



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**KİMYA ANABİLİM DALI**

**HATAY BÖLGESİNDE TÜKETİLEN ET VE SÜT ÜRÜNLERİNDEKİ  
ZARARLI ANYONLARIN BELİRLENMESİ**

**MUHAMMET MERİÇ ATAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Antakya/HATAY**

**EYLÜL - 2010**



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**KİMYA ANABİLİM DALI**

**HATAY BÖLGESİNDE TÜKETİLEN ET VE SÜT ÜRÜNLERİNDEKİ ZARARLI ANYONLARIN  
BELİRLENMESİ**

**MUHAMMET MERİÇ ATAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Antakya/HATAY**

**EYLÜL - 2010**

**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HATAY BÖLGESİNDE TÜKETİLEN ET VE SÜT ÜRÜNLERİNDEKİ  
ZARARLI ANYONLARIN BELİRLENMESİ**

**MUHAMMET MERİÇ ATAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

Doç. Dr. Şana SUNGUR danışmanlığında hazırlanan bu tez 01 / 09 / 2010 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Şana SUNGUR  
Başkan

Yrd.Doç.Dr. Yasin YÜCEL  
Üye

Yrd.Doç.Dr. Muhsin EZER  
Üye

Bu tez Enstitümüz Kimya Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

**Kod No:**

Prof. Dr. Necat AĞCA  
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.  
Proje No: 04Y0110

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

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	IV
ABSTRACT .....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Nitrat ve Nitritlerin Kaynakları.....	1
1.2. Et ve Süt Ürünlerinde Kimyasal Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Nitrat ve Nitritlerin Kullanım Amaçları.....	2
1.2.1. Renk Oluşumuna Etkisi .....	2
1.2.2. Lezzet Oluşumuna Etkisi.....	3
1.2.3. Antimikrobiyal Etkisi .....	3
1.2.4. Antioksidan Etkisi.....	4
1.3. Nitrat ve Nitrit Kalıntılarının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	4
1.4. Çeşitli Ülkelerde ve Türkiye’de Gıdalarda Nitrat ve Nitrit Kalıntıları ile İlgili Standartlar.....	5
1.5. Perkloratların Kaynakları.....	6
1.6. Perkloratın Kullanım Alanları .....	7
1.7. Perkloratların İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	7
1.8. Peynir Teknolojisi.....	9
1.9. Hatay Bölgesinde Tüketilen Peynir Çeşitleri.....	11
1.10. UV / VIS Absorpsiyon Spektroskopisi ile İlgili Genel Bilgiler.....	15
1.10.1 UV / VIS Absorpsiyon Spektrofotometreleri .....	16
1.10.1.1. Işık Kaynakları.....	16
1.10.1.2. Dedektörler.....	17
1.10.1.3. Monokromatörler (Dalgaboyu seçicileri).....	18
1.10.2. Spektrometre Çeşitleri.....	19

1.10.2.1. Tek Işık Yollu Spektrofotometreler.....	19
1.10.2.1. Çift Işık Yollu Spektrofotometreler.....	19
1.10.3. Işık Absorpsiyonunun Nicel Yorumu.....	20
1.10.4. UV / VIS Absorpsiyon Spektroskopisi ile Analitik Uygulamalar.....	21
1.11. İyon Değişirici Reçineler.....	22
1.12. İyon Değişimi İşlemleriyle İlgili Genel Bilgiler.....	24
1.13. İyon Değişirici Reçinelerin Kullanıldığı Kromatografik Uygulamalar .....	25
1.13.1. Bastırıcı Esaslı İyon Kromatografisi.....	25
1.13.2. Tek Kolonlu İyon Kromatografisi.....	25
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	27
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1.Materyal.....	31
3.1.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	31
3.1.2. Kullanılan Cihazlar.....	32
3.2. Yöntem.....	32
3.2.1. Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması.....	32
3.2.2. Örneklerin Alınması.....	33
3.2.3. Kadmiyum Kolonunun Hazırlanması.....	33
3.2.4. Kolonun İndirgenme Kapasitesinin Kontrolü.....	33
3.2.5. Sodyum Nitrit İçin Kalibrasyon Eğrisinin Hazırlanması.....	34
3.2.6. Ekstraksiyon İşlemi.....	34
3.2.7. Nitrit Tayini.....	35
3.2.8. Nitrat Tayini.....	35
3.2.9. Maddelerin Tekrarlanabilirliğinin ve Doğruluğunun Kontrolü.....	36
3.2.10. Perklorat Kalibrasyon Doğrularının Oluşturulması.....	36
3.2.11. Perklorat Pikinin Geliş Süresinin Belirlenmesi.....	36
3.2.12. Hazırlanan Örneklerdeki Perklorat Miktarlarının Belirlenmesi.....	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	38
4 1. Örneklerdeki Nitrat ve Nitrit Miktarlarının Belirlenmesi ile İlgili Tartışmalar.....	38

4.2. Örneklerdeki Perklorat Miktarlarının Belirlenmesi ile İlgili Tartışmalar.....	50
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR.....	68
TEŞEKKÜR .....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	73

## ÖZET

**HATAY BÖLGESİNDE TÜKETİLEN ET VE SÜT ÜRÜNLERİNDEKİ  
ZARARLI ANYONLARIN BELİRLENMESİ**

Son yıllarda, et ve süt ürünlerine katılan nitrat ve nitritlerin kanserojenik etkili N-nitrozo bileşiklerinin oluşmasına neden olduğu bilinmektedir. Hatta bu nedenle bazı ülkelerde bu katılım yasaklanmış, bazılarında ise önemli ölçüde kısıtlanmıştır. Benzer şekilde, perklorata maruz kalmanın da insan ve özellikle de yeni doğanlar açısından çok büyük bir risk oluşturduğu ortaya konmuştur ve tüm dünyada bu konular üzerinde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Ülkemizde nitrat ve nitrit ile ilgili yapılmış çalışmalar olmasına rağmen, perklorat ile ilgili sadece bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, Hatay Bölgesinde tüketilen et ve süt ürünlerindeki (inek sütünden üretilmiş 15 çeşit, keçi sütünden üretilmiş 8 çeşit ve koyun sütünden üretilmiş 6 çeşit peynir, inek, keçi ve koyunlara ait süt, ağız sütü ve yoğurt, inek, keçi ve koyunlara ait et, dalak, karaciğer, akciğer, kalp ve böbrek) nitrat, nitrit ve perklorat miktarları belirlenmiştir. Nitrat ve nitrit analizleri spektrofotometrik yöntemle, perklorat analizleri ise iyon kromatografisi aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Hatay Bölgesinde tüketilen etlerin sodyum nitrat ( $< 250 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve sodyum nitrit ( $< 50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) içeriklerinin Türk Gıda Kodeksi Mevzuatında belirtilen sınırların altında olduğu, tüm örneklerde bulunan perklorat miktarlarının bir tehlike oluşturmadığı, bununla birlikte, bu bölgede tüketilen peynirlerin % 50'sinin kabul edilebilir sınırların üzerinde ( $> 50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) sodyum nitrat kalıntısı içerdiği saptanmıştır.

2010, 73 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Nitrat, nitrit, perklorat, anyon, iyon kromatografisi, spektrofotometre, Hatay

**ABSTRACT****DETERMINATION OF HARMFUL ANIONS IN MEAT AND MILK  
PRODUCTS CONSUMED IN HATAY REGION**

It is recently known that nitrates and nitrites added to meat and milk products caused formation of cancerous effective N-nitroso compounds. Therefore, addition of nitrates and nitrites was banned in some countries in others it was restricted to considerable amounts. Exposure to perchlorate was emphasized as an important risk factor for human and especially newborn health. A number of studies were focused on this matter all over the world. Although there are some studies related to nitrate and nitrite, there is only one study related to perchlorate. In this study, nitrate, nitrite and perchlorate concentrations in meat and milk products (15 different kinds of cheese made from cow's milk, 8 different kinds of cheese made from goat's milk, 6 different kinds of cheese made from sheep's milk and milk, mouth milk, yogurt, meat, liver, spleen, lung, heart, kidney belong to cows, goats and sheep) consumed in Hatay region were determined. Although nitrate and nitrite analysis were made with spectrophotometric method, perchlorate analysis were performed via ion chromatography. The detected sodium nitrate ( $< 250 \text{ mg kg}^{-1}$ ) and sodium nitrite ( $< 50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) amounts in meats consumed in Hatay Region are less than the values which are the maximum levels declared in Turkish Food Codex. The amount of perchlorate in all samples does not pose a threat was determined. However, sodium nitrate amounts in 50 % cheese samples consumed in this region were found more than the maximum acceptable level in Turkish Food Codex.

2010, 73 pages

**Keywords:** Nitrate, nitrite, perchlorate, anion, ion chromatography, spectrophotometer, Hatay



**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

UV/VIS	Ultraviyole / Görünür Bölge
GC	Gaz Kromatografisi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
IC/MS	İyon Kromatografisi / Kütle Spektrometresi
MMb	Metmiyoglobin
TGK	Türk Gıda Kodeksi
T <sub>3</sub>	Tiroksin
T <sub>4</sub>	Triiyodotironin
µg	Mikrogram
TSH	Tiroit bezinin salgısını düzenleyen bir glikoprotein
NIS	Sodyum-İyodür-Symporter adında tiroit bezine taşıma yapan bir protein
DVB	Divinilbenzen
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
MKÜFAM	Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.1. Nitrat ve Nitrit Tayini Metodunun Tekrarlanabilirliği.....	39
Çizelge 4.2. Nitrat ve Nitrit Tayini Metodunun Doğruluğu.....	40
Çizelge 4.3. İnek Sütünden Üretilmiş Peynir Örneklerinin Nitrat ve Nitrit İçerikleri...	42
Çizelge 4.4. Keçi Sütünden Üretilmiş Peynir Örneklerinin Nitrat ve Nitrit İçerikleri....	43
Çizelge 4.5. Koyun Sütünden Üretilmiş Peynir Örneklerinin Nitrat ve Nitrit İçerikleri.....	44
Çizelge 4.6. İnek, Keçi ve Koyunlara Ait Süt, Ağız Sütü ve Yoğurt Örneklerinin Nitrat ve Nitrit İçerikleri.....	46
Çizelge 4.7. İnek, Keçi Koyunlara Ait Et, Dalak, Karaciğer, Akciğer, Kalp ve Böbrek Örneklerinin Nitrat ve Nitrit İçerikleri.....	49
Çizelge 4.8. İnek Sütünden Üretilmiş Peynir Örneklerinin Perklorat İçerikleri.....	52
Çizelge 4.9. Keçi Sütünden Üretilmiş Peynir Örneklerinin Perklorat İçerikleri .....	53
Çizelge 4.10. Koyun Sütünden Üretilmiş Peynir Örneklerinin Perklorat İçerikleri .....	53
Çizelge 4.11. İnek, Keçi Koyunlara Ait Süt, Ağız Sütü ve Yoğurt Örneklerinin Perklorat İçerikleri.....	56
Çizelge 4.12. İnek, Keçi Koyunlara Ait Et, Dalak, Karaciğer, Akciğer, Kalp ve Böbrek Örneklerinin Perklorat İçerikleri.....	61

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1 Bir Spektrofotometrenin Temel Bileşenleri.....	16
Şekil 1.2. Kalibrasyon Doğrusu.....	22
Şekil 4.1. Nitrit İçin Kalibrasyon Doğrusu I.....	38
Şekil 4.2. Nitrat İçin Kalibrasyon Doğrusu II .....	39
Şekil 4.3. Perklorat İçin Kalibrasyon Doğrusu I .....	50
Şekil 4.4. Perklorat İçin Kalibrasyon Doğrusu II .....	50
Şekil 4.5. Standart Perklorat Piki.....	51
Şekil 4.6. İnek Sütünden Üretilmiş Köy Peynirine Ait Kromatogram.....	54
Şekil 4.7. Keçi Sütünden Üretilmiş Köy Peynirine Ait Kromatogram.....	55
Şekil 4.8. Koyun Sütünden Üretilmiş Köy Peynirine Ait Kromatogram.....	55
Şekil 4.9. İnek Sütüne Ait Kromatogram.....	57
Şekil 4.10. Keçi Sütüne Ait Kromatogram.....	57
Şekil 4.11. Koyun Sütüne Ait Kromatogram.....	58
Şekil 4.12. İnek Ağız Sütüne Ait Kromatogram.....	58
Şekil 4.13. İnek Yoğurduna Ait Kromatogram.....	59
Şekil 4.14. Keçi Yoğurduna Ait Kromatogram.....	59
Şekil 4.15. Koyun Yoğurduna Ait Kromatogram.....	60
Şekil 4.16. İnek Etine Ait Kromatogram.....	62
Şekil 4.17. Keçi Etine Ait Kromatogram.....	63
Şekil 4.18. Koyun Etine Ait Kromatogram.....	63

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Nitrat ve Nitritlerin Kaynakları

Nitrat ve nitrit tuzları, doğal olarak toprak, su ve bitkilerde bulunmaktadır. Nitrat ve nitritler, gerek insanlar tarafından tüketilen sebze ve meyvelerde, gerekse hayvan yemlerinde yüksek miktarlarda bulunabilmektedir. Bitkilerde verim ve görünümü geliştirmek için fazla miktarlarda azotlu gübre kullanılması, bitkilerde ihtiyaçtan fazla nitrat depolanmasına yol açmaktadır. Bitkilerdeki nitrat birikimi, bitkinin cinsine, iklime, coğrafik koşullara, gübrelemeye, olgunlaşma ve saklama koşulları gibi çevresel etmenlere bağlı olarak değişmektedir. Vücuda alınan nitrat miktarı fazla olduğu zaman, amonyağa indirgenme sınırlanmakta ve ara metabolizma ürünü olarak nitrit birikmektedir (Meah ve ark., 1994). Ayrıca, yüksek miktarlarda nitrat içeren sebzelerde, taşıma ve depolama koşullarına bağlı olarak, içerdikleri nitratın bakteriler tarafından nitrite indirgendiği saptanmıştır (Amr ve Hadidi, 2001).

Tarımın gelişmesine bağlı olarak gübre kullanımının artması, gıda işlemede nitrat ve nitritin ilave katkı maddesi olarak kullanımı, şehirleşme ve endüstrileşme sonucu nitratın çevrede birikimi artmaktadır. Nitrat ve nitritler, özellikle sucuk, sosis, salam ve pastırma gibi işlenmiş et ürünlerine koruyucu, renk verici, aroma oluşturucu amaçlarla bilinçli olarak eklenmekte, süt ürünlerinde doğal olarak bulunabilmekte ve bu ürünlerin imalatında kullanılan sulardan geçebilmektedir (Servi, 1993).

Peynirlerin hijyenik koşullara uygun olarak imal edilmemesi, imalatta kullanılan suların nitrat ve nitrit düzeylerinin farklı oluşu, değişik üretim metotlarının kullanılması, peynire katılan otlar, saklama şartlarının yetersiz oluşu peynirlerin nitrat ve nitrit düzeyleri üzerine etki eden faktörlerdir (Aygün, 2001).

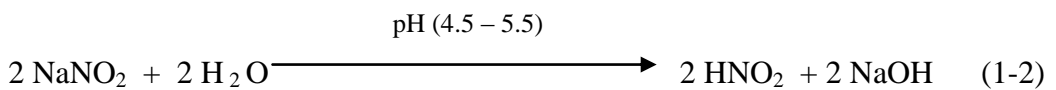
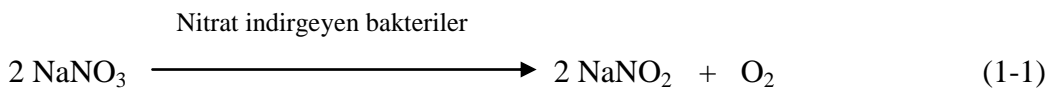
## 1.2. Et ve Süt Ürünlerinde Kimyasal Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Nitrat ve Nitritlerin Kullanım Amaçları

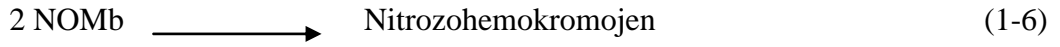
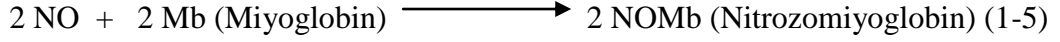
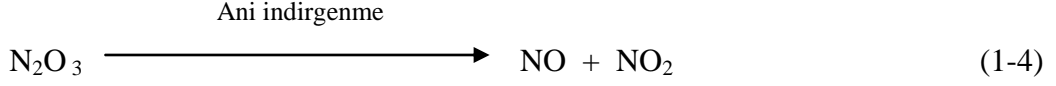
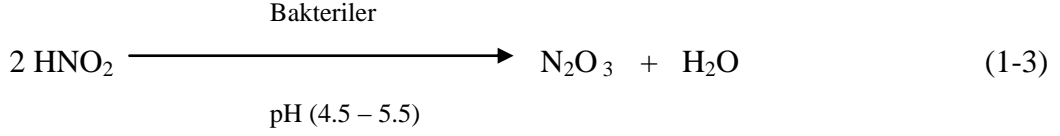
### 1.2.1. Renk Oluşumuna Etkisi

Et ürünlerinde nitrat ve nitrit kullanılmasının en önemli nedenlerinden biri, ürüne pembemsi-kırmızı bir renk kazandırmaktır.

Et kırmızı rengini başlıca kas pigmentinden, az miktarda da kan pigmentinden almaktadır. Kırmızı kas pigmenti miyoglobin kas hücrelerinde bulunmaktadır. Miyoglobinin fazla miktarda oksijen içermesi daha parlak kırmızı ve taze görünmesine, az miktarda oksijen içermesi ise, etin kararmasına neden olmaktadır (Ladikos ve Wedzicha, 1988).

Miyoglobin, globin türü özel bir protein ile merkez atom olarak demir içeren bir porfirin halkasından oluşmaktadır. Buradaki demir atomuna bağlanan yapılar ( $H_2O$ ,  $O_2$ ,  $NO$  gibi) ve demir atomunun değeri dokularda meydana gelen renk değişikliklerine neden olmaktadır. Miyoglobin oksijenin etkisiyle kırmızı renkli oksimiyoglobine ( $MbO_2$ ) dönüşmektedir. Daha sonra bu bileşik yavaş yavaş mat kahve renkli metmiyoglobine ( $MMb$ ) okside olmaktadır. Bu sırada  $Fe(II)$   $Fe(III)$ 'e dönüşmektedir. Taze etin renk değişimi, ortamın oksijen durumuna bağlı olarak, miyoglobin, oksimiyoglobin ve metmiyoglobin bileşiklerinin oranı tarafından belirlenmektedir. Bu bileşikler ısıya karşı dayanıklı değildir. Bu nedenle, nitrat ve nitrit katkılarıyla etin rengi stabilize edilmektedir. Eklenen nitrat ve nitrit, asidik ortamda, bazı bakterilerin de etkisiyle  $NO$ 'e kadar indirgenmektedir. Oluşan  $NO$  miyoglobin ile reaksiyona girerek nitrozomiyoglobini oluşturmaktadır. Nitrozomiyoglobin parlak kırmızı renkli olup, hem ısıya hem de oksidasyona karşı stabildir. Isıl işlem gören ürünlerde, nitrozomiyoglobin nitrozohemokromojene dönüşmektedir. Renk ise, parlak kırmızıdan kalıcı pembeye dönüşmektedir (Vural ve Öztan, 1992).





### 1.2.2. Lezzet Oluşumuna Etkisi

İzin verilen miktarlarda katılan nitrit, et ve et ürünlerinde çeşitli koku ve aroma oluşturarak ürünlerin ayırt edilmesini sağlamaktadır. Isıtılarak işlem görmüş et ürünlerinin aroması, çiğ et ürünlerinden farklıdır. Farklı lezzet veren aroma maddeleri yüksek sıcaklıkta açığa çıkmaktadır. Alkoller, aldehitler, lipidler, karboniller, furanlar ve kükürt içeren bileşikler nitrit ile reaksiyon vermektedir. Bu reaksiyonlar sonucunda oluşan bileşikler ise, aroma ve lezzet üzerinde etkili olmaktadır. Et ürünlerinde aromayı sağlamak için 20 – 40 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrite ihtiyaç duyulmaktadır (Wirth, 1986).

### 1.2.3. Antimikrobiyal Etkisi

Nitrit kuvvetli bir antimikrobiyal olup, antimikrobiyal aktivitesini pH 5 - 7 arasında göstermektedir. Et ve et ürünlerine 80 - 150 mg kg<sup>-1</sup> kadar eklenen nitrit, besin zehirlenmelerine neden olan Clostridium botulinum, Salmonella, Stafilokok gibi mikroorganizmaların gelişimini önlemektedir. Ayrıca, Achromobacter, Flavobacterium, Pseudomonas, Escherichia, Micrococcus, Aerobacter türü bakterilerin de üremelerini önlemektedir. Nitritin artan konsantrasyonu ile antimikrobiyal etkisinin de arttığı belirlenmiştir (Skovgaard, 1992).

Peynirlerde mikroorganizmalar nedeniyle oluşan şişmeyi önlemek için süt endüstrilerinde nitratlar kullanılmaktadır. Peynir yapımının ilk aşamalarında koliform bakteriler peynirin şişmesine neden olmaktadır. Bu bakteriler, sıcaklık ve pH'ın uygun olduğu ortamlarda hızla gelişerek, cinslerine göre laktik asit, asetik asit, formik asit gibi metabolitleri oluşturmaktadırlar. Gelişmenin fazla olduğu durumlarda, peynirlerde kötü aromaların yanı sıra, peynirlerde çözünemeyen CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub> gazları meydana gelebilmektedir. Peynir kitlesindeki su doymuş hale gelince, gazların fazlası peynir kitlesinde birikerek gözeneklerin oluşmasına, hatta daha ileri safhalarda peynirin süngerimsi bir hal almasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, fazla miktarlarda nitrat kullanımı da peynirlerde istenmeyen tatların oluşmasına neden olmaktadır. Özellikle, potasyum nitratın 200 mg kg<sup>-1</sup>'den daha fazla katılması, peynirlerde acı bir tadın oluşmasına yol açmaktadır (İrkin, 1995).

#### **1.2.4. Antioksidan Etkisi**

Nitrat ve nitritin et ürünlerinde oksidasyonu kontrol edici özelliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle taze ürünlerde nitritin, yağların oksidasyonunu önleme yoluyla ürünün raf ömrünü uzatmakta etkili olduğu ortaya konmuştur. Yapılan çalışmalarda 150 mg kg<sup>-1</sup> nitrit kullanımının lipid oksidasyonunu tamamen bloke ettiği belirlenmiştir (O'boyle ve ark., 1990).

### **1.3. Nitrat ve Nitrit Kalıntılarının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri**

Gıdalarla alınan nitrat daha ağız boşluğunda iken, ağız florasını oluşturan bakteriler tarafından kısmen nitrite indirgenmektedir. Kalanı ise, mide-bağırsak sistemine geçmektedir. Dolaşıma karışan nitratın bir bölümü tükürük bezleri aracılığıyla tekrar ağız boşluğuna salgılanmakta ve nitrite indirgenmesi devam etmektedir. Oluşan nitrit kandaki hemoglobini methemoglobine yükseltmektedir. Bu hemoglobin tipinde demir oksitlenerek ferröz (Fe<sup>+2</sup>) halden ferrik (Fe<sup>+3</sup>) hale geçmektedir. Methemoglobin oksijen taşıma kapasitesine sahip değildir, bunun neticesinde de methemoglobinemi

meydana gelmektedir ve methemoglobin oranı % 44 olduğunda ölümler sonuclandırılmaktadır (Havery ve Fazio, 1985).

Methemoglobinemiden sonra, diyetteki nitrat ve nitritin meydana getirebileceği en önemli etki kanser oluşumudur. Nitrozamin türevlerinin vücudun hemen her yerinde kanser oluşturabildikleri artık kesin olarak bilinmektedir. Nitrozaminler primer, sekonder ve tersiyer aminlerin nitrit ile tepkimeye girmesi sonucunda oluşmaktadır. Kanserojenik nitrozaminlerin çoğu sekonder aminlerden oluşmaktadır (Havery ve Fazio, 1985). Vücuda alınan nitrat, nitrite dönüştükten sonra, asidik olan mide ortamına geçmekte ve midede N-nitrozo bileşiklerinin oluşması için uygun bir ortam oluşturmaktadır. Aminler ve nitrit arasındaki reaksiyon değişik aşamalardan geçmektedir. Nitrit direkt olarak aminlerle reaksiyona girmemekte, ancak nitroz anhidrite dönüşerek reaksiyon vermektedir. Bu dönüşüm ise, asidik şartlarda gerçekleşmektedir. Nitrozamin oluşumu aminlerin yapısına, reaktiflerin konsantrasyonuna, pH'a, reaksiyonun ortam sıcaklığına ve ortamda mevcut bazı inorganik maddelerin varlığına bağlı olarak değişmektedir (Skrypec ve ark., 1985). Nitrozaminlerin oluşmasını önleyici kimyasal maddeler araştırılmıştır. A, C ve E vitaminlerinin, tiamin, riboflavin, niasin ve tanenlerin nitrit anyonları ile sekonder aminlerin reaksiyonunda inhibitör etki yarattıkları saptanmıştır (Atanasova ve ark., 1997).

Nitrat ve nitritin en önemli dolaylı etkileri ise, vitamin A ve iyot metabolizmasıyla ilgili olanlardır. Hayvanlarda karotenlerin vitamin A'ya çevrilmesini sınırladıkları, bu vitaminlerin sindirim kanalında parçalanmasına yol açtıkları ve ayrıca tiroid bezine iyot girişini engelledikleri ve böylece bezde büyümeye neden oldukları belirlenmiştir (Dağoğlu ve ark., 1995).

