Gruyéré peynirinin tipik örnekleri toplanarak yapılan çalışmada peynir örneklerinin "patates benzeri kötü aroma" verdiği izotop dilüsyon analizi ile belirlenmiştir. Duyusal çalışmalar sonucu 2-/3- metilbütanal, metiyonal, dimetiltrisülfit, fenilasetaldehit, 2-etil-3,5-dimetilpirazin, 2,3-dietil-5-metil-pirazin, metanetiyol, ve de asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit, 3-metil bütirik asit, fenilasetik asit gibi bileşiklerin Gruyéré peynirinin tipik aromasını verdiği ve örneklerden bir tanesinde patates benzeri kötü aromanın fazla konsantrasyonda metiyonal'dan kaynaklandığı belirtilmiştir (Rychlic ve Bosset 2001).

Parmigiano-Reggiano peynirinin uçucu bileşenleri solvent ekstraksiyon/yüksek vakum destilasyonu ile izole edilerek, asidik, bazik, suda çözünebilen ve nötral fraksiyonları ayrılmıştır. Aroma bileşenleri gaz kromatoğrafi-Osme kütle spektrometresi ve standartların alıkonma indekslerinin karşılaştırılması ile belirlenmiştir. Bütanoik, hekzanoik, oktanoik ve dekanoik asitlerin peynirimsi lipoliz aromasına katkıda bulunan başlıca serbest yağ asitleri olduğu belirtilmiştir. Etil bütanoat, etil hekzanoat, etil oktanoat, etil propanoat, etil pentanoat, etil heptanoat ve etil dekanoatın peynirin meyvemsi aromasına neden olan başlıca esterler olduğu ifade edilmiştir. 2-metilbütanal, 3-metilbütanal, 2,4-hekzadienal, 2-bütenal, pentanal, hekzanal, heptanal, diasetil, fenilasetaldehit, dimetiltrisülfit ve metiyonal aroma-aktif bileşikler olarak belirlenmiştir. 2,3-dimetil-pirazin, 2,6-dimetil-pirazin, 2,5-dimetil-3-etilpirazin, trimetilpirazin, 5-etil-2-metilpridin, 2,3-dimetil-5-etil-pirazin, 2,3,5-trimetil-6-etil-pirazin, furfural ve 2-furanmetanol bileşiklerinin bu peynirde fındığımsı, kavrulmuş aromaya neden olduğu belirtilmiştir (Qian ve Reineccius 2002).

İki farklı üreticiden toplanan taze keçi sütü peynirleri duyusal analizler sonrası aroma maddelerinin yüksek vakum destilasyonu ile izolasyonundan sonra bileşikler nötral/bazik ve asidik fraksiyon olmak üzere iki fraksiyona ayrılarak gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresi ve olfaktometre analizleri yapılmıştır. Panelistler keçi peynirlerinin aromasını lakton/sütyağı, mum/mumumsu, pişmiş/süt aromaları ve de ekşi, tuzlu, tatlı terimleriyle ifade etmişlerdir. Gaz kromatoğrafisi analizi sonucu peynirlerin aroma profiline, dallanmış zincirli yağ asitlerinin (4-metil oktanoik asit ve 4-etil oktanoik asit) mumumsu aroma ile asit fraksiyona katkıda bulunduğunu ifade etmişlerdir. Asidik fraksiyon; asetik asit (sirke), bütirik asit (ekşi, peynir), pentanoik asit (terimsi ağır) ve sinnamik asit (bal) bileşikleri de içermektedir. Nötral/bazik fazdaki bazı etkili aroma maddeleri ise 2,3 butanedion (tereyağımsı), hekzanol (reçine), hekzanal (çimen), heptanal (kızartma), 1-okten-3-on (mantar), (Z,Z)-3,6-nonadienal (yağımsı), (Z,Z)-2,4-dekadienal (narenciye), o-aminoasetofenon (üzüm), (E,E)-2,4-dekadienal (yağımsı) ve dodekalakton (hindistan cevizi) olarak sıralanabilmektedir. Model peynirlerin duyusal analizleri bu bileşiklerin aromaya katkısını doğrulamıştır (Carunchia-Whetstine vd. 2003).

İngiliz çiftlik (British farmhouse) Çedar peynirinin aroma bileşenlerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada aroma-ekstrakt dilüsyon metodu kullanılmıştır. Peynir ekstraktları direkt solvent ekstraksiyonu ve yüksek vakum transfer düzeneği ile hazırlanmıştır. Sonrasında bileşikler fraksiyonlarına ayrılmıştır. *p*-krezol'ün esas olarak ineğimsi-ahır kokusundan, 2-izopropil-3-metoksipirazin'in ise toprak-benzeri kuvvetli bir kokudan sorumlu olduğu not edilmiştir. Daha düşük yoğunlukta 2-izobütil-3-metoksipirazin bileşiğinin ise dolma biber benzeri koku oluşturduğu kaydedilmiştir (Suriyaphan vd. 2001).

Bir başka çalışmada ise çiğ sütten elde edilen kısa olgunlaşmış Gouda peynirlerinin ve pastörize süt peynirlerinin olgunlaşma esnasında aroma gelişimleri ve farklılıkları karakterize edilerek değerlendirilmiştir. Peynir örneklerinin aroma bileşimi simültane buhar destilasyonu ve gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresi tekniği ile belirlenmiştir. Çiğ süt ve pastörize sütlerden elde edilen peynir örnekleri arasındaki farklılık çok açık bir şekilde görülmüştür (Leuven vd. 2008).

Ezine peynirlerinin 1 yıllık depolama sonucu aroma-aktif bileşenlerinde ve duyusal özelliklerinde meydana gelen değişikliklerin incelendiği çalışmada peynir örneklerinin aroma-aktif bileşenleri termal desorpsiyon-gaz kromatoğrafisi olfaktometre tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca tarife dayalı duyusal analiz tekniği kullanılarak lezzet özellikleri dokuz uzman panelist tarafından belirlenmiştir. Gaz kromatoğrafisi olfaktometri ile belirlenen aroma-aktif bileşenler çoğunlukla aldehitler, ketonlar, esterler ve asitler'dir. Yüksek aroma yoğunluğuna sahip bazı aroma maddeleri şunlardır: asetaldehit (yeşil elma), diasetil (tereyağı), hekzanal (kesilmiş çimen), etil bütanoat (şekerli sakız), dimetil sülfit (kaynamış mısır), (Z)-4-heptenal (okside yağ), 1-okten-3-on (mantar), asetik asit (sirke) ve bütirik asit (ransit). Pişmiş, peynir altı suyu, kremamsı ve fermente terimleri de karakteristik duyusal tanımlayıcılar olarak belirlenmiştir (Yüceer vd. 2009).

Arjantin peyniri olan Reggianito peyniri aroma profilini belirlemek için yapılan bir çalışmada ise katı faz mikro ekstraksiyonu, gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresi ve alev iyonizasyon dedektörü kullanılarak yapılan çalışmada toplam 53 bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden çoğu ketonlar, alkoller, asitler, esterler ve aldehitler olarak gruplandırılmıştır. Tüm bu bileşikler İtalyan grana tip peynirlerde de rapor edilmiştir (Wolf vd. 2010).

Enstrümantel ve duyusal teknikler kullanılarak Cheddar peynirinde karakteristik olan Gül/floral aromasına katkıda bulunan aroma-aktif maddenin ne olduğunu belirlenmiştir. Gül/floral aromalı 12 aydan daha olgun iki peynir örneği ve aynı olgunlukta aroma katkısız iki peynir örneği incelenmiştir. Aroma bileşenlerinin direkt solvent ekstraksiyonu ve solvent yardımında aroma evaporasyonu sonrası nötral/bazik ve asidik iki fraksiyona ayrılmasından sonra örnekler gaz kromatoğrafisi olfaktometre ve aroma ekstrakt dilüsyon metodu ile analiz edilmiştir. Seçilen bileşikler internal standart vasıtası ile doğrulanmıştır. Gül/floral aroma katkılı peynir örneklerinde nötral-bazik fazda belirlenen kuvvetli aroma-aktif maddelerden bazıları; 2-fenetanol (gül), fenil etil asetat (gül) ve fenilasetaldehit (gül/floral) bileşikleridir. Model peynirlerle yapılan eşik değer ve duyusal analizler sonucu artan konsantrasyonlarda fenilasetaldehit ve fenil

asetik asit bileşiklerinin Cheddar peynirinde gül/floral aromaya neden olduğu ifade edilmiştir (Carunchia-Whetstine vd. 2005).

Özetlenen bu çalışmada, Cheddar peyniri örneklerinden uçucu bileşikler tepe boşluğu purge&trap ekstraksiyon tekniği ile ekstrakte edilip, cryofocusing tekniği ile konsantre edildikten sonra gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresi ve olfaktometre ile analiz edilmiştir. Toplamda 5 aldehit, 6 keton, 8 alkol, 3 ester, 11 hidrokarbon, 3 halid ve 3 sülfürlü bileşik pozitif olarak belirlenmiştir. Etanol, 2,3-bütanedion ve 3-hidroksi-2-bütanon peynirlerden tepe boşluğu analizi ile izole edilen önemli bileşiklerdir. Bu çalışma bu bileşiklerin aroma karakteristiklerini ve Cheddar peyniri aromasına yaptığı katkıları tanımlamıştır. Esterler, aldehitler, metil ketonlar ve sülfür bileşikleri güçlü etkileriyle Cheddar peyniri aromasına direkt olarak etki etmişlerdir. Diğer taraftan alkoller ve hidrokarbonlar aroma profilinde büyük oranda bulunmalarına rağmen aromaya katkıları az olarak belirlenmiştir (Arora vd. 1995).

Değişik firmalardan toplanan Gouda ve Emmental peyniri örnekleri aroma profilleri çıkartılıp birbiri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, 2-Metil ketonlar (C_5-C_{10}) tek karbon sayılı, iki grup peynirlerde de esas aroma maddesi olarak belirlenmiştir. Bu bileşikler lipit parçalanması sonucu oluşan bileşiklerdir ve β-oksidasyon ve yağ asitlerinin dekarboksilasyonu yolu ile oluşmuştur. Asetoin ise tüm Gouda peynirlerinde büyük oranda belirlenmiştir. Serbest yağ asitleri yine iki peynir grubunda da önemli aroma bileşenleri olarak belirlenmiştir. Propiyonik asit Emmental peynirinde belirlenmesine rağmen Gouda peynirinde belirlenmemiştir (Dirinck ve Winne 1999).

Yapılan bir çalışmada üç farklı mevsimde toplanan keçi sütü ve peynirlerinin alkoller, ketonlar, esterler ve terpenleri kapsayan aroma profilleri ve duyusal profillerinin çıkartılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, 8 kişiden oluşan panelist grup örnekleri koklamak için eğitilmiştir. 15 emziren keçinin bir grubu günde 8 saat olmak üzere bölgesel bir merada Mart ayından Temmuz ayına kadar otlatılmıştır. Kış, bahar ve yaz aylarında ot alımı ve her bir türe otlatmanın katkısı farklı ot ağırlığı ile tahmin edilmiştir. Diyetteki, sütteki ve peynirdeki uçucu organik bileşikler çoklu dinamik tepe boşluğu ekstraksiyonu ve gaz kromatoğrafisi- kütle spektrometresi ile belirlenmiştir.

Koku profili ise sütte ve peynirde bulunan tek saf bileşik ile tanımlanmıştır. Sonuçlar ise kışdan bahara diğer bileşiklerde bir değişiklik olmamasına rağmen, özellikle sütte keton içeriğinin arttığını göstermiştir. Yaz sütleri ise çoğunlukla terpenlerle karakterize edilmiştir. Koku profili ise otlatma mevsimine dayalı değişiklik göstermiştir. Kış sütü profili odun, ot özü, ot ve mavi peynir olarak not edilmiştir. Baharda ise profil odun, ot özü, mavi peynir, sıcak süt ve küfümsü olarak karakterize edilirken yazın ise profil tamamen değişmiştir. Reçine, narenciye, nane ve meyvemsi baskın aromalardır. Ot ve süt karşılaştırıldığında, peynirler uçucu bileşikler açısından az zengindir. Peynirlerde mevsime bağlı değişimler gözlenmemiştir. Fakat duyusal profilleri tatlı aroma ile baskılanmıştır (Fedele vd. 2005).

Koruma altına alınmış menşe adı "Queso Ibores" olan İspanya çiğ keçi sütü peynirinin olgunlaşmanın 4 aşamasında (1.,30.,60. ve 90.günlerde) aroma profili SPME-GC-MS tekniği ile belirlenerek karakteristik aroma maddeleri ve olgunlaşma esnasında aroma profilinin nasıl değiştiği gözlenmiştir. Ibores peyniri aroması tatlı ve hafif arasında değişmektedir ve giderek artan keskin ve mayhoş bir aromaya sahip olduğu belirtilmiştir. Toplamda 64 bileşik belirlenmiştir: 14 asit, 18 alkol, 13 ester, 6 keton ve 13 tane de diğer bileşikler olarak belirtilmiştir. Ibores peynirinin tepe boşluğu analizinde karboksilik asitler en bol belirlenen bileşiklerdir. Olgunlaşma esnasında uçucu bileşimi önemli oranda değişmiştir. Asitler, esterler ve ketonların toplam bağıl miktarları ilk 60 günde artmıştır. Ibores peynirinin en karakteristik aroma bileşikleri bütanoik asit, hekzanoik asit ve oktanoik asit, bazı alkoller (2-bütanol ve 2-heptanol), hekzanoik ve bütanoik asitlerin etil esterleri, bazı metil ketonlar (2-bütanon,2-pentanon ve 2-heptanon) ve δ-dekalakton'dur (Delgado vd. 2011).

Pastörize sütten üretilen ve yardımcı kültür (*Lactobacillus paracasei*+ *Lactobacillus plantarum*) katılarak ve katılmadan yapılan iki kısım Roncal-tip peynirin aroma profili ve serbest amino asitleri analiz edilmiştir. İki kısımda da olgunlaşma süresince amino asit konsantrasyonu 11-12 kat artmıştır. Temel amino asitleri Lösin, Glutamin, Fenilalanin, Valin ve İzolösin'dir. Olgunlaşma esnasında bu amino asitlerde önemli değişiklikler kaydedilmiştir. Toplamda 73 bileşik: 17 hidrokarbon, 17 alkol, 2 sülfür içeren bileşik, 11 aldehit, 12 keton, 6 asit ve 8 ester belirlenmiştir (Irigoyen vd. 2007).

Bir başka çalışmada, küfle olgunlaştırılan Türk peyniri olan Küflü peynirin kimyasal, biyokimyasal ve uçucu bileşikleri belirlenmiştir. GC-MS ve SPME tekniği ile toplam 138 bileşik belirlemiştir. Ketonlar ve alkollerin Küflü peynirin temel uçucuları olduğu belirtilmiştir. Terpenler ve sülfür bileşiklerinin önemli oranda bulunduğu fakat aldehit ve laktonların düşük oranda yer aldığı belirtilmiştir (Hayaloğlu vd. 2008).

Pregastrik lipaz enzimi katılarak elde edilen beyaz peynir örneklerinde yapılan çalışmada peynir örneklerinin olgunlaşması esnasında kimyasal ve aroma profilleri takip edilmiştir. Sonuç olarak yüksek miktarda enzim ilaveli beyaz peynir örneklerinde bütirik, kaproik ve kaprilik asit yağ asitlerinin miktarının arttığı belirtilmiştir (Aydemir vd. 2001).

Bir önceki çalışmaya benzer şekilde yapılan çalışmada pregastrik lipaz enzimi ilaveli beyaz peynir örneklerinde uçucu serbest yağ asitleri ve serbest yağ asitleri bileşiminin önemli oranda arttığı ve duyusal özelliklerinin iyileştiği ifade edilmiştir (Akın vd. 2003).

Koruma altına alınmış menşe adı "Torta del Casar" olan İspanya çiğ keçi sütü peynirinin olgunlaşmanın 4 aşamasında (1.,30.,60. ve 90.günlerde) aroma profili SPME-GC-MS tekniği ile belirlenmiştir. Toplamda 46 bileşik belirlenmiştir: 13 asit, 7 alkol, 9 ester, 4 keton, 3 aldehit, 7 aromatik bileşik ve 3 tane de diğer bileşikler olarak sınıflandırılmıştır. Karboksilik asitler en bol bulunan grup ve seviyeleri olgunlaşma sürecine paralel olarak artmıştır ve olgunlaşmanın sonunda toplam aroma profilinin %61.5'unu oluşturduğu ifade edilmiştir. 90. günde amino asitlerden oluşan asitleri takiben mikrobiyal kaynaklı asitler en bol bulunan grup olmasına rağmen trigliseritlerden lipoliz yoluyla oluşan asitler çok azdır. Esterler, ketonlar gibi miktarları bol olan diğer bir grup ise olgunlaşma süresince artmıştır, alkoller ise kademeli olarak azalmıştır. 90. günde, en yüksek oranda asetik asit, 3-metil bütanoik asit, bütanoik asit propil ester ve 2-bütanon belirlenmiştir. Bu bileşiklerin yüksek oranda ve düşük eşik algılama değerlerinden dolayı peynirin aromasında önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Delgado vd. 2010)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Ankara'daki marketlerde satılan; 6 adet tam yağlı koyun peyniri (ambalaj bilgilerine göre 5 ay olgunlaştırma geçirdiği ve pastörize koyun sütünden üretildiği söylenebilir), 8 adet tam yağlı keçi peyniri (ambalaj bilgilerine bakarak 5 ay olgunlaştırma geçirdiği ve pastörize keçi sütünden üretildiği belirtilebilir) ve 10 adet tam yağlı inek peyniri (ambalaj bilgilerine dayanarak en az 5 ay olgunlaştırma geçirdiği ve pastörize inek sütünden üretildiği ifade edilebilir) toplanarak, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Laboratuarına getirilmiştir. Peynir örnekleri duyusal analiz öncesi +4°C'de buzdolabında depolanmıştır. Duyusal analizde Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü akademik personelinden ve yüksek lisans öğrencilerinden oluşan 15 kişilik grup yer almıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Örneklerin toplanması ve analize hazırlanması

Yukarıda belirtilen şekilde toplanan peynir örnekleri uygun şekilde buzdolabı sıcaklığında muhafaza edildikten sonra 9 puanlık hedonik skala (Çizelge 3.1) ile yapılan (Lawless ve Heymann 2010) duyusal analiz ile panelistler tarafından en aromatik 1'er örnek seçilerek örnek sayısı indirgenmiştir ve toplama işlemi 4 defa yapılarak aynı türden toplam 4 örnek elde edilmiştir.

Çizelge 3.1 Örneklerin kabulünde kullanılan kategorik hedonik skala

Örnek	1 puan Hiç beğenmedim	2 puan	3 puan	4 puan	5 puan Ne beğendim ne beğenmedim	6 puan	7 puan	8 puan	9 puan Çok beğendim

3.2.2 Peynir örneklerine uygulanacak analizler

3.2.2.1 Kimyasal analizler

3.2.2.1.1 Toplam kurumadde içeriği

Gravimetrik yöntemle tayin edilmiştir (Anonim 2006).

3.2.2.1.2 Yağ içeriği

Gerber yöntemiyle belirlenmiştir (Anonim 2006). Ayrıca kurumadde'de % yağ içeriği hesaplanmıştır.

3.2.2.1.3 Tuz içeriği

TS 591'de belirtilen Mohr yöntemine göre yapılmıştır (Anonim 2006). Burada kurumadde'de % tuz içeriği hesaplanmıştır.

3.2.2.1.4 Toplam protein içeriği

Toplam protein içeriği (Gripon vd. 1975)'e göre belirlenmiştir.

3.2.2.1.5 Toplam azot içeriği

Toplam azot içeriği (Gripon vd. 1975)'e göre belirlenmiştir.

3.2.2.1.6 Suda çözünen azot içeriği

Suda çözünen azot içeriği (Gripon vd. 1975)'e göre belirlenmiştir.

3.2.2.1.7 pH değeri

Mettler Toledo MP 225 pH metre ile ölçüm yapılmıştır.

3.2.2.1.8 Titrasyon asitliği

% Laktik asit cinsinden kitlede asitlik olarak (Anonim 2006)'a göre belirlenmiştir.

3.2.2.1.9 Olgunlaşma indeksi

Olgunlaşma İndeksi= (Suda Çözünen Azot / Toplam Azot) × 100

formülasyonuna göre hesaplanmıştır.

3.2.2.2 Duyusal değerlendirme

Duyusal değerlendirme Anonim (2006)'da verilen duyusal değerlendirme cetveli kullanılarak Süt Teknolojisi Bölümü akademik personelinden oluşan 10 kişilik grup tarafından yapılmıştır.

Çizelge 3.2 Duyusal değerlendirme cetveli

GÖRÜNÜŞ	
Kendine özgü parlak beyaz,homojen ve düzgün prizmatik görünümlü bozulmamış kalıp	20
Mat,soluk beyaz renk	15
Kesit yüzeyinde birkaç delik ve gözenek	15
Uyumsuz renk dağılımı ve esmerimsi renk	10
Küflü görünüm,yarık ve çatlak oluşumu	10
Düzgün olmayan prizmatik görünüm,bozulmuş kalıp	10
Kesit yüzeyinde çok sayılı delik ve gözenek	5
Parçalanmış kalıp	5
KİTLE VE YAPI	
Düzgün, pürüzsüz,lekesiz,homojen kesit,fazla sert veya fazla yumuşak olmayan	35
Lekeli kesit,kuru sert yapı, kaygan yapı	25
Kumlu yapı	20
Kesitte yarık ve çatlak oluşumu,elastiki yapı,yumuşak ve ıslak yapı	10
Dağılabilen yapı, erimiş yapı	5
KOKU	
Kendine özgü koku	30
Mayamsı koku	25
Ekşimsi koku	20
Hayvansal koku,yem kokusu	10
Küfümsü koku	5
TAT	
Kendine özgü tat	20
Maya tadı	15
Pişmiş tat,ekşi tat,tatlımsı tat,yavan tat	10
Tuzlu tat	10
Metalik tat,küflü tat,acı tat	5

3.2.2.3 Aroma-aktif bileşenlerin belirlenmesi

3.2.2.3.1 Örnek hazırlama

Peynir örneklerinin aroma-aktif bileşenlerinin tespit edilip aroma profilinin çıkartılabilmesi için örnek hazırlama aşamasında Carunchia-Whetstine vd. (2003)'ün önerdiği metot modifiye edilerek uygulanmıştır. Bunun için aşağıdaki yol izlenmiştir:

1- İlk olarak direkt solvent ekstraksiyonu yapılmıştır. Bunun için her bir peynirden 600 gram olarak alınan örnekler rendelendikten sonra dörde bölünerek tefzel kapaklı teflon dört şişeye (250 mL kapasiteli) 150'şer gram tartılmıştır.

2- Sonrasında içerisine 50µl iç standart (50µl 2-metil pentanoik asit+50µl 2-metil-3-heptanon/ 5 ml metanolde) katılmış olan eter ile ekstraksiyon aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu ekstraksiyonlar şöyle gerçekleştirilmiştir;

a) 1. Ekstraksiyonda: Her bir teflon şişedeki 150gram örnek üzerine 100'er mL eter ve iç standart karışımı ilave edildikten sonra karıştırıcıda (Gerhardt marka) 10dk dikey, 10 dk yatay konumda çalkalandıktan sonra ilk ekstrakt toplanmıştır.

b) 2. Ekstraksiyonda: Toplanan birinci ekstraksiyon alındıktan sonra aynı örnekler üzerine iç standart ilave edilmeden 100'er mL eter ilave edilerek karıştırıcıda çalkalanarak ikinci bir ekstrakt toplanarak birinci ekstrakta ilave edilmiştir.

c) 3. Ekstraksiyonda: İkinci ekstrakt alındıktan sonra kalan kısma son olarak 50'şer mL iç standartsız eter ilave edilerek çalkalama sonrası üçüncü ekstrakt toplanarak ekstraksiyon işlemine son verilmiştir.

3- Üç ekstraksiyon sonrası 1 litre kapasiteli cam örnek şişelerinde toplanan ekstraktlar bir gece derin dondurucuda bekletilmiştir. Sonraki gün dondurucudan çıkarılan örnek sodyum sülfattan geçirilerek kurutulmuş ve sonrasında azot gazı altında 120mL'ye konsantre edilmiştir.

4- Bundan sonraki aşama da yüksek vakum destilasyonu gerçekleştirilmiştir. Burada peynir örneklerinde bulunan aroma maddeleri geniş aralıkta (düşük-orta ve yüksek molekül ağırlıklı) konsantre edilmiştir. Bu işlem için şekil 3.1'de görülen yüksek vakum transfer düzeneğinden faydalanılmıştır (Carunchia-Whetstine vd. 2003).



Şekil 3.1 Yüksek vakum transfer düzeneği

Bu düzenek bir adet mekanik pompa ve bir adet difüzyon pompası ile örneğin verildiği cam aparatlardan oluşmuştur. Bu cam aparatlar ise içine örnek konan 1 litrelik cam bir balon ile birbirine bağlı bir adet distilat silindiri ile bir adet atık silindirinden oluşmuştur. Distilasyon işlemine dietileter ekstraktının 1 litrelik yuvarlak balona aktarılması ve balon içeriğinin içinde sıvı azot bulunan Dewar kabında (Isotherm KGW, USA) dondurulması ile başlanmıştır. Sonrasında bu örnek balon distilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Distilasyon düzeneğinde yüksek vakum sağlamak üzere birbirine bağlı bir adet mekanik pompa (Varian) ve bir adet difüzyon pompa (Varian) kullanılmıştır. İşlem sırasında sistemdeki camdan örnek toplama ve atık tüplerinin her biri içinde sıvı azot bulunan ayrı Dewar kaplar (Nalgene) içerisinde tutulmuştur. İşlem sürerken bu kaplar sürekli sıvı azot ile beslenmiştir. Distilasyon işlemi $10^{-4}\pm10^{-1}$ mbar da dört saat bunun iki saati oda sıcaklığında iki saati de örnek 50ºC'de iken gerçekleştirilmiştir.

5- Bu işlem sonrasında sistemden toplanan distilat azot gazı altında 20 mL'ye konsantre edilmiştir.

6- Sonra bu distilat iki kez 3 mL sodyum bi karbonat (0.5 M) ile kuvvetli çalkalanarak yıkanmıştır. Daha sonra ise aynı distilat üç kez 2 mL doymuş sodyum klorür çözeltisi ile yıkanarak fraksiyonlama işlemi yapılmıştır. Bu aşamada asidik bileşenler ile nötral/bazik kısım toplanmıştır. Şöyle ki; çalkalama sonrası üstte toplanan nötral/bazik fraksiyonu içeren eter tabaka bir şişeye toplanarak azot gazı altında 1 mL ye kadar eter uçurularak konsantre edilmiş ve nihayetinde enjeksiyon yapılmak üzere örnek viallerine alınmıştır. Asidik uçucular ise su fazının hidroklorik asit (%18) ile pH sının 2-2.5'a ayarlanması sonrasında üç defa 5'er mL dietil eter ile ekstraksiyonu sonrası elde edilmiştir ve şişeye alınıp susuz sodyum sülfat ile kurutulması sonrası azot gazı altında uçurularak 1 mL'ye konsantre edilerek enjeksiyon öncesi viale alınmıştır. Örnek vialleri enjeksiyona kadar derin dondurucuda saklanmıştır.

3.2.2.3.2 Gaz kromatoğrafisi/ kütle spektrometresi-olfaktometri analizleri

Peynir örneklerinden yukarıda anlatılan şekilde elde edilen solvent ekstraksiyonlarının gaz kromatoğrafisi/kütle spektrometresi-olfaktometri analizleri şekil 3.2'de görülen Agilent 7890 GC sistem/ 5975C VL MSD triple-axis dedektör ve Gerstel ODP2 Olfaktori dedektör portu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2 Gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresi olfaktometre ünitesi

Uçucuların gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresi olfaktometre dedektörü ile belirlenmesinde polar kapilar kolon DB-WAX (30metre uzunluk, 0.25mm iç çap ve 0.25 µm film kalınlığında df, USA), nonpolar kolon HP-5 MS (30 metre uzunluk, 0.25mm iç çap ve 0.25 µm film kalınlığında df, USA) ve taşıyıcı gaz olarak helyum (1mL/dk sabit akış hızı ile) kullanılmıştır. Fırın sıcaklığı 40ºC'de 3dk beklenip dakikada 10ºC'lik artışla 90ºC'de hiç beklemeden dakikada 5ºC'lik artışla 200ºC'ye çıkıp bu sıcaklıkta 10 dk beklenerek sonrasında 20ºC'lik artışla 250ºC'ye çıkılarak 5dk beklenerek bitirilmesi şeklinde programlanmıştır (Carunchia-Whetstine vd. 2003). MSD şatları ise kapilar direkt ara yüzey sıcaklığı 280ºC, iyonizasyon enerjisi 70eV, kütle aralığı 35-300 amu aralığında, tarama hızı saniyede 5 tarama olacak şekilde ayarlanmıştır. Her bir örnek ekstraktından fraksiyonlama sonucu elde edilen nötral-bazik ve asidik fraksiyonlar "splitless mode'da 3µl enjekte edilmiştir. Bu esnada kütle

spektrometresi (MS) dedektörü ile her bir örnek ekstraktında bulunan uçucu aroma bileşikleri belirlenmiş ve olfaktometre dedektörü ile de aroma-aktif bileşiklerin koklanması ve koku tanımlarının ve koku şiddetlerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Koklama işlemi her bir enjeksiyon için 2 kişi tarafından gerçekleştirilmiştir. Her bir enjeksiyon ise 2 defa tekrarlanmıştır. Ekstraktların gaz kromatoğrafisi olfaktometre analizleri için aroma ekstrakt dilüsyon analizi yöntemi (AEDA) kullanılmıştır (Avşar vd. 2009). Bu işlem esnasında ise örneklerden elde edilen fraksiyonlanmış ekstraktlar 1/3 oranında seyreltilerek olfaktometre portundan herhangi bir koku alınmayıncaya kadar seyreltmelere devam edilerek ve koklanmıştır. Bu işlem sonucu hangi maddenin karakteristik aroma maddesi olduğu tespit edilmiştir.

