



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

**CARRA PEYNİRİNİN AROMA PROFİLİNİN BELİRLENMESİ**

**SALİH GÜLERYÜZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Antakya/HATAY**

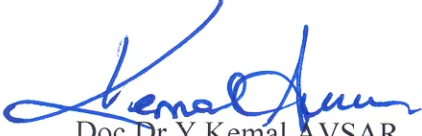
**Ağustos-2009**

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

CARRA PEYNİRİNİN AROMA PROFİLİNİN BELİRLENMESİ

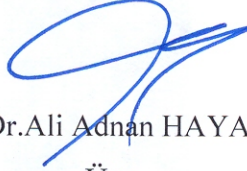
SALİH GÜLERYÜZ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Doç. Dr. Yahya Kemal AVŞAR danışmanlığında hazırlanan bu tez 10/08/2009 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Y. Kemal AVŞAR

Başkan



Doç. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

Üye

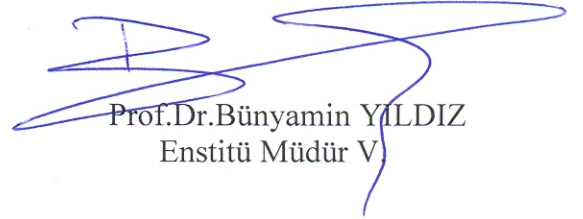


Yrd. Doç. Dr. Beyza ERSOY

Üye

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:



Prof. Dr. Bünyamin YILDIZ  
Enstitü Müdürü V.

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

Proje No: 08 M 1505

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

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	I
ABSTRACT .....	II
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	V
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	3
2.1. Cara Peyniri Üretimi .....	3
2.2. Carra Peyniri İle ilgili Çalışmalar .....	5
2.3. Peynir Aroması İle İlgili Çalışmalar .....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	8
3.1. Materyal .....	8
3.1.1. Carra Örnekleri .....	8
3.2. Yöntem .....	8
3.2.1. Carra Örneklerinin Seçimi .....	8
3.2.2. Örnek Hazırlama .....	10
a. Direkt solvent ekstraksiyon yöntemi .....	11
b. Yüksek vakum distilasyon yöntemi .....	11
3.2.3. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrofotometresi Analizleri .....	13
3.2.4. Gaz Kromatografisi-Olfaktometri Analizleri .....	15
3.2.5. Aroma Aktif Bileşiklerin Belirlenmesi .....	16
3.2.6. Uçucu Bileşiklerin Miktarının Belirlenmesi .....	16
3.2.7. İstatistiksel Analizler .....	16
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	17
4.1. Örneklerin Duyusal Analizleri .....	17
4.2. Carra Örneklerinin Uçucu Bileşiklerinin Belirlenmesi .....	17
4.2.1. Nötral/Bazik Fraksiyonlar .....	17
a. Ketonlar .....	22
b. Esterler .....	22
c. Alkoller .....	23
d. Laktonlar .....	23

e. Diğer Bileşikler .....	23
4.2.2. Asidik Fraksiyon .....	24
4.3. Carra Peynirinin Aroma Aktif Bileşiklerinin Belirlenmesi .....	27
4.3.1. Nötral/Bazik Fraksiyon .....	27
4.3.2. Asidik Fraksiyon .....	27
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	32
KAYNAKLAR .....	34
TEŞEKKÜR .....	39
ÖZGEÇMİŞ .....	40

**ÖZET****CARRA PEYNİRİNİN AROMA PROFİLİNİN BELİRLENMESİ**

Bu çalışmada, Hatay'ın geleneksel peynir çeşitlerinden biri olan ve inek sütünden üretilen Carra peynirinin aroma profili belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, Antakya piyasasında satılan inek sütlerinden üretilmiş Carra peyniri 10 ayrı satış noktasından alınmış ve 23 kişilik (13 bayan ve 10 bay) bir panelist grubu tarafından 9 nokta hedonik skala kullanılarak duyuşal değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Duyusal analiz sonuçlarına göre, Carra peynirlerinden en yüksek puanı alan 3 tanesi analize alınmıştır. Örnekler analize dietil eter ekstraksiyonu ve yüksek vakum distilasyonu kullanılarak hazırlanmıştır. Uçucu bileşikler gaz kromatografisi/kütle spektrometresi kullanılarak, aroma aktif bileşikler ise gaz kromatografisi/olfaktometre kullanılarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, Carra peynir örneklerinde 60'a yakın uçucu bileşen (21 ester, 8 keton, 7 alkol, 4 lakton, 3 fenolik bileşik, 1 terpen, 1 sülfürlü bileşik ve 13 yağ asiti) saptanmıştır. Gaz kromatografisi/olfaktometri analizleri ile bu bileşiklerden 35'nin potansiyel olarak Carra peynir aromasına katkıda bulunabileceğini göstermiştir. Peynirlerin uçucu ve aroma aktif bileşenleri arasında büyük bir varyasyon bulunmasına rağmen, nötral/bazik fazda saptanan etil bütanoat, 2-pentanol, 3-metil-2-bütanol, etil oktanoat, 2-izobütil-3-metoksipirazin ve asidik fazda saptanan propanoik, bütanoik, 3-metilbütanoik, pentanoik, hekzanoik ve oktanoik asitlerin Carra peynirinin aromasını karakterize edebilecek bileşikler olabileceği belirlenmiştir. Örnekler arasında varyasyonun azaltılması ve daha net bir karakterizasyonun yapılması için çalışmaların devam edilmesi gereklidir.

2009, 40 Sayfa

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

**ABSTRACT****DETERMINATION OF AROMA PROFILE OF CARRA CHEESE**

This study aimed at characterization of aroma profile of Carra cheese, one of the traditional dairy product of Hatay region. For this purpose, 10 Carra cheese samples, aging 7 to 12 months, were purchased from 10 different shops at the Antakya market and subjected to sensory analyses by 23 locals (13 female, 10 male), using 9-point hedonic scale. Three cheese samples with the highest sensory scores were selected for further analysis. Selected cheese samples were extracted with diethyl ether and distilled using high vacuum distillation unit. Volatile component by gas chromatography-mass spectrometer and aroma active compounds by gas chromatography-olfactometer were determined.

About 60 different volatiles (21 esters, 8 ketons, 7 alcohols, 3 phenolic compounds, 1 terpen, 1 sulphurous compound and 13 fatty acids) were determined by gas chromatography-mass spectrometer. Of the compounds, 35 were found to be odour active by gas chromatograph-olfactometer. Although there were a big variation amongsts the volatile compounds of cheese samples both in type and relative quantitation, ethylbutanoate, 2-pentanol, 3-methyl-2-butanol, ethyloctanoate, 2-isobutyl-3-methoxypyrazin in neutral/basic fraction and propanoic, butanoic, 3-methylbutanoic, pentanoic, hexanoic and octanoic acids in acidic fractions could be suggested as compounds characterizing Carra cheese aroma profile. In order to reduce the variation amongsts the cheese samples, further studies with this cheese should be carried out.

2009, 40 pages

**Key words:** Carra cheese, aroma profile, gas chromatography-mas spectrometry, gas chromatography-olfactometry, high vacuum distillation.

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<b>AEDA</b>	Aroma Ekstraksiyon Dilüsyon Analizi
<b>FDF</b>	Flavor Dilüsyon Faktörü
<b>GK-KS</b>	Gaz kromatografisi-Kütle spektrometresi
<b>GK-O</b>	Gaz kromatografisi-Olfaktometri
<b>ILE</b>	İzolösin Amino Asidi
<b>LEU</b>	Lösin Amino Asidi
<b>MET</b>	Metiyonin Amino Asidi
<b>RI</b>	Alıkonma İndeksi (Retention Indeks)
<b>TYR</b>	Tirozin Amino Asidi

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.1. İnek sütlerinden üretilmiş olan Carra peynirlerinin bazı duyuşal özellikleri .....	18
Çizelge 4.2. Carra peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan uçucu bileşikler ve bağıl miktarları .....	19
Çizelge 4.3. İnek sütünden üretilen Carra peynirlerinde belirlenen serbest yağ asitleri ve bağıl miktarları .....	26
Çizelge 4.4. Gaz kromatografisi-olfaktometri tekniğı ile Carra peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında saptanan aroma-aktif bileşiklerin RI değerleri (retention index) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analiz (AEDA) sonuçları .....	29
Çizelge 4.5. Gaz kromatografisi-olfaktometri (GK-O) tekniğı ile Carra peyniri ekstraktlarının asidik fazında saptanan aroma-aktif bileşiklerin RI değerleri (retention index) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analizi (AEDA) sonuçları .....	31



**ŞEKİLLER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Carra peyniri duyusal analiz formu .....	9
Şekil 3.2. Örnek hazırlama protokolü .....	11
Şekil 3.3. Yüksek vakum distilasyon düzeneği .....	12
Şekil 3.4. Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi cihazı .....	13
Şekil 3.5. Peynir örneklerinin nötral/bazik fraksiyonuna ait bir kromatogram örneği .....	14
Şekil 3.6. Peynir örneklerinin asidik fraksiyonuna ait bir kromatogram örneği .....	14
Şekil 3.7. Gaz kromatografisi-olfaktometri cihazı .....	15

## 1. GİRİŞ

Dünyada yaklaşık 4000 civarında peynir olduğu belirtilmektedir. Bu çeşitliliğin nedenleri arasında peynirin üretildiği sütün çeşidi, üretim teknolojisi, depolama tekniği, süt mikroflorası, enzim çeşidi gibi birçok etmen sayılabilir. Bu bakımdan, peynirler birçok özelliği ile birbirlerinden ayrılmaktadır. Bu ayırt edici özelliklerden en önemlilerinden biri de peynirlerin sahip oldukları tat ve kokudur. Çoğu peynir, üretimini takiben, birçok faktör tarafından etkilenen ve birçok biyokimyasal reaksiyonun meydana geldiği kompleks bir olgunlaşma süreci geçirerek kendisine özgü tat ve kokuyu kazanır (Fox ve ark., 1993). Bu süreç içerisinde ise peynirde yüzlerce uçucu madde oluşabilir (McSweeney ve Sousa, 2000; Urbach, 1993, 1997). Ancak bu uçucu maddelerden bir kısmının peynirin aroması üzerinde hiçbir etkisi yok iken, bir kısmı arka plan aromasında rol oynamakta, bir kısmı ise peynire karakteristik aromasını vermektedir (Urbach, 1993, 1997). Oluşan uçucu bileşiklerden hangilerinin aroma aktif olduğunun; aroma aktif olanlar arasından ise hangilerinin karakteristik aromayı yansıttığının belirlenmesi, aroma kimyası ile uğraşan bilim insanlarının ilgi odağı haline gelmiştir (Parliament ve McGorin, 2000). Bu konuda ileri teknoloji ürünü cihazların (gaz kromatografisi-olfaktometri, gaz kromatografisi-kütle spektrometresi gibi) devreye girmesi ile de yeni bilgilere ulaşılmaktadır (Ruth, 2001).

Elli yılı aşkın bir süredir ise, bilim insanları her peynirin karakteristik tat ve kokusuna katkı sağlayan aroma aktif maddelerinin profilini çıkartarak, belirli bir peynire özgü bir nevi “**parmak izi**” oluşturma çabası içindedirler (Lawlor ve ark., 2002; O’Riordan ve Delahunty, 2001; Milo ve Reineccius, 1997).

Bu çalışmalar;

- peynirlerdeki aroma aktif maddelerin oluşması ile ilgili mekanizmaların açıklanmasına ve bunların kontrol altına alınarak daha standart ve karakteristik ürün üretilmesine,
- bozulmalara neden olan etmenleri belirleme ve önleme yollarına da ışık tutarak, üreticinin ve peynir sektörünün zarara uğramasının önüne geçilmesine yardımcı olmaktadır.

Son yıllarda ise aroma kimyası üzerinde yapılan çalışmalar, geleneksel peynirler üzerinde yoğunlaşmıştır. Böylece, yukarıdaki amaçlara ek olarak geleneksel peynirlerin

aroma yönünden de “tescil” edilerek, haksız rekabet karşısında korunmasına, tüketicinin aldatılmasının önlenmesine ve yöresel süt endüstrisinin gelişmesine çalışılmaktadır. Araştırmalar, aynı üretim teknolojisi kullanılsa bile farklı bölgelerde ve hatta farklı yüksekliklerde (rakımlarda) üretilen peynirlerin farklı niteliklerde olduğunu göstermiştir (Langler ve ark., 1967). Bu durum, geleneksel peynirlerin nitelikleri üzerinde içinde bulunulan ekosistemin ve coğrafyanın etkisini de göstermektedir.