#### **1.4. Çeşitli Ülkelerde ve Türkiye'de Gıdalardaki Nitrat ve Nitrit Kalıntıları ile İlgili Standartlar**

Gıdalarda çeşitli amaçlarla gıda katkı maddelerinin kullanılması tüm dünya ülkelerinde kanun ve tüzüklerle sınırlandırılmıştır.



Bazı et ve süt ürünlerine katılan nitrat ve nitrit tuzları için müsaade edilen miktarlar ülkeden ülkeye değişmekle birlikte, genelde  $\text{NaNO}_3$  için  $500 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $\text{NaNO}_2$  için  $150\text{-}500 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir (Du Bose ve ark., 1981).

İsveç'te peynir sütüne nitrat tuzları maksimum  $150 \text{ mg kg}^{-1}$  katılabilmekte ve peynirdeki miktarının da  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ 'i geçmemesi gerekmektedir. Alman peynir mevzuatına göre maksimum  $200 \text{ mg kg}^{-1}$  katılabilmektedir. İngiltere, Hollanda ve Rusya'da peynir üretiminde  $100 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{NaNO}_3$  ve  $10 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{NaNO}_2$  katılmasına müsaade edilmektedir (Özçelik, 1982).

A.B.D.'de parça et ve sosislere katılacak en yüksek nitrit miktarının  $156 \text{ mg kg}^{-1}$ , yüksek sıcaklıklarda kızartılan ürünlerde ise  $125 \text{ mg kg}^{-1}$  olması şartı getirilmiştir. Almanya'da nitrat miktarlarının fermente sosislere  $150 \text{ mg kg}^{-1}$ 'den  $120 \text{ mg kg}^{-1}$ 'e, kutulanmış çeşitli et ürünlerinde ise,  $50 - 115 \text{ mg kg}^{-1}$ 'den  $40 - 95 \text{ mg kg}^{-1}$ 'e indirilmesi uygun görülmüştür (Bayraktar, 1994).

Türk Gıda Mevzuatına göre ısıtılmış et ürünlerinin bünyesinde maksimum  $150 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{NaNO}_2$  ve  $300 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{NaNO}_3$  bulunmasına, satışa sunulanlarda ise maksimum kalıntı miktarının  $50 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{NaNO}_2$  ve  $250 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{NaNO}_3$  olmasına izin verilmektedir. Sert ve yarı sert peynirlerle, süt bazlı peynir analoglarına ise, maksimum  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  potasyum veya sodyum nitratın katılmasına izin verilmektedir.

Ayrıca, Dünya Sağlık Örgütü tarafından kurulan Gıda Katkı Maddeleri Komitesi, sağlığa zararlı etkileri olduğundan nitrat ve nitrit için günlük alınabilir miktarları belirlemiştir. Buna göre, sodyum veya potasyum nitrat ve nitrit için günlük maksimum alınabilir değerler sırasıyla,  $0 - 3.7 \text{ mg kg}^{-1}$  ile  $0 - 0.06 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir.

### 1.5. Perkloratların Kaynakları

Perkloratlar doğal yollarla oluşabildiği gibi, yapay yollarla da oluşabilmektedirler.

Perklorat oluşumuna yol açan atmosferik reaksiyonlar şu şekildedir (Dasgupta ve ark., 2005) :



Perklorat, troposferde çeşitli yollarla oluşan  $\text{ClO}_2$ 'nin  $\cdot\text{OOH}$  ile ve  $\text{ClO}_3$ 'ün  $\cdot\text{OH}$  ile reaksiyona girmesi ile oluşmaktadır.

Ayrıca, perkloratlar nitrat depolarında ya da nitratlı gübrelere de doğal olarak oluşmaktadır.

## 1.6. Perkloratların Kullanım Alanları

Perklorat bileşikleri arasında en çok kullanılan amonyum perklorattır. Amonyum perklorat, katı roket ve füze yakıtlarında, askeri amaçla kullanılan patlayıcılarda, uçak yakıtlarında oksitleyici / fırlatıcı olarak kullanılmaktadır. Perklorat tuzları; hava yastığı şişiricilerinde, nükleer reaktörlerde, makine yağı katkılarında, elektrokaplama, alüminyumun rafinasyonunda, deri tabaklama ve bitirme işlemlerinde, boya ve kumaş baskı sanayisinde, ateşleme tekniklerinde, kibritlerde, havai fişeklerde kullanılmaktadır (Siglin ve ark., 2000).

## 1.7. Perkloratların İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Tiroit bezi vücuttaki en büyük iç salgı bezlerinden birisidir. İki lob ve bunları birbirine bağlayan istmustan oluşan tiroit bezi kelebek şeklindedir ve boynun ön kısmında bulunur. Tiroit bezi iyotlanmış amino asitlerden oluşan tiroit hormonlarını sentezler ve salgılar. Bu hormonlar, 4 iyot içeren tiroksin ( $\text{T}_4$ ) ve 3 iyot içeren

triyodotironindir ( $T_3$ ). Tiroksin tiroit bezinin asıl salgıladığı hormon olup, günde 80-100  $\mu\text{g}$   $T_4$  yapılır. Günlük üretilen  $T_3$ 'ün % 20'si tiroit bezi kaynaklıdır ve % 80'i periferde  $T_4$ 'ün  $T_3$ 'e dönüşümü ile oluşur. Günde 30-40  $\mu\text{g}$  da  $T_3$  üretilir. Normal koşullarda tiroit hormonlarının sentezi için uygun miktarda iyot ve TSH ( tiroit bezinin salgısını düzenleyen bir glikoprotein) gereklidir. Tiroit sentezi için gerekli olan iyot miktarı 150  $\mu\text{g}$ 'dır. Günlük iyot alımı 50  $\mu\text{g}$ 'ın altına düştüğünde yeterli tiroit hormonu yapılamaz. Bu durumda; hipotiroit adı verilen bitkinlik, halsizlik, unutkanlık, konuşmada yavaşlık, depresyon gibi belirtilere sahip olan hastalık meydana gelir.

Perklorat da, negatif yüklü bir iyon olduğu için, tiroitte bulunan iyodür ile yarışarak taşınımını engeller. İyot, sodyum-iyodür-symporter (NIS) adı verilen taşıyıcı bir protein ile tiroit bezine taşınır. İyodür NIS moleküllerine çok yüksek afinite ile bağlanır. Ancak, perklorat gibi benzer şekil ve benzer yüklü iyonlar da NIS'a bağlanabilir. Bu tür iyonların NIS'a bağlanması tiroitteki iyodür taşınımını engeller. Bunun sonucunda  $T_3$  ve  $T_4$  sentezinde azalma meydana gelir. Vücuttaki bu iyodür kaybını telafi edebilmek için tiroit hormonunun salgısı artar. Böylece  $T_3$  ve  $T_4$  üretimi artar. Ancak bu olaylar tiroidin büyümesine neden olur. Hipertiroizim adı verilen sinirlilik, kilo kaybı, titreme, çarpıntı, saç dökülmesi gibi belirtilere sahip olan hastalık oluşur (Committee to Assess the Health Implications of Perchlorate Ingestion, 2005).

Ayrıca hamilelikleri sırasında perklorata maruz kalan bayanların bebeklerinde gelişme geriliğinin ve çeşitli tiroit hastalıklarının ortaya çıktığı görülmüştür. Yine perklorata maruz kalan emziren annelerin sütlerinde de perklorat saptanmış ve bebeklerin sağlığını olumsuz yönde etkilediği kanıtlanmıştır (Committee to Assess the Health Implications of Perchlorate Ingestion, 2005).

Normalde 70 kg'lık bir yetişkinin günlük maksimum alabileceği perklorat miktarı 7-35  $\mu\text{g}$ 'dır. Maruz kalınan perklorat miktarı bu değerin üzerine çıkarsa tiroit kanseri, çocuklarda ve yeni doğanlarda fiziksel ve zekasal gerilik oluşumu meydana gelebilir (Committee to Assess the Health Implications of Perchlorate Ingestion, 2005).

İnsanlarda perklorat alımı, perkloratın yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu topraklarda yetiştirilen ya da perklorat içeren nitratlı gübrelerin uygulandığı bitkilerin yenilmesi, yüksek miktarlarda perklorat içeren sulara avlanan balık gibi su ürünlerinin tüketilmesi ve yine perklorat içeren içme sularının içilmesiyle gerçekleşmektedir. Günümüzde perklorata maruz kalmanın insan ve de özellikle yeni doğanlar açısından

büyük bir tehlike oluşturduğu bilinmektedir. 1999 yılında başta ABD Çevre Koruma Derneği olmak üzere birçok birim perkloratın insan sağlığı açısından büyük bir risk oluşturduğunu resmi olarak açıklamışlar ve bunun üzerine tüm dünyada bu konuyla ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

### 1.8. Peynir Teknolojisi

Peynir genel olarak 3 aşamada yapılmaktadır. Bu aşamalar;

- Sütün pıhtılaşması
- Pıhtının peyniraltı suyundan ayrılması
- Olgunlaşmaya bırakılması şeklindedir.

**Sütün Pıhtılaşması :** Öncelikle sütün tazeliğine, temizliğine, içerdiği bakteri sayısına, yağlılık derecesine ve asit oranına bakılmaktadır. Uygun nitelikteki sütün 10 °C'nin altındaki bir sıcaklıkta bekletilmektedir. Olgunlaşmadan, taze olarak tüketilecek peynir üretilcekse, sütün pastörize edilmesi gerekmektedir. Ancak, pastörize edilmemiş sütlerden de belli bir olgunlaşma aşamasından geçirildikten sonra, yenilebilecek peynirler yapılabilmektedir. Daha sonra, ısıtılmış süte starter denilen kültürler katılmaktadır. Bunlar, "streptokok" veya "laktobasil" türünden kültürlerdir. Pastörizasyon nedeniyle yok olan peynir ve laktik asit fermantasyonunu sağlayacak bakterilerin mayalama işleminden önce yeniden verilmesiyle sütün asit oranı gelişmektedir. Böylece hem mayanın etkisi artmakta, hem de hoş bir aroma veren maddeler oluşmaktadır. Söz konusu bakteriler sütteki laktozu yani sütün şekerini laktik aside dönüştürmektedir. Süte peynir mayası katılarak pıhtılaşması sağlanmaktadır. Maya, sütün pıhtı ve suyunu ayırmak amacıyla kullanılmaktadır. Peynir mayası geviş getiren hayvan yavrularından sütün emme çağında olanlarının şirdenlerinden (kırkbayır) elde edilmektedir. Yavrular sütün pıhtılaştırdıktan sonra hazmettikleri için, kursaklarında sütün pıhtılaştıracak doğal peynir mayası bulunmaktadır. İki, üç haftalık henüz ot yememiş buzağı, kuzu veya oğlak kursağında en iyi maya yapılmaktadır. Günümüzde sını olarak üretilen bu maya, sıvı, toz ya da tablet olarak da bulunmaktadır. En çok sıvı veya toz şişe mayası ile sütün mayalama yöntemi uygulanmaktadır. Şişe mayası da

şirdenden yapılmakta, ancak fabrikalarda üretildiğinden daha güvenilir ve ekonomik olmaktadır. Kullanılmadan önce ılık suda eritilerek süte katılan toz mayalar sıvı mayalara oranla daha dayanıklıdır. Mayalanan süt, yarım saat ile iki saat arasında pıhtılaşmaktadır. Süte katılan maya miktarının ve mayalama sıcaklığının iyi ayarlanması gerekmektedir. Sert peynirlerin mayalanma sıcaklığı yüksek, pıhtılaşma süresi kısa olmaktadır. Yumuşak peynirlerin ise, mayalanma sıcaklığı düşük, pıhtılaşma süresi uzun olmaktadır. Ayrıca, fazla maya kullanılmaması gerekmektedir. Çünkü, aşırı maya hızlı olgunlaşmaya yol açacağından, peynirlerde acılaşmaya neden olmaktadır.

**Pıhtının Peyniraltı Suyundan Ayrılması :** Mayalama sonunda pıhtılaşan süt, üretilmek istenen peynirin türüne göre değişik işlemlerden geçmektedir. Genelde pıhtı uzun sopalarla, endüstriyel işletmelerde ise, özel üretilmiş enine ya da boyuna yerleştirilmiş teller veya pıhtı bıçaklarıyla ufak ve ince biçimlerde parçalanmaktadır. Çünkü, pıhtı içinde kalan sıvının yani peyniraltı suyunun dışarı atılması gerekmektedir. Pıhtının sert peynir için çok ufak, yumuşak peynir içinse daha büyük parçalar halinde kesilmesi gerekmektedir. Çünkü, pıhtı ne kadar fazla ufalanırsa, peynir suyu da o kadar fazla çıkmakta ve sonuçta daha katı, koyu, kıvamlı peynirler elde edilmektedir. Peynir çeşitlerine göre istenilen irilikte parçalanan ve karıştırılan pıhtı, cendere denilen süzme bezlerinden süzülmemektedir. Süzme işlemi, torbaları askıya alma, sonra da kalıplara aktarıp üzerlerine ağırlık koyma yani baskı yöntemiyle tamamlanmaktadır. Peynirlerin askıya konması ve kalıplanması sadece peynirde kalmış olan peyniraltı suyunun çıkarılmasına yaramamakta, aynı zamanda peynire istenilen şekli de vermektedir. Kalıplanan ve suyunu iyice bırakan peynir, kimi zaman kuru tuzlama işlemine tabi tutulmakta, kimi zaman da salamura denilen tuzlu suya atılmaktadır. Tuzlama işlemi, peynire bir tat vermekte, suyunun süzülmesine yardımcı olmakta ve istenmeyen mikroorganizmalara karşı koruyucu bir işlev görmektedir. Ayrıca, olgunlaşmayı yavaşlatarak, kontrol altına almaktadır. Tuzlama olmadığında, peynirler çok kısa süre içinde gereğinden fazla olgunlaşarak bozulmaktadır.

**Olgunlaşmaya Bırakılması :** Peynirler özel odalarda, mahzenlerde, soğuk hava depolarında, düzenli düşük bir ısıda ve belli yüksek bir nem oranında, kendilerine özgü bir görünüş, renk, tat, kıvam ve koku aldıkları bir bekleme devresinden geçmektedirler.

Yüksek nem oranı peynirin kabuğunun kurummasını önlemekte, ayrıca starter kültürlerini canlı tutmaktadır (Ünsal, 1997).

### 1.9. Hatay Bölgesinde Tüketilen Peynir Çeşitleri

Hatay'da peynirler hem keçi, hem koyun, hem de inek sütünden yapılmaktadır. Bu nedenle de, aynı peynir türleri farklı lezzetlere sahip olabilmektedir. Bölgede tüketilen peynir çeşitleri ve yapıları şu şekildedir:

- **Beyaz Peynir** : Çiğ süttten mayalama 22-25 °C civarında yapılmaktadır. Bir teneke süte bir çay kaşığı sıvı maya sulandırılarak konmaktadır. Pıhtılaşma tamamlanıncaya kadar sürekli karıştırılmaktadır. Sonra, dik batırılan uzun bir bıçakla kalıplar halinde kesilerek, 5 dakika beklenmektedir. Daha sonra, bıçak eğik tutularak yeniden kesilmektedir. Pıhtı iyice parçalandıktan sonra alt üst edilmektedir. Altı üstü açık dört köşe ve delikli ahşap kalıplara cendere bezleri yerleştirildikten sonra, pıhtı kalıba boşaltılmaktadır. Süzme bezleri bohça gibi katlanıp, üstüne ağırlık konularak 4-5 saat bekletilmektedir. Diğer taraftan, bir teneke suya 3 - 4 kg tuz konularak salamura hazırlanmaktadır. Kalıplar halinde kesilen peynirler bu salamurada 3-4 saat bekletilmektedir. Salamuradan çıkarılan kalıplar içine biraz tuz serpilmiş tenekelere tek sıra olarak yerleştirilmektedir. Ertesi gün bir sıra tuz, bir sıra peynir olmak üzere tenekeler yeniden doldurulmaktadır. Kapaklar kapatılarak 2-3 ay olgunlaşması sağlanmaktadır.
- **Cara (Testi) Peyniri** : Testi içerisinde olgunlaştırılan yöresel bir peynirdir. Porselen beyazı renginde, gözeneksiz, kesildiğinde ufalanan, kendine has keskin kokusu ve tadı olan bir peynir çeşididir. Ilık süte ticari maya eklenerek 1 saat pıhtı oluşumu için bekletilmektedir. Oluşan pıhtı kaşık veya kepçe ile karıştırılarak süzülmemektedir. Süzülen peynire 30 dakika baskı uygulandıktan sonra, dilimler halinde kesilerek dizilmektedir. Bu şekilde birkaç gün bekletilmektedir. Diğer taraftan, yağı alınmış yoğurttan elde edilen çökelek hazırlanmaktadır. Çökeleğin içerisine yaklaşık % 4 oranında tuz eklenip, iyice karıştırıldıktan sonra bez torbaya konulup suyunun uzaklaşması için üzerine

ağırlık konmaktadır. Çökeleğin içine önceden kurutulmuş kekik, çörek otu katılarak homojen bir kıvam elde edilinceye kadar yoğrulmaktadır. Daha sonra, cara adı verilen iç kısmı sırlı testilerin içine bir kat peynir bir kat harç olacak şekilde basılarak doldurulmaktadır. Testiler baş aşağı çevrilerek 3-4 gün bekletildikten sonra tekrar çevrilerek üzerlerine tuz, kekik ve beyaz bir kağıt konulduktan sonra bezle bağlanmaktadır. Sonra, serin bir yerde toprağa gömülerek en az 4-5 ay olgunlaştırılmaktadır.

- **Çökelek** : Peynir yapımından artan peyniraltı suyu büyük kazanlarda kesilinceye kadar ısıtılmaktadır. Isıtılırken karıştırılarak pıhtılaşması sağlanmaktadır. Elde edilen pıhtı yaklaşık 1 saat dinlendirildikten sonra, süzme bezlerine konup baskı uygulayarak süzülmemektedir. Daha sonra tuzlanarak plastik bidonlara basılmaktadır. Fazla bekletilmeden satışa sunulmaktadır.
- **Dil Peyniri** : Süt hafif ısıtılarak sulandırılmış maya eklenmektedir. Pıhtı tam olarak oluştuğunda sopa veya bıçakla bezelye tanesi iriliğinde doğranarak cendere bezine alınmaktadır. Cendere bezinin kenarları katlanıp baskı uygulanarak 3-4 saat bekletilmektedir. Sonra, bıçakla yaklaşık 25 x 35 ebatlarında parçalara bölünmektedir. Kalıpların üzerleri örtülerek oda sıcaklığında 10-16 saat fermantasyona bırakılmaktadır. Daha sonra, kalıplar ince parçalar halinde kesilip kevgire alınarak 70 °C'deki suda 2-3 dakika karıştırılarak tutulmaktadır. Hafif tuzlandıktan sonra aralarına parşömen kağıdı konularak üst üste dizilmektedir.
- **Ezme Peyniri** : Az tuzlu, az yağlı bir peynirdir. Taze peynirin kendi peyniraltı suyunda haşlanmasıyla elde edilmektedir. Uzun ince biçimi nedeniyle yılan peyniri de denilmektedir.
- **Kaşar Peyniri** : Yeni sağılan sütler 30 - 40°C civarında mayalanmaktadır. Pıhtı, oluştuktan sonra bir sopa ya da bıçakla pirinç tanesi ufaklığına gelinceye kadar parçalanmaktadır. Sonra, peynirin üzerine temiz bir bez serilerek, üste çıkan peynir suyu boşaltılmaktadır. Altta kalan kısım süzme bezine alındıktan sonra

iyice sıkılmaktadır. Daha sonra, sıkılan bez iki tahta arasına alınıp, üzerine ağırlık konularak 3-4 saat bekletilmektedir. Sonra, dilimlenerek madeni, delikli kovalara konulmakta ve 65-75 °C sıcaklığında olan kazandaki temiz suların içine oturtulmaktadır. Arada hamur dışarı çekilip uzatılıp tekrar içeriye atılmaktadır. Daha sonra hamurlar kesilerek kalıplara yerleştirilmektedir. Kalıplara yerleştirilen peynirler birkaç saat süreyle alt üst edilmektedir. Sonra, üzerlerine 20-25 g tuz serpilerek 1 gün bekletilmektedir. Alt ve üstleri tuzlanarak üst üste dizildikten sonra da, 2-3 gün dinlendirilmektedirler. Tuzlama işlemi tamamlanan peynirler, önceden kazanda kaynatılmış peynir suyu içinde sert fırçalarla ovularak yıkanmaktadır. Sonra, süzülen peynirler, tahtadan yapılmış, sinek ve böceklerin girmesini önlemek için ince telle çevrilmiş kurutma kafeslerine alınarak 1 hafta kadar bekletilmektedir.

- **Köy Peyniri** : Salamura beyaz peynire benzemektedir. Ancak, daha yağsız, daha az tuzlu ve yumuşak bir peynirdir. Pıhtısı kalıplarda değil, tezgahta cendere bezlerinin içinde süzülmeştir. Kenarları kırık dikdörtgen şeklinde kesilerek, tuzlanmaktadır. Salamurada 1 yıl kadar dayanmaktadır.
- **Kuşbaşı Peyniri** : İnek, koyun veya keçi sütlerinden yapılan peynirlerden arta kalan serumlardan yapılmaktadır. Peyniraltı suyu geniş bir kazanda toplandıktan sonra istenilen asitliğe getirmek için 10 dakika ısıtılmaktadır. Yüzeyde toplanan beyaz katı kısmın içerisine 30 g kadar tuz eklenerek, torbalara konulmaktadır. Soğuk depoda 2 gün bekletildikten sonra torbadan çıkartılarak tenekelere basılmaktadır. Üzerlerine salamura suları eklenmektedir. Rutubetsiz, serin depolarda saklanmaktadır. Olgunlaşan peynirler 3 ay içerisinde tüketilmektedir.
- **Künefelik Beyaz Peynir** : Künefe tatlısının yapımında kullanılan bu peynirin yapımı beyaz peynir yapımı ile aynıdır. Sadece bu peynirin yapımında tuzlama işlemi yapılmamakta ve ayrıca peynir üzerine herhangi bir ağırlık konmamaktadır. Böylece, künefelik peynirin içinde diğer peynir türlerine göre daha fazla su kalmaktadır. Uzun ömürlü bir peynir olmadığından üretim kısa aralıklarla yapılmaktadır.



- **Lavaş Peyniri** : Sünme peyniri ile aynı kategoride olup, yapım teknikleri aynı, sadece şekilleri farklılık göstermektedir.
- **Misket Peyniri** : Kuşbaşı peyniri ile aynı kategoride olup, yapım teknikleri aynı, sadece şekilleri farklılık göstermektedir.
- **Örgü Peyniri** : Ham peynir dilimlere bölünerek 70-75 °C'de tuzlu suda 5 dakika haşlanmaktadır. Sonra sicim kalınlığında uzatılarak saç örgüsü gibi örülmektedir. Teneke ya da plastik bidonlarda salamuraya konarak olgunlaşması sağlanmaktadır.
- **Parmak Peyniri** : Kuşbaşı peyniri ile aynı kategoride olup, yapım teknikleri aynı, sadece şekilleri farklılık göstermektedir.
- **Sünme Peyniri** : Beyaz renkli, kendine özgü aroması olan, kalın ip veya halat şeklinde, yağlı, az tuzlu bir peynirdir. Sağıldıktan sonra ısıtılıp 35 °C'ye kadar soğutulan süte maya karıştırıldıktan sonra 2-3 saat pıhtılaşması için beklenilmektedir. Sonra Amerikan bezinden yapılmış torbanın içine konularak suyunun süzülmesi için baskı uygulanmaktadır. Torbanın içinde kalıplaşan peynir kesilip, sıcak odalara alınarak 2 saat ekşimesi için bekletilmektedir. Daha sonra, kaynar haldeki peyniraltı suyuna atılarak eritilmektedir. Eriyen peynirler alınıp elle sündürülerek şekil verilmektedir. Peynir yumakları kaya tuzu ile hazırlanmış salamura içinde 1 saat bekletildikten sonra tüketime sunulmaktadır.
- **Sürk (Baharathı Çökelek) Peyniri** : Yayık altı ayranı kaynatıldıktan sonra elde edilen lor peynirine kırmızı pul biber, kekik, karabiber, yenibahar, kimyon ve tuz eklenerek hamur haline gelinceye kadar yoğrulmaktadır. Bu hamura portakal büyüklüğünde yuvarlak şekiller verilmektedir. 5-6 kat pamuklu bez üzerine konularak açık havada 1-2 gün bekletilmektedir. Daha sonra topaklar bir leğen içerisinde yoğrularak tekrar hamur haline getirilmektedir. Naylon bir kılıfa sarılarak taze tüketilmek üzere satışa sunulmaktadır. Taze tüketilmeyecekse bu

kalıpların üstü tülbentle örtülerek gölge ve serin bir yerde 15 gün kurutulmaktadır. Peynirin rengi kahverengileşmektedir. Kuruyan sürkler bir kavanoza doldurularak buzdolabında saklanmaktadır.

- **Yaprak Peyniri** : Sünme peynir ile aynı işlemler uygulanmaktadır. Sıcak suya atılan peynir kitesinden alınan parçalar avuç içinde yassı ince bir forma getirilmekte ve salamura suyunda bekletilmektedir.