3.2.2.3.3 Aroma-aktif maddelerin belirlenmesi

Aroma aktif maddeler bileşiğin tutulma indeksi (RI), kütle spektrometresi sonuçları ve koku özellikleri yardımıyla belirlenmiştir. Bu "pozitif belirlemedir". Bazı bileşikler ise olfaktometre portunda koklanabildiği halde kütle spektrometresinde pik vermemektedir. Bu da "tentatif belirlemedir". Alıkonma indeksi n-alkan serisi kullanılarak yapılmıştır (Bianchi vd. 2007). Aroma maddeleri gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresinde yer alan Wiley, NIST ve Flavor kütüphanelerine göre ve referans standart maddeler kullanılarak tanımlanmıştır.

3.2.2.3.4 Aroma aktif maddelerin miktarının belirlenmesi

Aroma aktif maddelerin miktarlarının belirlenmesi solvent ekstraksiyonu esnasında katılan iç standardın alanı ve aroma aktif maddelerin alanları kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Avşar vd. 2009)

$$\text{Relatif miktar } (\mu g/kg) = \left(\frac{\text{Aroma aktif maddenin alanı}}{\text{iç standardın alanı}}\right) \times \text{iç standardın miktarı} \times \text{düzeltme faktörü}$$

3.2.2.4 İstatistiksel analizler

Araştırma bulgularının istatistik değerlendirmesi yapılırken işlemler SPSS 13.0 ve Minitab 13.0 paket programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Düzgüneş ve Akman 1991).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 İnek Beyaz Peyniri Örneklerine İlişkin Özellikler

4.1.1 İnek beyaz peynirlerinin bazı kimyasal özellikleri

İnek Beyaz peynirlerinin bazı kimyasal özelliklerine ait değerler ortalama, en az ve en çok olarak standart sapmaları ile beraber çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 İnek beyaz peynirlerine ait kimyasal değerler (n=4)

Kimyasal özellikler	En az	En çok	Ortalama±Standart sapma
Toplam Kurumadde (%)	43,86	48,36	46,83±2,08
Yağ (%)	24	26	24,75±0,96
Yağ (KM'de %)	49,62	54,71	52,89±2,26
Tuz (%)	2,11	4,2	3,03±0,94
Tuz (KM'de %)	4,3	8,68	6,38±1,9
pH	4,58	4,62	4,60±0,02
Titrasyon Asitliği (%LA)	2,04	2,52	2,25±0,25
Toplam Azot (%)	1,61	1,96	1,86±0,17
Toplam Protein (%)	10,27	12,5	11,83±1,06
Suda çözünen azot (%)	0,37	0,82	0,60±0,26
Olgunlaşma İndeksi(%)	22,98	41,83	32,28±1,86

İnek Beyaz Peynir örneklerine ilişkin bazı özellikler çizelge 4.1'de verilmiştir. Bu sonuçların kurumadde, yağ, tuz ve asitlik içerikleri yönünden yürürlükte olan Beyaz peynir standardına uygun olduğu söylenebilmektedir.

4.1.2 İnek beyaz peynirlerinin duyusal değerlendirmesi

İnek Beyaz peynirine ait duyusal değerlendirme sonucu çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 İnek beyaz peynirlerine ait duyusal değerlendirme sonuçları(n=4)

Duyusal Özellikler	En az	En çok	Ortalama±Standart sapma
Görünüş (20)	16,1	18,3	17,48±0,97
Kitle-Yapı (35)	21	26,7	23,68±2,85
Koku (30)	21,3	23	22,13±0,77
Tat (20)	15,2	17,3	16,23±0,92
Toplam (105)	75,8	83,7	79,5±3,81

Çizelgede de görüldüğü gibi peynir örnekleri dört parametre dikkate alınarak duyusal olarak değerlendirilmiştir. Görünüş yönünden peynir örneklerinin en az, en çok ve ortalama olarak aldıkları puanlar sırasıyla 16,1-18,3 ve 17,48±0,97 olmuştur. Kitle-yapı yönünden ise puanlar aynı sırayla 21-26,7 ve 23,68±2,85 olarak belirlenmiştir. Koku puanları ise 21,3-23 ve 22,13±0,77 şeklinde bulunmuştur. Tat yönünde ise peynir örnekleri 15,2-17,3 ve 16,23±0,92 puanlarını almışlardır. Peynirlerin toplam puanları ise 75,8 ile 83,7 arasında ve ortalama olarak da 79,5±3,81olarak bulunmuştur.

4.1.3 İnek beyaz peynirlerinin aroma-aktif bileşenlerine dair sonuçlar

4.1.3.1 Uçucu aroma bileşikleri

Peynir örneklerinden hazırlanan ekstraktların gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresine verilmesi ile nötral-bazik ve asidik fraksiyonlarında elde edilen uçucu aroma bileşikleri çizelge 4.3 - 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 İnek beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4]

Sıra No	Bileşik	Cas No	Bulunma Olasılığı (%)	Alıkonma Zamanı (dk)	Alan (%)	Alıkonma İndeksi	Miktar (µg/kg)			
							İnek -1	İnek-2	İnek-3	İnek-4
1	3-hidroksi-2-bütanon	000513-86-0	90	3.810	0.15	772	0	1,37±0,02	71,90±7,5	90,10±9,8
2	Etil asetat	000141-78-6	86	4.142	0.31	817	2,83±0,01	3,11±0,02	0	0
3	2-bütanon	000078-93-3	85	4.624	16.05	864	0	0	76,94±8	0
4	Metil etil keton	000079-93-3	86	4.630	1.84	865	0	16,84±1,6	0	0
5	Etil alkol	000064-17-5	86	4.897	1.17	892	0	10,71±0,5	0	0
6	2-bütanol	000078-92-2	78	6.537	0.10	1009	0,91±0,01	0	22,72±1,8	27,75±1,9
7	Etil bütanoat	000105-54-4	96	6.794	3.22	1025	29,48	0	15,43	0
8	1-propanol	000071-23-8	78	7.116	0.26	1045	0	2,38±0,05	0	0
9	2-metil-1-propanol	000078-83-1	78	7.810	0.22	1088	0	0	1,05±0,02	0
10	Oktanal	000124-13-0	80	7.833	0.02	1090	0,18±0,001	0	0	0
11	2-propen-1-ol	000107-18-6	78	8.148	0.30	1109	2,74±0,05	0	0	0
12	2-pentanol	006032-29-7	84	8.292	0.02	1118	0	0,18±0,01	2,25±0,25	0

Çizelge 4.3 İnek beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4] (devam)

13	1-bütanol	000071-36-3	85	8.717	0.12	1143	1,09±0,01	0	0	0
14	2-Etil-trans-2-bütenal	063883-69-2	86	8.894	0.02	1153	0	0,18±0,01	0	0,11±0,001
15	2-Heptanon	000110-43-0	80	9.347	4,74	1180	0,36±0,01	43,40±2,5	0	26,36±1,2
16	2-Oktanon	000111-13-7	86	9.421	0.48	1184	0	0	2,30±0,01	0
17	Heptanal	000111-71-7	78	9.858	4.98	1209	45,60±2,5	0	0	0
18	Pentanol	000071-41-0	80	9.923	2.82	1212	25,82±1,5	25,82±1,5	0	0
19	Izopentil alkol	000123-51-3	82	10.022	2.53	1218	0	23,16±1,4	12,12±0,3	14,07±0,2
20	Etil hekzanoat	000123-66-0	87	10.386	7.71	1237	70,60±5,1	70,60±5,1	36,96±1,7	0
21	Hekzanal	000066-25-1	80	10.643	0.01	1251	0,09±0,001	0	0	0
22	3-metil-3-büten-1-ol	000763-32-6	86	10.714	0.03	1255	0,27±0,01	0	0	0
23	2-hidroksi-2-metil- propanal	020818-81-9	85	11.389	0.01	1291	0	0,09±0,02	0	0
24	3-metil- 2-büten-1-ol	000556-82-1	87	12.138	0.11	1328	1±0,003	26,09±2,6	1,62±0,7	15,85±1,6
25	Etil laktat	000687-47-8	78	12.598	0.05	1351	0	0,45±0,002	0	0
26	1-Hekzanol	000111-27-3	78	12.742	0.10	1358	0	0	0,47±0,04	0
27	2-etil hekzil asetat	000103-09-3	78	13.418	13.59	1391	124,45±8,8	124,45±8,8	0	0

Çizelge 4.3 İnek Beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4] (devam)

28	2-nonanon	000821-55-6	78	13.572	11.03	1398	101±5,5	101±5,5	0	0
29	2-etil-1-hekzanol	000104-76-7	85	15.739	0.19	1498	1,73±0,01	2,28±0,1	0	0
30	2-nonanol	000628-99-9	86	17.273	0.08	1568	0,73±0,05	0	0	0
31	1-Oktanol	000111-87-5	78	17.488	0.03	1577	0	0,27±0,01	0	0
32	2,3-bütanediol	000513-85-9	80	17.675	3.03	1586	27,74±1,1	27,74±1,1	14,52±0,1	0,83±0,
33	2-undekanon	000112-12-9	92	18.237	19.90	1611	182,23±3,5	0	0	0
34	Etil dekanoat	000110-38-3	89	18.977	24.40	1644	223,44±4,1	0	0	0

[1] Relatif miktarlar DB-wax kolon kullanılarak elde edilen pik alanlarından hesaplanmıştır.

[2] Alıkonma indeksleri DB-wax kolon kullanılarak ve n-alkan serisi kullanılarak hesaplanmıştır.

[3] Bileşikler Wiley, NIST, Flavor kütüphaneleri ve referans standart maddeler kullanılarak tespit edilmiştir.

[4] Değerler 4 tekerrür-2 enjeksiyon ortalaması (Ortalama± standart sapma) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.4 İnek Beyaz peynirlerinin asidik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4]

Sıra No	Bileşik	Cas No	Bulunma Olasılığı (%)	Alıkonma Zamanı (dk)	Alan (%)	Alıkonma İndeksi	Miktar (µg/kg)			
							İnek -1	İnek-2	İnek-3	İnek-4
35	Asetik asit	000064-19-7	91	14.607	61.35	1446	5680,55±35	15,74±0,2	1179,62±15	952,77±
36	Propiyonik asit	000079-09-4	86	16.684	0.75	1541	0	69,44±2,5	0	12,96±0,01
37	Bütirik asit	000107-92-6	85	18.822	3.10	1637	287,03±3,2	45,37±0,15	346,29±4,5	373,14±5,5
38	Pentanoik asit	000109-52-4	80	20.263	0.05	1703	0	4,62±0,01	0	0
39	Hekzanoik asit	000142-62-1	81	20.790	0.05	1727	4,62±0,01	622,22±6,9	0	0
40	İzovalerik asit	000503-74-2	83	23.466	3.66	1852	338,88±9,8	338,88±9,8	0	0
41	Heptanoik asit	000111-14-8	88	30.340	0.30	2205	0	27,77±1,5	0	0
42	Oktanoik asit	000124-07-2	89	31.915	0.70	2257	0	64,81±3,3	0	0
43	Benzen karboksilik asit	000065-85-0	95	36.883	0.09	2468	0	8,33±0,50	0	0

[1] Relatif miktarlar DB-wax kolon kullanılarak elde edilen pik alanlarından hesaplanmıştır.

[2] Alıkonma indeksleri DB-wax kolon kullanılarak ve n-alkan serisi kullanılarak hesaplanmıştır.

[3] Bileşikler Wiley, NIST, Flavor kütüphaneleri ve referans standart maddeler kullanılarak tespit edilmiştir.

[4] Değerler 4 tekerrür-2 enjeksiyon ortalaması (Ortalama± standart sapma) olarak verilmiştir.

Buna göre 4 tane örnekte toplam olarak 34 tane nötral-bazik bileşen ve 9 tane ise asidik bileşen olmak üzere toplam olarak 43 tane bileşik belirlenmiş ve bu bileşiklerin relatif miktarları ve alıkonma indeksleri de hesaplanmıştır. Nötral-bazik fazda belirlenen bileşiklerin sınıflandırılması; 6 tane ester, 7 tane keton, 5 aldehit, 16 tane alkol şeklinde yapılabilir. Asidik fazda ise 9 tane asidik bileşik belirlenmiştir.

4.1.3.2 İnek beyaz peynirlerinde belirlenen aroma-aktif bileşenler

Bu bileşikler gaz kromatoğrafisi olfaktometre dedektörü kullanılarak belirlenmiştir. Olfaktometre portundan koklama yoluyla nötral-bazik ve asidik fazda toplam 14 tane bileşiğin aromaya katkı yaptığı belirlenmiştir. Bu bileşikler çizelge 4.5 - 4.6'da görülmektedir.

Çizelge 4.5 GC-O tekniği ile peynir ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları (n=4)[1,2,3,4]

Sıra No	Bileşik	Alıkonma Süreleri	Koku Tanımı	Alıkonma İndeksleri	Flavor Dilüsyon Faktörü
1	3-hidroksi-2-bütanon[a]	3.810	Buruk yağ kokusu	772	1/27
2	Etil asetat[a]	4.142	Meyve,yağ	817	1/9
3	Etil alkol[a]	4.897	Alkol	892	1/9
4	Etil bütanoat[a]	6.794	Meyve	1025	1/81
5	Etil hekzanoat[a]	10.386	Meyve	1237	1/81
6	Hekzanal[a]	10.643	Çimen	1251	1
7	2-Nonanon[a]	13.572	Yağımsı	1398	1
8	Etil dekanoat[a]	18.977	Meyve-çiçek	1644	1/27
9	Maltol [b]	27.70	Yanık şeker	2062	1/81
10	p-cresol[b]	30	Ahırımsı, hayvanımsı	2188	1/3
11	Metanetiyol[b]	31.71	Haşlanmış lahana	2250	1

[1] a ile işaretlenmiş bileşikler pozitif olarak (alıkonma indeksi (RI), koku ve kütle spektrometresi (MS) ile b ile işaretlemiş olan bileşikler tentatif olarak (alıkonma indeksi (RI) ve koku) ile belirlenmiştir.
[2] Koku tanımları gaz kromatografisi/olfaktometri koklama portunda yapılmıştır
[3]Alıkonma indeksi değerleri gaz kromatoğrafisi / kütle spektrometresi (MS) ve gaz kromatografisi / olfaktometre değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.
[4]Koku tanımları Db-wax kolon kullanılarak yapılmıştır. 4 tekerrür ortalaması olarak verilmiştir.

Çizelge 4.6 GC-O tekniği ile peynir ekstraktlarının asidik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları (n=4)[1,2,3,4]

Sıra No	Bileşik	Alıkonma Süreleri	Koku Tanımı	Alıkonma İndeksleri	Flavor Dilüsyon Faktörü
12	Asetik asit[a]	14.607	Sirke	1446	1/81
13	Bütirik asit[a]	18.822	Süt yağı	1637	1/81
14	Hekzanoik asit[a]	20.790	Ekşi,asit koku	1727	1/81

[1] a ile işaretlenmiş bileşikler pozitif olarak alıkonma indeksi (RI), koku ve kütle spektrometresi (MS) ile belirlenmiştir.
[2] Koku tanımları gaz kromatografisi/olfaktometri koklama portunda yapılmıştır
[3]Alıkonma indeksi değerleri gaz kromatografisi / olfaktometre ve gaz kromatoğrafisi / kütle spektrometresi sonuçlarından hesaplanmıştır.
[4]Koku tanımları Db-wax kolon kullanılarak yapılmıştır. 4 tekerrür ortalaması olarak verilmiştir.

AEDA testi sonucu yapılan dilüsyonların koklanması ile nötral/bazik fazda belirlenen bileşiklerden "Etil bütanoat, Etil hekzanoat ve Etil dekanoat" esterlerinin yüksek flavor dilüsyon faktörüne sahip oldukları için peynir örneklerinin aromasında önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Avşar vd. (2009) yaptıkları çalışma sonucu peynir örneklerinde "etil bütanoat ve etil hekzanoat"ın nötral-bazik fazda anahtar aroma maddesi olduklarını ifade etmişlerdir. Bunun yanında bizim peynir örneklerimizde 3-hidroksi-2-bütanon ve maltol gibi bileşikler de yüksek flavor dilüsyon faktörüne sahip oldukları için aromaya önemli katkıda bulundukları söylenebilir.

Asidik fazda olfaktometre koklaması sonucu ise 9 tane asidik bileşikten 3 tanesinin peynir örneklerinin aromasında anahtar rol oynadığı görülmektedir. Bunlar; asetik asit, bütirik asit ve hekzanoik asit'tir. Çünkü bu bileşikler yüksek flavor dilüsyon faktörüne sahiptirler. Avşar vd. (2009) yaptıkları çalışmada peynir örneklerinde asidik fazda "asetik asit, bütirik asit ve hekzanoik asit"in anahtar aroma bileşenleri olarak ifade etmişlerdir. Cornu vd. (2009) yaptıkları çalışmada inek sütünden elde edilen bir peynir olan Cantal peynirinin aroma profilini belirlemişler ve benzer olarak nötral-bazik fazda "etil hekzanoat", asidik fazda ise "asetik asit, bütirik asit" belirlemişlerdir. Qian ve Reineccius (2003) yaptıkları çalışmada pastörize inek sütünden elde edilen Parmigiano Regiano peynirinin aroma profilini belirlemişler ve benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Şöyle ki, nötral-bazik fazda "etil hekzanoat, etil bütanoat" bileşiklerinin, asidik fazda ise

“asetik asit, bütirik asit ve hekzanoik asitlerin” aroma-aktif olduklarını belirlemişlerdir. Molina vd. (1999) inek, koyun ve keçi peynirlerinin aroma profillerini inceledikleri bir çalışmada sonuç olarak peynir aromasına etkili olan bileşikler arasında nötral-bazik fazda “etil hekzanoat, etil asetat” gibi bileşikleri, asidik fazda ise “asetik asit, bütanoik asit ve hekzanoik asit” gibi bileşikleri rapor etmişlerdir. Rychlik ve Bosset (2001)’de yaptıkları çalışmada Gruyère peynir örneklerinin aroma profilini belirlemişler ve nötral-bazik fazda “metiyonal” ve asidik fazda ise “asetik asit, bütirik asit ve propiyonik asit” gibi bileşiklerin karakteristik olduğunu belirtmişlerdir.

4.2 Koyun Beyaz Peyniri Örneklerine İlişkin Özellikler

4.2.1 Koyun beyaz peynirlerinin bazı kimyasal özellikleri

Koyun Beyaz peynirlerinin bazı kimyasal özelliklerine ait değerler ortalama, en az ve en çok olarak standart sapmaları ile beraber çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Koyun beyaz peynirlerine ait kimyasal değerler (n=4)

Kimyasal özellikler	En az	En çok	Ortalama±Standart sapma
Toplam Kurumadde (%)	49,1	50,41	49,76±0,67
Yağ (%)	25,5	28,5	26,63±1,32
Yağ (KM'de %)	50,41	58,1	53,49±3,35
Tuz (%)	3,1	4,93	3,93±1,02
Tuz (KM'de %)	6,1	9,9	7,88±2,11
pH	4,51	4,66	4,59±0,08
Titrasyon Asitliği (%LA)	2,04	2,34	2,24±0,14
Toplam Azot (%)	1,75	2,24	2,1±0,24
Toplam Protein (%)	11,16	14,29	13,4±1,51
Suda çözünen azot (%)	0,63	0,72	0,69±0,04
Olgunlaşma İndeksi(%)	32,14	36	34±1,86

Koyun beyaz peynir örneklerine ilişkin bazı özellikler çizelge 4.7'de verilmiştir. Bu sonuçların kurumadde, yağ, tuz ve asitlik içerikleri yönünden yürürlükte olan Beyaz peynir standardına uygun olduğu söylenebilmektedir.

4.2.2 Koyun beyaz peynirlerinin duyusal değerlendirmesi

Koyun beyaz peynirine ait duyusal değerlendirme sonucu çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Koyun beyaz peynirlerine ait duyusal değerlendirme sonuçları(n=4)

Duyusal Özellikler	En az	En çok	Ortalama±Standart sapma
Görünüş (20p)	16	19	17,38±1,50
Kitle-Yapı (35p)	22	29,9	26,25±1,97
Koku (30p)	20	22,6	21,23±0,71
Tat (20p)	14,6	18,5	16,35±1,82
Toplam (105p)	75,7	86,1	81,2±5,68

Çizelgede de görüldüğü gibi peynir örnekleri dört parametre dikkate alınarak duyusal olarak değerlendirilmiştir. Görünüş yönünden peynir örneklerinin en az, en çok ve ortalama olarak aldıkları puanlar sırasıyla 16-19 ve 17,38±1,50 olmuştur. Kitle-yapı yönünden ise puanlar aynı sırayla 22-29,9 ve 26,25±1,97 olarak belirlenmiştir. Koku puanları ise 20-22,6 ve 21,23±0,71 şeklinde bulunmuştur. Tat yönünde ise peynir örnekleri 14,16-18,5 ve 16,35±1,82 puanlarını almışlardır. Peynirlerin toplam puanları ise 75,7 ile 86,1 arasında ve ortalama olarak da 81,2±5,68 olarak bulunmuştur.

4.2.3 Koyun beyaz peynirlerinin aroma-aktif bileşenlerine dair sonuçlar

4.2.3.1 Uçucu aroma bileşikleri

Peynir örneklerinden hazırlanan ekstraktların gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresine verilmesi ile nötral-bazik ve asidik fraksiyonlarında elde edilen uçucu aroma bileşikleri çizelge 4.9 - 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Koyun beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4]

Sıra No	Bileşik	Cas No	Bulunma Olasılığı (%)	Alıkonma Zamanı (dk)	Alan (%)	Alıkonma İndeksi	Miktar (µg/kg)			
							Koyun -1	Koyun-2	Koyun-3	Koyun-4
1	3-hidroksi-2-bütanon	000513-86-0	86	3.835	0.07	777	0,64±0,001	0,82±0,01	2,74±0,02	2,74±0,02
2	Etil asetat	000141-78-6	90	4.125	0.31	817	2,83±0,02	12,5±1,11	0	0
3	2-bütanon	000078-93-3	82	4.296	1.28	832	11,72±2,5	45,42±4,8	0	0
4	Metil etil keton	000079-93-3	80	4.585	1.32	861	12,08±1,05	0	0	0
5	Etil alkol	000064-17-5	86	4.894	0.92	892	8,42±0,56	10,89±1,05	77,28±10,8	79,94±11,6
6	2-pentanon	000107-87-9	84	5.588	0.14	943	1,28±0,05	0	10,89±3,56	0
7	α-pinen	000080-56-8	96	6.412	5.85	1001	53,57±6,58	0	0	0
8	2-bütanol	000078-92-2	80	6.514	1.17	1008	10,71±1,56	105,86±15	357,14±25	312,45±20
9	2-pentanol	006032-29-7	83	6.820	4.28	1027	39,19±1,25	0	1,46±0,05	0
10	Etil bütanoat	000105-54-4	95	6.865	3.22	1030	0	0	0	29,48±1,55
11	1-propanol	000071-23-8	90	7.003	0.40	1038	3,66±0,05	0	0	0
12	2-metil-2-bütenal	000497-03-0	90	7.746	0.04	1085	10,25±3,50	0	0	0
13	β-pinen	000127-91-3	85	7.878	7.04	1093	64,46±5,58	0	0	0
14	2-heptanol	000543-49-7	89	8.434	0.02	1126	0,18±0,01	0	0	0
15	1-bütanol	000071-36-3	78	8.858	0.03	1151	0,27	0	2,38±0,02	0
16	2-heptanon	000110-43-0	91	9.415	4.74	1184	43,4±3,54	0	43,4±3,54	0
17	İzopentilalkol	000123-51-3	78	9.845	2.53	1208	23,16±1,35	0	23,16±1,35	0
18	Etil hekzanoat	000123-66-0	87	10.357	7.71	1236	70,6±3,54	0	70,6±3,54	70,6±3,54

Çizelge 4.9 Koyun beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4] (devam)

19	Pentanol	000071-41-0	78	10.755	2.82	1257	25,82±2,45	0	0	0
20	Orto-kimen	000527-84-4	78	11.151	8.59	1278	78,66±3,75	0	0	0
21	2-Oktanol	000123-96-6	83	12.045	7.60	1323	0	0	69,59±5,56	69,59±5,56
22	n-hekzanol	000111-27-3	78	12.836	4.28	1362	39,19±	0	39,19±1,63	39,19±1,63
23	2-etil hekzil asetat	000103-09-3	90	13.472	13.59	1393	124,45±5,8	0	0	0
24	2-nonanon	000821-55-6	90	13.620	11.03	1401	101±10,5	0	0	0
25	Etil oktanoat	000106-32-1	88	14.482	15.63	1440	0	0	0	143,13±8,7
26	2-etil-1-hekzanol	000104-76-7	90	15.996	0.45	1511	25±1,25	0	0	0
27	Benzaldehit	000100-52-7	84	16.511	6.43	1533	58,88±2,55	0	0	0
28	2-undekanon	000112-12-9	94	18.405	19.90	1619	182,23±11	0	0	0
29	Etil dekanoat	000110-38-3	96	19.006	24.40	1646	223,44±14	0	0	0
30	Fenil etil alkol	000060-12-8	89	24.867	11.75	1920	107,6±10	0	0	0
31	3-metil fenol	000108-39-4	80	28.305	0.32	2090	2,93±0,001	0	0	0

[1] Relatif miktarlar DB-wax kolon kullanılarak elde edilen pik alanlarından hesaplanmıştır.

[2] Alıkonma indeksleri DB-wax kolon kullanılarak ve n-alkan serisi kullanılarak hesaplanmıştır.

[3] Bileşikler Wiley, NIST, Flavor kütüphaneleri ve referans standart maddeler kullanılarak tespit edilmiştir.

[4] Değerler 4 tekerrür-2 enjeksiyon ortalaması (Ortalama± standart sapma) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.10 Koyun beyaz peynirlerinin asidik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4]

Sıra No	Bileşik	Cas No	Bulunma Olasılığı (%)	Alıkonma Zamanı (dk)	Alan (%)	Alıkonma İndeksi	Miktar (µg/kg)			
							Koyun -1	Koyun-2	Koyun-3	Koyun-4
32	Asetik asit	000064-19-7	86	15.099	0.44	1469	40,74±4,56	9,25±0,15	193,51±9,66	134,25±6,54
33	Propiyonik asit	000079-09-4	82	16.980	2.33	1554	0	215,74±10,54	0	0
34	Bütirik asit	000107-92-6	83	19.575	0.17	1672	15,74±1,25	31,48±2,56	700±55,55	637,03±35,55
35	2-metil-hekzanoik asit	004536-23-6	83	22.639	0.42	1813	0	0	0	38,88±2,56
36	Pentanoik asit	000109-52-4	89	23.504	11.80	1854	1092,59±100	0	0	0
37	İzovalerik asit	000503-74-2	83	24.337	3.66	1894	338,88±25,45	0	0	0
38	Dodekanoik asit	000143-07-7	84	25.256	31.47	1939	2913,88±250	0	0	0
39	Hekzanoik asit	000142-62-1	87	26.202	0.06	1986	5,55±0,25	91,66±6,58	0	0
40	Oktanoik asit	000124-07-2	81	32.063	0.74	2262	68,51±12,5	0	0	0

[1] Relatif miktarlar DB-wax kolon kullanılarak elde edilen pik alanlarından hesaplanmıştır.

[2] Alıkonma indeksleri DB-wax kolon kullanılarak ve n-alkan serisi kullanılarak hesaplanmıştır.

[3] Bileşikler Wiley, NIST, Flavor kütüphaneleri ve referans standart maddeler kullanılarak tespit edilmiştir.

[4] Değerler 4 tekerrür-2 enjeksiyon ortalaması (Ortalama± standart sapma) olarak verilmiştir.

Buna göre 4 tane örnekte toplam olarak 31 tane nötral-bazik bileşen ve 9 tane ise asidik bileşen belirlenmiş ve bu bileşiklerin relatif miktarları ve alıkonma indeksleri de hesaplanmıştır. Nötral-bazik fazda belirlenen bileşiklerin sınıflandırılması; 6 tane ester, 7 tane keton, 2 aldehit, 13 tane alkol, 3 tane terpen şeklinde yapılabilir. Asidik fazda ise 9 tane asidik bileşen belirlenmiştir.

4.2.3.2 Koyun beyaz peynirlerinde belirlenen aroma-aktif bileşenler

Olfaktometre portundan koklama yoluyla nötral-bazik ve asidik fazda toplam 14 tane bileşiğin aromaya katkı yaptığı belirlenmiştir. Bu bileşikler çizelge 4.11 - 4.12'de görülmektedir.