Ülkemizde 50’yi aşkın peynir çeşidi bulunmasına rağmen, çok azı ülke çapında ticari açıdan önem kazanmıştır (Hayaloğlu ve ark., 2002). Bunlar arasında Mihaliç (kelle) peyniri, Erzincan Tulum (Şavak) peyniri, İzmir Tulum peyniri, Van Otlı peyniri, Kars Kaşar peyniri ve Ezine peynirini saymak mümkündür. Diğer yöresel peynirlerin büyük bir çoğunluğu ise üretildiği yerde tüketilmekte olup, henüz diğer bölgelerde tüketimi yenidir. Kültürel açıdan da zenginliğimizi yansıtan bu yerel peynirlerimiz üzerinde araştırmalar oldukça sınırlıdır.

Carra peyniri, Fransız ve Arap kültürlerinden etkilenmiş olan Hatay ilinde yöresel olarak üretilen, testi içerisinde olgunlaştırılan bir peynirdir. Carra peyniri daha çok keçi sütünden yapılmakta olup, keçi sütünün yetersiz olduğu dönemlerde inek sütünden yapımı da son yıllarda yaygınlaşmıştır. Carra peyniri, porselen beyazı renginde, gözeneksiz, kesildiğinde ufalanan, hafif sert veya yumuşak karakterde, keskin kokusu ve tadı olan peynir çeşididir.

Günümüze kadar Carra peyniri üzerinde yapılan araştırmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Yapılan çalışmalarda, Carra peynirinin fizikokimyasal ve duyuşal nitelikleri (Güler, 1999), mikrobiyal bileşimi (Aygün ve ark., 2005) ile nitrat ve nitrit düzeyleri incelenmiştir (Aygün, 2001). Ancak, Carra peynirinin sahip olduğu aroma profilini gösteren çalışmaya henüz rastlanmamıştır.

Bu nedenle, bu araştırmada, Antakya piyasasında satışa sunulan inek sütlerinden elde edilen Carra peynirlerinin aroma profilleri ortaya konulmaya çalışılacak ve yapılacak duyuşal değerlendirmeler ile iyi kaliteli bir inek sütünden yapılmış Carra peynirinin sahip olduğu aroma bileşiklerinin neler olduğu, bunlardan hangilerinin karakteristik aromayı sağladığı ortaya konulmaya çalışılacaktır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Carra Peyniri Üretimi

Peynir yapımında kullanılan süte, ısıtma işlemi uygulanmaz, sağım sıcaklığına yakın bir ısıda ticari maya ilave edilip yaklaşık 1 saatte pıhtılaştırılır. Bu süre sonunda oluşan pıhtı, kaşık veya kepçe ile karıştırılarak parçalanır ve tülbent kullanılarak süzülür. Süzülen peynirlere 30 dakika baskı uygulandıktan sonra dilimler halinde kesilerek dizilir. Bu şekilde peynirlerin birkaç gün bekletilerek sertleşmesi sağlanır. Peynir yapımının diğer aşaması için ise yağı alınmış yoğurttan elde edilen çökelek hazırlanır. Çökelek, içerisine yaklaşık %4 oranında kaba tuz ilave edilerek karıştırıldıktan sonra bir bez torbaya konup suyunu çekmesi için üzerine ağırlık konulur. Suyunu tamamen salan çökelek içine, her birinden yaklaşık %5 civarında olacak şekilde 1 yıl önceden kurutulmuş kekik ve çörek otu katılarak homojen bir görünüm elde edilinceye kadar yoğrulur. Hazırlanan bu peynirler, Carra adı verilen iç kısmı sırlı testiler içine bir kat peynir-bir kat harç (çökelek+baharat) olacak şekilde basılarak doldurulur. Doldurulan testiler, baş aşağı çevrilerek 3-4 gün bekletildikten sonra, tekrar çevrilerek üzerine bir miktar tuz, kekik ve beyaz bir kağıt konulduktan sonra bezle bağlanır. Ayrıca tuz, kül zeytinyağı ve su ile yoğrularak testinin ağzı bu harçla sıvanır, serilen bu harç kuruduktan sonra ağzı tekrar bir bezle bağlanarak testiler serin bir yerde toprağa (yaklaşık 15 cm derinliğinde) gömülerek en az 4-5 ay olgunlaştırılır. Peynirin karakteristik lezzete ulaşması için en az 6 ay olgunlaştırılması önerilmektedir. Carra peyniri genelde Ağustos-Eylül aylarında toprağa gömülüp, Ocak ayına doğru topraktan çıkarılır.

Carra peynirlerinin ortalama kimyasal bileşimi, kuru madde %52.4, yağ %25.7, protein %23.1, tuz %6.4 olarak belirlenmiştir (Güler, 1999).



**a. Çökelek**



**b. Isıl İşlem**



**c. Kesim işlemi**



**d. Çörek otu katılması**



**e. Testiye kat kat basma işlemi**



**f. Ağızının kapatılması**



**g. Ters çevrilmesi**



**h. Olgunlaştırma işlemi**

Şekil 2.1. Geleneksel olarak Carra peyniri üretimi ( Fotoğraflar Güler,1999'den alınan izinle kullanılmıştır)

## 2.2. Carra Peyniri İle İlgili Çalışmalar

Carra peyniri ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Günümüze kadar yapılan ilk çalışmalar yapım tekniği ve bileşimi konusunda olmuştur (Güler, 1998). Aygün ve ark. (2001, 2005) tarafından ise Antakya piyasasında satılan Carra peynirlerinin mikrobiyolojik kalitesi, nitrit ve nitrat düzeyleri belirlenmiştir. Bu çalışmalar, Carra peynirlerinin yüksek oranda Enterokok, Stafilokoklar ile maya ve küf içerdiğini ve peynirin mikrobiyolojik açıdan düşük kaliteye sahip olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar, bu durumun üretim zincirindeki kötü hijyen koşullarından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

## 2.3. Peynir Aroması İle İlgili Çalışmalar

Peynirin tat ve kokusu üzerindeki etkili olan bileşenlerin tespiti üzerinde çalışmalar 60 yılı aşkın bir süredir devam etmektedir. Peynirlerde günümüze kadar 600'ün üzerinde uçucu bileşik tespit edilmiştir. Ancak, genel olarak bu uçucu bileşenlerin çok az bir kısmının peynirin aromasına katkı sağladığı saptanmıştır.

Aroma maddelerinin belirlenmesi ile ilgili olarak yapılan bilimsel çalışmaların çoğunda gaz kromatografisi ile birlikte kütle spektrometresi (GK-KS) kullanılmaktadır (Badings ve Neeter, 1980; Engels ve ark., 1997; Sablé ve Cottenceau, 1999; Lawlor ve ark., 2002). Ancak, GK-KS her ne kadar aroma ve lezzet maddelerinin tanımlanmasında ve miktarının belirlenmesinde yararlı bir metot ise de, belirlenen bileşiklerinin koku-aktif özellikleri olup olmadıklarını söylemez. Bu metoda tamamlayıcı olarak, gaz kromatografi-olfaktometri (GK-O) kullanılır. GK-O, belirlenen bileşiklerin hem koku tanımının yapılmasında hem de aktivitesi hakkında bilgi edinilmesinde kullanılır. GK-O, uçucu bileşiklerin bilinen gaz kromatografik yöntemleri ile ayrıştırılmasından sonra, olfaktometri veya insan burnunun detektör olarak kullanılmasını içeren kolektif bir teknik olarak tanımlanabilir (Friedrich ve Acree, 1998). Teorik olarak, insan burnunun bazı kokuları algılama eşiği  $10^{-19}$  mol kadar düşük bir düzeydedir. Bu nedenle, birçok durumda bir detektör olarak kullanılabilir. Hatta, gaz kromatografisinde en çok kullanılan dedektör olan alev iyonizasyon dedektöründen (FID) çok daha hassastır ( $10^{-19}$

<sup>12</sup> mol). GK-O tekniğinin prensibi gaz kromatografisine enjekte edilen saf haldeki örneğin detektör çıkışına bağlanan koklama ünitesinden koklanarak kolondan geçiş zamanının ve aroma özelliğinin kaydedilmesine dayanmaktadır.

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

- Sıvı-sıvı veya sıvı katı ekstraksiyonu
- Süperkritik sıvı ekstraksiyonu (karbondioksit kullanarak) (SCE)
- Buhar distilasyonu (SDE)
- Yüksek vakum distilasyonu (moleküler distilasyon) (HVD)
- Statik ve dinamik tepeboşluğu analizleri (HS,SPME)

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

- Aroma ekstraksiyon distilasyon analizi (AEDA) (Ullrich ve Grosch, 1987; Grosch, 1994),
- Aroma ekstrakt konsantrasyon analizi (AECA) (Kerscher ve Grosch, 1997),
- Charm-Analysis™ (Combined Hedonic Aroma Response Measurement) (Acree ve Barnard, 1984; Acree ve ark., 1984)
- Osme (Yunanca “koku” kelimesinden alınmıştır) (McDaniel ve ark., 1990; Miranda-Lopez ve ark., 1992),
- Nasal Impact Frequency (NIF) ve Surface Nasal Impact Frequency analizleri (Pollien ve ark., 1997)

Peynirler üzerindeki olfaktometrik çalışmalar son 30 yıl içinde giderek artan bir şekilde yapılmaktadır. Kısaca özetlemek gerekir ise; olfaktometrik teknikler kullanılarak;

- Yarı-sert İspanyol keçi peynirinin (Poveda ve ark., 2008) ve PDO (protected designation of origin) ile tescillenmiş İspanyol peynirlerinden Idiazabal, Manchego, Roncal ve Zamoraona peynirlerinin (Baron ve ark., 2005),

- İtalyan peynirlerinden Canestrato Pugliese (Piombino ve ark., 2008), Parmigiano-Reggiano (Qian ve Reineccius, 2002) ve Gorgonzola (Moio ve ark., 2000), Mozzarella peynirlerinin (Moio ve ark., 1993 a,b)
- Gouda tipi peynirlerin (van Leuven ve ark., 2008), Muenster ve Camambert peynirlerinin (Sourabie ve ark., 2008),
- Yerel bir Çek peyniri olan ve küfle olgunlaştırılan Niva peynirinin (Vitova ve ark., 2006), taze peynirler grubundan Piacentinu ve Ricotta peynirlerinin (Mallia ve ark., 2004; Horne ve ark., 2005),
- Küflü bir peynir çeşidi olan Blue cheese (Qian ve ark., 2002),
- Yüzey bakterileri olgunlaştırılan peynirlerin (Lecanau ve ark., 2002), geleneksel taze ve yumuşak Fransız peynirlerinden Saine-Maure (Le Quere ve ark., 1998)
- İsviçre tipi peynirlerden Emmentaler (Prenninger ve Grosch, 1994; Prenninger ve ark., 1994) ve Gruyère peynirlerinin (Rychlik ve Bosset, 2001 a, b),
- Yağlı ve yağsız Cheddar peynirlerinin (Milo ve Reineccius, 1997; Whetstine ve ark., 2006), Avustralya’da üretilen ticari Cheddar peynirlerinin (Frank ve ark., 2006), Cheddar peynirinde gül/çiçeğimsi (Whetstine ve ark., 2005) ve findığımsı flavorların tespitinde (Avsar ve ark., 2004), lesitin içeren yağ içeriği azaltılmış Cheddar peynirlerinin (Suriyaphan ve ark., 1999) aroma profilleri belirlenmiştir.

Ülkemizde olfaktometrik tekniklerin kullanılması oldukça yenidir. Bu teknikler kullanılarak, Antakya Tuzlu yoğurt’un (Kaypak ve Avşar, 2007) aroma profili belirlenmiş olup, Çanakkale Onsekiz Mart üniversitesinde Ezine peynirinin aroma profili ile bölümümüzde Erzincan Tulum, Kars Kaşar, Ezine ve İzmir Tulum peynirinin aroma profillerinin belirlenmesi devam etmektedir.