### **1.10. Ultraviole / Görünür Bölge (UV / VIS) Absorpsiyon Spektroskopisi ile İlgili Genel Bilgiler**

Moleküler UV / VIS absorpsiyon spektroskopisi, inorganik, organik ve biyokimyasal türlerin kantitatif analizinde kullanılmaktadır. UV / VIS ışınlarının moleküller tarafından absorpsiyonu, bir veya daha çok sayıda elektronik absorpsiyon bandı şeklinde olmakta ve bu bantlar, pek çok sayıda yakın dalgaboylu çizgilerden oluşmaktadır. Her çizgi, bir elektronun temel halden uyarılmış elektronik hallerden birine geçmesi sonucu oluşmaktadır. Bu elektronik geçişle birlikte, titreşim ve dönme enerji düzeyleri arasında da geçişler olduğu için absorpsiyon bantları gözlenmektedir.

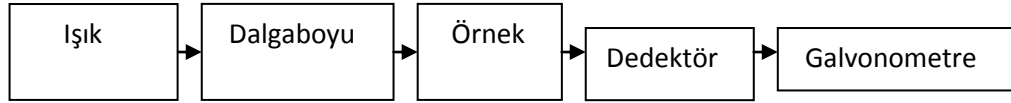
Herhangi bir molekülde, belli bir dalgaboyu aralığındaki ışığın absorpsiyonundan sorumlu olan fonksiyonel gruba “kromofor grup”, ışığı absorplamadığı halde kromofor grupların absorpladığı ışığın dalgaboyunu daha büyük değerlere kaydıran ve absorpsiyon katsayısını arttıran gruplara ise, “okzokrom grup” adı verilmektedir.

Moleküllerde, aralarında elektronik geçişlerin olduğu molekül orbitallerinin enerjileri birçok faktör tarafından etkilenebilmektedir. Bunlar, çözücü ve substitüentlerin etkisi ile konjugasyon etkisi olarak sıralanmaktadır. Bileşiklerin, çözeltilerinin ışığı absorplama özelliği incelenirken, kullanılan çözücünün absorpsiyonunun göz önünde tutulması gerekmektedir. Her bir çözücü için, belli bir dalgaboyu sınırının altında, maddelerin absorpsiyon bantları incelenememektedir. Çünkü bu sınırdan sonra çözücü ışığı absorplamaktadır. Bunun sonucunda da absorpsiyon bandı daha uzun dalgaboylarına kaymaktadır. Bu sonucu doğuran diğer bir etken ise konjugasyon etkisidir.

Çözeltide bir elektron verici ve bir elektron alıcı molekül beraber bulunuyorsa, böyle bir sistemin ışığı absorplaması sonucu elektron, vericiden alıcıya aktarılmakta, yani bir fotoredoks olayı gerçekleşmektedir. Bu tür absorpsiyon bandına “yük transferi bandı” adı verilmektedir. Pek çok inorganik ve organik kompleks, yük transferi bandında absorpsiyon gösterdikleri için, “yük transferi kompleksleri” adını almaktadır. Bu tür komplekslerde, metal iyonu genellikle elektron alıcı konumundadır (Yıldız ve ark., 1997).

### 1.10.1 UV / VIS Absorpsiyon Spektrofotometreleri

Maddenin ışığı absorblamasını incelemek için kullanılan düzeneğe absorpsiyon spektrometresi veya absorpsiyon spektrofotometresi adı verilmektedir. Bir spektrofotometre düzeneği Şekil 1.1’de görüldüğü gibi başlıca ışık kaynağı, dalgaboyu seçicisi ve dedektörden oluşmaktadır.



Şekil 1.1. Bir spektrofotometrenin temel bileşenleri

Bu ana bileşenlere ek olarak spektrofotometrelerde ışığı toplamak, odaklamak, yansıtacak, iki demete bölmek ve örnek üzerine belli bir şiddette göndermek amacıyla mercekler, aynalar, ışık bölücüler ve giriş-çıkış aralıkları bulunmaktadır. Örnek ise, kullanılan dalgaboyu bölgesinde ışığı geçiren maddeden yapılmış örnek kaplarına konularak ışık yoluna yerleştirilmektedir.

#### 1.10.1.1. Işık Kaynakları

Ultraviyole bölgede en çok kullanılan lambalar, hidrojen veya döteryum elektriksel boşalım lambalarıdır. Düşük basınçta (5 mmHg) H<sub>2</sub> veya D<sub>2</sub> gazı içeren bu lambalarda 40 voltluk doğru akım uygulanarak elektriksel boşalım elde edilmektedir. Bu lambalar, 180 nm ile 380 nm arasında ışık yaymaktadırlar. Daha pahalı ve daha uzun

ömürlü olan D<sub>2</sub> lambasının yaydığı ışığın şiddeti, H<sub>2</sub> lambasına göre çok daha fazladır. UV / VIS bölgenin tümünde (150 nm – 700 nm) kullanılabilecek bir başka şiddetli ve sürekli ışık kaynağı, Xe ark lambasıdır. Bundan başka civa buhar lambası da her iki bölgede ışımaya yapabilen bir ışık kaynağıdır.

Kuartz 200 – 320 nm arasındaki ultraviyole ışığı geçirdiğinden, bu bölgedeki ışıkla çalışabilmek için, lambaların pencereleri, mercekler, örnek kaplarının duvarları ve dedektörün giriş penceresi kuartzdan yapılmaktadır. 320 – 700 nm arasındaki bölgede ise, bu kısımların camdan yapılmış olması yeterlidir.

### **1.10.1.2. Dedektörler**

Maddenin ışığı absorplayıp absorblamadığını anlamak için, ışık kaynağından gelen ışığın şiddetinin ölçülmesi amacıyla spektrofotometrelerde kullanılan bileşene dedektör adı verilmektedir. Bir dedektörün ışığa duyarlı olması, ışık şiddeti ile doğru orantılı bir sinyal üretmesi, üzerine düşen ışığa cevap vermesi, yani sinyal üretme süresinin kısa olması, kararlı olması ve üretilen elektriksel sinyalin yardımcı devrelerle çoğaltılabilmesi istenmektedir. Ultraviyole ve görünür bölgede kullanılabilen üç tür dedektör bulunmaktadır.

#### **Fotovoltaik Dedektörler**

Fotovoltaik dedektörlerde ışık, Se veya Si gibi bir yarıiletken madde tarafından absorplandığında, iletkenlik bandına geçen elektronlar nedeniyle, bu yarıiletkenle temasta olan bir metal filmi (Ag) arasında bir gerilim farkı oluşmaktadır. PbS, CdSe ve CdS gibi yarıiletken maddelerle ise fotoiletken dedektörler yapılmaktadır. Bu tür dedektörlerde, ışık absorpsiyonu ile iletkenlik bandına çıkarılan elektronlar, ışık şiddeti ile orantılı bir elektrik akımı oluşturmaktadır.

## **Fototüp Dedektörleri**

Fototüp dedektörlerinde, alkali metal oksit filmlerden yapılmış fotokatotlar üzerine düşen fotonlar bu yüzden elektron koparmakta ve elektronlar bir anotta toplanarak elektrik akımına çevrilmektedir.

## **Fotoçoğaltıcı Tüp Dedektörleri**

Bu tip dedektörlerde ise, fotokatot yüzeyinden foton çarpması ile fırlatılan elektronlar dinot denilen yüzeylere doğru, elektriksel alanda hızlandırılmakta ve dinoda çarpan her bir elektron, dinot yüzeyinden 3-5 elektron daha koparmaktadır. Böylece sayıları giderek artan elektronlar en sonunda bir anotta toplanarak elektrik akımına çevrilmektedir.

Bir absorpsiyon spektrumundaki değişmelerin sadece incelenen örneğin özelliği olduğundan emin olabilmek için, absorbans ölçümünün yapıldığı her dalgaboyunda kaynaktan yayılan ışığın eşit şiddette ve dedektörün duyarlılığının her dalgaboyunda aynı olması istenmektedir. Bu yüzden kaynağın şiddetinin az olduğu ve dedektörün duyarlılığının düşük olduğu dalgaboylarında ışığın geçtiği aralık geniş tutulmakta ve daha şiddetli ışık elde edilmektedir. Ancak bu durumda, ışığın bant genişliği büyük olduğu için monokromatiklikten sapmalar olmaktadır.

### **1.10.1.3. Monokromatörler (Dalgaboyu Seçicileri)**

Absorbansın ölçülmesi sırasında, ışık kaynağından gelen polikromatik ışıktan tek bir dalgaboyunda ışık seçilerek örneğe gönderilmektedir. Polikromatik ışıktan monokromatik ışık elde edilmesini gerçekleştiren düzeneğe monokromatör adı verilmektedir. Monokromatör olarak prizmalar veya optik ağ adını alan parçalar kullanılmaktadır.

Prizmalarda dalgaboyunun seçilmesi, farklı dalgaboylarındaki ışığın prizmaya girişte ve çıkışta farklı miktarlarda kırılması ilkesine dayanmaktadır. Prizma ışık kaynağına doğru döndürülerek çeşitli dalgaboyu değerlerine sahip ışığın bir aralıktan geçerek madde ile etkileşmesi sağlanmaktadır.

Prizmanın yapıldığı maddenin kırılma indisi, içinden geçen ışığın dalgaboyuna bağlı olduğundan prizmayı terk eden ışığın yüzeyle yaptığı açı da dalgaboyunun bir fonksiyonunu oluşturmaktadır.

## **1.10.2. Spektrofotometre Çeşitleri**

### **1.10.2.1. Tek Işık Yollu Spektrofotometreler**

En basit bir spektrofotometrede kaynaktan çıkan ışık, bir mercek ile toplanarak monokromatöre gönderilmekte ve dalgaboyu seçiminden sonra bir aralıktan geçirilerek örnek üzerine düşürülmektedir. Örneğin ışığı absorblama miktarı uygun bir dedektörle ölçülmektedir. Bu sinyal elektronik olarak çoğaltılmakta ve bir galvonometrede okunmaktadır. Bu bileşenlerin tümünün aynı ışık yoluna yerleştirildiği böyle bir spektrofotometreye, tek ışık yollu spektrofotometre adı verilmektedir.

Bu aletin başlıca üç ayar düğmesi bulunmaktadır. Bunlardan biri, alette kullanılan optik ağ veya prizmayı mekanik olarak döndürmeyi sağlayan düğmedir. Işık yolu tamamen kapatılarak galvonometre “sıfır” geçirgenlik ayarını yapmak için ikinci bir düğme kullanılmaktadır. Bir üçüncü düğmeyle de ışığın geçtiği aralığın eni değiştirilmektedir. Ölçümün yapılacağı dalgaboyu birinci düğme ile ayarlandıktan sonra ışık yolu kapatılarak ikinci düğme ile “sıfır” ayarı yapılmaktadır. Daha sonra üçüncü düğme ile ışığın geçtiği aralığın eni değiştirilerek ve örnek kabında sadece çözücü kullanılarak galvonometre 100 değerine getirilmektedir. Bu işlemlerin, yani “sıfır” ve “yüz” ayarlarının, her dalga boyunda yeniden yapılması gerekmektedir. Ancak bu iki ayarlamadan sonra içinde örneğin bulunduğu çözelti ile geçirgenlik ölçülürse, örneğe ait absorpsiyon spektrumu, ışık kaynağındaki şiddet değişmesinden ve dedektördeki duyarlık farklarından bağımsız olarak ortaya çıkmaktadır.

### **1.10.2.2. Çift Işık Yollu Spektrofotometreler**

Her dalgaboyunda “sıfır” ve özellikle “yüz” ayarlarının yapılması oldukça zaman alıcı bir işlemdir. Spektrofotometrede, monokromatörden çıkan ışığın eşit şiddette iki demete bölünerek birinin örneğe, diğerinin ise sadece çözücünün bulunduğu kaba

gönderilmesi ile bu işleme gerek kalmamaktadır. Böylece örnekteki geçirgenlik değeri sürekli olarak çözücününki ile karşılaştırılmış olmaktadır. İkiye ayrılan ışık, iki ayrı dedektörle algılanmakta ve dedektörlerde oluşan sinyallerin oranı ölçülmektedir. Bu tür aletlere çift ışık yollu spektrofotometreler denmektedir. Burada iki dedektörün tam uyumlu olması, yani eşit şiddetteki ışık ile aynı sinyali oluşturması gerekmektedir.

Çift ışık yollu spektrofotometrelerde, tek dedektör kullanılarak da ölçüm yapmak mümkündür. Bunun için örnekten ve çözücüden geçen ışık demetleri dedektör üzerine, dedektör önüne yerleştirilmiş dönen bir ışık bölücü yardımıyla ve ardı ardına gönderilmektedir. Gelen bu ışık demetlerinin oluşturdukları sinyal ise, alternatif yani periyodik türden olmaktadır. Işık bölücünün frekansına ayarlı bir elektronik çoğaltıcı yardımı ile bu alternatif sinyal kaydedilmektedir. Her iki ışık yolundan birbiri peşine gelen ışığın şiddetleri eşit ise, dedektörde herhangi bir sinyal oluşmamaktadır. Örnek bölmesinden geçen ışığın, absorpsiyon nedeniyle azalması durumunda ise, dedektöre gelen sinyal alternatif sinyal olarak algılanmaktadır. Çift ışık yollu aletlerde, ışık kaynağının şiddetindeki değişmelerden doğan hatalar ortadan kalkmaktadır.

### 1.10.3. Işık Absorpsiyonunun Nicel Yorumu

Absorplanan fotonların sayısı, ortamdaki absorpsiyon yapan türlerin sayısı ile doğru orantılıdır. Monokromatik ve  $I_0$  şiddetinde ışığa,  $b$  uzunluğunda ve  $n$  sayıda absorpsiyon yapabilen tanecik içeren bir ortamda geçtikten sonra, ortamı  $I$  şiddetinde terk etmektedir.

Kabın çeperlerinde ortaya çıkan yansımalar ve çözeltide asılı halde bulunabilecek taneciklerin neden olduğu saçılma gibi etkileşimler sonucu ortaya çıkan şiddet azalmaları dikkate alınmazsa,  $I_0 \rightarrow I$  şiddet azalmasının nedeni, sadece ortamdaki türlerin ışığı absorplamasından kaynaklanmaktadır.

$$\log I_0/I = \varepsilon bC \quad (1-17)$$

Beer-Lambert yasası adı verilen bu eşitlikte  $\log I_0/I$  absorbans adını almakta ve  $A$  ile gösterilmektedir.

$$A = \log I_0/I = \varepsilon bC \quad (1-18)$$

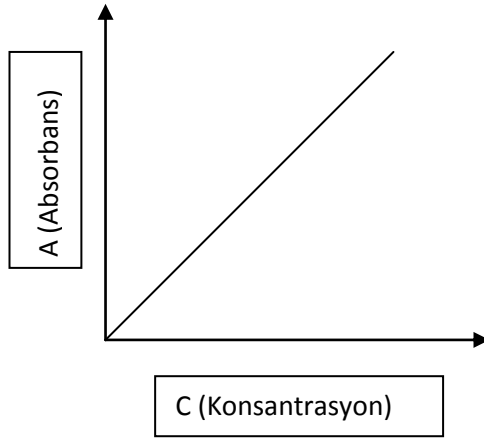
$A$  ile  $C$  arasındaki bu sabit doğrusal ilişkidir analitik uygulamalarda yararlanılmaktadır. Eşitlikte derişim  $C$  mol  $L^{-1}$ , örnek kabının kalınlığı  $b$  ise cm birimindedir.  $\epsilon$ , molar sönüm veya molar absorpsiyon katsayısı yada molar absorbtivite olup, birimi  $L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ 'dir.  $A$  ise absorbans adını almaktadır.  $A$ 'ya optik yoğunluk veya sönüm adları da verilmektedir.

Beer-Lambert eşitliğinin geçerli olması için uygulanan ışığın gerçekten monokromatik yani tek dalgaboyu değerinde olması, absorpsiyon olayının örneğin her yerinde eşit miktarda olması yani, örneğin homojen olması, ayrıca birden fazla ışığı absorblaması halinde, her bir bileşenin, diğerlerinin absorpsiyonunu etkilememesi gerekmektedir. Bu koşulların sağlanması halinde,  $A$  ile  $C$  arasındaki ilişki doğrusaldır. Genellikle  $C$  değerinin küçük olduğu durumlarda bu doğrusallık sağlanmaktadır. Daha derişik çözeltilerde, tanecikler arasındaki etkileşimler önem kazanmakta ve bu etkileşimler  $A$  ile  $C$  arasındaki doğrusallık ilişkisinin bozulmasına neden olmaktadır.

#### 1.10.4. UV / VIS Absorpsiyon Spektroskopisi ile Analitik Uygulamalar

UV / VIS absorpsiyon spektroskopisi ile nitel analiz pek yapılmamaktadır. Fakat bu yöntem, nicel analiz için çok uygundur. Bir maddenin nicel analizinin yapılacağı dalgaboyu ve kullanılacak çözücüü kararlaştırmak için, örneğin absorpsiyon spektrumunu bilmek gerekmektedir. Spektrum incelenerek Beer-Lambert eşitliğine uyulan ve maksimum absorbans veren bir dalgaboyu seçilmektedir. Çözeltide analizi yapılacak türden başka türler de bulunuyorsa, bunların ışığı absorblamadığı dalgaboylarının seçilmesine özen gösterilmektedir. Çözücünün ve çözeltide bulunan başka türlerin ışığı absorblamadığı, Beer-Lambert eşitliğine uyulduğu ve nicel analizin en duyarlı bir biçimde yapılabileceği dalgaboyu değeri saptandıktan sonra, analizi yapılacak maddeyi içeren ve derişimleri bilinen bir dizi standart çözelti ile bu dalgaboyunda  $A$  değerleri ölçülmektedir.  $A$  değerleri, standart çözeltilerin bilinen derişimlerine karşı grafiğe geçirilmektedir. Bu doğruya "kalibrasyon doğrusu" veya "çalışma doğrusu" adı verilmektedir (Şekil 1.2). Nicel analiz kalibrasyon doğrusunun doğrusal olduğu bölgede yapılmaktadır. Konsantrasyonu bilinmeyen örneğin  $A$  değeri ölçülmekte ve kalibrasyon doğrusunda bu değere karşılık gelen konsantrasyon saptanmaktadır.





Şekil 1.2. Kalibrasyon doğrusu

Molar absorpsiyon katsayısının değerinin bilindiği durumlarda, Beer-Lambert eşitliğinin nicel analizde doğrudan kullanılması da mümkündür. Kalibrasyon doğrusunu kullanırken molar absorpsiyon katsayısının önceden bilinmesine gerek yoktur. İstendiğinde bu katsayı doğruların eğiminden hesaplanabilmektedir (Yıldız ve ark., 1997).

### 1.11. İyon Değiştirici Reçineler

İyon değiştirici reçineler, matriks ve fonksiyonel gruplar olmak üzere, başlıca iki kısımdan ibarettir. Yalnızca bir tip fonksiyonel grup içerenlere mono fonksiyonel, birden fazla içerenlere ise poli fonksiyonel reçine adı verilir. Analitik kimyada, özellikle ayırma işlemlerinde mono fonksiyonel reçineler tercih edilmektedir. İyon değiştirici reçineler, fonksiyonel gruplarının cinsine bağlı olarak sınıflandırılmaktadır.

- **Katyon değiştiriciler:**  $-\text{SO}_3\text{H}$ ,  $-\text{COOH}$  gibi asidik fonksiyonel grup içerirler.
- **Anyon değiştiriciler:**  $-\text{N}^+\text{R}_3\text{OH}^-$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $=\text{NH}$ ,  $\equiv\text{N}$  gibi bazik fonksiyonel grup içerirler.
- **Amfoterik değiştiriciler:** Asidik ve bazik fonksiyonel grup içerirler.
- **Şelat yapıcı reçineler:**  $-\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$  gibi şelat yapıcı fonksiyonel gruplar içerirler. İyon değiştirici reçineler, fonksiyonel gruplarının dissosiasyon

kabiliyetine bağı olarak zayıf, orta, kuvvetli asidik veya bazik reçineler olarak sınıflandırılırlar.

**Kuvvetli asidik katyon değiştiriciler:**  $-SO_3H$  içeren, stiren - DVB reçineler ve  $SO_3H$  ve fenolik OH içeren fenolik polikondanse reçineler olmak üzere başlıca iki tipi vardır. Stiren-DVB reçineleri mono fonksiyoneldir.  $-SO_3H$  grubu benzene ya direkt olarak ya da bir metilen köprüsü ile bağlanır. Benzene direkt olarak bağı olan sülfonik asit grubunun dissosiasyonu  $-CH_2SO_3H$  grubundakine kıyasla daha kolaydır. Reçinenin kimyasal reaksiyonları sülfürik asidinkine benzer. Değişim kapasitesi çözeltinin pH' ına bağı değildir. Asidik, nötral veya alkali çözeltilerde kullanılabilir. Sülfonik asit grubunun seçiciliği, değiştirilen elementin atom numarası, değerliği ve iyonizasyon derecesi ile artar.

**Orta asidik katyon değiştiriciler:**  $-PO(OH)_2$  veya  $-OPO(OH)_2$  gruplarını içerirler. Bu reçinelerin kimyasal özellikleri  $H_3PO_4$ 'e benzer. Değişim kapasitesi dış çözeltinin pH'ına bağıdır. Fonksiyonel grupların seçicilikleri, çözeltinin pH'ına ve absorblanan iyonun tipine bağıdır.

**Zayıf asidik katyon değiştiriciler:** DVB ile metakrilik veya akrilik asidin kopolimerizasyonu ile hazırlanan mono fonksiyonel reçineler ( $-COOH$  grubu) veya rezorsiklik asidin fenolik polikondansasyonu ile oluşan reçineler ( $-COOH$  ve  $-OH$  grubu) olmak üzere başlıca 2 tipi vardır. İyonizasyon derecesi asetik asidinkine benzer. Değişim kapasitesi dış çözeltinin pH'ına bağıdır.  $H^+$  iyonlarına karşı yüksek seçicilik gösterir.

**Kuvvetli bazik anyon değiştiriciler:** Stiren - DVB kopolimerleridir. Fonksiyonel gruplar  $-N^+(CH_3)_3Cl^-$  (1. tip) veya  $-N^+(CH_3)_2C_2H_4OHCl^-$  (2. tip)'dir. Fonksiyonel grupların iyonizasyon derecesi alkali metal hidroksitlerinkine benzer. 1.tip reçinenin bazikliği 2. tipten daha yüksektir. Değişim kapasitesi çözeltinin pH' ına bağı değildir. Kuvvetli asitlere, bazlara ve oksitleyici maddelere karşı dirençlidirler.

**Orta bazik anyon değiştiriciler:** Bu reçinelerin kimyasal özellikleri kuvvetli ve zayıf bazik anyon değiştiricilerin arasındadır. Reçine zayıf ve kuvvetli bazik fonksiyonel gruplar içerir.

**Zayıf bazik anyon değiştirici reçineler:** Bu tip reğinelerde, stiren-DVB, poliaminepiklorhidrin ve fenolformaldehit iskeletleri kullanılmaktadır.  $-NH_2$ ,  $-NHR$ ,  $-NR_2$  gibi fonksiyonel gruplar içerirler. Değişim kapasitesi çözeltilerin pH'ına ve absorblanan iyonun değerliğine bağlıdır. Asit ve bazların seyreltik çözeltilerinde kararlılırlar. Bu reçinelerin amin grupları çeşitli iyonlarla kuvvetli kompleksler oluşturur (Korkisch, 1989).

### 1.12. İyon Değişimi İşlemleriyle İlgili Genel Bilgiler

Bir iyon değiştirici reğinede, matrikse kimyasal olarak bağlanan iyonlar sabit iyonlar, zıt yüklü iyonlar da karşı veya değiştirilebilir iyonlar olarak isimlendirilir. Çözünmeyen matriks anorganik veya organik yapıda olabilir. Değiştirilebilir iyonlar, matriks içerisinde ya diffiizyon ya da elektriksel alanın etkisiyle hareket ederler ve dış çözeltideki aynı yüklü iyonlarla yer değiştirirler. İyon değiştirici reçineler, (-) yüklü sabit iyonlara sahip katyon değiştiriciler ve (+) yüklü sabit iyonlara sahip anyon değiştiriciler olmak üzere başlıca iki gruba ayrılırlar.

Bir anyon değiştirici üzerinde, iyon değişimi işlemi aşağıdaki Şekilde açıklanabilir. Anyon değiştirici reçine  $M^+E^-$  ile, değiştirilebilir iyonlar  $E^-$  ile ve (+) yüklü sabit iyonları içeren matriks ise  $M^+$  ile gösterilecek olursa,  $A^-$  anyonunu içeren bir çözelti ile reçine temas ettiği zaman, aşağıda gösterildiği gibi hareketli  $E^-$  ve  $A^-$  iyonları arasında bir denge kurulur.



İyon değişimi işlemi sırasında çözeltilerin elektronötralitesi korunacağı için, değişim stokiyometrik olarak gerçekleşir.  $A^{x-}$ 'in y molü ile  $E^{y-}$ 'nin x molü yer değiştirirse;



Şeklinde gösterilebilir. Burada m hareketli fazı, r ise sabit reçine fazını göstermektedir. Bir katyon değiştirici üzerindeki iyon değişimi işlemi de benzer Şekilde gösterilebilir.



İyon değiştiricilerin önemli bir özelliği, çeşitli iyonlar arasında farklılandırma yeteneğine yani adsorpsiyonda bir iyonu diğerine tercih etme yeteneğine sahip olmalarıdır. Genel olarak, bir iyon değiştiricinin bir iyon için ilgisi onun yükü ile artar. Aynı değerlikli iyonlar için ilgi artan atom ağırlığı ile veya hidratize olmayan iyonun hacminin artması ile veya hidratize iyonun çapı ile artar (Haddad ve Jackson, 1990).