Çizelge 4.11 GC-O tekniği ile koyun peynir ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları

Sıra No	Bileşik	Alıkonma süresi	Koku Tanımı	Alıkonma İndeksi	Flavor Dilüsyon Faktörü
1	3-hidroksi-2-bütanon[a]	3.835	Yağ kokusu	777	1/243
2	Etil asetat[a]	4.125	Meyve,yağ	817	1/243
3	α-pinen[a]	6.142	ferah	1001	1/9
4	2-bütanol[a]	6.514	Meyve	1008	1/81
5	1-propanol[a]	7.003	Meyveli	1038	1/9
6	β-pinen[a]	7.878	Freş	1093	1/3
7	Etil hekzanoat[a]	10.357	Meyve	1236	1/729
8	2-Nonanon[a]	13.620	Çimen	1401	1/81
9	Azulen[b]	16.75	naftalin	1544	1
10	Metiyonal[b]	23.73	Haşlanmış patates	1783	1
11	Maltol[b]	27.48	Yanık şeker	2049	1/729

[1] a ile işaretlenmiş bileşikler pozitif olarak (alıkonma indeksi (RI), koku ve kütle spektrometresi (MS) ile b ile işaretlemiş olan bileşikler tentatif olarak (alıkonma indeksi (RI) ve koku) ile belirlenmiştir.
[2] Koku tanımları gaz kromatografisi/olfaktometri koklama portunda yapılmıştır
[3]Alıkonma indeksi değerleri gaz kromatoğrafisi / kütle spektrometresi (MS) ve gaz kromatografisi / olfaktometre değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.
[4]Koku tanımları Db-wax kolon kullanılarak yapılmıştır. 4 tekerrür ortalaması olarak verilmiştir.

Çizelge 4.12 GC-O tekniği ile koyun peynir ekstraktlarının asidik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları

Sıra No	Bileşik	Alıkonma Süreleri	Koku Tanımı	Alıkonma İndeksi	Flavor Dilüsyon Faktörü
12	Asetik asit [a]	15.099	Sirke	1469	1/729
13	Bütirik asit [a]	19.575	Süt yağı	1672	1/729
14	Hekzanoik asit [a]	26.202	Ekşi,asit koku	1986	1/729

[1] a ile işaretlenmiş bileşikler pozitif olarak (alıkonma indeksi (RI), koku ve kütle spektrometresi (MS) ile Belirlenmiştir.
[2] Koku tanımları gaz kromatografisi/olfaktometri koklama portunda yapılmıştır
[3]Alıkonma indeksi değerleri gaz kromatoğrafisi / kütle spektrometresi (MS) ve gaz kromatografisi / olfaktometre değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.
[4]Koku tanımları Db-wax kolon kullanılarak yapılmıştır. 4 tekerrür ortalaması olarak verilmiştir.

AEDA testi sonucu yapılan dilüsyonların koklanması ile nötral bazik fazda belirlenen bileşiklerden "Etil hekzanoat, Etil asetat ile 3-hidroksi-2-bütanon, maltol, 2-bütanol, 2-nonanon " bileşiklerinin yüksek flavor dilüsyon faktörüne sahip oldukları için peynir örneklerinin aromasında anahtar rol oynadığı düşünülmektedir. Ayrıca daha dşük flavor dilüsyon faktörüne sahip olan "α-pinen, 1-propanol, β-pinen, metiyonal ve azulen" gibi bileşiklerinde aromaya önemli katkı yaptıkları düşünülmektedir.

Asidik fazda olfaktometre koklaması sonucu ise 9 tane asidik bileşenden 3 tanesinin peynir örneklerinin aromasında anahtar rol oynadığı görülmektedir. Bunlar; asetik asit, bütirik asit ve hekzanoik asit'tir. Çünkü bu bileşikler yüksek flavor dilüsyon faktörüne sahiptirler.

Izco ve Torre (2000) yaptıkları çalışmalarında, kuzey İspanya da koyun sütünden üretilen Roncal peynirinin aroma profilini incelemişler ve nötral-bazik fazda "alkollerin, esterlerin ve ketonların" önemli rol oynadıklarını belirtmişlerdir. Asidik fazda ise "asetik asit, bütirik asit ve hekzanoik asit" yağ asitlerinin önemli rol oynadığını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar bizim sonuçlarımızla birebir benzerlik göstermektedir.

Fernandez-Garcia vd. (2004) yaptıkları çalışmada, koyun sütünden elde edilen Castellano peynirinin aroma profilini incelemişlerdir. Aroma profilinde "2-propenal, hekzanal, 2-metil-1-bütenal" gibi esterlerle dallanmış zincirli aldehitlerin ve "propenal ve 2-metil ketonların" önemli rol oynadığını ve Castellano peynirinin aromasına "alkollerin" önemli oranda etki ettiklerini, ayrıca "α-pinen" gibi bileşiklerin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma da bizim sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir.

Ferreira vd. (2009) da yaptıkları çalışmada, koyun sütünden elde edilen peynirlerin aroma profillerini çıkartmışlardır. Burada sonuç olarak bizim çalışmamıza benzer sonuçlar bulunarak "esterler ve terpenlerin" aromada önemli rol oynadığı belirtilmiştir.

4.3 Keçi Beyaz Peyniri Örneklerine İlişkin Özellikler

4.3.1 Keçi beyaz peynirlerinin bazı kimyasal özellikleri

Keçi Beyaz peynirlerinin bazı kimyasal özelliklerine ait değerler en az, en çok ve ortalama olarak standart sapmaları ile beraber çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Keçi beyaz peynirlerine ait kimyasal değerler (n=4)

Kimyasal özellikler	En az	En çok	Ortalama±standart hata
Toplam Kurumadde (%)	48,91	50,76	49,74±0,95
Yağ (%)	24,5	27	25,63±1,11
Yağ (KM'de %)	48,67	55,15	51,56±3,11
Tuz (%)	1,64	2,81	2,28±0,61
Tuz (KM'de %)	3,25	5,73	4,58±1,33
pH	4,43	4,58	4,51±0,08
Titrasyon Asitliği (%LA)	2,25	2,4	2,33±0,06
Toplam Azot (%)	1,89	2,24	2,05±0,14
Toplam Protein (%)	12,1	14,29	13,06±0,92
Suda çözünen azot (%)	0,41	0,52	0,44±0,05
Olgunlaşma İndeksi (%)	21,7	23,2	22,4±1,15

Koyun Beyaz Peynir örneklerine ilişkin bazı özellikler çizelge 4.13'de verilmiştir. Bu sonuçların kurumadde, yağ, tuz ve asitlik içerikleri yönünden yürürlükte olan Beyaz peynir standardına uygun olduğu söylenebilmektedir.

4.3.2 Keçi beyaz peynirlerinin duyusal değerlendirmesi

Keçi Beyaz peynirine ait duyusal değerlendirme sonucu çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14 Keçi beyaz peynirlerine ait duyusal değerlendirme sonuçları (n=4)

Duyusal Özellikler	En az	En çok	Ortalama±standart sapma
Görünüş	16,1	18,4	17,53±1,07
Kitle-Yapı	24,5	28,2	26,4±1,58
Koku	17,5	22,6	20,02±2,24
Tat	11,9	16,4	13,83±2,12
Toplam	71,4	85,5	77,78±6,66

Çizelgede de görüldüğü gibi peynir örnekleri dört parametre dikkate alınarak duyusal olarak değerlendirilmiştir. Görünüş yönünden peynir örneklerinin en az, en çok ve ortalama olarak aldıkları puanlar sırasıyla 16,1-18,4 ve 17,53±1,07 olmuştur. Kitle-yapı yönünden ise puanlar aynı sırayla 24,5-28,2 ve 26,4±1,58 olarak belirlenmiştir. Koku puanları ise 17,5-22,6 ve 20,02±2,24 şeklinde bulunmuştur. Tat yönünde ise peynir örnekleri 11,9-16,4 ve 13,83±2,12 puanlarını almışlardır. Peynirlerin toplam puanları ise 71,4 ile 85,5 arasında ve ortalama olarak da 77,78±6,66 olarak bulunmuştur.

4.3.3 Keçi beyaz peynirlerinin aroma-aktif bileşenlerine dair sonuçlar

4.3.3.1 Uçucu aroma bileşikleri

Peynir örneklerinden hazırlanan ekstraktların gaz kromatoğrafisi kütle spektrometresine verilmesi ile nötral-bazik ve asidik fraksiyonlarında elde edilen uçucu aroma bileşikleri çizelge 4.15 - 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.15 Keçi beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4]

Sıra No	Bileşik	Cas No	Bulunma Olasılığı (%)	Alıkonma Zamanı (dk)	Alan (%)	Alıkonma İndeksi	Miktar (µg/kg)			
							Keçi-1	Keçi-2	Keçi-3	Keçi-4
1	3-hidroksi-2-bütanon	000513-86-0	86	3.740	2.08	761	19,04±1,96	1,46±0,01	4,94±0,55	0
2	2-metil-2-bütenal	001115-11-3	80	4.508	0.26	853	2,38±0,06	0	0	0
3	2-bütanon	000078-93-3	80	4.736	8.46	876	0	0	0	77,47±5,55
4	2-Propanol	000067-63-0	80	4.990	0.37	901	0	3,38±0,55	0	63,91±6,55
5	Etil alkol	000064-17-5	80	5.083	1.13	908	0	10,34±1,96	0	0
6	2,3-bütanediol	000513-85-9	80	5.325	3.03	925	27,74±2,56	27,74±2,56	27,74±2,56	27,74±2,56
7	Tetrahidro-sitronellen	002051-30-1	80	5.527	5.80	939	0	53,11±5,55	0	0
8	2-metil-3-pentanol	000565-67-3	82	5.679	2.10	950	19,23±2,45	0	0	0
9	2-Bütanol	000078-92-2	80	5.840	1.08	961	9,89±1,25	18,04±1,96	178,66±12,56	290,84±15,50
10	Metil bütanoat	000623-42-7	93	5.855	2.43	962	0	22,25±2,56	22,25±2,56	0
11	Etil bütanoat	000105-54-4	83	6.871	3.22	1030	0	0	29,48±3,45	0
12	1-propanol	000071-23-8	86	6.897	0.49	1032	0	0	0	4,48±1,05

Çizelge 4.15 Keçi beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4] (devam)

13	Kamfen	000079-92-5	91	7.251	6.26	1054	0	57,32±3,48	0	0
14	Trisiklen	000508-32-7	91	7.923	5.53	1096	0	50,64±4,57	0	0
15	2-pentanol	006032-29-7	84	8.302	0.11	1118	0	1±0,001	3,66±0,01	4,39±0,1
16	Dietil disülfit	000110-81-6	83	8.347	0.03	1121	0,27±0,002	0	0	0
17	Kümen	000098-82-8	83	8.486	5.63	1129	51,55±6,54	0	0	0
18	Bütil alkol	000071-36-3	90	8.643	0.85	1138	15,01±1,60	0	0	0
19	α-pinen	000080-56-8	96	8.704	5.85	1142	53,57±2,54	53,57±2,54	0	0
20	2-metil-2-pentenal	000623-36-9	92	8.894	0.09	1153	1,59±0,05	0	0	0
21	2-etil-hekzanal	000123-05-7	93	9.183	0.11	1170	1±0,05	0	0	0
22	2-heptanon	000110-43-0	90	9.328	4.74	1179	4,30±2,15	0	0	0
23	Benzaldehit	000100-52-7	80	9.344	6.43	1180	58,88±3,55	0	0	0
24	Metil hekzanoat	000106-70-7	86	9.424	5.54	1184	0	50,73±5,56	0	0
25	2-Oktanon	000111-13-7	87	9.434	0.31	1185	0	0	0	2,83±0,05
26	Limonen	000138-86-3	87	9.659	8.69	1198	0	79,57±8,90	0	0

Çizelge 4.15 Keçi beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4] (devam)

27	Fenol	000108-95-2	87	9.781	0.07	1205	0,64±0,01	0,36±0,001	0	0
28	Bütil bütanoat	000109-21-7	83	10.025	7.58	1218	0	69,41±2,54	0	0
29	Etil hekzanoat	000123-66-0	87	10.315	7.71	1233	0	70,6±6,54	70,6±6,54	0
30	γ-terpinen	000099-85-4	80	10.559	9.78	1246	0	89,56±3,89	0	0
31	Pentanol	000071-41-0	80	10.682	2.82	1253	0	0	0	25,82±2,35
32	Orto-kimen	000527-84-4	95	11.064	8.59	1273	0	78,66±5,45	0	0
33	2-oktanol	000123-96-6	84	12.025	7.60	1322	0	69,59±3,36	0	0
34	Asetofenon	000098-86-2	79	12.052	9.99	1324	91,48±6,58	0	0	0
35	Meta-krezol	000108-39-4	84	12.183	10.45	1330	95,69±5,98	0	0	0
36	2-nonanon	000821-55-6	81	12.666	11.03	1354	101±15	0	0	0
37	n-hekzanol	000111-27-3	78	12.729	4.28	1357	0	39,19±2,59	0	0
38	2-etilhekzilasetat	000103-09-3	90	14.264	13.59	1430	124,45±20	0	0	0
39	Etil dekanoat	000110-38-3	84	14.472	24.40	1440	0	223,44±25	0	0
40	Azulen	000275-51-4	80	15.405	20.11	1483	184,15±12,5	0	0	0
41	2-etil-1-hekzanol	000104-76-7	86	15.752	0.22	1499	3,88±0,05	0	0	0

Çizelge 4.15 Keçi Beyaz peynirlerinin nötral-bazik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4] (devam)

42	1-Oktanol	000111-87-5	82	17.208	0.04	1565	0	0,36±0,01	0	0
43	Dimetilsülfoksit	000067-68-5	81	17.957	0.04	1598	0	0,36±0,01	0	0
44	Metil dekanoat	000110-42-9	88	18.028	21.23	1602	0	194,41±9,86	0	0
45	2-undekanon	000112-12-9	83	18.131	19.90	1606	0	182,23±15,5	0	0
46	Trans-karyofillen	000087-44-5	98	18.253	0.04	1612	0	0,36±0,05	0	0
47	δ-dodekalakton	000713-95-1	84	18.308	36.91	1614	338±25,50	0	0	0
48	δ-nonalakton	003301-94-8	86	24.479	23.98	1901	219,59±15,80	0	0	0
49	Δ- dekalakton	000705-86-2	78	30.366	28.55	2206	2,94±0,15	0	0	0

[1] Relatif miktarlar DB-wax kolon kullanılarak elde edilen pik alanlarından hesaplanmıştır.

[2] Alıkonma indeksleri DB-wax kolon kullanılarak ve n-alkan serisi kullanılarak hesaplanmıştır.

[3] Bileşikler Wiley, NIST, Flavor kütüphaneleri ve referans standart maddeler kullanılarak tespit edilmiştir.

[4] Değerler 4 tekerrür-2 enjeksiyon ortalaması (Ortalama± standart sapma) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.16 Keçi Beyaz peynirlerinin asidik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4]

Sıra No	Bileşik	Cas No	Bulunma Olasılığı (%)	Alıkonma Zamanı (dk)	Alan (%)	Alıkonma İndeksi	Miktar (µg/kg)			
							Keçi -1	Keçi-2	Keçi-3	Keçi-4
50	Asetik asit	000064-19-7	91	14.835	3.18	1457	294,44±25,50	198,14±22,54	137,03±11,54	0
51	Oktanoik asit	000124-07-2	90	15.193	0.24	1473	22,22±2,25	0	0	0
52	2-metil-propiyonik asit	000079-31-2	81	17.408	0.47	1574	4,30±2,25	0	0	0
53	Bütirik asit	000107-92-6	87	18.822	0.94	1637	87,03±9,86	1819,44±45,5	376,85±11,52	1324,07±32,50
54	Dekanoik asit	000334-48-5	84	20.530	0.03	1715	2,77±0,25	0	0	0
55	Hekzanoik asit	000142-62-1	81	20.790	0.05	1727	4,62±0,50	25,92±6,52	0	0
56	2-metil hekzanoik asit	004536-23-6	79	21.887	5.43	1778	0	502,77±25,54	0	0
57	İzovalerik asit	000503-74-2	83	23.469	3.66	1853	0	338,88±32,50	0	0
58	Nonanoik asit	000112-05-0	95	29.820	18.77	2178	15,6±0,75	0	0	0
59	1,2-Benzen Dikarboksilik asit	000084-69-5	94	35.369	0.30	2383	27,77±3,55	0	0	0

Çizelge 4.16 Keçi Beyaz peynirlerinin asidik fazında tespit edilen uçucu aroma maddeleri (n=4) [1,2,3,4] (devam)

60	Benzen karboksilik asit	000065-85-0	96	36.391	1.39	2437	4,52±0,15	0	0	0

[1] Relatif miktarlar DB-wax kolon kullanılarak elde edilen pik alanlarından hesaplanmıştır.
[2] Alıkonma indeksleri DB-wax kolon kullanılarak ve n-alkan serisi kullanılarak hesaplanmıştır.
[3] Bileşikler Wiley, NIST, Flavor kütüphaneleri ve referans standart maddeler kullanılarak tespit edilmiştir.
[4] Değerler 4 tekerrür-2 enjeksiyon ortalaması (Ortalama± standart sapma) olarak verilmiştir.

Buna göre 4 tane örnekte toplam olarak 49 tane nötral-bazik bileşen ve 11 tane ise asidik bileşen belirlenmiş ve bu bileşiklerin relatif miktarları ve alıkonma indeksleri de hesaplanmıştır. Nötral-bazik fazda belirlenen bileşiklerin sınıflandırılması; 8 tane ester, 6 tane keton, 4 aldehit, 14 tane alkol, 11 tane terpen, 2 tane sülfürlü bileşik, 3 tane lakton ve 1 tane de muhtelif bileşikler şeklinde yapılabilir. Asidik fazda ise 11 tane asidik bileşik belirlenmiştir. Toplam da ise 60 tane bileşik saptanmıştır.

4.3.3.2 Keçi Beyaz peynirlerinde belirlenen aroma-aktif bileşenler

Bu bileşikler daha öncede bahsedildiği gibi gaz kromatoğrafisi olfaktometre portunda belirlenmiştir. Olfaktometre portundan koklama yoluyla nötral-bazik ve asidik fazda toplam 16 tane bileşiğin aroma-aktif olduğu yaptığı belirlenmiştir. Bu bileşikler çizelge 4.17 - 4.18'de görülmektedir.

Çizelge 4.17 GC-O tekniği ile keçi peynir ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları (n=4)[1,2,3,4]

Sıra No	Bileşik	Alıkonma Süreleri	Koku Tanımı	Alıkonma İndeksi	Flavor Dilüsyon Faktörü
1	3-hidroksi-2-bütanon[a]	3.740	Süt yağı	761	1/243
2	2-bütanol[a]	5.840	Yağ kokusu	961	1/27
3	Metil bütanoat[a]	5.855	Meyve	962	1/729
4	Kamfen[a]	7.251	Freş, meyvemsi	1054	1/9
5	α-pinen[a]	8.704	Freş, çamımsı	1142	1/3
6	Etil hekzanoat[a]	10.315	Meyve	1233	1/81
7	γ-terpinen[a]	10.559	Freş, çamımsı	1246	1/9
8	2-Etil hekzil asetat[a]	14.264	Meyve	1430	1/81
9	Etil dekanoat[a]	14.472	Üzüm	1440	1/27
10	δ-dodekalakton[a]	18.308	Hindistan cevizi,yağ	1614	1/243
11	δ-nonalakton[a]	24.479	Hindistan cevizi	1901	1/81

[1] a ile işaretlenmiş bileşikler pozitif olarak (alıkonma indeksi (RI), koku ve kütle spektrometresi (MS) ile
[2] Koku tanımları gaz kromatografisi/olfaktometri koklama portunda yapılmıştır
[3]Alıkonma indeksi değerleri gaz kromatoğrafisi / kütle spektrometresi (MS) ve gaz kromatografisi / olfaktometre değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.
[4]Koku tanımları Db-wax kolon kullanılarak yapılmıştır. 4 tekerrür ortalaması olarak verilmiştir.

Çizelge 4.18 GC-O tekniği ile keçi peynir ekstraktlarının asidik fazında bulunan aroma-aktif bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları (n=4)[1,2,3,4]

Sıra No	Bileşik	Koku Tanımı	Alıkonma Süreleri	Alıkonma İndeksleri	Flavor Dilüsyon Faktörü
12	Asetik asit[a]	Sirke	14.865	1457	1/729
13	Oktanoik asit[b]	Peynirimsi koku	15.193	1473	1/9
14	Bütirik asit[a]	Süt yağı	18.822	1637	1/ 81
15	Hekzanoik asit[a]	Ekşi,asit koku	20.790	1727	1/27
16	Nonanoik asit[a]	Keçimsi,ekşi	29.820	2178	1/81

[1] a ile işaretlenmiş bileşikler pozitif olarak (alıkonma indeksi (RI), koku ve kütle spektrometresi (MS) ile b ile işaretlemiş olan bileşikler tentatif olarak (alıkonma indeksi (RI) ve koku) ile belirlenmiştir.
[2] Koku tanımları gaz kromatografisi/olfaktometri koklama portunda yapılmıştır.
[3] Alıkonma indeksi değerleri gaz kromatografisi/olfaktometri sonuçlarından hesaplanmıştır.
[4]Koku tanımları Db-wax kolon kullanılarak yapılmıştır. 4 tekerrür ortalaması olarak verilmiştir.

AEDA testi sonucu yapılan dilüsyonların koklanması ile nötral bazik fazda belirlenen bileşiklerden "Metilbütanoat, 3-hidroksi-2-bütanon ve δ-dodekalakton, δ-nonalakton ve α-pinen, γ-terpinen ve kamfen" gibi terpenler de yüksek flavor dilüsyon faktörüne sahip olduğu için peynir örneklerinin aromasında anahtar rol oynayabileceği düşünülmektedir.

Asidik fazda olfaktometre koklaması sonucu ise 11 tane asidik bileşenden 5 tanesinin peynir örneklerinin aromasında anahtar rol oynadığı görülmektedir. Bunlar; "asetik asit, bütirik asit ve hekzanoik asit ve de nonanoik asit ve oktanoik asit"tir. Çünkü bu bileşikler yüksek flavor dilüsyon faktörüne sahiptirler.

Ayrıca yine asidik fazda "asetik asit, bütirik asit, hekzanoik asit" gibi yağ asitlerinin de aroma aktif bileşikler olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma sonucu keçi sütünden elde edilen süt ürünleri "mumumsu hayvanımsı aroma" olarak karakterize edilebileceği belirtilmiştir. Bu aromaların ise "dallanmış orta zincirli yağ asitleri"den kaynaklandığı ifade edilebilmektedir (Carunchia-Whetstine vd. 2003).

Fedele vd. (2005) keçi sütünden değişik mevsimlerde elde ettikleri peynirlerin aroma profillerini incelediklerinde bizim örneklerimize benzer olarak "oktanoik asit etil ve metil esterlerinin" ve terpenlerin aromaya katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir.

4.3.4 İnek, koyun ve keçi peynirlerinin bileşikler bazında karşılaştırılması

İnek, koyun ve keçi peyniri örneklerinin nötral-bazik fazdaki aroma profilleri çizelge 4.19'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.19 İnek, koyun ve keçi peynirlerinin nötral-bazik fazdaki aroma profilleri

Bileşikler		İnek Peyniri	Koyun Peyniri	Keçi Peyniri
Esterler	Etil asetat	+	+	-
	Etil bütanoat	+	+	+
	Etil hekzanoat	+	+	+
	Metil hekzanoat	-	-	+
	Etil laktat	+	-	-
	2-etil-hekzil asetat	+	+	+
	Bütil bütanoat	-	-	+
	Etil dekanoat	+	+	+
	Etil oktanoat	-	+	-
	Metil dekanoat	-	-	+
	Metil bütanoat	-	-	+
Aldehitler	Oktanal	+	-	-
	2-etil-trans-2-bütenal	+	-	-
	Benzaldehit	-	+	+
	Heptanal	+	-	-
	Hekzanal	+	-	-
	2-etil hekzanal	-	-	+
	2-hidroksi-2-metil propanal	+	-	-
	2-metil-2-bütenal	-	+	+
	2-metil-2-pentenal	-	-	+
Ketonlar	2-bütanon	+	+	+
	Metil etil keton	+	+	-
	2-heptanon	+	+	+
	2-Oktanon	+	-	+
	2-pentanon	-	+	-
	3-hidroksi-2-bütanon	+	+	+
	2-nonanon	+	+	+
	2-undekanon	+	+	+

Çizelge 4.19 İnek, koyun ve keçi peynirlerinin nötral-bazik fazdaki aroma profilleri (devan)

Alkoller	Etil alkol	+	+	+
	2-bütanol	+	+	+
	1-propanol	+	+	+
	2-metil-1-propanol	+	-	-
	2-heptanol	-	+	-
	2-propen-1-ol	+	-	-
	2-pentanol	+	+	+
	1-bütanol	+	+	+
	Pentanol	+	+	+
	İzopentil alkol	+	+	-
	2-oktanol	-	+	+
	3-metil-3-büten-1-ol	+	-	-
	3-metil-2-büten-1-ol	+	-	-
	1-hekzanol	+	+	+
	Fenil etil alkol	-	+	-
	2-etil-1-hekzanol	+	+	+
	2-nonanol	+	-	-
	3-metil fenol	-	+	-
	2-propanol	-	-	+
	1-oktanol	+	-	+
	2,3-bütanediol	+	-	+
	Fenol	-	-	+
	2-metil-3-pentanol	-	-	+
Terpenler	α-pinen	-	+	+
	β-pinen	-	+	-
	Tetrahidrositronellen	-	-	+
	Ortokimen	-	+	+
	p-ksilen	-	-	+
	Kamfen	-	-	+
	Trisiklen	-	-	+
	Kümen	-	-	+
	Limonen	-	-	+
	γ-terpinen	-	-	+
	Meta-krezol	-	-	+
	Azulen	-	-	+
	Transkaryofillen	-	-	+
Laktonlar	δ-dodekalakton	-	-	+
	δ-nonalakton	-	-	+
	δ-dekalakton	-	-	+
Sülfürlü bileşikler	Dietildisülfit	-	-	+
	Dimetilsülfoksit	-	-	+
Muhtelif bileşikler	Asetofenon	-	-	+

+: Bileşiğin peynirde tespit edildiğini gösterir.
-: Bileşiğin peynirde tespit edilmediğini gösterir.

1- Çizelge 4.19'da görüldüğü üzere temel esterler olan "Etil asetat","Etil bütanoat" ve "Etil hekzanoat" ve "Etil dekanoat" gibi dört tanesi incelenen üç türün peynirlerinde de aroma aktif bileşik olarak tespit edilmiştir. Ayrıca "2-etil hekzil asetat" esteri yine üç türün peynirlerinde de görülmüştür. Bunun yanında "Etil laktat"ın sadece inek peynirlerinde "Etil oktanoat"ın ise sadece koyun peynirlerinde tespit edildiği görülmüştür. Keçi peynirlerinde ise diğerlerinden farklı olarak "Metil hekzanoat", "Metil dekanoat", "Metil bütanoat" gibi metil esterler ve "Bütil bütanoat" gibi bütil ester tespit edilmiştir.

Esterler peynirlerde yaygın olarak görülen uçucu bileşiklerdir. Kısa zincirli yağ asitlerinin esterleri fermente süt ürünlerinde aroma-aktif madde olarak belirlenmiştir. Bu esterler "meyvemsi" aromadan sorumludurlar. Süt ve ürünlerinde aroma-aktif esterlerin oluşumu 2 enzimatik reaksiyon ile gerçekleşir. Bunlar:

1-Esterifikasyon
2- Alkoliz
olaylarıdır.

Esterifikasyon: alkoller ve karboksilik asitlerden esterlerin oluşumudur (Liu vd. 2004). Burada olan olay, kısa ve orta zincirli yağ asitleri ile laktoz fermentasyonu ve aminoasit katabolizması sonucu oluşan birincil ve ikincil alkollerin arasındaki reaksiyondur (Curioni ve Bosset 2002). Alkoliz olayı ise; alkoller ve açilgliseroller veya alkoller ve yağ asitleri, amino asitler ve /veya karbonhidratlar metabolizmaları sonucu oluşan yağ açilleri-CoA (koenzimA) metabolizmaları ile esterlerin oluşumudur. Alkoliz esasında açilgliserollerden gelen yağ açil gruplarının ve açil CoA derivatlarının direkt olarak alkollere transfer olduğu bir transferaz reaksiyonudur. Bu olay laktik asit bakterileri ve mayaların neden olduğu ester biyosentezinin en önemli mekanizmasıdır (Liu vd. 2004).

Karbon atomu sayısı C_2-C_{10} arasında olan düz zincirli yağ asitlerinden oluşan 5 etil ester peynirlerde en sıklıkla görülen gruptur. Bunlar:
1-Etil Asetat
2-Etil Bütanoat

3-Etil Hekzanoat

4-Etil Oktanoat

5-Etil Dekanoat

esterleridir ve bu grup normalde peynirde düşük seviyelerde bulunmasına rağmen peynirin aromasına katkıları büyüktür. Çünkü bu grubun diğer gruplarla olan sinerjetik etkisi peynirin aroma dengesinde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada bizim incelediğimiz inek, koyun ve keçi peynirlerinde de yukarıda bahsettiğimiz temel esterler tespit edilmiştir.

2- Aldehitler; koyun ve keçi peynir örneklerinde ortak olarak "Benzaldehit", "2-metil-2-bütenal" belirlenmiştir. Bunun dışında inek peynirlerinde "Oktanal", "2-etil-trans-2-bütenal", "Heptanal", "2-hidroksi-2-metil-propanal" ve "Hekzanal" aldehitleri belirlenmiştir. Ayrıca keçi peynirinde ise diğerlerinden farklı olarak "2-etil hekzanal" saptanmıştır.

Aldehitler; amino asitlerden ya transaminasyon (bu dekarboksile olabilen ara imitler (diaçil amonyak türevleri) oluşturur) veya Strecker degradasyonu ile oluşurlar. Bu reaksiyon basittir ve olgunlaşma esnasında enzimatik kataliz olmadan gerçekleşebilir. Aldehitler peynirde hızlı bir şekilde birincil alkollere indirgenirler veya ilintili asitlere dönüşürler.