## **MATERYAL VE YÖNTEM**

### **3.1. Materyal**

#### **3.1.1. Carra peyniri örnekleri**

Araştırmada kullanılacak Carra peynirleri, Mayıs 2008 tarihinde Antakya piyasasından temin edilmiştir. Örneklerin ortalama olarak 7-12 ay arasında bir olgunlaşma süreci geçirdiği beyanı not alınmıştır. İnek sütünden üretilmiş 10 adet Carra peyniri (en az 1.5 kg) 10 ayrı satış noktasından satın alınmıştır. Peynir örnekleri etiketlenmiş, izolasyonu yapılmış kaplar içerisinde laboratuara getirilmiştir. Örnekler, duyuusal ve kimyasal testler yapılncaya kadar buzdolabı sıcaklığında (+4°C) muhafaza edilmiştir.

### **3.2. Yöntem**

#### **3.2.1. Peynir Örneklerinin Seçimi**

Aroma profili belirlenecek olan Carra peynir örneklerinin seçimi duyuusal analizler yapılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, örnekler 9 nokta hedonik skala kullanılarak, görünüş, renk, yapı, koku, tat ve genel değerlendirme açısından değerlendirilmiştir (Meilgarrd ve ark., 1999). Panelistler, 20-50 yaş grubu arasında Antakya doğumlu olup, günlük yaşantılarında sıklıkla Carra peynir tüketen kişiler arasından seçilmiştir. (n=23; 13 kadın, 10 erkek) Carra peyniri örnekleri, 3 haneli rakamlarla kodlanarak rastgele sunulmuştur. Örnekler 10°C’ de servis edilmiştir. Panelistlerden örnekler arasında su ve tuzsuz kraker ile ağızlarını temizlemeleri istenmiştir. Analizlerde kullanılan duyuusal analiz formu Şekil 3.1.’de verilmiştir.

Ürün: İnek sütünden üretilmiş Carra peyniri:

Koku

←-----→  
1 2 3 4 5 6 7 8 9

Görünüş

←-----→  
1 2 3 4 5 6 7 8 9

Renk

←-----→  
1 2 3 4 5 6 7 8 9

Koku

←-----→  
1 2 3 4 5 6 7 8 9

Tat ve Aroma

←-----→  
1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ağızdaki kıvam

←-----→  
1 2 3 4 5 6 7 8 9

En çok beğendiğiniz 3 ürünün kodunu aşağıya sırasıyla yazınız.

1.

2.

3.

Varsa ürün hakkındaki diğer düşünceleriniz:.....

Şekil 3.1. Carra peyniri duyusal analiz formu

### 3.2.2. Örnek Hazırlama

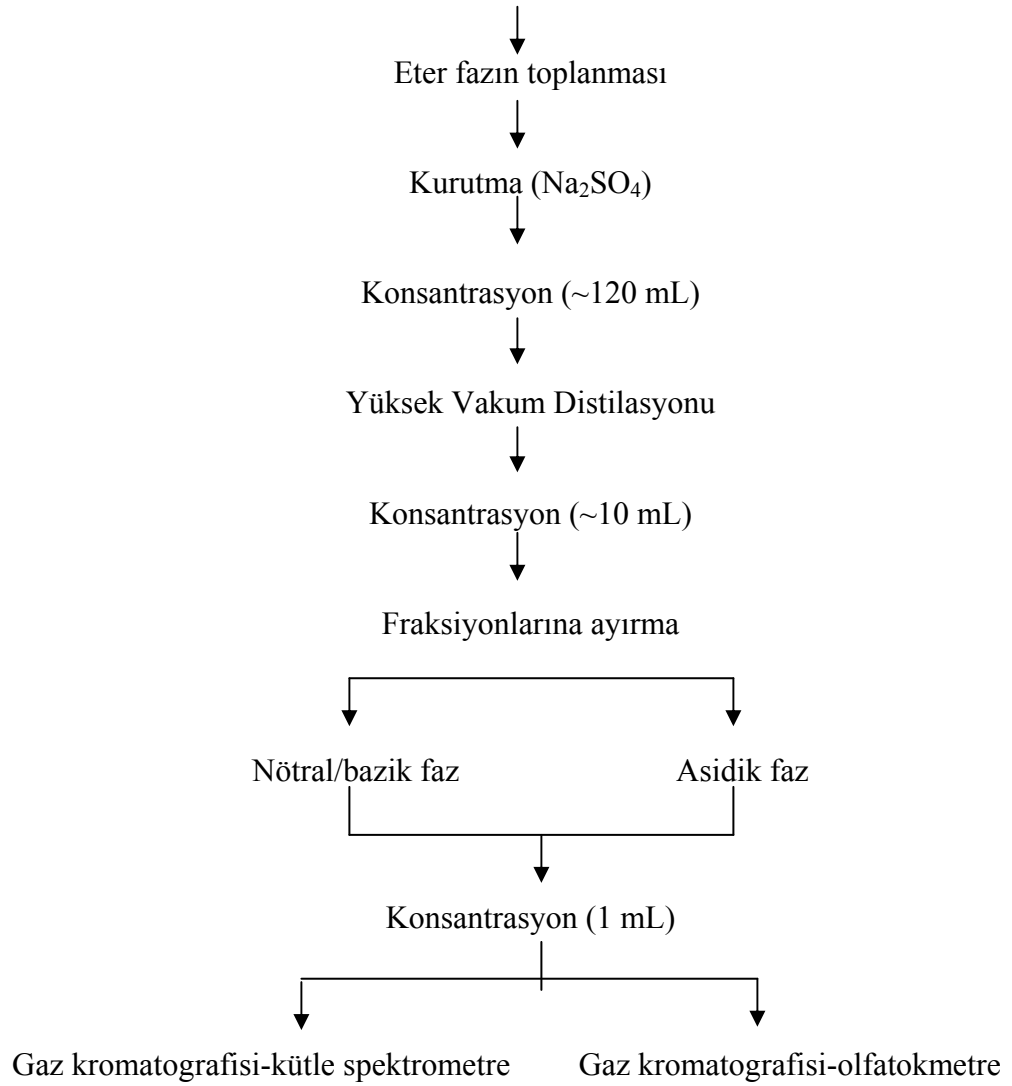
Bu araştırmada aşağıda işlem aşamaları gösterilen örnek hazırlama protokolü izlenmiştir (Şekil 3.2.). Örnek hazırlama ile ilgili detaylı bilgiler aşağıda verilmiştir.

**a. Direk solvent ekstraksiyonu:** Carra peyniri örnekleri Milo ve Reineccius'a (1997) göre hazırlanmıştır. Her bir peynir örneği (400 g) dört adet Tefzel kapaklı Teflon şişe (250 mL kapasiteli) içerisine tartılmıştır (100 g/şişe). İçerisine 50 µL iç standart (50µl 2-metilpentanoik asit/5 mL metanol +50 µL 2-metil-3-heptanon/5 mL metanol) katılmış olan 400 mL eter (100 mL eter/şişe) ile ekstrakte edilmiştir. Bunun için, şişeler karıştırıcı üzerinde (Johanno Otto GmbH, Type KS15, Almanya) 30 dakika süreyle 300 d/dk hızda çalkalanmıştır. Çalkalama işlemi sonunda, şişeler 325 x g de santrifüj edilmiştir (Hettict, Rotanta 460, Almanya). Santrifüj sonunda üst kısımda toplanan eter fazı bir pipet yardımıyla kapaklı bir şişeye (1000 mL kapasiteli) aktarılmıştır. Yukarıdaki ekstraksiyon işlemi 2 kez (sırasıyla 100 mL ve 50 mL eter/şişe) daha tekrar edilmiştir. Ancak son iki ekstraksiyonda kullanılan etere iç standart katılmamıştır. Elde edilen ekstrakt daha sonra sodyum sülfat kullanılarak kurutulmuş ve azot gazı altında yaklaşık 120 mL ye konsantre edilmiştir.

**b. Yüksek vakum distilasyonu:** Carra peynir örneklerinde bulunan uçucu bileşenler yüksek vakum düzeneği kullanılarak Karagül-Yüceer ve ark. (2002) göre elde edilmişlerdir (Şekil 3.3.). Bu işlem aşamasında Sen ve ark., (1991) tarafından belirtilen düzeneğe benzer cam düzenek kullanılmıştır. Bu düzenek, ekstraktın konulduğu 1 L lik balon, 1 adet distilat silindiri ve bir adet atık silindirinden oluşmaktadır. Distilasyon işlemine dietiler ekstraktların 1 L'lik yuvarlak tabanlı şifli balonlara aktarılması ve balonun içerisinde sıvı azot bulunan Dewar kabına (Isotherm, USA) daldırılması ve içindeki ekstraktın dondurulması ile başlanmıştır.



Carra peyniri örneği	100 g	100 g	100 g	100 g	
1. Eter ekstraksiyonu	100 mL	100 mL	100 mL	100 mL	Çalkalama+Santrifüj
2. Eter Ekstraksiyonu	100 mL	100 mL	100 mL	100 mL	Çalkalama+Santrifüj
3. Eter Ekstraksiyonu	50 mL	50 mL	50 mL	50 mL	Çalkalama+Santrifüj



Şekil 3.2. Örnek hazırlama protokolü



Şekil 3.3. Yüksek vakum distilasyon düzeneği

Dondurulmuş ekstraktı içeren balon joje distilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Distilasyon düzeneğinde yüksek vakum sağlamak için birbirine seri bağlanmış bir adet rotari pompa (Edwards 1.5, UK) ve bir adet difüzyon pompa (EO50/60 Edwards, UK) kullanılmıştır. Örnek toplama tüpleri ve atık toplama tüplerinin her biri içerisinde sıvı azot bulunan ayrı Dewar kaplar içerisinde muhafaza edilmiştir. Distilasyon işlemine yüksek vakum altında ( $10^{-5}$  Torr) 4 saat devam edilmiştir. Bu sürenin ilk 2 saatinde balon oda sıcaklığında tutulmuş, son 2 saatinde ise 50°C lik su banyosuna daldırılarak devam edilmiştir. Distilasyon sonucunda, elde edilen distilat azot gazı altında 20 mL ye konsantre edilmiştir. Konsantre edilmiş distilat iki kez 3 mL sodyum bikarbonat (0.5 M) kuvvetli çalkayarak yıkanmıştır. Daha sonra ise distilat üç kez 2 mL doymuş sodyum klorür çözeltisi ile yıkanmıştır. Üst kısımda bulunan ve nötral/bazik fraksiyonu içeren dietileter kısmı ayrı bir tüpe aktarılmış, azot gazı altında 1 mL ye kadar konsantre edilmiştir. Asidik uçucular ise su fazının hidroklorik asit (%18) ile pH sınırın 2-2.5'e ayarlanması ve üç defa dietileter (toplam 15 mL) ile tekrar ekstrakte edilmesi ile elde edilmiştir. Ekstrakte edilmiş uçucular daha sonra susuz sodyum sülfat ile kurutulduktan sonra 1 mL ye konsantre edilmiştir.

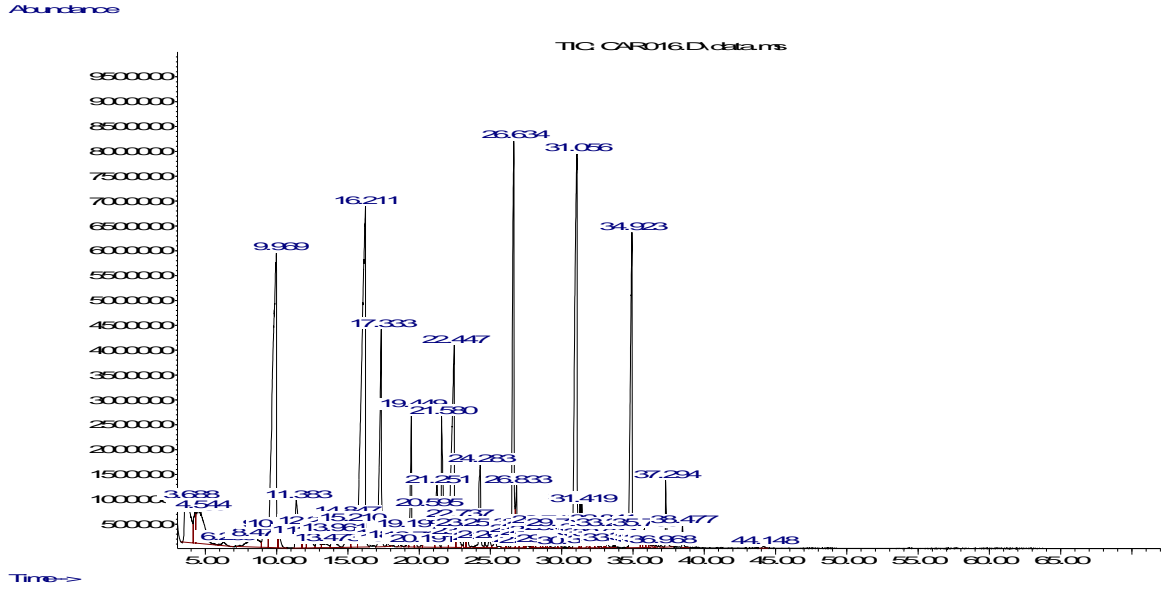
### 3.2.3. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GK-KS)

Peynir örnekleri solvent ekstraktlarının gaz kromatografisi-kütle spektrometresi ile analizleri HP6890 Series GC/HP 5972 kütle selektif dedektör (MSD, Hewlett Packard) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4.).