### **1.13. İyon Değiştirici Reçinelerin Kullanıldığı Kromatografik Uygulamalar**

İyon kromatografisinin çekici yönlerinden biri iletkenlik ölçümlerinin elüsyon ile ayrılan türlerin tanınma ve konsantrasyonlarının tayininde hemen hemen bütün iyonlara uygulanabilen genel bir metot olmasıdır. Bu teknik, organik ve inorganik iyonların kantitatif tayininde günümüzde de çok önemli bir yere sahiptir. Günümüzde iyon değiştirici dolgu maddelerine dayanan 2 tip kromatografi kullanılmaktadır. Bastırıcı esaslı ve tek kolonlu iyon kromatografisi. Bu iki teknik elüsyonda kullanılan elektrolitin iletkenliğinin, analitin iletkenliğinin ölçümüne bozucu etki yapmasını önlemek için kullanılan metotlar yönünden farklıdır.

#### **1.13.1. Bastırıcı Esaslı İyon Kromatografisi**

İletkenlik dedektörlerinin duyarlılıkları çok yüksek olabilmektedir. Bütün yüklü türlere ve konsantrasyon değişmelerine uygun cevap verebilmektedirler. Ayrıca bu dedektörlerin kullanımı basit, imalatı ve bakımı ucuz olup, çok küçük boyutta üretilebilmekte ve uzun süre dayanmaktadırlar. Yüksek elektrolit konsantrasyonu kullanılınca hareketli fazın iletkenliği analit iyonlarının iletkenliğini örtecek kadar yüksek olacağından dedektörün duyarlılığı büyük ölçüde azalmaktaydı. Bu problem, iyon değiştirici kolonunun çıkışına bir elüent bastırıcı kolon takılarak giderilmiştir. Bastırıcı kolon, elüsyon çözeltilisindeki iyonları moleküler türlere etkin bir şekilde dönüştüren bir iyon değiştirici reçine ile doldurulmaktadır. Böylelikle elüsyon çözeltilisindeki iyonların analit iyonlarının iletkenliğine etkisi giderilmiş olmaktadır.

#### **1.13.2. Tek Kolonlu İyon Kromatografisi**

Son zamanlarda, bastırıcı kolonların kullanılmadığı iyon kromatografisi cihazları piyasaya çıkmıştır. Bu teknik, elüsyon çözeltilisindeki iyonlarla numunedeki iyonların

iletkenlikleri arasındaki küçük farklara dayanmaktadır. Bu farkı arttırmak için seyreltik elüsyon çözeltileri ile elüsyonun yapılmasına imkan sağlayan düşük kapasiteli iyon değiştiriciler kullanılmaktadır. Ayrıca düşük eşdeğer iletkenliğe sahip elüsyon çözeltileri de kullanılmaktadır. Tek kolonlu iyon kromatografisinin üstünlüğü, özel bir bastırıcı sistemine ihtiyaç göstermemesidir (Skoog ve ark., 1999).

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Servi (1993), Elazığ ve çevresinde tüketime sunulan 369 adet et (sucuk, salam, sosis, pastırma, karaciğer, dalak, kıyma) ve süt (şavak peyniri, tulum peyniri, kaşar peyniri, çökelek, yoğurt, süt) ürününde bulunan nitrat ve nitrit düzeylerini incelemiştir. Et ürünlerinde 3.24 – 166.77 ppm arasında nitrat ve 2-230 ppm arasında nitrit, süt ürünlerinde de 3.84 – 57.9 ppm arasında nitrat ve 2-22 ppm arasında nitrit belirlemiştir. Sonuç olarak Elazığ yöresinde tüketilen et ve süt ürünlerinin sağlık açısından tehlike oluşturabileceğini ifade etmiştir.

Özer (1995), Adana'da tüketime sunulan sucuk, salam ve sosis örneklerinin içerdiği nitrat ve nitrit miktarlarını belirlemiştir. Sucuk örneklerinde 89.44 – 538.05 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrat ve 1.40 – 170.62 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrit, salam örneklerinde 32.54 – 312.77 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrat ve 2.29 – 156.94 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrit, sosis örneklerinde de 67.99 – 284.97 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrat ve 2.11 – 204.22 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrit bulunduğunu belirlemiştir. Örneklerdeki nitrat ve nitrit seviyelerinin gıda maddeleri tüzüğüne göre eklenmesine izin verilen seviyelerde olduğunu ileri sürmüştür.

Soyutemiz ve Özenir (1996), Bursa'da tüketilen sucuk, salam, sosis ve pastırmalardaki kalıntı nitrat ve nitrit miktarlarını incelemiştir. Et ürünlerindeki ortalama nitrat ve nitrit miktarlarını sırasıyla sucuklarda 89.58 ppm ve 4.94 ppm, salamlarda 64.76 ppm ve 60.32 ppm, sosislerde 70.84 ppm ve 51.05 ppm, pastırmalarda 80.02 ppm ve 15.95 ppm olarak belirlemiştir. Sucukların % 28'inde, salamların % 60'ında, sosislerin % 66.6'sında, pastırmaların % 26.6'sında bulunan nitrat ve nitrit miktarlarının 100 ppm'lik sınırın üzerinde bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Kyriakidis ve ark. (1997), Yunanistan'da koyun sütünden üretilen 140 adet peynir örneğinin nitrat ve nitrit içeriklerini spektrofotometrik yöntemle belirlemiştir. Peynir örneklerinde 0.7 – 13.1 ppm arasında nitrat ve 0.2 – 1.7 ppm arasında nitrit bulunduğunu saptamışlardır. Tüm örneklerdeki nitrat ve nitrit seviyelerinin yasal sınırlar içinde olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Yıldırım (1999), İzmir ili ve civarında satışa sunulan 40 adet beyaz peynir örneklerinin nitrat ve nitrit içeriklerini araştırmıştır. Peynir örneklerinin 20 tanesini ilkbaharda, 20 tanesini de yazın temin etmiştir. İlkbaharda alınan peynir örneklerinde 15.539 – 38.849 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrat, 0.576 – 1.918 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrit, yazın alınan peynir örneklerinde ise, 16.316 – 40.532 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrat ve 0.576 – 2.686

mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrit bulunduğunu saptamıştır. Yazın alınan örneklerde nitrat ve nitrit miktarlarının, ilkbaharda alınan örneklere kıyasla daha yüksek olduğunu, bunun da sıcaklığın artmasıyla bozulmaları önlemek amacıyla daha fazla nitrat ve nitrit kullanılmasından kaynaklanabileceğini ifade etmiştir.

Kaya (2000), Ankara piyasalarında satılan 60 salam ve 60 sosis örneğinde bulunan nitrat ve nitrit miktarlarını incelemiştir. Salam örneklerinde ortalama 106.48 mg kg<sup>-1</sup> nitrat ve 31.57 mg kg<sup>-1</sup> nitrit, sosis örneklerinde de ortalama 107.48 mg kg<sup>-1</sup> nitrat ve 31.14 mg kg<sup>-1</sup> nitrit bulunduğunu saptamıştır. Elde edilen değerlerin Türk Gıda Mevzuatı ve Avrupa Birliği'nin öngördüğü kalıntı miktarlarının altında olduğunu belirtmiştir.

Aygün (2001), Hatay yöresinde tüketilen 52 adet cara (testi) peynirinin nitrat ve nitrit düzeylerini incelemiştir. Peynir örneklerinde 1.9 – 19.4 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrat ve 0.3 – 6.7 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrit bulunduğunu saptamıştır. Sonuç olarak, cara peyniri örneklerindeki ortalama nitrat miktarının Türk Gıda Kodeksi yönetmeliğine göre normal değerlerde olduğunu, ancak ortalama nitrit miktarının insan sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturduğunu ortaya koymuştur.

Gapper ve ark. (2004), Yeni Zelanda'da tüketilen çeşitli süt örneklerinin içerdikleri nitrat ve nitrit miktarlarını iyon değişimi kromatografisi yöntemiyle incelemiştir. Yağsız süt örneklerinin ortalama 7.51 µg g<sup>-1</sup> nitrat ve 1.69 µg g<sup>-1</sup> nitrit, tam yağlı süt örneklerinin ortalama 2.21 µg g<sup>-1</sup> nitrat ve 0.16 µg g<sup>-1</sup> nitrit, kazein ile hidroliz işlemine tabi tutulmuş süt örneklerinin ortalama 31.75 µg g<sup>-1</sup> nitrat ve 27.24 µg g<sup>-1</sup> nitrit, çeşitli vitaminler katılmış bebeklere özel süt örneklerinin ise ortalama 7.18 µg g<sup>-1</sup> nitrat ve 0.13 µg g<sup>-1</sup> nitrit içerdiklerini saptamışlardır.

Topçu ve ark. (2006), 185 peynir örneğindeki nitrat ve nitrit seviyelerini incelemiştir. İnek sütünden yapılan peynirlerde 0.92 – 22.4 mg kg<sup>-1</sup> arasında, koyun sütünden yapılan peynirlerde ise, 0.47 – 23.68 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrat bulunduğunu saptamışlardır. İnceledikleri peynirlerin % 88.11'inde 0.88 – 1.64 mg kg<sup>-1</sup> konsantrasyonları arasında nitrit bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Nitrat ve nitritin en yüksek konsantrasyonlarının koyun sütünden yapılan beyaz peynirlerde saptandığını belirtmişlerdir.

Reis Lima ve ark. (2006), Portekiz'de tüketilen süt ve peynir örneklerinin içerdiği nitrat ve nitrit miktarlarını spektrofotometrik yöntemle araştırmışlardır. Süt

örneklerinde 0.77 – 4.46 mg L<sup>-1</sup> arasında nitrat, peynir örneklerinde ise, 0.23 – 3.23 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrat ve 0.73 – 1.06 mg kg<sup>-1</sup> arasında nitrit bulunduğunu belirlemişlerdir.

Thomson ve ark. (2007), Yeni Zelanda’da tüketilen 100 adet çeşitli et ürünlerinde bulunabilecek nitrat ve nitrit miktarlarını incelemişlerdir. Pastırma örneklerinde ortalama 36.5 mg kg<sup>-1</sup> NaNO<sub>3</sub> ve 15.9 mg kg<sup>-1</sup> NaNO<sub>2</sub>, jambon örneklerinde ortalama 16.6 mg kg<sup>-1</sup> NaNO<sub>3</sub> ve 19.9 mg kg<sup>-1</sup> NaNO<sub>2</sub>, salam örneklerinde ortalama 24.8 mg kg<sup>-1</sup> NaNO<sub>3</sub> ve 7.4 mg kg<sup>-1</sup> NaNO<sub>2</sub>, sucuk örneklerinde ise ortalama 1.8 mg kg<sup>-1</sup> NaNO<sub>3</sub> ve tespit edilemeyecek düzeyde NaNO<sub>2</sub> bulunduğunu ortaya koymuşlardır. 74.8 kg’lık bir kişinin günlük maksimum alabileceği nitrat miktarının 5 mg kg<sup>-1</sup>, nitrit miktarının da 0.1 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu, ancak Yeni Zelanda’da yaşayan bir kişinin yiyeceklerle günde maksimum 33.9 mg kg<sup>-1</sup> nitrat ve 0.33 mg kg<sup>-1</sup> nitrit aldığı ileri sürmüşlerdir. Bu durumun insan sağlığı açısından büyük bir risk oluşturduğunu da belirtmişlerdir.

Er ve ark. (2008), Ankara piyasalarında satışa sunulan 5 farklı firmaya ait 50 adet ve markasız 20 adet olmak üzere toplam 70 adet salamura beyaz peynir örneklerinde bulunan kalıntı nitrat ve nitrit miktarlarını araştırmıştır. Nitrat ve nitrit değerlerinin saptanmasında spektrofotometrik yöntemden yararlanmıştır. Firmalara ait beyaz peynir örneklerinin ortalama nitrat değerlerini 4.434 – 8.792 mg kg<sup>-1</sup> arasında, nitrit değerlerini ise 0.189 – 0.616 mg kg<sup>-1</sup> arasında, markasız peynirlerin ortalama nitrat değerlerini 4.359 – 8.916 mg kg<sup>-1</sup> arasında, nitrit değerlerini de 0.586 – 1.058 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulmuştur. Tüm peynir örnekleri için elde edilen nitrat değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Tebliğinde izin verilen maksimum bulaşan değeri olan 10 mg kg<sup>-1</sup> değerinin altında bulunduğunu ileri sürmüştür.

Merino (2009), süt, kıyılmış et, mama ve su örneklerinin içerdiği nitrat ve nitrit miktarlarını 3 farklı metot ( kadmiyum indirgeme metodu, HPLC metodu ve çinko metodu) ile saptamıştır. Süt örneklerinde ortalama nitrat ve nitrit miktarlarını kadmiyum metodu ile 28.8 ve 22.3, çinko metodu ile 26.7 ve 28.8, HPLC ile de 44.8 ve 25.8 mg kg<sup>-1</sup> olarak, kıyılmış et örneklerinde ortalama nitrat ve nitrit miktarlarını kadmiyum metodu ile 49.8 ve 43.3, çinko metodu ile 47.5 ve 58.1, HPLC ile de 31.8 ve 53.0 mg kg<sup>-1</sup> olarak, mama örneklerinde ortalama nitrat ve nitrit miktarlarını kadmiyum metodu ile 56.0 ve 38.1, çinko metodu ile 37.1 ve 51.4, HPLC ile de 57.8 ve 47.3 mg kg<sup>-1</sup> olarak, su örneklerinde ortalama nitrat ve nitrit miktarlarını kadmiyum metodu ile 32.4



ve 27.2, çinko metodu ile 34.8 ve 34.3, HPLC ile de 35.5 ve 33.5 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlemiştir. Sonuç olarak, yaygınca kullanılan HPLC ve kadmiyum indirgeme metotlarına alternatif olarak çinko metodunun da kullanılabilceğini ifade etmiştir.

Dıraman ve ark. (2009), Trakya bölgesinde üretilen çeşitli süt ürünlerinin nitrat ve nitrit düzeylerini kemometrik yöntemle saptamışlardır. Beyaz peynirlerde ortalama 60.68 mg kg<sup>-1</sup> nitrat ve 0.0835 mg kg<sup>-1</sup> nitrit, kaşarlarda 39.40 mg kg<sup>-1</sup> nitrat ve 0.167 mg kg<sup>-1</sup> nitrit, yoğurtlarda 25.44 mg kg<sup>-1</sup> nitrat ve 0.317 mg kg<sup>-1</sup> nitrit, sütlerde de 10.17 mg kg<sup>-1</sup> nitrat ve 0.084 mg kg<sup>-1</sup> nitrit varlığı belirlemişlerdir. Beyaz peynir örneklerinin % 11.11'inin nitrat, % 51.85'inin nitrit, kaşarların % 21.05'inin nitrat ve % 31.58'inin nitrit, yoğurtların % 18.75'inin nitrat ve % 6.25'inin nitrit ve süt örneklerinin % 25'inin nitrat ve tamamının nitrit içermediğini ortaya koymuşlardır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Deneysel çalışmalar sırasında aşağıdaki kimyasal maddeler kullanılmıştır. Kimyasal maddeler kullanılmadan önce herhangi bir saflaştırma işleminden geçirilmemiştir. Kimyasal maddelerin adı, formülü, alındıkları firma ve katalog numaraları aşağıda verilmiştir.

<u>Kimyasal madde adı ve formülü</u>	<u>Firma adı ve katalog numarası</u>
Çinko sülfat hepta hidrat ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ )	Merck 108883
Sodyum hidroksit (NaOH)	Merck 106462
Asetik asit ( $CH_3COOH$ )	Merck 100056
Kadmiyum sülfat hidrat ( $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$ )	Merck 102026
Hidroklorik asit (HCl)	Merck 100314
Amonyak ( $NH_3$ )	Merck 105428
Sülfanilik asit ( $4-(NH_2)C_6H_4SO_3H$ )	Merck 822338
1-naftilamin hidroklorür ( $C_{10}H_{10}ClN$ )	Merck 820866
Sodyum nitrat ( $NaNO_3$ )	Merck 106535
Sodyum nitrit ( $NaNO_2$ )	Merck 106544
Perklorat ( $ClO_4^-$ )	Alltech 37048
Ftalik asit ( $C_8H_6O_4$ )	Merck 822298
Tris (hidroksimetil) amino metan ( $C_4H_{11}NO_3$ )	Merck 108382

### 3.1.2. Kullanılan Cihazlar

Çalışma süresince kullanılan cihazlar ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

<b><u>Cihazın adı</u></b>	<b><u>Özellikleri (Marka/Model)</u></b>
UV/Vis spektrofotometre	UV-1208 SHIMADZU
İyon kromatografi cihazı	Shimadzu C196-E039A model
Ultra saf su cihazı	New Human Power I model
pH metre	İnoLab wtw serisi
Analitik terazi	Sartorius BL210S

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması

- a)  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  : 0.42 M  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 'ın sudaki çözeltisi hazırlandı.
- b) NaOH : 0.5 M ve % 2'lik NaOH'in sudaki çözeltileri hazırlandı.
- c)  $CH_3COOH$  : Şişe üzerindeki özellikler kullanılarak ( $d:1.05 \text{ g/cm}^3$ , % 100'lük) % 15'lik  $CH_3COOH$  çözeltisi hazırlandı.
- d)  $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$  : 0.14 M  $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$ 'ın sudaki çözeltisi hazırlandı.
- e) Tampon çözelti : 20 ml der. HCl ve 50 ml  $NH_3$  1 L'ye seyreltilerek tampon çözelti hazırlandı.
- f) Renk reaktifi : 2.1 g sülfanilik asit 250 ml % 15'lik (v/v) asetik asit içerisinde su banyosunda ısıtılarak çözüldü. 0.521 g 1-naftilamin hidroklorür 30 ml su ile su banyosunda ısıtılarak çözüldü. Daha sonra hazırlanan bu iki çözelti karıştırıldı ve 250 ml'ye asetik asit ile tamamlandı. Koyu renkli şişede ve buzdolabında saklandı. Analizler sırasında çözelti her hafta yeniden hazırlandı.
- g)  $NaNO_3$  :  $1.2 \cdot 10^{-4}$  M'lık sudaki çözeltileri hazırlandı.
- h)  $NaNO_2$  : 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0  $mg \text{ L}^{-1}$ 'lik sudaki çözeltileri hazırlandı.
- i) HCl : Şişe üzerindeki özellikler kullanılarak ( $d: 1.19 \text{ g/cm}^3$ , % 37'lik) 0.1 N'lik HCl çözeltisi hazırlandı.

- j)  $\text{ClO}_4^-$  : 0.1, 0.25, 0.5, 1, 5, 10 ve 20  $\mu\text{g L}^{-1}$ 'lik sudaki çözeltileri hazırlandı.
- k) Ftalik asit : 2.5 mM'lık sudaki çözeltisi hazırlandı.
- l) Tris (hidroksimetil) amino metan : 2.4 mM'lık sudaki çözeltisi hazırlandı.

### 3.2.2. Örneklerin Alınması

5 farklı peynirciden Hatay Bölgesinde üretilerek, markasız olarak satışa sunulan inek sütünden üretilmiş 15 çeşit, keçi sütünden üretilmiş 8 çeşit ve koyun sütünden üretilmiş 6 çeşit peynir alınmıştır. Ayrıca, bu peynircilerden inek, keçi ve koyunlara ait süt, ağız sütü ve yoğurt örnekleri de alınmıştır. İnek, keçi ve koyunlara ait et, dalak, karaciğer, akciğer, kalp ve böbrek örnekleri ise, 5 farklı kasaptan temin edilmiştir. Ayrıca, inek etinden Hatay Bölgesinde yapılan markalı sucuk örnekleri alınmıştır.

### 3.2.3. Kadmiyum Kolonunun Hazırlanması

0.14 M  $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  çözeltisi 500 ml'lik bir behere konulmuş ve içerisine çinko blok daldırılmıştır. Her 1-2 saatte bir çinko bloğun üzerinde biriken süngerimsi metalik kadmiyum cam baget yardımıyla toplanmıştır. Bu işlem yeterince kadmiyum elde edilinceye kadar tekrarlanmıştır. Elde edilen süngerimsi kadmiyum 2 kez 500 ml ultra saf su ile yıkanmıştır. Kadmiyum çökeltisi ultra saf su ile birlikte 3-5 saniye karıştırıldıktan sonra, ıslak haldeyken 40 mesh'lik elekten geçirilmiştir. 0.1 N HCl ile yıkandıktan sonra, 1 gece bu asit çözeltisinde bekletilmiştir. Bu süre sonunda çökelti ultra saf su ile yıkanarak kolona 10 cm olacak şekilde ultra saf su yardımı ile aktarılmıştır. Kolondan sırasıyla 25 ml 0.1 N HCl çözeltisi, 50 ml ultra saf su, 25 ml tampon çözelti geçirilmiştir. Akış hızı 3 ml  $\text{dak}^{-1}$  olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu rejenerasyon işlemi her 3 örnekte bir tekrarlanmıştır (JAOAC, 1995).

### 3.2.4. Kolonun İndirgeme Kapasitesinin Kontrolü

Kolondan sırasıyla 10 ml tampon çözelti ve 40 ml  $1.2 \cdot 10^{-4}$  M'lık  $\text{NaNO}_3$  çözeltisi geçirilmiştir. Akış hızı 3 ml  $\text{dak}^{-1}$  olacak şekilde ayarlanmıştır. Süzüntü 100 ml'lik balonjojede toplanmıştır. Kolon 2 kez 15 ml ultra saf su ile yıkanmış ve yıkama

suları da aynı balonjojede toplanmıştır. Üzerine 10 ml renk reaktifi eklenerek ultra saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Balonjoje iyice çalkalandıktan sonra karanlıkta 25 dakika süreyle bekletilmiştir. Sadece  $\text{NaNO}_3$  çözeltisi eklenmeksizin, aynı işlemler tekrarlanarak kör hazırlanmıştır. Standart ve körün absorbansları spektrofotometrede 525 nm'de okunmuştur. 10 ml renk reaktifi ultra saf su ile 50 ml'ye tamamlanmış ve bu çözeltiyle spektrofotometre 525 nm'de 0 absorbansa ayarlanmıştır. Kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak sodyum nitrit konsantrasyonu hesaplanmıştır. Kolonun verimliliği % 90'ın üzerinde bulunduğu durumlarda örnekleme analizine geçilmiştir. Daha düşük bulunduğu durumlarda ise kolon tekrar rejenere edilmiştir. Ayrıca, her etkinlik deneyinden sonra da, kolondan 25 ml 0.1 N HCl çözeltisi, 50 ml ultra saf su, 25 ml tampon çözelti geçirilerek rejenerasyon işlemi gerçekleştirilmiştir (JAOAC, 1995).

### 3.2.5. Sodyum Nitrit için Kalibrasyon Eğrisinin Hazırlanması

$5 \cdot 10^{-3}$ , 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ve 0.5 mg  $\text{NaNO}_2$  alınarak, üzerlerine 10'ar ml renk reaktifi eklenmiş ve ultra saf su ile 50 ml'ye seyreltilmişlerdir. Hazırlanan bu standartlar iyice karıştırıldıktan sonra renk gelişmesi için karanlıkta 25 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda spektrofotometrede köre karşı 525 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Elde edilen absorbanslar konsantrasyona karşı grafiğe geçirilerek kalibrasyon eğrileri elde edilmiştir.

### 3.2.6. Ekstraksiyon İşlemi

Hassas bir şekilde tartılan 30 g numune ufak parçalara bölünerek homojenize edilmiştir. 200 ml'lik bir balona aktarılan numuneye, 70 ml ultra saf su eklenerek su banyosunda 50 °C'de karıştırılmıştır. Sonra, üzerine 10 ml 0.42 M  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ve 12 ml % 2'lik NaOH (w/v) eklenmiş ve karıştırılmaya 10 dakika daha devam edilmiştir. Soğuk su banyosunda oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, ultra saf su ile 200 ml'ye seyreltilmiştir. Daha sonra, numune süzgeç kağıdından süzölmüş ve süzöntünün ilk 20 ml'si atılmıştır. Kalan süzöntü erlende toplanarak aynı gün analiz edilmiştir (JAOAC, 1995).