Dallanmış zincirli aldehitler; enzimatik proses ile amino asit degradasyonu ve enzimatik olmayan Strecker degradasyonu ile oluşur. Bu gruptaki bileşiklere örnek olarak "2-metil propanal, 2-metil bütanal ve 3-metil bütanal" verilebilmektedir. Bu bileşiklerin ise sırasıyla valin, izolösin ve lösin amino asitlerinden oluştuğu ifade edilmektedir (Curioni ve Bosset 2002). Bizim peynirlerimizden özellikle koyun ve keçi peynirlerinde bu paragrafta bahsedilen "2-metil-2-bütenal" gibi dallanmış zincirli aldehitler tespit edilmiştir.

Peynirlerde düz zincirli aldehitlerden n-bütanal, n-pentanal ve n-nonanal gibi bileşikler en yaygın olanlarıdır. Onlar "çimen" ve "bitkisel aroma" olarak karakterize edilirler. Bu bileşikler doymamış yağ asitlerinden β-oksidasyon ile veya ışık-indirgeme reaksiyonları ile oluşmaktadır. Düz zincirli aldehitler eğer konsantrasyonları belli eşik değeri aşarsa

istenmeyen aroma oluştururlar. Bu grup içerisinde en yaygın olarak bulunanı "nonanal"dir. Önemli aromatik aldehitlerden bir tanesi "fenilasetaldehittir" ve bu fenilalanin degradasyonu ile oluşmaktadır (Rychlik ve Bosset 2001a). Bizim çalışmamızda incelediğimiz inek peynirlerinde ise koyun ve keçi peynirlerinin aksine "Oktanal, Heptanal ve Hekzanal" gibi düz zincirli aldehitler belirlenmiştir.

3- Ketonlar; " 2-bütanon, 2-heptanon, 2-nonanon, 2-undekanon ve 3-hidroksi-2-bütanon" gibi ketonlar üç türün peynir örneklerinde de belirlenmiştir. "2-Oktanon" inek ve keçi peynirlerinde ortak olarak belirlenmiştir. Bunun yanında "Metil etil keton ise inek ve koyun peynirlerinde ortak olarak belirlenmiştir. Ayrıca diğerlerinden farklı olarak koyun peynirlerinde "2-pentanon" belirlenmiştir.

Ketonlar pek çok süt ürününün ortak bileşenidir. Tipik kokuları ve düşük algılama eşikleri ile ketonlar özellikle de metilketonlar küfle olgunlaşan peynirlerin aromasına katkıları önemlidir. Buradaki mekanizma küflerin (*P.roqueforti, P.camemberti veya G.candidum)* enzimatik aktiviteleri ile ilişkilendirilmiştir.

2-oktanon, 2-nonanon, 2-dekanon ve 2-undekanon gibi çeşitli metilketonlar "meyvemsi" ve "floral" kokular ile eşleştirilmiştir. 2-heptanon da önemli ketonlardan bir tanesidir. Duyusal açıdan diğer bir önemli aroma ise 1-Okten-3-on dur ve bu keton mantar aroması ile ilişkilendirilmiştir. Bu bileşiğin üretimi *P.camemberti* vasıtası ile linoleik ve linolenik asit metabolik yolları ile ilişkilendirilmiştir (Curioni ve Bosset 2002). Bizim incelediğimiz inek, koyun ve keçi peynirlerinde bu paragrafta bahsedilen metil ketonların aromaya önemli etkileri tespit edilmiştir.

En önemli diketonlardan bir tanesi 2,3-bütanedion (diasetil) dir. Bu bileşik laktoz ve sitrat metabolizması sonucu oluşan pirüvattan elde edilmektedir. 2,3- bütanedion esas olarak laktik asit bakterilerinin (*Lactococcus lactis ssp. lactis biovar diacetylactis* ve *Leuconostoc spp.*) aktivitelerinden kaynaklanır. Bu uçucu bileşik tereyağımsı ve fındık benzeri bir aromaya sahiptir. Bizim peynir örneklerimizde ise bu grup ketonlardan "3-hidroksi-2-bütanon (asetoin)" üç türün peynir örneklerinde de ortak olarak belirlenmiştir.

4- Alkoller; “Etil alkol, 2-bütanol, 1-propanol, 2-pentanol, 1-bütanol, pentanol, 1-hekzanol, 2-etil-1-hekzanol” gibi alkoller inek, koyun ve keçi peynirlerinde ortak olarak belirlenmiştir. “İzopentil alkol” inek ve koyun peynirlerinde ortak olarak belirlenmiştir. “2-Oktanol” alkolleri ise koyun ve keçi peynirlerinde ortak olarak belirlenmiştir. Bunun dışında inek peynirlerinde “2-metil-1-propanol, 2-propen-1-ol, 3-metil-3-büten-1-ol, 3-metil-2-büten-1-ol, 2-nonanol” alkolleri belirlenmiştir. Koyun peynirlerinde ise “2-heptanol, 3-metil fenol” alkolleri belirlenmiştir. Keçi peynirlerinde ise “ 2-propanol, 2-metil-3-pentanol ve fenol” alkolleri tespit edilmiştir.

Peynirde alkollerin biyosentezinde; laktoz metabolizması, metil keton redüksiyonu, amino asit metabolizması, linoleik asit ve linolenik asit degradasyonu gibi bir çok metabolik yola rastlanılmaktadır. Dallı zincirli birincil alkoller, örneğin “3-metil-1-butanol”, lösin amino asitinden oluşan aldehitlerin indirgenmesi ile meydana gelmektedir (Curioni and Bosset, 2002). Bu gruptan “2-metil-3-pentanol, 2-etil-1-hekzanol” keçi ve inek peynirlerinin aromasına önemli katkı yaptıkları belirlenmiştir.

İkincil alkoller çoğunlukla (örneğin 2-heptanol), yağ asitlerinden β-oksidasyon yoluyla meydana gelen β-ketoasitlerden oluşan metil ketonların kendilerine karşılık gelen alkollere enzimatik olarak indirgenmesi ile oluşmaktadır (Kollock vd. 2008). Bizim örneklerimizde de bu grup alkollerden “2-bütanol, 2-pentanol, 2-heptanol, 2-oktanol, 2-nonanol ve 2-propanol” alkolleri aroma-aktif madde olarak tespit edilmiştir.

Çoğunlukla keçi sütlerinden üretilen peynirlerde belirlenen aromatik bir alkol olan feniletanol bizim koyun peynirlerimizde belirlenmiştir. Bu bileşik aromaya, çiçek kokusu (floral) bir katkıda bulunmaktadır. Feniletanolün mayalar tarafından fenilalaninden üretildiği düşünülmektedir (Serhan vd. 2010).

5- Terpenler; bizim incelediğimiz peynir örneklerinden inek peynirlerinde hiç terpen bulunmamıştır. Koyun ve keçi peynirlerinde ise terpen belirlenmiştir. Özellikle keçi peynirlerinde çok sayıda terpen belirlenmiştir. Bunlardan “α-pinen ve Orto-kimen” koyun ve keçi peynirlerinde ortak olarak belirlenmiştir. Bunun dışında keçi peynirlerinde “Tetrahidrositronellen, p-ksilen, kamfen, trisiklen, kümen, limonen, γ-

terpinen, meta-krezol, azulen ve transkaryofillen" terpenleri tespit edilmiştir. Terpenler özellikle çayır ve meralarda yeşil yem yiyen hayvanların sütlerinden üretilen ve birçok farklı yapısal türü olan bileşiklerdir (Degenhardt vd. 2009, Başer ve Demirci 2007). Bu bileşikler, yeşil yem bitkilerinin yapısında yer almaktadır (Abilleira vd. 2010). Böylece, yeşil yemlerden hayvana, süte ve de en son peynire geçmektedir (Malecky vd. 2009). Böylelikle birçok peynirin aromasında önemli rol oynar. En sık belirlenen terpenler "α-pinen ve linalool"dür. Değişik rakımlarda taze yeşil ot ile beslenen hayvanların sütlerinin terpen içeriği açısından farklılık gösterdiği ifade edilmiştir (Chion vd. 2010). Yüksek meralarda otlayan hayvanların sütlerinden elde edilen peynirlerin, düşük rakımdaki düzlüklerde beslenen hayvanların sütlerinden elde edilen peynirlerden daha fazla sayıda terpen içerdiği görülmüştür (Noni ve Battelli 2008). Bizim örneklerimizden keçi peynirlerinin fazla sayıda terpene sahip olmasını keçilerin yüksek rakımlarda beslenmesine bağlayabilmekteyiz.

7- Laktonlar; inek ve keçi peynirlerimizde "δ-dodekalakton" ortak olarak belirlenmiştir. Koyun peynirlerinde lakton belirlenmemiştir. Bunun dışında keçi peynirlerinde "δ-nonalakton ve δ-dekalakton" gibi temel ve yaygın olarak görülen laktonlar belirlenmiştir.

Laktonlar, tüm peynirlerin aromalarını etkileyen önemli yağ bazlı aroma bileşikleridir. Düşük aroma eşiğine sahip olan laktonların süt yağının ısıtılması ile oluştuğu uzunca yıllardır bilinen bir gerçektir. Sütün lakton potansiyeli, yağ fraksiyonu 180ºC de su varlığında ve hava yokluğunda ısıtıldığında açığa çıkan lakton miktarı olarak tanımlanmıştır. Buradaki olayda gliseritlerde esterleşen hidroksi yağ asitlerinin oluşan laktonların öncü maddesi olduğu ifade edilmiştir. Bu öncüler hayvanın beslenme rejimine ve laktasyon aşamasına bağlı olarak üretilmektedir. Süt yağı ısıtıldığında, esterleşen hidroksi asitler gliseritlerden serbest hidroksi asitleri oluşturmak için hidrolize olurlar. Bu mekanizma laktonlar 180 ºC gibi ekstrem bir sıcaklıkta ısıtıldığı şartlarda kabul edilebilir. Peynirde ise laktonların oluşum mekanizması kesin olarak tanımlanamamış olmasına rağmen, peynirin olgunlaşması esnasında, laktonların, hidroksi yağ asitlerini içeren trigliseridlerin hidrolizi ve daha sonra laktonizasyon ile oluştukları öne sürülmüştür (Alewijn vd. 2007). Farklı δ-laktonlar yukarıda bahsedildiği

gibi bizim peynirlerimizde belirlenmiştir. Bu bileşikler meyvemsi aromaya katkıda bulunmaktadır. Özellikle "şeftali" veya "hindistancevizi" kokusuna sahiptirler. Peynirlerde en sık belirlenen lakton "δ- dekalaktondur" (Curioni ve Bosset 2002).

8- Sülfürlü bileşikler; peynir örneklerinden sadece keçi peynirlerinde "dietil disülfit, dimetil sülfoksit" gibi sülfürlü bileşikler tespit edilmiştir. İnek ve koyun peynirlerinde ise sülfürlü bileşik belirlenememiştir.

Uçucu sülfür bileşiklerinin çok düşük konsantrasyonlarda oldukça etkili ve peynirin aromasında önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Buzzini vd. 2005: Lozano vd. 2007). Sülfür bileşikleri metiyonin parçalanması sonucu oluşur (Armenjon vd. 2004). Burada metiyonin demetiyolaz enzimi ile sülfür ve karbon atomları arasındaki bağın kopması sonucu sülfür bileşikleri oluşur (Yvon ve Rijnen 2001). Bu bileşikler "sarımsak" ve "çok olgun peynir" kokusu verirler. Dahası, algılama eşikleri çok düşüktür.

Peynirde en sık görülen sülfürlü bileşik metiyonal (3-metiltiyopropanal)'dir. Bu bileşik Strecker degradasyonu ile gerçekleşir. Bu bileşik karakteristik "kaynamış patates" ve "buruk yakıcı" aromayı verirler. Camembert, Cheddar, Emmental, keçi peyniri gibi bir çok peynirin aroma profilinde önemli rol oynarlar. Ayrıca düşük konsantrasyonda olumlu bir etki gösterirken yüksek seviyelerde patates benzeri aroma kusuruna neden olmaktadırlar (Rychlik ve Bosset 2001b). "Metanetiyol" bir diğer önemli sülfür içeren bileşiktir. Metiyonin'den elde edilir ve "Dimetildisülfit" ve "dimetiltrisülfit" gibi diğer sülfürlü bileşiklerin oksidatif reaksiyon sonucu oluşumu için öncü madde niteliğindedir. *P.camemberti, G.candidum* ve *B.linens* gibi birçok mikroorganizmanın da metiyoninden metanetiyol oluşturma yeteneği kaydedilmiştir. Dimetilsülfit, dimetildisülfit ve dimetiltrisülfit'in peynir aromasına önemli katkıları ifade edilmiştir. Dimetildisülfit bileşiğinin metiyoninden propiyonik asit bakterilerinin metabolizma ürünü olduğu not edilmiştir. Dimetiltrisülfit bileşiğinin "pişmiş lahana", "brokoli" veya "karnabahar" aromasıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Curioni ve Bosset 2002). Bizim peynirlerimizde de olfaktometre dedektörü ile tüm peynirlerde sülfürlü bileşikler koklanmıştır.

İnek, koyun ve keçi peyniri örneklerinin asidik fazdaki aroma profilleri çizelge 4.20'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.20 İnek, koyun ve keçi peynirlerinin asidik fazdaki aroma profilleri

Bileşikler		İnek Peyniri	Koyun Peyniri	Keçi Peyniri
Asidik Bileşikler	Asetik asit	+	+	+
	Propiyonik asit	+	+	-
	Bütirik asit	+	+	+
	Pentanoik asit	+	+	-
	Hekzanoik asit	+	+	+
	İzovalerik asit	+	+	+
	Heptanoik asit	+	-	-
	Oktanoik asit	+	+	+
	Benzen karboksilik asit	+	-	+
	2-metil hekzanoik asit	-	+	+
	Dodekanoik asit	-	+	-
	Nonanoik asit	-	-	+
	1,2-benzen dikarboksilik asit	-	-	+
	Dekanoik asit	-	-	+
	2-metil propiyonik asit	-	-	+

Çizelge 4.20'den de görülebileceği gibi inek, koyun ve keçi peynirlerinde ortak olarak "Asetik asit, Bütirik asit, hekzanoik asit, İzovalerik asit, Oktanoik asit" kaydedilmiştir. Bunun yanında inek ve koyun peynirlerinde ortak olarak "Propiyonik asit, pentanoik asit" belirlenmiştir. Diğer bir yandan da inek ve keçi peynirlerinde ortak olarak "Benzen karboksilik asit" belirlenmiştir. Farklı olarak ise inek peynirlerinde "Heptanoik asit" tespit edilmiştir. "Dodekanoik asit" ise koyun peynirlerinde belirlenmiştir. Keçi peynirlerinde ise "2-metil propiyonik asit, dekanoik asit, Nonanoik asit, 1,2-benzen dikarboksilik asit" belirlenmiştir.

Peynirde, serbest yağ asitleri lipoliz sonucu açığa çıkarlar. Yağ asitleri, peynirlerin uçucu bileşenleri arasında en büyük kısmı oluşturmaktadır. Serbest yağ asitlerinin özellikle de kısa ve orta zincirli olanları direkt olarak peynir aromasına katkıda

bulunurlar. Yağ asitleri sadece kendileri aromaya katkıda bulundukları için değil, diğer aroma bileşenlerine de parçalandığı için önem taşımaktadır (McSweeney ve Sousa 2000). Serbest yağ asitleri; metil ketonlar, laktonlar, esterler, alkanlar ve ikincil alkoller gibi önemli aroma maddelerinin oluştuğu metabolik reaksiyonlarda öncü molekül olarak rol oynarlar (Collins vd. 2003).

Peynirin olgunlaşması esnasında dört ve daha fazla karbonlu serbest yağ asitleri genel olarak sütteki trigliseridler'in lipolize olması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Lipoliz, genellikle çiğ süt kullanıldığı taktirde sütün doğal lipaz ve/veya mikrobiyel lipaz enzimi ile meydana gelmektedir. Laktik asit bakterilerinin lipolitik aktivitesi düşük olduğundan, 4 ve 20 karbon aralığındaki serbest yağ asitleri genellikle küf aktivitesi sonucu ortaya çıkmaktadır. 2 ve 6 karbonlu serbest yağ asitleri ise genellikle laktozun ve amino asitlerin parçalanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Kısa zincirli serbest yağ asitleri ketonların, esterlerin ve aldehitlerin oksidasyonu sonucu da oluşabilmektedir. On iki karbon üzerindeki serbest yağ asitlerinin peynir aroması üzerindeki etkisi oldukça azdır. Kısa ve orta uzunluktaki ve çift karbon sayılı serbest yağ asitleri oldukça düşük algılanma eşiğine sahip olduklarından, peynir aroması açısından daha önemli bir yer tutarlar. Örneğin, "asetik asit ve propanoik asitin" kendilerine özgü "sirke" kokusu bulunmaktadır. Nitekim bizim çalışmamız da "asetik asit" bütün peynirlerin aromasında önemli rol oynamıştır. "Bütirik asit", yine "acı tereyağı" kokusu ile önemlidir. Ancak, bütirik asit fermentasyonu sonucu aşırı miktarda üretilmiş bütirik asit peynirlerde kabul edilemez aroma kusurlarına yol açar (Curioni ve Bosset 2002). Bu araştırmada da görüldüğü gibi, diğer düz zincirli serbest yağ asitlerinin de, örneğin "pentanoik, hekzanoik, oktanoik, dekanoik", peynir aromasına katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. Özellikle "nonanoik asitin" keçi peynirlerinde "keçimsi aromaya" katkıda bulunduğu bildirilmektedir. Dallı zincirli serbest yağ asitleri koyun ve keçi peynirlerinin karakteristik serbest yağ asitleridir. Bu tip serbest yağ asitleri arasında özelikle "2- ve 3-metilbütanoik asit'in önemli bir yeri bulunmaktadır.

4.3.5 Referans kimyasal bileşiklerin alıkonma indeksleri

Çizelge 4.21'de nötral-bazik fazda belirlenen referans bileşiklerin alıkonma indeksi değerleri görülebilmektedir.

Çizelge 4.21 Nötral bazik fazdaki referans bileşiklerin alıkonma indeksi değerleri

Referans madde	Alıkonma indeksi (RI)
3-hidroksi-2-bütanon	770
Etil asetat	816
2-bütanon	858
Metil etil keton	862
Etil alkol	898
2-pentanon	937
tetrahidrositronellen	941
2-metil-3-pentanol	949
Metil bütanoat	963
2-metil-2-bütenal	981
2-bütanol	994
Etil bütanoat	1028
1-propanol	1038
Kamfen	1057
A-pinen	1072
2-metil propanol	1088
Oktanal	1091
B-pinen	1092
Trisiklen	1094
2-propen-1-ol	1106
2-pentanol	1106
Dietil di sülfit	1118
2-heptanol	1126

Çizelge 4.21 Nötral bazik fazdaki referans bileşiklerin alıkonma indeksi değerleri (devam)

Kümen	1127
1-bütanol	1144
2 etil trans 2 bütenal	1153
2 metil 2 pentenal	1153
2 etil hekzanal	1171
2 heptanon	1181
Metil hekzanoat	1183
2-oktanon	1184
Limonen	1195
Fenol	1205
Heptanal	1206
İzopentil alkol	1213
Bütil bütanoat	1218
Etil hekzanoat	1235
Pentanol	1240
Γ-terpinen	1246
Hekzanal	1251
3-metil-3-büten-1-ol	1254
Orto-kimen	1275
2-hidroksi-2-metil-propanal	1286
Asetofenon	1322
3-metil-2-büten-1ol	1326
2-oktanol	1327
m-krezol	1330
Etil laktat	1346
1-hekzanol	1359
Benzaldehit	1366
2-nonanon	1399

Çizelge 4.21 Nötral bazik fazdaki referans bileşiklerin alıkonma indeksi değerleri (devam)

2-etil hekzil asetat	1405
Azulen	1483
2-etil 1 hekzanol	1502
2 nonanol	1564
1 oktanol	1571
2,3-bütenadiol	1582
Dimetil sülfoksit	1599
Metil dekanoat	1602
2-undekanon	1612
Transkaryofillen	1612
Δ-dodekalakton	1614
Etil dekanoat	1645
Δ-nonalakton	1901
Fenil etil alkol	1920
3-metil fenol	2090
Δ-dekalakton	2207

Çizelge 4.22 Asidik fazdaki referans bileşiklerin alıkonma indeksi değerleri

Referans madde	Alıkonma indeksi (RI)
Asetik asit	1457
Propiyonik asit	1548
2-metil propiyonik asit	1574
Bütirik asit	1654
Dekanoik asit	1716
Hekzanoik asit	1728
Pentanoik asit	1778
2-metil hekzanoik asit	1795
İzovalerik asit	1853
Dodekanoik asit	1939
Nonanoik asit	2179
Heptanoik asit	2207
Oktanoik asit	2258
1,2-benzen dikarboksilik asit	2384
Benzen karboksilik asit	2452

5. SONUÇLAR

Peynirlerin aroma profilinin belirlenmesi, aroma kimyası çalışmaları kapsamında günümüzün önem kazanmış konularından biridir. Çünkü bu kapsamda yeralan gıdanın aromasından sorumlu aroma-aktif maddelerin tespit edilmesi, tanımlanması, kategorize edilmesi ve aroma profilinin ortaya konulması ile bir nevi o gıdanın kimliği çıkartılmış olmaktadır. Böylece yöresel peynirlerde coğrafik işaretleme yapılabilmektedir.

Bizim bu çalışmamızda Ankara'da hipermarketlerde satışa sunulan inek, koyun ve keçi peynirlerinin aroma profillerinin ortaya çıkartılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda belirlediğimiz beyaz peynir örneklerinin kimyasal, duyusal ve aroma profili analizleri gerçekleştirilmiştir.

- İncelediğimiz inek, koyun ve keçi beyaz peynir örneklerinin toplam kurumadde, yağ, tuz bileşimlerinin Türk Standartları Enstitüsü Beyaz Peynir Standardına uygun olduğu görülmüştür.
- Koyun ve keçi peynir örneklerinin inek peynirlerine göre Toplam kurumadde ve yağ oranlarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir.
- Peynir örneklerinin titrasyon asitliği ve pH değerlerinin birbiriyle hemen hemen aynı olduğu gözlenmiştir.
- Peynir örneklerinin toplam azot içerikleri ve aynı şekilde toplam protein içerikleri bakımından keçi>koyun>inek peynirleri şeklinde sıralama yapılabilmiştir.
- Suda çözünen azot ve Olgunlaşma indeksi değerleri bakımından incelendiğinde ise koyun>keçi>inek peynirleri sıralaması yapılabilmiştir.
- Aroma analizleri sonucu nötral-bazik fazda belirlenen bileşiklerden "Esterler" grubunda peynirlerde sıklıkla görülen düz zincirli yağ asitlerinden oluşan 5 etil ester "Etil asetat, Etil bütanoat, Etil hekzanoat, Etil dekanoat ve Etil oktanoat" ın tüm peynir örneklerinde hem kütle spektrometresi hemde olfaktometre dedektöründe gösterdiği karakteristik "meyve kokusu" ile aromaya önemli katkıları olduğu tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin, inek, koyun ve keçi peyniri örneklerinde yapılan flavor dilüsyon analizlerinde yüksek dilüsyon faktörü göstererek karakteristik aroma maddesi oldukları saptanmıştır. İnek ve koyun

peyniri örneklerinde esterler bakımından hemen hemen aynı profil görülebilmekteyken keçi peyniri örneklerinde biraz daha farklı olarak metil ve bütil esterler görülmüştür. Bunun da keçi sütünün yağ asitleri profilinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmüştür.

- İnek, koyun ve keçi peynirlerinin tümünde peynirlerde sıklıkla görülen "2-metil-2-bütenal, 2-metil-2-pentenal" gibi dallanmış zincirli aldehitler baskın olmak üzere inek peynirlerinde daha baskın olarak "heptanal, oktanal ve hekzanal" gibi düz zincirli aldehitler görülmüştür. Bu grup olfaktometre dedektöründe "çimen" kokusu olarak belirlenmiştir. Aldehitler; amino asitlerden olgunlaşma esnasında enzimatik katalize gerek kalmadan oluşmaktadırlar. Düz zincirli aldehitlerin; doymamış yağ asitlerinden β-oksidasyonu veya ışık-indirgeme reaksiyonları sonucu oluştuğu belirtilmiştir. Dallanmış zincirli aldehitlerin ise olgunlaşma esnasında valin, izolösin, lösin aminoasitlerinden oluştuğu belirtilmiştir. Burada koyun ve keçi peynirlerinde inek peynirlerine göre daha baskın dallanmış zincirli aminoasitlerin görülmesi olgunlaşmanın daha ileri aşamada olduğunu göstermiştir. Zaten olgunlaşma katsayılarından ve suda çözünen azot indekslerinden de bunu görebilmekteyiz.
- Ketonlar açısından tüm örneklerde peynirlerde yaygın olarak görülen "2-bütanon, 2-heptanon, 2-nonanon, 2-undekanon" gibi ketonlar bizim örneklerimizde de görülmüştür. Ayrıca önemli diketonlardan "3-hidroksi-2-bütanon (Asetoin)" tüm peynir örneklerimizde görülmüştür. Ketonlar süt ve ürünlerinde yaygın olarak görülen ve "meyvemsi" aromayı veren gruptur.
- Örneklerimizin hepsinde baskın olarak "Etil alkol, 2-bütanol, 1-propanol, 2-pentanol, 1-bütanol, pentanol, 1-hekzanol, 1-oktanol" gibi birincil alkoller yeralmıştır. Ayrıca "2-etil-1-hekzanol" gibi dallanmış alkoller de yeralmıştır. Alkollerin biyosentezinde; laktoz metabolizması, metil keton redüksiyonu, amino asit metabolizması, linoleik asit ve linolenik asit degradasyonu gibi birçok metabolik yol ile gerçekleşmektedir. İnek, koyun ve keçi peynirlerinde olgunlaşmaya paralel olarak bileşik olarak sayıca diğer gruplardan daha çok sayıda alkolün oluştuğu görülmüştür.
- İnek peynirlerinde hiç terpene rastlanmamıştır. Koyun peynirlerinde ise süt ürünlerinde en yaygın rastlanan "α-pinen, β-pinen ve Orto-kimen" gibi terpenler

tespit edilmiştir. Keçi peynirlerinde ise “α-pinen, γ-terpinen, limonen, orto-kimen, azulen, kümen, transkaryofillen, kamfen” gibi çok sayıda terpen tespit edilmiştir. Terpenler özellikle çayır ve meralarda yeşil yemle beslenen hayvanların sütlerinde üretilen ve farklı yapısal türü olan bileşikler olup yeşil yemden hayvana, süte ve en sonda peynire geçebilen bileşikler olarak ifade edilmiştir. Burada keçi peynirlerinin koyun peynirlerine göre daha fazla sayıda terpen içermesinin sebebi yüksek rakımlarda yeşil yemle beslenmesi olarak düşünülmüştür. Terpenler “odun, reçine, çam kokusu” vermektedirler.

- Keçi peynirlerinde en sık görülen laktonlar tespit edilmiştir. “ δ-dekalakton, δ-dodekalakton, δ-nonalakton” belirlenmiştir. Koyun ve inek peynirlerinde hiç lakton tespit edilmemiştir. Laktonlar süt yağının ısıtılması ile elde edilen yağ bazlı bileşiklerdir. “ Hindistan cevizi, süt yağı kokusu” verirler.
- Ayrıca “dimetil disülfit, dietil disülfit” gibi sülfürlü bileşikler keçi peynirlerinde tespit edilmiştir. Zaten keçi peynirinin aroma profilinde sülfürlü bileşiklerin önemli rol oynadığı belirtilmiştir. “Sarımsak, kaynamış patates” gibi kokuları verirler.
- Serbest yağ asitleri asidik fazda tüm peynir örneklerinin önemli aroma aktif maddeleri olarak belirlenmiştir. Yağ asitleri peynirlerin aroma maddeleri arasında en büyük kısmı oluşturur. Özellikle kısa ve orta uzunlukta iki karbonlu yağ asitleri düşük algılanma eşiğine sahip olduklarından peynirlerde aromada önemli yer tutarlar. Bunlardan “ asetik asit” sirke aroması ile “bütirik asit” ise tereyağı kokusu ile tüm peynir örneklerimizde aroma-aktif ve anahtar aroma maddesi olarak belirlenmiştir. Ayrıca düz zincirli yağ asitleri de “ pentanoik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit, dekanoik asit” gibi peynir örneklerimizin aromasına önemli etki etmiştir. Özellikle “nonanoik asit”in “keçimsi” aroma ile keçi peynirleri aromasına önemli etkisi görülmüştür. Bizim koyun ve keçi peynirlerinde belirlenen “2-metil hekzanoik asit” gibi dallanmış zincirli yağ asitlerinin koyun ve keçi peynirlerinde karakteristik olduğu belirtilmiştir. Bunların proteinlerin ileri derecede parçalanmasından oluşan izolösin ve lösin aminoasitlerinin parçalanması sonucu oluştuğu belirtilmiştir. Bu grup “terimsi” koku verir.

- Yaptığımız aroma profili analizleri sonucu farklı türlerde ortak gruplar belirlenmesi ile birlikte türlere ait spesifik bileşikler belirlenebildiğini de ifade edilebilir.

Sonuç olarak bizim yaptığımız çalışmada inek, koyun ve keçi peynirlerine ait aroma profili çıkartılabilmiştir fakat peynir üretimini ve olgunlaşmasını etkileyen bir sürü değişken olduğu bilgisi ışığında bütün bu parametreleri göz önünde bulundurarak daha geniş bölgeleri kapsayan çok geniş spektrumlu bir çalışmaya ihtiyaç olduğunu söyleyebiliriz. Ancak bu şekilde aroma profili çalışmaları daha da zenginleştirilebilir ve daha da geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

Abilleira, E., Renobales, M., Nájera, A.I., Virto, M., Gordoa, J.C.R., Elortondo, F.J.P., Albisu, M. and Barron, L.J.R. 2010. An accurate quantitative method for the analysis of terpenes in milk fat by headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography–mass spectrometry. Analytical methods. Food Chemistry. Vol: 120, Issue 4, pp. 1162-1169.