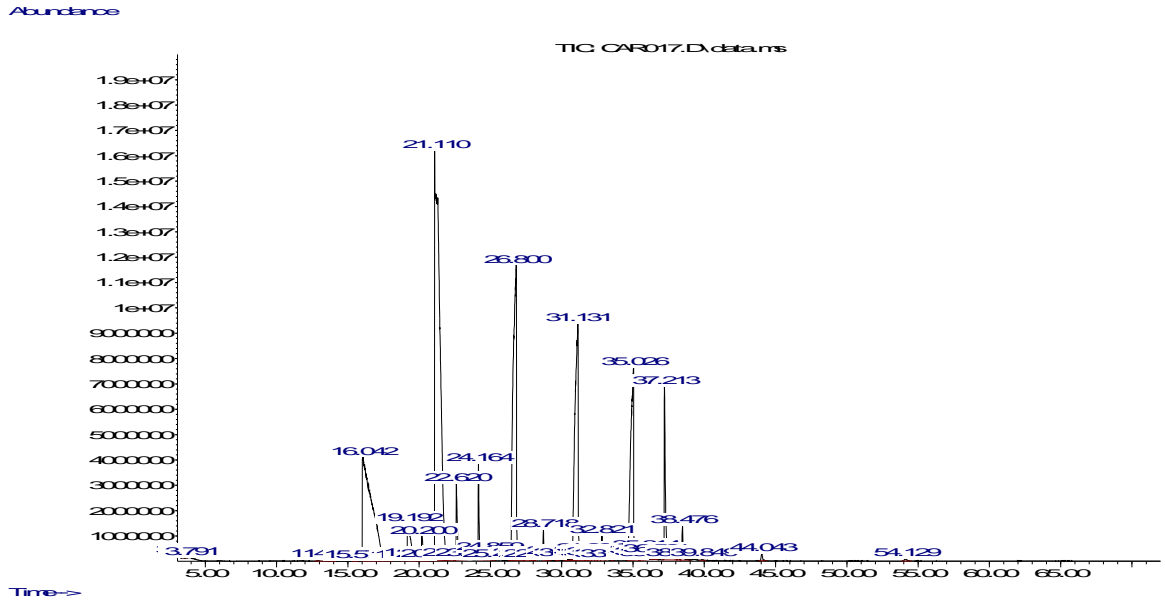


Şekil 3.4. Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi cihazı (HP6890, Agilent, USA)

Uçucuların ayrıştırılmasında fused silika kapılar kolon (INNOWAX, 30 m uzunluk x 0.25 mm iç çap x 0.25  $\mu$ m film kalınlığı ( $d_f$ ), J & W Scientific, USA) ve taşıyıcı gaz olarak helyum (1 mL/dak sabit akış hızı) kullanılmıştır. Fırın sıcaklığı 40°C den 200 °C ye 5°C/dak sıcaklık artış hızı, ve başlangıç ve bitiş sıcaklıkları sırasıyla 5 ile 45 dakika olacak şekilde programlanmıştır. MSD şartları ise: kapiler direkt arayüzey sıcaklığı, 280°C; iyonizasyon enerjisi, 70 eV; kütle aralığı 30 dan 330 a.m.u.; tarama hızı 5 tarama/saniye. Her bir ekstraktan “splitless mode” da 1  $\mu$ L enjekte edilmiştir. Analiz her örnek için iki kez tekrarlanmıştır. Şekil 3.4. ve 3.5. de nötral/bazik ve asidik fraksiyonlar için elde edilen örnek kromatogramlar verilmektedir.



Şekil 3.5. Peynir örneklerinin nötral/bazik fraksiyonuna ait bir kromatogram örneği



Şekil 3.6. Peynir örneklerinin asidik fraksiyonuna ait bir kromatogram örneği

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

Ekstraktların GK-O analizlerinde aroma ekstratı dilüsyon analizi yöntemi (AEDA) kullanılmıştır (Friedrich ve Acree, 1998). Bu amaçla üzerinde alev iyon dedektör (FID) bulunan ve kapillar kolonun bir “splitter” yardımıyla iki kolona (biri FID dedektör için diğeri koklama portu için) bağlanmasıyla oluşturulan koklama portu bulunan GC2010 Model Shimadzu (Japonya) gaz kromatografisi kullanılmıştır (Şekil 3.5.). Hem nötral/bazik hem de asidik faz ekstraktlardan 2 µL polar (INNOWAX, 30 m x 0.25mm x 0.25 µm; J&W Scientific) ve nonpolar (HP-5, 30 m x 0.25mm x 0.25 µm; J&W Scientific) kolona “splitless modda” enjekte edilerek aroma aktif moleküllerin koklama portunda saptanması ve koku tanımının yapılması sağlanmıştır. Koklama işleminde deneyimli (en az 60 saat koklama yapmış) iki araştırmacı yer almıştır. Gaz kromatografisi kolon programı 40°C de 5 dak., 10°C’lik artışlarla 200°C ye ısıtma ve 200°C de 20 dak. bekleme olarak düzenlenmiştir.

AEDA testi ise yukarıda belirtilen şartlarda, ekstraktların 1/3 oranında seyreltilerek ve koklama portunda herhangi bir koku belirlenememesine kadar seri halinde seyreltmeler yaparak flavor dilüsyon faktörleri bulunmuştur. Böylece, peynir örneklerinin aromasına katkıda bulunan aroma aktif maddelerden hangilerinin karakteristik aromada yer aldığı saptanmıştır.



Şekil 3.7. Gaz kromatografisi-olfaktometri cihazı



### 3.2.5. Aroma Aktif Maddelerin Belirlenmesi

Aroma aktif maddeler bileşiğın alıkonma indeksi, kütle spektrometresi sonuçları ve koku özellikleri yardımıyla belirlenmiştir. Bazı bileşikler GK-O de koklanabildiği halde, GK-KS de pik vermemektedir. Bu durum, insan burnunun bazı kokulara karşı, mevcut cihazlardan daha hassas olduğundan kaynaklanmaktadır. Böyle durumlarda aroma aktif bileşiğın belirlenmesi geçici olarak yapılmıştır. Bunun için bilinmeyen bileşiğın GK-O da saptanan alıkonma katsayısı (RI) ve koku özellikleri, literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırılarak veya varsa gerçek madde ile karşılaştırarak belirlenmiştir. RI değerlerinin hesaplanmasında n-alkan serisi kullanılmıştır (van Den Dool Ve Kratz, 1963).

### 3.2.6. Uçucu Bileşiklerin Miktarının Belirlenmesi

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

Bağıl miktar ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) = (Uçucu bileşiğın pik alanı/iç standardın alanı) x iç standardın miktarı x düzeltme faktörü

### 3.2.7. İstatistiksel Analizler

Elde edilen duysal analize ait veriler tek yönlü ANOVA analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılığın önem derecesi Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla SPSS Statistics 17.0 for Windows (SPSS Inc., USA) paket programı kullanılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Örneklerin Duyusal Analizleri

Aroma profilleri belirlenecek olan Carra peynir örneklerinin seçimi için yapılan duyusal analizlere ait sonuçlar incelendiğinde (Çizelge 4.1.), örneklerin, görünüş, renk, koku, tat ve aroma, ve ağızdaki kıvam açısından birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Araştırmanın amacı açısından örnek seçiminde, peynirlerin koku, tat ve aroma özellikleri esas alınmıştır. Koku özelliği açısından, 423 kodlu peynir örneği en yüksek (7,26) puanı almıştır ( $p<0.05$ ). Diğer örnekler arasındaki istatistiksel farklılıklar çizelgede verilmiştir. Tat ve aroma açısından değerlendirildiğinde, yine 423 kodlu örnek en yüksek puanı (7,52) alırken ( $p<0.05$ ), 521, 499 ve 687 kodlu örnekler arasındaki farkın önemsiz olduğu saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Her iki kriter göz önüne alındığında, en yüksek puanı alan 423 (Carra#1), 521 (Carra#2) ve 499 (Carra#3) kodlu peynirlerin aroma profilinin belirlenmesine karar verilmiştir.

### 4.2. Carra Peyniri Örneklerinin Uçucu Bileşenleri

#### 4.2.1. Nötral/Bazik Fraksiyon

Carra peyniri örneklerinin nötral/bazik fraksiyonuna ait uçucu bileşikler ve relatif miktarları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Aromaya potansiyel olarak katkıda bulunabilecek bu bileşenler ketonlar, esterler, alkoller, laktonlar, fenolik bileşikler, sülfürlü bileşikler ve terpenler olmak üzere yedi değişik sınıfa ait toplam 45 adet uçucu bileşik belirlenmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, belirlenmiş olan uçucu bileşiklerin çeşidi ve miktarı örneklere göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.1. İnek sütlerinden üretilmiş Carra peynirlerinin bazı duyuşal özellikleri (n=23)

Örnek kodu	Görünüş	Renk	Koku	Tat ve Aroma	Ağızdaki Yapı <sup>1</sup>
118	5,96 <sup>b,c</sup>	6,17 <sup>c,d</sup>	5,61 <sup>a,b,c</sup>	5,61 <sup>b,c</sup>	5,35 <sup>a,b</sup>
269	5,04 <sup>a,b</sup>	5,57 <sup>b,c</sup>	4,70 <sup>a,b</sup>	4,70 <sup>a,b</sup>	5,09 <sup>a</sup>
325	4,09 <sup>a</sup>	4,74 <sup>a,b</sup>	4,35 <sup>a</sup>	4,17 <sup>a</sup>	4,52 <sup>a</sup>
375	4,61 <sup>a</sup>	4,35 <sup>a</sup>	5,39 <sup>a,b</sup>	3,96 <sup>a</sup>	4,17 <sup>a</sup>
<b>423</b>	<b>6,57<sup>d</sup></b>	<b>6,96<sup>d</sup></b>	<b>7,26<sup>d</sup></b>	<b>7,52<sup>e</sup></b>	<b>7,57<sup>d</sup></b>
<b>499</b>	<b>6,87<sup>d</sup></b>	<b>7,13<sup>d</sup></b>	<b>5,74<sup>b,c</sup></b>	<b>6,17<sup>c,d</sup></b>	<b>6,65<sup>c,d</sup></b>
517	6,13 <sup>b,c</sup>	6,61 <sup>c,d</sup>	5,26 <sup>a,b</sup>	5,39 <sup>b,c</sup>	5,39 <sup>a,b</sup>
<b>521</b>	<b>6,83<sup>d</sup></b>	<b>6,74<sup>c,d</sup></b>	<b>6,70<sup>b,c</sup></b>	<b>6,96<sup>d,e</sup></b>	<b>7,04<sup>c,d</sup></b>
687	6,39 <sup>d</sup>	6,48 <sup>c,d</sup>	5,26 <sup>a,b</sup>	6,00 <sup>c,d</sup>	6,35 <sup>b,c</sup>
721	4,57 <sup>a</sup>	4,65 <sup>a,b</sup>	4,39 <sup>a</sup>	5,09 <sup>a,b,c</sup>	5,35 <sup>a,b</sup>

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

Çizelge 4.2. Carra peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan uçucu bileşikler ve bağlı miktarları<sup>a, b, c, d</sup>