### 3.2.7. Nitrit Tayini

Ekstraksiyon işlemi sonucunda elde edilen süzüntüden 10 ml alınarak 50 ml'lik balonjojeye aktarılmıştır. Üzerine 10 ml tampon çözelti ve 10 ml renk reaktifi eklenerek ultra saf su ile 50 ml'ye seyreltilmiştir. 25 dakika karanlıkta bekletildikten sonra 525 nm'de absorbansı okunmuştur. Ölçülen absorbans değerinden ve sodyum nitrit için hazırlanan kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak nitrit konsantrasyonu belirlenmiştir. Aşağıdaki formülden yararlanılarak numunelerdeki sodyum nitrit miktarı  $\text{mg kg}^{-1}$  cinsinden hesaplanmıştır (JAOAC, 1995).

$$\text{NaNO}_2 (\text{mg kg}^{-1}) = \frac{C \times D \times 1.5}{W}$$

C = Nitrit konsantrasyonu ( kalibrasyon eğrisinden elde edilen)

D = Seyreltme faktörü

1.5 =  $\text{NO}_2$ 'yi  $\text{NaNO}_2$ 'ye dönüştürme faktörü

W = Numune miktarı, g

### 3.2.8. Nitrat Tayini

Ekstraksiyon işlemi sonucunda elde edilen süzüntüden 10 ml alınarak üzerine 5 ml tampon çözelti eklenmiştir. 3 ml  $\text{dak}^{-1}$  akış hızı ile kolondan geçirilmiştir. Süzüntü 50 ml'lik bir balonjojede toplanmıştır. Daha sonra kolon 2 kez 15 ml ultra saf su ile yıkanmıştır. Yıkama suları da aynı balonjojede toplanmıştır. Üzerine 10 ml renk reaktifi eklenerek ultra saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. İyice karıştırıldıktan sonra 25 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede 525 nm'de köre karşı okunmuştur. Aşağıdaki formülden yararlanılarak numunelerdeki sodyum nitrat miktarı  $\text{mg kg}^{-1}$  cinsinden hesaplanmıştır (JAOAC, 1995).

$$\text{NaNO}_3 (\text{mg kg}^{-1}) = \frac{(R - U) \times D \times 1.3478 \times 1.371}{W}$$

$R = \mu\text{g NO}_2 / 50 \text{ ml indirgenen çözelti ( kalibrasyon eğrisinden elde edilen)}$

$U = \mu\text{g NO}_2 / 50 \text{ ml indirgenmeyen çözelti ( kalibrasyon eğrisinden elde edilen)}$

$D = \text{Seyreltme faktörü}$

$1.3478 = \text{NO}_2\text{'i NO}_3\text{'a dönüştürme faktörü}$

$1.371 = \text{NO}_3\text{'ı NaNO}_3\text{'a dönüştürme faktörü}$

### **3.2.9. Metodun Tekrarlanabilirliğinin ve Doğruluğunun Kontrolü**

Kullanılan metodun tekrarlanabilirliğini belirlemek amacıyla aynı gün içerisinde farklı zaman aralıklarında 3 farklı numune (peynir, yoğurt, et) üzerinde çalışılmıştır. Ayrıca, kullanılan metodun doğruluğunu belirlemek için de 3 farklı numuneye bilinen miktarlarda sodyum nitrat ve sodyum nitrit (2, 5 ve 10 mg L<sup>-1</sup>) eklenmiştir (TS EN ISO 14673-1).

### **3.2.10. Perklorat Kalibrasyon Doğrularının Oluşturulması**

$999 \pm 3 \mu\text{g ml}^{-1}$ 'lik sertifikalı perklorat analitik standardından yararlanılarak 0.1; 0.25; 0.5; 1; 5; 10 ve 20  $\mu\text{g L}^{-1}$ 'lik perklorat kalibrasyon standartları hazırlanmıştır. Hazırlanan standart çözeltiler sırayla iyon kromatografi cihazına enjekte edilerek kalibrasyon doğruları oluşturulmuştur.

### **3.2.11. Perklorat Pikinin Geliş Süresinin Belirlenmesi**

Öncelikle, gerçek numunelere uygulanmak üzere belirlenmiş olan çalışma koşullarında (kolon sıcaklığı: 40 °C; akış hızı: 1.5 ml dak<sup>-1</sup>; elüent: 2.5 mM ftalik asit + 2.4 mM tris (hidroksimetil) amino metan (pH=4)) 20  $\mu\text{g L}^{-1}$ 'lik perklorat standardı iyon kromatografi cihazına enjekte edilmiş ve perklorat pikinin geliş süresi saptanmıştır.

### **3.2.12. Hazırlanan Örneklerdeki Perklorat Miktarlarının Belirlenmesi**

Perklorat miktarlarının en doğru şekilde saptanması için Shimadzu C196-E039A model iyon kromatografi cihazının katalogunda tavsiye edilen analitik koşullar ve

perklorat standardından yararlanılarak belirlenmiş olan geliş süresi, kullanılarak gerçek numunelerin analizleri gerçekleştirilmiştir. Kolon olarak Shim-pac IC-A1 anyon değiştirici kolon (4.6 mm x 100 mm), hareketli faz olarak 2.5 mM ftalik asit ve 2.4 mM tris (hidroksimetil) amino metan karışımı (pH=4) kullanılmıştır. Her defasında hareketli faz karışımı hazırlandıktan sonra cam vakum süzme düzeneğinden geçirilmiştir. Akış hızı 1.5 ml dak<sup>-1</sup>, kolon sıcaklığı 40 °C ve analiz süresi 20 dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. Tüm ölçümler üçer kez tekrarlanmıştır.

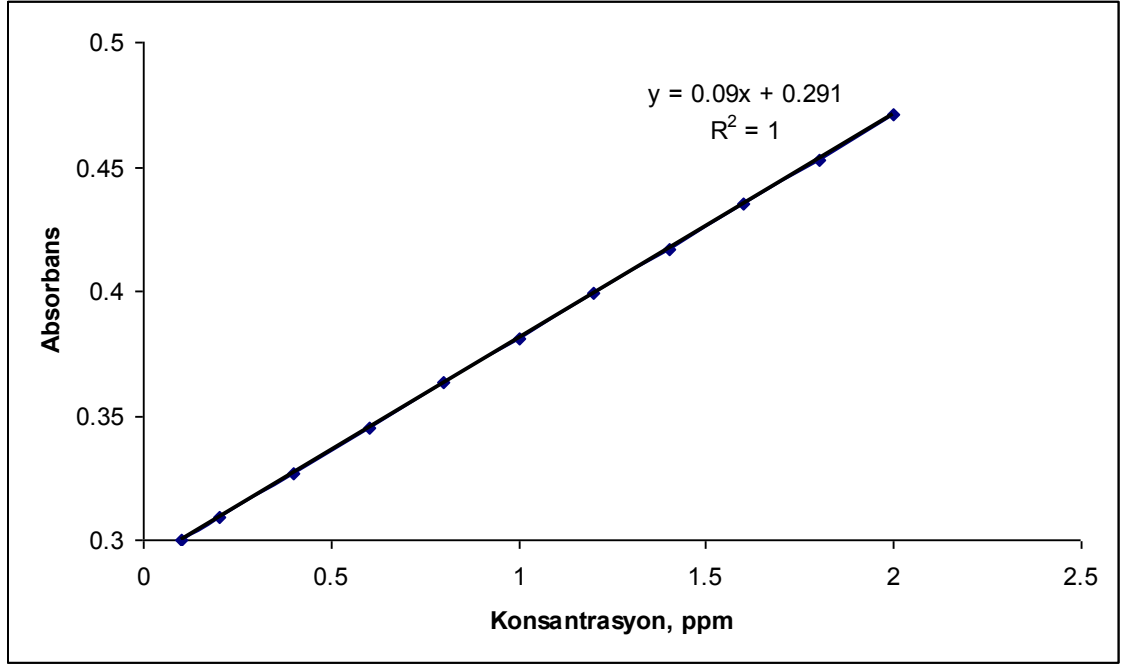


#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

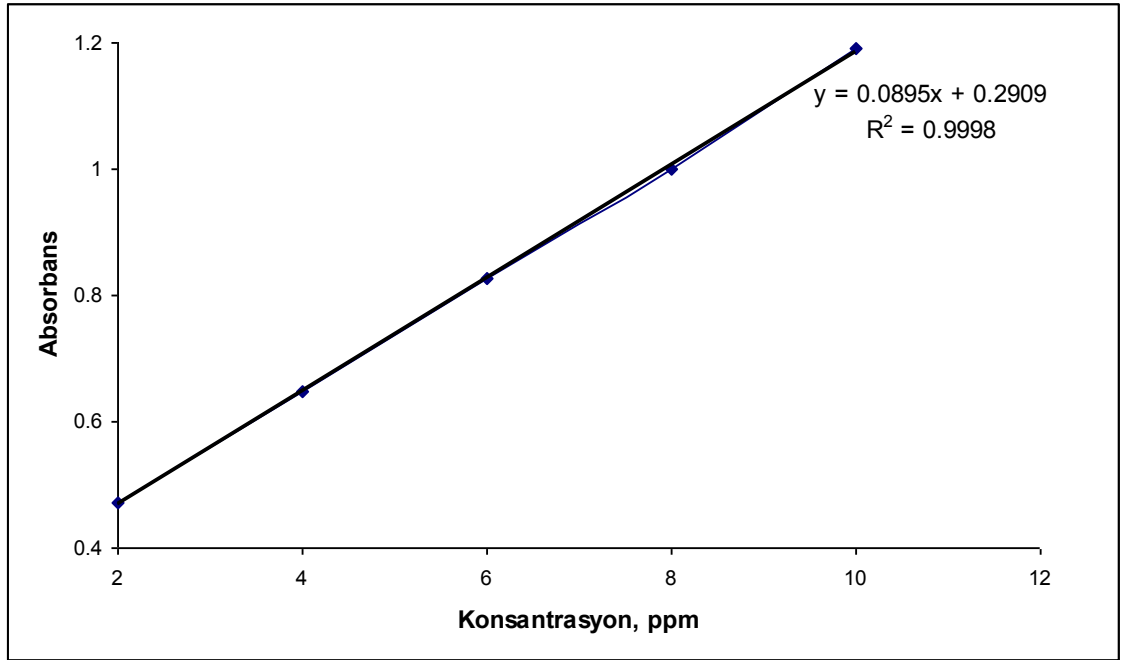
Yapılan tüm deneysel çalışmalar, bu teze kaynak oluşturan önceki çalışmalar ve elde edilen bulgular tartışılmıştır. Araştırma bulguları ve tartışma materyal ve metot kısmındaki alt başlıklara uygun olarak verilmiştir.

##### 4.1. Örneklerdeki Nitrat ve Nitrit Miktarlarının Belirlenmesi ile İlgili Tartışmalar

Örneklerdeki nitrit derişimlerini belirlemek amacıyla standart sodyum nitrit çözeltisi kullanılarak elde edilen kalibrasyon doğruları Şekil 4.1. ve 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Nitrit için kalibrasyon doğrusu I



Şekil 4.2. Nitrit için kalibrasyon doğrusu II

Nitrat ve nitrit tayini metodunun tekrarlanabilirliğini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen deneylerin sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi metodun tekrarlanabilirliği oldukça iyidir.

Çizelge 4.1. Nitrat ve nitrit tayini metodunun tekrarlanabilirliği

Analiz	Peynir		Yoğurt		Et	
	NaNO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	NaNO <sub>2</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	NaNO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	NaNO <sub>2</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	NaNO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	NaNO <sub>2</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )
1	40.02	0.85	30.06	0.22	155.18	0.18
2	39.99	0.84	30.04	0.23	155.14	0.17
3	40.03	0.85	30.05	0.22	155.16	0.19

Metodun doğruluğunu belirlemek için gerçekleştirilen deneylerin sonuçları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi kullanılan metodun doğruluğu ile ilgili bir problem de bulunmamaktadır.

Çizelge 4.2. Nitrat ve nitrit tayini metodunun doğruluğu

Numune	Numunedeki		Eklenen		Ölçülen		Geri Kazanım Yüzdesi	
	NaNO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	NaNO <sub>2</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	NaNO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	NaNO <sub>2</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	NaNO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	NaNO <sub>2</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	NaNO <sub>3</sub>	NaNO <sub>2</sub>
Peynir	40.02	0.85	2	2	42.04	2.84	100.05	99.65
Yoğurt	30.06	0.22	5	5	35.02	5.20	99.88	99.62
Et	155.18	0.18	10	10	165.16	10.19	99.98	100.10

5 farklı peynirciden alınan, inek sütünden üretilmiş 15 çeşit, keçi sütünden üretilmiş 8 çeşit ve koyun sütünden üretilmiş 6 çeşit peynir örneklerinde saptanan nitrat ve nitrit miktarlarına ilişkin minimum, maksimum ve ortalama değerler sırasıyla Çizelge 4.3, 4.4 ve 4.5’de verilmiştir.

İnek sütünden üretilen peynir örneklerinde ortalama  $11.49 \pm 0.25$  mg kg<sup>-1</sup> ile  $323.9 \pm 2.05$  mg kg<sup>-1</sup> arasında sodyum nitrat ve  $0.12 \pm 0.01$  mg kg<sup>-1</sup> ile  $1.83 \pm 0.06$  mg kg<sup>-1</sup> arasında sodyum nitrit bulunduğu belirlenmiştir. En yüksek nitrat içeriği çökelekte ( $323.9 \pm 2.05$  mg kg<sup>-1</sup>), en düşük nitrat içeriği ise kuşbaşı peynirinde ( $11.49 \pm 0.25$  mg kg<sup>-1</sup>) saptanmıştır. İçerdiği nitrit miktarı en yüksek olanın ezme peynir ( $1.83 \pm 0.06$  mg kg<sup>-1</sup>), en düşük olanların da baharatlı çökelek ve cara peyniri olduğu görülmüştür ( $0.12 \pm 0.01$  mg kg<sup>-1</sup>).

Keçi sütünden üretilen peynir örneklerinde ortalama  $19.29 \pm 0.30$  mg kg<sup>-1</sup> ile  $85.27 \pm 1.42$  mg kg<sup>-1</sup> arasında sodyum nitrat ve  $0.14 \pm 0.01$  mg kg<sup>-1</sup> ile  $0.83 \pm 0.01$  mg kg<sup>-1</sup> arasında sodyum nitrit varlığı belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük nitrat değerleri sırasıyla beyaz peynir ( $85.27 \pm 1.42$  mg kg<sup>-1</sup>) ve misket peynirinde ( $19.29 \pm 0.30$  mg kg<sup>-1</sup>) saptanmıştır. En yüksek nitrit içeriği beyaz peynir, ezme peynir ve künefelik peynirde ( $0.83 \pm 0.01$  mg kg<sup>-1</sup>), en düşük nitrit içeriği ise kuşbaşı peynirinde ( $0.14 \pm 0.01$  mg kg<sup>-1</sup>) bulunmuştur.

Koyun sütünden üretilen peynir örneklerinde ortalama  $24.12 \pm 0.57$  mg kg<sup>-1</sup> ile  $87.17 \pm 1.44$  mg kg<sup>-1</sup> arasında sodyum nitrat ve  $0.12 \pm 0.01$  mg kg<sup>-1</sup> ile  $0.86 \pm 0.01$  mg kg<sup>-1</sup> arasında sodyum nitrit varlığı belirlenmiştir. En yüksek nitrat içeriği beyaz peynirde ( $87.17 \pm 1.44$  mg kg<sup>-1</sup>), en düşük nitrat içeriği ise yaprak peynirinde ( $24.12 \pm 0.57$  mg kg<sup>-1</sup>) saptanmıştır. En yüksek ve en düşük nitrit değerleri sırasıyla beyaz peynirde ( $0.86 \pm 0.01$  mg kg<sup>-1</sup>) ve misket peynirinde ( $0.12 \pm 0.01$  mg kg<sup>-1</sup>) bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Mevzuatında, satıŖa sunulan süt bazlı peynir örneklerinde bulunabilecek maksimum sodyum nitrat kalıntı miktarı  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak ifade edilmiŖtir. Bununla birlikte, sodyum nitrit ile ilgili bir değer verilmemiŖtir. Türk Gıda Kodeksi Mevzuatına göre değerlendirildiğinde, inek sütünden üretilen beyaz peynir, çökelek, lavaŖ peyniri, örgü peynir, parmak peyniri ve yaprak peyniri örneklerinin, keçi sütünden üretilen beyaz peynir, ezme peyniri ve parmak peyniri örneklerinin, koyun sütünden üretilen beyaz peynir, ezme peyniri ve lavaŖ peyniri örneklerinin kabul edilebilir değerlerin üzerinde sodyum nitrat içerdikleri görölmektedir. İncelenen örnekler kapsamında, inek sütünden üretilen peynirlerin % 40'ında, keçi ve koyun sütlerinden üretilen peynirlerin ise % 50'sinde kabul edilebilir sınırların üzerinde sodyum nitrat kalıntısı tespit edilmiŖtir.

Çizelge 4.3. İnek sütünden üretilmiş peynir örneklerinin nitrat ve nitrit içerikleri (N=3)

<b>Peynir Çeşidi</b>	<b>Minimum NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maksimum NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ortalama NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Minimum NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maksimum NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ortalama NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>Baharatlı çökelek</b>	41.12 ± 1.05	46.67 ± 1.06	45.62 ± 1.06	0.10 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.12 ± 0.01
<b>Beyaz peynir</b>	59.32 ± 1.30	65.18 ± 1.32	63.23 ± 1.32	0.81 ± 0.01	0.86 ± 0.01	0.83 ± 0.01
<b>Cara peyniri</b>	38.56 ± 0.89	45.58 ± 1.06	41.52 ± 1.00	0.09 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.12 ± 0.01
<b>Çökelek</b>	302.88 ± 2.05	330.5 ± 2.06	323.9 ± 2.05	0.15 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.17 ± 0.01
<b>Dil peyniri</b>	35.23 ± 0.86	40.02 ± 0.90	37.78 ± 0.88	0.80 ± 0.01	0.85 ± 0.01	0.83 ± 0.01
<b>Ezme peynir</b>	32.25 ± 0.78	38.45 ± 0.88	36.33 ± 0.82	1.78 ± 0.05	1.86 ± 0.06	1.83 ± 0.06
<b>Kaşar peyniri</b>	29.12 ± 0.58	35.17 ± 0.80	32.83 ± 0.78	0.15 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.17 ± 0.01
<b>Köy peyniri</b>	19.32 ± 0.55	21.32 ± 0.56	20.34 ± 0.56	0.97 ± 0.02	1.08 ± 0.01	0.99 ± 0.02
<b>Kuşbaşı peyniri</b>	10.18 ± 0.24	12.26 ± 0.25	11.49 ± 0.25	0.14 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.17 ± 0.01
<b>Künefelik peynir</b>	12.24 ± 0.25	16.38 ± 0.30	14.78 ± 0.28	0.79 ± 0.01	0.87 ± 0.01	0.83 ± 0.01
<b>Lavaş peyniri</b>	77.36 ± 1.34	83.14 ± 1.48	80.69 ± 1.46	0.65 ± 0.01	0.69 ± 0.01	0.66 ± 0.01
<b>Örgü peyniri</b>	62.06 ± 1.32	67.16 ± 1.33	64.04 ± 1.33	0.13 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.17 ± 0.01
<b>Parmak peyniri</b>	51.12 ± 1.28	55.40 ± 1.30	53.38 ± 1.30	0.81 ± 0.01	0.86 ± 0.01	0.83 ± 0.01
<b>Sünme peynir</b>	45.17 ± 1.06	49.25 ± 1.06	47.23 ± 1.06	1.06 ± 0.03	1.22 ± 0.04	1.16 ± 0.04
<b>Yaprak peyniri</b>	140.14 ± 1.55	145.88 ± 1.56	143.72 ± 1.56	0.46 ± 0.01	0.53 ± 0.01	0.50 ± 0.01

Çizelge 4.4. Keçi sütünden üretilmiş peynir örneklerinin nitrat ve nitrit içerikleri (N=3)

<b>Peynir Çeşidi</b>	<b>Minimum NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maksimum NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ortalama NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Minimum NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maksimum NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ortalama NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>Beyaz peynir</b>	80.30 ± 1.40	87.18 ± 1.44	85.27 ± 1.42	0.81 ± 0.01	0.85 ± 0.01	0.83 ± 0.01
<b>Ezme peynir</b>	55.25 ± 1.28	58.95 ± 1.30	57.69 ± 1.30	0.80 ± 0.01	0.86 ± 0.01	0.83 ± 0.01
<b>Kuşbaşı peyniri</b>	30.18 ± 0.76	35.16 ± 0.80	32.87 ± 0.78	0.11 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.14 ± 0.01
<b>Künefelik peynir</b>	32.94 ± 0.80	39.38 ± 0.90	37.56 ± 0.88	0.79 ± 0.01	0.87 ± 0.01	0.83 ± 0.01
<b>Lavaş peyniri</b>	47.26 ± 1.04	53.04 ± 1.28	49.89 ± 1.06	0.15 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.17 ± 0.01
<b>Misket peyniri</b>	17.18 ± 0.28	21.12 ± 0.30	19.29 ± 0.30	0.31 ± 0.01	0.36 ± 0.01	0.33 ± 0.01
<b>Parmak peyniri</b>	61.18 ± 1.30	66.66 ± 1.32	64.88 ± 1.33	0.13 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.17 ± 0.01
<b>Yaprak peyniri</b>	19.34 ± 0.30	25.88 ± 0.58	21.97 ± 0.56	0.15 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.17 ± 0.01

Çizelge 4.5. Koyun sütünden üretilmiş peynir örneklerinin nitrat ve nitrit içerikleri (N=3)

<b>Peynir Çeşidi</b>	<b>Minimum NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maksimum NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ortalama NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Minimum NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maksimum NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ortalama NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>Beyaz peynir</b>	82.34 ± 1.39	89.18 ± 1.44	87.17 ± 1.44	0.83 ± 0.01	0.89 ± 0.01	0.86 ± 0.01
<b>Ezme peynir</b>	58.25 ± 1.28	63.75 ± 1.31	60.69 ± 1.30	0.82 ± 0.01	0.86 ± 0.01	0.85 ± 0.01
<b>Kuşbaşı peyniri</b>	32.38 ± 0.76	38.15 ± 0.80	36.53 ± 0.80	0.15 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.17 ± 0.01
<b>Lavaş peyniri</b>	49.36 ± 1.04	55.06 ± 1.28	52.64 ± 1.26	0.16 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.19 ± 0.01
<b>Misket peyniri</b>	35.18 ± 0.86	40.12 ± 0.90	37.21 ± 0.88	0.10 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.12 ± 0.01
<b>Yaprak peyniri</b>	20.04 ± 0.55	26.38 ± 0.58	24.12 ± 0.57	0.14 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.18 ± 0.01

Benzer şekilde, 5 farklı peynirciden temin edilen inek, keçi ve koyunlara ait süt, ağız sütü ve yoğurt numunelerinin nitrat ve nitrit içeriklerine ilişkin minimum, maksimum ve ortalama değerler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

İnek sütünde ortalama  $22.43 \pm 0.50 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.12 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, ağız sütünde ortalama  $3.66 \pm 0.26 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.03 \pm 4.10^{-4} \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, inek yoğurdunda ise ortalama  $28.70 \pm 0.60$  sodyum nitrat ve  $0.19 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit bulunduğu saptanmıştır.

Keçi sütünde ortalama  $23.45 \pm 0.50 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.12 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, ağız sütünde ortalama  $4.27 \pm 0.28 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.03 \pm 4.10^{-4} \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, keçi yoğurdunda ise ortalama  $69.81 \pm 1.33$  sodyum nitrat ve  $0.33 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit bulunmuştur.

Koyun sütünde ortalama  $22.63 \pm 0.50 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.12 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, ağız sütünde ortalama  $3.87 \pm 0.27 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.03 \pm 4.10^{-4} \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, koyun yoğurdunda ise ortalama  $50.70 \pm 1.04$  sodyum nitrat ve  $0.17 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit varlığı tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Mevzuatında, süt ve yoğurtların içerebilecekleri sodyum nitrat ve sodyum nitrit miktarlarıyla ilgili herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.



Çizelge 4.6. İnek, keçi ve koyunlara ait süt, ağız sütü ve yoğurt örneklerinin nitrat ve nitrit içerikleri (N=3)

<b>Numune</b>	<b>Minimum NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maksimum NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ortalama NaNO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Minimum NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maksimum NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ortalama NaNO<sub>2</sub> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>İnek sütü</b>	19.22 ± 0.55	25.18 ± 0.57	22.43 ± 0.50	0.10 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.12 ± 0.01
<b>Keçi sütü</b>	20.04 ± 0.55	26.13 ± 0.58	23.45 ± 0.50	0.10 ± 0.01	0.15 ± 0.01	0.12 ± 0.01
<b>Koyun sütü</b>	20.18 ± 0.55	25.32 ± 0.57	22.63 ± 0.50	0.11 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.12 ± 0.01
<b>İnek ağız sütü</b>	3.48 ± 0.26	3.87 ± 0.27	3.66 ± 0.26	0.02 ± 4.10 <sup>-4</sup>	0.04 ± 4.10 <sup>-4</sup>	0.03 ± 4.10 <sup>-4</sup>
<b>Keçi ağız sütü</b>	4.01 ± 0.26	4.30 ± 0.28	4.27 ± 0.28	0.02 ± 4.10 <sup>-4</sup>	0.03 ± 4.10 <sup>-4</sup>	0.03 ± 4.10 <sup>-4</sup>
<b>Koyun ağız sütü</b>	3.80 ± 0.27	3.90 ± 0.27	3.87 ± 0.27	0.02 ± 4.10 <sup>-4</sup>	0.04 ± 4.10 <sup>-4</sup>	0.03 ± 4.10 <sup>-4</sup>
<b>İnek yoğurdu</b>	25.16 ± 0.58	30.06 ± 0.62	28.70 ± 0.60	0.16 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.19 ± 0.01
<b>Keçi yoğurdu</b>	66.18 ± 1.32	72.14 ± 1.35	69.81 ± 1.33	0.30 ± 0.01	0.42 ± 0.02	0.33 ± 0.01
<b>Koyun yoğurdu</b>	48.17 ± 1.04	52.13 ± 1.05	50.70 ± 1.04	0.14 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.17 ± 0.01

5 farklı kasaptan temin edilen inek, keçi ve koyunlara ait et, dalak, karaciğer, akciğer, kalp, böbrek örneklerinin ve markalı sucuk örneğinin nitrat ve nitrit içeriklerine ilişkin minimum, maksimum ve ortalama değerler Çizelge 4.7’de verilmiştir.