Akın, N., Aydemir, S., Koçak, C. and Yıldız, M.A. 2003. Changes of free fatty acid contents and sensory properties of white pickled cheese during ripening. Food Chemistry. Vol: 80. pp. 77–83.

Alewijn, M., Sliwinski, E.L. and Wouters, J.T.M. 2003. A fast and simple method for quantitative determination of fat-derived medium and low-volatile compounds in cheese International Dairy Journal. Vol: 13. pp. 733–741.

Alewijn, M., Smit, B.A., Sliwinski, E.L. and Wouters, J.T.M. 2007. The formation mechanism of lactones in Gouda cheese. International Dairy Journal. Vol: 17. pp. 59–66.

Altuğ, T. ve Elmacı, Y. 2005. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. İzmir 2005. ISBN 975-97408-1-8. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. 35100 Bornova-İZMİR.

Anonim. 2006. TS 591 Mart 2006. Beyaz Peynir Standardı. Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA.

Ardö, Y. 2006. Flavour formation by amino acid catabolism. Research review paper. Biotechnology Advances. Vol: 24. pp. 238– 242.

Armenjon, B., Spinnler, E. and Bonnarme, P. 2004**.** Biosynthesis of dimethyl sulfide by cheese ripening microorganisms: use of possible precursors. P070. Ripening characterization& Technology. Book of abstracts. IDF Symposium on cheese. Prague, Czech Republic.

Arora, G., Cormier, F. and Lee, B. 1995. Analysis of Odor-Active Volatiles in Cheddar Cheese Headspace by Multidimensional GC/MS/Sniffing. J. Agric. Food Chem. Vol: 43. pp. 748-752.

Augusto, F., Lopes, A.L. and Zini, C.A. 2003. Sampling and sample preparation for analysis of aromas and fragrances. Trends in Analytical Chemistry, Vol. 22, Number. 3.

Avşar, Y.K., Karagül-Yüceer, Y., Akdemir-Evrendilek, G. ve Eştürk, O. 2009. Ekonomik Öneme Sahip Geleneksel Peynirlerimizin (Erzincan Tulum Peyniri, Ezine Beyaz Peyniri, Kars Kaşar Peyniri, İzmir Tulum Peyniri) Aroma Profilinin Belirlenmesi ve Orjinalitesinin/Kalitesinin Belirlenmesinde Potansiyel Aroma-aktif Maddelerin Kullanılması. Proje No: 104-O-530. Haziran 2009. HATAY. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (Tübitak) tarafından Kariyer 104-O-530 numaralı proje olarak desteklenmiştir.

Avşar, Y.K., Kılıç, A., Yüceer, Y., Evrendilek, G.A. ve Atay-Avşar, T. 2003. Bölgesel Süt Endüstrisinin Gelişiminde "Orjine Uygunluk" Sistemi ve Avrupadaki Uygulamaları. GAP III. Tarım Kongresi. Şanlıurfa. Bildiri No: S 13.

Avşar, Y.K. ve Karagül-Yüceer, Y. 2003. Peynirde Aroma Maddelerinin Tespitinde Kullanılan Teknikler. GAP III. Tarım Kongresi. Şanlıurfa. Bildiri No: P 21.

Aydemir, S., Akın, N. and Koçak, C. 2001. Effect of Lipase Enzyme on the Ripening of White Pickled Cheese. Journal of Food Lipids. Vol: 8. pp. 205-213.

Aydemir, S. ve Koçak, C. 2007. Peynir Randımanı ve Peynir Randımanına Etki Eden Faktörler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü. Ankara. ISBN: 978-975-01152-0-2.

Başer, K.H.C.ve Demirci, F. 2007. Chemistry of Essential Oils. In Ralf G. Berger (Edt.).Flavours and Fragrances: Chemistry, bioprocessing and sustainability. (pp. 43-83). Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007. Library of Congress Control Number: 2006939012. Elseiver Radarweg 29, PO Box 211, 1000 AE Amsterdam, The Nederlands The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX516B, UK.

Bayrak, A. 2006. Gıda Aromaları. Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın No: 32. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. Ankara. ISBN: 9966-5476-0-3.

Belitz, H.D., Grosch, W. and Schieberle, P. 2004. Food Chemistry. 3rd revised Edition. (pp. 539). Springer-Verlag Berlin Heidelerg.

Bellesia, F., Pinetti, A., Pagnoni, U.M., Rinaldi, R., Zucchi, C., Caglioti, L. and Palyi, G. 2003. Volatile components of Grana Parmigiano-Reggiano type hard cheese. Food Chemistry. Vol: 83. pp. 55–61.

Berdagu´e, J.L., Tournayre, P. and Cambou, S. 2007. Novel multi-gas chromatography–olfactometry device and software for the identification of odour-active compounds. Journal of Chromatography A, Vol: 1146. pp. 85–92.

Bianchi, F., Careri, M., Mangia, A. and Musci, M. 2007. Retention indices in the analysis of food aroma volatile compounds in temperature-programmed gas chromatography: Database creation and evaluation of precision and robustness. Original Paper. J. Sep. Sci. Vol: 30. pp. 563 – 572.

Buzzini, P., Romano, S., Turchetti, B., Vaughan, A., Pagnoni, U.M. and Davoli, P. 2005. Production of volatile organic sulfur compounds (VOSCs) by basidiomycetous yeasts. FEMS Yeast Research. Vol: 5. pp. 379–385.

Carunchia Whetstine, M.E., Karagül-Yüceer, Y., Avşar, Y.K. and Drake, M.A. 2003. Identification and Quantification of Character Aroma Components in Fresh Chevre-style Goat Cheese. JFS: Food Chemistry and Toxicology Vol. 68, Nr. 8, 2003—Journal of Food Science.

Carunchia Whetstine, M.E., Cadwallader, K.R. and Drake, M.A. 2005. Characterization of Aroma Compounds Responsible for the Rosy/Floral Flavor in Cheddar Cheese. J.Agric.Food Chem. Vol: 53. pp. 3126-3132.

Chion, A.R., Tabacco, E., Giaccone, D., Peiretti, P.G., Battelli, G. and Borreani, G. 2010. Variation of fatty acid and terpene profiles in mountain milk and “Toma piamentese” cheese as affected by diet composition in different seasons. Food chemistry. Vol: 121. pp. 393-399.

Collins, Y.F., McSweeney, P.L.H. and Wilkinson, M.G. 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. Review. International Dairy Journal. Vol: 13. pp. 841–866.

Cornu, A., Rabiau, N., Kondjoyan, N., Verdier-Metz, I., Pradel, P., Tournayre, P., Berdague´, J.L. and Martin, B. 2009. Odour-active compound profiles in Cantal-ype cheese: Effect of cow diet, milk pasteurization and cheese ripening. International Dairy Journal. Vol:19. pp. 588–594.

Cserháti, T. 2010. Chromatography of Aroma Comounds and Fragrances. pp. 3. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Curioni, P.M.G., Bosset, J.O. 2002. Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. Review. International Dairy Journal. Vol: 12. pp. 959–984.

Degenhardt, J., Köllner, T.G. and Gershenzon, J. 2009. Monoterpene and sesquiterpene synthases and the origin of terpene skeletal diversity in plants. Review. Phytochemistry. Vol:70. pp. 1621–1637.

Delahunty, C.M., Drake, M.A. 2004. Sensory Character of Cheese and Its Evaluation. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Third Edition. Volume 1: General aspects. ISBN:0-1226-3652-X. Set ISBN: 0-1226-3651-1

Delgado, F.J., González-Crespo, J., Cava, R., García-Parra, J. and Ramírez, R. 2010. Characterisation by SPME–GC–MS of the volatile profile of a Spanish soft cheese P.D.O. Torta del Casar during ripening. Analytical Methods. Food Chemistry. Vol: 118. pp. 182–189.

Delgado, J.F., González-Crespo, J., Cava, R. and Ramírez, R. 2011. Formation of the aroma of a raw goat milk cheese during maturation analysed by SPME–GC–MS. Food Chemistry. Vol: 129. pp. 1156–1163.

Dirinck, P., Winne, A.D. 1999. Flavour characterisation and classification of cheeses by gas chromatographic–mass spectrometric profiling. Short communication. Journal of Chromatography A, Vol: 847. pp. 203–208.

Drake, M.A., Civille, G.V. 2002. Flavor Lexicons. Compherensive Reviews in Food Science and Food Safety. Vol. 2, 2002.

Drake, M.A. 2004. ADSA Foundation Scholar Award: Defining Dairy Flavors. J. Dairy Sci. Vol: 87. pp. 777–784.

Drake, M.A. 2007. Invited Review: Sensory Analysis of Dairy Foods. J. Dairy Sci. 90: 4925–4937.

Düzgüneş, O., Akman, N. 1991. Varyasyon Kaynakları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1200. 146.s. Ankara.

Fedele, V., Rubino, R., Claps, S., Sepe, L. and Morone, G. 2005. Seasonal evolution of volatile compounds content and aromatic profile in milk and cheese from grazing goat. Small Ruminant Research. Vol: 59. pp. 273–279.

Feria, S., Ca´rdenas, S. and Valca´rcel, M. 2008. Simplifying chromatographic analysis of the volatile fraction of foods Trends in Analytical Chemistry, Vol. 27, No. 9, 2008.

Ferreira, I.M.P.L.V.O., Pinho, O. and Sampaio, P. 2009. Volatile fraction of DOP "Castelo Branco" cheese: Influence of breed. Food Chemistry. Vol: 112. pp. 1053-1059.

Fischer, C., Scott, T.R. 1997. Flavor Compounds. Food Flavours: biology and chemistry. (pp. 15-21). The Royal Society of Chemistry. 1997. Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4WF, UK.

Forde, A. and Fitzgerald, G.F. 2000. Biotechnological approaches to the understanding and improvement of mature cheese flavour. Current Opinion in Biotechnology 2000, 11:484—489.

Fox, P.F. 2002. Biochemistry of Cheese Ripening. In Hubert Roginski, John W. Fuquay, Patrick, F. Fox (eds). Encyclopedia of Dairy Sciences. Volume One. Pp. 320-326. Academic Press. An Imprint of Elseiver Science.

Fox, P.F. and Kelly, A.L. 2006. Indigenous enzymes in milk: Overview and historical aspects—Part 1.Review. International Dairy Journal. Vol: 16. pp. 500–516.

Friedrich, J.E. and Acree, T.E. 1998. Gas Chromatography Olfactometry (GC/O) of Dairy Products. Int. Dairy Journal. Vol: 8. pp. 235-241.

Fernández-García, E., Gaya, P., Medina, M. and Nun˜ez, M. 2004. Evolution of the volatile components of raw ewes' milk Castellano cheese: seasonal variation. International Dairy Journal. Vol: 14. pp. 39–46.

Gripon, J.C., Desmazeaud, M.J., Bars, D. and Bergere, J.L. 1975. Etude Du Role des Micro-organismes et des Enzymes au cours de la Maturation des Fromages. Le Lait, 55 (548). 502-516.

Hayaloğlu, A.A., Brechany, E.Y., Deegan, K.C. and McSweeney, P.L.H. 2008. Characterization of the chemistry, biochemistry and volatile profile of Kuflu cheese, a mould-ripened variety. LWT. Vol: 41. pp. 1323–1334.

Hinshaw, J.V. 2003. Solid-Phase Microextraction. LC. GC. Europe December 2003.

Holland, R. 2004. Esterases of Lactic Acid Bacteria and Cheese Flavour. IDF Symposium on Cheese. Prague, Czech Republic. March 21-25, 2004. Ripening, Characterization & Technology. Book of Abstracts.

Holland, R., Liu, S.Q., Crow, V.L., Delabre, M.L., Lubbers, M., Bennett, M. and Norris, G. 2005. Esterases of lactic acid bacteria and cheese flavour: Milk fat hydrolysis, alcoholysis and esterification. Review. International Dairy Journal. Vol: 15. pp. 711–718.

Irigoyen, A., Ortigosa, M., Juansaras, I., Oneca, M. and Torre, P. 2007. Influence of an adjunct culture of Lactobacillus on the free amino acids and volatile compounds in a Roncal-type ewe's-milk cheese. Food Chemistry. Vol: 100. pp. 71–80.

Izco, J.M. and Torre, P. 2000. Characterisation of volatile favour compounds in Roncal cheese extracted by the `purge and trap' method and analysed by GC-MS. Analytical, Nutritional and Clinical Methods Section. Food Chemistry. Vol: 70 pp. 409-417.

Kataoka, H., Lord, H.L. and Pawliszyn, J. 2000. Applications of solid-phase microextraction in food analaysis. Review. Journal of Chromatograpy A, Vol: 880. pp. 35-62.

Kieronczyk, A., Skeie, S., Olsen, K. and Langsrud, T. 2001. Metabolism of amino acids by resting cells of non-starter lactobacilli in relation to flavour development in cheese. International Dairy Journal. Vol: 11. pp. 217–224.

King, A.J., Readman, J.W. and Zhou, J.L. 2003. The Application of Solid-Phase Micro-Extraction (SPME) to the Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). Environmental Geochemistry and Health. Vol: 25. pp. 69-75.

Koçak, C. 2010. Peynir Teknolojisi. Atila Yetişemiyen (Edt.) Süt Teknolojsi. s.137. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Tekolojisi Bölümü.Yayın No: 1560. Ders Kitabı: 513. Ankara 2010.

Kollock, R., Frank, H., Seidal, A., Meinl, W. and Glatt, H. 2008. Oxidation of alcohols and reduction of aldehydes derived from methyl and dimethyl pyrenes by cDNA-expressed human alcohol de hydrogenases.

Kranenburg, R., Kleerebezem, M., Vlieg, J.H., Ursing, B.M., Boekhorst, J., Smit, B.A., Ayad, E.H.E., Smit, G. and Siezen, R.J. 2002. Flavour formation from amino acids by lactic acid bacteria: predictions from genome sequence analysis. International Dairy Journal. Vol: 12. pp. 111–121.

Lawless, H.T. and Heymann, H. 2010. Sensory Evaluation of Food. Principles and Practises. Second Edition. Pp. 8. Springer New York Dordrecht Heidelberg London. Springer Science +Business Media, LLC 2010.

Leuven, I.V., Kaelenberg, T.V. and Dirinck, P. 2008. Aroma characterisation of Gouda-type cheeses. International Dairy Journal. Vol: 18. pp. 790–800.

Le Quéré, J.L. and Molimard, P. 2002. Cheese Flavour. In Hubert Roginski, John W. Fuquay, Patrick, F. Fox (eds). Encyclopedia of Dairy Sciences. Volume One. Pp. 320-326. Academic Press. An Imprint of Elseiver Science.

Liu, S.Q., Holland, R. and Crow, V.L. 2004. Esters and their biosynthesis in fermented dairy products: a review. Review. International Dairy Journal. Vol: 14. pp. 923-945.

Longo, M.A. and Sanromán, M.A. 2006. Production of Food Aroma Compounds: Microbial and Enzymatic Methodologies. Review. Food Technol. Biotechnol. 44 (3) 335–353 (2006). ISSN 1330-9862 (FTB-1648).

Lozano, M.L.C., Tâche, R., Bonnarme, P. and Landaud, S. 2007. Evaluation of a quantitative screening method for hydrogen sulfide production by cheese-ripening microorganisms: The first step towards L-cysteine catabolism. Journal of Microbiological Methods. Vol: 69. pp. 70–77.

Luykx, D.M.A.M., Ruth, S.M. 2008. An overview of analytical methods for determining the geographical origin of food products. Analytical Methods. Food Chemistry. Vol: 107. pp. 897–911.

Malecky, M., Broudiscou, L.P. and Schmidely, P. 2009. Effects of two levels of monoterpene blend on Rumen fermentation, terpene and nutrient flows in the duodenum and milk production in dairy goats. Animal Feed Science and Technology. Vol: 154. pp. 24–35.

Mariaca, R. and Bosset, J.O. 1997. Instrumental analysis of volatile (flavour) compounds in milk and dairy products. Review. Lait. Vol: 77. pp. 13-40.

Marilley, L. and Casey, M.G. 2004. Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. Review article. International Journal of Food Microbiology. Vol: 90. pp. 139-159.

McGorrin, R.J. 2000. Advances in Dairy Flavor Chemistry. In Arthur H. Spanier, Fereidoon Shahidi, Thomas H. Parliement, Cynthia Mussinan, Chi-Tang Ho ve Ellene Tratras contis (eds). Food Flavors and Chemistry: advances of the new millenium. Pp. 67-85. Royal Society of Chemistry. Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 OWF, UK. Registered Charity No. 207890.

McSweeney, P.L.H. and Sousa, M.J. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. Review**.** Lait. Vol: 80. pp. 293–324.

Meijer, W., Kingma, F., Schalkwijk, S., Brandsma, H. and Hugenholtz, J. 2004. Role of Starter Lysis in Cheese Production. IDF Symposium on Cheese. Prague, Czech Republic. March 21-25, 2004. Ripening, Characterization & Technology. Book of Abstracts.

Molina, E., Ramos, M., Alonso, L. and López-Fandiño, R. 1999. Contribution of low molecular weight water soluble compounds to the taste of cheeses made of cows', ewes' and goats' milk. International Dairy Journal. Vol: 9. pp. 613-621.

Noni, I. and Battelli, G. 2008. Terpenes and fatty acid profiles of milk fat and ‘‘Bitto” cheese as affected by transhumance of cows on different mountain pastures. Food Chemistry. Vol: 109. pp. 299–309.

Penton, Z.E. 2010. Headspace Gas Chromatography. In Janusz Pawliszyn and Heather L. Lord (Eds). Handbook of Sample Preparation. Pp. 25-39. Published by John Wiley& Sons. Inc., Hoboken, New Jersey.

Plutowska, B. and Wardencki, W. 2008. Application of gas chromatography–olfactometry (GC–O) in analysis and quality assessment of alcoholic beverages – A review. Analytical Methods. Food Chemistry.Vol: 107. pp. 449–463.

Qian, M. and Reineccius, G. 2002. Identification of Aroma Compounds in Parmigiano-Reggiano Cheese by Gas Chromatography/Olfactometry. J. Dairy Sci. Vol: 85. pp. 1362–1369.

Qian, M. and Reineccius, G. 2003. Static Headspace and Aroma Extract Dilution Analysis of Parmigiano Reggiano Cheese. Journal of Food Science—Vol. 68, Nr. 3, 2003.

Reid, W.J. 2000. Instrumental Methods in Detecting Taints and Off Flavors. In Brian Baigrie (Ed). Pp. 31-40. Taints and Off Flavours in Food. Woodhead Publishing in Food Science and Technology.

Reineccius, G. 1999. Source Book of flavors. Second Edition. Pp. 24-52. Apsen Publishers, Inc.

Rouseff, R.L. and Cadwallader, K.R. 2001. Headspace analysis of foods and flavors: theoryand practice. Vol: 488. pp.2-8. Kluwer Academic Plenum Publishers, NY 233 Spring street, NY, NY 10013.

Ross, C.F. 2009. Sensory science at the humane machine interface. Trends in Food Science & Technology. Vol: 20. pp. 63-72.

Rychlik, M. And Bosset, J.O. 2001. Flavour and off-flavour compounds of Swiss Gruyerecheese. Identification of key odorants by quantitative instrumental and sensory studies. International Dairy Journal. Vol: 11. pp. 903–910.

Rychlik, M. and Bosset, J. O. 2001a. Flavour and off-flavour compounds of Swiss Gruyerecheese. Evaluation of potent odorants. International Dairy Journal. Vol: 11. pp. 895–901.

Rychlik, M. andBosset, J. O. 2001b. Flavour and off-flavour compounds of Swiss Gruyerecheese. Identification of key odorants by quantitative instrumental and sensory studies. International Dairy Journal. Vol: 11. pp. 903–910.

Sanz, G., Schlegel, C., Pernollet, J.C. and Briand, L. 2006. Evidence for antagonism between odorants at Olfactory receptor binding in humans. In W.L.P. Bredie and M.A. Petersen (Eds) Flavor Science: recent advances and trends. Pp. 9. Development in Food Science 43.

Serhan, M., Linder, M., Hosri, C. and Fanni, J. 2010. Changes in proteolysis and volatile fraction during ripening of Darfiyeh, a Lebanese artisanal raw goat's milk cheese. Small Ruminant Research. Vol: 90. pp. 75-82.

Sienkiewicz, T. ve Yetişemiyen, A. 2009. Temel Süt Ürünleri Üretiminde Anahtar Bilgiler. Sim Matbaacılık Kağıtçılık Tic. Ltd. Şti. Ankara 2009.

Smit, G., Kruyswijk, Z., Weerkamp, A.H., Jong, C. and Neeter, R. 1997. Screening for and Control of Debittering Properties of Cheese Cultures. In A.J. Taylor and D.S. Mottram (Eds). Flavor Science Recent Developments. Pp. 25. Royal Society of Chemistry 1996. Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 4 WF, UK.

Smit, G. and Verheul, A., Kranenburg, R., Ayad, E., Siezen, R. and Engels, W. 2000. Cheese flavour development by enzymatic conversions of peptides and amino acids. Food Research International. Vol: 33. pp.153-160.

Snow, N.H. and Slack, G.C. 2002. Head-space analysis in modern gas cromatography. trends in analytical chemistry, vol. 21, nos. 9+10, 2002.

Sousa, M.J., Ardö, Y. and McSweeney, P.L.H. 2001. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. International Dairy Journal. Vol: 11. pp. 327–345.

Steele, J.L. and Broadbent, J.R. 2004. Biochemistry of cheese flavor development: new insights from the genetics and physiology of lactic acid bacteria.

Stashenko, E.E., Martínez, J.R. 2007. Sampling volatile compounds from natural products with headspace/solid-phase micro-extraction. Review. J. Biochem. Biophys. Methods.Vol: 70. pp. 235–242.

Stephan, A., Bücking, M. and Steinhart, H. 2000. Novel analytical tools for food flavours.Food Research International. Vol: 33. pp. 199-209.

Surburg, H. and Panten, J. 2006. Common Fragrance and Flavor Materials: preparation, properties and uses. 5th completely revised and enlarged edition. Wiley. Vch Verlag GmBH& Co. KgaA, Weinheim. ISBN-13: 978-3-527-31315-0. ISBN-10: 3-527-31315-X.

Suriyaphan, O., Drake, M.A., Chen, X.Q. and Cadwallader, K.R. 2001**.** Characteristic aroma components of British farmhouse Cheddar cheese. J. Agric. Food Chem. Vol: 49. pp. 1382-1387.

Üçüncü, M. 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. 1. cilt. Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü. ISBN: 975-98951-1-0-1.Cilt 0-2. (Tk. No).

Wilkes, J.G., Conte, E.D., Kim, Y., Holcomb, M., Sutherland, J.B. and Miller, D.W. 2000. Sample preparation for the analysis of flavors and off-flavors in Foods. Review. Journal of Chromatography A. Vol: 880. pp. 3–33.

Wilkinson, M.G. and Kilcawley, K.N. 2005. Mechanisms of incorporation and release ofenzymes into cheese during ripening. Review. International Dairy Journal. Vol: 15. pp. 817–830.

Wolf, I.V., Perotti, M.C., Bernal, S.M. and Zalazar, C.A. 2010. Study of the chemical composition, protolysis, lipolysis and volatile compounds profile of commercial Reggianito Argentino cheese: Characterization of Reggianito Argentino cheese. Food Research International. Vol: 43. pp. 1204-1211.

Yüceer-Karagül, Y. ve Avşar, Y.K. 2003. Süt Ürünlerinde Aroma Analizleri için Gaz Kromatoğrafisi-Olfaktometre (GK-O) Tekniğinin Kullanılması. SEYES 2003. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu. İzmir. Bildiri No: P28.

Yüceer-Karagül, Y. 2006. Geleneksel süt ürünleri ve Coğrafi işaretin önemi. Bilimsel Makale. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. Eylül-Ekim 2006.

Yüceer-Karagül, Y., İşleten, M. ve Mendeş, M. 2009. Ezine Peyniri I. Aroma Karakterizasyonu. Gıda (2009) 34 (6): 373-380.

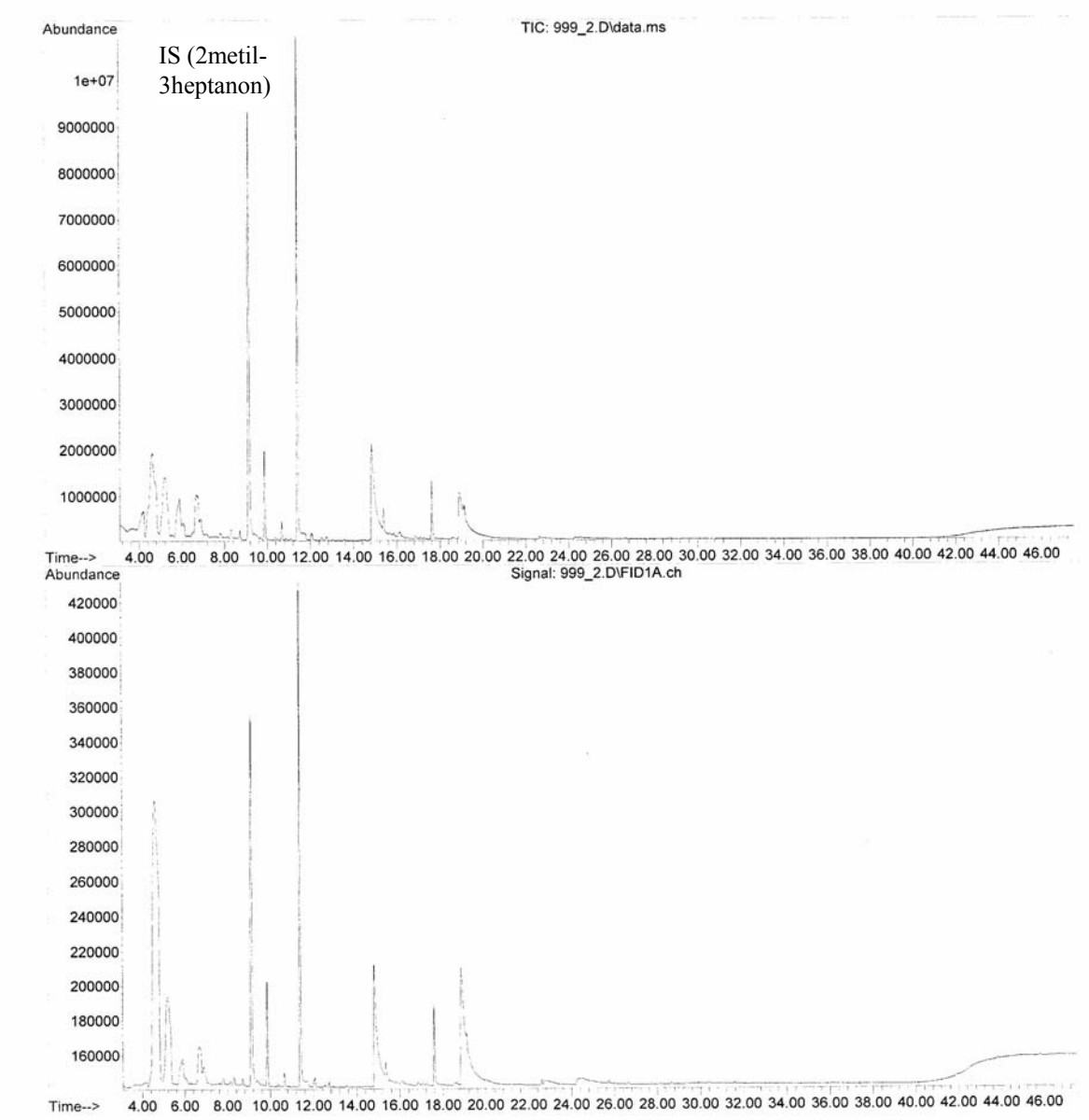
Yvon, M. and Rijnen, L. 2001. Cheese flavour formation by amino acid catabolism. International Dairy Journal. Vol: 11. pp. 185-201.

Zellner, B.A., Dugo, P., Dugo, G. and Mondello, L. 2008. Gas chromatography-olfaktometry in food flavour analysis. Review. Journal of Chromatography A, Vol: 118. pp. 123-143.