		Ortalama ± standart hata (µg/kg)					
	Bileşiğin ismi	CAS#	RT (dak)	RI	Carra#1	Carra#2	Carra#3
1	2-Pentanon	107-87-9	3.70	972	-	-	1854,6±341,9
2	Etil bütanoat	105-54-4	5.16	1036	2586,6±736,3	9530,5±5563,2	-
3	Dimetil disülfid	624-92-0	5.97	1061	542,3±62,4	-	-
4	4-Metil-1,3-dioksan	1120-97-4	6.30	1071	-	-	94,1±26,1
5	2-Pentanol	6032-29-7	8.13	1129	-	-	75,2±36,2
6	3-Metil-2-Bütanol	598-75-4	8.43	1138	-	-	297,3±247,2
7	2-Heptanon	110-43-0	9.95	1185	-	-	9907,5±16,5
8	Etil heksanoat	123-66-0	11.50	1228	5153,6±1249,1	71522,1±50871,9	1144,2±72,4
9	<i>p</i> -cymene	535-77-3	12.15	1256	906,6±193,5	-	461,5±149,5
10	2-Oktanon	111-13-7	12.81	1273	-	-	231,5±18,1
11	1-Pentanol	71-41-0	13.30	1286	-	79,3±71,0	-
12	Propil heksanoat	626-77-7	13.95	1307	388,8±43,3	353,1±72,6	407,3±11,7
13	Etil heptanoat	106-30-9	14.41	1325	-	367,2±197,2	-
14	3-Hidroksi-2-bütanon	513-86-0	14.79	1339	50,0±50,0	2267,7±1673,2	-
15	2-Heptanol	543-49-7	15.21	1356	122,6±122,6	-	876,8±43,9
16	2-Nonanon	821-55-6	16.19	1395	371,7±337,9	1062,7±882,8	10717,8±157,4
17	Etil oktanoat	106-32-1	17.20	1438	364,2±22,5	939,7±68,9	377,7±75,3

Çizelge 4.2. (Devam). Carra peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan uçucu bileşikler ve bağıl miktarları<sup>a, b, c, d</sup>

Ortalama ± standart hata (µg/kg)							
Bileşiğin ismi	CAS#	RT (dak)	RI	Carra#1	Carra#2	Carra#3	
18	İzopentil hekzanoat	2198-61-0	18.27	1476	127,1±127,1	1342,6±845,5	69,9 ± 9.0
19	2-Dekanon	693-54-9	18.59	1486	-	-	89,0 ± 13,6
20	İzobütil hekzanoat	30673-38-2	20,18	1550	-	28,2±28,2	144,9 ± 1,1
21	2-Nonanol	628-99-9	20,60	1569	-	-	1717,3 ± 11,9
22	Etil nonanoat	123-29-5	20,64	1573	30,4±30,4	1657,8±1111,2	47,5 ± 47,5
23	2-Undekanon	112-12-9	21.25	1594	-	-	1175,0 ± 3,4
24	3-Metilbütil oktanoat	2035-99-6	22.63	1658	41,6±41,6	995,8±995,8	329,8 ± 11,6
25	γ-Hekzalakton	695-06-7	23.02	1685	36,9±36,9	-	85,0 ± 0,3
26	Etil 9-dekenoat	67233-91-4	23.40	1716	272,6±46,9	3621,0±3621,0	177,0 ± 1,8
27	Etil dekenoat	110-38-3	24.26	1726	1850,6±983,5	7639,4±4814,3	4458,0 ± 41,8
28	Propil dekenoat	30673-60-0	24.28	1726	-	374,9±374,9	1279,6 ± 26,0
29	Etil undekanoat	627-90-7	24.61	1741	-	739,0±442,6	60,7±4,1
30	İzobütil oktanoat	5461-06-3	24.93	1756	3,2±3,2	228,3±156,5	20,2±20,2
31	2-Propenil dekenoat	57856-81-2	25.36	1775	-	-	162,2±8,2
32	Diasetat-1,3-propandiol,	628-66-0	25.90	1800	-	550,7±349,4	46,8±4,4
33	2-Tridekanon	593-08-8	26.18	1813	-	-	75,4±2,8
34	Propil dodekanoat	3681-78-5	26.75	1844	-	-	43,0±3,0

Çizelge 4.2. (Devam). Carra peyniri ekstraktlarının nötral/bazik fazında bulunan uçucu bileşikler ve bağıl miktarları<sup>a, b, c, d</sup>

		Ortalama ± standart hata (µg/kg)					
Bileşiğin ismi	CAS#	RT (dak)	RI	Carra#1	Carra#2	Carra#3	
35	Etil dodekanoat	106-33-2	26.83	1846	-	7969,1±5325,9	674,0±32,3
36	3-Metilbütil pentadekanoat	2306-91-4	27.18	1862	-	-	123,8±1,7
37	Etil benzenepropanoat	2021-28-5	27.30	1862	-	-	38,0±6,6
38	γ-Oktalakton	104-50-7	27.94	1900	-	-	51,9±1,9
39	Fenil etil alkol	60-12-8	29.60	1983	105,5±29,7	3039,7±1996,2	240,8±22,3
40	Fenol	108-95-2	29.71	1992	2.172,2±348,0	227,0±141,8	176,7±21,2
41	<i>p</i> -kresol	106-44-5	31.75	2073	-	-	762,9±95,8
42	γ-Dekalakton	706-14-9	32.36	2128	-	16,0±16,0	70,2±36,5
43	1-Metiletil hekzanoat	2311-46-8	33.14	2163	-	1366,0±898,6	17,0±17,0
44	4-Etil fenol	123-07-9	33.15	2163	-	-	63,1±1,2
45	δ-Dekalakton	705-86-2	33.42	2185	129,7±10,5	88,2±5,9	73,2±2,4

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

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

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

**a. Ketonlar:** Carra peynir örneklerinde toplam olarak 8 keton (1, 7, 10, 14, 16, 19, 23, 33 nolu bileşikler) belirlenmiştir. Bu bileşikler arasında 2-nonanon her üç örnekte bulunurken, ketonların büyük bir çoğunluğu Carra#3 kodlu örnekte tespit edilmiştir. Ketonlar süt ve ürünlerinde mikroorganizmaların yağ asit katabolizmasının bir sonucu olarak ortaya çıkarlar. Meydana gelen ketonlar çoğunlukla tek karbon sayılı metil ketonlar ve diketonlardır. Metil ketonların oluşumu, yağların lipolizi ve  $\beta$ -ketoasitlere oksidasyonu ve daha sonra dekarboksilasyon ile ketonlara dönüşümü şeklindedir (Engels ve ark., 1997; McSweeney ve Sousa, 2000). Ketonların bir diğer oluşum yolu ise laktik asit bakterileri tarafından sitrat metabolizmasıdır (Urbach, 1993).

Ketonlar, eşik değerlerinin düşük olmasından dolayı aroma da önemli bir rol oynarlar. Özellikle metilketonlar bu konuda önemli bir yer tutar. Çoğunlukla küfle olgunlaştırılan peynirlerde aromaya önemli katkıda bulunurlar. Meyvemsi ve çiçeğimsi bir kokuları vardır. Ketonlara geleneksel peynirlerimizden Erzincan Tulum (Hayaloğlu ve ark., 2007), Küflü peynir (Hayaloğlu ve ark., 2008) ve Kars Kaşar (Hayaloğlu, 2009) da tespit edilmiştir. Araştırmada, ketonlar, toplam nötral/bazik fraksiyon içerisinde %2,7-61,9 (m/m) gibi geniş bir değişim aralığı göstermiş ve en büyük ikinci uçucu bileşenler grubunu oluşturmuştur.

**b. Esterler:** Bu araştırmada nötral/bazik fraksiyon içerisinde saptanan bileşikler içerisinde en kalabalık grubu esterler oluşturmaktadır. Bu grup bileşikler peynirlerin uçucu kısmında sıklıkla rastlanır. Nitekim, peynir örneklerinde toplam olarak 21 değişik ester saptanmıştır (2, 8, 12, 13, 17, 18, 20, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 43 nolu bileşikler). Esterler, yağ asitleri ile alkollerin birleşmesinden veya alkolisiz yoluyla meydana gelmektedir. Aroma aktif esterler ise kısa veya orta zincirli yağ asitleri ile alkollerin reaksiyonu (esterleşme) sonucu oluşan bileşiklerdir (McSweeney ve Sousa, 2000). Mikroorganizma faaliyeti sonucu ortaya çıkan bu bileşikler, içinde buldukları gıdanın aromasına 'meyvemsi' flavor/note olarak katkıda bulunurlar (Gatfield, 1988). Peynirlerde tespit edilen çoğu esterinin meyvemsi veya çiçeğimsi lezzet hissi verdikleri ve duyuşsal algılanma eşiklerinin düşük olduğu bildirilmektedir (Molimard ve Spinnler, 1996). Bu grup bileşikler, geleneksel peynirlerimizden Erzincan Tulum (Hayaloğlu ve ark., 2007), Küflü peynir (Hayaloğlu ve ark., 2008) ve Kars Kaşar (Hayaloğlu, 2009) da tespit edilmiştir. Bu araştırmada esterler, nötral/bazik fraksiyonun %25,2-94,3'nü (m/m) oluşturarak, en büyük uçucu bileşenler grubunu oluşturmaktadırlar.

**c. Alkoller:** Peynirde alkoller; laktoz metabolizması, metil ketonların indirgenmesi, amino asit metabolizması ve linoleik veya linolenik asidin parçalanması gibi farklı metabolik yollarla oluşabilmektedir (Molimard ve Spinnler, 1996). Bu araştırmada, birincil, ikincil, dallanmış ve fenolik olmak üzere 7 adet alkol tespit edilmiştir (4, 5, 6, 11, 15, 21, 39 nolu bileşikler). Ancak, bu grubun çoğunluğunu ikincil alkoller oluşturmaktadır. Alkoller nötral/bazik fraksiyondaki uçucu bileşiklerin %0,8-2,87'ni (m/m) oluşturmaktadırlar. Peynirlerin aromasına alkolik, şarabımsı, meyvemsi olarak katkıda bulunan alkoller, geleneksel peynirlerimizden Tulum (Hayaloğlu ve ark., 2007), Küflü peynir (Hayaloğlu ve ark., 2008) ve Kaşar (Hayaloğlu, 2009) da tespit edilmiştir.

**d. Laktonlar:** Araştırmamızda, peynir örneklerinde sadece 4 adet lakton tespit edilmiştir (22, 38, 42, 45 numaralı bileşikler). Peynir örneklerinde eseri miktarda bulunan (%0,13-0,24 m/m) laktonlar, hidroksi yağ asitlerinin kendi molekülü içinde ester oluşturması ile meydana gelmiş halkalı yapıdaki bileşiklerdir. Süt ürünlerinde genellikle 5 ve 6 kenarlı halkalardan oluşan  $\gamma$ - ve  $\delta$ -laktonlar bulunur (Curioni ve Bosset, 2002). Laktonlar genellikle  $\gamma$ - ve  $\delta$ -hidroksi yağ asitlerinden oluşur. Bu moleküller stabildirler ve aromaya 'hindistan cevizi' veya 'şeftalimsi' bir aroma verirler (Curioni ve Bosset, 2002). Hidroksi asitlerin memede oksidasyon yoluyla oluşması laktonların taze sağılmış sütte bulunmasına neden olur (Eriksen, 1975). Çiğ sütte sadece  $\delta$ -dekalakton bulunmaktadır. Ancak laktonlar, süt ürünlerinde lipoliz ile serbest hale geçmiş yağ asitlerinden eş zamanlı olarak oluşabilirler. Nitekim,  $\delta$ -dekalakton'un peynir olgunlaşması esnasında miktarının arttığı gözlemlenmiştir (Urbach, 1995). Bu bileşiklerin varlığına geleneksel peynirlerimizden Erzincan Tulum (Hayaloğlu ve ark., 2007) ve Küflü peynirde (Hayaloğlu ve ark., 2008) rastlanmamış olup sadece Kars Kaşar peynirinde iki lakton (butirilakton ve  $\delta$ -hekzalakton) bulunduğu rapor edilmiştir (Hayaloğlu, 2009).