İnek etinde ortalama  $150.89 \pm 1.58 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.17 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, inek dalağında ortalama  $168.56 \pm 1.60 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $2.33 \pm 0.06 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, inek karaciğerinde ortalama  $148.44 \pm 1.57 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.17 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, inek akciğerinde ortalama  $127.50 \pm 1.52 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.83 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, inek kalbinde ortalama  $109.00 \pm 1.40 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.33 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, inek böbreğinde ise ortalama  $145.57 \pm 1.55 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.17 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit bulunduğu belirlenmiştir.

Keçi etinde ortalama  $80.89 \pm 1.36 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.50 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, keçi dalağında ortalama  $91.15 \pm 1.39 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.17 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, keçi karaciğerinde ortalama  $94.44 \pm 1.40 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.83 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, keçi akciğerinde ortalama  $83.14 \pm 1.37 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.17 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, keçi kalbinde ortalama  $82.19 \pm 1.37 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.18 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, keçi böbreğinde ise ortalama  $92.37 \pm 1.38 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.17 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit varlığı saptanmıştır.

Koyun etinde ortalama  $148.43 \pm 1.57 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.17 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, koyun dalağında ortalama  $165.18 \pm 1.59 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $2.30 \pm 0.06 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, koyun karaciğerinde ortalama  $124.84 \pm 1.50 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.83 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, koyun akciğerinde ortalama  $111.27 \pm 1.42 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.17 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, koyun kalbinde ortalama  $166.76 \pm 1.59 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.12 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit, koyun böbreğinde ise ortalama  $156.85 \pm 1.58 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $0.17 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit bulunduğu belirlenmiştir.

İnek etinden yapılmış sucuk örneğinde ortalama  $719.53 \pm 4.50 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrat ve  $428.70 \pm 3.02 \text{ mg kg}^{-1}$  sodyum nitrit varlığı tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Mevzuatında, satışa sunulan ısıtılmış işlem görmemiş et ve et ürünlerinde bulunabilecek maksimum sodyum nitrat kalıntı miktarı  $250 \text{ mg kg}^{-1}$  ve sodyum nitrit kalıntı miktarı da  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak ifade edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi

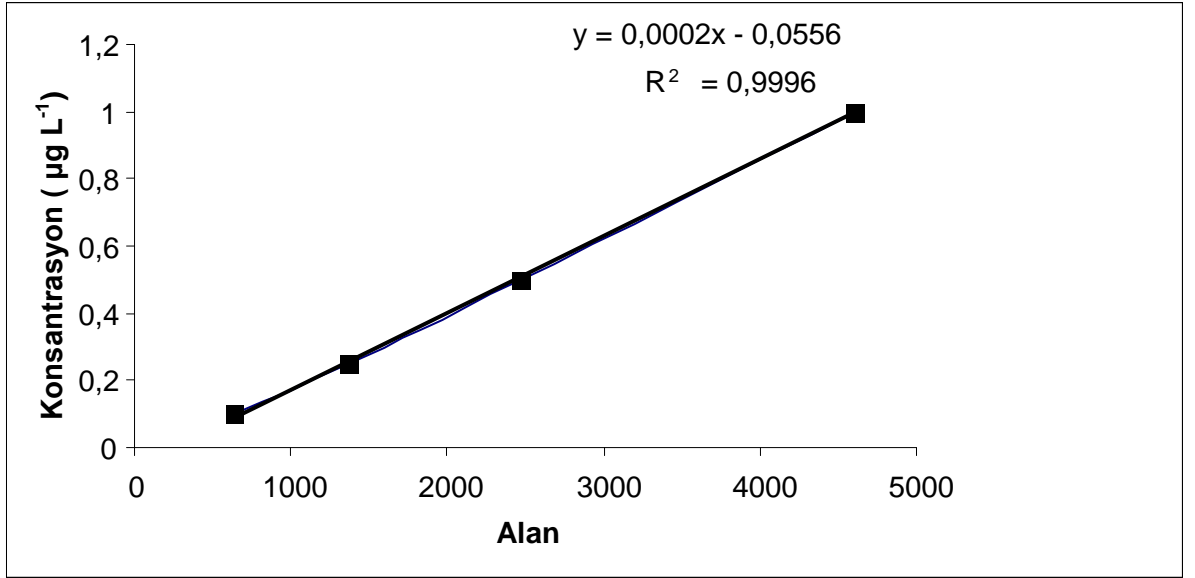
Mevzuatına göre değerlendirildiğinde, inek, keçi ve koyun etlerinin izin verilen değerlerden daha az miktarlarda sodyum nitrat ve sodyum nitrit içerdikleri gorulmektedir. Bununla birlikte, inek etinden yapılmış sucuk rneğinde bulunan hem sodyum nitrat, hem de sodyum nitrit kalıntı miktarı kabul edilebilir sınırların ok ok stunde bulunmuştur.

Çizelge 4.7. İnek, keçi ve koyunlara ait et, dalak, karaciğer, akciğer, kalp ve böbrek örneklerinin nitrat ve nitrit içerikleri (N=3)

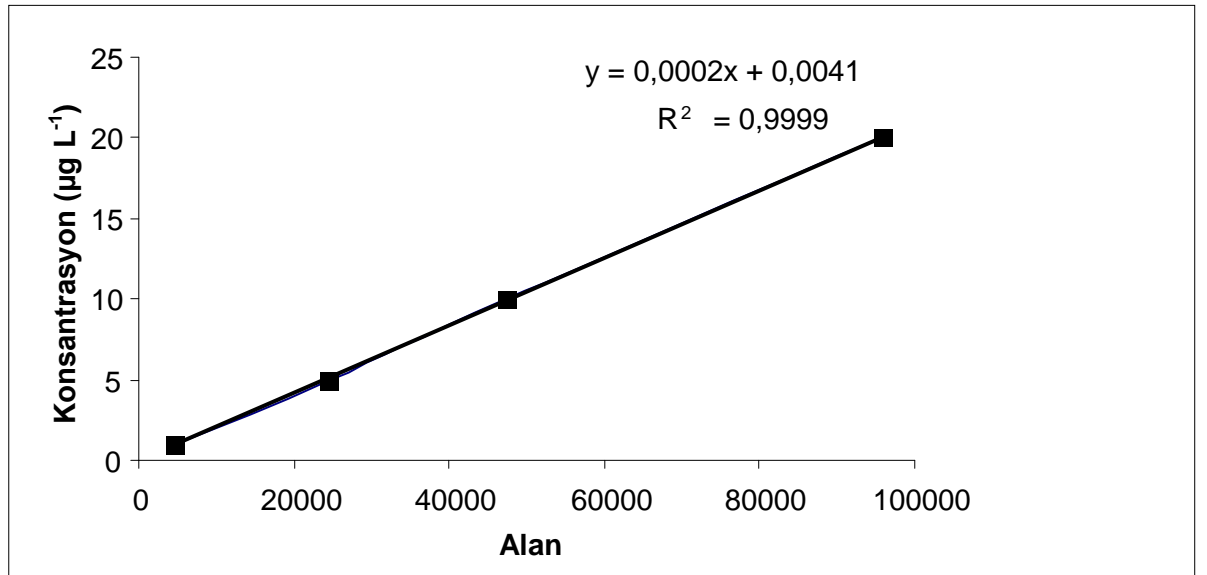
Numune	Minimum NaNO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Maksimum NaNO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Ortalama NaNO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Minumum NaNO <sub>2</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Maksimum NaNO <sub>2</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Ortalama NaNO <sub>2</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )
İnek eti	148.12 ± 1.57	155.18 ± 1.60	150.89 ± 1.58	0.16 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.17 ± 0.01
Keçi eti	78.36 ± 1.35	82.19 ± 1.37	80.89 ± 1.36	0.48 ± 0.01	0.55 ± 0.01	0.50 ± 0.01
Koyun eti	145.63 ± 1.55	151.13 ± 1.58	148.43 ± 1.57	0.16 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.17 ± 0.01
İnek dalağı	165.26 ± 1.59	170.63 ± 1.62	168.56 ± 1.60	2.28 ± 0.05	2.38 ± 0.07	2.33 ± 0.06
Keçi dalağı	89.15 ± 1.38	93.45 ± 1.40	91.15 ± 1.39	0.15 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.17 ± 0.01
Koyun dalağı	163.12 ± 1.58	168.33 ± 1.60	165.18 ± 1.59	2.27 ± 0.05	2.36 ± 0.07	2.30 ± 0.06
İnek karaciğeri	146.13 ± 1.55	150.43 ± 1.58	148.44 ± 1.57	0.15 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.17 ± 0.01
Keçi karaciğeri	91.18 ± 1.38	98.02 ± 1.42	94.44 ± 1.40	0.81 ± 0.01	0.85 ± 0.01	0.83 ± 0.01
Koyun karaciğeri	120.02 ± 1.49	128.12 ± 1.52	124.84 ± 1.50	0.82 ± 0.01	0.84 ± 0.01	0.83 ± 0.01
İnek akciğeri	125.42 ± 1.50	129.18 ± 1.52	127.50 ± 1.52	0.81 ± 0.01	0.84 ± 0.01	0.83 ± 0.01
Keçi akciğeri	80.12 ± 1.36	86.24 ± 1.38	83.14 ± 1.37	0.16 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.17 ± 0.01
Koyun akciğeri	109.56 ± 1.40	115.12 ± 1.43	111.27 ± 1.42	0.15 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.17 ± 0.01
İnek kalbi	105.15 ± 1.40	112.20 ± 1.42	109.00 ± 1.40	0.30 ± 0.01	0.42 ± 0.02	0.33 ± 0.01
Keçi kalbi	80.26 ± 1.36	85.55 ± 1.39	82.19 ± 1.37	0.16 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.18 ± 0.01
Koyun kalbi	160.24 ± 1.58	168.16 ± 1.60	166.76 ± 1.59	0.10 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.12 ± 0.01
İnek böbreği	140.18 ± 1.53	148.15 ± 1.57	145.57 ± 1.55	0.15 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.17 ± 0.01
Keçi böbreği	90.06 ± 1.38	96.23 ± 1.40	92.37 ± 1.38	0.16 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.17 ± 0.01
Koyun böbreği	150.25 ± 1.58	159.54 ± 1.59	156.85 ± 1.58	0.16 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.17 ± 0.01
Sucuk	712.25 ± 4.48	725.18 ± 4.52	719.53 ± 4.50	420.30 ± 3.00	432.82 ± 3.05	428.70 ± 3.02

#### 4.2. Örneklerdeki Perklorat Miktarlarının Belirlenmesi ile İlgili Tartışmalar

Örneklerdeki perklorat derişimlerini belirlemek amacıyla sertifikalı perklorat analitik standardı kullanılarak elde edilen kalibrasyon eğrileri Şekil 4.3. ve 4.4'de gösterilmiştir.

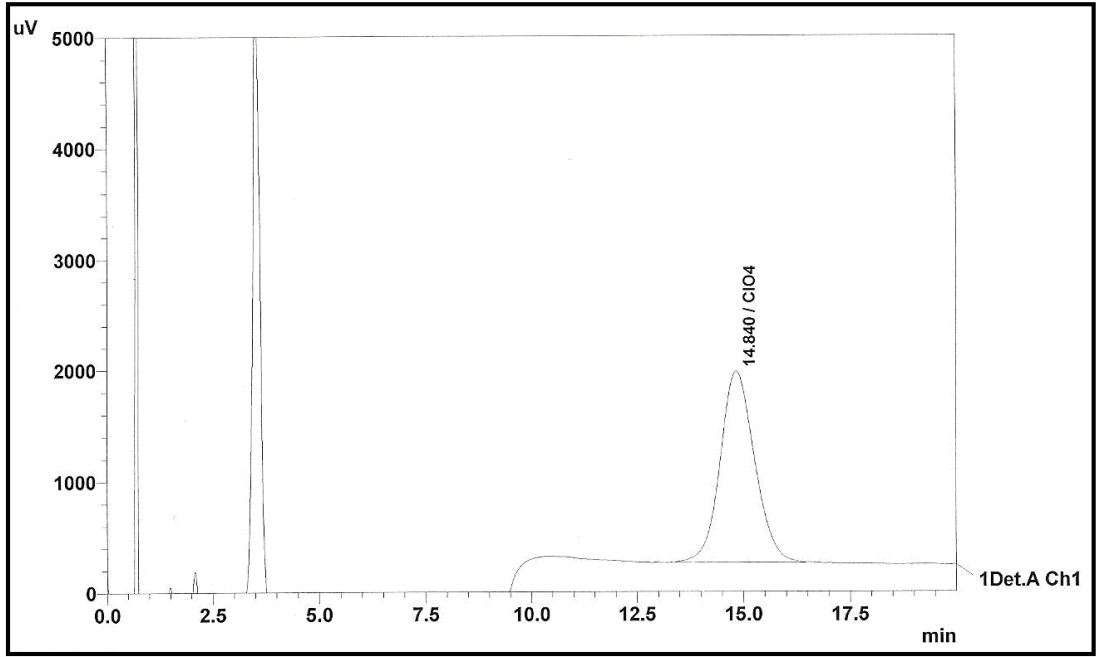


Şekil 4.3. Perklorat için kalibrasyon doğrusu I



Şekil 4.4. Perklorat için kalibrasyon doğrusu II

999  $\pm$  3  $\mu\text{g ml}^{-1}$ 'lik sertifikalı perklorat analitik standardından yararlanılarak hazırlanan 20  $\mu\text{g L}^{-1}$ 'lik perklorat standardı iyon kromatografi cihazına enjekte edilmiş ve pikin 14.84 dakikada geldiği belirlenmiştir. Standart perklorata ait pik Şekil 4.5'de verilmiştir. Perklorat piki 14.84 dakikada geldiği için gerçek numune analizleri yapılırken analiz süresi 20 dakika olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 4.5. Standart perklorat piki

İnek, keçi ve koyun sütünden üretilen peynir örneklerinin içerdiği maksimum, minimum ve ortalama perklorat miktarları sırasıyla Çizelge 4.8, 4.9 ve 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. İnek sütünden üretilmiş peynir örneklerinin perklorat içerikleri (N=3)

<b>Peynir Çeşidi</b>	<b>Minimum [ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>] (µg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maksimum [ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>] (µg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ortalama [ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>] (µg kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>Baharatlı çökelek</b>	0.38 ± 0.01	0.45 ± 0.01	0.41 ± 0.01
<b>Beyaz peynir</b>	0.10 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.11 ± 0.01
<b>Cara peyniri</b>	0.24 ± 0.01	0.27 ± 0.01	0.26 ± 0.01
<b>Çökelek</b>	0.25 ± 0.01	0.30 ± 0.01	0.28 ± 0.01
<b>Dil peyniri</b>	0.20 ± 0.01	0.25 ± 0.01	0.22 ± 0.01
<b>Ezme peynir</b>	0.31 ± 0.01	0.36 ± 0.01	0.34 ± 0.01
<b>Kaşar peyniri</b>	0.20 ± 0.01	0.25 ± 0.01	0.22 ± 0.01
<b>Köy peyniri</b>	0.29 ± 0.01	0.33 ± 0.01	0.30 ± 0.01
<b>Kuşbaşı peyniri</b>	0.18 ± 0.01	0.23 ± 0.01	0.20 ± 0.01
<b>Künefelik peynir</b>	0.17 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.20 ± 0.01
<b>Lavaş peyniri</b>	0.20 ± 0.01	0.25 ± 0.01	0.23 ± 0.01
<b>Örgü peyniri</b>	0.10 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.11 ± 0.01
<b>Parmak peyniri</b>	0.31 ± 0.01	0.33 ± 0.01	0.32 ± 0.01
<b>Sünme peynir</b>	0.24 ± 0.01	0.28 ± 0.01	0.26 ± 0.01
<b>Yaprak peyniri</b>	0.33 ± 0.01	0.38 ± 0.01	0.36 ± 0.01

Çizelge 4.9. Keçi sütünden üretilmiş peynir örneklerinin perklorat içerikleri (N=3)

<b>Peynir Çeşidi</b>	<b>Minimum [ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>] (µg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maksimum [ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>] (µg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ortalama [ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>] (µg kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>Beyaz peynir</b>	0.34 ± 0.01	0.38 ± 0.01	0.36 ± 0.01
<b>Ezme peynir</b>	0.38 ± 0.01	0.41 ± 0.01	0.39 ± 0.01
<b>Kuşbaşı peyniri</b>	0.20 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.22 ± 0.01
<b>Künefelik peynir</b>	0.37 ± 0.01	0.40 ± 0.01	0.39 ± 0.01
<b>Lavaş peyniri</b>	0.28 ± 0.01	0.31 ± 0.01	0.29 ± 0.01
<b>Misket peyniri</b>	0.16 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.18 ± 0.01
<b>Parmak peyniri</b>	0.18 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.20 ± 0.01
<b>Yaprak peyniri</b>	0.17 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.18 ± 0.01

Çizelge 4.10. Koyun sütünden üretilmiş peynir örneklerinin perklorat içerikleri (N=3)

<b>Peynir Çeşidi</b>	<b>Minimum [ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>] (µg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maksimum [ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>] (µg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ortalama [ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>] (µg kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>Beyaz peynir</b>	0.38 ± 0.01	0.42 ± 0.01	0.40 ± 0.01
<b>Ezme peynir</b>	0.40 ± 0.01	0.45 ± 0.01	0.42 ± 0.01
<b>Kuşbaşı peyniri</b>	0.27 ± 0.01	0.30 ± 0.01	0.29 ± 0.01
<b>Lavaş peyniri</b>	0.39 ± 0.01	0.43 ± 0.01	0.41 ± 0.01
<b>Misket peyniri</b>	0.21 ± 0.01	0.26 ± 0.01	0.24 ± 0.01
<b>Yaprak peyniri</b>	0.20 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.22 ± 0.01

İnek sütünden üretilen peynir örneklerinde ortalama  $0.11 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile  $0.41 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  arasında perklorat bulunduğu saptanmıştır. En yüksek perklorat içeriği baharatlı çökelekte ( $0.41 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ ), en düşük perklorat içeriği ise beyaz peynir ile örgü peynirinde ( $0.11 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) bulunmuştur.

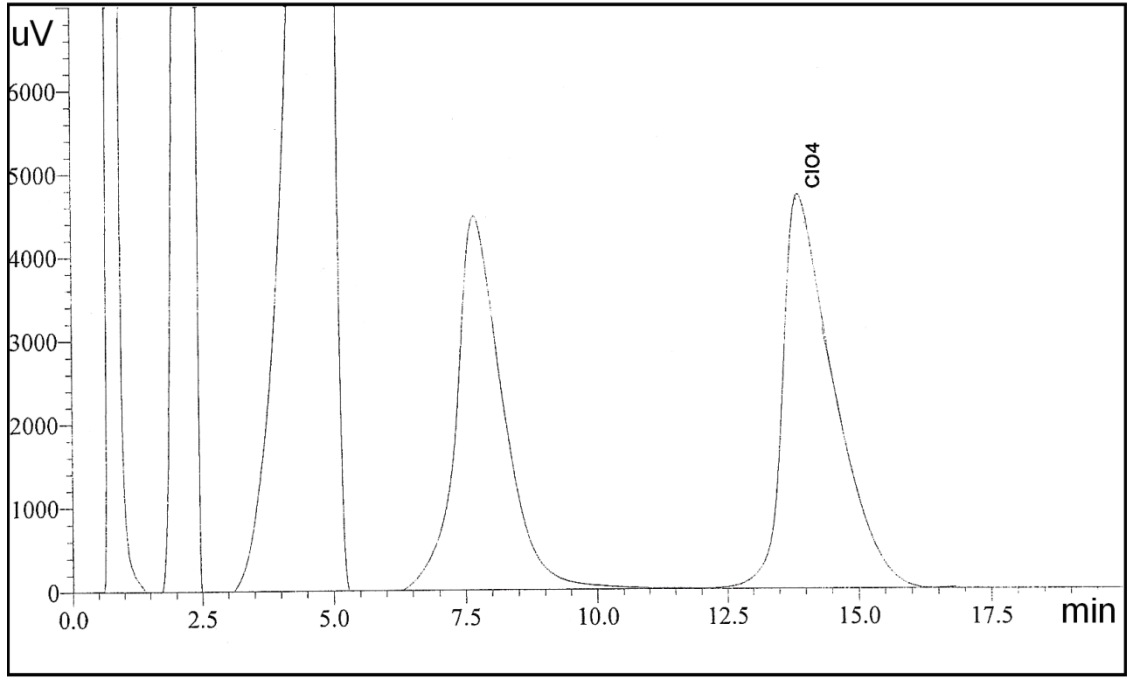
Keçi sütünden üretilen peynir örneklerinde ortalama  $0.18 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile  $0.39 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  arasında perklorat bulunduğu saptanmıştır. En yüksek perklorat içeriğinin



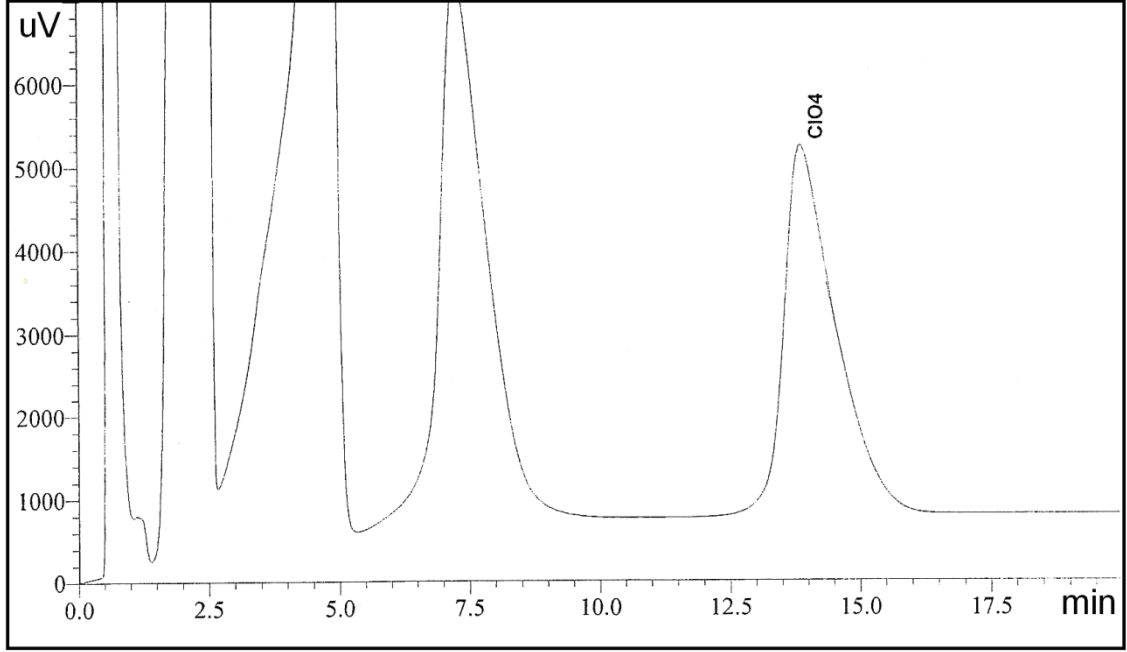
ezme peynir ile künefelik peynirde ( $0.39 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ ), en düşük perklorat içeriğinin ise misket peynir ile yaprak peynirinde ( $0.18 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) bulunduğu saptanmıştır.

Koyun sütünden üretilen peynir örneklerinde ortalama  $0.22 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile  $0.42 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  arasında perklorat bulunduğu saptanmıştır. En yüksek perklorat içeriği ezme peynirde ( $0.42 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ ), en düşük perklorat içeriği ise yaprak peynirinde ( $0.22 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) bulunmuştur.