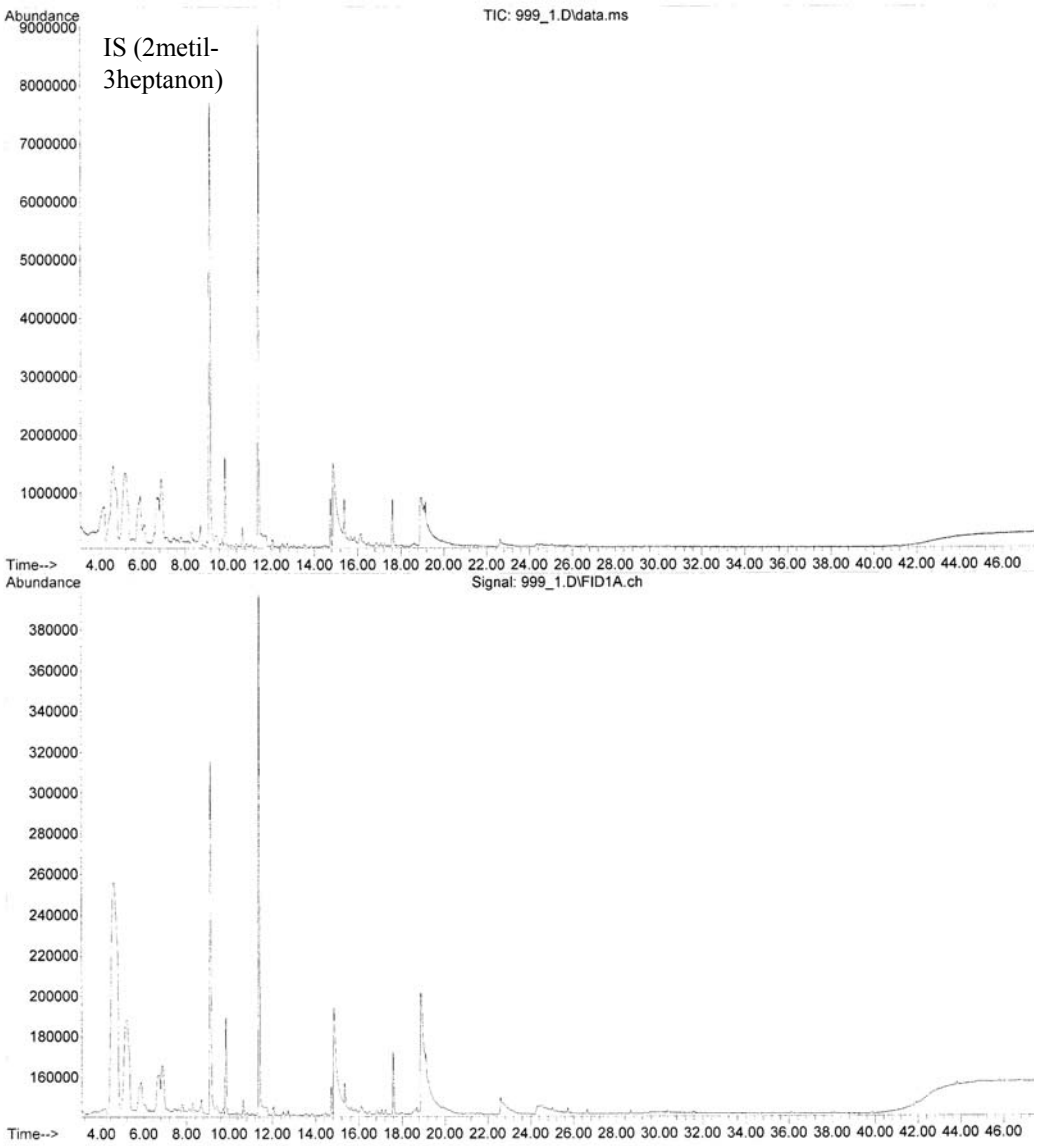
EKLER

EK 1 İnek peyniri 1.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 2 İnek peyniri 2.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 3 İnek peyniri 3.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 4 İnek peyniri 4.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 5 İnek peyniri 1.tekerrür asidik faz kromatogramı
EK 6 İnek peyniri 2.tekerrür asidik faz kromatogramı
EK 7 İnek peyniri 3.tekerrür asidik faz kromatogramı
EK 8 İnek peyniri 4.tekerrür asidik faz kromatogramı
EK 9 Koyun peyniri 1.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 10 Koyun peyniri 2.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 11 Koyun peyniri 3.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 12 Koyun peyniri 4.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 13 Koyun peyniri 1.tekerrür asidik faz kromatogramı
EK 14 Koyun peyniri 2.tekerrür asidik faz kromatogramı
EK 15 Koyun peyniri 3.tekerrür asidik faz kromatogramı
EK 16 Koyun peyniri 4.tekerrür asidik faz kromatogramı
EK 17 Keçi peyniri 1.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 18 Keçi peyniri 2.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 19 Keçi peyniri 3.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 20 Keçi peyniri 4.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı
EK 21 Keçi peyniri 1.tekerrür asidik faz kromatogramı
EK 22 Keçi peyniri 2.tekerrür asidik faz kromatogramı
EK 23 Keçi peyniri 3.tekerrür asidik faz kromatogramı
EK 24 Keçi peyniri 4.tekerrür asidik faz kromatogramı

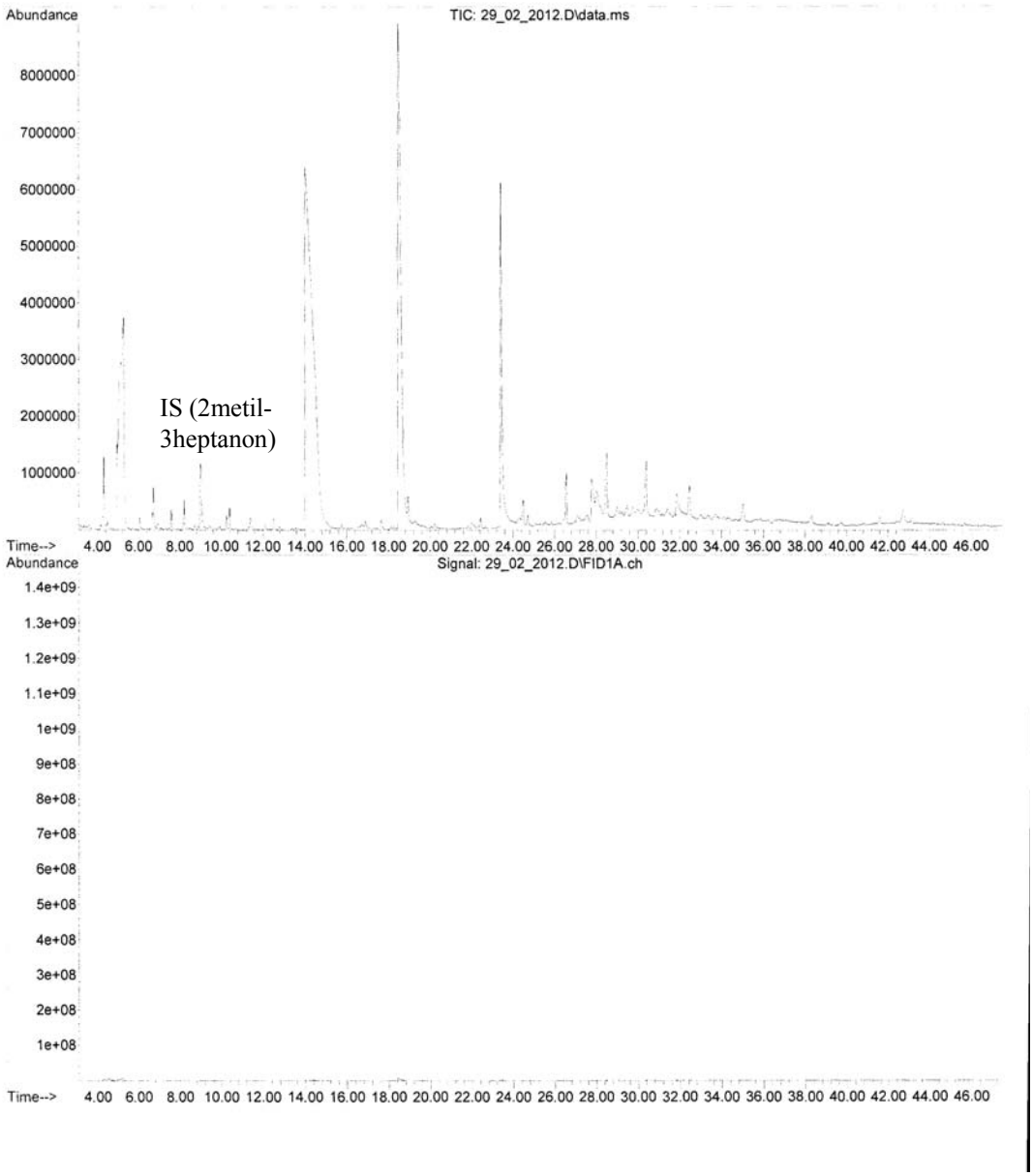
Ek 1 İnek peyniri 1.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



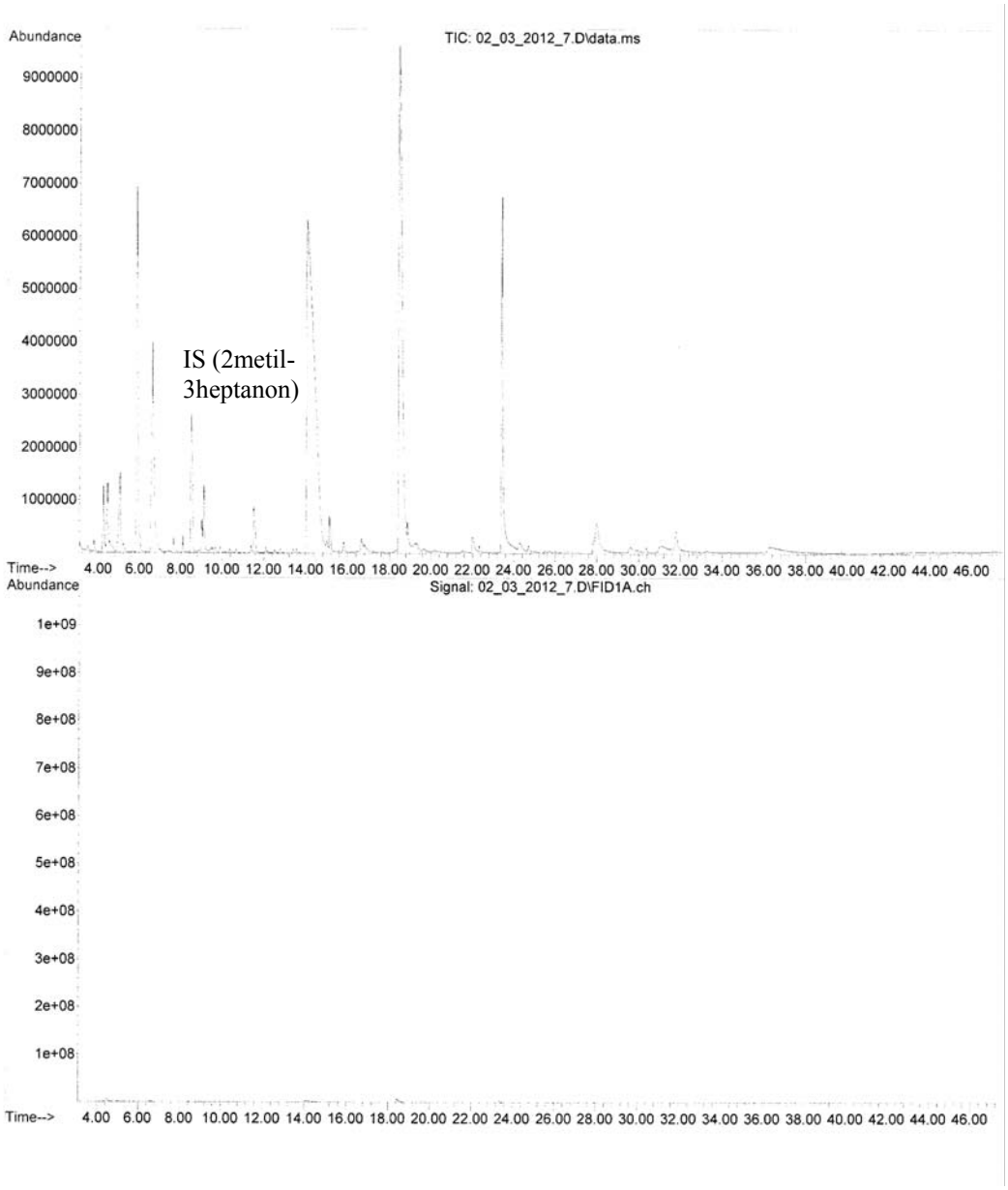
Ek 2 İnek peyniri 2.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



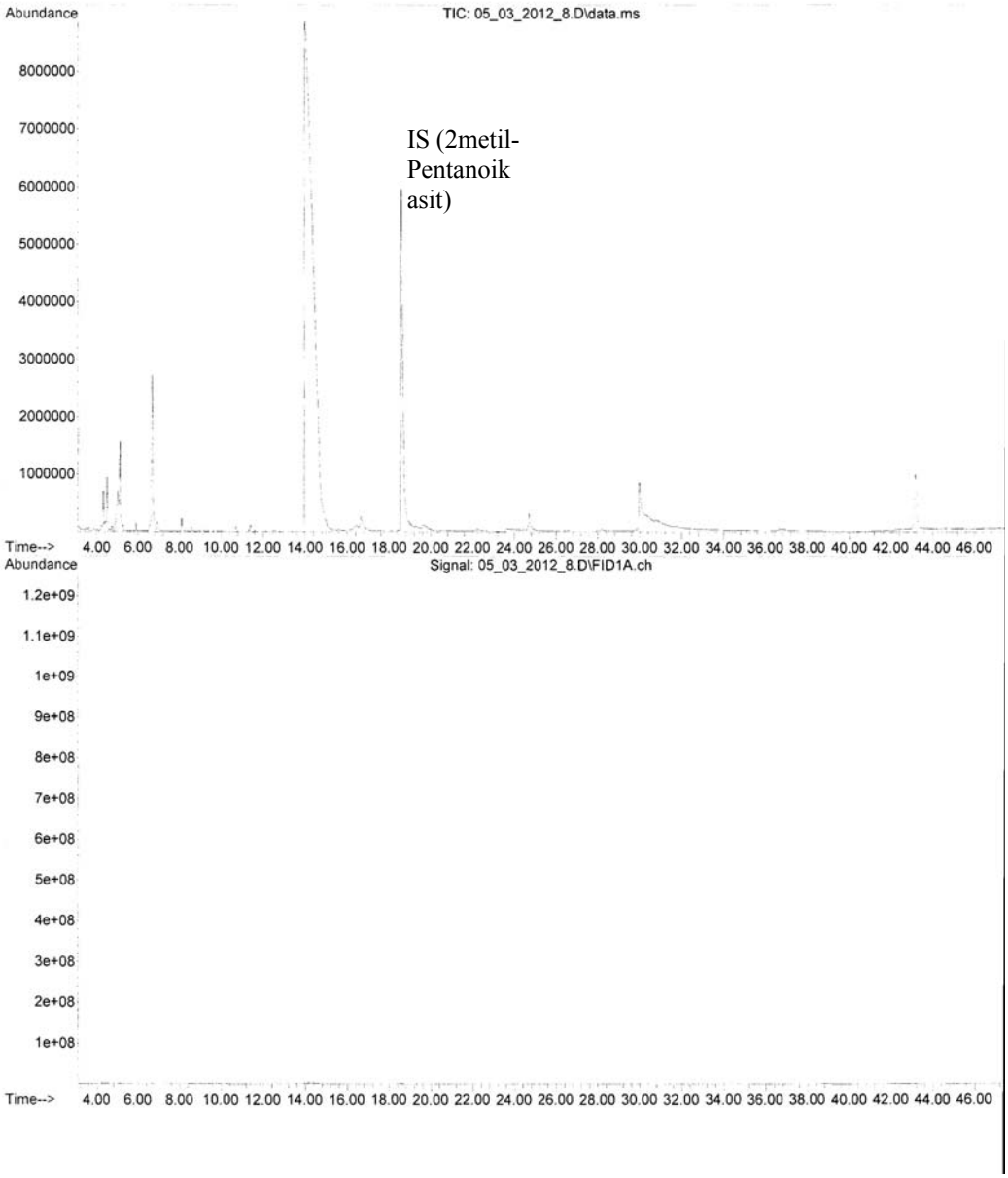
Ek 3 İnek peyniri 3.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



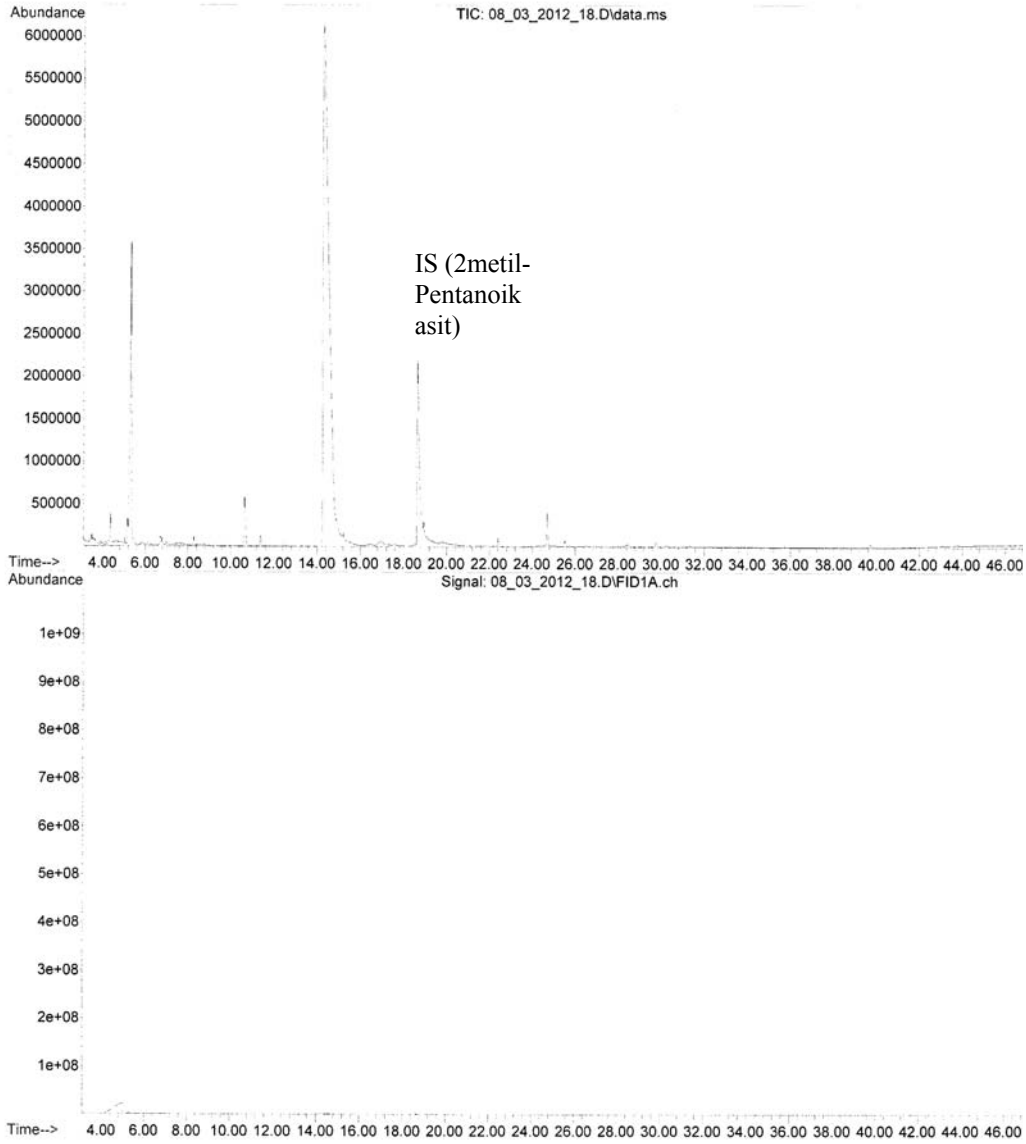
Ek 4 İnek peyniri 4.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



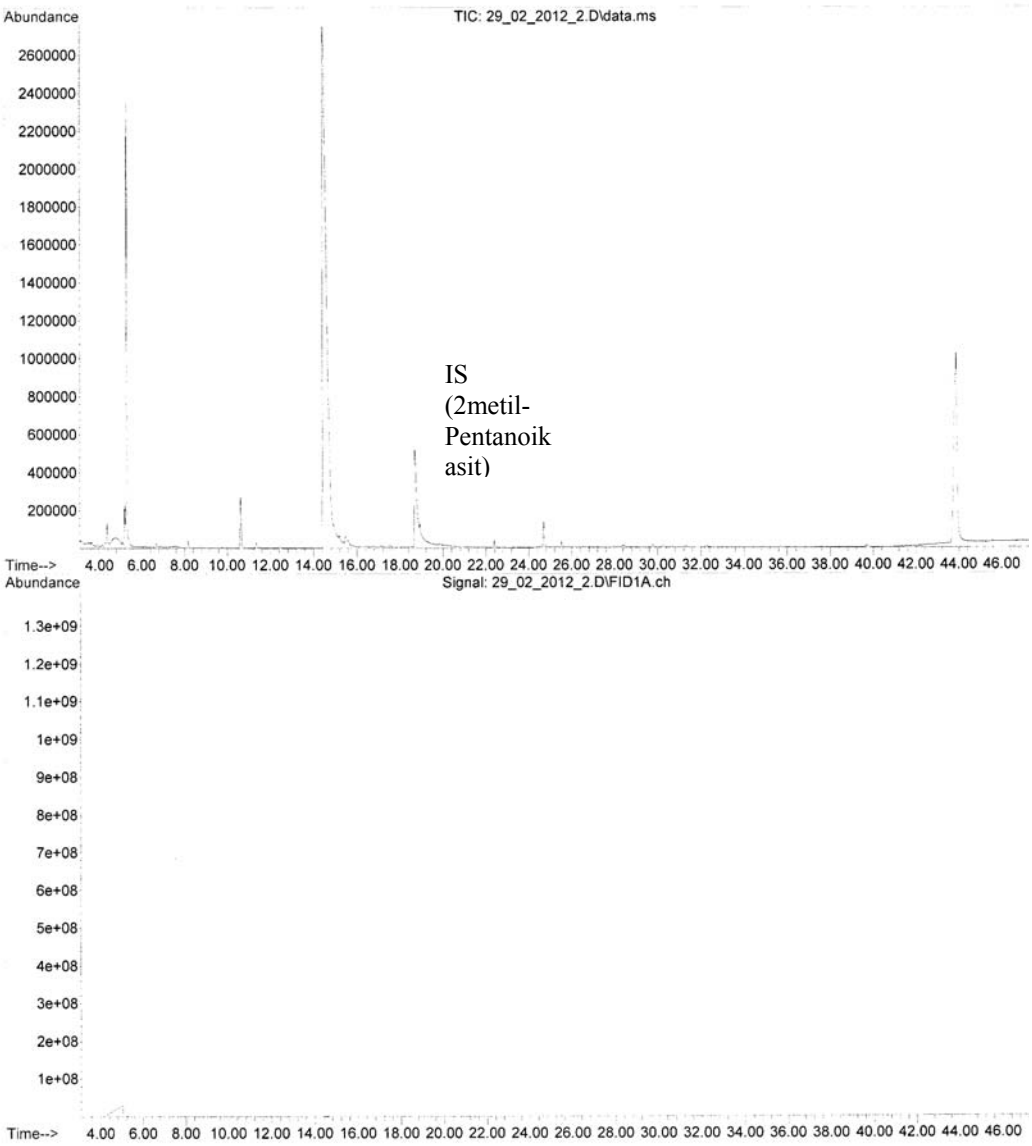
Ek 5 İnek peyniri 1.tekerrür asidik faz kromatogramı



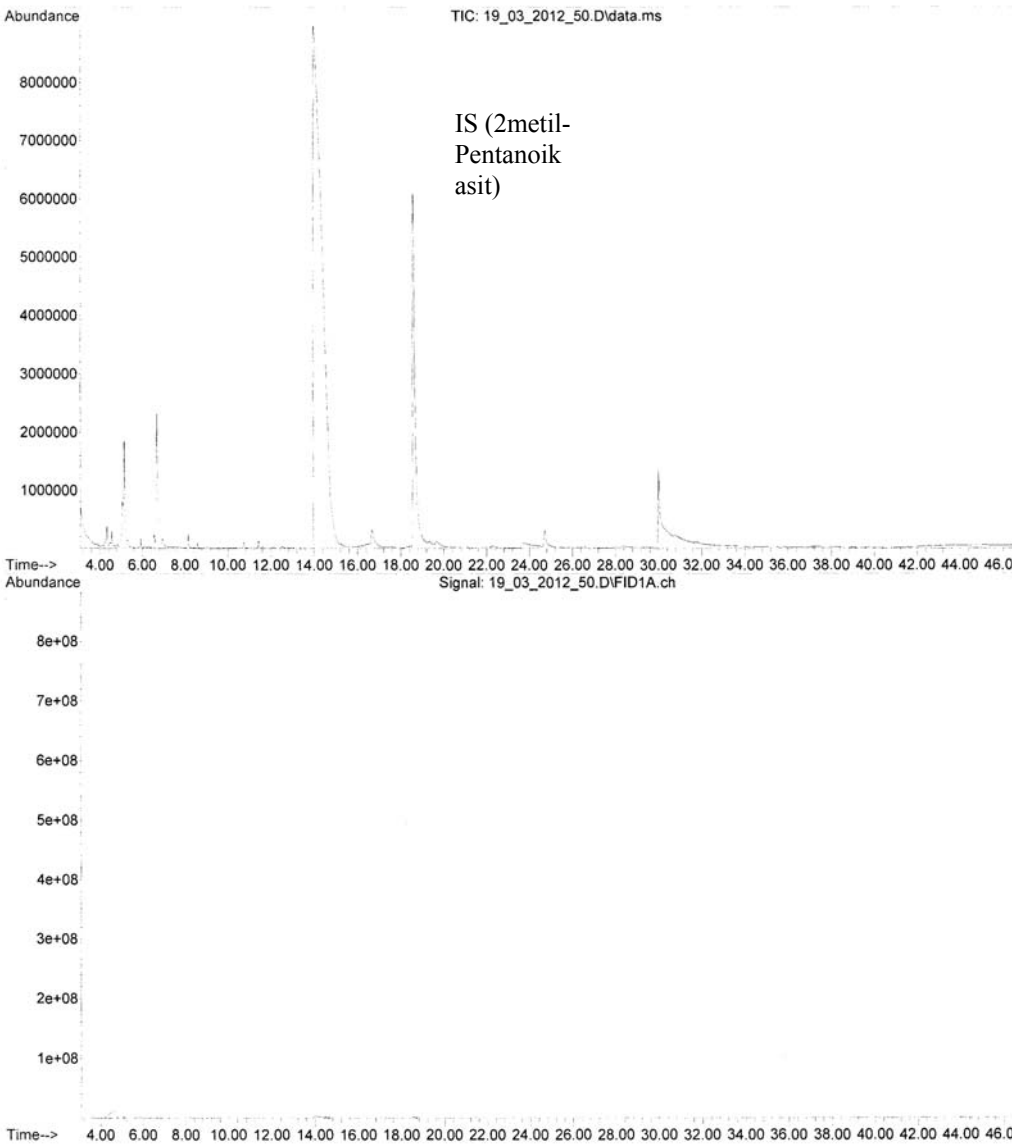
Ek 6 İnek peyniri 2.tekerrür asidik faz kromatogramı



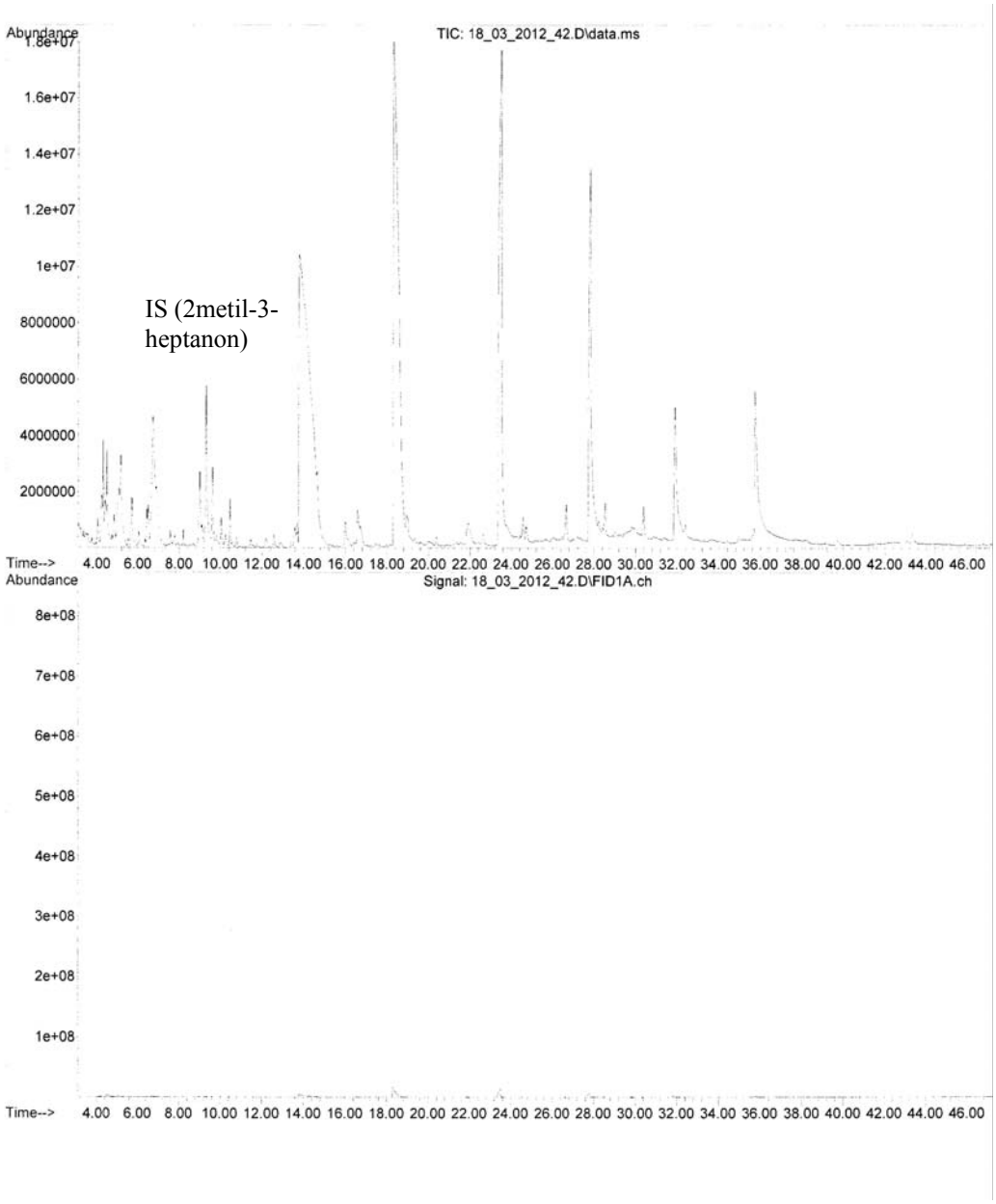
Ek 7 İnek peyniri 3.tekerrür asidik faz kromatogram