**e. Diğer bileşikler:** Bu araştırmada, fenolik, sülfürlü bileşikler ve terpenler bir arada değerlendirilmiştir. Fenolik bileşikler peynir aromasına düşük konsantrasyonlarda olumlu ama yüksek konsantrasyonlarda olumsuz katkıda bulunan bileşiklerdir. Duyusal özellikleri, "keskin", "ilaç kokusu", "tatlı", "tütsü", "dumanımsı" dan başlayarak "dışkı", "ahır" gibi kokulara kadar değişir. Peynir örneklerinde 3 adet (40, 41, 44 nolu bileşikler) fenolik bileşik tespit edilmiştir. Bunlar arasında en dikkate değer olanı *p*-kresol (4-metil fenol) dır. Bu fenolik bileşik Tyr amino asitinden oluşur. Mayalar,



mikrokoklar, *B. linens* Tyr amino asidinin yan zincirlerini uzaklaştırarak fenolü açığa çıkartır (Jollivet ve ark., 1992). *p*-kresol, araştırmaya konu olan peynirlerden sadece Carra#3 kodlu örnekte belirlenmiştir. Benzer şekilde, *p*-kresol hem Küflü hem de Erzincan Tulum peynirinde katı faz mikro ekstraksiyon tekniği kullanılarak belirlenmiştir (Hayaloglu ve ark., 2007 ve 2008).

Örneklerin sadece bir tanesinde (Carra#1) sülfürlü bir bileşik tespit edilmiştir (3 nolu bileşik). Sülfür içeren bileşikler başlıca olarak Met amino asidi, metiyonin-demetiyoninaz enzimi tarafından karbon ve sülfür arasındaki bağın parçalanması sonucunda ortaya çıkmaktadır (Yvon ve Rijnen, 2001). Bu bileşikler kuvvetli “sarımsak” ve “sülfür” kokusu verir ve çok düşük algılanma eşik değerine sahiptirler (McSweeney ve Sousa, 2000).

Peynir örneklerinin iki tanesinde (Carra#1 ve Carra#3) terpen (9 nolu bileşik) saptanmıştır. Terpenler özellikle çayır ve meralarda yeşil ot yiyen hayvanların sütlerinden üretilen peynirlerde izole edilmiştir (Buguad ve ark., 2001 a, b). Bu bileşikler, yeşil yem bitkilerinin yapısında yer almaktadır (Mariaca ve ark., 1997). Böylece, yeşil yemlerden hayvanın sütüne geçmektedir. Ancak, bu araştırmada kullanılan peynirlerin kış sütünden üretilmiş olması nedeniyle, sınırlı sayıda terpen bulunduğu ileri sürülebilir.

#### 4.2.2. Asidik Fraksiyon

Peynir örneklerinin asidik fraksiyonunda saptanan uçucu yağ asitlerinin çeşidi ve relatif miktarları Çizelge 4.3.’de verilmektedir. Peynir örneklerinde, 2’si dallanmış (48, 50 nolu bileşikler), 1 tanesi aromatik (57 nolu bileşik) ve 10 tanesi düz zincirli olmak üzere (46, 47, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58 nolu bileşikler) toplam 13 yağ asidi belirlenmiştir. Çizelge 4.3.’den de görüleceği gibi, toplam uçucu bileşikler arasında asidik fraksiyon %92,8-97,1 (m/m) gibi oldukça önemli bir yer tutmaktadır.

Yağ asidi kompozisyonun miktarı ve çeşidi peynir çeşitlerine göre farklılık gösterir. Yağ asitleri sadece kendileri aromaya katkıda buldukları için değil, diğer aroma bileşenlerine de parçalandığı için önem taşımaktadır. Peynirin olgunlaşması esnasında dört ve daha fazla karbonlu yağ asitleri genel olarak sütteki trigliseridlerin lipoliz olması sonucunda ortaya çıkmaktadır (Urbach, 1993). Lipoliz, genellikle çiğ süt

kullanıldığı takdirde sütün kendi lipaz enzimi ve/veya mikrobiyel lipaz enzimi ile meydana gelmektedir. Laktik asit bakterilerinin lipolitik aktivitesi düşük olduğundan, 4 ve 20 karbon aralığındaki yağ asitleri genellikle küf aktivitesi sonucu ortaya çıkmaktadır. 2 ve 6 karbonlu yağ asitleri ise genellikle laktozun ve amino asitlerin parçalanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Kısa zincirli yağ asitleri ketonların, esterlerin ve aldehitlerin oksidasyonu sonucu da oluşabilmektedir (Molimard ve Spinnler, 1996).

Dallanmış yağ asitleri koyun ve keçi peynirlerinin karakteristik yağ asitleridir. Bu tip yağ asitleri arasında özellikle 2- ve 3-metilbütanoik asitin önemli bir yeri bulunmaktadır. Bu yağ asitleri, proteinlerin ileri derecede parçalanması sonucu ortaya çıkmaktadırlar (Curioni ve Bosset, 2002). Bu iki yağ asidinin muhtemelen Ile ve Leu aminoasitlerinden meydana geldiği ileri sürülmektedir (Kuzdzal-Savoie, 1980). Her ikisi de “terimsi” kokuya sahiptir ve olgun peynir aromasına katkıda bulunmaktadır. Aromatik bir yağ asiti olan benzoik asit, laktik asit bakteriler tarafından hippürik asitten oluşturulmaktadır (Sieber ve ark., 1995).

Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3.’ten da görüleceği gibi, bu araştırmada Carra peynirlerinde toplam olarak 58 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir. Halbuki bu sayı geleneksel peynirlerimizden Kaşar peynirinde 113 (Hayaloğlu, 2009), Tulum peynirinde 100 (Hayaloğlu ve ark., 2007) ve Küflü peynirde 138 adet (Hayaloğlu ve ark., 2008) olarak tespit edilmiştir. Her ne kadar peynir çeşitleri birbirlerinden farklı iseler de, bu durumun;

- Carra peynirinin düşük su aktivitesine sahip olabileceğinden ve dolayısıyla mikrobiyel aktivitenin ve biyokimyasal reaksiyonların yavaşlamasından kaynaklanabileceği düşünülebilir. Güler 1999, Carra peynirinin düşük nem oranı (ortalama %47,2 ) ve yüksek oranda tuz içerdiğini (nemde %13,8) tespit etmiştir.
- Kullanılan ekstraksiyon tekniği nedeni ile bir kısım uçucu bileşenin ekstraksiyon esnasında kaybedildiği veya çözgen tarafından maskelenmesinden dolayı tespit edilememesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Çizelge 4.3. İnek sütünden üretilen Carra peynirlerinde belirlenen serbest yağ asitleri ve bağıl miktarları<sup>a, b, c</sup>

Nr	Bileşik	CAS#	RT (dak)	RI	Miktar (µg/kg)		
					Carra#1	Carra#2	Carra#3
46	Asetik asit	64-19-7	16.03	1388	102652,9±36300,4	408018,6±23775,48	300529,2±20848,5
47	Propanoik asit	79-09-4	19.24	1512	12626,3±4448,9	30479,67±711,6	35425,1±2000,3
48	2-metil propanoik asit	79-31-2	20.09	1567	4656,0±1620,3	15587,2±813,3	10800,7±506,2
49	Bütanoik asit	107-92-6	21.35	1598	203902,4±63657,0	705653,4±44887,4	456965,5±35721,2
50	3-metil bütanoik asit	503-74-2	22.48	1667	3128,6±3128,6	-	5323,9±5323,9
51	Pentanoik asit	109-52-4	24.18	1722	6287,4±414,0	15984,3±702,1	12777,8±506,3
52	Hekzanoik asit	142-62-1	26.86	1842	73649,4±7478,3	180421,4±7585,0	367654,9±6544,0
53	Heptanoik asit	111-14-8	28.72	1939	1475,5±147,1	2044,1±41,8	1890,5±60,6
54	Oktanoik asit	124-07-2	31.39	2076	27200,9±25872,5	44440,8±3958,3	35980,4±2500,8
55	Nonanoik asit	112-05-0	34.20	2229	633,4±400,2	-	1200,9±500,3
56	Dekanoik asit	334-48-5	35.15	2283	38370,4±2147,9	41367,6±3393,6	60376,8±2874,8
57	Benzoik asit	65-85-0	37.41	2414	18529,0±3257,0	39602,2±1079,4	27343,1±1890,9
58	Hekzadekanoik asit	57-10-3	54.16	2843	502,0±143,4	589,0±589,0	623,6±623,6

<sup>a</sup> HP-Innowax kolon kullanılarak hesaplanmıştır.

<sup>b</sup> Ortalama±standart hata

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

### 4.3. Carra Peynirinin Aroma Profilinin Belirlenmesi

#### 4.3.1. Nötral/bazik Fraksiyon

Carra peynir örneklerinin nötral/bazik fraksiyonuna ait GK-O analizi ve AEDA testi sonuçları Çizelge 4.4.'de gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde, GK-O analizi ve GK-KS ile tespit edilemeyen 9 bileşiğin daha (59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67 nolu bileşikler) varlığı ortaya konmuştur. Teorik olarak, insan burnunun bazı kokuları algılama eşiği  $10^{-19}$  mol kadar düşük bir düzeydedir (Reineccius, 1994). Hatta, gaz kromatografisinde en çok kullanılan dedektör olan alev iyonizasyon dedektöründen (FID) çok daha hassastır ( $10^{-12}$  mol). Bu nedenle, insan burnu birçok durumda uygulamada kullanılan birçok dedektörden daha hassastır ve bir detektör olarak kullanılabilir.

Yine çizelgeden, 25 bileşiğin Carra peynirlerinin aromasına katkıda bulunduğu görülmektedir. Ancak, saptanan bileşiklerin aromaya etkisi farklılık göstermektedir. Örneklerin Antakya piyasasından 10 farklı yerden rastgele olarak alındığı düşünülürse, bu farklılıkların süt hayvanının beslenmesinden, çiğ süt kalitesinden, işleme ve olgunlaştırma işlemlerinin farklılıklarından kaynaklanabileceği ileri sürülebilir. Ancak bu farklılığa rağmen, bazı bileşiklerin yüksek FDF değerlerine sahip olması ve tesadüfi örneklere rağmen her örnekte tespit edilmesi, Carra peynirinin aromasının oluşmasında bu peynir çeşidine ait bir "aromatik parmak izi" oluşturulmasının mümkün olabileceğini göstermektedir. Örneğin, etil bütanoat, 2-pentanol, 3-metil-2-butanol, etil oktanoat, 2-izobutil-3-metoksipirazin'in birinci derecede Carra peynirinin aromasını karakterize edeceği görülmektedir.

#### 4.3.2. Asidik fraksiyon

Peynir örneklerinin asidik fraksiyonunun GK-O analizi, GK-KS ile saptanan 13 tane yağ asidinden, ancak 10 tanesinin Carra peynirinin aromasına katkıda bulunduğunu göstermiştir (Çizelge 4.5.). Aroma aktif olduğu saptanan yağ asitlerinin Carra peyniri aromasına katkısı birbirlerinden farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.5.'den görüldüğü üzere, benzoik asit hariç, düz zincirli ve 10 karbon ve üzerindeki yağ asitlerinin peynir aromasına etkisi saptanmamıştır. Kısa ve orta uzunluktaki ve çift karbon sayılı 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. Bütanoik asit, yine “acı tereyağı” kokusu ile karakterize edilmektedir. Ancak, bütanoik asit fermentasyonu sonucu aşırı miktarda üretilmiş bütanoik asit peynirlerde kabul edilemez aroma kusurlarına yol açar (Curioni and Bosset, 2002). Bu araştırmada da görüldüğü gibi, diğer düz zincirli yağ asitlerinin de, örneğin pentanoik, hekzanoik ve oktanoik asitler peynir aromasına katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Le Quere et al., 1996)

Aromaya katkıları ve Carra peynirini karakterize etmeleri açısından, yüksek FDF ye sahip, 3-metilbütanoik, pentanoik, hekzanoik ve oktanoik asitler birinci derecede, propanoik ve bütanoik asitler ise ikinci derecede önemli rol oynadığı ileri sürülebilir.