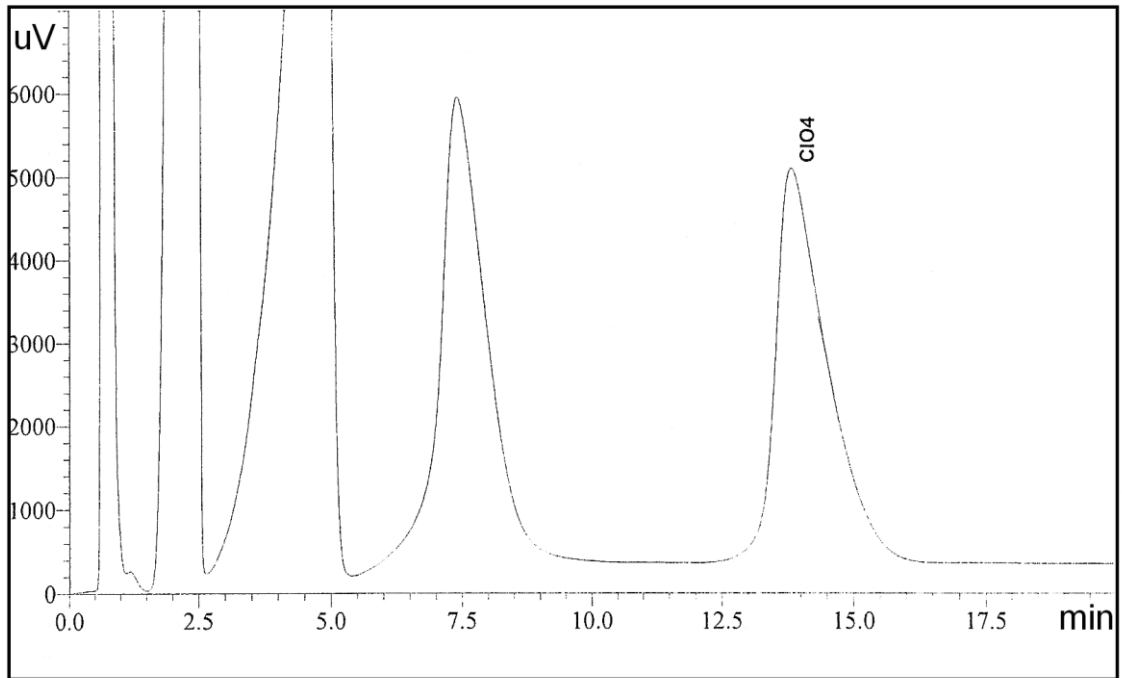
İnek, keçi ve koyun sütünden üretilen peynir örneklerine ait perklorat kromatogramları sırasıyla Şekil 4.6, 4.7 ve 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.6. İnek sütünden üretilmiş köy peynirine ait kromatogram



Şekil 4.7. Keçi sütünden üretilmiş lavaş peynirine ait kromatogram



Şekil 4.8. Koyun sütünden üretilmiş yaprak peynirine ait kromatogram

Benzer şekilde, inek, keçi ve koyunlara ait süt, ağız sütü ve yoğurt numunelerinin perklorat içeriklerine ilişkin minimum, maksimum ve ortalama değerler Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. İnek, keçi ve koyunlara ait süt, ağız sütü ve yoğurt örneklerinin perklorat içerikleri (N=3)

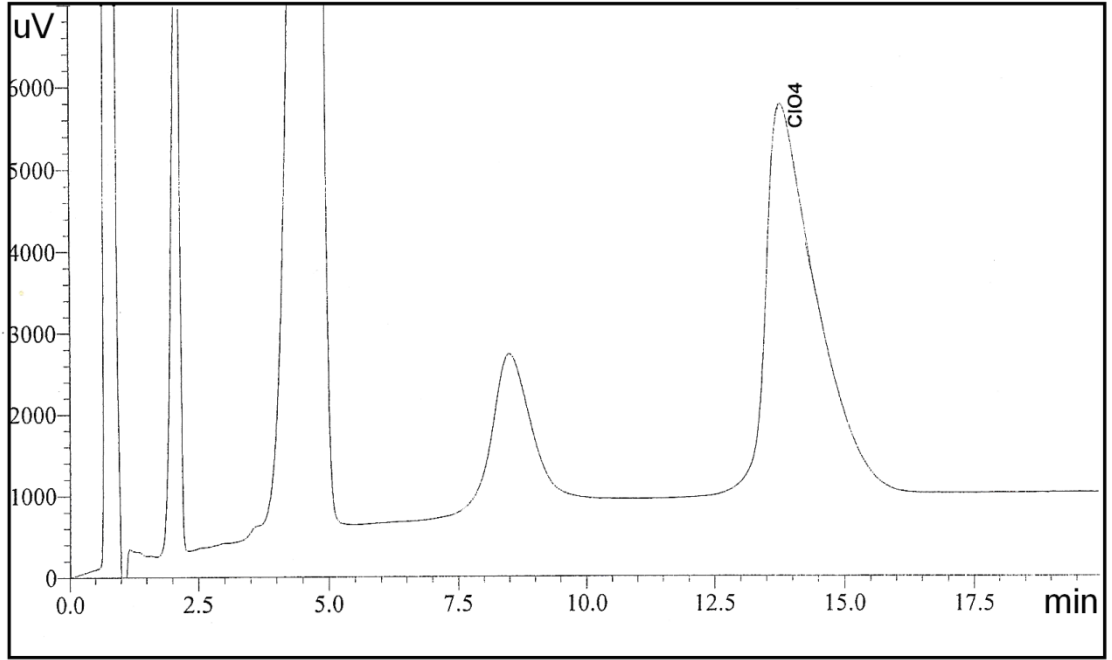
Numune	Minimum [ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ] (µg kg <sup>-1</sup> )	Maksimum [ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ] (µg kg <sup>-1</sup> )	Ortalama [ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ] (µg kg <sup>-1</sup> )
İnek sütü	0.22 ± 0.01	0.27 ± 0.01	0.25 ± 0.01
Keçi sütü	0.24 ± 0.01	0.27 ± 0.01	0.26 ± 0.01
Koyun sütü	0.10 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.11 ± 0.01
İnek ağız sütü	0.03 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.04 ± 0.01
Keçi ağız sütü	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01
Koyun ağız sütü	0.03 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.04 ± 0.01
İnek yoğurdu	0.22 ± 0.01	0.25 ± 0.01	0.24 ± 0.01
Keçi yoğurdu	0.43 ± 0.01	0.47 ± 0.01	0.45 ± 0.01
Koyun yoğurdu	0.27 ± 0.01	0.31 ± 0.01	0.29 ± 0.01

İnek sütünde ortalama  $0.25 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , ağız sütünde  $0.04 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  ve inek yoğurdunda ise  $0.24 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  perklorat bulunduğu saptanmıştır.

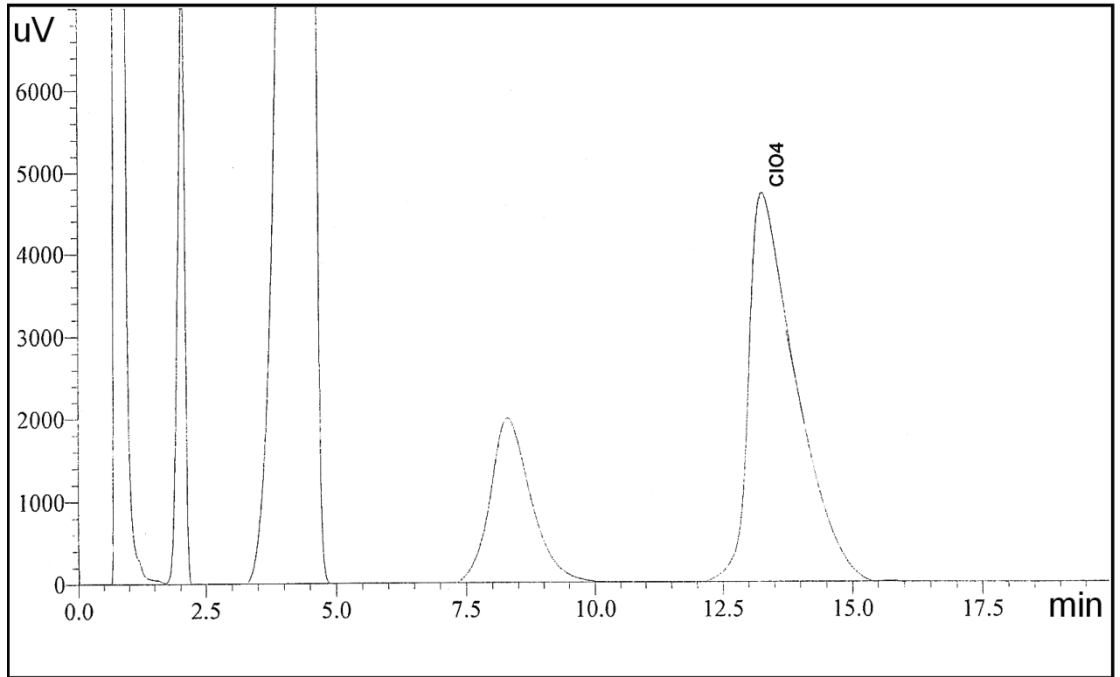
Keçi sütünde ortalama  $0.26 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , ağız sütünde  $0.04 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  ve keçi yoğurdunda ise  $0.45 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  perklorat varlığı tespit edilmiştir.

Koyun sütünde ortalama  $0.11 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , ağız sütünde  $0.04 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  ve koyun yoğurdunda ise  $0.29 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  perklorat bulunduğu belirlenmiştir.

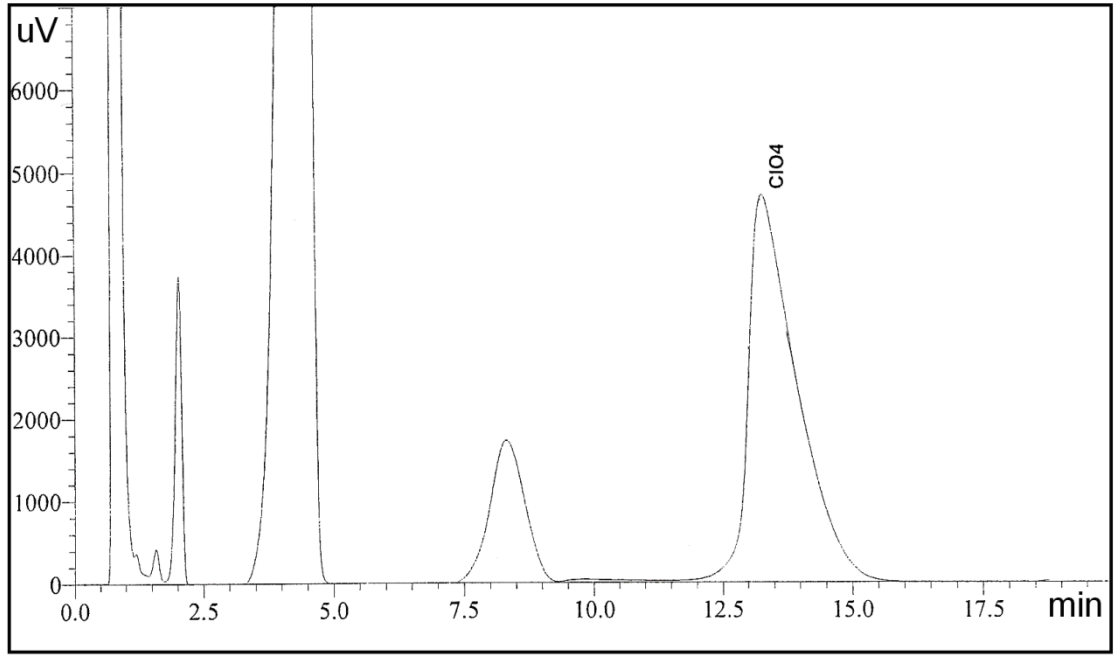
İnek, keçi ve koyunlara ait süt, ağız sütü ve yoğurt örneklerinin perklorat kromatogramları sırasıyla Şekil 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 ve 4.15'de verilmiştir.



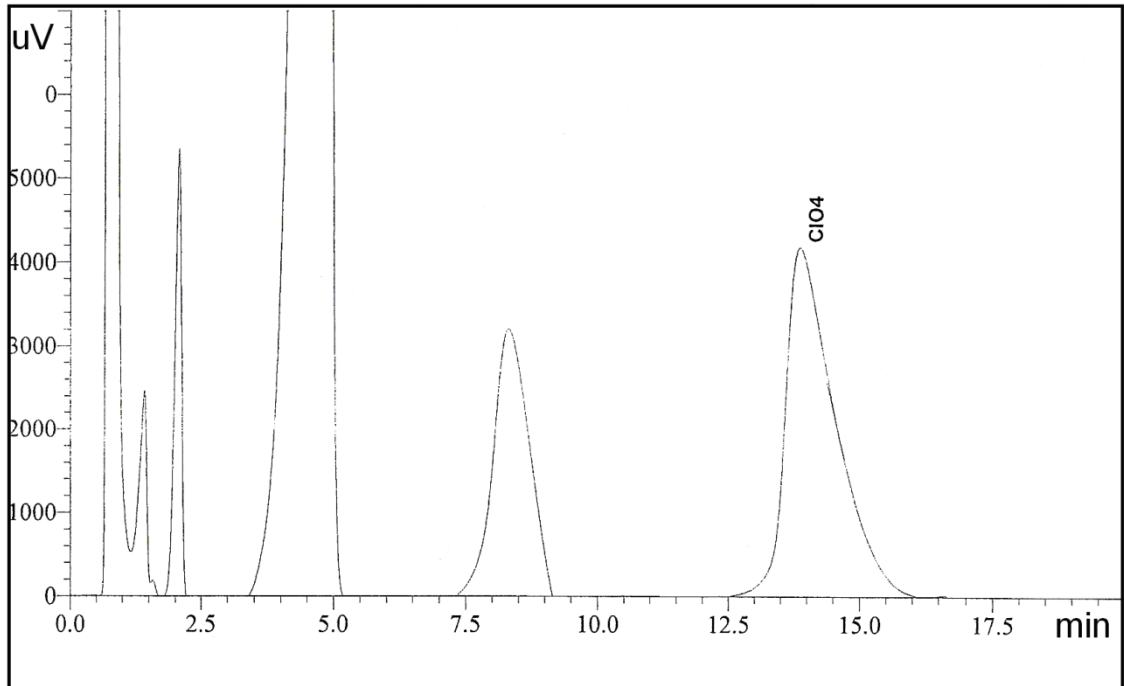
Şekil 4.9. İnek sütüne ait kromatogram



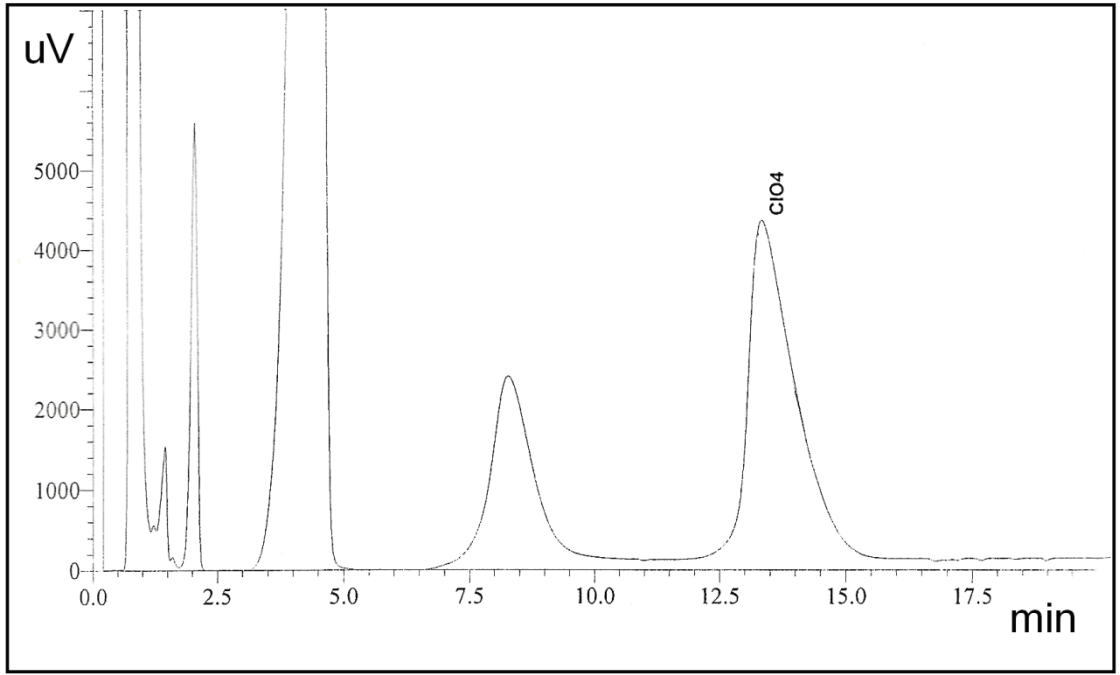
Şekil 4.10. Keçi sütüne ait kromatogram



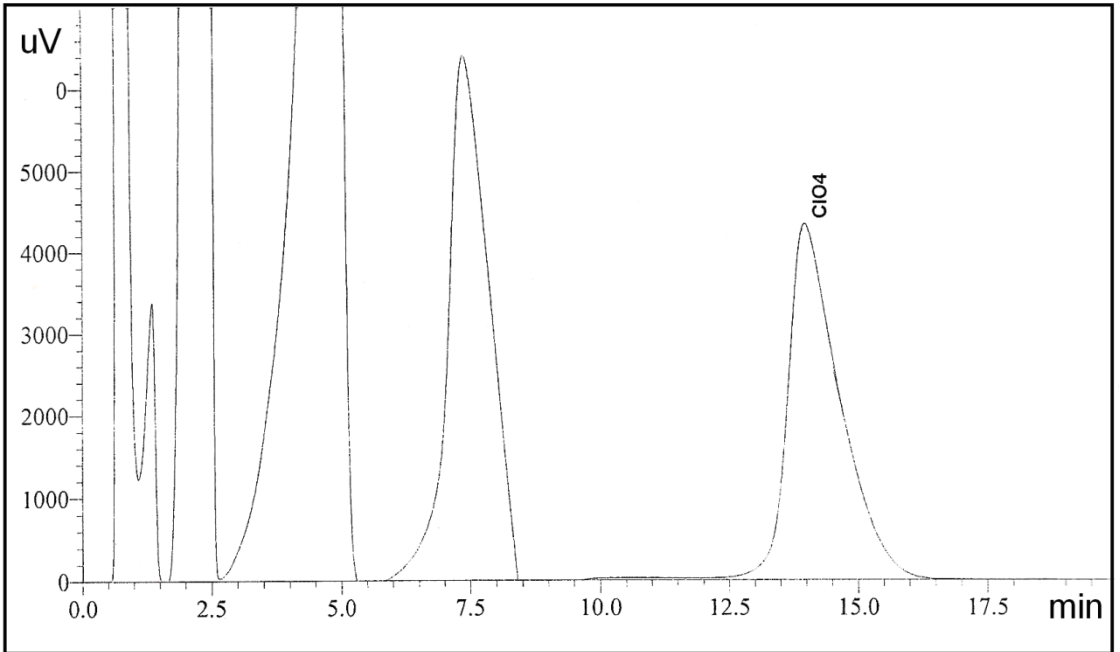
Şekil 4.11. Koyun sütüne ait kromatogram



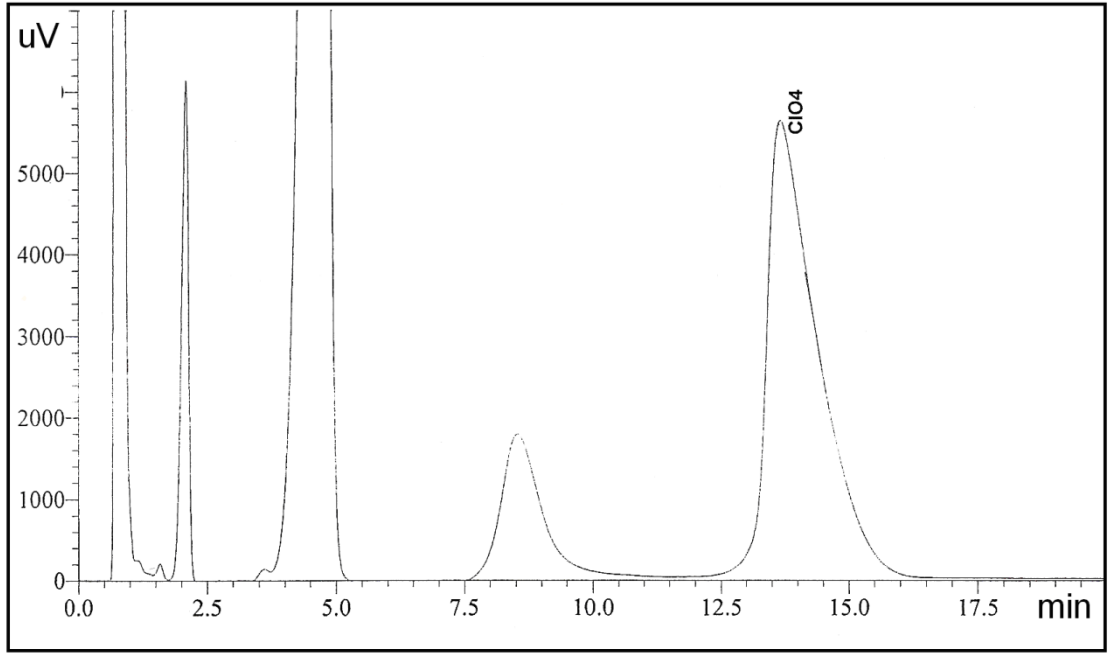
Şekil 4.12. İnek ağız sütüne ait kromatogram



Şekil 4.13. İnek yoğurduna ait kromatogram



Şekil 4.14. Keçi yoğurduna ait kromatogram



Şekil 4.15. Koyun yoğurduna ait kromatogram

İnek, keçi ve koyunlara ait et, dalak, karaciğer, akciğer, kalp, böbrek örneklerinin ve markalı sucuk örneğinin perklorat içeriklerine ilişkin minimum, maksimum ve ortalama değerler Çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. İnek, keçi ve koyunlara ait et, dalak, karaciğer, akciğer, kalp ve böbrek örneklerinin perklorat içerikleri (N=3)

Numune	Minimum [ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ] (µg kg <sup>-1</sup> )	Maksimum [ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ] (µg kg <sup>-1</sup> )	Ortalama [ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ] (µg kg <sup>-1</sup> )
İnek eti	0.09 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.11 ± 0.01
Keçi eti	0.25 ± 0.01	0.27 ± 0.01	0.26 ± 0.01
Koyun eti	0.32 ± 0.01	0.36 ± 0.01	0.34 ± 0.01
İnek dalağı	0.35 ± 0.01	0.39 ± 0.01	0.36 ± 0.01
Keçi dalağı	0.29 ± 0.01	0.34 ± 0.01	0.31 ± 0.01
Koyun dalağı	0.30 ± 0.01	0.35 ± 0.01	0.33 ± 0.01
İnek karaciğeri	0.25 ± 0.01	0.29 ± 0.01	0.27 ± 0.01
Keçi karaciğeri	0.40 ± 0.01	0.43 ± 0.01	0.41 ± 0.01
Koyun karaciğeri	0.45 ± 0.01	0.49 ± 0.01	0.47 ± 0.01
İnek akciğeri	0.12 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.15 ± 0.01
Keçi akciğeri	0.23 ± 0.01	0.27 ± 0.01	0.25 ± 0.01
Koyun akciğeri	0.35 ± 0.01	0.39 ± 0.01	0.37 ± 0.01
İnek kalbi	0.29 ± 0.01	0.33 ± 0.01	0.31 ± 0.01
Keçi kalbi	0.36 ± 0.01	0.39 ± 0.01	0.38 ± 0.01
Koyun kalbi	0.41 ± 0.01	0.45 ± 0.01	0.43 ± 0.01
İnek böbreği	0.23 ± 0.01	0.28 ± 0.01	0.26 ± 0.01
Keçi böbreği	0.28 ± 0.01	0.33 ± 0.01	0.30 ± 0.01
Koyun böbreği	0.47 ± 0.01	0.52 ± 0.01	0.50 ± 0.01
Sucuk	0.39 ± 0.01	0.43 ± 0.01	0.41 ± 0.01

İnek etinde ortalama  $0.11 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , inek dalağında  $0.36 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , inek karaciğerinde  $0.27 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , inek akciğerinde  $0.15 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , inek kalbinde  $0.31 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , inek böbreğinde  $0.26 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  perklorat bulunmuştur.

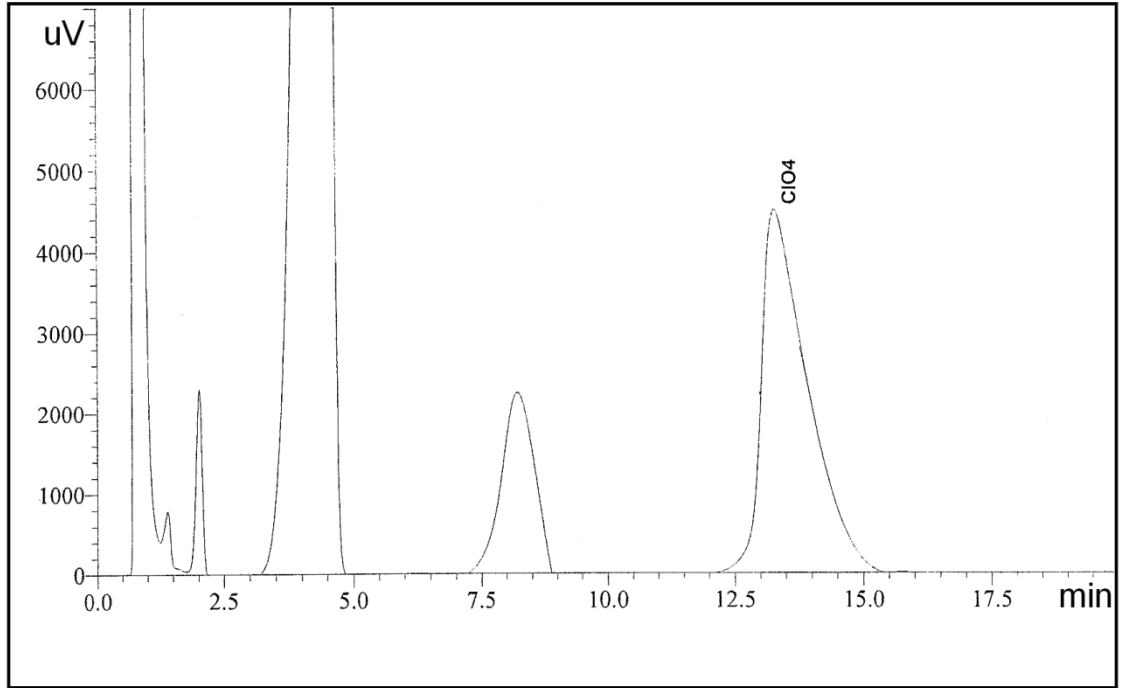
Keçi etinde ortalama  $0.26 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , keçi dalağında  $0.31 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , keçi karaciğerinde  $0.41 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , keçi akciğerinde  $0.25 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , keçi kalbinde  $0.38 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , keçi böbreğinde  $0.30 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  perklorat saptanmıştır.