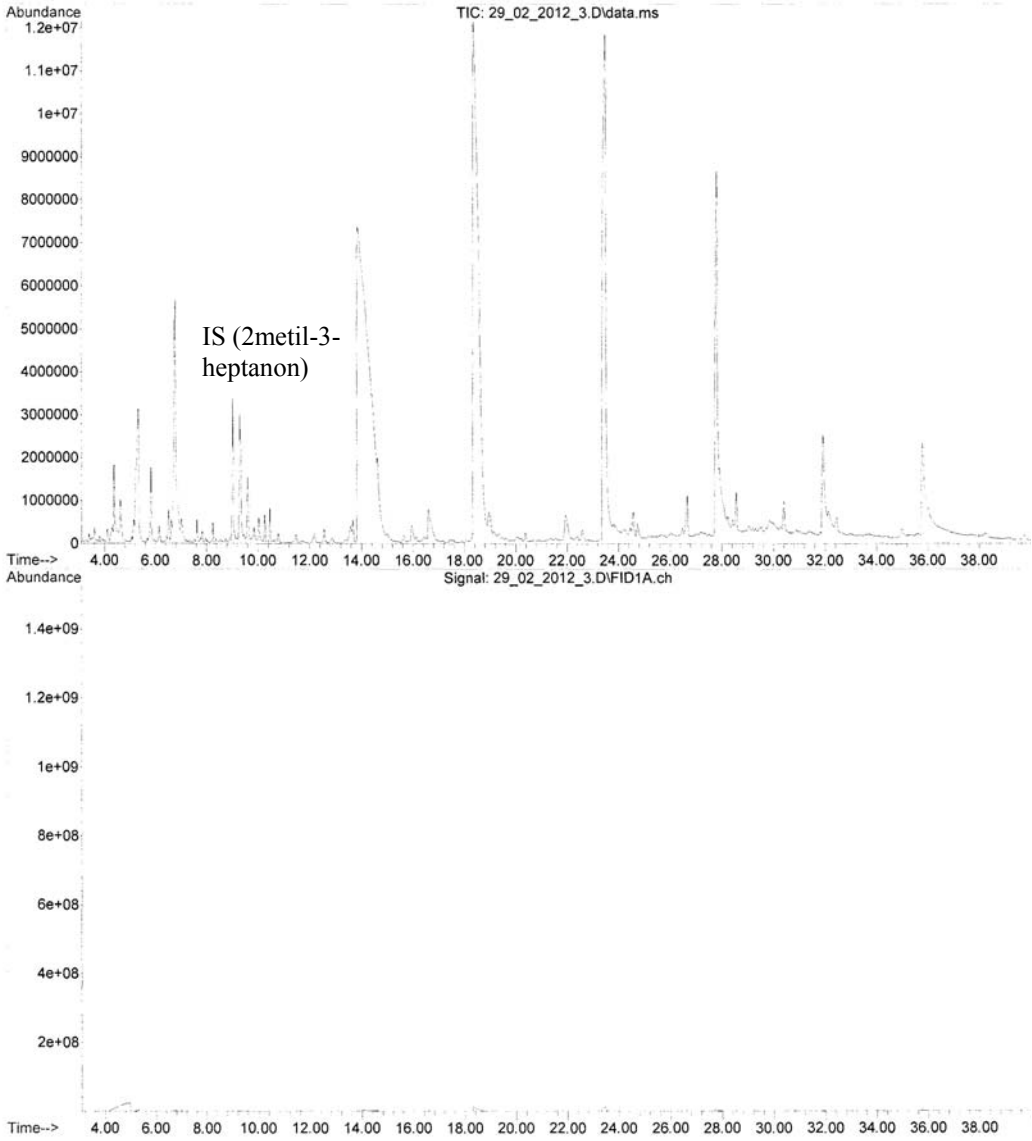
Ek 8 İnek peyniri 4.tekerrür asidik faz kromatogramı



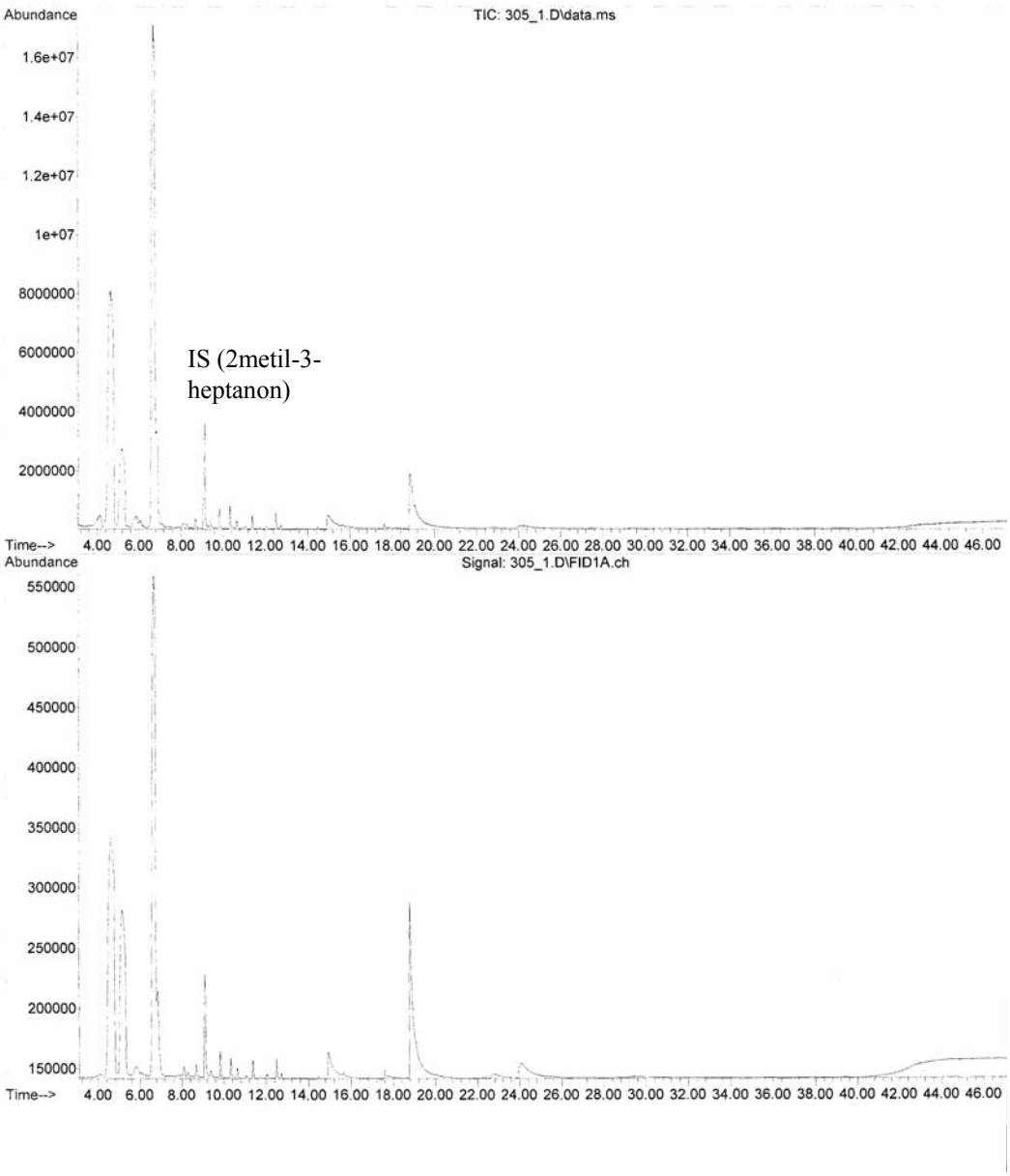
Ek 9 Koyun peyniri 1.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



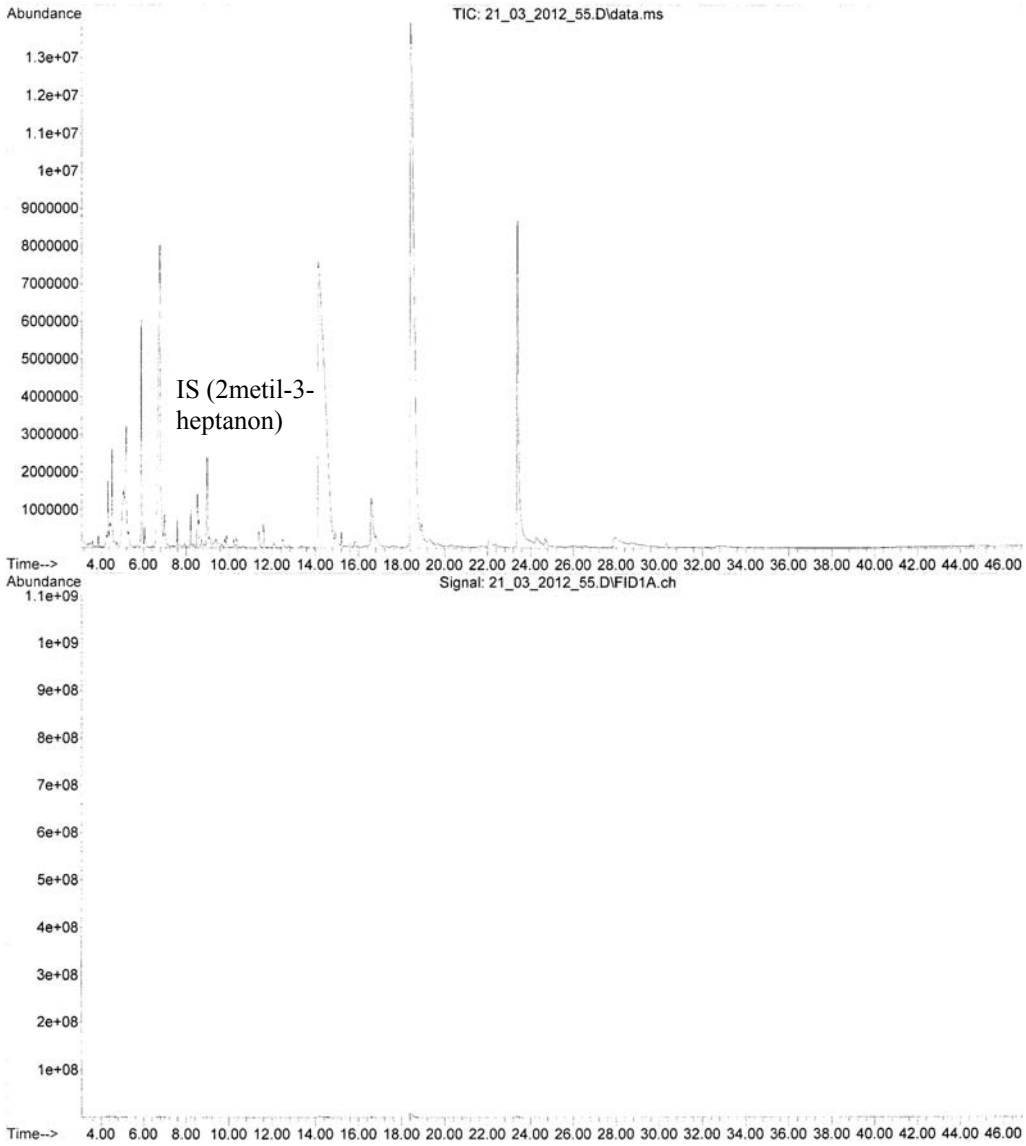
Ek 10 Koyun peyniri 2.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



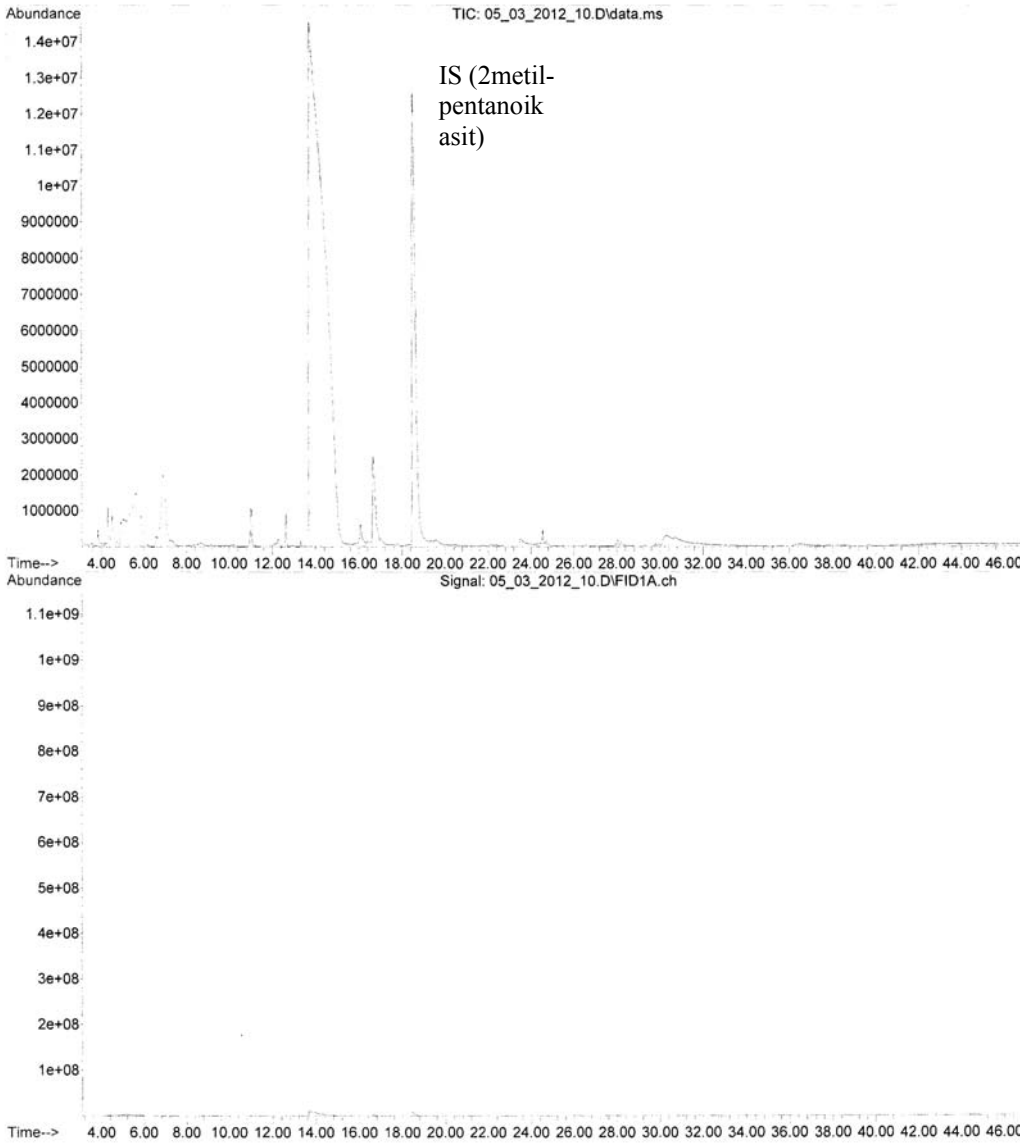
Ek 11 Koyun peyniri 3.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



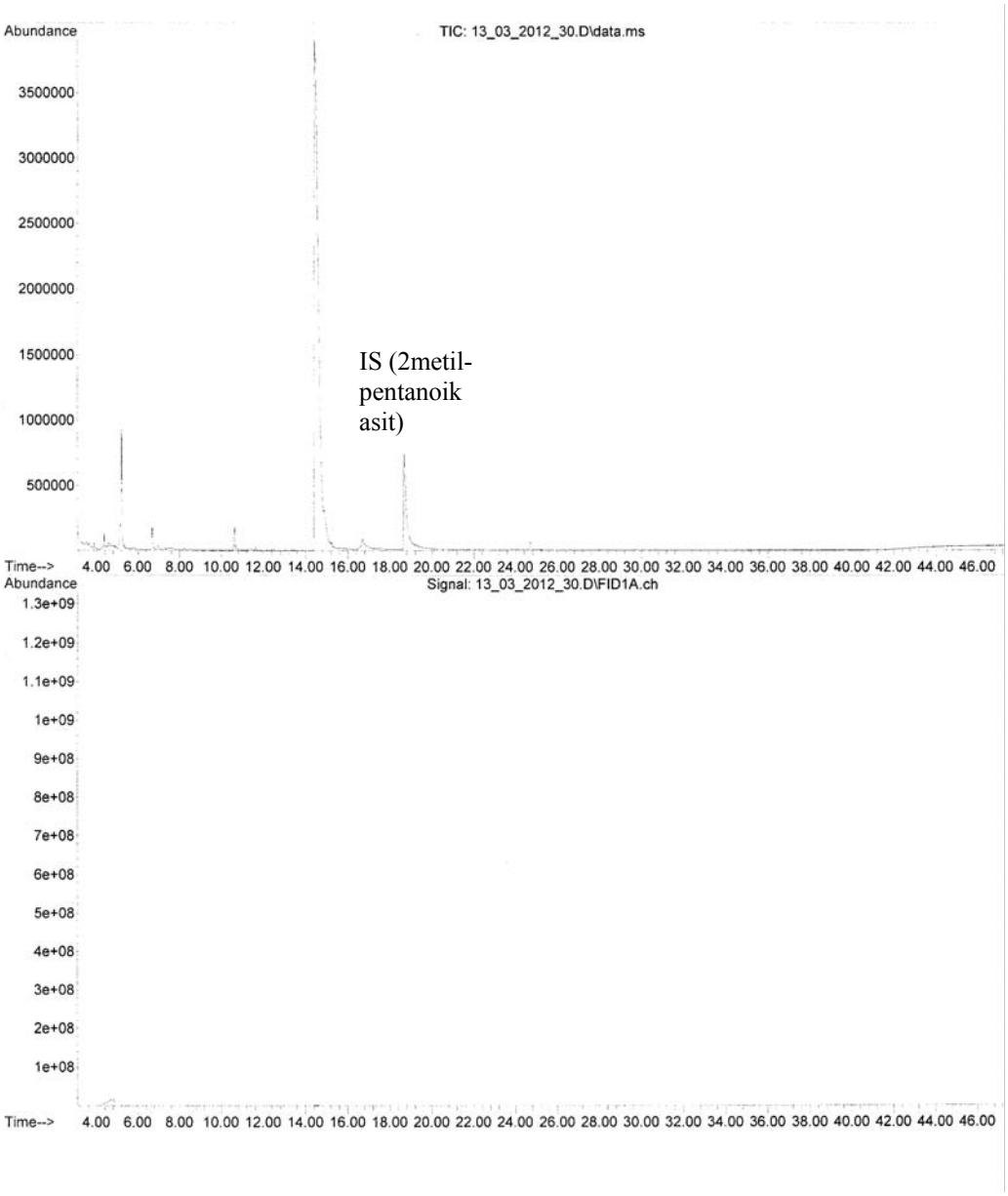
Ek 12 Koyun peyniri 4.tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



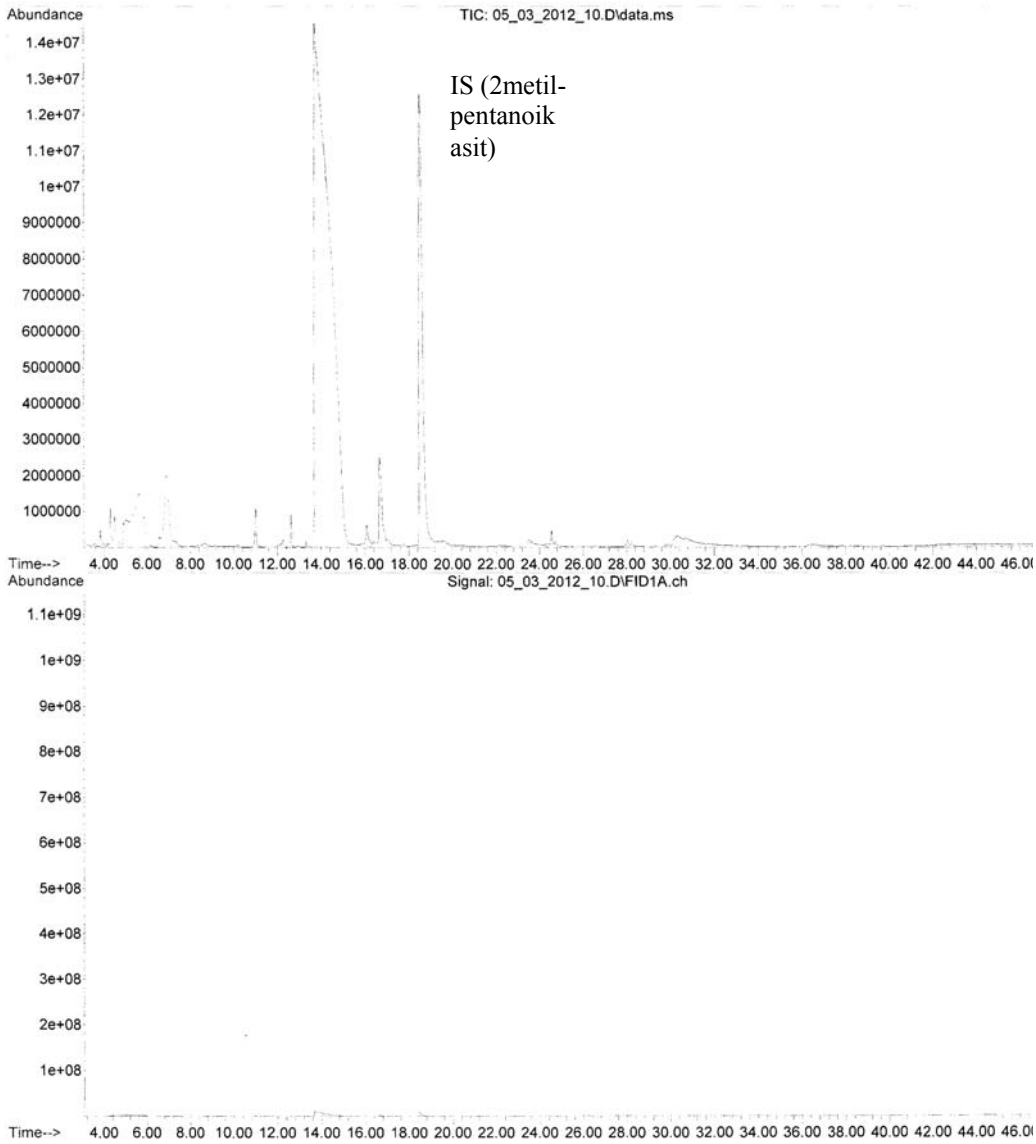
Ek 13 Koyun peyniri 1.tekerrür asidik faz kromatogramı



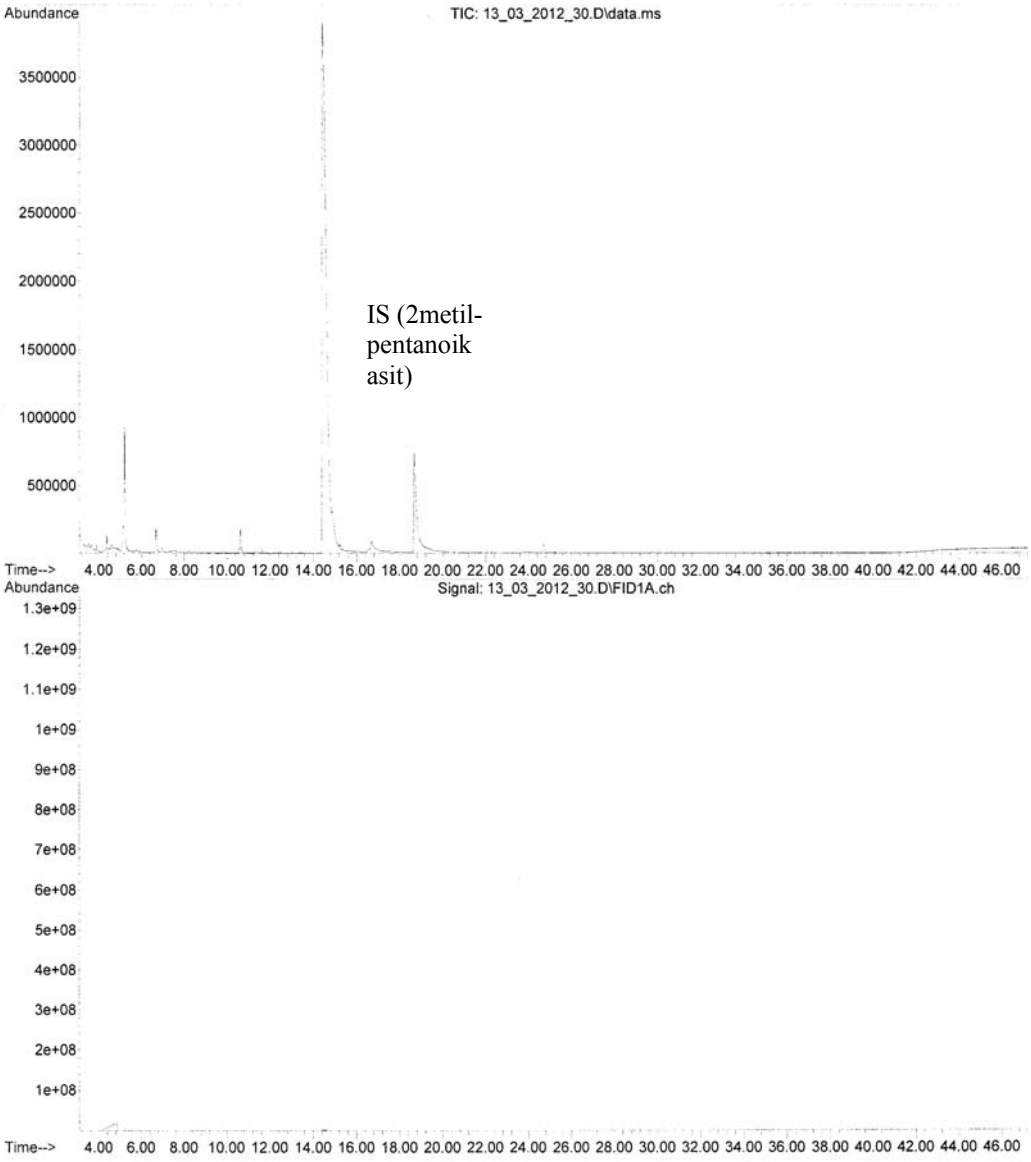
Ek 14 Koyun peyniri 2.tekerrür asidik faz kromatogramı



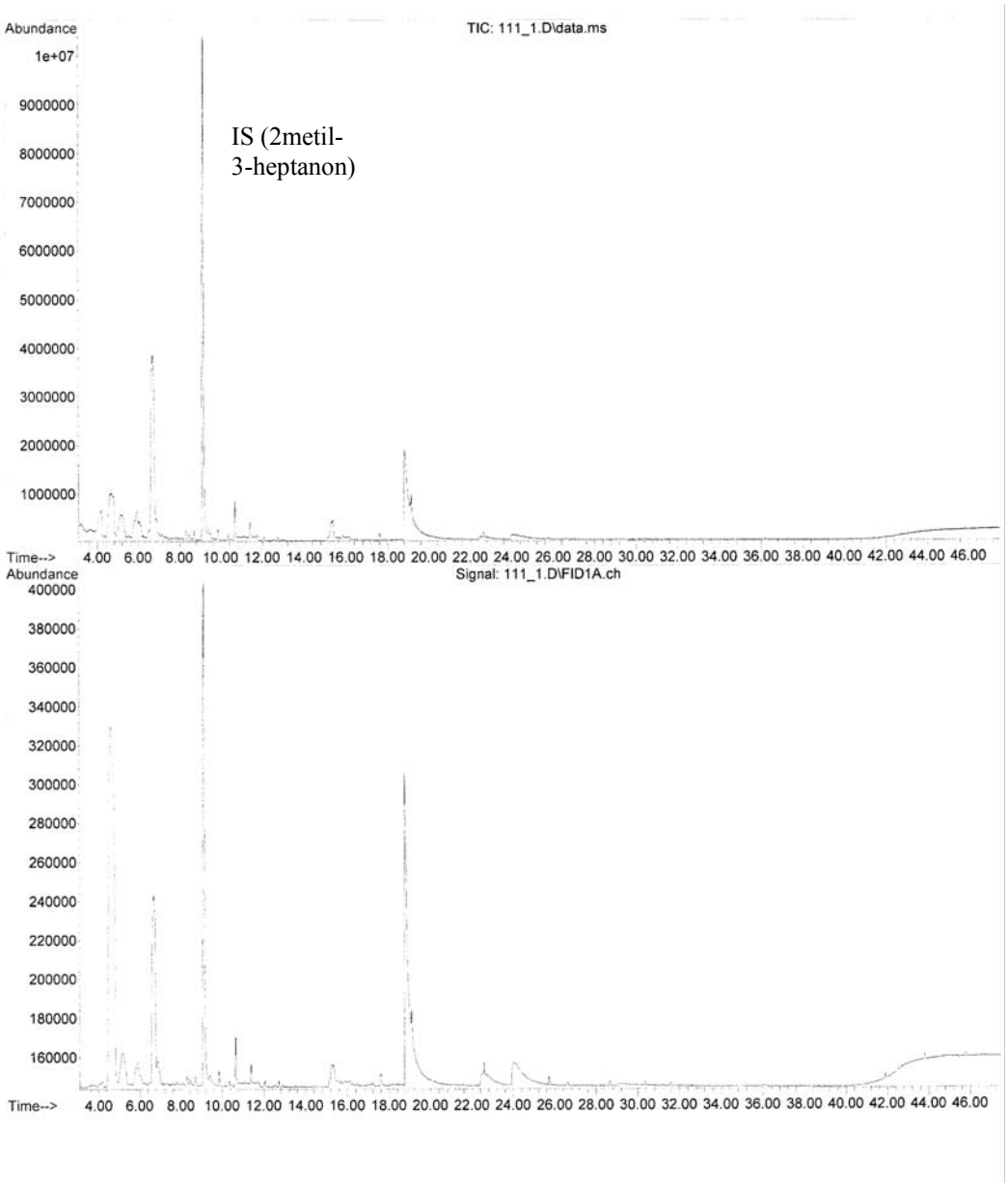
Ek 15 Koyun peyniri 3.tekerrür asidik faz kromatogramı