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

Nr	Bileşik <sup>1</sup>	Koku tanımı <sup>2</sup>	RI <sup>3</sup>		FDF <sup>4</sup>		
			HP-İNNOWAX	HP-5ms	Carra#1	Carra#2	Carra#3
59	Diasetil <sup>B</sup>	tereyağı	980	610	9	81	81
3	Etil bütanoat <sup>A</sup>	meyvemsi	1031	800	729	243	243
4	Dimetildisülfid <sup>A</sup>	kükürt	1079	796	9	243	27
6	2-Pentanol	çimen	1126	959	81	243	243
7	3-metil-2-butanol <sup>A</sup>	solvent	1138	-	243	243	81
60	Hexenal <sup>B</sup>	elma, çimen	1204	-	9	729	729
9	Etil hekzanoat <sup>A</sup>	floral	1225	1006	9	243	9
10	<i>p</i> -kimen <sup>A</sup>	turunçgil, kimyasal	1267	1039	27	9	3
12	Propilhekzanoat <sup>A</sup>	meyvemsi	1307	-	-	81	243
61	Dimetiltrisülfid <sup>B</sup>	sülfür	1378	982	729	27	243
16	2-Nonanon <sup>A</sup>	sabunumsu	1395	-	3	9	1
17	Etiloktanoat <sup>A</sup>	peynirimsi	1439	1209	243	243	81
62	2-Metilbutil hekzanoat <sup>B</sup>		1447	-	27	243	9
63	2-İzobütül-3-metoksipirazin <sup>B</sup>	toprak	1508	-	729	729	729
23	2-Undekanon <sup>A</sup>	çimen	1558	1290	27	81	9
64	Butiloktanoat <sup>B</sup>	meyvemsi	1610	1384	9	27	9
24	3-Metilbutiloktanoat <sup>A</sup>	meyvemsi	1651	1450	3	9	9
65	Pentilbutanoat <sup>B</sup>	meyvemsi	1707	-	3	3	3
28	Propildekanoat <sup>A</sup>	meyvemsi	1719	1492	1	27	3

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

Nr	Bileşik <sup>1</sup>	Koku tanımı <sup>2</sup>	HP-İNNOWAX	HP-5ms	Carra#1	Carra#2	Carra#3
29	Etilundekanoat <sup>A</sup>	meyvemsi	1740	-	1	81	27
30	İzobutiloktanoat <sup>A</sup>	meyvemsi	1757	-	27	81	27
66	2-Fenil asetat <sup>B</sup>	tütün	1829	1256	1	3	243
67	Porpilbütanoat <sup>B</sup>	kayısı, ter	1954	-	81	243	9
41	<i>p</i> -Kresol <sup>A</sup>	ilaç, dışkı	2074	-	1	27	27
54	4-Etil fenol <sup>A</sup>	fenol, baharat	2186	-	-	81	1

<sup>1</sup> A ile işaretlenmiş bileşikler pozitif olarak (alıkonma indeksi (RI) ve kütle spektrometresi (KS)) ile B ile işaretlemiş olan bileşikler tentatif olarak (alıkonma indeksi (RI) ve koku) ile belirlenmiştir.

<sup>2</sup> Koku tanımları gaz kromatografisi-olfaktometri koklama portunda yapılmıştır

<sup>3</sup> Alıkonma indeksi değerleri gaz kromatografisi-olfaktometri sonuçlarından hesaplanmıştır.

<sup>4</sup> Flavor dilüsyon faktörü.

Çizelge 4.5. Gaz kromatografisi-olfaktometri (GK-O) tekniği ile Carra peyniri ekstraktlarının asidik fazında saptanan aroma-aktif bileşiklerin RI değerleri (retention index) ve aroma ekstraksiyon dilüsyon analizi (AEDA) sonuçları

Bileşik <sup>1</sup>	Koku tanımı <sup>2</sup>	RI <sup>3</sup>	Flavor dilüsyon faktörü		
			HP-INNOWAX	Carra#1	Carra#2
46	Asetik asit <sup>A</sup>	1388	3	3	27
47	Propanoik asit <sup>A</sup>	1518	243	27	81
48	2-Metilpropanoik asit <sup>A</sup>	1578	3	3	9
49	Bütanoik asit <sup>A</sup>	1589	729	9	243
50	3-Metilbütanoik asit <sup>A</sup>	1679	243	729	243
51	Pentanoik asit <sup>A</sup>	1730	81	721	27
52	Hekzanoik asit <sup>A</sup>	1865	81	721	81
53	Heptanoik asit <sup>A</sup>	1940	3	27	9
54	Oktanoik asit <sup>A</sup>	2090	27	243	723
57	Benzoik asit <sup>A</sup>	2433	3	81	9

<sup>1</sup> A ile işaretlenmiş bileşikler pozitif olarak (alınma indeksi (RI), koku ve kütle spektrometresi (KS) ile B ile işaretlemiş olan bileşikler tentatif olarak (alınma indeksi ve koku) ile belirlenmiştir.

<sup>2</sup> Koku tanımları gaz kromatografisi-olfaktometri koklama portunda yapılmıştır

<sup>3</sup> Alınma indeksi değerleri gaz kromatografisi-olfaktometri sonuçlarından hesaplanmıştır.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile Hatay ilinin geleneksel bir süt ürünü olan Carra peynirinin aroma profilinin belirlenmesine çalışılmıştır. Örneklerin seçiminde hedonik skala kullanılmıştır. Panelistler, yöre insanı olup günlük yaşamlarında sıklıkla Carra peyniri tüketenler arasından seçilmiştir. Böyle bir seçim, geleneksel ürünlerin değerlendirilmesinde daha gerçekçi bir yaklaşım olarak izlenmiştir. Çünkü geleneksel ürünlerin, yöre insanı dışındaki kişiler tarafından değerlendirilmesi, o ürünün geleneksel niteliklerinin yanlış değerlendirilmesi veya göz ardı edilmesi riskini taşıyabilir.

Araştırmada Antakya piyasasında satılan Carra peynirinden 10 tanesi duyuşal olarak değerlendirilmiş, aralarından en yüksek koku ve tat-aroma değerlerine sahip olan 3 tanesi analiz edilmiştir.

Örneklerin nötral/bazik fazında GK-KS ile 45 adet, GK-O ile de 9 adet olmak üzere 54, asidik fazında ise 13 adet olmak üzere toplam 67 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir. Tespit edilen bu bileşenlerden 35 tanesinin (25 adet nötral/bazik fazda, 10 tane asidik fazda) aroma aktif olduğu saptanmıştır.

Hem GK-KS de hem de GK-O ile tespit edilen uçucu bileşiklerin çeşidi, bağıl miktarları ve peynir aromasına katkıları farklılık göstermiştir. Peynirlerin üretiminde kullanılan çiğ sütün kalitesinin, üretim yöntemi ve olgunlaştırma koşulları gibi birçok faktörün bu varyasyon üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Peynirlerin uçucu ve aroma aktif bileşenleri arasında büyük bir varyasyon bulunmasına rağmen, nötral/bazik fazda saptanan etil bütanoat, 2-pentanol, 3-metil-2-bütanol, etil oktanoat, 2-izobütil-3-metoksipirazin ve asidik fazda saptanan propanoik, bütanoik, 3-metilbütanoik, pentanoik, hekzanoik ve oktanoik asitin Carra peynirinin aromasını karakterize edebilecek bileşikler olduğu ileri sürülebilir.

Kesin sonuçlara varılması için bu tür çalışmaların daha fazla sayıda örnek ve değişik tekniklerin bir arada kullanılarak yapılmasına gerek vardır. Neticede, bu araştırmada kullanılan teknikler ile peynir bünyesinde bulunan uçucu bileşenlerden orta ve düşük düzeyde uçucuları tespit edilmektedir. Kullanılan ekstraksiyon tekniği nedeni ile bir kısım uçucu ve aroma aktif bileşenin kullanılan solvent tarafından maskelenmesi söz konusu olabilir. Dolayısıyla, gelecekte yapılacak aroma profili ile ilgili

araştırmaların solvent içermeyen bir ekstraksiyon tekniği ile kombine edilmesi daha yararlı olabilir.

Diğer taraftan aroma çalışmaları modelleme çalışmaları ile desteklenmelidir. Modelleme çalışmaları yapılarak, laboratuarda elde edilen sonuçların teyidi bir noktaya kadar mümkündür. Ancak, modelleme çalışmalarında kullanılacak matriksin seçiminde ve aroma moleküllerinin birbirleri üzerindeki sinerjetik veya antagonistik etkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu araştırma, ülkemiz geleneksel peynirleri üzerinde aroma profili belirleme çalışmalarının çok sınırlı olması nedeniyle önem taşımaktadır. Bu tür çalışmalara devam edilmesiyle, gelecekte ülkemiz peynirlerimizin hem tescillenmesi hem de karakterize edilmesi için “aromatik parmak izlerinin” bulunduğu bir veri tabanının oluşturulması mümkün olabilecektir.

**KAYNAKLAR**

- Acree, T. E. ve Barnard, J., 1984. The analysis of odor-active volatiles in gas chromatographic effluents. In P. Schreier (Ed.), **Analysis of volatiles methods and applications** (pp. 251–267). London: Schreier.
- Acree, T. E., Barnard, J., Cunningham, D. G., 1984. A procedure for the sensory analysis of gas chromatographic effluents. **Food Chemistry**, 14, 273–286.
- Avşar, Y. K. Karagül-Yüceer, Y., Drake, M. A, Singh, T. K., Yoon, Y. Cadwalleder, K., 2004. Characterization of nutty flavor in cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, 87 (7): 1999-2010.
- Aygün, O., Aslantaş, Ö., Öner, S., 2005. A survey on the microbiological quality of Carra, a traditional Turkish cheese. **Journal of Food Engineering**, 66, 401–404.
- Aygün, O., Carra (Testi) peynirlerinin nitrat ve nitrit düzeyleri, 2001. **Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi**, 15 (2) s: 331-336
- Badings, H. T., Neeter, R., 1980. Recent advances in the study of aroma compounds of milk and dairy products. **Netherlands Milk Dairy Journal**, 34, 9–30.
- Bosset, J.O., Gauch, R., 1993. Off-flavour in the rind of Swiss Emmental cheese due to volatile compounds from the epoxy resin coated surface in a cheese ripening cellar, **Eidg. Forschungsanstalt fuer Milchwirtschaft**, Liebefeld Switzerland.
- Bugvad, C., Buchin, S., Coulon, J. B., Hauwuy, A., Dupont, D., 2001a. Influence of the nature of alpine pastures on plasmin activity, fatty acid and volatile compound composition of milk, **Le Lait**, 81, 401-414.
- Bugvad, C., Buchin, S., Coulon, J. B., Hauwuy, A., 2001b. Relationships between flavour and chemical composition of Abondance cheese derived from different types of pastues, **Le Lait**, 81, 757-773.
- Curioni, P. M. G., Bosset, J. O., 2002. Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry, **International Dairy Journal**, 12, 959-984.
- Deibler, K. D., Acree, T. E., Lavin, E. H., J., 1999. Solid phase microextraction application in gas chromatography/olfactometry dilution analysis, **Agric. Food Chem.**, , 47 (4), 1616–1618
- Engels, W. J .M., Dekker, R., De Jong, C., Neeter, R., Visser, S. 1997. A comparative study of volatile compounds in the water– soluble fraction of various types of ripened cheese. **International Dairy Journal**, 7, 255–263.
- Eriksen, S., 1975. Flavor of milk and milk products. The role of lactones. **Milchwissenschaft**, 31: 549-552.
- Ertekin, B., Okur, Ö. D., Güzel-Seydim, Z., 2009. Peynirde aminoasit katabolizması ve lezzet bileşenlerinin oluşumu. **Gıda** 34 (1): 43-50.
- Frank, D., O’riordan, P., Zabarar, D., Varelis, P., 2006. Cheddar cheese volatile profiling using dynamic headspace and gas chromatography-mass spectrometry olfactometry. **Australian Journal of Dairy Technology** 61 (2): 105-107.
- Friedich, J. E., Acree, T. E., 1998. Gas chromatography olfactometry (GC/O) of dairy products. **International Dairy Journal**, 8, 235–241.
- Gatfield, I. L., 1988. Production of Flavor and Aroma Compounds by Biotechnology. **Food Technology**, 110-121.
- Güler, M. B. 1999. **Hatay yöresi Sürk (Küflü Çökelek) ve Carra (Testi) peynirlerinin Üretimi, Özallikleri ve Standardizasyon Olanakları Üzerine Bazı Araştırmalar**. Ç.Ü. Doktora Tezi, 116s, Adana.