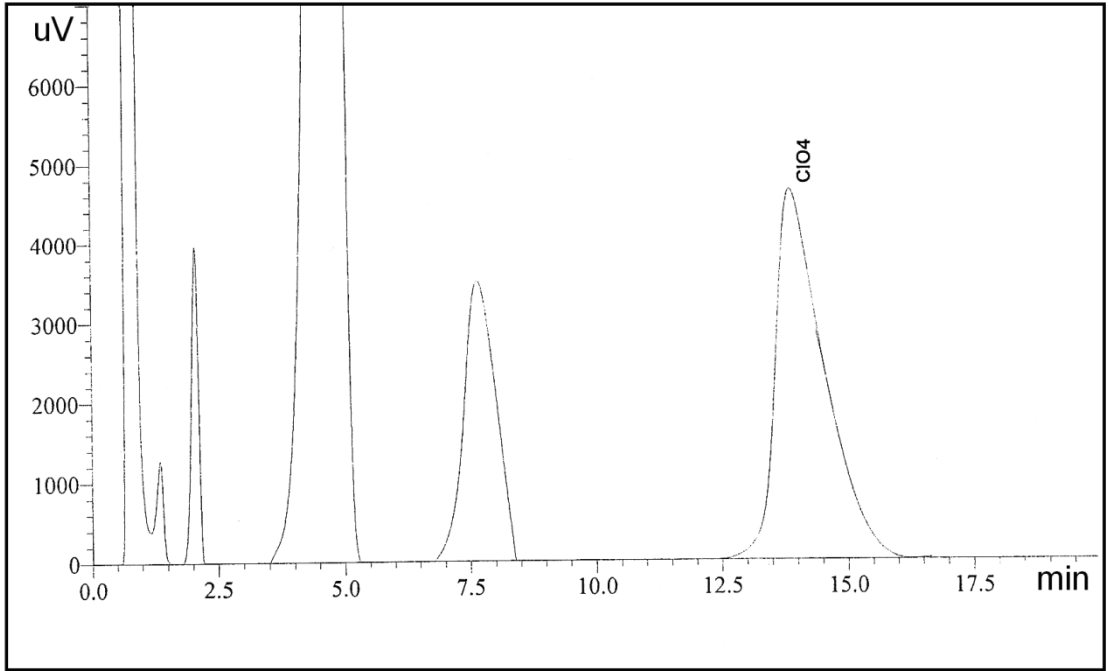
Koyun etinde ortalama  $0.34 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , koyun dalağında  $0.33 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , koyun karaciğerinde  $0.47 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , koyun akciğerinde  $0.37 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , koyun kalbinde  $0.43 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$ , koyun böbreğinde  $0.50 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  perklorat bulunmuştur.

İnek etinden yapılmış sucuk örneğinde ise ortalama  $0.41 \pm 0.01 \mu\text{g kg}^{-1}$  perklorat varlığı tespit edilmiştir.

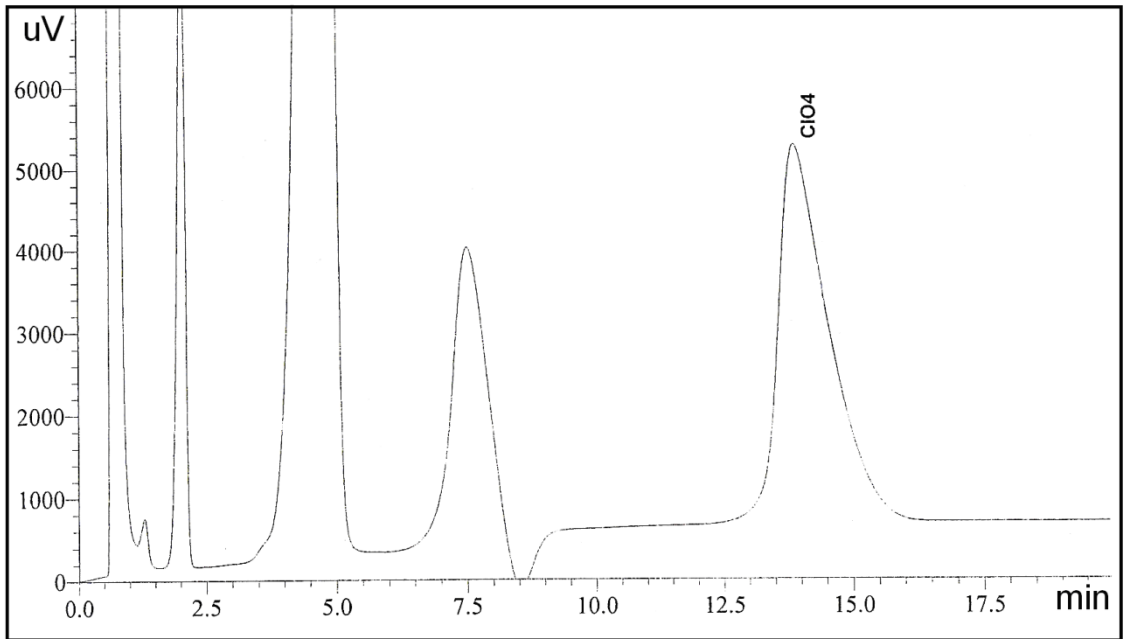
İnek, keçi ve koyunlara ait et örneklerinin perklorat kromatogramları sırasıyla Şekil 4.16, 4.17 ve 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.16. İnek etine ait kromatogram



Şekil 4.17. Keçi etine ait kromatogram



Şekil 4.18. Koyun etine ait kromatogram

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerek yurt dışında gerekse ülkemizde çeşitli sebzelerde, meyvelerde, et ve süt ürünlerinde bulunan nitrat ve nitrit miktarlarının belirlenmesi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak, Hatay Bölgesinde sadece cara peynirlerinin nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Oysa, Hatay Bölgesinde et ve süt ürünleri çok fazla tüketilmektedir. Halkın büyük çoğunluğu, markalı ürünler yerine küçük işletmelerde üretilen et ve süt ürünlerini tercih etmektedir.

Su kaynaklarının ve yiyeceklerin perklorat içerikleri ile ilgili ise, 1997 yılına kadar dünyada yapılmış bir çalışma bulunmamaktaydı. Özellikle yeni doğanlarda ortaya çıkan tiroid hastalıklarındaki artış ve merkezi sinir sistemi gelişimindeki gerilikler, insanları bu olayların nedenini araştırmaya itmiştir. 1999 yılından itibaren Amerika'da geniş çaplı araştırmalar yapılmış ve bu çalışmalar su kaynaklarının yüksek konsantrasyonlarda perklorat içerdiğini ortaya koymuştur. Bu sularla sulanan yiyeceklere, oradan da bu yiyeceklerle beslenen kişilere perkloratın geçtiği belirlenmiştir. Başta US Çevre Koruma Derneği olmak üzere birçok birim bu konunun insan sağlığı açısından büyük bir risk oluşturduğunu ortaya koymuştur ve tüm dünyada bu konuyla ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Ülkemizde ise, ilk çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 107T923 nolu projemiz çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Bu proje kapsamında Hatay Bölgesinden alınan toprak, çeşitli sebze ve meyve (lahana, ıspanak, marul, havuç, domates, kırmızı lahana, limon, portakal, mandalina, greyluft), su, süt ve balık örneklerindeki perklorat miktarları belirlenmiştir. Toprak örneklerinde 0.618 ile 1.502  $\mu\text{g kg}^{-1}$  arasında, içme sularında 0.313 ile 0.966  $\mu\text{g L}^{-1}$  arasında, kullanım sularında 0.374 ile 1.064  $\mu\text{g L}^{-1}$  arasında, sebze örneklerinde 0.270 ile 1.218  $\mu\text{g kg}^{-1}$  arasında, meyve örneklerinde 0.236 ile 1.071  $\mu\text{g kg}^{-1}$  arasında, süt örneklerinde 0.301 ile 0.941  $\mu\text{g L}^{-1}$  arasında ve balık örneklerinde 0.385 ile 0.606  $\mu\text{g kg}^{-1}$  arasında perklorat bulunduğu saptanmıştır.

Bu çalışma ile, Hatay Bölgesinde tüketilen inek sütünden üretilmiş 15 çeşit, keçi sütünden üretilmiş 8 çeşit ve koyun sütünden üretilmiş 6 çeşit peynir, inek, keçi ve koyunlara ait süt, ağız sütü ve yoğurt örnekleri ile inek, keçi ve koyunlara ait et, dalak,

karaciğer, akciğer, kalp ve böbrek örneklerindeki, insan sağlığı açısından bu denli zararlı olan nitrat, nitrit ve perklorat gibi anyonların miktarları belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Mevzuatına göre, inek sütünden üretilen beyaz peynir ( $63.23 \pm 1.32 \text{ mg kg}^{-1}$ ), çökelek ( $323.9 \pm 2.05 \text{ mg kg}^{-1}$ ), lavaş peyniri ( $80.69 \pm 1.46 \text{ mg kg}^{-1}$ ), örgü peyniri ( $64.04 \pm 1.33 \text{ mg kg}^{-1}$ ), parmak peyniri ( $53.38 \pm 1.30 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve yaprak peyniri ( $143.72 \pm 1.56 \text{ mg kg}^{-1}$ ) örneklerinin, keçi sütünden üretilen beyaz peynir ( $85.27 \pm 1.42 \text{ mg kg}^{-1}$ ), ezme peyniri ( $57.69 \pm 1.30 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve parmak peyniri ( $64.88 \pm 1.33 \text{ mg kg}^{-1}$ ) örneklerinin, koyun sütünden üretilen beyaz peynir ( $87.17 \pm 1.44 \text{ mg kg}^{-1}$ ), ezme peyniri ( $60.69 \pm 1.30 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve lavaş peyniri ( $55.06 \pm 1.28 \text{ mg kg}^{-1}$ ) örneklerinin kabul edilebilir değerlerin üzerinde sodyum nitrat içerdikleri belirlenmiştir. İncelenen örnekler kapsamında, inek sütünden üretilen peynirlerin % 40'ında, keçi ve koyun sütlerinden üretilen peynirlerin ise, % 50'sinde kabul edilebilir sınırların üzerinde sodyum nitrat kalıntısı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Türk Gıda Kodeksi Mevzuatında peynir örneklerinin içerebileceği sodyum nitrit miktarlarıyla ilgili bir bilgi bulunmamaktadır. Nitratlardan çok daha zararlı olan nitritlerin de sınır değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

İnek, keçi ve koyun sütlerinden üretilen aynı cins peynirler sodyum nitrat ve sodyum nitrit içerikleri bakımından karşılaştırıldığında, aralarında kesin bir ayırım olmamakla beraber, keçi ve koyun sütlerinden üretilen peynirlerdeki değerlerin birbirlerine daha yakın oldukları görülmektedir. Peynirlerin sodyum nitrat ve sodyum nitrit içeriklerindeki farklılıklar, üretim metotlarındaki farklılıklardan, üretim sırasındaki ve sonrasındaki hijyenik koşullardan kaynaklanabilmektedir.

İnek, keçi ve koyun sütlerinin ortalama sodyum nitrat içerikleri (sırasıyla  $22.43 \pm 0.50$ ,  $23.45 \pm 0.50$ ,  $22.63 \pm 0.50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) birbirlerine son derece yakın, ortalama sodyum nitrit içerikleri ise ( $0.12 \pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$ ) aynı bulunmuştur. Ağız sütü, memeli sınıfına ait canlılarda, doğumdan hemen sonra salgılanan ve kimyevi muhteviyatı bakımından normal süttten çok farklılık gösteren bir süt olduğu için sodyum nitrat ve sodyum nitrit içerikleri normal sütlere göre çok daha düşük bulunmuştur. İnek, keçi ve koyun ağız sütlerinin de ortalama sodyum nitrat içerikleri (sırasıyla  $3.66 \pm 0.26$ ,  $4.27 \pm 0.28$ ,  $3.87 \pm 0.27 \text{ mg kg}^{-1}$ ) birbirlerine son derece yakın, ortalama sodyum nitrit içerikleri ise ( $0.03 \pm 4.10^{-4} \text{ mg kg}^{-1}$ ) aynı bulunmuştur. Yoğurt örnekleri incelendiğinde, keçi yoğurdunun hem sodyum nitrat ( $69.81 \pm 1.33 \text{ mg kg}^{-1}$ ), hem de sodyum nitrit ( $0.33$

$\pm 0.01 \text{ mg kg}^{-1}$ ) içeriğinin diğerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Türk Gıda Kodeksi Mevzuatında, süt ve yoğurtların içerebilecekleri sodyum nitrat ve sodyum nitrit miktarlarıyla ilgili de herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Bu değerlerin de belirlenmesi gerekmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Mevzuatına göre, inek, keçi ve koyun etlerinin izin verilen değerlerden daha az miktarlarda sodyum nitrat ( $< 250 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve sodyum nitrit ( $< 50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) içerdikleri görülmektedir. Bununla birlikte, inek etinden yapılmış sucuk örneğinde bulunan hem sodyum nitrat ( $719.53 \pm 4.50 \text{ mg kg}^{-1}$ ), hem de sodyum nitrit ( $428.70 \pm 3.02 \text{ mg kg}^{-1}$ ) kalıntı miktarı kabul edilebilir sınırların çok çok üstünde bulunmuştur.

İnek, keçi ve koyun etleri sodyum nitrat ve sodyum nitrit içerikleri bakımından karşılaştırıldığında, inek ve koyun etlerindeki değerlerin birbirlerine daha yakın oldukları görülmektedir. İnek, keçi ve koyunlara ait et, dalak, karaciğer, akciğer, kalp ve böbrek örneklerinin sodyum nitrat ve sodyum nitrit içerikleri incelendiğinde, organlarda herhangi bir birikimin söz konusu olmadığı görülmüştür.

İnek, keçi ve koyun sütlerinden üretilen aynı cins peynirler perklorat içerikleri bakımından karşılaştırıldığında, aralarında kesin bir ayırım olmamakla beraber, keçi ve koyun sütlerinden üretilen peynirlerdeki değerlerin birbirlerine daha yakın oldukları görülmektedir.

İnek ve keçi sütlerinin ortalama perklorat içeriklerinin hemen hemen aynı olduğu (sırasıyla  $0.25 \pm 0.01 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$  ve  $0.26 \pm 0.01 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ ) koyun sütünün perklorat içeriğinin ise ( $0.11 \pm 0.01 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ ) daha düşük olduğu belirlenmiştir. İnek, keçi ve koyun ağız sütlerinin ortalama perklorat içerikleri  $0.04 \pm 0.01 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Yoğurt örnekleri incelendiğinde, keçi yoğurdunun ( $0.45 \pm 0.01 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ ) daha yüksek perklorat içeriğine sahip olduğu görülmüştür.

İnek, keçi ve koyun etlerinin ortalama perklorat içerikleri sırasıyla  $0.11 \pm 0.01 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ ,  $0.26 \pm 0.01 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$  ve  $0.34 \pm 0.01 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. İnek, keçi ve koyunlara ait et, dalak, karaciğer, akciğer, kalp ve böbrek örnekleri incelendiğinde, organlarda herhangi bir perklorat birikiminin de söz konusu olmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak, Hatay Bölgesinde tüketilen etlerin sodyum nitrat ve sodyum nitrit içeriklerinin Türk Gıda Kodeksi Mevzuatında belirtilen sınırların altında olduğu ve dolayısıyla sağlık açısından bir sakınca oluşturmadığı belirlenmiştir. 70 kg'lık bir

yetişkinin günlük maksimum alabileceği perklorat miktarının 7-35 µg olduğu göz önüne alındığında, şu an için Hatay Bölgesinde yaşayan insanlar açısından perklorat da bir tehlike oluşturmamaktadır. Bununla birlikte, bu bölgede tüketilen peynirlerin % 50'sinin kabul edilebilir sınırların üzerinde sodyum nitrat kalıntısı içerdiği saptanmıştır. Bu durum, üreticilerin konu hakkında bilgilerinin yetersiz olduğunu, peynir üretiminde hijyenik koşullara uyulmadığını, imalattan sonra muhafaza koşullarına dikkat edilmediğini göstermektedir. Benzer şekilde, inek etinden yapılmış sucuk örneğinde bulunan hem sodyum nitrat, hem de sodyum nitrit kalıntı miktarı da kabul edilebilir sınırların çok çok üstünde bulunmuştur. Bu nedenle, üretimlerde bilinçsizce nitrat ve nitrit kullanımını önlemek için kalıntı miktarlarının düzenli olarak kontrol edilmesi, gerekli denetimler yapılarak sağlıklı imalat ortamlarının sağlanması ve depolama koşullarına da dikkat edilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Amr, A., Hadidi, N., 2001. Effect of cultivar and harvest date on nitrate and nitrite content of selected vegetables grown under open field and greenhouse conditions in Jordan. **Journal of Food Composition and Analysis**, 14: 59-67.
- Atanasova, G.V.K., Dimova, P. I., Pevicharova, G.T., 1997. Effect of food products on endogenous generation of N-nitrosamines in rats. **Brit. J.Nutr.**, 78: 335-345.
- Aygün, O., 2001. Carra (testi) peynirlerinin nitrat ve nitrit düzeyleri. **Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi**, 15(2): 331-336.
- Bayraktar, N., 1994. Beyaz peynir üretiminde nitrat – nitrit tuzlarının kullanılması ve kalıntı düzeyleri üzerine araştırmalar. **İstanbul Üniversitesi Doktora Tezi**.
- Committee to Assess the Health Implications of Perchlorate Ingestion, 2005. **Health implications of perchlorate ingestion**. The National Academies Press, 19-68, Washington.
- Dağoğlu, G., Bildik, A., Aksoy, A., 1995. Van yöresindeki sularda nitrat ve nitrit düzeyi. **Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi**, 9(2): 240- 244.
- Dasgupta, P. K., Martinelango, P. K., Jackson, W. A., Anderson, T. A., Tian, K., Tock, R. W., Rajagopalan, S., 2005. The origin of naturally occurring perchlorate: The role of atmospheric processes. **Environmental Science and Technology**, 39: 1569-1575.
- Dıraman, H., Özdemir, D., Gündüz, H. H., Demirci, M., 2009. Trakya bölgesinde üretilen çeşitli süt ürünlerinin nitrat ve nitrit düzeylerine göre kemometrik yöntemlerle sınıflandırılması. **Gıda**, 34(6): 387-394.
- Du Bose, C.N., Cardello, A.V., Maller, O., 1981. Factors affecting the acceptability of low nitrite smoked, cured ham. **Journal of Food Science**, 46(2): 461-463.
- Er, B., Öktem, A. B., Yentür, G., 2008. The determination of nitrate and nitrite levels in Turkish white cheese samples consumed in Ankara region. **Gıda**, 33(5): 261-265.
- Gapper, L. W., Fong, B. Y., Otter, D. E., Indyk, H. E., Woollard, D. C., 2004. Determination of nitrite and nitrate in dairy products by ion exchange LC with spectrophotometric detection. **International Dairy Journal**, 14: 881-887.
- Haddad, P.R., Jackson, P.E., 1990. **Ion chromatography principles and applications**.

- Elsevier Press, p.15.
- Havery, D. C., Fazio, T., 1985. Human exposure to nitrosamines from foods. **Food Technology**, 39(1): 80-83.
- İrkin, R., 1995. Beyaz peynirlerde nitrat ve nitrit tayin yöntemleri ve olgunlaşma süresince nitrat ve nitrit miktarında meydana gelen değişimler. **Ege Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.**
- JAOAC Official Methods of Analysis: Nitrate and nitrite in cheese modified Jones reduction method 976.14, 1995. 33: 62-63.
- Kaya, D. P., 2000. İşlenmiş et ürünlerinde kalıntı nitrat ve nitrit miktarlarının araştırılması. **Gazi Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.**
- Korkisch, J., 1989. **Handbook of ion exchange their application to inorganic analytical chemistry.** Vol.1, CRC Press.
- Kyriakidis, N. B., Georgiou, K. T., Batzaka, E. T., 1997. Nitrate and nitrite content of Greek cheeses. **Journal of Food Composition and Analysis**, 10: 343-349.
- Ladikos, D., Wedzicha, B. L., 1988. The chemistry and stability of the haem-protein complex in relation to meat. **Food Chemistry**, 29: 143-155.
- Meah, M. N., Harrison, N., Davies, A., 1994. Nitrate and nitrite in foods and the diet. **Food Additives and Contaminants**, 11(4): 519-532.
- Merino, L. 2009. Development and validation of a method for determination of residual nitrite/nitrate in foodstuffs and water after zinc reduction. **Food Anal. Methods**, 2: 212-220.
- O'boyle, A.R., Rubin, L. J., Diosady, L. L., Aladin-Kassam, N., Comer, F., Brightwell, W., 1990. A nitrite free curing system and its application to the production of wieners. **Food Technology**, 44(5): 88-104.
- Özçelik, S., 1982. Bazı gıdalarda nitrit ve nitrozaminlerin oluşumu ve sağlığa zararlı etkileri. **Gıda**, 7(4): 183-188.
- Özer, E.A., 1995. Bazı et ürünlerinin (sucuk, salam, sosis) nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. **Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.**
- Reis Lima, M. J., Fernandes, S. M. V., Rangel, A.O.S.S., 2006. Determination of nitrate and nitrite in dairy samples by sequential injection using an in-line cadmium-reducing column. **International Dairy Journal**, 16: 1442-1447.
- Servi, K., 1993. Elazığ bölgesinde tüketime sunulan et ve süt ürünlerinde nitrat ve nitrit



- düzelelerinin belirlenmesi. **Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi**, 7(1): 101-116.
- Siglin, J. C., Mattie, D. R., Dodd, D. E., Hildebrandt, P. K., Baker, W. H., 2000. A 90 day drinking water toxicity study in rats of the environmental contaminant ammonium perchlorate. **Toxicology Science**, 57(1): 61-74.
- Skoog, D.A., West, D. M., Holler, F.J., 1999. **Fundamentals of Analytical Chemistry**. Saunders College Publishing, New York, 712-714.
- Skovgaard, N., 1992. Microbiological aspects and technological need: Technological needs for nitrates and nitrites. **Food Additives and Contaminants**, 9(5): 391-397.
- Skrypec, D. J., Gray, J. I., Mandagere, A. K., Booren, A. M., Pearson, A.M., Cuppett, S. L., 1985. Effect of bacon composition and processing on N-nitrosamine formation. **Food Technology**, 39(1): 74-79.
- Soyutemiz, G. E., Özenir, A., 1996. Bursa'da tüketilen sucuk, salam, sosis ve pastırmalardaki kalıntı nitrat ve nitrit miktarlarının saptanması. **Gıda**, 21(6): 471-476.
- Thomson, B. M., Nokes, C. J., Cressey, P. J., 2007. Intake and risk assessment of nitrate and nitrite from New Zealand foods and drinking water. **Food Additives and Contaminants**, 24(2): 113-121.
- Topçu, A. A., Saldamlı, İ., Yurttagül, M., 2006. Determination of nitrate and nitrite content of Turkish cheeses. **Afr. J. Biotech.**, 5(15): 1411-1414.
- Türk Standartları Enstitüsü. 2003. Süt ve süt ürünleri - nitrat ve nitrit içeriği tayini- Bölüm 1: Kadmiyumla indirgeme ve spektrometrik yöntem. TS EN ISO 14673-1, Ankara.
- Ünsal, A., 1997. **Süt Uyuyunca**. YKY Basımevi, İstanbul.
- Vural, H., Öztan, A., 1992. Fermente et ürünlerinde nitrosomyoglobin oluşumu ve etkileyen faktörler. **Gıda**, 17(3): 191-196.
- Wirth, F., 1986. Curing: Colour formation and colour retention in Frankfurter - type sausages. **Fleischwirtsch**, 66(3): 354-358.
- Yıldırım, D. İ., 1999. İzmir ili ve civarında satışa sunulan beyaz peynir örneklerinde nitrat ve nitrit aranması üzerine araştırma. **Trakya Üniversitesi Yüksek Lisans**

**Tezi.**

Yıldız, A., Genç, Ö., Bektaş, S., 1997. **Enstrümental Analiz Yöntemleri**. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. 44-63 s. Ankara.

## TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde ve çalıőmamın her aőamasında bilgi, deneyimi ve yardım severliği ile bana yol gosteren, guvenini ve manevi yonden desteğini esirgemeyen Danıőman Hocam Doç. Dr. şana Sungur hanım'a teőekkuru bir borç bilirim.

Deneylerin yapılması sırasında MKÜFAM imkanlarından faydalanmamı sağladığı için Yrd. Doç. Dr. Mustafa Didin bey'e, deney araç-gereçleri konusunda yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Tuncay Özyılmaz bey'e, yine deney çalıőmaları, tez yazımı ve duzenlenmesi aőamasında desteklerini esirgemeyen çok değerli meslektaőlarım, Yüksek Kimyagerler Yusuf Kılboz, Abdo Özkan, Ramazan Okur, ve Yüksek Lisans arkadaőım Pınar Sultanoğlu'na, bu çalıőmamın gerçekleőmesinde sağladıkları maddi kaynaklarından dolayı MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna teşekkür ederim.

## ÖZGEÇMİŞ

2 Mayıs 1985 yılında Hatay'ın Kırıkhan ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Diyarbakır' da tamamladım. 2003 yılında girmiş olduğum Konya Selçuk Üniversitesi, Fen – Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nü 2007 yılında bitirdim. 2006 yılının Temmuz ve Eylül aylarında Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığının Gıda güvenliği ve Beslenme Araştırma Müdürlüğünde Stajımı tamamladım. Okulu bitirdikten sonra Gebze'de Kozmetik ve Temizlik ürünleri imalatı yapan özel bir şirkette, 1 yıl süresince Kimyagerliğin yanı sıra imalat ve üretim sahasında da çalıştım. 2008 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Analitik Kimya Bölümü Yüksek Lisans Programına yerleştim.