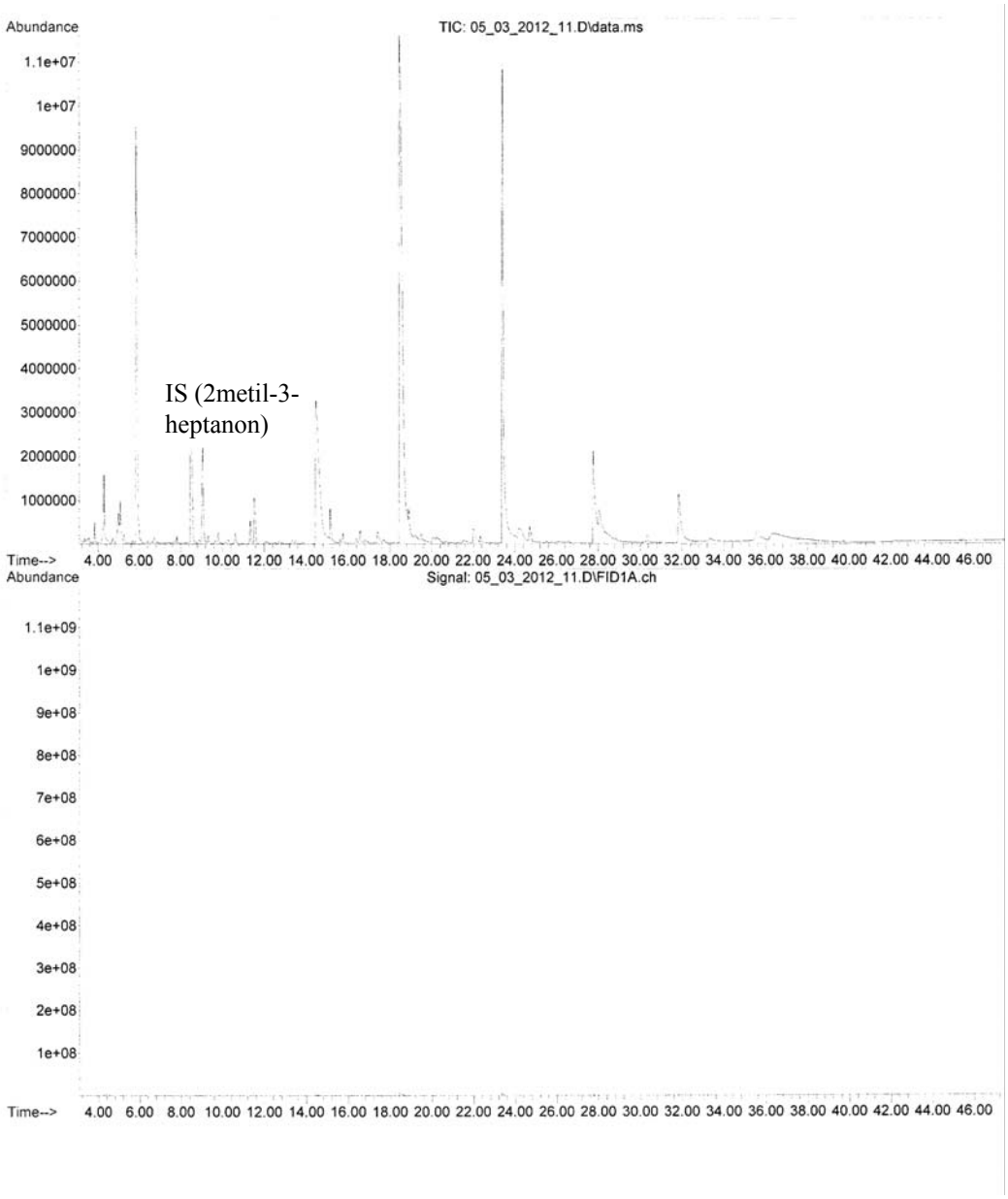
Ek 16 Koyun peyniri 4. tekerrür asidik faz kromatogramı



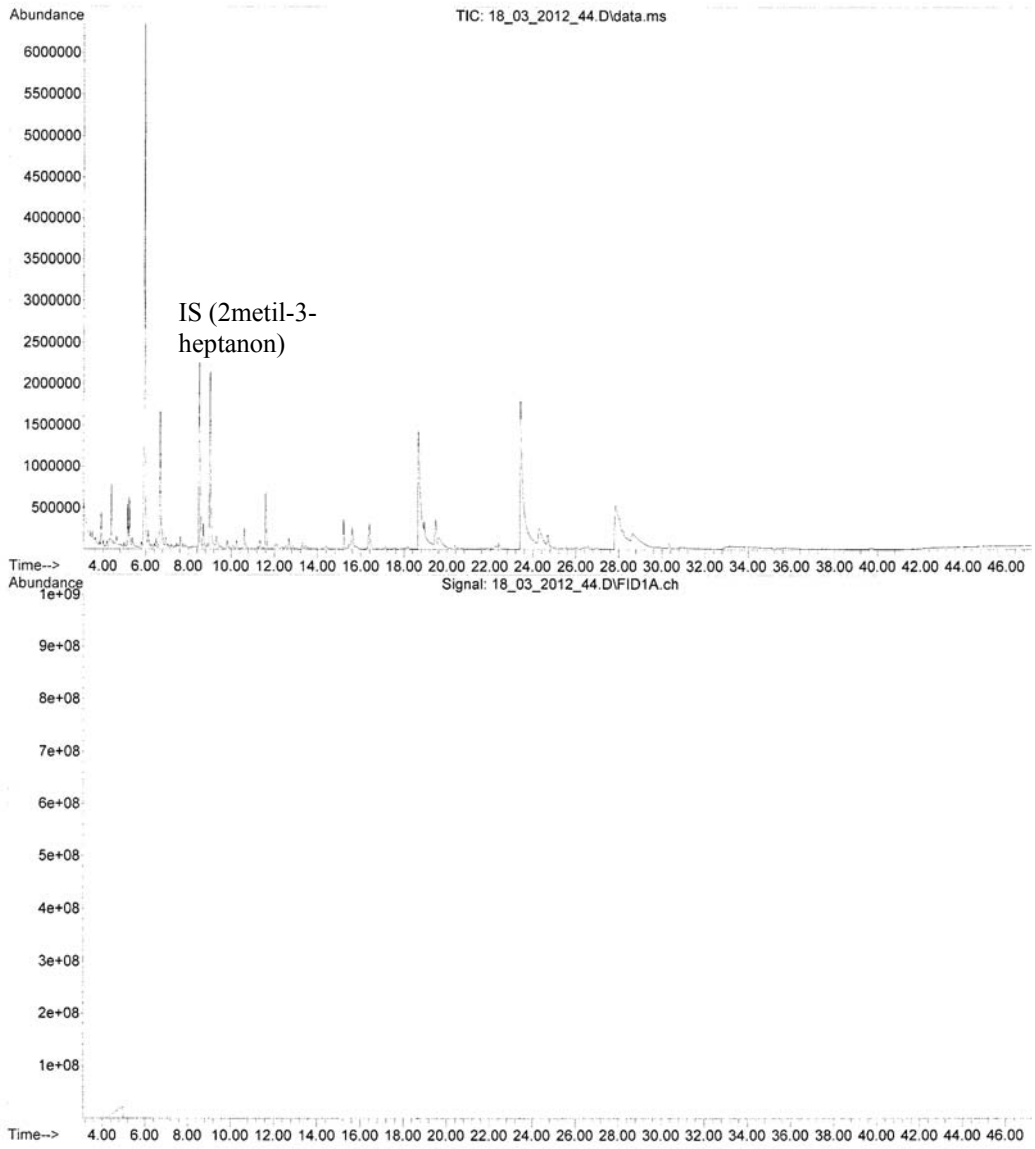
Ek 17. Keçi peyniri 1. tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



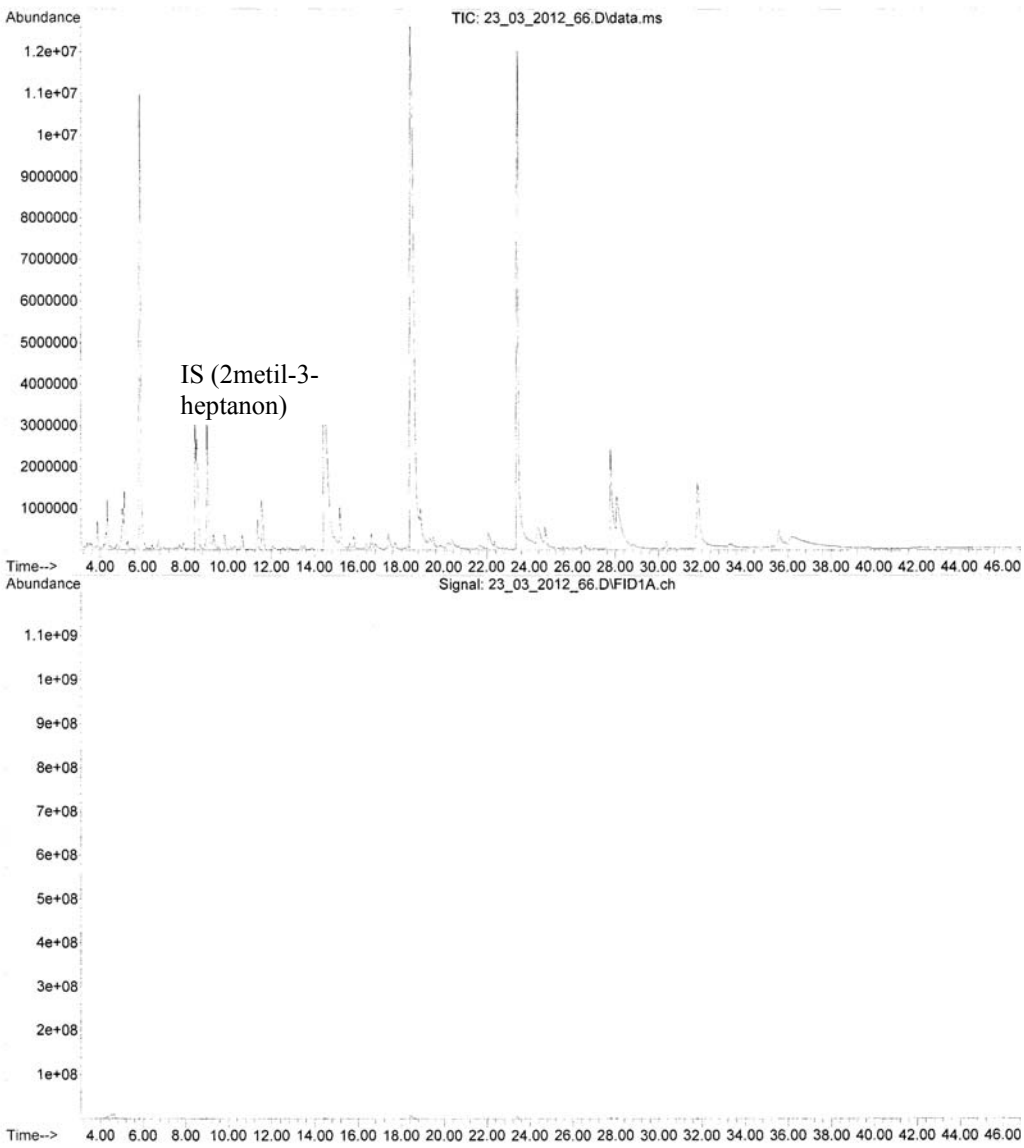
Ek 18 Keçi peyniri 2. tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



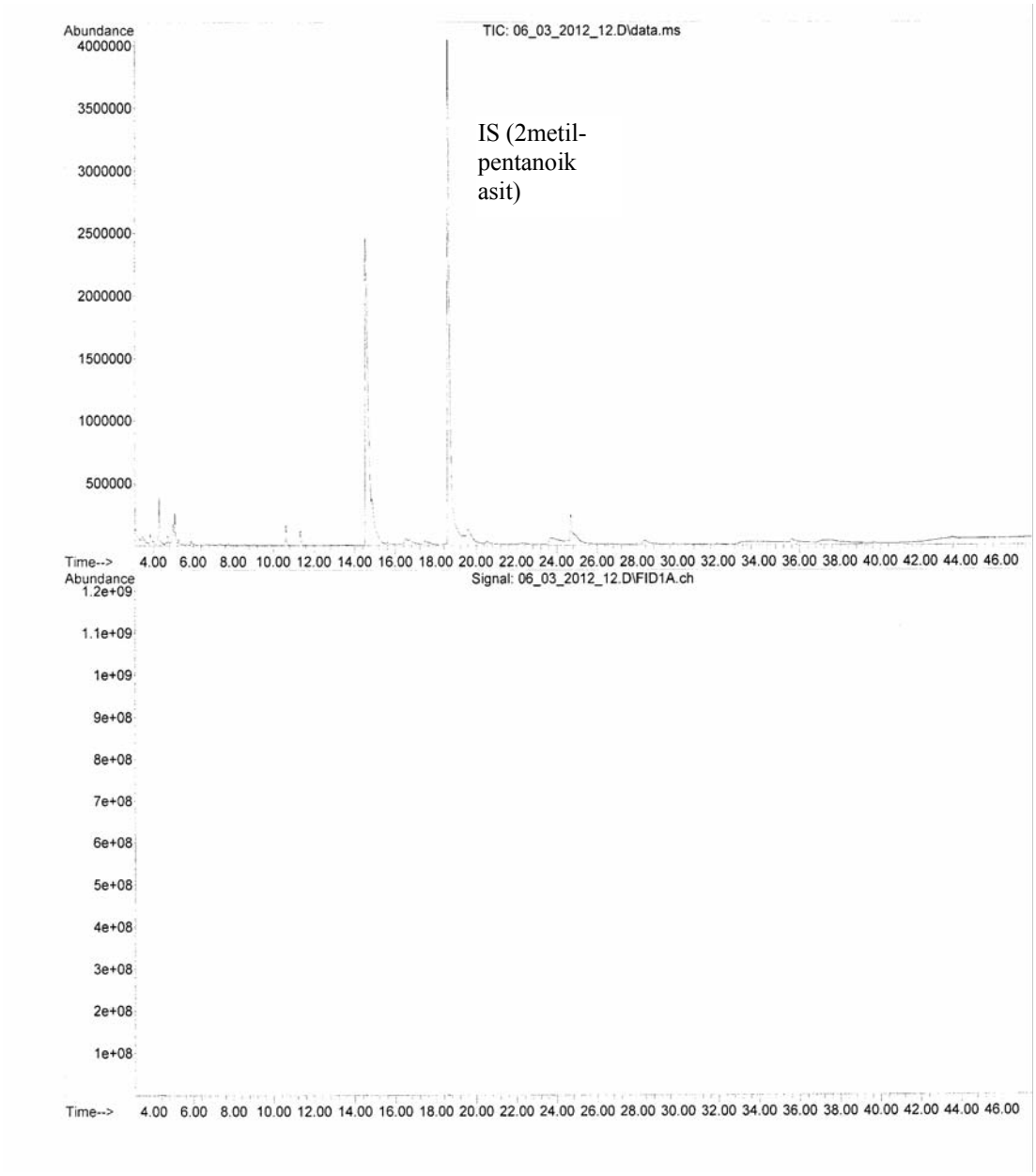
Ek 19 Keçi peyniri 3. tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



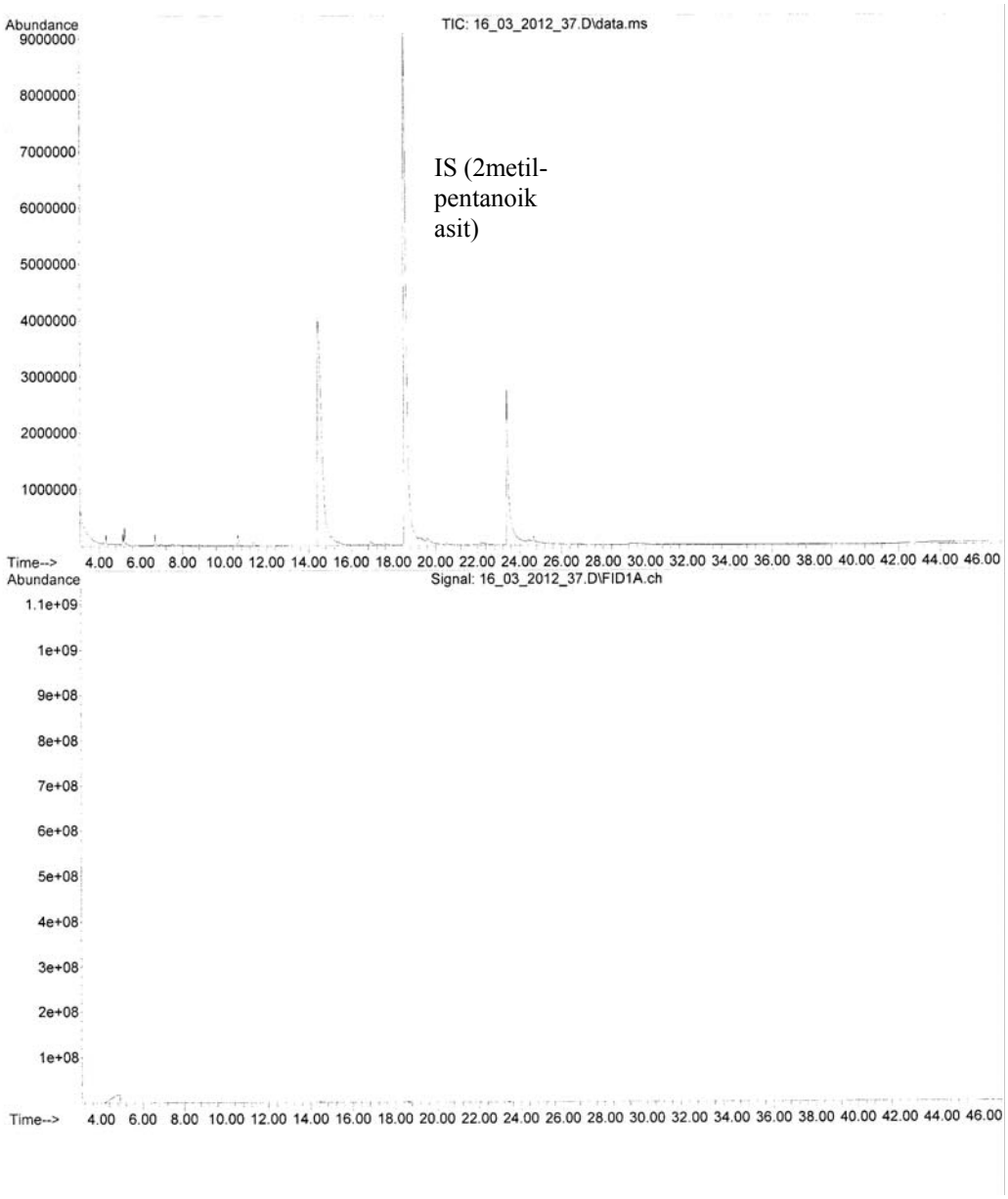
Ek 20 Keçi peyniri 4. tekerrür nötral-bazik faz kromatogramı



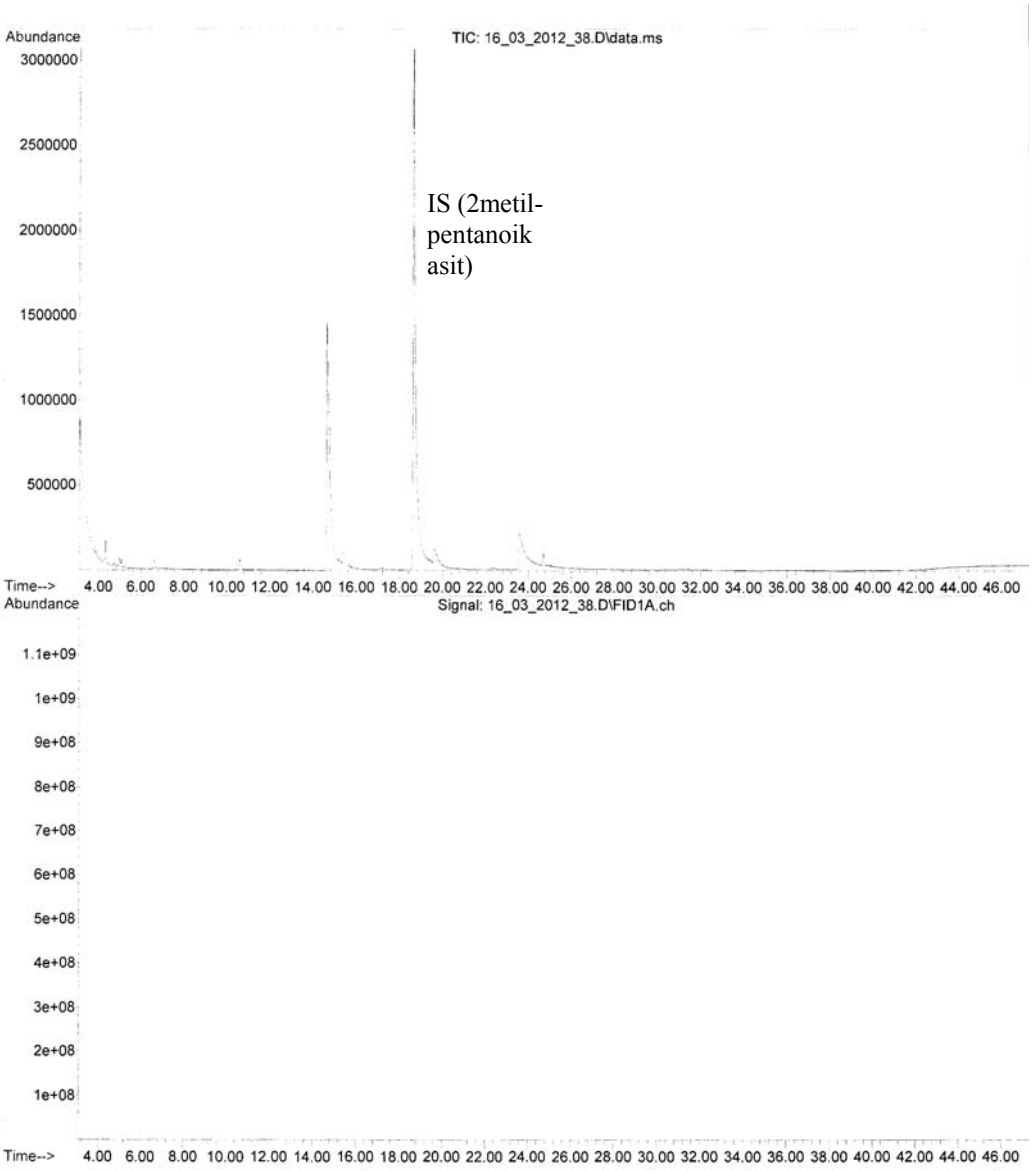
Ek 21 Keçi peyniri 1. tekerrür asidik faz kromatogramı



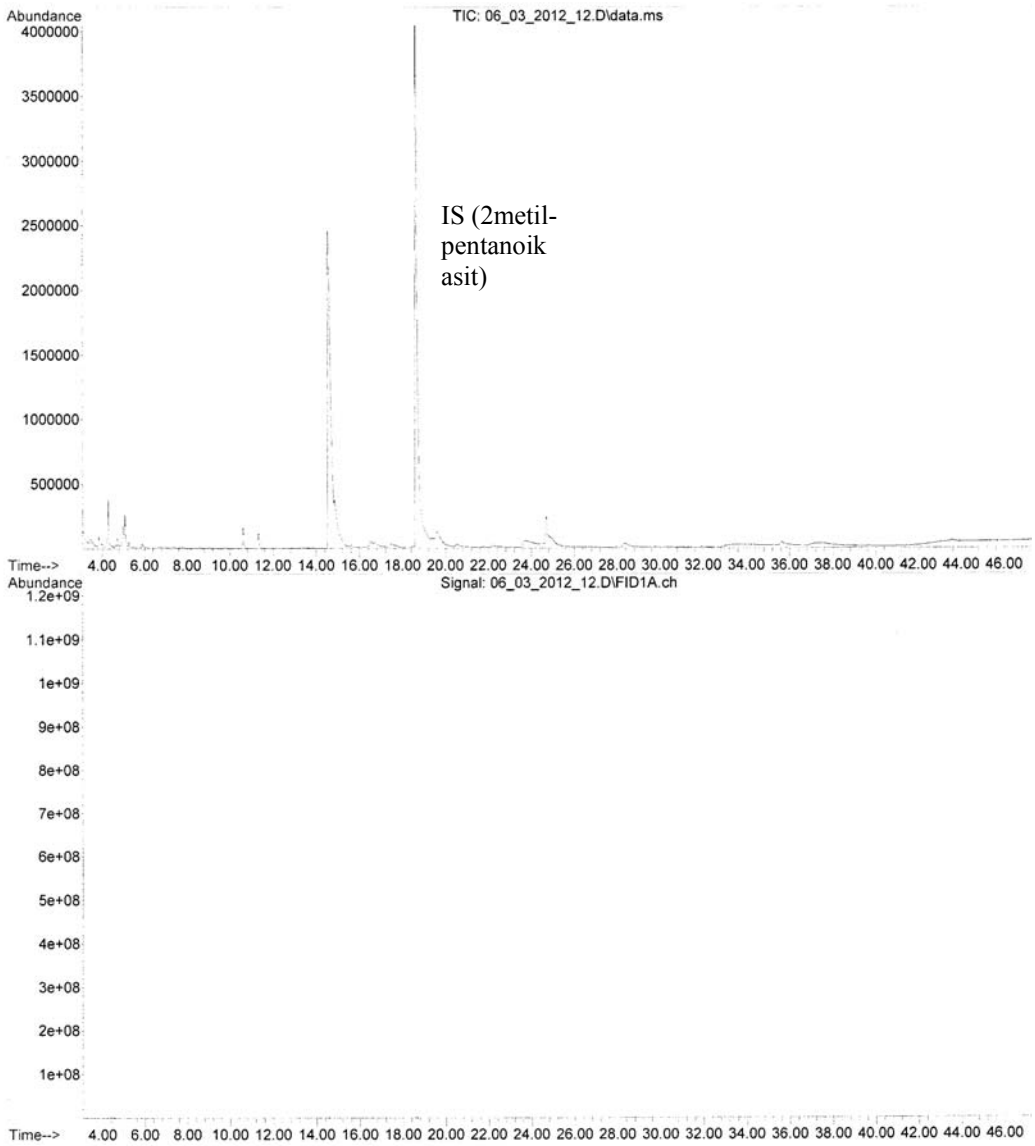
Ek 22 Keçi peyniri 2. tekerrür asidik faz kromatogramı



Ek 23 Keçi peyniri 3. tekerrür asidik faz kromatogramı



Ek 24 Keçi peyniri 4. tekerrür asidik faz kromatogramı



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fatma SEZEN DEMİRCİ

Doğum Yeri : Beypazarı

Doğum Tarihi: 08.12.1978

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Çayırhan Lisesi (1995)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojileri Bölümü (2002)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı (2005)

Çalıştığı Kurum/ Kurumlar ve Yıl

Araştırma Görevlisi : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü (2002-)

Yayınları:

1-**SEZEN, F.**, KOÇAK, C. 2005. Sütün İnsan İmmün Sistemindeki Rolü ve Önemi. GAP 4. Kongresi. 21-23 Eylül 2005. Şanlıurfa. Kongre Kitabı. Cilt 1 s.559-563.

2-**SEZEN, F.,** KOÇAK, C. 2006. Fonksiyonel Süt Ürünleri Teknolojisindeki Gelişmeler. Türkiye 9. Gıda Kongresi Kitabı. G.T. Derneği Yayın No:33. 89-92.

3-KÖMÜRLÜ, O., **SEZEN, F.,** KOÇAK, C., YILDIZ, F. 2006. Karbonhidrat Esaslı Yağ İkame Maddesi Kullanımının Yağsız Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi Kitabı. G.T. Derneği. Yayın No: 33. 649-652.

4-**SEZEN, F.,** KOÇAK,C., YILDIZ, F. 2007. Protein Esaslı Yağ İkame Maddesi Kullanımının Yağsız Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi. Gıda (2007) 32 (2): 101-108

5-KÜÇÜKAKGÜL, Ö., KOÇAK, C**., SEZEN, F**., YILDIZ, F. 2008. Yağsız Yoğurt Üretiminde Karbonhidrat Esaslı Yağ İkame Maddesi (Litesse) Kullanımının Yoğurt Kalitesine Etkisi. Türkiye 10. Gıda Kongresi Kitabı. G.T. Derneği. Yayın No: 37. s.781.

6-**SEZEN, F.,** YETİŞEMİYEN, A. 2009. Krema Köpüklenmesinin Fizikokimyası. Akademik Gıda 7 (3) : 30-35s.

7-KÜÇÜKAKGÜL, Ö., KOÇAK, C., **SEZEN, F.,** YILDIZ, F. 2009. Yağ İkame Maddesi Kullanılarak (Litesse ®Ultra™) Kurumadde Artırımının Yağsız Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi. Gıda (2009) 34(5):271-278