- Grosch, W., 1994. Determination of potent odourants in food by aroma extract dilution analysis (AEDA) and calculation of odour activity values (OAVs). **Flavour & Fragrance Journal**, 9, 147–158.
- Hayaloğlu, A. A., Güven, M., Fox, P. F., 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese 'Beyaz Peynir' **International Dairy Journal**, 12, 635–648.
- Hayaloğlu, A. A., Çakmakçı, S., Berchany, E. Y., Deegan, K. C., Mcsweeney, P. L. H., 2007. Microbiology, biochemistry and volatile composition of Tulum cheese ripened in goat's skin or plastic bags, **Journal Dairy Science**, 90: 1102-1121.
- Hayaloğlu, A. A., Berchany, E. Y., Deegan, K. C., Mcsweeney, P. L. H., 2008. Characterization of the chemistry, biochemistry and volatile profile of Kufllu cheese, a mould-ripened variety, **LWT-Food Science and Technology**, 41, 1323-1334.
- Hayaloğlu, A. A., 2009. Volatile composition and proteolysis in traditionally produced mature Kashar cheese, **International Journal of Food Science and Technology**, 44, 1388–1394
- Horne, J., Caprino, S., Tuminello, L., Corallo, L., Licitra, G., 2005. Differences in volatiles, and chemical, microbial and sensory characteristics between artisanal and industrial Piacentinu Enese cheeses. **International Dairy Journal**, 15 (6-9): 605-617.
- Jollivet, N., Bézenger, M. C., Vayssier, Y., Belin J. M., 1992. Production of volatile compounds in liquid cultures by six strains of coryneform bacteria, **Applied Microbiology and Biotechnology**, 36, 790-794.
- Karagül-Yüceer, Y., Cadwallader, K. R. ve Drake, M. A., 2002. Volatile Flavor Compounds of Stored Nonfat Dry Milk. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 50: 350-312.
- Konar, A., Güler, M. B., 1998. Hatay Carra (Testi) peyniri yapımı, kimyasal bileşimleri ve proteoliz düzeyleri . **Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Geleneksel Süt Ürünleri**, 21-22 Mayıs 1998; 145-153, Tekirdağ.
- Kaypak, D., Avşar, Y. K., 2007. **Hatay ilinde geleneksel olarak üretilen tuzlu yoğurtların aroma profillerinin tentatif olarak belirlenmesi**. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, 42 s, Hatay.
- Kerscher, R. ve Grosch, W., 1997. Comparative evaluation of potent odorants of boiled beef by aroma extract dilution and concentration analysis. **European Food Research Technology**, 204, 3–6.
- Kuzdzal-Savoie, S., 1980. Determination of free fatty acids in milk and milk products, **International Dairy Federation, Annual Bulletin**, 118, 53-66.
- Langler, J. E., Libbey, L. M., Day, E. A., 1967, Identification and evaluation of selected compounds in Swiss cheese flavor, **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 15,386-391.
- Lawlor, J. B., Delahunty, C. M., Wilkinson, M. G., Sheehan, J., 2002 Relationships between the gross, non-volatile and volatile compositions and the sensory attributes of eight hard-type cheeses, **International Dairy Journal**,
- Lecanau, L., Ducruet, V., Gratadoux, J. J., Feigenbaum, A., 2002. Optimization of headspace solid-phase microextraction (SPME) for the odor analysis of surface-ripened cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 50 (13): 3810-3817.

- Le Quere, J. L., Pierre, A., Riaublanc, A., Demaizieres, D., 1998. Characterization of aroma compounds in the volatile fraction of soft goat cheese during ripening. **Le Lait**, 78 (3):279-290.
- Le Quere, J. L., Septier, C., Demazières, D., Salles, C., 1996. Identification and sensory evaluation of the character-impact compounds of goat cheese flavour, **Eight Weurman Flavour Research Symposium**, The Royal Society of Chemistry, Reading, UK, , pp. 325-330.
- Mallia, S., Carpino, S., Corollo, L., Tuminello, L., Gelsomino, R., Licitra, G., 2004. Effects on aroma profile of Piacentinu and Ricotta cheese using different tool materials during cheesemaking. **Food Flavor and Chemistry: Explorations into the 21st century**, (300): 23-24
- Mariaca, R., Bosset, J.O., 1997. Instrumental analysis of volatile (flavour) compounds in milk and dairy products, **Le Lait**, 77, 13–40.
- Mariaca, R. G., Berger, T. F. H., Gauch, R., Imhof M. I., Jeangros, B., Bosset, J. O., 1997. Occurrence of volatile mono- and sesquiterpenoids in highland and lowland plant species as possible precursors for flavor compounds in milk and dairy products, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 45, 4423-4434.
- Mcdaniel, M. R., Miranda-Lopez, R., Watson, B. T., Michaels, N. J., Libbey, L. M., 1990. Pinot noir aroma: a sensory/gas chromatography approach. in g. charalambous (Ed.), **Flavors and Off-flavors** (pp. 23–26). Amsterdam: Elsevier Science.
- Mcsweeney, P. L. H., ve Sousa, M. J., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: A Review. **Le Lait**, 80 (3):293-324.
- Meilgaard, M., Civille G. V., Carr, B. T., 1999. **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press, New York., s. 387.
- Milo, C., Reineccius, G. A., 1997. Identification and quantification of potent odorants in regular-fat and low-fat mild cheddar cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 45: 3590-3594.
- Miranda-Lopez, R., Libbey, L. M., Watson, B. T., Mcdaniel, M. R., 1992. Odor analysis of Pinot Noir wines from grapes of different maturities by a gas chromatography-olfactometry technique (Osme). **Journal of Food Science**, 57, 985–1090.
- Moio, L., Dekimpe, J., Etievant, P. X., Addeo, F., 1993a. Volatile flavour compounds of water buffalo Mozzarella cheese. **Italian Journal of Food Science**, 5, 57–68.
- Moio, L., Langlois, D., Etievant, P. X., Addeo, F., 1993b. Powerful odorants in water buffalo and bovine Mozzarella cheese by use of extract dilution sniffing analysis. **Italian Journal of Food Science**, 3, 227–237.
- Moio, L., Piombino, P., Addeo, F., 2000. Odour-impact compounds in Gorgonzola cheese. **Journal of Dairy Research**, 67, 273–285
- Molimard, P., Spinnler, H. E., 1996. Review: Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins and properties. **Journal of Dairy Science**, 79, 169–184.
- O'riordan, P. J., Delahunty, C. M., 2001. Comparison of volatile compounds released during the consumption of Cheddar cheese with compounds extracted by vacuum distillation using gas chromatography-olfactometry, **Flavour and Fragrance Journal**, 16:425-434.

- Parliament, T. H., McGorrin, R. J., 2000. **Flavour Chemistry**, American Chemical Society: Washington, D.C.
- Pollien, P., Ott, A., Montigon, F., Baumgartner, M., Munoz-Box, R., Chaintreau, A., 1997. Hyphenated headspace-gas chromatography-sniffing technique: Screening of impact odorants and quantitative aromagram comparisons. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 45, 2630–2637.
- Poveda, J. M., Sánchez-Palomo, E., Pérez-Coello, M. S., Cabezas, L., 2008. Volatile composition, olfactometry profile and sensory evaluation of semi-hard Spanish goat cheeses, **Dairy Science Technology**, 88, 355-367.
- Piombino, P., Pessina, R., Genovese, A., Lisanti, M. T., 2008. Sensory profiling, volatiles and odor-active compounds of Canestrato Pugliese PDO cheese made from raw and pasteurized ewes' milk. **Italian Journal of Food Science**, 20 (2) : 225-237.
- Preininger, M., W., Grosch., 1994. Evaluation of key odorants of the neutral volatiles of Emmentaler cheese by the calculation of odour activity values. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, 27:237–244.
- Preininger, M., Rychlik, M., Grosch, W. 1994. **Potent odorants of the neutral volatile fraction of Swiss cheese (Emmentaler)**. In H. Maarse, D. G. van der Heij (Eds.), Trends in flavour research (pp. 267–270). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Qian, M., Reineccius, G., 2002. Identification of aroma compounds in Parmigiano-Reggino cheese by gas chromatography/olfactometry. **Journal of Dairy Science**, 85 (6) : 1362-1369.
- Rychlik, M., Bosset, J. O., 2001. Flavour and off-flavour compounds of Swiss Gruyere cheese. Evaluation of potent odorants. **International Dairy Journal**, 11, 895–901.
- Sable, S., Cotteceau, G., 1999. Current knowledge of soft cheeses flavor and related compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 47, 4825–4836.
- Scanlan, R. A., Lindsay, L. M., Libbey, S. M., Day, E. A., 1968. Heat induced volatile compounds in milk. **Journal of Dairy Science**, 51:1001-1007.
- Sen, A., Laskawy, G., Schierberle, P., Grosch, W., 1991. Quantitative determination of (E)- $\beta$ -damascenone in foods using stable isotope dilution assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 39 (4):757-759.
- Shibamoto, T., Mihara, S., Nishimura, O., Kamiya, Y., Aitoku, Y., Hayashi, J., 1980. **Flavor Volatiles Formed by Heated Milk** (G. Charalambous, Editor). In the analysis and control of less desirable flavors in foods and beverages. Academic Press Inc., 241-265.
- Seiber, R., Buetikofer, U., Bosset, J. O., 1995. Review. Benzoic acid as a natural compound in cultured dairy products and cheese. **International Dairy Journal**, 5 (3): 227-246.
- Sourbie, A. M., Spinnler, H. E., Bonnarme, P., Saint-Eva, A., Landaud, S., 2008. Identification of powerful aroma compound in Munster and Camambert chesses: Ethyl 3- mercaptopropionate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 56 (12): 4674-4680.
- Suriyaphan, O., Drake, M. A., Cadwallader, K. R., 1999. Identification of volatile off-flavors in reduced-fat cheddar cheeses containing lecithin. **Food Science And Technology-Lebensmittel-Wissenschaft And Technologie**, 32 (5): 250-254.

- Urbach, G., 1993. Relations between cheese flavour and chemical composition. **International Dairy Journal**, 3:389-422.
- Urbach, G., 1997. The flavour of milk and dairy products: II. Cheese: contribution of volatile compounds, **International Journal of Dairy Technology**, 50, 79–89.
- Ullrich, F., Grosch, W. 1987. Identification of the most intense volatile flavour compounds formed during autoxidation of linoleic acid. **Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung**, 184, 277–282.
- Van Den Dool, H., Kratz, P. D., 1963. A generalization of the retention index system including linear programmed gas liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, 11: 463-471.
- Van Leuven I., Van Caelenberg. T., Dirinck P., 2008. Aroma characterisation of Gouda-type cheeses. **International Dairy Journal** 18 (8): 790-800.
- Van Ruth S. M., 2001. Methods for gas chromatography-olfactometry: a review, **Biomolecular Engineering**, 17, 121–128.
- Vitova, E., Loupancova, B., Zemanova, J., Stoudkova, H., Brezina P., Babak, L., 2006. Solid phase microextraction for analysis is of mould cheese aroma. **Czech Journal of Food Sciences**. 24 (6): 268-274.
- Whetstine, M. E. C., Drake, M. A., Nelson, B. K., Barbano, D. M., 2006. Flavor profiles of full-fat and reduced-fat cheese and cheese fat made from agged cheddar with the fat removed using a novel process. **Journal of Dairy Science**, 89 (2): 505-517.
- Yvon, M., Rijnen, L., 2001. Cheese flavor formation by amino acid catabolism, **International Dairy Journal**, 11, 185-201.

**TEŐEKKÖR**

Tez konumun belirlenmesinde, laboratuvar çalıŐmaları ve yazım aşamasında değerli fikir ve katkılarıyla araŐtırmayı her bir safhada özenle yönlendiren danıŐman hocam Sayın Doç. Dr. Yahya Kemal AVŞAR'a çok teŐekkÖr ederim. Ayrıca, çalıŐmalarım esnasında her zaman yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, aileme anlayıŐ ve hoŐgörÖlerinden dolayı minnettarlığımı sunarım.



## ÖZGEÇMİŞ

18.11.1983 tarihinde Antakya'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Antakya'da tamamladım. 2000 yılında İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandım. 2007 yılında MKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimime başladım. Halen Osmaniye'de Ovalı Fıstık Fabrikasında Sorumlu Müdür olarak çalışmaktayım.